



# Metodika klasifikace a hodnocení průmyslového dědictví z pohledu památkové péče **VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ**

VÝZKUMNÝ ÚSTAV  
VODOHOSPODÁŘSKÝ  
T.G. MASARYKA



NÁRODNÍ  
PAMÁTKOVÝ  
ÚSTAV



Přírodovědecká  
fakulta

HISTORICKÝ ÚSTAV

Akademie věd České republiky

INSTITUTE OF HISTORY

Czech Academy of Sciences

VÝZKUMNÝ ÚSTAV  
VODOHOSPODÁŘSKÝ  
T.G. MASARYKA



NÁRODNÍ  
PAMÁTKOVÝ  
ÚSTAV



Přírodovědecká  
fakulta

HISTORICKÝ ÚSTAV  
Akademie věd České republiky  
INSTITUTE OF HISTORY  
Czech Academy of Sciences

*Metodika klasifikace a hodnocení průmyslového dědictví z pohledu památkové péče – vodní hospodářství*  
vznikla v rámci projektu Historické vodohospodářské objekty, jejich hodnota, funkce a význam pro současnou dobu  
programu NAKI II (kód projektu DG18P02OVV019).



Praha-Bubeneč – Stará čistírna odpadních vod.  
Foto Viktor Mácha, 2020.

**N Á R O D N Í P A M Á T K O V Ý Ú S T A V**

edice odborné a metodické publikace, svazek 112

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, v. v. i.**

edice výzkum pro praxi, sešit 70

**Metodika klasifikace  
a hodnocení průmyslového  
dědictví z pohledu památkové péče  
VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ**

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, v. v. i.  
NÁRODNÍ PAMÁTKOVÝ ÚSTAV  
UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI  
HISTORICKÝ ÚSTAV AV ČR, v. v. i.

*Metodika klasifikace a hodnocení průmyslového dědictví z pohledu památkové péče – vodní hospodářství*  
vznikla v rámci projektu Historické vodohospodářské objekty, jejich hodnota, funkce a význam pro současnou dobu  
programu NAKI II (kód projektu DG18P02OVV019).

**Editoři:** Michaela Ryšková – Miriam Dzuráková – Radka Račoch – David Honek

**Autorský kolektiv:** *Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.*  
Martin Caletka, Aleš Dráb, Miriam Dzuráková, Milena Forejtníková, David Honek, Hana Hudcová, Tomáš Julínek,  
Radka Račoch, Miloš Rozkošný, Karel Kuča (Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.)  
*Národní památkový ústav*  
Alena Borovcová, Kryštof Drnek, Miroslav Kolka, Miloš Matěj, Michaela Ryšková, Radim Urbánek  
*Univerzita Palackého v Olomouci*  
Jindřich Frajer, Aleš Létal, Renata Pavelková  
*Historický ústav AV ČR, v. v. i.*  
Sixtus Bolom-Kotari, Zbyněk Sviták, Aleš Vyskočil

**Schémata:** Radek Bachan, Radek Míšanec, Michaela Mrvová, Radka Račoch

**Spoluautorství na příkladech kapitoly 5:** Eva Dvořáková (Praha, Letná), Petr Freiwilg (Rudolfov), Otakar Hrdlička (Hořín),  
Jakub Chaloupka (Blatenský příkop), Ondřej Malina (Blatenský příkop), Jan Mikač (Plzeň)

**Konzultace:** Eva Dvořáková, Šimon Eismann, Petr Freiwilg, Jaroslav Jásek, Robert Kořínek, Klára Nedvěďová, Kamila Osičková,  
Miroslav Špano

**Oponenti:** prof. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger, Mendelova univerzita v Brně  
prof. Ing. Jaroslav Pollert, DrSc., ČVUT, Fakulta stavební

*Fotografie na obálce: Ústí nad Labem – zdymadlo Střekov. Foto Viktor Mácha, 2019.*

© Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.  
© Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Ostravě, Metodické centrum průmyslového dědictví  
Univerzita Palackého v Olomouci  
Historický ústav AV ČR, v. v. i.  
2022

ISBN 978-80-88240-28-0 (Národní památkový ústav)  
ISBN 978-80-87402-98-6 (Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.)

## Obsah

<b>PŘEDMLUVA</b> .....	<b>9</b>
<b>1. ÚVOD DO TÉMATU VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ</b> .....	<b>10</b>
1.1 VYMEZENÍ TÉMATU A ROZSAHU METODIKY .....	10
1.2 STRUČNÝ HISTORICKÝ VÝVOJ VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ.....	11
<b>2. SOUČASNÝ STAV PAMÁTKOVÉ OCHRANY VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ V ČR</b> .....	<b>16</b>
<b>3. HODNOCENÍ OBJEKTŮ VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ Z POHLEDU PAMÁTKOVÉ PÉČE</b> .....	<b>18</b>
3.1 PŘÍSTUP K HODNOCENÍ PRŮMYSLOVÉHO DĚDICTVÍ V ZAHRANIČÍ .....	18
3.2 PŘÍSTUP K HODNOCENÍ PRŮMYSLOVÉHO DĚDICTVÍ V ČR .....	21
3.3 PŘÍSTUP K HODNOCENÍ VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ.....	22
3.3.1 Hodnota typologická.....	24
3.3.2 Hodnota technologického toku.....	25
3.3.3 Hodnota systémových vazeb.....	26
3.3.4 Hodnota autenticity .....	27
3.3.5 Hodnota architektonická .....	31
3.3.6 Hodnota umělecko-historická.....	37
3.3.7 Hodnota krajinná/urbanistická .....	40
3.3.8 Hodnota historická .....	41
3.3.9 Hodnota stáří .....	41
3.3.10 Doporučení k hodnocení .....	42
<b>4 POPIS A HODNOCENÍ VYBRANÝCH VODOHOSPODÁŘSKÝCH SKUPIN A OBJEKTŮ</b> .....	<b>44</b>
4.1 PŘEHRADY.....	44
4.1.1 Historie přehrad.....	46
4.1.2 Dělení přehrad podle hlavního stavebního materiálu .....	47
4.1.3 Konstruktivní typy betonových a zděných přehrad .....	58
4.1.4 Funkční objekty přehrad.....	63
4.1.5 Funkční celky.....	71
4.1.6 Hodnocení z pohledu památkové péče na konkrétních příkladech.....	76
4.1.7 Registr lokalit.....	85



4.2 MALÉ VODNÍ NÁDRŽE.....	86
4.2.1 Historie rybníků .....	87
4.2.2 Dělení malých vodních nádrží (MVN).....	88
4.2.3 Základní funkční objekty MVN.....	91
4.2.4 Funkční celky.....	102
4.2.5 Hodnocení z pohledu památkové péče na konkrétních příkladech.....	104
4.2.6 Registr lokalit.....	108
4.3 VODNÍ CESTY .....	109
4.3.1 Díla pro splavnění řek .....	110
4.3.2 Náhony a další díla pro transport vody .....	124
4.3.3 Jezy .....	132
4.3.4 Funkční celky.....	143
4.3.5 Hodnocení z pohledu památkové péče na konkrétních příkladech.....	151
4.3.6 Registr lokalit.....	158
4.4 OBJEKTY PRO VYUŽITÍ VODNÍ ENERGIE.....	160
4.4.1 Historie využití vodní energie.....	160
4.4.2 Základní schémata hydroenergetických děl .....	161
4.4.3 Vzdušovací objekty.....	176
4.4.4 Vtokové objekty .....	176
4.4.5 Přivaděče, odpady a vyrovnávací komory.....	185
4.4.6 Výrobní objekty (budovy) .....	191
4.4.7 Technologická část.....	195
4.4.8 Funkční celky.....	211
4.4.9 Hodnocení z pohledu památkové péče na konkrétních příkladech.....	217
4.4.10 Registr lokalit.....	222
4.5 VODÁRENSTVÍ.....	224
4.5.1 Historie vodárenství .....	224
4.5.2 Typologie vodárenských objektů.....	240
4.5.3 Funkční celky.....	264
4.5.4 Hodnocení z pohledu památkové péče na konkrétních příkladech.....	266
4.5.5 Registr lokalit.....	276

4.6 STOKOVÁNÍ A ČISTÍRENSTVÍ.....	280
4.6.1 Historie stokování a čištění odpadních vod .....	283
4.6.2 Základní funkční objekty pro čištění odpadních vod .....	284
4.6.3 Funkční celky.....	297
4.6.4 Hodnocení z pohledu památkové péče na konkrétních příkladech.....	307
4.6.5 Registr lokalit.....	313
<b>5. OBECNÉ ZÁSADY A PŘÍKLADY ZACHOVÁNÍ, OBNOVY A NOVÉHO VYUŽITÍ VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ.....</b>	<b>314</b>
5.1 PAMÁTKOVĚ HODNOTNÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ OBJEKTY V ČR – OBNOVY, REKONSTRUKCE A ÚPRAVY (příklady dobré i špatné praxe).....	314
5.1.1 Ostrava – Nová Ves, úprava vody .....	314
5.1.2 Vítkov-Podhradí, úprava vody .....	316
5.1.3 Hořín, zdymadlo .....	317
5.1.4 Znojmo-Oblekovice, jez .....	319
5.1.5 Rudolfovo, vodní dílo a vodní elektrárna .....	320
5.1.6 Stará Ves – Žďárský Potok, klauza na Splavském potoce.....	324
5.1.7 Blatenský vodní příkop .....	325
5.2 MOŽNOSTI ZACHOVÁNÍ VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ PO UKONČENÍ PROVOZU – KONVERZE, MUZEALIZACE.....	328
5.2.1 Rjukan (Norsko), vodní elektrárny Vemork a Såheim.....	328
5.2.2 Berlín (Německo), stará úprava vody Friedrichshagen (Altes Wasserwerk Friedrichshagen).....	330
5.2.3 Malnisio di Montereale Valcellina (Itálie), vodní elektrárna Antonio Pitter (Museo della Centrale idroelettrica di Malnisio).....	333
5.2.4 Vratislav (Polsko), úprava vody Na Grobli .....	333
5.2.5 Kodaň (Dánsko), zemní vodojemy a čerpací stanice .....	335
5.2.6 Plzeň, úprava vody, Puech-Chabalova filtrační stanice .....	337
5.2.7 Praha-Letná, věžový vodojem .....	339
5.2.8 Praha-Libeň, věžový vodojem .....	341
5.2.9 Brno, zemní vodojemy na Špilberku .....	341
5.2.10 Třebíč, věžový vodojem.....	343
5.3 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PAMÁTKOVÉ OCHRANY A PÉČE VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ V ČR.....	344

<b>6. ZÁVĚR .....</b>	<b>348</b>
<b>7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>350</b>
7.1 Tištěné a elektronické zdroje .....	350
7.2 Archivní zdroje .....	362
7.3 Mapové zdroje .....	363
7.4 Společná legenda schémat .....	363
<b>8. SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>364</b>
<b>9. REJSTŘÍK POJMŮ .....</b>	<b>366</b>
<b>10. PŘÍLOHA – HODNOTICÍ FORMULÁŘ VODOHOSPODÁŘSKÝCH STAVEB .....</b>	<b>370</b>

## PŘEDMLUVA

Předkládaná metodika klasifikace a hodnocení průmyslového dědictví se zaměřením na objekty vodního hospodářství je první z řady tzv. oborových metodik, které by měly přinést základní orientaci v průmyslových a technických oblastech, s nimiž se památková péče ve své každodenní praxi setkává. Cílit by měly zároveň na obory klíčové pro hospodářský vývoj, na témata specifická pro území dnešní České republiky (například uhelné hornictví, hutnictví železa, železniční doprava, elektroenergetika, textilní výroba, cukrovarnictví nebo pivovarnictví) a obory nezbytné pro jejich rozvoj a zabezpečení infrastruktury měst a obcí.

Metodika navazuje na obecně pojatou *Metodiku hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče*, připravenou Metodickým centrem průmyslového dědictví za přispění a konzultace řady odborníků z jednotlivých oborů i z řad památkové péče v roce 2018. Obecná metodika formulovala hlavní pojmy průmyslového dědictví, kritéria hodnocení, metody poznání a evidence a nakonec i základní směry v nakládání s průmyslovým dědictvím.

Předkládaná metodika aplikuje tyto obecné zásady na konkrétní obor vodního hospodářství a zároveň zohledňuje jeho specifika:

- nastiňuje historický vývoj oboru,
- představuje základní typologii objektů spjatých s oborem vodního hospodářství, přičemž se častokrát jedná o přesahy do dalších odvětví, např. energetiky nebo dopravy,
- stanovuje hodnoticí kritéria pro posouzení jejich památkové hodnoty,
- představuje současný stav památkového fondu spojeného svým vznikem a funkcí s oborem vodního hospodářství,
- představuje příklady nakládání s nimi v praxi,
- dává obecná doporučení z hlediska jejich památkové obnovy a ochrany.

Metodika by se měla stát rádcem i nástrojem v rukou odborných pracovníků památkové péče, pracovníků muzeí, správních orgánů, investorů, projektantů i vlastníků vodohospodářských objektů, ať již jsou památkově chráněny, či nikoli.

Metodika vznikla ve spolupráci Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v. v. i., Národního památkového ústavu, Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Historického ústavu AV ČR, v. v. i. a řady odborníků a konzultantů mimo tyto instituce.



# 1. ÚVOD DO TÉMATU VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

## 1.1 VYMEZENÍ TÉMATU A ROZSAHU METODIKY

Metodika se zabývá objekty vodního hospodářství, jež posuzuje z pohledu památkové péče. Poskytuje základní orientaci v tématu, přehled typologie a nástroje k hodnocení objektů vodního hospodářství. Jak je definováno dále (viz kapitola 3), jde o stavby nebo technické zařízení s funkčními objekty plnící jednu či více vodohospodářských funkcí. Vodohospodářská stavba může být samostatně stojící nebo součástí funkčního celku.

Metodika je členěna do deseti kapitol:

- **1. Úvod do tématu vodního hospodářství** obsahuje kromě vymezení tématu a struktury metodiky také stručný historický vývoj se zaměřením na počátky oboru a na specifika vývoje v českých zemích.
- **2. Současný stav památkové ochrany vodohospodářských objektů v ČR** je rešerší vodohospodářského segmentu v rámci památkového fondu, čítající cca 700 položek, ať již samostatných objektů nebo součástí souborů.
- **3. Hodnocení objektů vodního hospodářství z pohledu památkové péče** je věnováno kritériím hodnocení. Důraz je kladen zejména na specifická hlediska: hodnotu typologickou, hodnotu technologického toku, hodnotu systémových vazeb či autenticitu funkce.
- **4. Popis a hodnocení vybraných vodohospodářských skupin a objektů.** Nejobsáhlejší kapitola je věnována klasifikaci vodohospodářských objektů a je míněna jako nástroj pro základní orientaci v typologii oboru vodního hospodářství. Je rozdělena na šest podkapitol:
  - 4.1. Přehrady,
  - 4.2. Malé vodní nádrže,
  - 4.3. Vodní cesty,
  - 4.4. Objekty pro využití vodní energie (vodní kola, vodní turbíny, vodní elektrárny),
  - 4.5. Vodárenství (objekty pro zásobování vodou),
  - 4.6. Stokování a čistírenství.

Je-li to možné, je uvedena informace o četnosti zastoupení základních typů, nejstarších dochovaných zástupců na území ČR a také ilustrativní příklad typického (běžného) užití daného typu a užití výjimečného (typologicky jedinečného). Doplněny jsou příklady funkčních celků a ukázky komplexního hodnocení vybraných objektů souborem hodnotících kritérií popsanych v kapitole 3. Každá z podkapitol je uzavřena přehledem památkově chráněných zástupců daného segmentu vodního hospodářství. Výjimku představují vodní kola, která nejsou až na výjimky památkově chráněna samostatně, ale jako součást výrobních objektů mimo oblast vodního hospodářství (vodní mlýny, hamry, pily, valchy, stoupy apod.).
- **5. Příklady zachování, obnovy a nového využití vodohospodářských objektů.** Kapitola uvádí příklady nakládání s památkově chráněnými objekty nebo soubory, ať již slouží nadále svému účelu, nebo byly transformovány pro jiné využití. Vybrané příklady různých typů objektů ukazují zároveň možné problémy, se kterými může být památková péče při ochraně průmyslového dědictví konfrontována (kolize ochrany a funkce apod.). Zároveň jsou zde shrnuty obecné zásady a doporučení týkající se památkové ochrany vodohospodářských objektů.

- **6. Závěr.**
- **7. Seznam použité literatury** obsahuje přehled použitých publikovaných i nepublikovaných pramenů a odkazuje na relevantní zdroje pro hlubší orientaci v tématu.
- **8. Seznam zkratk.**
- **9. Rejstřík pojmů.**
- **10. Příloha.**

Je potřeba konstatovat, že nástin je vzhledem k šíři tématu velmi stručný. V metodice jednak nebyla zpracována všechna témata vodního hospodářství, chybějícími jsou: balneotechnika, úpravy vodních toků a meliorační stavby. Rovněž by bylo vhodné některá z témat, s nimiž se památková péče setkává častěji, rozpracovat podrobněji v samostatných metodikách (např. vodní kola a s nimi související vodní díla).

## 1.2 STRUČNÝ HISTORICKÝ VÝVOJ VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Vznik a vývoj lidských civilizací s sebou přinesl systematizaci činností směřujících k všestrannému využití vodních zdrojů pro společnost, jakož i k ochraně před destruktivními účinky vod. Široké spektrum využívání vodních zdrojů je známo již z období starověku. Každoroční záplavy představovaly klíčový aspekt rozvoje vyspělých civilizací v Mezopotámii a v Egyptě. Tytéž záplavy se staly symbolem dvojznačnosti vztahu člověka a vody. Na jedné straně ukazovaly životodárnou funkci vody, na straně druhé její ničivou sílu coby nespoutaného živlu. Je přirozené, že lidská touha vstupovat do přirozeného řádu světa, přizpůsobovat jej svým potřebám a ambicím se s přibývajícím možnostmi, které civilizace nabízela, zaměřila právě na vodu. Ideálem užitkovosti se proto stalo nalézání rovnováhy, aby člověku co voda nejvíce sloužila a zároveň jej co nejméně ohrožovala.

První umělé vodní stavby vznikly na počátku starověku v povodí Eufratu, Tigridu a Nilu. Jednalo se o systémy zavlažovacích kanálů přivádějících vodu mimo bezprostřední okolí řek do předtím nehostinných oblastí, které díky tomu mohly být zemědělsky využívány. Cesta efektivního vztahu k vodním zdrojům vedla od nárazových aktivit k cílenému hospodaření s vodou. První v dějinách historicky doložený vodohospodářský plán dal zpracovat syn nejslavnějšího babylónského krále Chamurappiho, král Samsu-iluna (vládl přibližně v letech 1750–1712 př. n. l.). Součástí plánu tvořily zavlažovací kanály, vodovody s rozvodnými řady, regulace řeky Eufrat, zřízení jezera u Babylónu, voda pro 27 zahrad v městě, lázně pro krále i stavba řady vodních kol pro potřeby řemeslníků. Výstavba plánovaných děl byla uskutečněna během šestnácti let. Raná kodifikace hospodaření s vodou šla do takových podrobností, že ve starověké Mezopotámii vydávali panovníci zákony určující, kdy, v jakém množství a pořadí mohou vodu ze zavlažovacích kanálů jednotliví rolníci odebírat (Beran, 2006).

Srovnatelné procesy probíhaly rovněž ve starověké Indii a Číně. Z období asi 2600 let př. n. l. se dochovaly pozůstatky městského střediska Mohendžodaro v údolí Indu v dnešním Pákistánu. Náročné vybavení terakotovou kanalizační sítí, propojující domy s koupelnami a splachovacími záchody, jistě nebylo realizovatelné bez příslušných vodohospodářských plánů. Z Číny jsou známy plány regulace řek Chuang-che (Žlutá řeka) a Jang-c'-ťiang. Při téměř každoročních povodních těchto řek byla zaplavována rozsáhlá území a utonuly tisíce lidí. První císař sjednocené Číny Čchin Š'-chuang-ti (260–210 př. n. l.) zahájil velké stavební projekty spojené s budováním zavlažovacích kanálů a systémů, jimiž bylo zajištěno zavlažování mnoha tisíc čtverečních kilometrů zemědělské půdy. Již kolem roku 2000 př. n. l. zaznamenáváme v Číně první vodní nádrže. Zhruba ve stejné době se začaly do podobných nádrží nasazovat ryby, vznikaly tak protomoderní rybníky (Beran, 2006). Původ přehrad se někdy odvozuje od starých Egyptanů, podle odhadů snad až 3000 let před Kristem, byť zhruba současně začaly vznikat v Mezopotámii i na Středním východě. Zmínit je možno příklad starověké Palestiny, kde místní kananejské kmeny řešily nedostatek vody budováním malých nádrží na zachytávání dešťové vody (Lemche, 1998).

Zásobování starověkých měst vodou dovedli k dokonalosti Římané. Ti překlenovali celá údolí monumentálními akvadukty. Využití vody, přiváděné do římských měst, spojovalo účelnost s estetickým prožitkem v podobě fontán a zdobných kašen. První známý vodovod Aqua Appia, dlouhý 16,5 kilometru, dal postavit v roce 312 př. n. l. Appius Claudius. V císařské době měl Řím celkem dvanáct vodovodů pro zásobování asi 900 000 obyvatel, o které se staralo 700 zaměstnanců. Augustus Octavianus Caesar dal postavit asi 700 veřejných studní, 130 kašen a 150 vodovodů. Je znám jeho výrok: „*Římské impérium je založeno na silnicích a vodovodech. Teprve vodovod dělá z vesnice město.*“ V roce 97 jmenoval císař Nerva prvního vodohospodářského ministra Sexta Frontina. Tento „curator aquarum“ dal vypracovat plán všech římských vodovodů, jejichž délka činila celkem 404 kilometrů, a vydal i první směrnice pro vodárenství *De aquatinctus urbae Romae*. Aby nedocházelo ke znečištění měst odpadní vodou, mnoho starověkých civilizací vypracovalo a realizovalo rovněž důmyslné plány odvodu odpadních vod v podobě kanalizací. Nejslavnějším kanalizačním systémem Římské říše je Cloaca Maxima v Římě. Původně to byl otevřený kanál, který byl zakryt pouze v císařské éře. Cloaca Maxima byla až tři metry široká a čtyři metry hluboká (Hopkins, 2007).

V dalších stoletích došlo v Evropě ke zvratu, který v segmentu vztahu člověka a vody symbolizuje pád antické civilizace do „temného“ středověku. Římské vodovody a lázně byly zničeny Góty, Langobardy a Vandaly. Namísto vodovodů musely obyvatelstvu postačovat studny, často se závadnou vodou, nebo voda odebíraná z vodních toků. Místo kanalizace sloužily příkopy na ulicích. Takto obecně – a nutně nepřesně – charakterizované období trvalo v Evropě více než tisíc let, kdy se vlivem církevních dogmat pohlíželo na péči o tělo a s tím spojenou ochranu zdraví jako na (potenciálně) hříšnou záležitost spojenou se „světskou marností“ v protikladu k věčnosti vztahované mimo tento svět. Důsledky se projevovaly mimo jiné v morových epidemiích, při kterých umírala až jedna třetina obyvatelstva (Bergdolt, 2002). Např. kronikář Kosmas zaznamenal, že v roce 1083 vymřela morem třetina obyvatel Čech.

Je samozřejmé, že v Evropě nenastal úplný „skok do temnoty“ a známost řady výdobytků antické civilizace se – prostřednictvím křesťanských, ale též muslimských učenců a jejich knihoven – udržela a stala se předpokladem pro další využití. Zaměříme-li se dále na prostředí českých zemí, zásobování měst vodou bylo v době středověku na dobré úrovni. Podzemní vodovody přiváděly do soukromých nebo veřejných kašen vodu různé kvality. Města se ale obtížně zbavovala odpadních vod, které byly značným hygienickým problémem a s komunálním odpadem největším zdrojem nakažlivých nemocí. Městské vodovody jsou doloženy např. v Žatci, kde je první zmínka k roku 1386 z řeky Ohře, v roce 1489 se zde také popisuje výroba dřevěných rour spojovaných na železné kované zděře. V případě města Brna sloužily k zásobování tři vodovody. Jeden přiváděl vodu ze Svratky pod Puhlíkem (Denisovy sady), druhý pak z pahorku Cimply do městských kašen na Zelném trhu a Dolním náměstí a třetí, tzv. Kartouzský, přiváděl vodu z velkého rybníku Geisper u kláštera v dnešním Králově Poli (Gottwald a kol., 1972).

Vodní energii využívaly vodní mlýny, a to nejprve v oblasti Blízkého východu, později i v Evropě. Ve 2. polovině 3. století po Kr. například existoval velkomlýn u Arles ve Francii (Nechleba, 1962). V Čechách začaly mlýny vznikat nejpozději na počátku 12. století (podle legend již v 8. století). První z nich máme doloženy k roku 1100, nikoli náhodou při klášteře v Hradišti nad Jizerou, založeném zřejmě benediktinským řádem. Vodní kolo ale nepohánělo jenom mlýny. Vodní energie byla využívána také pro pily, stoupy, olejny, brusírny či hamry. Rozvoj mlýnů a bohaté využívání vodního kola se spojuje s érou Karla IV., který vydal zákon na podporu mlynářů. Mlynářství zažilo svůj největší rozkvět v 16. století, podobně jako rybníkářství (Frajer, 2008).

Právě rybníkářství má být podle mnoha autorů nejtypičtějším českým fenoménem historie vodního hospodářství. Přesněji řečeno, prefáze vodního hospodářství je v našich zemích pevně spojena s budováním rybníků, převážně mezi 15. a 17. stoletím. Rybníky se běžně stavěly již ve středověku a jejich systematické budování na panstvích světských i církevních vrchností lze ve větší míře doložit v době lucemburské. Zmiňme např. stavby rybníků za Karla IV. na Pardubicku, které se sotva mohly obejít bez vodohospodářských plánů. Přesto teprve 16. století, období spojené s projektanty a staviteli velkých vodních děl, jakými byli Štěpánek Netolický, Kunát mladší z Dobřenic či Jakub Krčín z Jelčan, znamenalo počátek soustavného budování celého systému vodního hospodářství. Ten zahrnoval samotné vodoteče (řeky, potoky) poskytující díky složitým systémům říčních stavů, vodních přivaděčů a odtokových kanálů

stálý a lidskou činností ovlivnitelný zdroj vody pro chovné nádrže. Rozdíl oproti středověku spočíval v odstranění překážek rozdrobené pozemkové držby, kdy se o jednu vesnici dělilo i několik majitelů. Velkorysejší vodní stavby na panstvích drobné šlechty tak nemohly vznikat, protože větší změna vodního režimu by se dotýkala pozemků více majitelů s veškerými úskalími sladění společného postupu. Vodoteče navíc velmi často tvořily tradiční hranice panství. Nelze též opomenout právní realitu středověkého chápání majetku jako více či méně dočasné držby, kdy řada „vlastníků“ držela svůj statek jen formou léna nebo zástavy a nemohla si být jistá, zda majetek připadne potomkům. V dané situaci se jevil jako nevýhodné investovat do terénních úprav.

Na počátku raného novověku již byla situace jiná. Vrstva nejbohatších šlechticů si byla poměrně jistá svým rozsáhlým majetkem, panovník se ve prospěch šlechty vzdal řady středověkých práv ve vztahu k jejímu pozemkovému majetku. Není proto divu, že rybníkářství v českých zemích 16. století bylo až na ojedinělé výjimky záležitostí šlechtického podnikání. Zvláštní právní prostředí konce 15. století, umožňující rychlý vznik velkých územně ucelených panství, jejichž majitelé měli dostatečné záruky udržitelnosti svých investic, bylo důležitou podmínkou pro vznik velkých vodních děl. Investor se nemusel obávat pozemkových sporů, vznikajících při zatápní půdy či stavbě vodních přivaděčů, ani znehodnocení investic. Rybníční systém začínal u stavby jezu na řece, která byla jeho hlavním zdrojem vody. Jez zvyšoval hladinu říční vody do požadované výšky a odváděl ji z hlavního toku do přírodního kanálu. Teprve z něho byla vedena voda do rybníků. K napájení menších umělých nádrží postačovaly i menší potoky. Zaběhnuté systémy produkce a distribuce ryb, vytvořené v první polovině 16. století, se udržely až do třicetileté války, protože rybníky stále přinášely významný užitek. Přesto bylo již na počátku 17. století zjevné, že zlatá doba českého rybníkářství skončila a nové velké investice se přesunuly do jiných odvětví. Bylo výhodnější rybníky trvale vypustit a jejich dno osít obilím. Jezy, stavidla, hráze a napájecí kanály tak postupně pustly. Hromadné vysoušení rybníků, prováděné v době josefínských reforem na konci 18. století, postihlo již jen zbytek původní rybníční sítě (Vorel, 2007). Jedinou podstatnější regionální výjimkou zůstaly jižní Čechy, kde se rybníky staly pevnou součástí lokální identity (Rozkošný a kol., 2015).

První složky vodního hospodářství se od sebe v našich zemích oddělily až s nástupem průmyslové revoluce, kdy lidé pro svoji hospodářskou činnost potřebovali stále větší množství vody. Důraz byl kladen na její efektivní využívání založené na poznatcích rozvíjející se vědy a medicíny. Znakem vodního hospodářství 19. století je proto budování kanalizací. Vývoj pražské kanalizace se pojí se jménem hraběte Karla Chotka, který navázal na plány svého otce Jana Rudolfa, a díky němu dostaly během první poloviny 19. století kanalizaci postupně Hradčany, části Malé Strany a Starého Města a také část území Na Františku. Celkové řešení městské kanalizace se stalo tématem až koncem 19. století. Ještě později došlo k dořešení vodovodní sítě. Situace se zásobováním vodou v Praze byla částečně vyřešena těsně před vypuknutím první světové války (poprvé v historii pražské aglomerace začali roku 1914 její obyvatelé používat skutečně pitnou vodu) a definitivně až v druhé polovině 20. století.

Technické výdobytky průmyslové revoluce a s ní spojená snaha o intenzifikaci hospodaření v krajině a zvýšení výnosů půdy ovlivňovala či narušovala vodní režim. To vedlo k technicky propracovaným zásahům sloužícím nejen k odvedení přebytečné vody v období záplav, ale také k zavlažování pozemků v suchých obdobích. Můžeme mluvit o prvních melioračních stavbách. Existují např. záznamy o odvodňovacích příkopech zřízených v 19. století magistrátem v Podivíně na městských loukách nebo o odvodňovacích příkopech udržovaných obyvateli Mikulčic a Moravské Nové Vsi ve prospěch zlepšení odtokových poměrů a odvedení rozlitých vod řeky Stupavy (dnešní Kyjovka). Tyto příkopy jsou vyznačeny v indikačních skicích z roku 1827. Za zmínku stojí projekt vídeňského inženýra J. Hobohma, který navrhoval zakládání příkopových sítí v pramenných oblastech, které by zpomalovaly odtok, zmenšovaly unášecí sílu vody a zadržely ji v krajině (Bínová, 1992). V praxi se ale prosadil opačný trend, propagovaný v učebnicích zemědělství od počátku 19. století, totiž zúrodnování takzvané „plané půdy“. Velká pozornost byla věnována vysoušení bažin a melioracím. Přirozený vodní režim krajiny tak člověk nahrazoval zrychleným odvedením vody z krajiny a jejím náročným navrácením pomocí závlah v době sucha. Na počátku rozsáhlých melioračních projektů stojí na Moravě lichtenštejnská panství, která začala se soustavnými melioracemi po polovině 19. století. Srovnatelné stra-

tegie používali na svých rozsáhlých dominiích Schwarzenberkové na jihu Čech nebo Pálffyovci na Záhoří v horních Uhrách (dnešní Slovensko) (Veselý, 2017).

Se Schwarzenberky je spojena také stavba plavebního kanálu určeného k plavení dříví, který propojuje úmoří Severního a Černého moře, v letech 1789 až 1833. Technologické možnosti druhé poloviny 19. století umožnily rozsáhlou výstavbu umělých vodních cest na celém světě (Suezský průplav, Panamský průplav). Ve střední Evropě byly zpracovány projekty průplavu Dunaj–Odra, resp. Dunaj–Odra–Labe, které nebyly realizovány.

Intenzifikace průmyslu v českých zemích na přelomu 19. a 20. století koresponduje se vznikem novodobých přehrad. Čtyři sta let po vybudování první vodárenské nádrže Jordán (vznikla roku 1492) se objevily návrhy na zajištění zásobování vodou pro celou řadu tehdy expandujících měst, a to prostřednictvím umělých nádrží. Nejstarší přehradou se zděnou hrází je vodní nádrž Mariánské Lázně, postavená v letech 1894 až 1896. Návrh stavby byl však diskutován již od roku 1883. Primárním důvodem stavby přehrad byly rozsáhlé povodně v devadesátých letech 19. století. Zakládala se tzv. vodní družstva, která vyhledávala odborníky přicházející s koncepčními řešeními. Ničivá povodeň v povodí Lužické Nisy roku 1897 přiměla představitele společenského a politického života Liberecka a Jablonecka – stojící vzhledem k vrcholícímu nacionálnímu hnutí ve stálém spojení s říšskoněmeckým prostředím – povolal z Čácha profesora tamější polytechniky Otto Intze (1843–1904) (Sauer, 2008). Pod jeho vedením vzniklo pět přehrad, tzv. přehrady Intzeho typu (Harcov, Bedřichov, Fojtka, Mlýnice, Mšeno).

Významnou roli při stavbách přehrad sehrála vedle zemských, okresních a komunálních orgánů a společensko-ekonomických elit také již zmíněná vodní družstva. Jejich vznik umožnily zemské vodní zákony z roku 1870 (pro Čechy, Moravu a Slezsko) navazující na základní, říšský vodní zákon z roku 1869. Obecným cílem těchto zájmových spolků lokálního i nadregionálního charakteru bylo zlepšení vodního hospodářství krajiny. V největší míře se věnovala budování odvodňovacích a zavlažovacích zařízení za účelem zvýšení a stabilizace zemědělské produkce, či ochrany pozemkového vlastnictví, mimo to však stála za projekty regulace vodních toků a budování přehrad s protipovodňovým, energetickým a zásobovacím účelem. Od hlavní náplně se odvozovaly i názvy jednotlivých organizací: vodní, meliorační, regulační, pro slínování, hrázová, vodovodní aj. družstva. První vodní družstvo bylo založeno na Čáslavsku v roce 1882. V případě plošně rozsáhlých realizací se jednotlivá družstva slučovala. Ze statistických výkazů vyplývá, že v letech 1890–1939 vodní družstva sehrála ve zlepšování vodních poměrů klíčovou roli. Jednotlivé instituce i nadřazené svazy plnily nejen funkci iniciační a organizační, ale též osvětovou a investorskou, příp. zajišťovaly subvence z veřejných zdrojů. Vodní družstva formálně ukončila svoji činnost až v polovině 50. let, kdy jich v českých zemích bylo evidováno bezmála 4 500 (Pelíšek, 2021). Jejich majetek přešel na stát a jejich agendu zčásti převzaly nástupnické organizace (JZD, státní statky apod.), později Státní meliorační správa a následně Zemědělská vodohospodářská správa.

Vznik samostatného Československa v roce 1918 ovlivnil v důsledcích také stavbu přehrad, stavbu vodních děl převzal v působnosti zemských úřadů stát. Politické priority zvýšily požadavky na výrobu elektrické energie z vodních zdrojů, ve světě se stavba vodních elektráren začala prosazovat již na přelomu 19. a 20. století. Postupně se prosazoval beton, sypané hráze v Československu nebyly po dlouhou dobu stavěny vzhledem k negativní zkušenosti s protrženou přehradou v Izerských horách. I přes ideologicky rozdělený svět v druhé polovině 20. století byly technologie výstavby i celkové technické řešení ovlivňovány přeshraničními zkušenostmi v rámci Evropy i mimo ni. Výrazný dopad na vnímání přehrad měla katastrofa na říčce Vajont v Itálii v roce 1963. Hráz přehrady vydržela nápor vodní vlny, která se přes ni přelila při mohutném sesuvu zeminy do přehradního jezera. Záplavová vlna zničila několik sídel a vyžádala si přes 2 000 životů. Při záplavách v roce 1997 na Moravě se zkušenosti z Vajontu promítly i do manipulace s hladinou na vodním díle Šance na Ostravici, kde je také sledován nestabilní svah na pravém břehu nádrže. Největší počet přehrad byl vybudován ve druhé polovině 20. století, ovšem často na místech vyhledaných a doporučených již v době kolem roku 1900. S jistou nadsázkou se v rámci masivního hospodářského oživení po skončení druhé světové války dá mluvit o zlatém věku výstavby přehrad. Vybudování nových přehrad bylo v Československu po roce 1950 vnímáno propagandou jako příležitost pro „velké stavby socialismu“ se zapojením množství pracujících a mládežnických brigád.

Až do poloviny 20. století vznikají vodohospodářské stavby a vodohospodářská infrastruktura na popud „ze spodu“ z potřeb obcí, lokálního zemědělství, z potřeb průmyslového podniku, protipovodňové ochrany konkrétního území. Místní obyvatelé byli ve většině s novou výstavbou srozuměni a požadovali ji. Další fázi vývoje uvedly do chodu politické změny v Československu po roce 1948. Došlo ke vzniku vodního hospodářství jako samostatného odvětví a stejně jako u dalších rezortů bylo vodní hospodářství spravováno centrálně. V roce 1949 proběhl celostátní vodohospodářský průzkum. Šlo především o soupis vodních toků, děl na nich postavených a odběrů vody jednotlivých průmyslových podniků. Závěry získané tímto šetřením byly zahrnuty do tzv. Státního vodohospodářského plánu (SVP), jenž vznikl s podporou Ústřední správy vodního hospodářství v roce 1954. Jednalo se o významné dílo, z kterého jsou některé části využívány dodnes a do současnosti mají odezvu v legislativních nástrojích (např. soupis a ochrana lokalit vhodných pro akumulaci povrchových vod, chráněné oblasti přirozené akumulace vod, apod.). Jiné části SVP přešly do podoby setrvalé činnosti a formou každoročně aktualizovaných materiálů, jako Dokumentů SVP, napomáhaly efektivnímu řízení vodního hospodářství (vodohospodářské mapy, bilance množství a jakosti vod, řízení vodohospodářských soustav apod.). Mezi negativa tohoto období lze uvést rapidní nárůst spotřeby vody, silné podcenění ochrany vod před znečištěním, tedy souhrnně pojetí vody jako nevyčerpitelné přírodní suroviny. Překážky nové výstavbě v podobě soukromého vlastnictví, místních sociálních vazeb, veřejného mínění apod. šlo však daleko lépe zdat. Touto plánovitou, někdy až násilně „ze shora“ nucenou výstavbou vodohospodářských děl došlo k nespokojenosti části obyvatel a některým problémům, které nejsou dodnes dořešeny. Příkladem může být povodí vodní nádrže Švihov, kde jsou úředně omezovány zemědělské a jiné aktivity, přičemž výhody z těchto omezení nezůstávají v regionu, ale čerpají je obyvatelé Prahy formou zlepšené jakosti pitné vody.

V průběhu sedmdesátých let přešlo Československo do fáze vývoje vodního hospodářství spojené s celkovou stagnací ekonomiky a strnulostí společnosti. Předchozí dynamický rozvoj veřejných vodovodů a kanalizací se téměř zastavil na úrovni rozvojových plánů. Vzhledem k povaze centrálně řízeného hospodářství chyběla motivace jak k efektivizaci výroby, tak ke snížení stupně znečišťování vod. Na teoretické úrovni bylo Československo na světové špici, kdy požadovalo legislativně (nařízení vlády č. 25/75 Sb.) jakost povrchových vod na stav vhodný pro „normální život ryb pstruhovitých ve vodárenských tocích a kaprovitých v ostatních povrchových vodách“ nebo „neporušenou samočisticí schopnost povrchových vod“. V praxi však výstavba čistíren vázla a stát situaci řešil administrativně vydáváním tisíců výjimek pro vypouštění odpadních vod do toků. V 80. letech pak došla ekonomická situace do fáze, kdy některá rozestavená díla byla zakonzervována a k jejich dostavbě došlo až po roce 1990 (PVE Dlouhé stráně).

Období po roce 1989 přineslo plno změn i do vodního hospodářství ČR. V současné době je voda zařazena pod několik ministerstev, nejvíce pod Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství. Vstupem do Evropské unie byla přijata příslušná evropská legislativa, jejímž základem ve vodním hospodářství je Rámcová směrnice pro vodní politiku z roku 2000. Ta klade důraz na vodu jako složku životního prostředí. Zásady této směrnice nejsou České republice cizí, jejich přijetím se naplňují dřívější snahy mnohých vodohospodářů a hydrobiologů obsažených v SVP: zachování přirozeného stavu vod, řízení vodního hospodářství po hydrologických celcích (po povodích), dlouhodobé plánování, užívání „nejlepších dosažitelných technologií“ v průmyslu, apod.

Pokud jde o vodohospodářskou infrastrukturu, došlo k jejímu významnému rozdělení oproti dřívějšímu stavu, předání provozů do obecních či soukromých rukou nebo akciových společností se zahraničními vlastníky. Problémy s tím spojené se začínají projevovat výrazněji v posledním období sucha, kdy začíná být přítomen „boj o vodu“. V malém, kdy soused prohloubí studnu a přebere vodu sousedovi, ve velkém, sporem ČR a Polska o rozšiřování povrchového dolu u Bogatyni.

Současný stav vodního hospodářství nevytváří prostor pro výrazné individuální stavby se zajímavou architekturou. Opatření na udržitelné využívání vodních zdrojů však přináší příznivé změny do krajiny (zmenšování plochy s jednou plodinou, revitalizace toků a cestní sítě, doprovodná vegetace) i do vzhledu měst (zelené střechy a fasády, výsadba zeleně, péče o parky, drobné vodní prvky v zástavbě).



## 2. SOUČASNÝ STAV PAMÁTKOVÉ OCHRANY VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ V ČR

Ochranu průmyslového dědictví jako součásti kulturního dědictví České republiky definuje v současné době Zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, který nahradil předchozí a zároveň první československý Zákon č. 22/1958 Sb. o kulturních památkách.

Poznámka: Zákon o kulturních památkách zavedl praxi zápisu do Ústředního seznamu kulturních památek (dříve Státního seznamu kulturních památek), kterým byly pověřeny krajské národní výbory, které ve spolupráci s okresními národními výbory a pracovníky památkové péče prováděly také prvotní průzkumy. Zákon o státní památkové péči přenesl vedení Ústředního seznamu na Národní památkový ústav (současný název). Památkou se věc nyní nestává zápisem do seznamu, ale rozhodnutím Ministerstva kultury o prohlášení (nebo neprohlášení) za kulturní památku.

Památkový fond ČR v současnosti zahrnuje přibližně 2 500 položek nemovitých a movitých kulturních památek, které je možné charakterizovat jako technické památky a průmyslové dědictví. Tento fond zahrnuje jak nemovité a movité dědictví spojené s industrializací, tak mosty, stavby předindustriálního období spojené se skladováním a zpracováním zemědělských produktů, technické stavby na vodní pohon nebo prvky vodárenských systémů.

Z celkového počtu 2 500 připadá na vodní hospodářství přibližně 700 položek, mezi nimiž nejsou zahrnuty objekty využívající vodní energii, tj. vodní mlýny (235), hamry (10), mandly (2), valchy (2) a vodní elektrárny (17). Vysoký počet vodních mlýnů zastoupených v památkovém fondu vyplývá z etnografických průzkumů, které byly prováděny v 60. a 70. letech 20. století a které podchytily též výrobní stavby na pomezí etnografie a technických památek.

Tento soubor 700 vodohospodářských objektů čítá 382 kašen, jež tak tvoří více než polovinu objektů spojených s nakládáním s vodou. Tato disproporce vychází z hodnot umělecko-historických, architektonických a urbanistických – kašny jako umělecky ztvárněná díla v pohledově exponovaném umístění jsou významnými prvky urbanistické struktury řady historických měst.

Dle šesti kategorií objektů vodního hospodářství, s nimiž metodika pracuje, je zastoupení chráněných kulturních památek (jednotlivostí a součástí souborů) následující:

- přehrady (13);
- malé vodní nádrže: přibližně 40 rybníků jako samostatné kulturní památky, nebo součásti větších soustav, např. Rožmberská rybníční soustava (další pak jako součásti souborů areálu zámků a jejich parků apod.);
- vodní cesty (resp. díla určená pro dopravu vody nebo nákladu): cca 80 objektů zahrnujících akvadukty, jezy, lodní přístavy, zdymadla, náhony, nádrže, vodní kanály, aj.;
- vodárenství: přibližně 175 objektů, přičemž nejpočetnějšími skupinami jsou úpravní vody (35, včetně drážních vodáren), vodojemy (58), studny (cca 60) a další objekty a jejich soubory řádově v jednotkách – vodovodní přivaděče, vodovodní sítě, cisterny, prameniště, pumpy, studánky, odkyselovací stanice úpravní vody;
- stokování a čistírenství: čistírna odpadních vod (1), kanalizační síť (1).

Mimo ně souvisejí s nakládáním s vodou následující objekty (v jednotkových řádech): haltýře, prameny (v souvislosti s lázeňstvím), přečerpávací stanice, vodní jeřáby. Početnější skupinu tvoří příkopy, toky, bazény, nádrže, kašny, vodotrysky a vodní kaskády chráněné jako součásti areálů zámků a klášterů.

Na Seznam světového dědictví byly za ČR zapsány soubory, jejichž součástí jsou také vodohospodářské objekty:

- Hornický region Erzgebirge / Krušnohoří (společná nominace ČR a Německa) s vodními díly pro těžbu a úpravu rud (např. Blatenský vodní příkop);
- Krajina pro chov a výcvik ceremoniálních kočárových koní v Kladrubech n. L. s objektem vodojemu se strojovnou (2019);
- Zámek Lednice s vodárnou, akvaduktem, malou vodní elektrárnou, přístavištěm, kašnou, Zámeckým a Růžovým rybníkem (1996);
- dále pak Zahrady a zámek v Kroměříži (1998) s Dlouhým, Divokým a Chotkovým rybníkem v Podzámecké zahradě a Pstružímí rybníčky v Květné zahradě, Historické centrum Prahy (zahrnuje také Zámek Průhonice, 1992), Historická vesnice Holašovice (1998), Historické centrum Telče (1992) se soustavou rybníků.

Na indikativním seznamu na zápis do Seznamu světového dědictví je zařazena Stará čistírna odpadních vod v pražské Bubenči a soubor Třeboňské rybníkářské dědictví.

Vodohospodářské objekty jsou též součástí památkově chráněných území. Jako příklad lze uvést již zmíněné vodní náhony v krajinných památkových zónách v Krušnohoří, související s těžbou a zpracováním rud, nebo městskou památkovou zónu Ostrava-Vítkovice, která pokrývá území formované těžkým průmyslem, obytnými soubory a sociální infrastrukturou, jejíž součástí jsou také věžové vodojemy pro potřeby závodů i pro nově budované město. Řada památkových rezervací a městských památkových zón historických jader měst obsahuje fragmenty nejstarších vodárenských systémů (vodárenské věže, kašny) i novější stavby vodárenské, nebo stavby upravující vodní toky (např. pro plavbu nebo výrobu energie). Součástí vesnických a krajinných památkových zón jsou mimo jiné studny, náhony, nádrže, rybníky a předindustriální výrobní objekty využívající vodní energii aj.

Ochrana vodohospodářských objektů v ČR odráží stávající, poněkud jednostranný přístup památkové péče, který preferoval uměleckou, architektonickou nebo etnografickou hodnotu. Z tohoto důvodu jsou v Ústředním seznamu kulturních památek hojně zastoupeny kašny pro svou uměleckou hodnotu, vodojemy pro svou architektonickou a urbanistickou hodnotu a případně pro významné autorství (Jan Kotěra, Josef Gočár...) nebo vodní mlýny na základě etnografických hledisek. Další typy vodohospodářských objektů jsou zastoupeny spíše jednotlivě, bez vazby na vodní systém, kterého jsou součástí a bez kterého by pozbyly smysl.

Hlavní problém chráněných vodohospodářských objektů spočívá v tom, že jako celek neposkytují přehled o jednotlivých typech vodohospodářských objektů a jejich významných vývojových fázích. Metodika, která věnuje velký prostor typologii vodohospodářských objektů a jejich vývoji, by měla pomoci odstranit nevyváženost ochrany jednotlivých typů vodohospodářských objektů.

Další hodnotové hledisko, uplatněné a rozvedené v metodice, které se ovšem do praktické ochrany dostatečně nepromítlo, je vnímání vodohospodářských objektů jako součástí systémů (většího celku) jednak na úrovni lokální, regionální, národní nebo mezinárodní (zejména vodní cesty).



### 3. HODNOCENÍ OBJEKTŮ VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ Z POHLEDU PAMÁTKOVÉ PÉČE

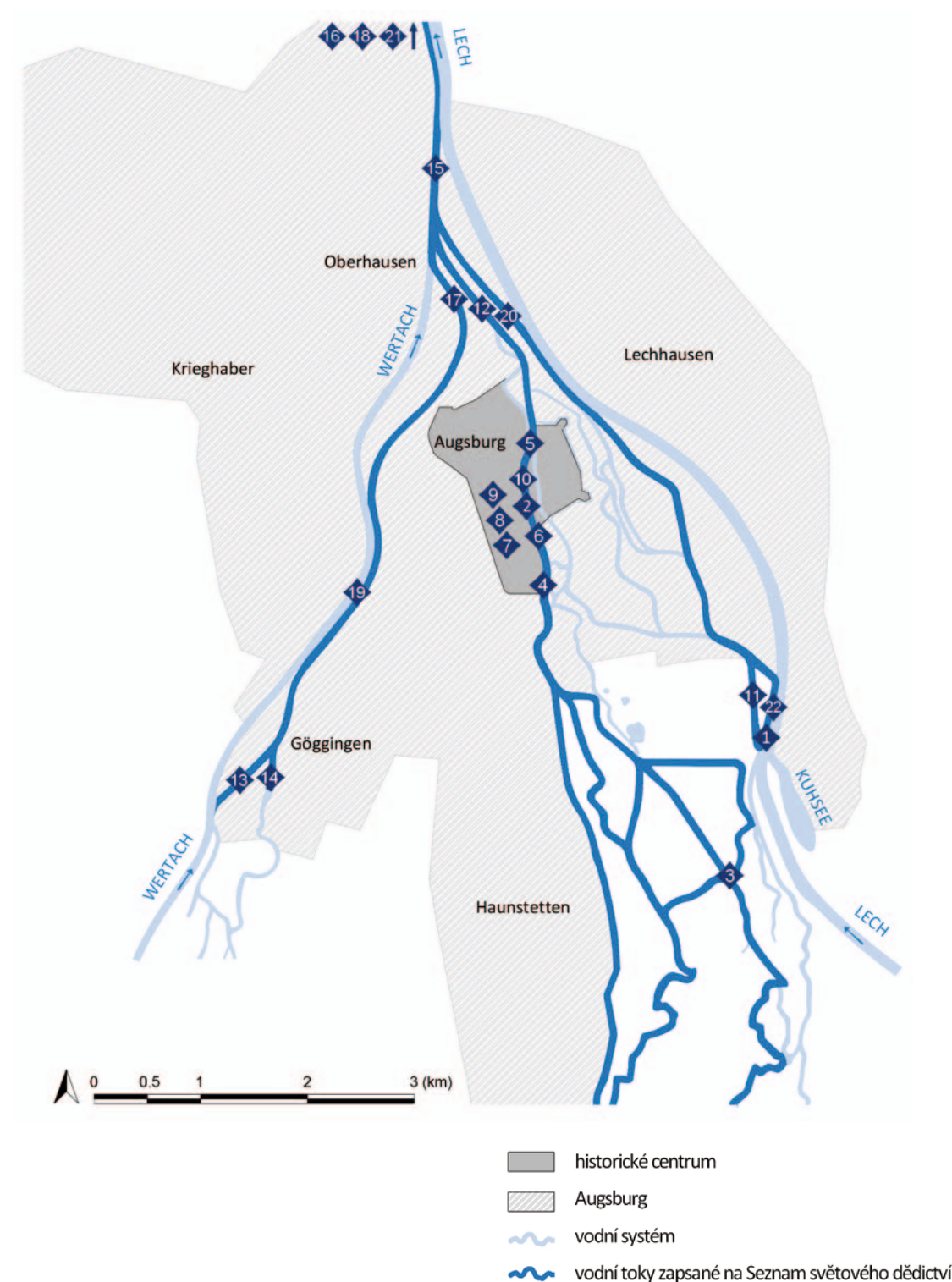
#### 3.1 PŘÍSTUP K HODNOCENÍ PRŮMYSLOVÉHO DĚDICTVÍ V ZAHRANIČÍ

Průmyslové dědictví představuje rozsáhlý soubor hmotných dokladů, který zahrnuje prakticky veškerou lidskou činnost v oblasti výroby (a těžby), dopravy (včetně spojů) a skladování v širokém časovém záběru. Posláním památkové péče je tento fond evidovat, dokumentovat, vyhodnotit a v případě rozpoznání výjimečných hodnot také chránit.

Principy přístupu k hodnocení industriálního dědictví z pohledu památkové péče jsou v mezinárodním měřítku sjednoceny postupným vývojem názorů, prezentovaných v odborné literatuře a přijatých mezinárodními dokumenty (viz Matěj a Ryšková, 2018).

Rozdíl v nakládání s industriálním dědictvím v jednotlivých zemích spočívá ve stupni poznání – ne všude jsou systematicky dokumentovány a následně zhodnoceny všechny typologické druhy – a dále ve společenském přístupu k identifikovaným hodnotám. Nejednotně je výjimečným objektům a technickému zařízení přiřazena památková ochrana ze zákona a ne všude jsou stejnou mírou již chráněné hodnoty respektovány. V podstatě dochází k celé škále přístupů od respektování všech identifikovaných hodnot včetně atmosféry místa až po jejich částečné nebo úplné potlačení v důsledku nepochopení původní funkce a typologické hodnoty, kterou reprezentuje, nebo vlivem nepřiměřených tvůrčích ambicí, které vedou k záměrnému (subjektivně vnímanému) přetváření původního architektonického výrazu.

Obr. 3.1: Augsburg (Německo) – schéma vodohospodářského systému: 1 – jez Hochablass je vzdouvacím dílem pro většinu městských kanálů, současná podoba pochází z let 1911–1912 s výjimkou několika obnovených částí; 2 – kanály řeky Lech jsou poprvé zmiňovány v roce 1276, dodávaly vodu řemeslným dílnám, poháněly vodní kola, později vodní turbíny; 3 – Galgenblass (propustek) – nejdůležitější křížení vodních toků, díky kterému mohly být voda pitná a užitková vedeny odděleně; 4 – vodárna u Červené brány (Wasserwerk am Roten Tor) – soubor tří vodárenských věží s čerpací stanicí zásoboval město v letech 1416–1880 a jedná se pravděpodobně o nejstarší známý vodárenský systém ve střední Evropě; 5 – Dolní vodárna (Unter Wasserwerk) provozovaná asi od roku 1500; 6 – vodárna u Ptačí brány (Brunnenwerk am Vogeltor) z roku 1538, roku 1774 byla hradební věž přeměněna na vodárenskou; 7–9 – soubor tří monumentálních kašen završených bronzovými sochami a sousošími: Augustova kašna (7) z roku 1594, Merkurova (8) z roku 1599 a Herkulova (9) z roku 1602; 10 – městská jatka z roku 1609 s inovativním využitím vody z kanálu, jenž pod staobou prochází, k chlazení masa a likvidaci odpadu; 11 – (dnes vodní elektrárna a muzeum) u jezů Hochablass z let 1879–1880, počátek moderního zásobování města vodou; 12 – vodní elektrárna na Městském potoce (Kraftwerk am Stadtbach) postavená roku 1873 pro přádelnu bavlny (tehdy největší přádelna v Německu); 13 – elektrárna na Továrním náhonu (Kraftwerk am Fabrikkanal), do provozu uvedena 1885 pro pohon nitárny, dodnes v provozu; 14 – vodní elektrárna na řece Singold (Kraftwerk an der Singold), v provozu od roku 1887, vybudována pro továrnu na výrobu nití; 15 – vodní elektrárna před soutokem Lechu a Wertachu v přírodní rezervaci Wolfzahnau (Kraftwerk am Wolfzahnau) z roku 1900/1901 postavená jako zdroj elektrické energie pro přádelnu bavlny (ne pro přímý pohon); čtyřmetrový setroačnickový generátor byl jako symbol vyspělosti německého inženýrství vystaven na pařížské světové výstavě; 16 – vodní elektrárna Gersthofen (Kraftwerk Gersthofen) první ze tří elektráren na nově vybudovaném kanálu řeky Lech, do provozu uvedena roku 1901, mimo dodávky elektřiny továrně je spojena s počátky elektrifikace regionu; 17 – vodní elektrárna na nejstarším náhonu řeky Wertach zu Senkelbach (Kraftwerk am Senkelbach) z roku 1904, původně pohánějící strojírenskou továrnu, zachováno soustrojí z roku 1923, provozována s moderním vybavením; 18 – vodní elektrárna Langweid (Kraftwerk Langweid) na kanálu řeky Lech, založená 1907, původně zásobovala továrnu, později i veřejnou síť, dnes Lechmuseum Bayern; 19 – elektrárna z roku 1920 na náhonu řeky Wertach (Kraftwerk am Wertachkanal), který měl kromě energetických účelů také snižovat riziko povodní, původně určená pro zásobování tramvajové dopravy; 20 – vodní elektrárna (Kraftwerk am Proviandbach) z roku 1922, postavená pro pohon přádelny bavlny, turbína a generátor z roku 1922 jsou stále v provozu; 21 – vodní elektrárna Meitingen (Kraftwerk Meitingen) z roku 1922, provozovaná s původním vybavením; 22 – historický tzv. ledový kanál (Eiskanal), upravený pro olympijské hry v roce 1972 jako první umělá trať pro závody kánoí na divoké vodě, stále využíván. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: Das Augsburger Wassermanagement-System. Dostupné z: <https://wassersystem-augsburg.de/de/interaktive-karte>).







Obr. 3.2: Augsburg (Německo) – vodohospodářský systém: (A) a (C) vodárenské věže u Červené brány; (B) MVE Gersthofen; (D) a (E) jez Hochablass. Foto (A), (C) – (E) Michaela Ryšková, 2019; (B) Radek Bachan, 2022.

Lze konstatovat, že od ochrany jednotlivostí vytržených z technologického toku a funkčních celků je obecně směřováno k ochraně systémů. Tento trend potvrzuje (a zároveň určuje) výběr kandidátů úspěšně se ucházejících o zápis na Seznam světového dědictví. Z oblasti vodního hospodářství je vzorovým příkladem úspěšná nominace vodohospodářského systému města Augsburg z roku 2019. Vodohospodářský systém Augsburgu se vyvíjel v několika fázích v průběhu osmi staletí (počátky spadají do 14. století). Jeho součástí je síť kanálů, vodárenské věže z 15.–17. století (k nimž náležely čerpací stanice), vodou chlazená jatka, soustava tří monumentálních fontán a funkční vodní elektrárny. Zde vzniklé technologické inovace související s provozem systému zařadily město Augsburg k průkopníkům ve vývoji vodního inženýrství (Water Management System of Augsburg). Jeho vysoká hodnota spočívá v kombinaci již nefunkčních, ale dochovaných prvků starších fází s plně provozovanými vodními díly a vodními elektrárnami z konce 19. a 1. poloviny 20. století. Podává tak komplexní obraz o významu vody pro rozvoj měst, spočívající jednak v řešení problematiky zásobování (pitnou) vodou, jednak v rovině významu vody pro hospodářský rozvoj jejím využitím k pohonu zařízení předindustriálního i industriálního období.

Podobně jsou koncipovány návrhy ochrany systémů zahrnujících jak vodní díla, tak objekty pro využití vodní energie s cílovými odběrateli z řad průmyslových podniků i měst, jak je tomu v případě norského průmyslového dědictví úzce spjatého s využitím vodní energie a dopravou po vodě. Vodní elektrárny Vemork a Sårheim jsou včetně ochrany představeny v kapitole 5.

Středoevropské systémy reprezentuje hornický region Krušnohoří, jenž mimo objektů a terénních stop souvisejících s těžbou a zpracováním rud zahrnuje také vodní díla sloužící k jejich provozu (na Seznam světového dědictví zapsán v roce 2019; viz též kapitola 2 a 5).

Ačkoli paralelně stále zůstává část pozornosti zaměřena na vybrané typy objektů, jež představují především „nejviditelnější“ součásti systémů (např. věžové vodojemy), je v mezinárodním měřítku zřetelná snaha o jejich vřazení do systému a hodnocení v rámci těchto celků.

### 3.2 PŘÍSTUP K HODNOCENÍ PRŮMYSLOVÉHO DĚDICTVÍ V ČR

Pro nastavení jednotného přístupu byla v roce 2018 Metodickým centrem průmyslového dědictví NPÚ publikována *Metodika hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče*. Jejím cílem bylo nastavit základní termíny, hodnotící kritéria a také nastínit způsoby nakládání s průmyslovým dědictvím (Matěj a Ryšková, 2018).

Pro stanovení památkové hodnoty je nezbytné posouzení jednotlivých hodnot každé posuzované věci jak z pohledu tradičních památkových hodnotících kategorií, tak z pohledu specifík průmyslového dědictví.

Tradiční památkové hodnoty (mohou zároveň v souvislosti s průmyslovým dědictvím nabývat nových rozměrů):

- uměleckohistorická,
- architektonická,
- urbanistická,
- hodnota stáří.

K nejvýznamnějším specifickým kategoriím průmyslového dědictví náleží:

- hodnota historická (ve smyslu pozitivní nebo negativní informace);
- hodnota typologická – vyplývající z role v typologickém vývoji odvětví; klíčové by mělo být stanovení typického zástupce, dále jedinečného (unikátního) zástupce a prvního a posledního zástupce vývojové řady; typologická hodnota zahrnuje také hodnotu znaku a symbolu pro určitou výrobní oblast, hodnotu vzorového řešení, modelu, nebo opakovaně užívaného modulu;

- hodnota technologického toku jako toku od vstupní suroviny po finální produkt (a role jednotlivosti v něm v rámci kompletního výrobního cyklu a v rámci navazujících technologických kroků), přičemž věc samostatně nevýznamná může být hodnotná klíčovou rolí v uceleně dochovaném technologickém toku;
- hodnota systémových a technologických vazeb – vsazení do širšího kontextu navzájem se ovlivňujících a navazujících toků surovin, produktů a souvisejících dopravních systémů, přesahujících hranice sídla, regionu nebo dokonce státu;
- technická hodnota jednotlivých zařízení a technologických celků;
- hodnota autenticity ve vztahu k průmyslovému dědictví, a to v jednotlivých kategoriích autenticity hmoty, formy, funkce nebo výrobního postupu, včetně definice autenticity posledního pracovního dne jako stavu, ve kterém věc/soubor dosloužily svému účelu, ve kterém se jejich vývoj uzavřel;
- hodnota atmosféry místa, v tomto případě industriálního prostředí (Matěj a Ryšková, 2018).

Uplatněním výše uvedených hodnot je možné dosáhnout komplexního posouzení hodnoty jednotlivosti (stavby, objekty, stroje, technická zařízení) i celků (průmyslové komplexy, aglomerace, liniové stavby atd.) a v důsledku také objektivního výběru nejvýznamnějších zástupců jednotlivých oborů. Kvalifikované posouzení hodnoty by mělo vést k výběru skutečně reprezentativních příkladů hodných památkové ochrany a přispět k tomu, aby jejich hodnoty nebyly potlačeny nebo zničeny. Čím vyšší hodnota, tím více by měly být minimalizovány zásahy, které by ji mohly poškodit. Čím nižší hodnota, tím větší prostor pro modernizace nebo úpravy související s transformací pro nové využití.

Z tohoto pohledu je možné formulovat čtyři způsoby nakládání s průmyslovým dědictvím:

- zachování původní funkce (jako ideální řešení i za cenu nutných kompromisů vyplývajících z měnících se požadavků na výkonnost nebo bezpečnost);
- zachování autentického provozu muzejní formou pro nejvýznamnější doklady, přičemž krajní (extrémní) polohu představuje zachování „konzervované informace“ posledního pracovního dne;
- transfer objektu nebo jeho části v případě, že není možné zachování na původním místě (nejčastěji ve spojení s muzeizací strojů a technického zařízení);
- konverze – možnosti nového využití, je-li původní funkce ztracena.

### 3.3 PŘÍSTUP K HODNOCENÍ VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ

Metodický přístup k identifikaci potenciálních památkových hodnot vodohospodářských objektů a k hodnocení jejich významu z hlediska památkové péče, zachování a ochrany vychází z obecné metodiky Matěje a Ryškové (2018), která je představena v kapitole 3.2.

Při výběru souboru hodnotících kritérií relevantních pro vodohospodářské objekty byla zohledněna specifika různých typů vodohospodářských objektů, kterým se tato metodika věnuje. V závislosti na typu vodohospodářského objektu nebo funkčního celku, který je předmětem posuzování, může být proměnlivá i míra významnosti jednotlivých kritérií. Pro vodohospodářské objekty obecně je typické (již z jejich povahy/charakteru a očekávané funkce), že málokdy působí (plní svou funkci) samostatně, bez vazby na jiné vodohospodářské objekty. Proto je velmi důležité tyto vazby identifikovat, popsat a jejich význam posuzovat v rámci většího nebo menšího funkčního celku. Samostatný objekt či stavba nemusí být nijak výjimečné, avšak jejich zapojení do funkčního celku může vytvářet unikátně pojaté řešení. Např. jednotlivé komponenty vodovodních či čistírenských systémů mohou být typizované (sériově vyráběné), avšak jako komplexní systém mohou představovat unikátní celek (i ve smyslu přizpůsobení řešení specifickým podmínkám daného území). Platí to samozřejmě i naopak: v rámci standardně řešeného funkčního celku se může vyskytovat jedna stavba z nějakého pohledu nebo důvodu unikátní.

#### Vodohospodářská stavba

Stavba nebo technické zařízení s funkčními objekty plnící jednu či více vodohospodářských funkcí (vodárenská, protipovodňová, akumulace vody, transport vody atd.). Vodohospodářská stavba může být samostatně stojící nebo součástí funkčního celku (např. jez bez vodní elektrárny / s vodní elektrárnou, malá vodní nádrž, jímací objekt, vodojem, přehrada apod.).

#### Funkční celek

Soubor vodohospodářských staveb či objektů s jednou nebo vícero funkcemi, které jsou vzájemně funkčně provázané na lokální, regionální, celostátní nebo nadnárodní úrovni. Jednotlivé stavby mohou mít vlastní funkci či soubor funkcí zajištěné jejich vnitřním vybavením a zároveň mohou existovat v úzké návaznosti na další objekty, umožňující tak zajištění dané funkce na vyšší úrovni (objemově nebo prostorově) nebo realizaci další funkce s jinými typy vodohospodářských objektů v rámci funkčního celku. Např. přehrada s vodní elektrárnou nebo odběrným zařízením, jez s náhonem a vodní elektrárnou, komplexní vodárenský systém (vodárenská nádrž, odběrný objekt, úpravna vody, přivaděče, vodojemy atd.), Vltavská kaskáda (soustava devíti vodních děl s dalšími objekty), vodní cesta se zdymadly, plavebními komorami, lodními výtahy, vodními elektrárnami.

#### Hodnotící kritérium

Odborné hledisko zvolené pro hodnocení dané vodohospodářské stavby či funkčního celku v souvislosti s identifikací jeho potenciálního památkového významu. Každé hodnotící kritérium je definováno popisem hodnot, které jsou na hodnoceném objektu sledovány, jestli a do jaké míry jej naplňují. Stupeň shody může být vyjádřen pomocí kategorizace daného kritéria. Každé kritérium může zároveň představovat jinou míru významnosti (váhu) pro konkrétní hodnocený typ vodohospodářské stavby.

V následujícím textu je představen soubor hodnotících kritérií, která jsou určující pro identifikaci potenciálních památkových hodnot u vodohospodářských typů staveb a funkčních celků. Kritéria jsou seřazena dle jejich důležitosti/významnosti v hodnotícím procesu.

Ve shodě s obecnou metodikou Matěje a Ryškové (2018) je nejdůležitější identifikovat výjimečnost/unikátnost nebo naopak typičnost (ve smyslu reprezentanta/typického zástupce) hodnocené stavby v rámci typologického vývoje daného typu staveb, a to v národním i nadnárodním kontextu, pokud je to možné (též Föhl, rok vydání neuveden). Již v pracích Radové (1987) se objevuje hodnota jedinečnosti, která přímo úměrně roste s úbytkem počtu obdobných představitelů stejného typu. I dle Doueta (2018) je pro vodohospodářské stavby jako kulturní dědictví v národním i světovém měřítku zásadní identifikovat významné milníky ve vývoji, aby mohly být rozpoznány vynikající, ale i reprezentativní místa s potenciálním památkovým významem. Douet toto kritérium klasifikuje jako nejdůležitější pro památky vodohospodářského typu (platí obecně pro stanovení vývoje jednotlivých průmyslových odvětví). Velký důraz je kladen na zhodnocení parametrů stavební a technologické části, na použité konstrukční řešení či technologii. Další, pro vodohospodářské objekty významná kritéria, jsou hodnoty technologického toku a systémových vazeb, které naplňují svým působením ve funkčních celcích. Pro vodohospodářskou infrastrukturu jsou to kritéria stěžejní a je důležité umět popsat a vystihnout vazby mezi objekty na všech funkčních úrovních. Častokrát se totiž jedná o unikátní řešení (např. soustavy přehrad) nebo naopak typizované řešení (časté u čistíren odpadních vod).

Co se týče autenticity stavby, kromě tradičně zaužívané autenticity hmoty, materiálu nebo formy, má z hlediska památkové hodnoty vodohospodářských staveb velký význam zachování původní funkce stavby a technického zařízení.



### 3.3.1 HODNOTA TYPOLOGICKÁ

Pro použití tohoto kritéria je nutné znát (mít k dispozici) přehled typologického vývoje hodnoceného typu staveb, včetně významných milníků, typických zástupců a unikátních objektů (Obr. 3.3). Výhodou pro posouzení je rovněž znalost četnosti výskytu daného typu stavby, pokud je reálné takovou informaci získat, např. existuje přijatelný počet objektů, které lze posoudit. Pro každý typ vodohospodářských staveb je nutné správně identifikovat a pojmenovat ty charakteristiky, které jej z hlediska typologického vývoje definují a jsou stěžejní pro hodnocení jejich významnosti. Typologickému vývoji vodohospodářských staveb, kterými se tato metodika zabývá, je věnována kapitola 4.

**Výjimečnost stavby** je charakterizována naplněním alespoň jednoho z následujících parametrů, přičemž se posuzují charakteristiky stavební/konstrukční (např. hráz přehrady, stavební část jezu) a technologické (např. uzávěry spodních výpustí, hradící segmenty) a použité postupy. Unikátnost stavby lze posuzovat v rozpětí lokálního až nadnárodního kontextu:

- první svého druhu,
- nejstarší dochovaná svého druhu,
- jediná dochovaná svého druhu,
- výjimečné parametry stavební a technologické části,
- výjimečné konstrukční řešení / použití dané technologie,
- výjimečnost výskytu v ČR / na nadnárodní úrovni.

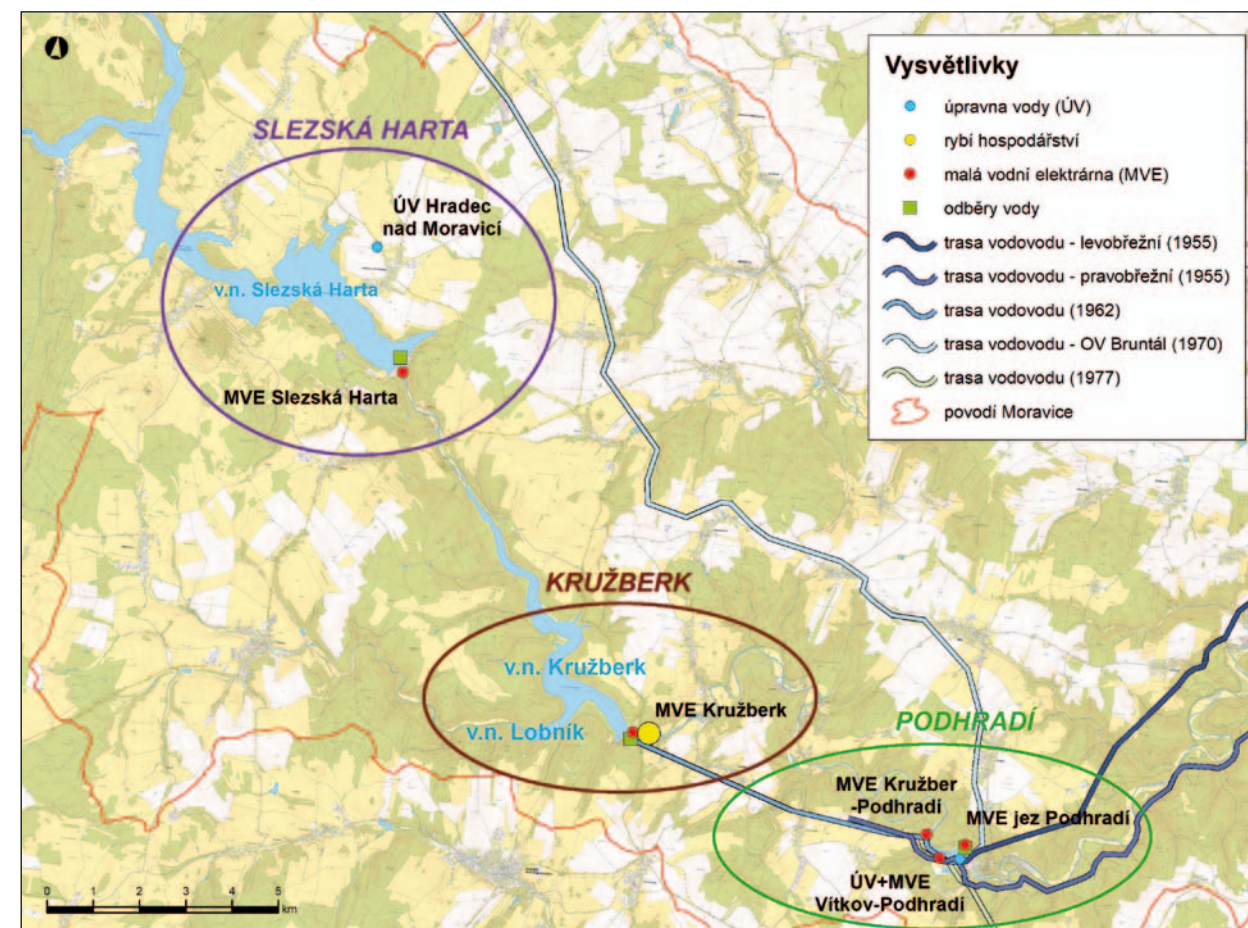
**Typický zástupce** (reprezentant daného typu stavby) naplňuje charakteristiku daného typu a zároveň (v ideálním případě) je jeho současný stav vyhovující / dobrý, tj. stavba i technologie jsou kompletně zachovalé a funkční (autenticita funkce a hmoty je zachována). Typického zástupce lze určit např. metodou hodnocení podobnosti, která porovnává ucelený soubor staveb na základě vybraných znaků. Vzniknou tak shluky podobných staveb, z nichž lze vybrat zástupce dané skupiny. Použití této metody je podmíněno dostupností charakteristik souboru staveb daného typu, jak tomu bylo např. při hodnocení přehrad ČR z pohledu památkové ochrany v práci Špana a kol. (2021).



Obr. 3.3: 1. březovský vodovod: (A) manipulační uzávěr vody; (B) šoupátková komora; (C) vstup do zemního vodojemu Holé hory 2; litinový dálkový přiváděč pitné vody o délce 57 km, který se zachoval v původním provedení, vyjma modernizace dálkového ovládní strojního vybavení. Foto David Honek, 2019.

### 3.3.2 HODNOTA TECHNOLOGICKÉHO TOKU

Technologický tok souvisí s pojmem funkční celek. Stavba může být součástí menšího či většího funkčního celku s jednou nebo více definovanými funkcemi. Hodnocený objekt může zabezpečovat ucelenou fázi technologického toku (přehrada; úprava vody; jez), celý technologický tok (přehrada s vodní elektrárnou; jímací objekt s přiváděčem a úpravou vody; jez s plavební komorou) nebo být i součástí širší soustavy technologického celku (např. Vltavská kaskáda; systém zásobování pitnou vodou (Obr. 3.4); vodní cesta). Technologický tok, funkční propojení objektů, je dle UNESCO (2016) základním a charakteristickým atributem vodohospodářského dědictví, který zásadně přispěl k rozvoji moderních „síťových měst“ (zásobování pitnou vodou, kanalizační systémy, čištění odpadních vod, vodní cesta). Je nutné vzít také v úvahu, že stavba mohla být v minulosti součástí technologického toku (např. vodojem), dnes již však svou funkci neplní nebo má nové využití, přesto může být nositelem řady dalších památkových hodnot.



Obr. 3.4: Ostravský oblastní vodovod (Opauská větev) – příklad širší soustavy technologického celku; tento celek lze rozdělit na tři hlavní funkční celky, které jsou vzájemně propojené; jednotlivé funkční celky obsahují objekty, které samy o sobě představují ucelené fáze technologického toku nebo celý technologický tok (přehrada s MVE, úprava vody, dálkový přiváděč vody, jez s MVE). Schéma David Honek, 2021.





Obr. 3.5: Systém Radiměřského náhonu se 14 mlýny a 9 malými vodními nádržemi – současný stav (trasa náhonu se částečně zachovala jako relikt v terénu); příklad širší soustavy technologického celku, který se skládá z tělesa náhonu, včetně ovládacích proků (stavidla, nátoky na vodní kola), malých vodních nádrží pro zvýšení akumulace vody v náhonu, vodních kol (nedochovaných) se systémoovou vazbou na technologie vodních mlýnů, které samy o sobě představují ucelenou fázi technologického toku. Schéma David Honek, 2020.

### 3.3.3 HODNOTA SYSTÉMOVÝCH VAZEB

Je chápána jako technologický celek v širších souvislostech, tzn. s přesahem vazeb do dalších odvětví průmyslu, dopravy či energetiky. Není definována (nebo ohraničena) prostorově, tzn. vodohospodářský objekt může mít definované systémové vazby na lokální až nadnárodní úrovni. Příklady systémových vazeb mohou být jak mlýny, pily, hamry využívající vodní pohon (Obr. 3.5), tak i dopravní vodní cesty (Obr. 3.6, Obr. 4.113 – Obr. 4.119) apod.



Obr. 3.6: Nerealizovaný průplav Dunaj–Odra–Labe: (A) přehrada Bystřička byla vystavěna v letech 1908–1912 jako zdroj vody pro plánovaný průplav; (B) Kozle (Polsko), přístav na řece Odře. Foto Michaela Ryšková, 2018.

### 3.3.4 HODNOTA AUTENTICITY

Hodnota autenticity je vyjádřením míry původnosti v mnoha pohledech. Původním stavem může být jak stav v době vzniku/uvedení do provozu, ale zároveň může být jako hodnotnější stanovena jiná fáze vývoje díla, např. určitá přestavba, modernizace nesporně vyšších kvalit než stav v době vzniku. V hlubším náhledu je u vodohospodářských staveb relevantní posuzovat zejména:

- autenticita funkce,
  - hodnota nového využití (v případě zániku původní funkce),
- autenticita technického zařízení,
- autenticita technologického provedení,
- autenticita formy,
- autenticita hmoty/materiálu (míra dochovanosti stavby).

U **autenticity funkce** posuzujeme funkční kontinuitu a míru její autenticity, tedy zda hodnocená stavba slouží původnímu účelu (nebo byl účel rozšířen či pozměněn), zda je provozuschopná (nebo v provozuschopném stavu), nebo zda má objekt úplně nové využití (absence původní funkce). Jednou z věcí, kterou se vodohospodářské stavby liší i od staveb jiných typů v rámci industriálního dědictví, je fakt, že velké množství vodohospodářských objektů stále slouží svému původnímu účelu, nebo bude muset svému účelu sloužit, i když bude identifikována jejich památková hodnota. Typicky se jedná o objekty sběru a čištění odpadních vod, které se jen ve výjimečných případech realizují na jiném místě, pokud původní objekty nedostačují svému účelu. Jejich průběžná údržba, obnova či modernizace jsou neodmyslitelnou součástí jejich charakteru (Douet, 2018), což uznává i Hughes (1996) ve své studii o vodních kanálech jako světovém dědictví a také Dokument o autenticitě z Nary (ICOMOS, 1994). Kontinuita funkce je tak povýšena nad autenticitu technického zařízení, hmoty nebo formy aneb „*continuity through change*“ (Coulls, 1999), což v daném případě pojednává o železnicích jako kulturním dědictví, ale tento princip je možné vztáhnout i na památky vodohospodářského typu.

I při změně účelu využití stavby se může jednat o významné (nebo i výjimečné) nové využití s přidanou hodnotou pro památkovou ochranu.

Hodnocení **autenticity technického zařízení** vychází z posouzení míry dochovanosti původního zařízení, dokumentace rozsahu změn (výměn) způsobených opravami. S tím souvisí i **autenticita technologického provedení**, zda byly při opravách a rekonstrukcích respektovány a využity původní způsoby (nástroje, postupy, technologické procesy) provedení oprav částí zařízení nebo stavby.

U vodohospodářských staveb ve velké míře platí, že pokud má být zachována jejich funkčnost a zajištěna bezpečnost provozu, je nutné technologická zařízení obměňovat a modernizovat. Proto jsou všechna funkční díla průběžně udržována, a to s uplatněním zejména nových technologií a materiálů zaručujících naplnění výše uvedených podmínek. Technické a technologické vybavení, jež přestalo sloužit svému účelu, lze po demontáži zachovat na místě (in situ) jako doklad starších technologických vrstev ve vývoji vodního díla. U vodních elektráren je v případě modernizace související se zvyšováním výkonu ideálním řešením zachování alespoň jednoho původního soustrojí.

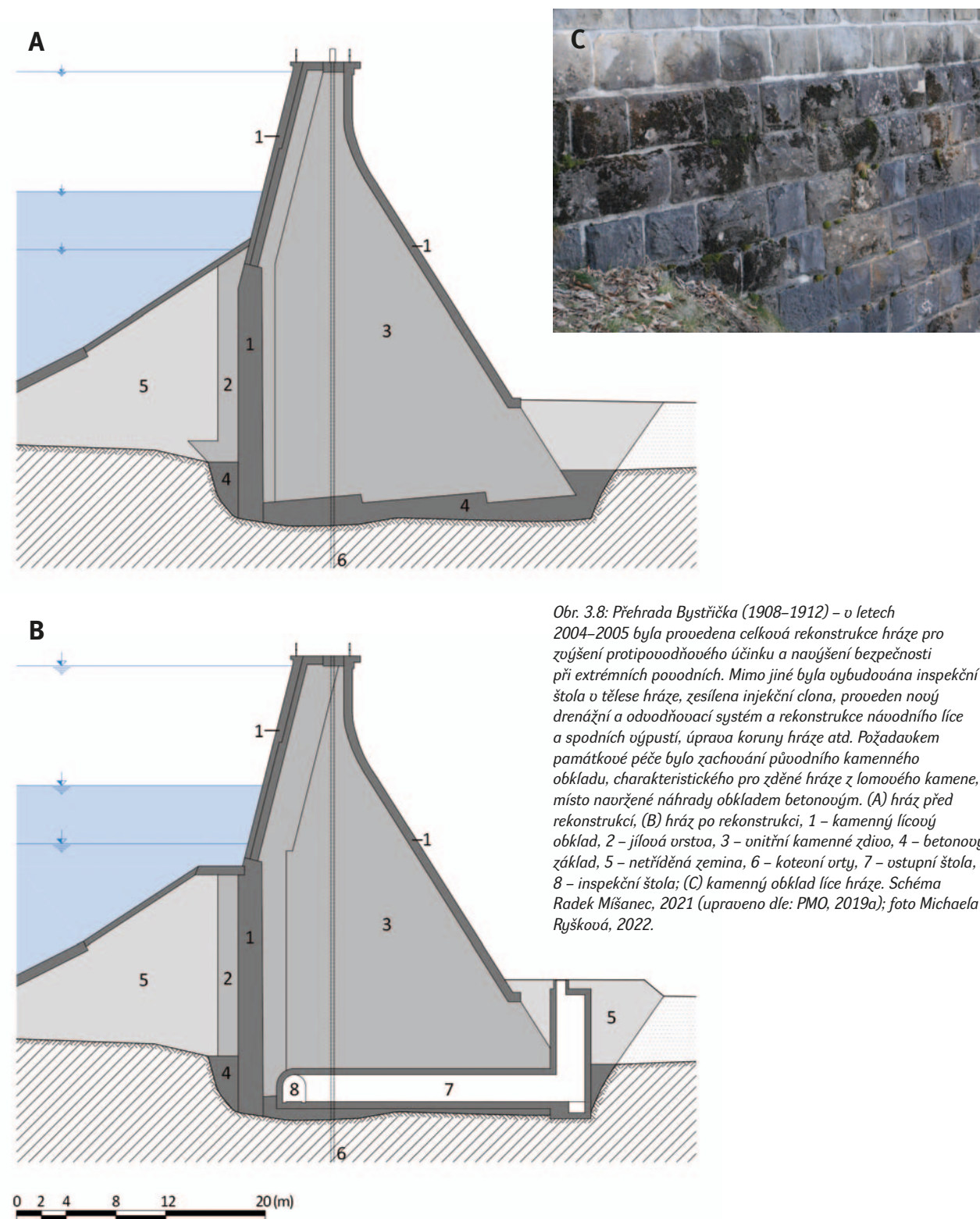
Posouzení **autenticity formy** konfrontuje současný stav s architektonickým nebo technickým návrhem a jeho realizací. Odklon od původní formy mohl být způsoben například dodatečnými úpravami pro zvýšení bezpečnosti díla (např. zasypaní zděné hráze VD Mariánské Lázně po jejím navýšení) nebo například rozšířením původního účelu díla o nové funkce (dodatečné zřízení vodní elektrárny při existujícím vodním díle, např. u VD Kružberk s elektrárnou dodatečně instalovanou v tělese hráze).

**Autenticita hmoty** posuzuje míru zachování původních materiálů, použitých při budování vodního díla. Podobně jako u technického zařízení, je i v případě materiálu nutno počítat s průběžnou obnovou a výměnou tam, kde dochází k silnému opotřebení namáhaných částí.





Obr. 3.7: Přehrada Jevišovice (1884–1896) – jedna ze dvou nejstarších zděných přehrad na území ČR. Autenticita formy byla narušena úpravou koruny hráze a dostavbou objektu strojovny ovládacích mechanismů spodních výpustí. Dobová pohlednice, sbírka M. Ryškové; foto Michaela Ryškové, 2020.







Obr. 3.9: Vodárenské věže: (A) Plzeň, pozdně gotický věžový vodojem z kamenného zdiva, zmiňovaný poprvé roku 1532. Klasicistní objekt čerpací stanice (upravo) byl postaven z kamene ze zbořeně Pražské brány. Gotizující tvar střechy věže pochází zřejmě z roku 1845, kdy byla zvýšena při přestavbě provedené stavitelem Kristiánem Lexou. V roce 1843 byla v nejvyšším patře měděná nádrž o objemu 2,7 m<sup>3</sup>. Čerpací stanice byla vybaena okovaným vodním kolem a tříválcovou pumpou a čerpala vodu z řeky. Vstupní portál osazený v 19. století pochází z městského domu (Hlušíčková 2003). (B) Tábor, renesanční podoba věže se sgrafitovými psaníčky a obloučkovými štíty vznikla po požáru v roce 1559. Město zásobovala údolní nádrž Jordán (z roku 1492), pod jejíž hrází stála čerpací stanice s dřevěným čerpadlem poháněným vodním kolem, které vytlačovalo vodu potrubím do věže zásobující městské kašny (Vávra 1913). Dnes je v objektu galerie. Foto (A) Alena Borovcová, 2020; (B) Eva Dvořáková.

### 3.3.5 HODNOTA ARCHITEKTONICKÁ

Posouzení architektonické kvality je tradičním kritériem pro posuzování památkové hodnoty. Je zvažováno, zda jde o reprezentativní stavbu určitého slohu, směru, období, nebo zda stavba tato dobová schémata překračuje, zda se jedná o propojení více kvalitních stavebních fází či o původní jádro s nedobovými přístavbami. Přidanou hodnotou je i informace, zda se na návrhu či výstavbě podíleli významní architekti, projektanti nebo stavitelé své doby.

V případě vodohospodářských staveb je její zastoupení nerovnoměrné a řada typů staveb je technickým dílem bez architektonických forem (rybníky, malé vodní nádrže, nebo moderní vodárenské a čistírenské provozy). Naproti tomu v případě staveb, jimž byla při jejich vzniku přisuzována velká (společenská) významnost, je architektonická kvalita průvodním znakem toho významu. V řadě případů byla vyjádřena také účastí významných architektů – vodní elektrárnu Háj (včetně vily pro majitele) v Třeštině navrhli Bohuslav Fuchs a Josef Štěpánek, vodní elektrárnu ve Spálově Emil Králíček, věžový vodojem Zelená liška a další objekty vršovické vodárny Jan Kotěra, věžový vodojem v Lázních Bohdaneč Josef Gočár, úpravnu vody v pražském Podolí nebo elektrárnu a vodní dílo Poděbrady Antonín Engel atd.

Mimo autorství architektonického návrhu leží význam také na projektantovi technické části projektu a firmě, jež stavbu provedla. Příkladem může být firma Lanna, která v průběhu 19. a 1. poloviny 20. století realizovala řadu významných vodohospodářských staveb: např. zdymadla na Labi u Mělníka a Nymburka, jezy na Labi u Miřejovic a Kostelce n. L. (vč. vodní elektrárny) a na Vltavě u Hluboké, plavební komory laterálního kanálu v Hoříně a na Vltavě v Praze u Štvanice aj. Podílela se také na výstavbě nejstarších betonových přehrad Vranov a Březová (Žákavec, 1936).



Obr. 3.10: Parní čerpací stanice v Opavě (A) a Brně (B) nesou architektonické formy charakteristické pro tento typ objektů. Jedná se o přízemní stavby se sedlovou střechou a zaklenutými okny. Foto (A) Alena Borovcová; (B) Michaela Ryšková, 2021.



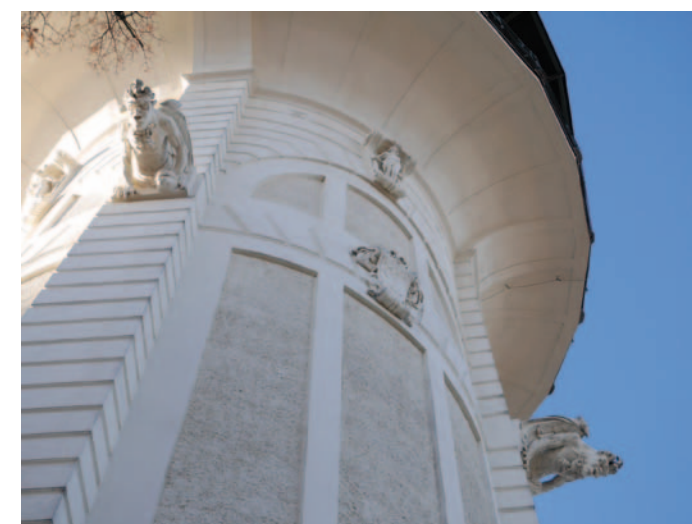


Obr. 3.11: Hořín – zdymadlo laterálního kanálu Vraňany–Hořín, postavené podle návrhu arch. Františka Sandera. Dobová pohlednice, sbírka Michaely Ryškové.

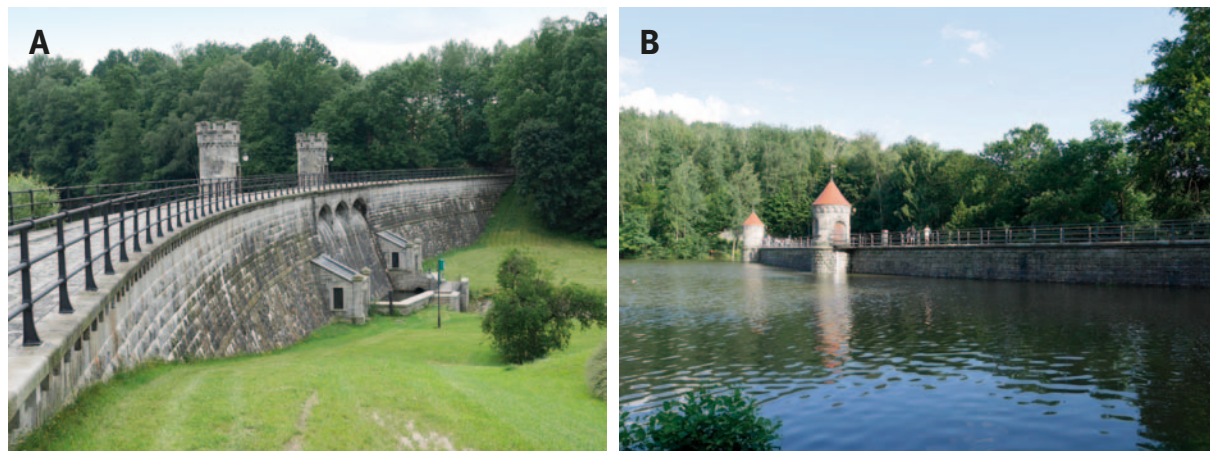


Obr. 3.12: Vídeň-Nussdorf (Rakousko) – most nad zdymadlem. Zdymadlo včetně mostu a provozních budov z let 1894–1899 je po architektonické stránce dílem arch. Otto Wagnera. (přezato z: Wagner, 1910).

Obr. 3.13: Nymburk – secesní věžová vodojem z roku 1904, projektovaný arch. Osvaldem Políčkou a Ing. Janem Vladimírem Hráským. Foto Michaela Ryškové, 2018.







Obr. 3.14: Přehrady Fojtka (A; 1904–1906) a Harcoo (B; 1902–1904) v historizujícím architektonickém tovarosloví, typickém pro zděné přehrady přelomu 19. a 20. století. Foto Michaela Ryškové, 2021.



Obr. 3.15: Třeština – vodní elektrárna Háj z let 1922–1923 je dílem arch. Bohuslava Fuchse a Josefa Štěpánka. Do architektonické formy průčelí je přenesena symbolika zrození energie z vodní síly, její koncentrace a transformace. Foto Miloš Matěj, 2016.



Obr. 3.16: Přehrada Vrchlice (1966–1970) – rytmizovaný detail rozrážeců vody korunového přelivu kontrastuje s monumentální plochou vzdušného líce betonové hráze. Foto Viktor Mácha, 2020.





Obr. 3.17: Poděbrady – jez a vodní elektrárna v jednotném architektonickém tvarosloví jsou dílem architekta Antonína Engela. Foto Viktor Mácha, 2019.



Obr. 3.18: Vítkov-Podhradí – úprava vody, cyklus reliéfů Voda v našem životě sochaře Vincence Makovského. Foto Roman Polásek, 2019.

### 3.3.6 HODNOTA UMĚLECKOHISTORICKÁ

Stanovení hodnoty umělecko-historické se odvíjí od umělecko-řemeslných prvků (vitráže, kování, umělecky zpracovaná zábradlí, skleněné tvarovky, keramika, klempířské prvky – chrliče, korouhve apod.) a výtvarných detailů (kamenné detaily nebo obklady, štuky, sgrafita, speciální omítky, skleněná mozaika, keramické obklady a dlažby) nebo výtvarného díla.

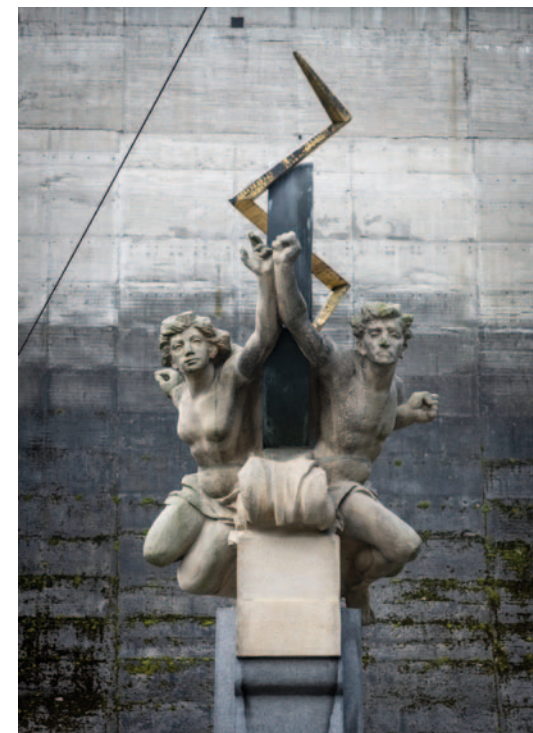
Zapojení uměleckých děl je typické zejména pro velká vodohospodářská díla 2. poloviny 20. století. Prvotní realistické zpodobnění nahradilo v 60. letech 20. století uvolnění námětů se snahou o zapojení krajinných prvků s básnickými odkazy. Nová díla odrážela význam vody v životě. K prvním patří reliéfy Vincence Makovského na průčelí úpravny vody ve Vítkově-Podhradí (Borovcová, 2011), další vznikla například pro elektrárnu Dalešice, přehradu Přísečnice, nebo elektrárnu vodního díla Nové Mlýny (Lacina a Halas, 2017).

Veškerá dohledaná a dochovaná výtvarná díla je nutno respektovat jako doklad doby a nedílnou součást stavby a jejího širšího okolí. Jejich konkrétní umělecko-historické zhodnocení je předmětem samostatných výzkumů a tématem průběžně probíhající odborné diskuze (Skřebská, 2020).



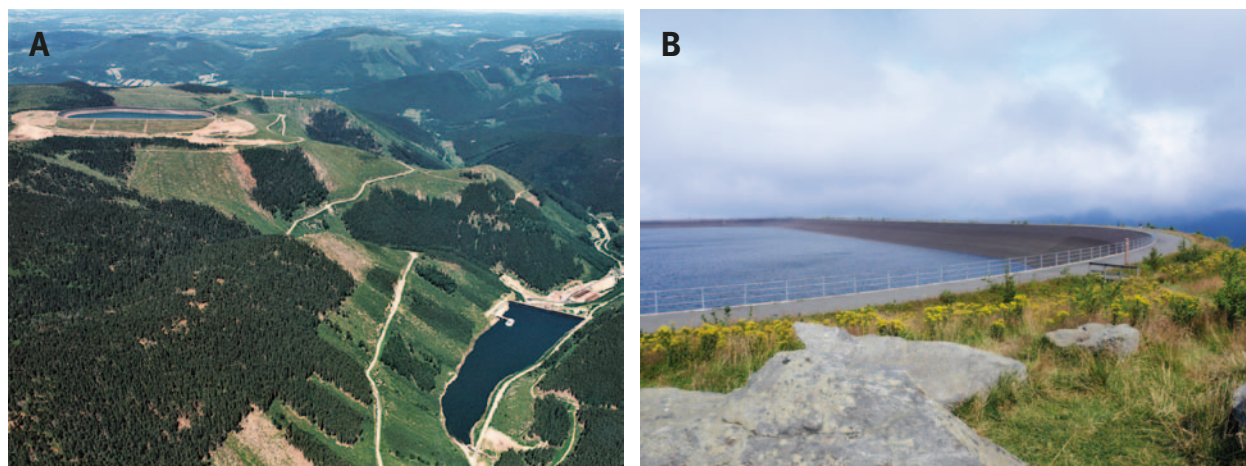


Obr. 3.19: Znojmo – zemní vodojem se dvěma železobetonovými kruhovými nádržemi byl postaven v letech 1949–1950 podle návrhu Vítězslava Lorenze. Pro okno v uličním průčelí byla zhotovena vitráž Alegorie řeky Dyje z různě strukturovaného skla provedená podle návrhu Vojtěcha Kubašty roku 1950 (Stará, 2007).  
Foto Michaela Ryškové, 2020.



Obr. 3.20: Vodní elektrárna Orlík – sousoší Vznik elektrické energie L. Nováka a J. Svojanovského z let 1958–1963 (Sochy a města, 2021)  
a mozaika ve vstupní hale. Foto Viktor Mácha, 2021.





Obr. 3.21: PVE Dlouhé stráně: (A) celkový pohled; (B) horní nádrž; příklad údolní a vrcholové nádrže s kontroverzní krajinou/urbanistickou hodnotou. Panorama Hrubého Jeseníku bylo výrazně odlišeno odtěžením vrcholu hory a jejím zarovnaním („useknutím“) v souvislosti s ústavbou horní nádrže. Foto (A) Jan Höll, 1994; (B) Michaela Ryšková, 2019.

### 3.3.7 HODNOTA KRAJINNÁ/URBANISTICKÁ

Zahrnuje působení stavby či objektu v rámci okolní krajiny, mj. v jeho dopadu na krajinu a její proměňování následnou zástavbou (např. koncentrace průmyslu podél vodního náhonu). Hodnotí se, jak je objekt zasazen do krajiny a jak na ni působí:

- pohledová dominanta,
- součást panoramatu,
- vytváří identitu místa/města,
- krajinnotvorný prvek/míra začlenění do prostředí.

Kuča (2015) v metodice zabývající se identifikací urbanistických hodnot území připomíná, že „samotný pojem významná stavební dominanta je hodnotově neutrální. Vedle dominant pozitivních tedy existují i dominanty negativní, rušivé, které narušují historické panorama sídla nebo významné stabilizované pohledové vztahy.“ Zároveň zdůrazňuje, že o urbanistické hodnotě stavby je možné hovořit jen v případě, pokud je pozitivní. Ústav územního rozvoje (2018) v aktualizaci pojmu urbanistické hodnoty uvádí, že „Předmětem hodnocení je zejména urbanistické uspořádání území, průhledy, pohledové osy a pohledově související území (například zelené horizonty), ... přítomnost zeleně a kvalita prostředí z hlediska pobytové pohody. V širších souvislostech se jedná nejenom o hodnotu dlouhodobě rozvíjené urbanistické struktury jednotlivých sídel, ale i jejich vazeb na hodnoty okolní krajiny, i o hodnotu krajiny samotné, vytvořené a kultivované dlouhodobým hospodařením.“

Douet (2018) ve své srovnávací tematické studii pro TICCIH zabývající se vodohospodářskými stavbami jako součástí světového kulturního dědictví konstatuje, že např. posouzení významu přehrad je obzvláště náročné nejen kvůli jejich počtu, technické rozmanitosti a mnoha funkcím, ale také pro jejich rozdílně vnímaný dopad na krajinu nad a pod vodním dílem. Zejména u velkých vodohospodářských staveb či funkčních celků se mohou názory na jejich působení v rámci krajiny lišit. Typickým příkladem je PVE Dlouhé stráně (Obr. 3.21), která je výrazným krajinnotvorným prvkem a součástí panoramatu.



Obr. 3.22: Mělník – soutok Labe, Vltavy a napojení laterální kanálu Vltavy Vraňany–Hořín, pohled od zámku Mělník. Dobová pohlednice, sbírka Michaely Ryškové.

### 3.3.8 HODNOTA HISTORICKÁ

Zahrnuje široké spektrum parametrů dle kontextu – lokální historie, historie odvětví, dějiny techniky, kulturní dějiny atd., včetně přímého vztahu k významným osobnostem a historickým událostem vázících se k dané stavbě. Historická hodnota může být pozitivní i negativní.

Douet (2018) jako zásadní/univerzální téma vodního hospodářství na mezinárodní úrovni uvádí řešení tzv. městské sanitární krize, jež provázela proces industrializace. Koncentrace obyvatel a průmyslu v rostoucích průmyslových městech přemohla tradiční systémy zásobování vodou a odstraňování odpadu. Města, zejména pak jejich nejhudší části, byly vystaveny nemocem přenášeným zavadnou vodou (cholera, tyfus). Rostoucí úmrtnost a zhroucení systému se podařilo zvrátit díky řadě technických, vědeckých i administrativních změn, ke kterým došlo v průběhu 19. a na počátku 20. století.

### 3.3.9 HODNOTA STÁŘÍ

**Stopy působení vnějších vlivů a lidské činnosti** se projevují určitým stupněm opotřebení. U vodohospodářských staveb se jedná například o opotřebení působením toku vody. Vzhledem k pravidelné údržbě a opravám objektů vodohospodářské infrastruktury se hodnota stop působení času na nich projevuje jen sporadicky nebo na místech, která nejsou pro jejich funkčnost podstatná.





Obr. 3.23: Bethlehem (USA) – čerpací stanice. Evropské raně moderní systémy zásobování vodou 16. a 17. století na principu vzdáleného gravitačního napájení s čerpadly poháněnými vodními koly byly přeneseny do Ameriky. Za nejstarší čerpací stanici vody v USA je považována stanice vybudovaná v roce 1754 pro potřeby městečka Bethlehem, založeného přistěhovanci tzv. Moravské komunity. Voda byla čerpána z pramene do vodárenské věže a odtud proudila gravitačně do pěti cisteren a nádrží. V budově na snímku pracovala čerpací stanice do roku 1832. (Douet, 2018). Foto Michaela Ryškové, 2018.

### 3.3.10 DOPORUČENÍ K HODNOCENÍ

Hodnocení vodohospodářských staveb a jejich funkčních celků je nutno provádět z mnoha úhlů pohledu, s využitím výše popsaných hodnotících kritérií. Jak již bylo uvedeno, stěžejní je zařazení stavby v rámci typologického vývoje daného typu objektů, identifikace jejich případných stavebních/konstrukčních a technologických hodnot a funkčních vazeb, posouzení hodnoty autenticity (v rozsahu nastíněné různorodosti) se zohledněním tradičních památkových hodnot (kritérií). Pro objektivní hodnocení je tedy nutné znát zejména historický kontext a typologický vývoj daného typu staveb, a to v národním i nadnárodním kontextu.

V případě výběru a potenciální památkové ochrany typických zástupců v rámci typologického vývoje konkrétního vodohospodářského odvětví, je vhodné provést hodnocení pro co největší soubor objektů daného typu v rámci definovaného hydrologického nebo územního celku (povodí, region, stát). Součástí hodnocení musí být (kromě posouzení výše uvedených kritérií) i posouzení stavebního stavu, včetně popisu všech realizovaných rekonstrukcí.

Za účelem dosažení větší míry objektivizace hodnocení a následného porovnání výstupů může hodnotitel přistoupit k použití kategorizace jednotlivých hodnotících kritérií. V příloze metodiky je obsažen návrh hodnotícího formuláře, který byl testován na vybraných vodohospodářských objektech v povodích Svitavy, Moravice, horní Moravy, Ploučnice a na Čáslavsku (Dzuráková a kol., 2020, 2021; Pavelková a kol., 2021). Soubory map s odborným obsahem s výsledky hodnocení vybraných vodohospodářských objektů jsou dostupné na: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/vhobjekty/>.



Obr. 3.24: Praha-Bubeneč – Stará čistírna odpadních vod. K nejvýznamnějším evropským příkladům řešení problému nakládání s odpadními vodami, k nimž byla rychle rostoucí průmyslová města nucena přistoupit na konci 19. století, patří pražská čistírna odpadních vod navržena Williamem H. Lindleyem v roce 1894. Více viz kapitola 4.6. Stokování a čištění. Foto Viktor Mácha, 2020.





## 4. POPIS A HODNOCENÍ VYBRANÝCH VODOHOSPODÁŘSKÝCH SKUPIN A OBJEKTŮ

### 4.1 PŘEHRADY

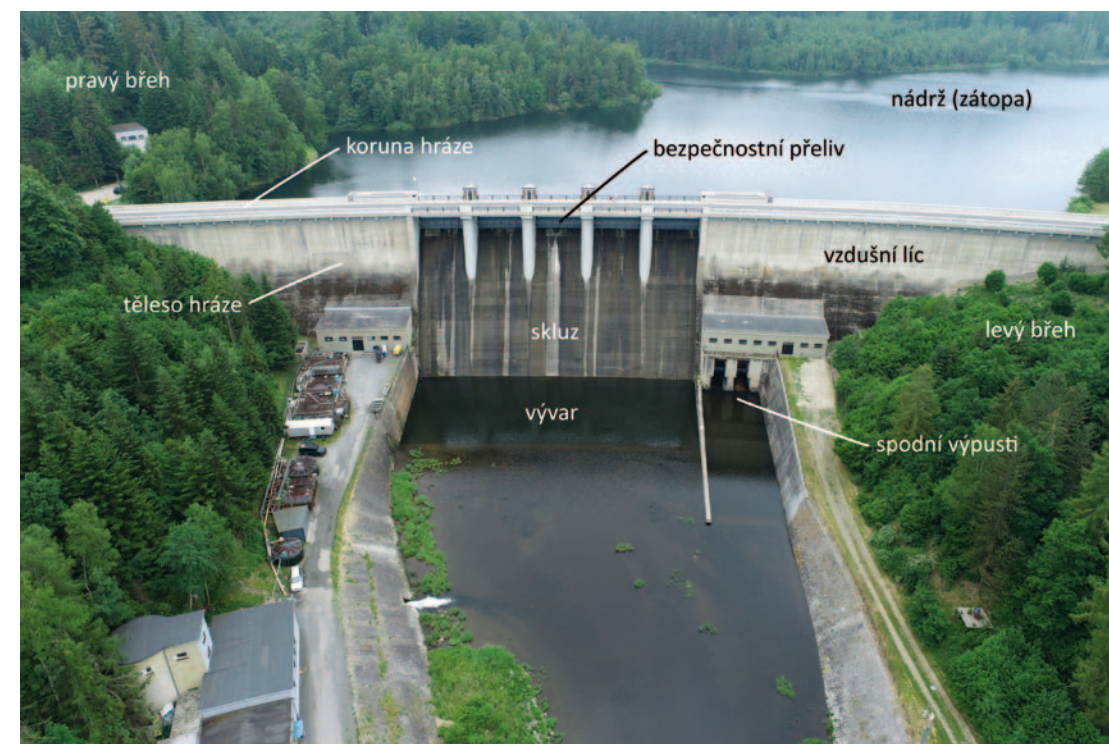
„Přehrada je vzdouvací stavba přehrazující vodní tok a jeho údolí a vytvořující vodní nádrž. Přehradu tvoří hráz spolu s funkčními zařízeními přehrady (výpusti, přelivy, odběry atd.), která mohou být umístěna přímo v hrázi nebo v samostatných objektech. V užším smyslu se pojem přehrada používá též pro vlastní vzdouvací stavbu (hráz)“ (Říha, 2006). V roce 1928 byla založena mezinárodní komise pro velké přehrady (ICOLD), která představuje fórum pro výměnu znalostí a zkušeností v oblasti přehradního inženýrství. Komise ICOLD zavedla kritéria pro označení přehrady jako velké, jimiž jsou výška od základu po korunu hráze alespoň 15 m nebo hráz výšky od 5 do 15 m s objemem zadržené vody v nádrži více než 3 mil. m<sup>3</sup> (ICOLD, 2021).

„Účelem přehrady je vždy vytvoření nádrže. Vzduť vody přehradou se někdy využije k získání spádu pro energetické využití vody nebo pro gravitační dopravu vody potrubím. Nádrž může sloužit kterémukoli vodo hospodářskému účelu nebo více účelům současně. Účel nádrže má rozhodující vliv na koncepci příslušenství (funkčních, manipulačních objektů) přehrady. Koncepce a rozměry přelivových, výpustných a odběrných objektů jsou zvoleny tak, aby byla zajištěna požadovaná funkce přehrady (nalepšování průtoků, vypouštění vody za povodně, vypouštění minimálního odtoku apod.) a nádrže při každé možné výšce hladiny. Poloha hladiny se podle funkce nádrže a v závislosti na hydrologických podmínkách výrazně mění v čase“ (Broža a kol., 1987).

Poznámka: „Vzdouvací stavbou je také jez. Na rozdíl od přehrady není jeho účelem vytvořit nádrž, nýbrž pouze zvětšit hloubku vody v toku např. pro plavbu, pro usnadnění odběru vody z řeky, k získání spádu, apod. Jezová zdrž obvykle neslouží k regulování odtoku, proto má za běžného provozu stálou nebo jen nepatrně proměnlivou výšku hladiny. Výška jezu bývá oproti přehradě malá“ (Broža a kol., 1987).

Vymezení základních pojmů (Obr. 4.1, Obr. 4.2):

- těleso hráze (hráz) – vzdouvací stavba z přírodních nebo umělých materiálů,
  - vzdušní líc,
  - návodní líc,
  - koruna – nejvyšší část tělesa hráze;
- funkční objekty – požadovanou funkci každé přehrady zajišťují tzv. *funkční objekty* někdy též nazývané příslušenství přehrady. Mezi funkční objekty přehrady patří:
  - výpusti,
  - bezpečnostní přeliv,
  - odběrná zařízení;
- nádrž (zátopa) – území, které je zatopeno vodou při maximální hladině v nádrži.



Obr. 4.1: Vymezení základních pojmů – přehrada Kružberk (1948–1955). Foto Radek Bachan, 2021.



Obr. 4.2: Vymezení základních pojmů – přehrada Kružberk (1948–1955). Foto Radek Bachan, 2021.



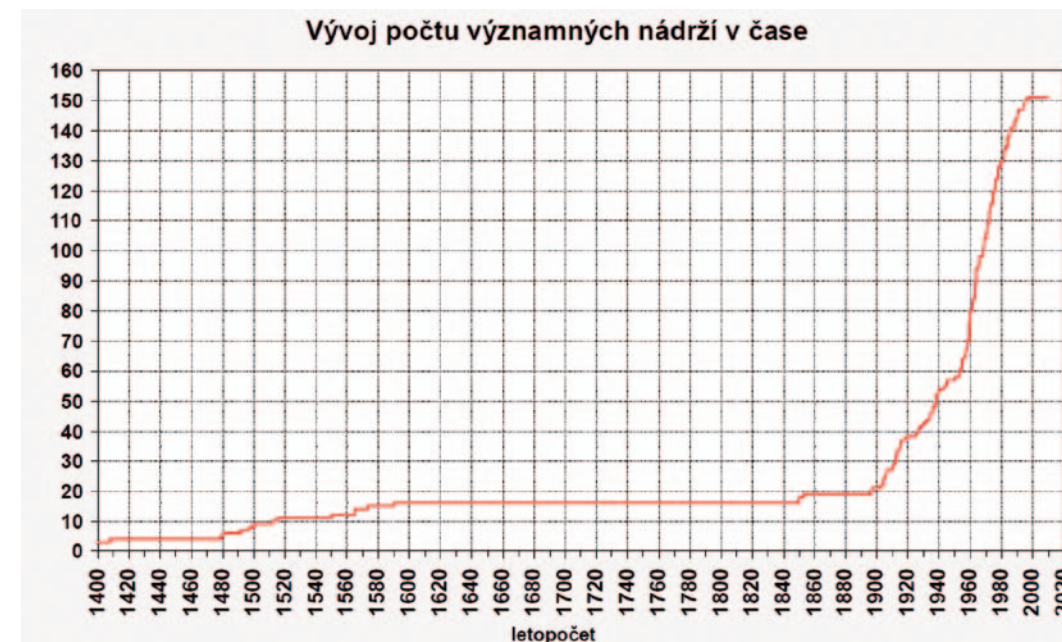
#### 4.1.1 HISTORIE PŘEHRAD

Budování přehrad doprovází lidstvo od počátku civilizací; v Mezopotámii a na Středním východě je datováno až do doby 3 000 let před naším letopočtem. Významnými staviteli přehrad byli Římané, jež budovali hráze různých konstrukčních typů z různých materiálů (Charles a kol., 2011).

Výstavbě velkých přehrad na území ČR předcházelo budování hrází a nádrží, spojené zejména s rybníky zakládány v 15. a 16. století, především v jižních Čechách a na Pardubicku, jejichž počátky výstavby sahají až do 11. a 12. století. K nejstarším retenčním nádržím v českých zemích patří Máchovo jezero, které bylo budováno již v roce 1366 (Kolka, 2003), a rybník Dvořiště z roku 1367. První vodárenskou nádrží na našem území je nádrž Jordán tvořená 18 m vysokou hrází z roku 1492, která sloužila k zásobování města Tábor pitnou vodou. Souběžně s rybníkářstvím se budovaly i nádrže pro potřeby hornictví a později i hutnictví (Broža a kol., 2005).

Budování přehrad a moderní přehradní inženýrství u nás sahá zpět do konce 19. století, kdy primárním impulsem výstavby přehrad byly rozsáhlé povodně v 90. letech 19. století. Tehdy se na území střední Evropy a dnešní ČR budovaly především zděné přehrady (např. Jevišovice 1897, Mariánské Lázně 1896, Kamenička 1904, Harcov 1904, Pařížov 1913, Les Království 1919 atd. a poslední zděné přehrady u nás Pastviny 1938 a Husinec 1939). Na začátku 20. století, kdy byla naše země součástí rakousko-uherské monarchie, byla vodní díla budována v rámci komplexních opatření pro snížení ničivých účinků povodní. Významnou iniciační, organizační a investorskou roli při stavbách přehrad sehrála vedle zemských, okresních a komunálních orgánů a společensko-ekonomických elit tzv. vodní družstva. Jejich vznik umožnily zemské vodní zákony z roku 1870. Vodní družstva pro své projekty oslovovala přední odborníky, byli jimi např. prof. Otto Intze nebo A. R. Harlacher. V první třetině 20. století se tak na území ČR budovaly přehrady tzv. *Intzeho typu*, jež byly navrženy prof. Otto Intzem z Cách v rámci opatření pro zmírnění povodní v horských oblastech severních Čech. Vodní družstva formálně ukončila svoji činnost až v polovině 50. let, kdy však již na stavbu přehrad neměla žádný vliv (Broža a kol., 2005), (Pelíšek, 2021).

Později byly budovány především hráze betonové (např. Březová 1934, Vranov 1936, Brno 1940), mohutná výstavba betonových přehrad se datuje především do 50. let 20. století. Největší betonové hráze byly vybudovány na Vltavě: Slapy 1957, Lipno I 1960 či Orlík 1963. S rozvojem společnosti a ekonomiky roste i potřeba zajistit dostatek vody pro obyvatele i průmysl. Proto se největší rozmach výstavby přehrad soustředí na 60. až 80. léta 20. století (Obr. 4.3). Příprava staveb se z jednotlivců přesouvá na státní podniky (např. Hydroprojekt) pověřené přípravou, projekcí a výstavbou přehrad. Zastoupeny jsou tedy role investora, projektanta, dodavatele a dozoru. Na všech úrovních přípravy lze najít významné osobnosti a odborníky v oboru, nicméně zaniká role jednotlivce a role významného stavitele. Ve snaze o ekonomické řešení a rychlé naplnění potřeb rostoucího průmyslu, zemědělství a počtu obyvatel se uplatňují nové koncepty výstavby, nové materiály i postupy. Snaha o úsporu cementu a vyčerpání profilů vhodných k výstavbě betonových přehrad vedly od konce 60. let 20. století k návratu výstavby zeminých hrází, tedy hrází z místních materiálů, např. Nechanice (1961–1968), Želivka (1965–1975), Dalešice (1970–1979), Stanovice (1972–1978), Římov (1974–1978), Dlouhá stráně (1978–1996), Slezská Harta (1987–1997) atd. (Broža a kol., 2005).



Obr. 4.3: Vývoj budování přehrad v českých zemích (převzato z: Horský, 2015).

#### 4.1.2 DĚLENÍ PŘEHRAD PODLE HLAVNÍHO STAVEBNÍHO MATERIÁLU

Stavební hmota určuje svými mechanickými vlastnostmi nejvýraznější konstrukční uspořádání a statické působení přehrad. Proto je základním rozlišovacím hlediskem při jejich členění:

- přehrady z místních materiálů:
  - zeminí,
  - kamenité,
  - zonální;
- přehrady z lomového zdiva,
- přehrady z betonu,
- kombinované přehrady.

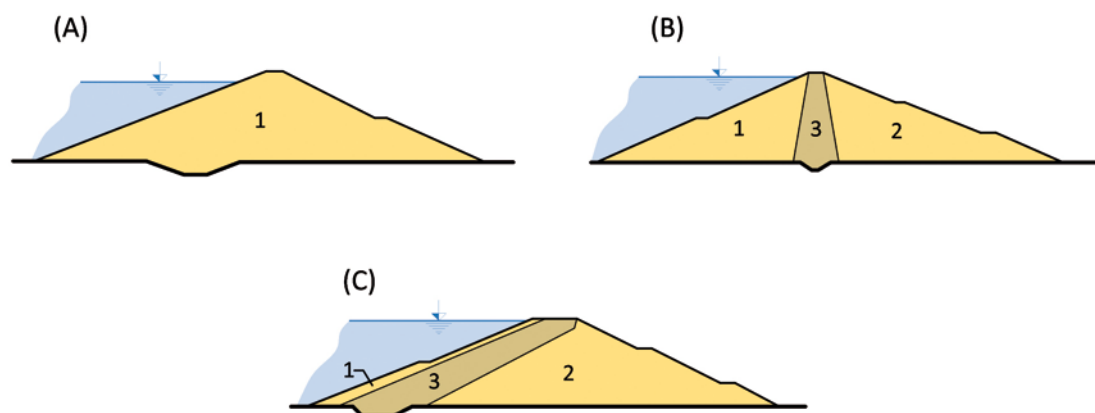
##### 4.1.2.1 Přehrady z místních materiálů

„Přehrady z místních materiálů jsou přehrady s přehradním tělesem vybudovaným převážně z místních zemin, z nespojovaného kamene nebo jiných podobných materiálů, které se nacházejí bezprostředně v přehradním místě nebo v jeho nejbližším okolí (odtud název „přehrady z místních materiálů“). Přehrady se zpravidla skládají z části stabilizační, těsnící a ochranné; někdy může jedna část plnit dvě funkce, např. stabilizační a těsnící nebo stabilizační a ochrannou. Podle použitého druhu materiálu se dále dělí na zeminí, kamenité nebo zonální. Přehrady s těsnícím prvkem můžeme členit také podle polohy a materiálu těsnění“ (Broža a kol., 1987). Těsnící prvek může být umístěn uvnitř tělesa hráže nebo souběžně s návodním svahem (návodní těsnění), volba těsnění záleží na konkrétních podmínkách. Materiály, které se používají pro těsnění přehrad z místních materiálů, jsou například jílovité a hlinité písky nebo štěrky, beton, asfaltobeton, plastové fólie a jiné (Broža a kol., 2000). Podrobnější informace a všeobecné zásady

sypaných hrází shrnuje ČSN 75 2310. U velkých přehrad z místních materiálů se v České republice nejčastěji používá nehrazený boční bezpečnostní přeliv, velmi časté jsou ale i šachtové a korunové bezpečnostní přelivy. Výjimečně se setkáme s kašnovým nebo žlabovým typem přelivu.

#### 4.1.2.1.1 Zemní přehrad

„Zemní přehrad (Obr. 4.4), jejich základní hmotou pro stabilizační část je zemina. Podle technologie ústavby je dělíme na přehrad sypané a naplavované a podle složení tělesa v příčném řezu na přehrad homogenní a přehrad s těsnícím prokem (heterogenní)“ (Broža a kol., 1987). Homogenní přehrad se využívají zejména pro nižší přehrad (Broža a kol., 2000).



Obr. 4.4: Základní typy zemních přehrad: (A) zemní homogenní: 1 – část stabilizační; (B) zemní se středním těsněním: 1 – návodní stabilizační část, 2 – vzdušná stabilizační část, 3 – zemní těsnění (jádro); (C) zemní s návodním těsněním: 1 – opevnění, 2 – vzdušná stabilizační část, 3 – návodní zemní těsnění. Schéma Radka Račoch, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 2005).

**Četnost zastoupení v ČR:** Velké zemní hráze mají v ČR největší zastoupení, jde o zhruba 60 velkých zemních přehrad.

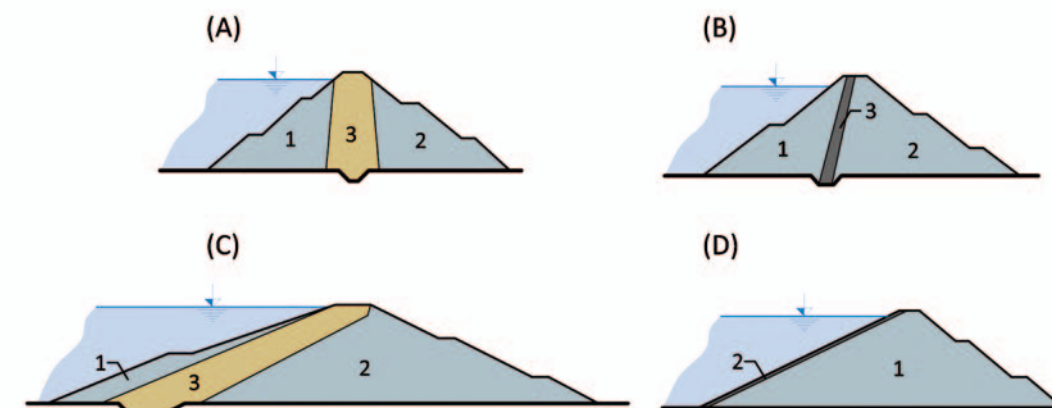
**Nejstarší dochované použití v ČR:** Máchovo jezero (1366) (Kolka, 2003)

**Poslední použití v ČR:** Výrovce (1979–1983) (Broža a kol., 2005)

**Příklady:** Láz (1818–1822), Souš (1911–1915), Chřibská (1912–1924), Plumlov (1922–1933), Fryšták (1935–1938), Nechanice (1961–1968), Rozkoš (1965–1972), Želivka (1965–1975), Letovice (1972–1976), Josefův Důl (1976–1982) (Broža a kol., 2005)

#### 4.1.2.1.2 Kamenité přehrad (rockfillové)

„Základní stavební hmotou je kámen bez pojiva získaný z rozpojených hornin. Podle způsobu ústavby je dále dělíme na přehrad rovnané a sypané. Mají vždy zvláštní těsnící proek“ (Říha, 2006), (Obr. 4.5).



Obr. 4.5: Základní typy kamenitých přehrad: (A) kamenitá se středním zemním těsněním: 1 – návodní stabilizační část, 2 – vzdušná stabilizační část, 3 – zemní těsnění; (B) kamenitá se středním asfaltobetonovým těsněním: 1 – návodní stabilizační část, 2 – vzdušná stabilizační část, 3 – asfaltobetonové těsnění; (C) kamenitá s návodním zemním těsněním: 1 – návodní stabilizační část, 2 – vzdušná stabilizační část, 3 – návodní zemní těsnění; (D) kamenitá s návodním asfaltobetonovým těsněním: 1 – stabilizační část, 2 – návodní asfaltobetonové těsnění. Schéma Radka Račoch, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 2005).

**Četnost zastoupení v ČR:** 18 velkých kamenitých hrází

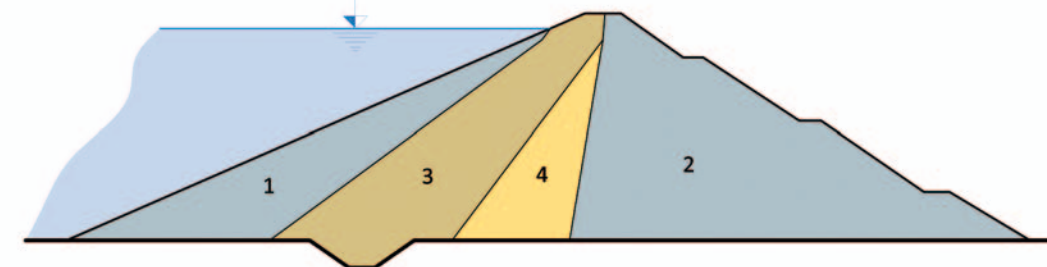
**Nejstarší dochované použití v ČR:** Mostišť (1957–1961) (Broža a kol., 2005)

**Poslední použití v ČR:** Slezská Harta (1987–1997) (Broža a kol., 2005)

**Příklady:** Skalka (1962–1964), Šance (1964–1970), Boskovice (1985–1990), Dalešice (1970–1979), Dlouhé stráně (1978–1996), Slezská Harta (1987–1997) (Broža a kol., 2005)

#### 4.1.2.1.3 Zonální přehrad (smíšené)

„Stabilizační část zonálních přehrad (Obr. 4.6) je z části kamenitá a z části zemní. Zemní část plní v tomto případě zpravidla i funkci těsnící“ (Říha, 2006). K jejich označení se používá také výraz kamenito-hlinité hráze, v České republice nejsou často používaným typem přehrad.



Obr. 4.6: Zonální přehrada: 1 – návodní stabilizační část z lomového kamene, 2 – vzdušná stabilizační část z lomového kamene, 3 – zemní těsnění, 4 – vzdušná stabilizační část ze zeminy. Schéma Radka Račoch, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 2005).



#### 4.1.2.1.4 Typický zástupce – přehrada Hracholusky

Výstavba přehrady Hracholusky probíhala v letech 1959–1964. Původní vysoký jez na řece Mži zhruba 10 km nad profilem nynější přehrady nebyl schopen zajistit koncem 50. let 20. století narůstající odběr vody. Z tohoto důvodu vydal Krajský národní výbor v roce 1959 rozhodnutí o výstavbě vodního díla. Hlavním účelem díla byla akumulace vody pro průmysl (Škoda), závlahy a teplárnu. Další účely jsou snížení účinků povodní, rekreace, MVE, rybolov, plavba a zajišťování minimálního zůstatkového průtoku (Broža a kol., 2005).

Přehrada Hracholusky je zemní sypaná hráz se středním jílovým těsněním, délka koruny je 270 m a šířka koruny je 5 m. Vzdušní svah je zatravněn a návodní svah je opevněn šestibokými betonovými tvárnici. V době výstavby VD Hracholusky nebyl dostatek zkušeností s šachtovými bezpečnostními přelivy, a proto byly navrženy přelivy dva. Tím je přehrada Hracholusky odlišná od ostatních přehrad z místních materiálů, protože jako jediná disponuje dvěma bezpečnostními přelivy – šachtovým a korunovým bočním přelivem. Korunový boční přeliv je umístěn u pravého břehu a má dlouhý železobetonový skluz s vývarem. Koruna šachtového přelivu je o 50 cm výše než koruna druhého přelivu. Šachtový přeliv má v horní rozšiřující se části šest betonových křídel, která usměřňují přepadající vodu k vnitřní straně dřívku přelivu. Součástí sdruženého objektu se šachtovým přelivem jsou i dvě spodní výpusti a malá vodní elektrárna s vertikální Kaplanovou turbínou. Spodní výpusti o průměru 1,4 m jsou ovládány na návodní straně stavídelovou tabulí a na vzdušní straně rozstřikovacím uzávěrem (Broža a kol., 2005). Přehrady z místních materiálů zastupují největší skupinu přehrad v České republice. VD Hracholusky je dobrým příkladem k ukázce dvou typických bezpečnostních přelivů pro zemní hráze a sdruženého objektu s odběry vody i MVE.



Obr. 4.7: Přehrada Hracholusky (1959–1964). Foto Shutterstock, 2018.

#### 4.1.2.2 Přehrady z lomového zdiva

„Jejich těleso je vybudováno ze zdiva na maltu, zpravidla cementovou. Jsou většinou tížného typu“ (Broža a kol., 1987).

Vlastnosti materiálu přehrady při použití lomového kamene se vyznačují velkou soudržností, pružným přetvořením, relativně malou poddajností vůči působícímu zatížení nebo jiným účinkům. Díky těmto vlastnostem je možné navrhnout přehradní těleso s podstatně menším objemem než u přehrad z místních materiálů. Na druhou stranu je zde však zapotřebí použití průmyslově vyráběných materiálů – kvalitní tříděné kamenivo. Z důvodu zvýšeného zatížení podloží kvůli menším rozměrům základové spáry oproti přehradám z místních materiálů se u zděných přehrad kladou vyšší nároky na mechanické vlastnosti podloží (Broža a kol., 1987). U zděných hrází (Obr. 4.8) se v ČR zpravidla používá nehrazený korunový bezpečnostní přeliv, často také boční přeliv. Můžeme se ale setkat i s šachtovým bezpečnostním přelivem, případně s kombinací dvou typů. Podrobnější dělení přehrad z lomového zdiva podle konstrukčních typů je popsáno v kapitole 4.1.3.

Otto Intze (1843–1904) je zakladatelem moderního vodního hospodářství v Německu, jeho dílo podstatně ovlivnilo i okolní země včetně těch českých. Byl průkopníkem, ať už se jednalo o stavbu přehrad, vodojemů, mostů, nábrežních zdí nebo zdymadel. Jako jeden z prvních rozpoznal výhody oceli pro stavbu objektů vodního hospodářství. V roce 1882 představil v Magdeburku program „racionálního využití německé vodní energie“. Doporučoval výstavbu přehrad, nejprve gravitační přehrady Eschbach z lomového kamene s trojúhelníkovým řezem (1889–1891), která se stala modelem druhého Intzeho principu (první Intzeho princip se týkal vodárenských věží) pro velké množství dalších přehrad. (Sauer, 2008). Přehrady Intzeho typu v ČR: Harcov (1902–1904), Bedřichov (1902–1906), Fojtka (1904–1906), Mlýnice (1904–1906), Mšeno (1906–1909), Labská (1910–1916) (Broža a kol., 2005).

**Četnost zastoupení v ČR:** 18 velkých zděných přehrad

**Nejstarší dochované použití v ČR:** Jevišovice (1884–1896), Mariánské Lázně (1896) (Broža a kol., 2005)

**Poslední použití v ČR:** Husinec (1934–1939) (Broža a kol., 2005)



Obr. 4.8: Přehrada Janov (1911–1914) – ukázka zděné přehrady. Foto Viktor Mácha, 2020.



**Příklady (plný výčet):** Jevišovice (1884–1896), Mariánské Lázně (1896), Kamenička (1899–1904), Jezeří (1902–1904), Harcov (1902–1904), Bedřichov – Rudolfov (1902–1906), Fojtka (1904–1906), Mlýnice (1904–1906), Mšeno (1906–1909), Bystřička (1908–1912), Pařížov (1909–1913), Les Království (1910–1919), Labská (1910–1916), Janov/Hamerská (1911–1914), Sedlice (1921–1927), Seč (1924–1934), Pastviny (1933–1938), Husinec (1934–1939) (Broža a kol., 2005)

#### 4.1.2.2.1 Typický zástupce – přehrada Pařížov

Přehrada Pařížov byla na území dnešní ČR jednou z prvních ochranných nádrží. Výstavba přehrady probíhala v letech 1909–1913. Jedná se o tížnou zděnou hráz z lomového kamene (ruly) půdorysně obloukovitě zakřivenou. Na VD Pařížov je možné ukázat mnoho typických prvků zděných přehrad. Přehrada Pařížov je jedinou zděnou přehradou v ČR, která má současně korunový a boční bezpečnostní přeliv. Zároveň je jednou z pěti přehrad v ČR, která má 4 spodní výpusti. Přehrada Pařížov je kulturní památkou od roku 1958 (Broža a kol., 2005).

Jak je později zmíněno v kapitole 4.1.4.1, každá přehrada musí mít alespoň dvě spodní výpusti, které jsou samostatně použitelné a funkčně na sobě nezávislé. Přehrada Pařížov je výjimečná tím, že má spodní výpusti dokonce čtyři. Dvě spodní výpusti o průměru 800 mm jsou osazeny ve štole v tělese hráze. Výpusti v tělese hráze se ovládají pomocí provozního klapkového uzávěru na vzdušné straně hráze. Tyto uzávěry jsou umístěny v manipulačních domcích pod hrází společně s MVE. Obě výpusti mají také revizní šoupátkové uzávěry, které se ovládají ze dvou manipulačních věží na návodní straně (Obr. 4.9). Další dvě výpusti o průměru 1 200 mm jsou umístěny v boční obtokové štole. Původně se jednalo o 3 potrubí s průměrem 800 mm, kvůli nedostatečné kapacitě byly v roce 2005 nahrazeny. Nové výpusti v obtokové štole využívají šoupátka a segmentový uzávěr, jejich ovládací mechanismy jsou umístěny



Obr. 4.9: Přehrada Pařížov (1909–1913) – manipulační věže na návodní straně hráze pro ovládání revizních šoupátkových uzávěrů. Foto Viktor Mácha, 2020.



Obr. 4.10: Přehrada Pařížov (1909–1913) – ovládání provozních segmentových uzávěrů spodních výpustí DN1200 uložených v obtokové štole. Foto Viktor Mácha, 2020.



Obr. 4.11: Přehrada Pařížov (1909–1913) – přelivová hrana bočního bezpečnostního přelivu a spadiště, které za mostem navazuje na kaskádu. Foto Viktor Mácha, 2020.



v manipulační a přístupové šachtě a v přilehlé podzemní strojovně (Obr. 4.10). Původní šoupě je vystaveno u cesty vedoucí na hráz (Broža a kol., 2005).

K bezpečnému převádění povodňových průtoků je na levém břehu přehrady Pařížov umístěn boční přeliv s přelivnou hranou o délce 97,4 m (Obr. 4.11). U zděných přehrad bývá voda z bezpečnostních přelivů často sváděna kaskádou, stejně tak tomu je u bočního přelivu přehrady Pařížov, kde voda po kaskádě stéká přes 10 kamenných stupňů. Druhý bezpečnostní přeliv se nachází na pravé straně hráze a jedná se o korunový přeliv (Obr. 4.12 (A)) o 7 polích šířky 5 m. Voda z přelivu je vedena po vzdušní straně hráze na přilehlou kaskádu (Obr. 4.12 (B)) s 8 nepravidelnými stupni a je zaústěna do vývaru pod hrází. U zděných přehrad jsou nejčastějšími typy bezpečnostních přelivů boční nebo korunový nehrazený přeliv, přehrada Pařížov je skvělou ukázkou obou typů těchto bezpečnostních přelivů (Broža a kol., 2005).



Obr. 4.12: Přehrada Pařížov (1909–1913): (A) pohled na korunový bezpečnostní přeliv z návodní strany; (B) pohled ze vzdušní strany na kaskádu korunového přelivu. Foto Viktor Mácha, 2020.

#### 4.1.2.2 Unikát – přehrada Mariánské Lázně

Přehrada Mariánské Lázně byla postavena v roce 1896. Tehdy se jednalo o hráz zděnou s poloměrem zakřivení 300 m o délce koruny 150 m a celkovou výškou 16,9 m. Šířka v koruně hráze byla 3,3 m a v patě hráze 7,9 m. Těleso hráze mělo betonový základ až po úroveň původního terénu. Na návodní straně byl uložen násyp pro zvýšení stability hráze. Celkový objem nádrže byl 93 000 m<sup>3</sup>. Z důvodu nedostačující kapacity odběrů vody pro vzrůstající lázeňský průmysl byla přijata myšlenka zvýšit hráz přehrady. Zděná část hráze byla navýšena o 3 m a rozšířena v koruně na šířku 3,5 m. Navýšená a rozšířená zděná hráz byla z důvodu zabezpečení stability z obou stran přisypána až po korunu hráze. Navýšení hráze bylo dokončeno v roce 1912 (Broža a kol., 2005).

Hráz VD Mariánské Lázně je dnes dlouhá 116 m, vysoká 19,9 m nad základem, šířka koruny hráze s přispanou zemní částí je 19,5 m a v patě hráze je nyní šířka 117 m. Zvýšením hráze se celkový prostor nádrže ztrojnásobil, a to na 278 000 m<sup>3</sup>. Přehrada má boční nehrazený bezpečnostní přeliv s třikrát zalomenou přelivnou hranou, je situován na pravém břehu nádrže. Potrubí spodní výpusti o průměru 1,5 m je uloženo ve štole. Přehrada Mariánské Lázně je svým řešením v ČR unikátní a po více než 100 letech slouží spolehlivě dál svému účelu (Broža a kol., 2005).



Obr. 4.13: Přehrada Mariánské Lázně (1896). Foto Michaela Ryškové, 2022.

#### 4.1.2.3 Přehrady z betonu

„Jejich těleso je z cementového betonu (prostého, železového nebo předpjatého) nebo z betonových dílců. Beton dává konstruktérovi velké možnosti ztvárnění přehrady“ (Broža a kol., 1987).

Stejně tak jako u přehrad z lomového kamene se díky velké soudržnosti betonu, jeho pružnému přetvoření, malé poddajnosti vůči působícímu zatížení nebo jiným účinkům mohou betonové přehrady (Obr. 4.14) navrhovat s podstatně menším objemem než přehrady z místních materiálů. Z důvodu zvýšeného zatížení podloží kvůli menším rozměrům základové spáry, obdobně jako u zděných přehrad, se kladou vyšší nároky na mechanické vlastnosti podloží oproti přehradám z místních materiálů (Broža a kol., 1987). U betonových hrází se v ČR nejčastěji používá hrazený nebo nehrazený korunový bezpečnostní přeliv (Obr. 4.14). Podrobnější dělení betonových přehrad podle konstrukčních typů je popsáno v kapitole 4.1.3. Přehrady z betonu umožňují projektantovi velkou škálu možností při celkové koncepci. S betonovými přehradami je často spojena výstavba vodních elektráren (kapitola 4.4), přečerpávacích vodních elektráren nebo plavebních zařízení (kapitola 4.3), např. plavební komory nebo vodní zdvihadlo. Mnohem častěji se u nich vyskytují také hrazené bezpečnostní přelivy oproti jiným typům přehrad.

**Četnost zastoupení v ČR:** 17 velkých betonových přehrad

**Nejstarší dochované použití v ČR:** Vranov (1930–1934), Březová (1931–1934) (Broža a kol., 2005)

**Poslední použití v ČR:** Hněvkovice (1986–1991) (Broža a kol., 2005)

**Příklady:** Vranov (1930–1934), Březová (1931–1934), Brno/Kníničky (1936–1940), Štěchovice (1937–1945), Křižanovice (1947–1953), Slapy (1949–1957), Fláje (1951–1963), Orlík (1954–1963), Vrchlice (1966–1970), Mohelno (1970–1979) (Broža a kol., 2005)





Obr. 4.14: Přehrada Vranov (1930–1934) – ukázka betonové hráze a korunového nehrazeného přelivu.  
Foto Michaela Ryškové, 2020.

#### 4.1.2.3.1 Typický zástupce – přehrada Orlík

Jedná se o přímou tížnou betonovou hráz. Přehrada Orlík (Obr. 4.15) je nejvyšší betonovou přehradou v ČR a zároveň nejdelší betonovou přehradou v povodí Vltavy. Orlík je také označován za nejvýznamnější článek Vltavské kaskády. Výstavba přehrady Orlík probíhala v letech 1954–1963. Objem nádrže 716,5 mil. m<sup>3</sup> je největším v České republice. U betonových přehrad se velmi často používají bezpečnostní přelivy korunového typu. Častěji se u betonových přehrad také vyskytují bezpečnostní přelivy hrazené. Přehrada Orlík využívá k převedení povodňových průtoků korunový přeliv o třech polích šířky 15 m, který je hrazen segmentovými uzávěry výšky 8 m. Přelivy jsou zakončeny betonovými rozrážeci, voda poté přepadá vývaru dlouhého 95 m a hlubokého 5,25 m. Orlík má dvě spodní výpusti o průměru 4 000 mm umístěné v tělese hráze. K ovládní výpustí slouží uzávěry typu Johnson na vzdušné straně hráze a na návodní straně potom uzávěry tabulové. Při levém břehu se nachází elektrárna, která je osazena čtyřmi turbínami typu Kaplan. Na druhém břehu je umístěno plavební zařízení pro malá sportovní plavidla, přeprava je zde zajišťována plošinovým vozíkem. Pro lodě slouží plavební zařízení do výtlačku 300 tun, které je řešeno jako šikmé vodní zdvihadlo, provedené pouze ve stavební části. (Broža a kol., 2005).



Obr. 4.15: Přehrada Orlík (1954–1963) – tížná betonová přehrada. Foto Viktor Mácha, 2021.

#### 4.1.2.3.2 Unikát – přehrady Fláje, Vrchlice, Dlouhé stráně

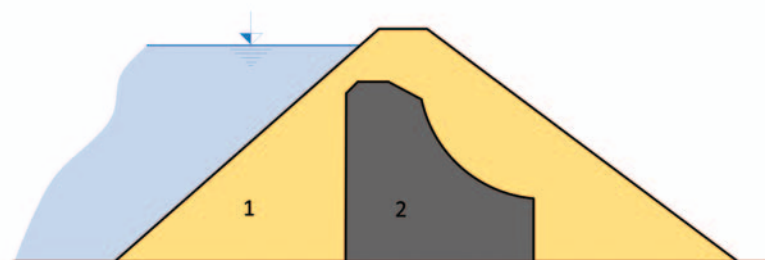
Přehrada Fláje více viz kapitola 4.1.3.1, přehrada Vrchlice více viz kapitola 4.1.3.2, přehrada Dlouhé stráně více viz kapitola 4.4.8.3.

#### 4.1.2.4 Kombinované přehrady

„Kombinované přehrady (Obr. 4.16) patří mezi zvláštní typy přehrad. V podélném směru (napříč údolí) jsou složeny z několika přehradních typů, často z různých materiálů“ (Broža a kol., 1987).

**Příklady:** Lipno I (1952–1960), Skalka (1962–1964), Znojmo (1962–1965), Nechanice (1961–1968), Nové Mlýny (dolní nádrž) (1974–1988) (Broža a kol., 2005)





Obr. 4.16: Kombinovaná přehrada: 1 – zemní část, 2 – tížná část z betonu.  
Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1987).

#### 4.1.2.4.1 Typický zástupce – přehrada Znojmo

Kombinované přehrady jsou na území ČR méně časté oproti ostatním typům přehrad. Krásnou ukázkou kombinovaných přehrad je VD Znojmo. Výstavba vodního díla probíhala v letech 1962–1965. VD Znojmo dodává vodu pro skupinový vodovod Znojmo, vodu pro závlahovou soustavu Krhovice – Hevlín, vyrovnává kolísání průtoků způsobené provozem VE ve Vranově, zajišťuje minimální průtok a slouží také k výrobě elektrické energie (Broža a kol., 2005).

Hráz VD Znojmo (Obr. 4.17) je sypaná kamenitá s šířkou v koruně 4,5 m. Návodní svah tělesa hráze je opevněn kamennou dlažbou a vzdušní svah je zatravněn. Těsnící jádro ze spraší je betonovým blokem navázáno na žulové skalní podloží. Bezpečnostní přeliv je korunový a je hrazen dvěma klapkami. Šířka jednotlivých polí je 8,7 m. VD Znojmo má dvě spodní výpusti o průměru 1 m a jejich provozní uzávěr je kuželový. Vodní elektrárna se nachází přímo v tělese betonové části hráze pod bezpečnostním přelivem. Elektrárna má dvě přímoproudé Kaplanovy turbíny (Broža a kol., 2005).



Obr. 4.17: Přehrada Znojmo (1962–1965) – kombinovaná přehrada. Foto Michaela Ryskové, 2020.

### 4.1.3 KONSTRUKČNÍ TYPY BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH PŘEHRAD

Přehrady betonové a zděné můžeme podrobněji dělit podle jejich konstrukce a statického působení na:

- tížné,
- klenbové,
- členěné,
- zvláštní.

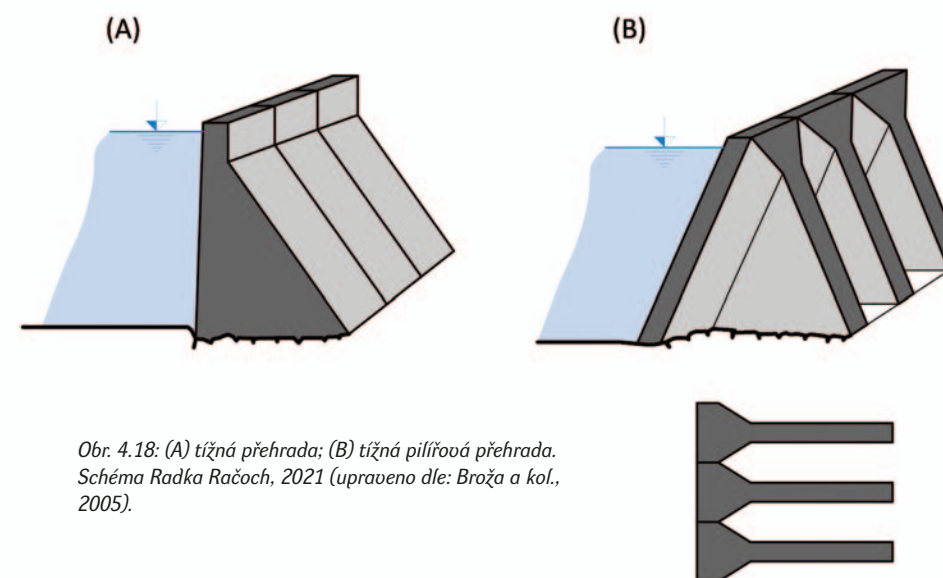
#### 4.1.3.1 Tížné přehrady

„**Tížné (gravitační) přehrady** (Obr. 4.18 (A)) jsou takové, jejichž každý blok omezený dvěma svislými řezy kolmými v půdoryse k ose přehradu je schopen samostatně vlastní tíhou vzdorovat zatížení na něj působícímu a přenášet je do podloží. V půdoryse mohou být přímé, lomené nebo zakřivené“ (Broža a kol., 1987).

Příklady tížných hrází: Orlík (1954–1963), Vír (1949–1957), Slapy (1949–1957), Vranov (1930–1934) (Broža a kol., 2005).

„**Tížné vylehčené přehrady** mají přehradní těleso z prostého betonu, v němž jsou vytvořeny velké dutiny pro úsporu betonu ve srovnání s masivními tížnými přehradami. Dále se dělí na:

- **Přehrady se širokými spárami** – dutiny v přehradním tělese mají podobu rozšířených dilatačních spár (cca na 3 m), vzácný typ.
- **Přehrady s podélnými dutinami** – podélná dutina probíhá napříč přehradními bloky (vzácný typ).
- **Přehrady pilířové** – poskytují větší vylehčení než první dva typy. Přehradní těleso je složeno z tlustých pilířů, jejichž zhlaví rozšířená na návodní straně se dotýkají, a vytvářejí tak souvislou hradící stěnu. Každý pilíř je schopen samostatně přenášet do podloží vlastní tíhou zatížení na něj působící“ (Říha, 2006), (Obr. 4.18 (B)).

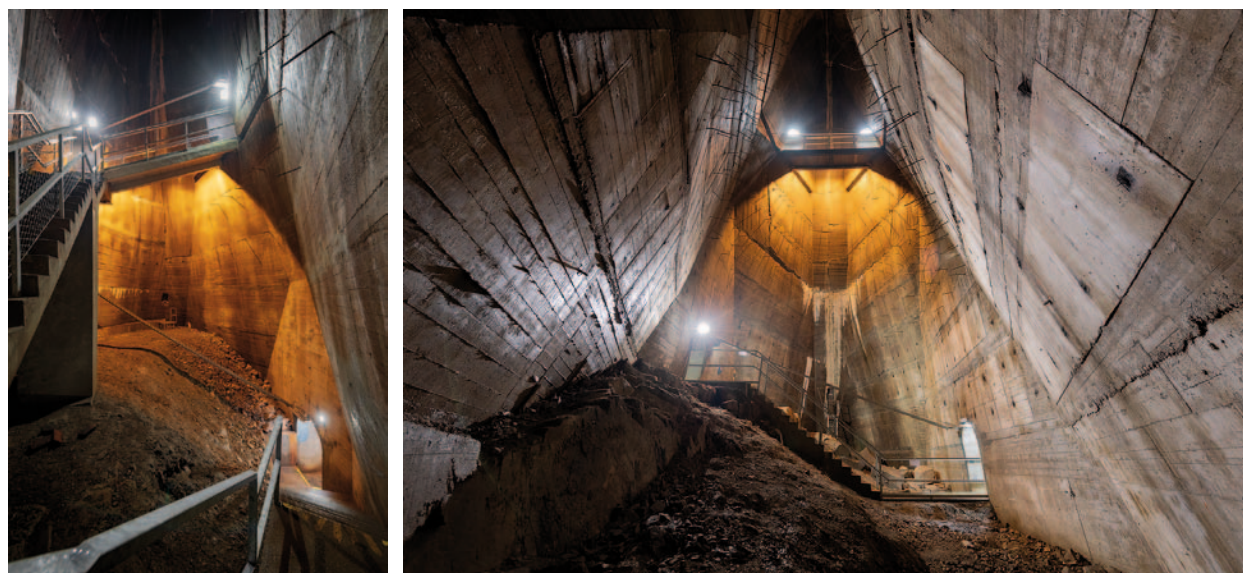


Obr. 4.18: (A) tížná přehrada; (B) tížná pilířová přehrada.  
Schéma Radka Račoch, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 2005).

#### 4.1.3.1.1 Unikát – přehrada Fláje

Přehrada Fláje (1951–1963) je doposud jedinou pilířovou přehradou v České republice (Obr. 4.19). Její řešení vychází ze vzoru švýcarské pilířové přehradu Lucendro z roku 1947. Přehrada Fláje se skládá z 19 pilířů typu Noetzli a 15 tížných bloků. Vzdálenost mezi osou jednotlivých pilířů je 13 m. Na návodní straně se zhlaví pilířů dotýkají, na vzdušní straně je 3 m široká mezera mezi pilíři dodatečně zakryta 1 m silnými deskami. Mezi pilíři tak vznikají obrovské dutiny podobné lodím církevních chrámů. Přímá hráz je v pravé části zakřivena obloukem o poloměru 200 m. Přehrada Fláje má čtyři spodní výpusti 2 × DN 1 200 mm a 2 × DN 250 mm. Přehrada má nehrazený korunový bezpečnostní přeliv o třech polích (3 × 11,5 m), který je přemostěn (Broža a kol., 2005).



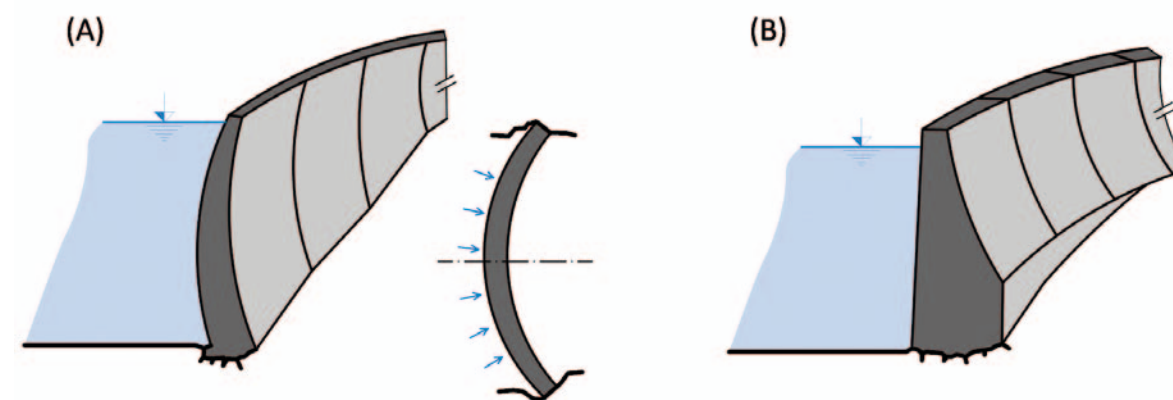


Obr. 4.19: Přehrada Fláje (1951–1963) – pílířová přehrada. Foto Viktor Mácha, 2020.

#### 4.1.3.2 Klenbové přehrady

„**Klenbové přehrady** (Obr. 4.20) přenášejí převážnou část zatížení klenbovým účinkem do boků údolí přímo nebo prostřednictvím tížných opěr. Klenba může mít osu soislou, šikmou nebo ve soislém řezu zakřivenou“ (Broža a kol., 1987). Klenbové přehrady dále dělíme na:

- „**Přehrady kupolové** jsou klenbové přehrady s výrazným zakřivením konstrukce nejen ve vodorovném, ale i ve soislém směru“.
- **Přehrady klenbové s tížným účinkem** (Obr. 4.20 (B)) představují přechodný typ mezi tížnou a klenbovou přehradou. Jde o betonové, popř. zděné přehrady se zakřiveným půdorysem, u kterých se vedle hlavního klenbového účinku (přenos zatížení do boků údolí) výrazně uplatňuje i účinek tížný“ (Říha, 2006).



Obr. 4.20: (A) klenbová přehrada; (B) klenbová přehrada s tížným účinkem. Schéma Radka Račoch, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 2005).

##### 4.1.3.2.1 Unikát – přehrada Vrchlice

Přehrada Vrchlice (1966–1970) je doposud jedinou klenbovou přehradou v ČR (Obr. 4.21). Těleso hráze je tvarované do válcové plochy s poloměrem zakřivení 66,5 m. Tvar hráze umožňuje přenášet část zatížení do podloží a část zatížení klenbovým účinkem do boků údolí. Přehrada Vrchlice má dvě spodní výpusti o průměru 700 mm. Bezpečnostní přeliv je nehrazený korunový s pěti poli o světlosti 6 m, která jsou překlenuta mostovkou (Broža a kol., 2005).



Obr. 4.21: Přehrada Vrchlice (1966–1970) – klenbová přehrada. Foto Viktor Mácha, 2020.



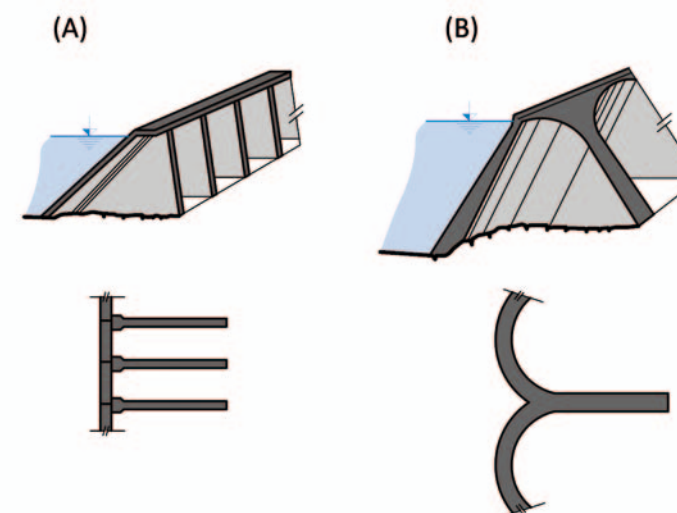


Obr. 4.21: Přehrada Vrchlíče (1966–1970) – klenbová přehrada. Foto Viktor Mácha, 2020.

#### 4.1.3.3 Členěné přehrady

„**Členěné přehrady** (Obr. 4.22) jsou přehrady, jejichž konstrukce je rozdělena na několik proků s různou funkcí a s odlišným statickým působením a hmotností. Hradící proky (desky, klenby) tvoří hradící stěnu a přenášejí zatížení na soustavu pilířů, jejichž tížným účinkem se zatížení přenáší do podloží“ (Broža a kol., 1987).

- „**Deskové členěné přehrady** (Obr. 4.22 (A)) jsou členěné přehrady, jejichž hradící stěnu tvoří desky (zpravidla železobetonové), opřené o pilíře nebo do nich na návodní straně vetknuté“ (Broža a kol., 1987). Členěnou deskovou přehradou v ČR je například Vír II, který svými parametry už nespadá do definice velkých přehrad podle ICOLD.
- „**Klenbové členěné přehrady** (Obr. 4.22 (B)) jsou členěné přehrady, jejichž hradící stěnu tvoří soustava kleneb, které přenášejí zatížení do návodní části pilířů“ (Broža a kol., 1987). V ČR měla být zhotovena jako klenbová členěná přehrada Křimov, původně zamýšlená s pěti svislými klenbami výšky 46 m a rozpětím prostřední klenby 60 m. Jednalo by se o naši jedinou členěnou klenbovou přehradu s mimořádně zajímavým architektonickým vyzněním. Koncepte byla však během stavby změněna z důvodu špatných geologických podmínek na variantu tížnou (Říha, 2006).
- „**Kupolové členěné přehrady** – jsou členěné přehrady s výrazným zakřivením kleneb i ve svislém směru“ (Broža a kol., 1987).



Obr. 4.22: (A) přehrada desková členěná; (B) přehrada klenbová členěná. Schéma Radka Račoch, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 2005).

#### 4.1.3.4 Zvláštní typy přehrad

Mezi zvláštní typy přehrad se řadí následující (Broža a kol., 1987):

- „**Kotvené přehrady** – konstrukce je spřažena s podložím soustavou předpjatých kabelů nebo kotev, zachycených jednak ve skále v určité hloubce pod základovou spárou, jednak v konstrukci přehrady (pilíře). Kotvení většinou nahrazuje část vlastní tíhy přehradního tělesa“.
- „**Předpjaté přehrady** – jsou přehrady vybudované z monolitického předpjatého betonu“.
- „**Přehrady z dílců** – jsou přehrady, jejichž podstatná část je smontována z dílců (z prostého, železového nebo předpjatého betonu)“.
- „**Přehrady s širokými výpustmi** – mají blízko k přehradám tížným nebo členěným. Zatížení přenášejí do podloží zpravidla prostřednictvím tlustých pilířů, do nichž jsou vetknuty železobetonové prostorové hradící konstrukce“.
- „**Přehrady kombinované** – lze je zařadit mezi zvláštní přehradní typy“. Více viz kapitola 4.1.2.4.

#### 4.1.4 FUNKČNÍ OBJEKTY PŘEHRAD

Funkční objekty, nazývané také jako *příslušenství přehrad*, zajišťují požadované funkce dané přehradou. Konceptní a dispoziční řešení funkčních objektů je u každého díla individuální složitou úlohou a závisí především na požadovaných funkcích vodního díla, typu hráze, ale i na morfologii a geologii přehradního profilu. Pokud funkční objekt obsahuje alespoň dvě funkční zařízení s různou funkcí (nebo např. kombinaci s vodní elektrárnou) nazýváme jej *sdrůženým objektem* (Broža a kol., 1987).



Podle funkce rozeznáváme tato funkční zařízení:

- výpusti,
- bezpečnostní přelivy,
- odběrná zařízení.

Objekty, které s přehradou konstrukčně souvisí, avšak neobsahují funkční zařízení přehrady, např. vodní elektrárna, plavební komora, lodní zdvihadlo, rybí přechod nebo zařízení pro převádění dřeva, nepatří mezi funkční objekty přehrady. Jedná se o objekty s vlastním cílovým účelem (VE) nebo objekty vyvolané stavbou přehrady (rybí přechod) (Broža a kol., 1987).

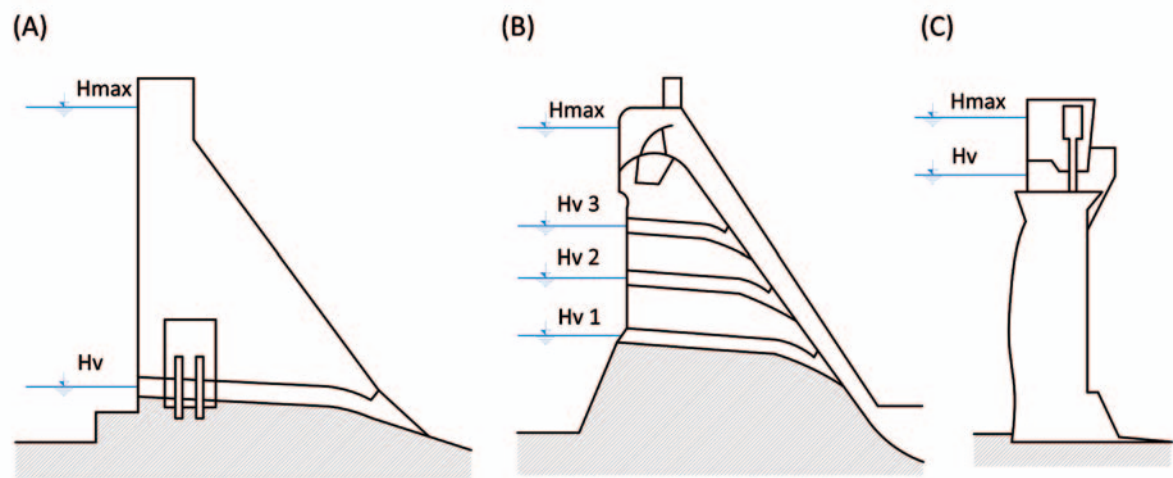
#### 4.1.4.1 Výpusti

Výpusti plní (mohou plnit) následující funkce (Říha, 2006):

- prázdnění nádrže podle manipulačního řádu i za mimořádných situací,
- převádění části povodňového průtoku,
- nalepšování průtoků pod přehradou (tzv. *hygienické minimum*),
- převádění průtoků při opravách a rekonstrukcích díla,
- převádění průtoků v průběhu výstavby díla.

Výpusti mohou být umístěny v tělese hráze jako zabetonovaná tlaková potrubí nebo jako potrubí volně uložená ve štole nebo situovaná mimo těleso hráze obvykle v ražené obtokové štole. Dispozičně lze výpusti dělit podle výškové polohy na (Říha, 2006; Obr. 4.23):

- „**Spodní výpusti** (dnové) jsou umístěny u dna nádrže. Umožňují prakticky úplné vypuštění nádrže a mohou také zajišťovat odběrnou funkci. Každá přehrada musí být vybavena nejméně dvěma samostatně použitelnými funkčně na sobě nezávislými spodními výpustmi. Výjimečně smí být přehrada vybavena pouze jednou spodní výpustí“.



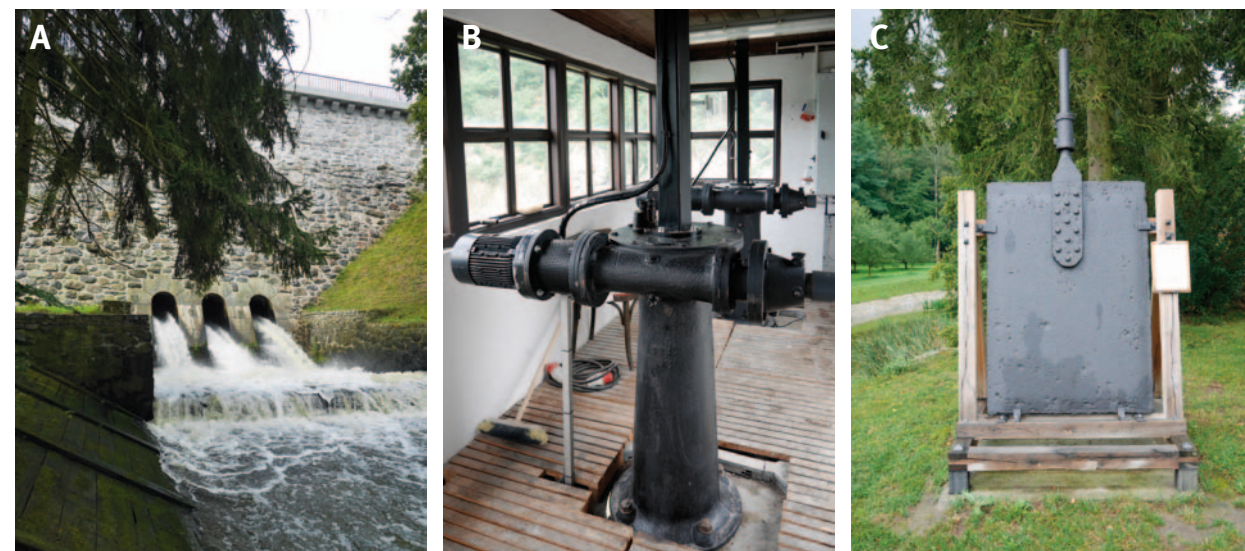
Obr. 4.23: Výšková poloha výpustí: (A) spodní výpusti; (B) střední výpusti; (C) horní výpusti. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1987).

- „**Střední výpusti** jsou umístěny v určité výšce nade dnem nádrže a výše uvedené funkce mohou plnit pouze omezeně. Důvodem vybudování střední výpusti může být např. zanesení části prostoru před hrází a vyřazení spodní výpusti z funkce“.
- „**Horní výpusti** jsou umístěny v horní části zásobního prostoru a blíží se svým umístěním hrazenému bezpečnostnímu přelivu“.

Až na některé výjimky musí být výpusti opatřeny třemi uzávěry – revizním a dvěma provozními (Obr. 4.24, Obr. 4.25). Volba typu uzávěru závisí na požadavcích regulace průtoku, na provozních podmínkách, na přípustném stupni netěsnosti, na hydraulických parametrech a na koncepci vtokového a výtokového objektu. Způsob pohonu uzávěru může být mechanický, hydraulický, motorový nebo ruční (Říha, 2006).



Obr. 4.24: Přehrada Vrchlice (1966–1970) – klenbová přehrada: (A) provozní rozstříkací uzávěry spodních výpustí; (B) ovládací zařízení rozstříkacích uzávěru. Foto Viktor Mácha, 2020.



Obr. 4.25: Přehrada Jevišovice (1884–1896) – zděná tížná přehrada. (A) spodní výpusti přehrady, které představují tři štole; (B) ovládací provozních uzávěru spodních výpustí umístěné na koruně hráze, původně nekryté, teprve dodatečně byl nad ním vybudován objekt; (C) jeden z původních uzávěru výpustí, umístěný dnes pod přehradou. Foto Michaela Ryšková, 2020.



#### 4.1.4.2 Bezpečnostní přelivy

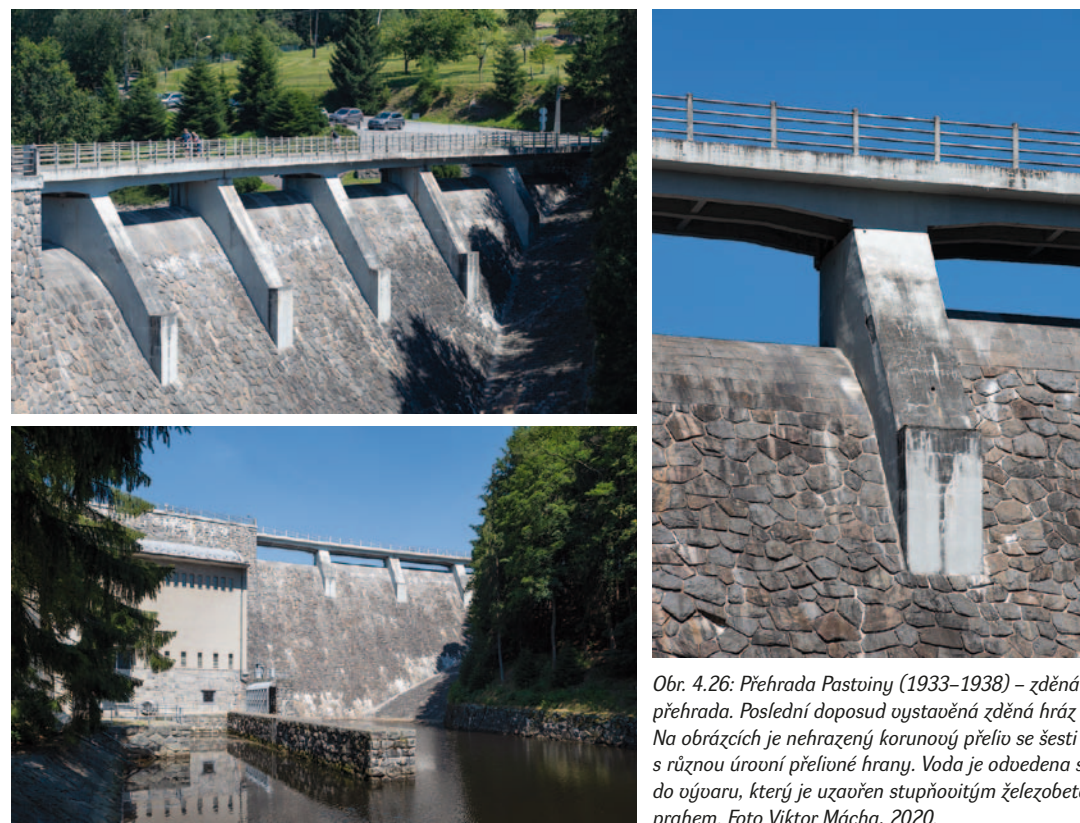
„Každá umělá vodní nádrž, do níž přitéká voda z určitého povodí (buď přímo nebo přivaděčem z jiného toku nebo nádrže), musí být vybavena přelivem. Přeliv plní funkci pojistného zařízení přehrady, které zabezpečuje přehradní těleso proti přelití za povodně a zajišťuje neškodné převedení povodňových průtoků do koryta pod přehradou“ (Říha, 2006). Bezpečnostní přelivy sestávají z:

- koruny přelivu, přelivné hrany,
- přelivné plochy (u spádiště, resp. na vzdušném líci tížných přehrad),
- spádiště a skluzu nebo kaskádového svodu v případě bočního, postranního, kašnového a žlabového přelivu,
- šachty a odpadní štoly v případě šachtového nebo tunelového přelivu,
- vývaru v prostoru pod hrází (Říha, 2006).

„Přelivy mohou být součástí přehrady nebo mohou tvořit samostatný objekt umístěný mimo přehradní těleso“ (Říha, 2006). Lze je dělit na dvě základní skupiny:

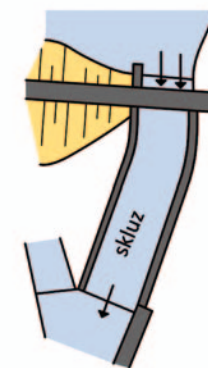
- „**Přelivy hrazené** – jejich průtočnost lze řídit pomocí uzávěrů. Uzávěry se mohou vyhrazovat směrem dolů nebo nahoru, někdy lze uzávěř vyhrazovat oběma směry“ (Broža a kol., 1987).
- „**Přelivy nehrazené** – jejich průtočnost závisí pouze na stavu hladiny vody v nádrži, nelze ji nijak regulovat“ (Broža a kol., 1987).

Podle umístění a konstrukčního uspořádání lze rozlišovat přelivy na korunové, postranní, boční, šachtové, kašnové, žlabové, tunelové.



Obr. 4.26: Přehrada Pastoiny (1933–1938) – zděná tížná přehrada. Poslední doposud vystavěná zděná hráz v ČR. Na obrázcích je nehrazený korunový přeliv se šesti poli s různou úrovní přelivné hrany. Voda je odvedena skluzem do vývaru, který je uzavřen stupňovitým železobetonovým prahem. Foto Viktor Mácha, 2020.

- „**Korunové** – jsou součástí koruny přehrady a voda se jimi převádí přímo přes přehradní těleso“ (Broža a kol., 1987; Obr. 4.26).
- „**Postranní** – vybudované v prodloužení koruny přehrady v boku údolí, přes které voda přepadá souběžně se směrem vodního toku“ (Broža a kol., 1987; Obr. 4.27).



Obr. 4.27: Postranní bezpečnostní přeliv. Schéma Račka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1987).



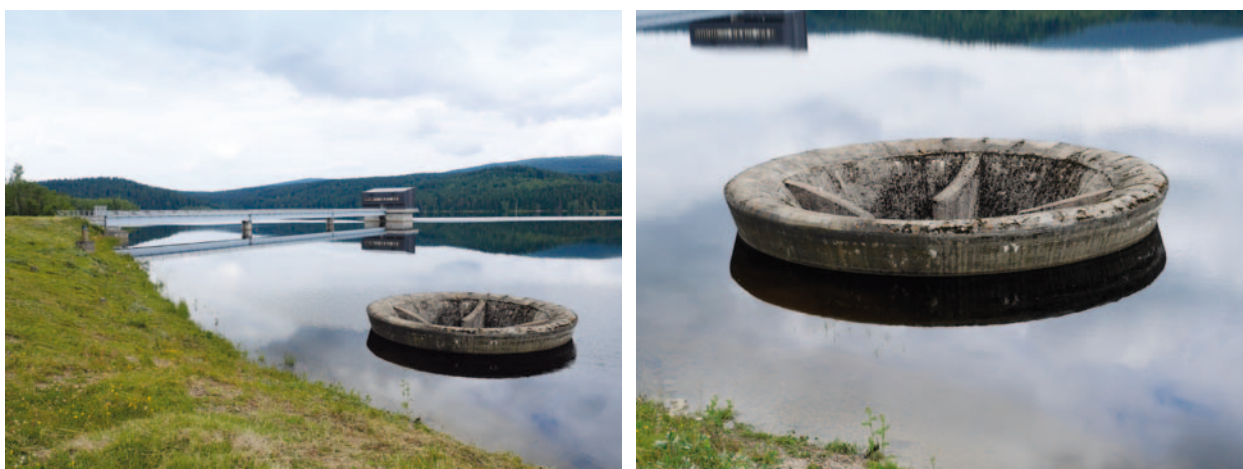
Obr. 4.28: Přehrada Jevišovice (1884–1896) – zděná tížná přehrada: (A) přelivná hrana nehrazeného bočního bezpečnostního přelivu; (B) přelivná hrana a spádiště; (C) pohled do spádiště zpod mostu; (D) skluz. Foto Michaela Ryšková, 2020.



- „**Boční** – vybudované mimo přehradní těleso v boku nádrže, přes které voda přepadá převážně příčně na směr vodního toku“ (Broža a kol., 1987; Obr. 4.28).
- „**Šachtové** – voda z nádrže přepadá do svislé šachty, uylámané ve skále nebo vytvořené jako věžový objekt v nádrži“ (Broža a kol., 1987; Obr. 4.29 a Obr. 4.30).
- „**Kašnové** – voda z nádrže přepadá do spadiště, jehož hloubka bývá obvykle taková, aby nebyla ovlivňována kapacita přelivu“ (Broža a kol., 1987; Obr. 4.31).
- „**Žlabové** – voda z nádrže přepadá do protáhlého spadiště, to přechází přímo ve skluz, odvádějící vodu do úvoaru. Tyto přelivy mohou být jednostranné, oboustranné nebo ve tvaru kachního zobáku“ (Broža a kol., 1987; Obr. 4.32).
- „**Tunelové** – vybudované v boku údolí, přes které voda z nádrže přepadá do tunelu, jímž se odvádí do úvoaru pod přehradou“ (Broža a kol., 1987; Obr. 4.33).



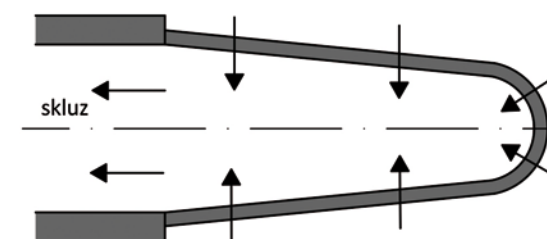
Obr. 4.29: Přehrada Labská (1910–1916) – tížná zděná přehrada, šachtový bezpečnostní přeliv, který podstoupil rekonstrukci v letech 2017–2019. Foto Radka Račoch, 2021.



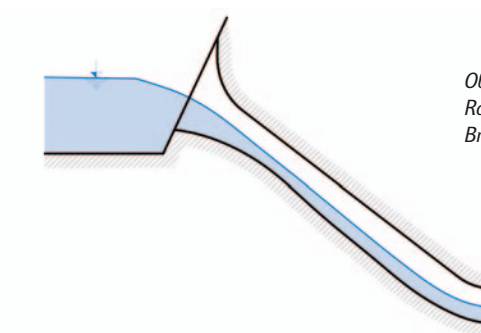
Obr. 4.30: Přehrada Josefův Důl (1976–1982) – zemní sypaná hráz, šachtový bezpečnostní přeliv. Foto Michaela Ryšková, 2020.



Obr. 4.31: Máchovo jezero (1366) – přímá zemní hráz z místních materiálů, detail kašnového bezpečnostního přelivu. Foto Miroslav Kolka, 2016.



Obr. 4.32: Žlabový bezpečnostní přeliv. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1987).



Obr. 4.33: Tunelový bezpečnostní přeliv. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1987).

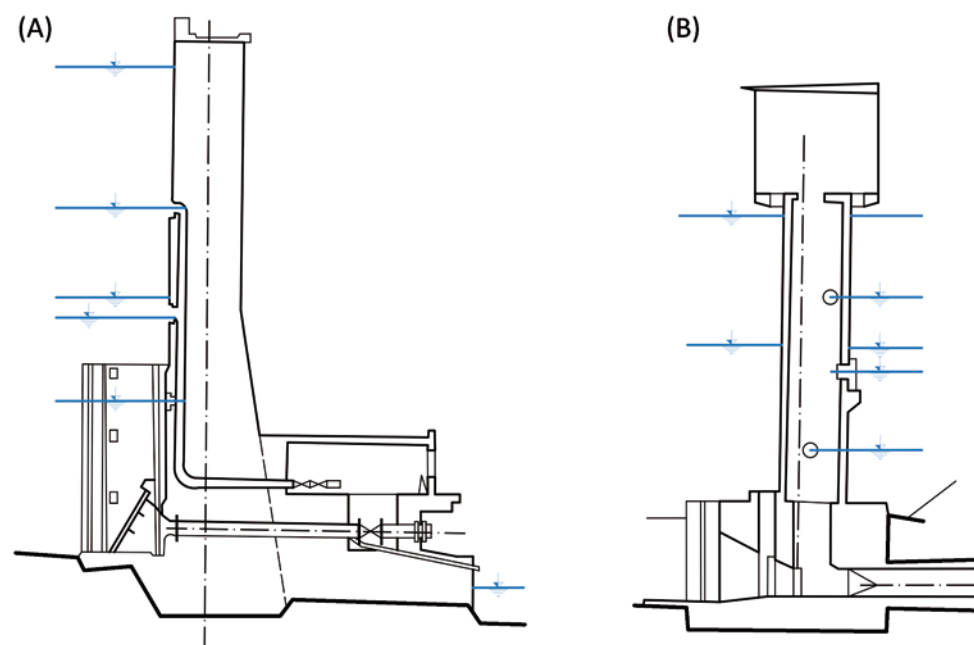


### 4.1.4.3 Odběrná zařízení

Odběry vody z vodní nádrže zajišťují obvykle hlavní účel díla. Může se jednat například o odběr pro vodárenství, průmysl, vodní elektrárnu, zemědělství apod. Účelům odběrných zařízení se přizpůsobuje jejich konstrukce a uspořádání. Při návrhu odběrného objektu se neopomíná vazba na ostatní funkční objekty a na celkové dispoziční uspořádání díla (Říha, 2006).

Odběrná zařízení mohou být umístěna (Obr. 4.34):

- v tělese přehrady,
- mimo těleso přehrady v odběrném objektu:
  - v bočním odběrném objektu, je-li umístěn v boku nádrže,
  - ve věžovém odběrném objektu, je-li ve tvaru věže v nádrži mimo přehradní těleso.



Obr. 4.34: Odběrná zařízení: (A) etážový odběr v tělese přehrady; (B) etážový věžový odběrný objekt. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1987).

Jedná-li se o odběr pitné vody, zřizují se zpravidla tzv. *etážové odběry*, avšak nemusí se vždy jednat pouze o vodárenské využití. Etážové odběry umožňují odebírat vodu z různých výškových úrovní v závislosti na její kvalitě, a proto jsou pro vodárenské účely vhodné (Říha, 2006).

Poznámka: V mnoha případech dochází k záměně pojmu „*odběrné zařízení*“ s pojmem „*manipulační objekt*“. Manipulační objekt slouží pouze k ovládní uzávěrů spodních výpustí nikoliv k odběru vody. Na Obr. 4.9 je ukázka manipulačních věží přehrady Pařížov.

### 4.1.4.4 Sdružený objekt

Jak již bylo zmíněno v úvodu (kap. 4.1.4), je možné kombinovat jednotlivé funkční objekty do jednoho tzv. *sdruženého objektu*. Důvodem je obvykle hospodárnější řešení, úspora základových prací a konstrukcí, také například úspora stavebních hmot a některé provozní výhody (Broža a kol., 1987).

Sdružený objekt může obsahovat níže zmíněné kombinace funkčních zařízení:

- spodní výpusti a bezpečnostní přeliv,
- spodní výpusti a odběr,
- spodní výpusti, odběr a bezpečnostní přeliv.

Součástí sdruženého objektu může být kromě funkčních objektů přehrady v některých případech i vodní elektrárna nebo další zařízení (Říha, 2006).

### 4.1.5 FUNKČNÍ CELKY

Z hlediska bezpečnosti a funkčnosti vodního díla musí být přehrada vybavena funkčními objekty, tzv. „*příslušenství přehrady*“ (spodní výpusti, bezpečnostní přeliv, odběrná zařízení). Příslušenství přehrady se nepovažují za části funkčního celku. Avšak objekty, které s přehradou mohou konstrukčně souviset a které splňují vlastní cílový účel nebo objekty vyvolané stavbou přehrad, jsou součástí funkčního celku. Jedná se o vodní elektrárnu, plavební komoru, lodní zdvihač, soustavu nádrží, rybí přechod apod. Přehrada může být například i součástí vodárenského celku v rámci zásobování obyvatelstva pitnou vodou a tedy článkem širší vodárenské soustavy, případně závlahového systému či průmyslových odvětví. Nejčastějším případem funkčního celku je přehrada s vodní elektrárnou (Křižanovice, Josefův Důl, Hněvkovice, Sedlice, Mohelno, Vranov), soustava spolupůsobících nádrží (Bedřichov + Rudolfovo, Pastviny + Nekoř, Seč + Padrtý + Křižanovice + Prácheň, Vltavská kaskáda) nebo součástí vodárenského celku (Želivka, Staviště, Láz, Křižanovice, Kružberk + Slezská Harta, Mostiště).

#### 4.1.5.1 VD Štěchovice

Přehrada Štěchovice (1937–1945) (Obr. 4.36) je tížná betonová, s korunovým bezpečnostním přelivem o pěti položených hrázených stavidly. K vyprázdnění celé nádrže slouží výpustný tunel o rozměrech 7 × 7 metrů umístěný v tělese hráze pod středním polem. Výpustný tunel je hrazen stavidlem. Tunel v průběhu výstavby sloužil pro proplavování lodí a vorů (Broža a kol., 2005).

Součástí funkčního celku (Obr. 4.35) vodního díla Štěchovice je plavební zařízení, středotlaká i vysokotlaká PVE a sní spojená akumuláční nádrž a vysokotlaký přivaděč (Broža a kol., 2005):

- plavební zařízení, které se skládá ze dvou plavebních komor, je umístěno u pravého břehu. Vzpěrná vrata komory svou výškou představují unikát v evropském vodním hospodářství;
- středotlaká elektrárna je situována šikmo od osy přehrady mimo těleso hráze. Vtokové objekty jsou však s tělesem v jedné přímce. Elektrárna je osazena dvěma Kaplanovými turbínami s hlností 2 × 80 m<sup>3</sup>/s a výkonem 2 × 11,25 MW při maximálním spádu;
- přečerpávací vodní elektrárna byla v době dostavby svými parametry evropským unikátem. PVE je umístěna do podzemí tak, že osa oběžného kola je více než 30 m pod úrovní hladiny spodní vody. Voda se přečerpává do uměle vytvořené betonové nádrže na kopci Homole. Akumulační nádrž Homole má bezpečnostní přeliv a vtokový objekt do vysokotlakých přivaděčů. Přivaděče jsou těsně před VE spojeny tzv. „*kalhotovým kusem*“ na jedno reverzní soustrojí typu Francis, které nahradilo původní dvě Francisovy turbíny;

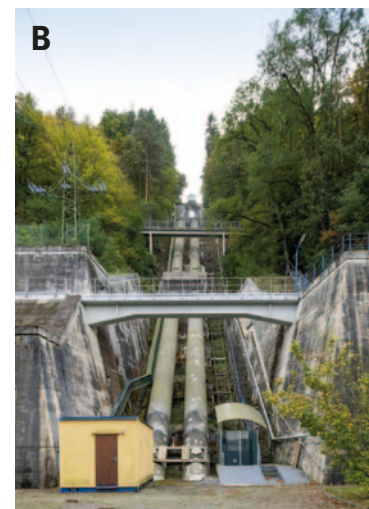


- štěchovické vodní dílo slouží také k částečnému vyrovnávání špičkových odtoků z VE Slapy a Orlík a jejich následné energetické využití. Dále slouží VD Štěchovice k zajištění podmínek pro plavbu v daném úseku toku;
- přehrada Štěchovice je součástí Vltavské kaskády.



Obr. 4.35: VD Štěchovice (1937–1945) – tížná betonová hráz. Ukázka funkčního celku – přehrada + plavební komora + vodní elektrárna. Foto Michaela Ryškové, 2020.

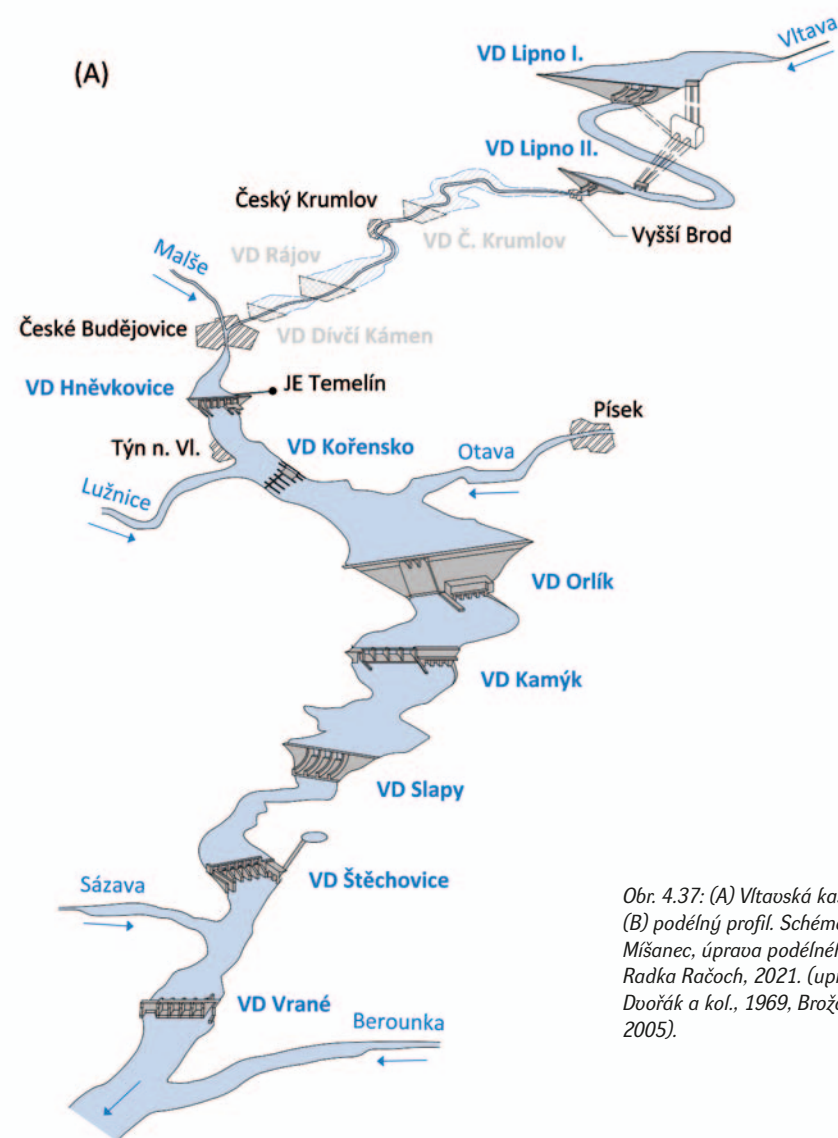
>>  
Obr. 4.36: VD Štěchovice (1937–1945) – tížná betonová hráz: (A) pohled na návodní líc; (B) – (E) přečerpávací vodní elektrárna. Foto (A) Michaela Ryškové, 2020; (B) – (E) Viktor Mácha, 2021.





#### 4.1.5.2 Vltavská kaskáda

Počátky vzniku Vltavské kaskády sahají do dob Karla IV., který uvažoval o propojení Vltavy s Dunajem. V té době bylo využití Vltavy zaměřeno především na voroplavbu a plavbu, zejména přepravu soli, kamene a dřeva. V roce 1894 zpracovala firma Lanna-Vering první ucelený projekt na splavnění Vltavy. Projekt zahrnoval 33 nízkých stupňů o výšce 2–4 m s plavebními komorami. K velkému obratu došlo po první světové válce, kdy se do hlavního zájmu plavby vměšoval nový zájem energetický, který se dynamicky uplatňoval v každé nové studii. Po druhé světové válce byla upřednostňována akumulární funkce a nadlepšování průtoků na Vltavě a dolním Labi. Nynějšími hlavními účely Vltavské kaskády jsou především účel energetický, plavební a dále je to protipovodňová ochrana, vodárenský a rekreační účel (Broža a kol., 2005; PVL, 2021).

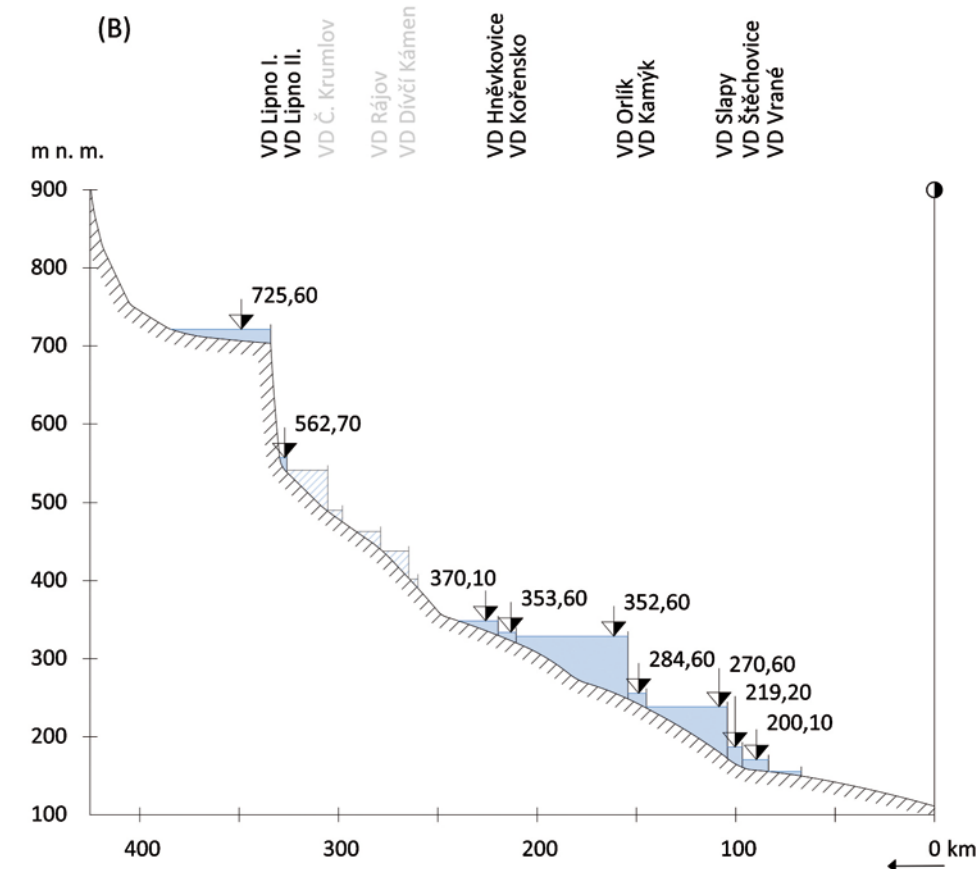


Obr. 4.37: (A) Vltavská kaskáda; (B) podélný profil. Schéma Radek Mišanec, úprava podélného profilu Radka Račoch, 2021. (upraveno dle: Dvořák a kol., 1969, Broža a kol., 2005).

Vltavská kaskáda je jedinečný funkční celek velkého rozsahu. Jedná se o soustavu devíti vodních děl na řece Vltavě, které spolupůsobí v rámci vyrovnávání špičkových odtoků z vodních elektráren a jejich následného energetického využití, dále v rámci zajištění plavby a bezpečného převádění velkých vod. Jednotlivá vodní díla jsou ceněna pro své technické řešení i architektonické ztvárnění. V širším mezinárodním kontextu jsou významná také svými parametry. Na druhou stranu bylo výstavbou zničeno mnoho přírodních a historicky cenných míst (Broža a kol., 2005; PVL, 2021).

Součástí funkčního celku Vltavské kaskády jsou:

- VD Lipno I (1952–1960), kombinovaná přehrada,
- VD Lipno II (1952–1960), zemní sypaná přehrada,
- VD Hněvkovice (1986–1991), tížná betonová přehrada,
- VD Kořensko (1986–1991), pohyblivý jez,
- VD Orlík (1954–1963), tížná betonová přehrada,
- VD Kamýk (1957–1963), tížná betonová přehrada,
- VD Slapy (1949–1957), tížná betonová přehrada,
- VD Štěchovice (1937–1945), tížná betonová přehrada,
- VD Vrané (1930–1935), pohyblivý jez.





#### 4.1.6 HODNOCENÍ Z POHLEDU PAMÁTKOVÉ PÉČE NA KONKRÉTNÍCH PŘÍKLADECH

Přehradní stavby obecně jsou významnými krajinnými prvky, jež vytvořily nové obrazy krajinných celků, které jsou někdy dokonce působivější než původní krajinný rámeček. Vlastní tělesa hrází tvoří zároveň nové pohledové dominanty údolí pod nimi. Přestože jejich monumentalita vyvstane zejména v pohledu z ptačí perspektivy, i vlastní stavby (zejména) zděných a betonových hrází a funkčních objektů se staly pohledovými dominantami údolí pod nimi a významně utvářejí identitu místa.

Míra uplatnění přehradní hráze i vlastní vodní plochy v obrazu krajiny je podmíněna modelací krajiny, charakterem krajinného pokryvu – a tedy potenciálem vyhlídkových míst – i (ne)přístupností některých míst v blízkosti přehradní hráze nebo hráze jako celku.

Vybudování přehrad je téměř vždy spojeno s likvidací sídel i jednotlivých staveb, zejména v případě největších vodních nádrží (Nechranice, Orlický, Lipno). Současně však často znamená impuls urbanistického rozvoje na březích vodní nádrže, pokud není určena výhradně pro vodárenské či technologické účely. Může jít o náhradu zatopené obytné zástavby, která byla sice někdy realizována v bližších či vzdálenějších městech, ale jindy na okrajích nezatopených částí vsí či v nových polohách. Někdy šlo o urbanisticky pozoruhodné koncepční celky (Bítov, Kníničky, Nové Zvírotice). Na březích rekreačně využívaných přehrad často vyrostly rekreační areály pro ubytování i stravování, někdy zajímavě urbanisticky a architektonicky řešené, či spojené s krajinářskými úpravami na březích – a rovněž chatové oblasti, které stavební kulturu naopak postrádají. Specifický krajinný kontext se váže k vodárenským nádržím, jejichž prostor i okolí jsou veřejnosti nepřístupné a z ochranných důvodů lemuje jejich břehy záměrně vysázený široký prstenec lesní zeleně.

Přehradní hráze jsou z logiky věci situovány ve volné krajině, daleko od měst či vesnic. Opačné případy jsou spíše výjimečné. Jde například o vodní nádrž Znojmo, kde je kontakt s městskou vedutou poměrně bezprostřední a hráz se výrazně uplatňuje i při pohledech z řady míst starého města. Asi nejvýraznějším případem je vodní nádrž Mšeno, vybudovaná v sousedství městyse Mšeno nad Nisou a města Jablonce nad Nisou, jejichž nová výstavba vodní plochu obklopila na téměř všech stranách, a rovněž architektonicky výrazná hráz je nedílnou součástí intravilánu. U takových vodních nádrží a jejich hrází můžeme dokonce mluvit o hodnotách nejen krajinných, ale i urbanistických.

Zděné přehrady přelomu 19. a 20. století převzaly romantizující jazyk středověké architektury (Mšeno; Labská; Bedřichov – Rudolfovo; Harcov; Fojtka a Mlýnice; Pařížov; Jezeří; Kamenička; Les Království). Novorenesanční vlivy jsou patrné na hrázi přehrad Janov nebo u domu hrázného přehrad Bystřička. U pozdních zděných přehrad převládala forma ovlivněná architektonickou modernou a funkcionalismem (Seč, Husinec, Sedlice). Betonové přehrad vyžily možnosti stavebního materiálu (Vranov, Brno aj.) a postupně byly jejich formy směřovány k vyjádření monumentálnosti nekompromisního technického díla (Kružberk; Klíčava; Vír I, Vír II; Křimov, Slapy, Orlický; Fláje; Vrchlice aj.). V případě zemních přehrad je uplatnění architektonických záměrů limitováno charakterem hráze.

Krajina přehradních nádrží je v nejnovější typologii historické kulturní krajiny vymezena jako samostatný typ, který v některých případech může vykazovat významné kulturní hodnoty.

##### 4.1.6.1 VD Les Království

Přehrada Les Království, známá také jako „Nad Dvorem Králové“, Bílá Třemešná“ nebo „Tešnov“, vznikla na základě podnětu výstavby přehrad na horním toku Labe po katastrofální povodni v červenci roku 1897, kdy byl roku 1903 zadán zákonný podklad pro zahájení soustavné regulace Labe od Špindlerova Mlýna do Jaroměře. Hlavním účelem vodního díla je zmírnění průchodu povodňových průtoků, dále pak výroba elektrické energie ve vodní elektrárně pod hrází a zlepšování průtoků v Labi. Přehradní těleso je tížného typu, vyzdžené z pískovcového kamene na cemento-trasovou maltu, s poloměrem křivosti 200 m (Broža a kol., 2005).

**Časové určení / doba vzniku:** 1910–1919

**Autorství:** Ing. arch. Jaroslav Valečka

**Památková ochrana:** KP (1958), NKP (2010)

**Rekonstrukce:**

**1922** – První utěšňování puklin na levém úbočí cementovou injektáží z vrtů před návodním lícem přehrad (snížení průsaků o 50 %). Po uvedení VE do provozu a zvýšení hladiny se průsaky opět zvýšily.

**1929** – Provedeno opětovné utěsnění levého boku údolí cementovou injektáží horniny v okolí obtokového tunelu a následně výstavba 24 m vysoké levobřežní těsnicí zdi, vedené proti vodě do vzdálenosti 182 m od návodního líce přehrad, pro zamezení vstupu vody z nádrže do skalního úbočí.

**1937–1938** – Prodloužení těsnicí betonové zdi podzemní stěnou vedenou kolmo do stráně (šířka 2 m, délka 95 m) z důvodu dalších průsaků.

**1952–1959** – Generální oprava a rekonstrukce hrázové spodní výpusti s výměnou potrubí. Výstavba nového vývaru pod výpust. Rekonstrukce přivaděče vody na vodní elektrárnu náhradou dvou potrubí – jedním o průměru 2,6 m. Zrušení spodní výpusti v pravém obtokovém tunelu a zabetonovaná jeho protivodní část.

**1992–1993** – Rekonstrukce výpustí v levém obtokovém tunelu. Do tří litinových rour o průměru 1,1 m byly vloženy nové ocelové roury o průměru 1 m a vyměněno bylo všech šest šoupátkových uzávěrů.

**1996–1997** – Dotěsnění podloží pískovců na pravém boku údolí. Provedena těsnicí clona cementovou a chemickou injektáží polyuretany ve dvou řadách vrtů hlubokých až 30 m z kontrolní chodby a v nově zřízené injekční štolě ke snížení průsaků.

**1998–1999** – Zvětšena hloubka vývaru hrázové spodní výpusti o 2,5 m a odolnost zvýšena vložením nové železobetonové vany.

**2005–2006** – Obnova spodní výpusti v pravém obtokovém tunelu.

**2018–2019** – Rekonstrukce domu hrázného, obou průjezdových bran a levé šoupátkové věže. S ohledem na památkovou ochranu byly při rekonstrukci budov použity materiály a stavební prvky, které odpovídaly historickým originálům, stejně tak jako tradiční stavební postupy (Broža a kol., 2005).

**Hodnocení:**

**Hodnota typologická:**

- **Výjimečné parametry stavební a technologické části:** Přehrada Les Království je výjimečná počtem spodních výpustí a počtem bezpečnostních přelivů. Vodní dílo má celkem 5 spodních výpustí. Hrázová spodní výpust o průměru 2 000 mm, situovaná při levém úbočí, je na vtoku hrážena ocelovou tabulí a na výtoku segmentovým uzávěrem. V šachtě do levého obtokového tunelu jsou umístěny tři spodní výpusti o průměru 1 000 mm, každá z nich je hrážena dvojicí šoupátkových uzávěrů. V šachtě do pravého tunelu, která je pod domkem hrázného, je umístěna jedna výpust o průměru 1 800 mm s nožovým šoupátkem a klapkovým a segmentovým uzávěrem. Přehrada má dva nehrazené bezpečnostní přelivy šachtové a jeden nehrazený korunový v tělese hráze (Broža a kol., 2005).
- **Výjimečnost výskytu v ČR:** Jako jediná přehrada v ČR má 5 spodních výpustí a 3 bezpečnostní přelivy. Obvykle mají velké přehrad dvě spodní výpusti a jeden nebo dva bezpečnostní přelivy (Broža a kol., 2005).



**Hodnota technologického toku:** Funkční celek tvoří přehrada s vodní elektrárnou. Součástí systému protipovodňové ochrany na horním toku Labe.

**Hodnota autenticity:**

- **Autenticita funkce:** Stavba slouží původnímu účelu a její účel nebyl za dobu jejího působení nijak rozšířen.
- **Autenticita formy:** Negativně jsou hodnoceny dvě betonové přístavby z 50. let 20. století na návodní straně.
- **Autenticita hmoty / materiálu:** VD Les Království prošlo za více než 100 let provozu značným množstvím rekonstrukcí. Rekonstrukce, které se týkaly budov, byly provedeny s ohledem na památkovou ochranu. Při rekonstrukci budov byly použity materiály a stavební prvky, které odpovídaly historickým originálům, stejně tak jako tradiční stavební postupy. Některé rekonstrukce (např. rekonstrukce vývaru hrázové spodní výpusti) zcela pozměnily jeho původní návrhové parametry. Mnoho rekonstrukcí není na první pohled patrných a sloužily k zabezpečení spolehlivé funkčnosti vodního díla. Částečně byl však použit nepůvodní materiál.
- **Autenticita technického zařízení:** Technická zařízení přehrady Les Království podstoupila spoustu rekonstrukcí a výměn. Některá zařízení jsou stále původní, jiná s rozsáhlými opravami, případně vyměněná za nová.
- **Autenticita technologického provedení:** Částečně byla použita novodobá technická řešení. (Broža a kol., 2005).

**Hodnota architektonická:** S nástupem zděných přehrad na konci 19. století se v projektování hrází začalo uplatňovat hledisko estetické. Zděné přehrady převzaly historizující architektonické tvarosloví, uplatňované v průmyslové architektuře a na technických stavbách. Romantizující tvarosloví středověku, inspirované hrady s dominantami věží a mohutnými hradebními zdmi završenými cimbuřím, bylo v případě přehrad zasazeno v kulisách malebných přírodních scénérií (Mšeno, Fojtka, Mlýnice, Harcov, Pařížov aj.). Přehrada Les Království je velmi výpravným uplatněním těchto estetických a architektonických forem. Dominantními prvky souboru jsou dvě brány na koruně hráze rámuující korunový přeliv, válcové šoupátkové věže s cimbuřím a dům hrázného. Kamenné zdivo objektů a obklad hráze, kombinující kyklopské zdivo s opracovanými kvádry, doplňují řemeslně zpracované architektonické detaily. Elektrárna v duchu architektonické moderny je mladší vrstvou, citlivě doplňující původní soubor.

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Díky svému historizujícímu pojetí se přehradní stavba (s elektrárnou a doprovodnými stavbami) stala velmi výrazným krajinnotvorným prvkem, který se uplatňuje jak při pohledu přes vodní hladinu, tak zejména z údolí pod hrází a z prostoru vlastní hráze i komunikací na ni vedoucích. Vznik hráze umožnil získat nové silniční spojení Bílé Třemešné s levobřežním územím. Uplatnění přehradní hráze v širším krajinném rámci je kvůli sevření v zalesněném údolí omezené. To platí také o celé vodní ploše, která je sice poměrně dlouhá, ale vyjma úseku při hrázi velmi úzká. Kromě mlýna v prostoru hráze nedošlo k zaplavení žádných dalších sídel či staveb.

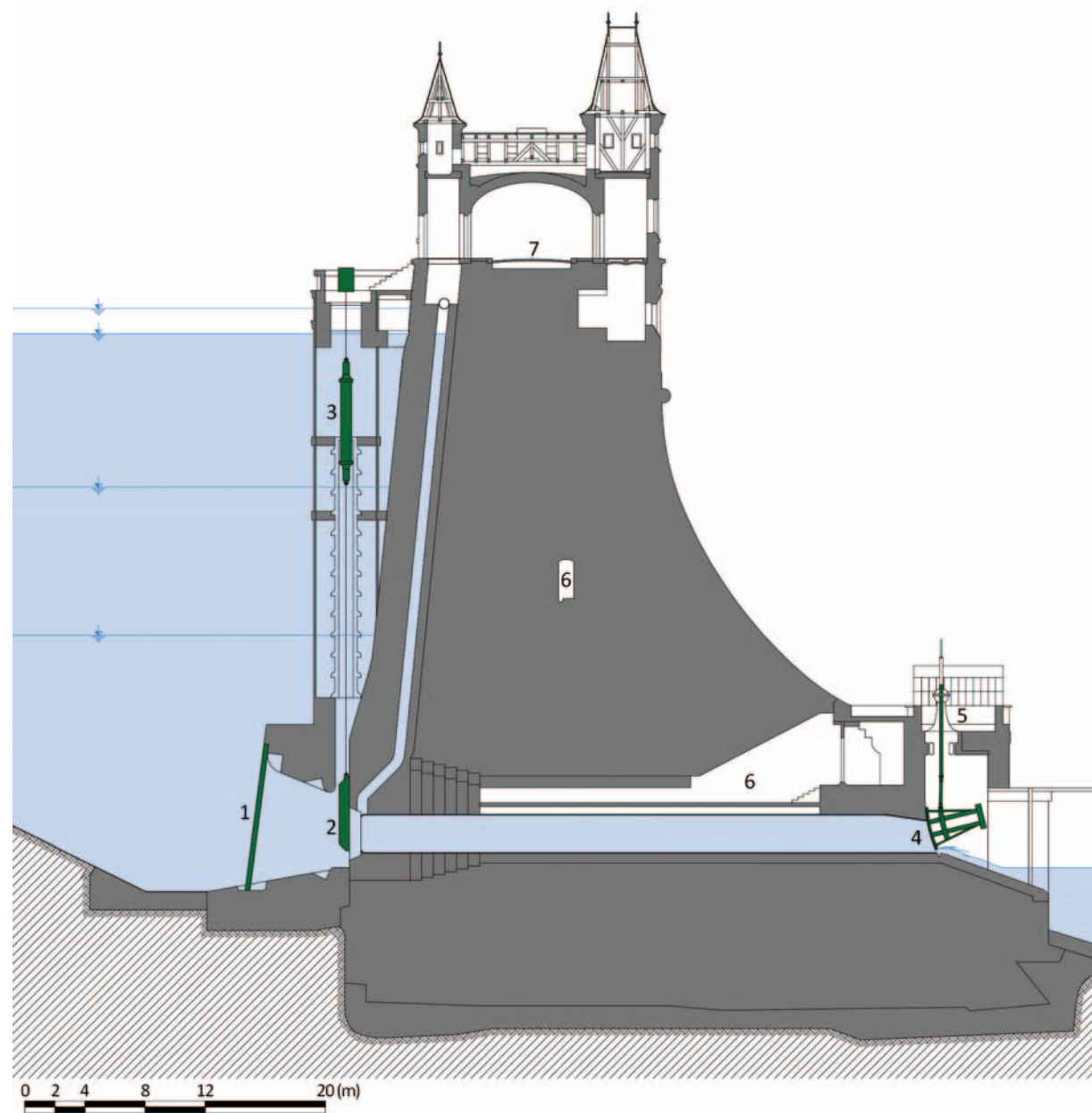


Obr. 4.38: Přehrada Les Království (1910–1919) – tížná zděná přehrada. Foto Viktor Mácha, 2020.



Obr. 4.39: Přehrada Les Království (1910–1919): (A) budova vodní elektrárny; (B) šoupátková věž pro ovládání spodních výpustí v levém obtokovém tunelu, v pozadí domek hrázného. Foto Viktor Mácha, 2020.





Obr. 4.40: Přehrada Les Království (1910–1919) – příčný řez hráze v místě spodní výpusti: 1 – česle, 2 – tabulový uzávěr, 3 – ovládání tabulového uzávěru, 4 – segmentový uzávěr, 5 – ovládání segmentového uzávěru, 6 – revizní štola, 7 – koruna hráze. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: archív Povodí Labe).

#### 4.1.6.2 VD Slapy

Výstavba přehrady Slapy probíhala v letech 1949–1957. Přehrada Slapy je tížná betonová, o výšce nad základem 67,5 m a délkou 260 m v koruně hráze. Korunový bezpečnostní přeliv o čtyřech polích je hrazený zdvižnými segmenty. Na konci přelivu jsou umístěny železobetonové rozrážeče. Přehrada má dvě spodní výpusti o průměru 4 000 mm. V tělese hráze je šest revizních chodeb ve čtyřech různých úrovních. Z nejnižší položené injekční chodby byly provedeny injekční clony 15–30 m hluboké. Ze zmíněné injekční chodby je možné vidět zavázání přehrady do skalního úbočí. VD je zajímavé především pro netradiční řešení vodní elektrárny, která je přelévána. Hlavním účelem VD je využití průtoku a spádu k výrobě špičkové energie a dále nalepšování průtoků na dolní vltavsko-labské plavební trati. Dalšími účely jsou odběry pitné a průmyslové vody, regulace povodňových průtoků, sport a rekreace (Broža a kol., 2005).

**Časové určení / doba vzniku:** 1949–1957

**Autorství:** Ing. Libor Záruba-Pfeffermann

**Památková ochrana:** –

**Rekonstrukce:**

**2011** – Modernizace a kompletní rekonstrukce turbogenerátoru TG3 (NAŠE VODA, 2021).

**2018–2020** – Modernizace a kompletní rekonstrukce turbogenerátorů TG1, zahrnovala také výměnu komory oběžného kola a nástavce savky TG1, dále opravu statoru generátoru, opravu pólů rotoru a chladicího okruhu blokového transformátoru. Byla také provedena modernizace ovládací hydrauliky (HN, 2019).

**2021–dosud** – Modernizace a kompletní rekonstrukce turbogenerátorů TG2, která zahrnuje výměnu komory oběžného kola, kompletní výměna turbíny a její regulace. Dále oprava statoru generátoru, pólů rotoru i chladicího okruhu blokového transformátoru. Obnovení vnitřního ochranného nátěru ocelového tlakového přiváděče k turbíně dlouhého více než 50 metrů a o průměru 5 metrů. Bude také provedena modernizace ovládací hydrauliky (NAŠE VODA, 2021).

**Hodnocení:**

**Hodnota typologická:**

- **První svého druhu:** Při výstavbě vodního díla Slapy bylo realizováno netradiční řešení vodní elektrárny. Poprvé byla v ČR postavena přelévána vodní elektrárna umístěná v bezprostředním kontaktu s tělesem hráze pod přelivem. Poprvé zde byly také provedeny železobetonové rozrážeče na konci přelivu, ukončující střechu vodní elektrárny. V té době se jednalo o dílo ojedinělé i v rámci Evropy. Korunové přelivy jsou u VD Slapy nazývány také jako „skokanské můstky“ (Broža a kol., 2005), (PVL, 2021).
- **Výjimečné konstrukční řešení/použití dané technologie:** Netradiční řešení s přelévanou vodní elektrárnou a železobetonovými rozrážeči na konci přelivu. V té době se jednalo o dílo ojedinělé i v rámci Evropy (Broža a kol., 2005).

**Zajímavost:** Slapské plavební zařízení by podle navrhovaného projektu využívalo netradiční řešení rotačního lodního zdvihadla, kdy se lodní žlab pohyboval po jedné nosné kolejnici ve tvaru šroubovice. Dalším netradičním řešením bylo zdvihadlo s tlačnými řetězy, které je chráněno patentem. Z finančních důvodů a časové tísně však nebylo navržené plavební zařízení realizováno. Nyní se malá plavidla do 3,5 tun převážejí před VD Slapy na speciálních vlecích tažených traktorem (Broža a kol., 2005), (PVL, 2021).



**Hodnota technologického toku:** Přehrada s vodní elektrárnou tvoří jeden funkční celek. Přehrada je také součástí Vltavské kaskády a spolupůsobí s dalšími nádržemi, tedy je součástí dalšího funkčního celku.

#### Hodnota autenticity:

- **Autenticita funkce:** Stavba slouží původnímu účelu a její účel nebyl za dobu jejího působení nijak rozšířen.
- **Autenticita formy:** Zachována.
- **Autenticita hmoty / materiálu:** Zachována; přehrada je bez rozsáhlejších rekonstrukcí.
- **Autenticita technického zařízení:** Technická zařízení prošla výraznou rekonstrukcí a modernizací a byla nahrazena za nová, případně modernější. Rekonstrukce sloužily především k prodloužení životnosti a zvýšení efektivity vodní elektrárny.
- **Autenticita technologického provedení:** Částečně byla použita novodobá technická řešení.

**Hodnota architektonická:** Přehrada Slapy, stavebně spojená s vodní elektrárnou v jeden celek, je jednou z architektonicky a výtvarně nejpůsobivějších betonových tížných přehrad. Poválečné směřování k akcentování monumentální formy technického díla zde bylo podpořeno architektonickým ztvárněním forem, spočívajícím v rytizaci vzdušného líce a modelaci korunových přelivů a skluzů završených rozrážeči vody nad střechou elektrárny. Celek dotváří architektonické detaily, např. ve formě originálních sloupů veřejného osvětlení osazené na pilířích zábradlí.

Autor projektu, Ing. Libor Záruba-Pfeffermann, byl hlavním inženýrem Hydroprojektu a držitelem patentů v oblasti vodních staveb a strojů.

**Hodnota uměleckohistorická:** Do blízkosti elektrárny byla ze zatopené oblasti přenesena socha sv. Jana Nepomuckého.

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Výstavba vodního díla Slapy znamenala radikální zásah do krajiny středního Povltaví, zejména vlastního hlubokého vltavského kaňonu, který představoval zcela mimořádné krajinné hodnoty minimálně v rámci střední Evropy. Zatopena byla i řada menších vsí, vísek, mlýnů a dalších samot, zejména Přívozec, Buzice, Byčice, Bučily, Záběhllice, Zvírotice (část), Županovice (část), Oboz, Sejce, Ústí, Živohošť (kostel zůstal nad hladinou), Královská a Ždán. Náhradou za to vznikl nový obraz krajiny s dominantním působením vodní plochy, která se velmi výrazně uplatňuje při pohledech k vyhlídkovým míst.

Díky primárnímu rekreačnímu určení nádrže vznikla na jejích březích řada nových rekreačních areálů a zařízení (Ždán, Nová Rabyň, Nová Živohošť) a nová obytná výstavba. Nejpozoruhodnějším koncepčním počinem jsou Nové Zvírotice, na počátku 50. let 20. století jednotně založená vesnice náhradou za starou ves, z velké části zatopenou nádrží Slapské přehrady. Jde o jedinou vesnici u nás, jejíž architektura je koncipována v tzv. socialistickém historismu. Vesnice byla založena se snahou navázat na principy tradiční vesnice. Prosté štítově orientované domy se vesměs dochovaly i s původní jednoduchou štukovou výzdobou, inspirovanou jihočeským rustikálním barokem, ale i se zcela soudobými motivy (traktor). Velká svažitá obdélná náves vzdáleně připomíná jihočeské Hološovice. Jde o unikátní a dosud téměř intaktně dochovaný příklad novodobého vesnického sídla, které zajímavě navázalo na starší tradici (Kuča, 2020).

Vlastní přehradní hráz je velmi výrazným krajinným prvkem, který se v obrazu krajiny dominantně uplatňuje a lze jej velmi dobře vnímat i díky vedení silnice spojující obě strany vltavského údolí a též díky tomu, že nedaleko od hráze leží přístaviště říčních parníků z Prahy. Krajinu přehradní nádrže Slapy lze dobře poznávat i prostřednictvím pravidelné prázdninové linky osobní lodní dopravy od hráze po Novou Živohošť.



Obr. 4.41: Přehrada Slapy (1949–1957) – tížná betonová přehrada, korunový bezpečnostní přeliv o čtyřech polích hrazený zdvižným segmentem. Foto Viktor Mácha, 2021.



Obr. 4.42: Přehrada Slapy (1949–1957) – tížná betonová přehrada, pohled na návodní líc. Foto Viktor Mácha, 2021 a Michaela Ryšková, 2020.



#### 4.1.6.3 Obecné shrnutí zásad hodnocení přehrad

Při hodnocení přehrad z pohledu památkové péče je důležité zaměřit se především na typologická kritéria, která vyzdvihují hodnoty dané stavby z pohledu stavebního a technologického provedení, míru autenticity a kvalitu architektonického zpracování, kterému byla zejména u přehrad z kamene a betonu věnována plná pozornost. Při posuzování historického významu přehrad je důležité posuzovat jejich vliv po proudu a proti proudu vodního toku odlišnými pohledy, které zpravidla mají rozdílné dopady, ať už pozitivní nebo negativní. (Douet, 2018)

Některá **obecná hodnoticí kritéria** jsou při hodnocení přehradních staveb irelevantní (*stavební stav, stav ve vazbě na technologii, stávající funkčnost*) nebo méně významné (*autenticita funkce a hodnota nového využití*). Vzhledem k tomu, že všechny přehrady (s výjimkou Bílé Desné) jsou funkční a v provozu (*autenticita funkce* je tedy zachována), k čemuž také potřebují kompletní technologické vybavení, nemá smysl je v tomto směru hodnotit. V případě vyřazení z provozu musí být přehrada upravena tak, aby nemohla být zdrojem potenciálních škod v povodí, což obvykle znamená rozebrání podstatné části hráze (vzdouvacího objektu).

Při posuzování památkové ochrany a jejího rozsahu je třeba primárně zohlednit bezpečnost a funkčnost přehrady. Ochrana se může týkat jak díla jako celku, tak pouze dílčích částí. Ochrana vodního díla by neměla omezovat funkčnost díla (například některé typy uzávěrů se již nevyrábějí). Z dlouhodobé zkušenosti vyplývá, že je dobré mít k dispozici dvě nezávislé spodní výpusti, ačkoli řada starších vodních děl je vybavena pouze jednou. Tam, kde je to možné, se spodní výpusti doplňují. Nežádá se snaha průměr spodní výpusti zvětšit, a dosáhnout tak na lepší podmínky pro manipulaci s hladinou vody v nádrži (např. rychlejší povyprázdnění nádrže při povodni). Při rekonstrukcích přehrad je obvykle vyžadováno, aby navržené řešení respektovalo aktuální platné předpisy (např. požadavek na šířku komunikace na koruně hráze může vést k rozšíření koruny hráze) (Špano a kol., 2021).

#### 4.1.7 REGISTR LOKALIT

Název	Období výstavby	Typ hráze	Typ ochrany	Chráněno od	Rejstříkové číslo USKP	Název prvku dle Památkového katalogu	Okres
VD Bílá Desná	(1911–1915)	zemní sypaná	KP	08. 04. 1998	11290/5-5756	přehrada	Jablonec nad Nisou
VD Bystřička	(1908–1912)	tížná zděná	KP	23. 09. 2003	100560	přehrada Bystřička	Vsetín
VD Fláje	(1951–1963)	betonová pilířová	KP	09. 06. 1987	43165/5-5080	přehrada	Most
VD Fryšták	(1935–1938)	zemní sypaná	KP	04. 07. 1997	11849/7-8782	přehrada Fryšták	Zlín
VD Harcov	(1902–1904)	tížná zděná	KP	30. 12. 1987	43960/5-5244	přehrada	Liberec
VD Hracholusky	(1959–1946)	zemní sypaná	-	-	-	-	Plzeň-sever
VD Janov (Hamerská)	(1911–1914)	tížná zděná	KP	09. 06. 1987	42697/5-5079	přehrada	Most
VD Jezeří	(1902–1904)	tížná zděná	KP	18. 06. 1963	42932/5-302	přehrada	Chomutov
VD Les Království	(1910–1919)	tížná zděná	KP NKP	18. 04. 1964 01. 07. 2010	24486/6-3435 349	přehrada a vodní elektrárna Tešnov Vodní elektrárna - přehrada Les Království v Bílé Třešně	Trutnov
VD Mariánské Lázně	1896	tížná zděná	-	-	-	-	Cheb
VD Mšeno	(1906–1909)	tížná zděná	KP	23. 11. 1987	43939/5-5219	přehrada	Jablonec nad Nisou
VD Orlík	(1954–1963)	tížná betonová	-	-	-	-	Příbram
VD Pařížov	(1909–1913)	tížná zděná	KP	12. 06. 1986	28234/6-4750	přehrada - přehradní hráz včetně přepadového systému	Chrudim
VD Sedlice	(1921–1927)	tížná zděná	KP	23. 11. 2012	104938	hráz vodní nádrže Sedlice	Pelhřimov
VD Slapy	(1949–1957)	tížná betonová	-	-	-	-	Praha-západ
VD Štěchovice	(1937–1945)	tížná betonová	-	-	-	-	Praha-západ
VD Vrchlice	(1966–1970)	klenbová betonová	-	-	-	-	Kutná Hora
VD Znojmo	(1962–1965)	kombinovaná	-	-	-	-	Znojmo

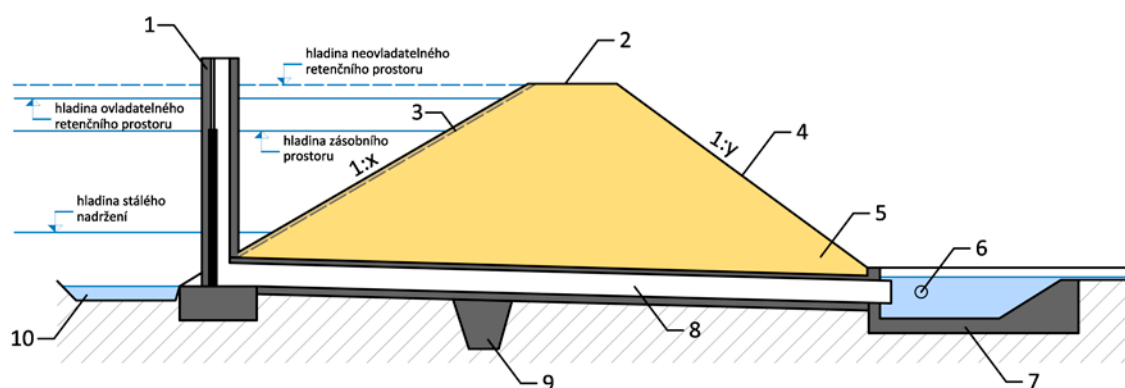


## 4.2 MALÉ VODNÍ NÁDRŽE

**Malé vodní nádrže** jsou vodní díla podle vodního zákona č. 254/2001 Sb. v ustanovení § 55, odst. 1. Dle platné normy ČSN 752410 (ČSN, 2011) jsou malé vodní nádrže objekty se sypanou hrází, s objemem nádrže do 2 mil. m<sup>3</sup> (ovladatelný prostor) a maximální hloubka je 9 m (hráz cca 10 m). Samotný termín „**rybník**“ se v českém jazyce z minulých dob vžil jako označení pro většinu malých vodních nádrží, ať již sloužily k chovu ryb či nikoliv. V dnešní době je toto označení využíváno především ve spojitosti s produkční funkcí dle zákona o rybářství č. 99/2004 Sb. v § 2, písm. c) jako označení pro vodní dílo, „*kteřé je vodní nádrží určenou především k chovu ryb, ve kterém lze regulovat vodní hladinu, včetně možnosti vypouštění a slovení; rybník je tvořen hrází, nádrží a dalšími technickými zařízeními*“.

Každá malá vodní nádrž (MVN) má v současnosti manipulační řád – soubor předpisů, zásad a směrnic, jak manipulovat s vodou ve vodním díle a účelně s ní hospodařit. Dále obsahuje informace o stavbě (schémata, nákresy, grafy), průtocích, provozovateli a uživateli, době napouštění a vypouštění, objemu vody, zátopové ploše, vodní ploše a katastrální výměře. Dále k provozu patří i provozní řád – soubor předpisů, směrnic a pokynů pro obsluhu všech zařízení vodního díla. Každá MVN je zařazena dle posudku do kategorie I. až IV. a dle tohoto zařazení je třeba zajistit technickobezpečnostní dohled nad vodním dílem (dle § 61, 62 vodního zákona č. 254/2001 Sb.).

Prostor nádrže je vzhledem k jeho technickým parametrům členěn na několik částí, jež jsou od sebe odděleny hladinami. Rozlišujeme: **Stálý prostor** (též mrtvý), jenž sahá k nejnižšímu místu vtoku do výpustě, u rybochovných nádrží tento prostor většinou chybí. **Zásobní prostor**, který sahá ode dna až k normální hladině. Je určen pro zásobu vody pro různé využití dle funkcí nádrže. **Retenční** (též ochranný) **prostor**, který je určen k zadržování velkých vod a zploštění povodňových vln. Hladina ovladatelného prostoru vymezuje retenční prostor, který lze v nádrži regulovat prostřednictvím výpustních zařízení. Jakmile hladina dosáhne hrany bezpečnostního přelivu, množství vody v nádrži již nelze bezpečně ovládat (Obr. 4.43).



Obr. 4.43: Obecné schéma nádrže: 1 – výpustní zařízení (požerák), 2 – koruna hráze, 3 – návodní strana, 4 – vzdušná strana, 5 – patní drén, 6 – potrubní jáma, 7 – vývar, 8 – výpustné potrubí, 9 – zavazovací ostruha, 10 – mrtvý prostor. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: MZE, 2015).

### 4.2.1 HISTORIE RYBNÍKŮ

První zmínky o zakládání rybníků ve střední Evropě pocházejí z raného a vrcholného středověku, přičemž nejstarší zmínka o rybnících na území dnešního Česka je uvedena v dodatcích Kosmovy kroniky z roku 1034. Hojně zmiňovaná je rovněž zakládací listina Kladubského kláštera (z roku 1115), ve které panovník Vladislav I. věnuje klášteru pozemky na zakládání rybníků. Tato listina je však falzem ze 13. století. Jak ukazují tyto písemné zmínky, vznik prvních rybníků na našem území je připisován působení mnišských řádů (benediktýnů a cisterciáků). Nicméně archeologické výzkumy ukazují, že první malé nádrže mohly být běžnou součástí venkovského osídlení již v 10. století. Zpočátku rybníky vznikaly na menších potocích nebo říčkách a technicky nebyly nikterak složité, jednalo se vlastně o zemní hráze na menších vodních tocích. Často se označovaly také jako stavy, jež byly hojně využívány především pro potřeby vodních mlýnů. Již od svého vzniku byly MVN spíše víceúčelovou vodní stavbou. Kromě chovu ryb sloužily i jako retenční nádrže, zmiňovaný zdroj energie pro pohon mlýnů, pil, hamrů a důlních zařízení nebo jako zdroj pitné a užitkové vody s protipožární funkcí. Postupem času se zejména z rybníkářství stala výnosná ekonomická záležitost, výstavba přešla na šlechtu a města a rybníky se začaly osazovat kapry, žádanými i v sousedním Německu. Díky ekonomickým výnosům se rybníkářství stalo v 15. a 16. století symbolem Českých zemí a jejich celková rozloha na území Česka je odhadována až na 180 000 ha. Rybníkářství se i díky známému spisu biskupa Jana Dubravia („De piscēs“) z roku 1559 šířilo dále do zahraničí. V tomto období tak byly rybníky úspěšně budovány i na území Německa, Polska či Rakouska. Ve zlaté éře budování rybníků měly tyto nádrže také značný sociální a kulturní přesah. Staly se určitým symbolem moci a jejich vlastnictví bylo často spojeno se slavnými šlechtickými rody. Na úkor rybníků byla zatopena nejen zemědělská půda, ale někdy i části vesnic. Poddaní se museli podílet na opravách a údržbách rybníků v rámci svých robotních povinností. Rozmach budování rybníků se již na počátku 17. století pomalu začíná chýlit ke konci. Zájem o ryby klesal a po třicetileté válce nebyly finance na obnovu zanedbaných rybníků, některé se tak přirozeně zazemnily či padly za obětí povodňovým událostem. Většina se však začala postupně vysušovat, především za účelem zisku orné půdy či luk v rámci intenzifikace zemědělské výroby. Rušení rybníků vyvrcholilo v 18. a 19. století. Zřetelně je jejich úbytek vidět při porovnání map I., II. a III. vojenského mapování. Z původního rozsahu zanikly asi dvě třetiny rybníků. Ve druhé polovině 20. století se odhaduje celkovou výměru rybníků na 51 800 ha, přičemž toto číslo se do současnosti příliš nezměnilo a to i přes to, že v rámci dotačních programů byly v posledních letech některé rybníky obnoveny (Pavelková a kol., 2014). Současný počet rybníků na území ČR je pouze odhadován na 22 až 24 tisíc (dle některých zdrojů až 30 tisíc).

Největším rybníkem na území Čech byl rybník Blato, v minulosti též zvaný Blatské jezero (1733 jiter – 996 ha, původně snad ještě více), jenž byl součástí komplikované rybníční soustavy na Poděbradsku a Nymbursku. Rybník Blato, vybudovaný asi ve druhé polovině 15. století, zanikl ve druhé polovině 18. století. Vzhledem k rovinatému terénu byl rybník mělký, místy měl v podstatě charakter bažinatých ploch (odtud patrně jméno). Další tři rybníky (Úslavický, Vyhříd a Vepřík) byly od Blata odděleny jen hrázemi. Rybník byl napájen dosud částečně zachovaným Sánským kanálem zbudovaným pro napájení rybníků poděbradského panství v 15. století (též zvaným Lánská strouha). Kanál obcházel plochu rybníka po jeho jihozápadním břehu i několika přirozenými vodotečemi (Blatnice). Rybník měl několik hrází a výpustí – hlavní byla krátká hráz v místě výtoku Blatnice, na silnici mezi Kouty a Netřebicemi, opatřená údajně na splavu kamenným mostem (dnes zaniklým). Další byly jižně od Kout a u Pátku. Nyní je plocha využita jako pole a hráz je patrná jen v některých úsecích. Jeho tvar je zřetelný u Senic, vlevo od silnice Poděbrady – Jičín. Název rybníka je zachován v místních názvech zdejších polí a luk (Elleder a kol., 2020).



## 4.2.2 DĚLENÍ MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ (MVN)

### 4.2.2.1 Dělení MVN podle funkce

- **Zásobní** nádrže – zadržují ve svém zásobním prostoru dostatečné množství vody, které je využitelné v době jejího nedostatku (např. vodárenské, průmyslové, závlahové, energetické, kompenzační, zálohové atd.).
- **Ochranné (retenční)** nádrže – chrání před negativními účinky velkých vod tím, že ve svém ochranném prostoru zachycují povodňové průtoky, a tím částečně transformují povodňové vlny (např. suché a polosuché nádrže, protierozní, dešťové, poldr\* atd.).
- **Nádrže upravující vlastnosti vody** – řízeně se v nich upravují chemické, biologické či fyzikální vlastnosti vody (např. chladicí, usazovací, provzdušňovací biologické nádrže atd.).
- **Rybochovné nádrže** – rybníky, účelové nádrže pro chov ryb (např. líhňové, třecí, plůdkové, výtažníky, komorové, mateční, sádky a karanténny).
- **Hospodářské nádrže** – účelové nádrže pro plnění konkrétních hospodářských funkcí (např. požární, pro chov drůbeže, napájecí a plavící nádrže, výtopové zdrže, limanové zdrže, revitalizační nádrže).
- **Provozní nádrže** – nádrže různého typu pro provozní potřeby (např. přečerpávací, recirkulační, vyrovnávací, závlahové vodojemy).
- **Asanační nádrže** – nádrže sloužící k asanaci antropogenně narušeného území, případně k uskladnění látek negativně působících na životní prostředí (např. zachytné, skladovací a odkaliště, laguny, otevřené vyhnívací).
- **Krajinotvorné a urbanistické nádrže** – nádrže budované ke zvýšení estetické hodnoty krajiny, v urbanizovaném prostředí bývá jejich funkce umocněna vodotrysky a výtvarnými díly, např. okrasné rybníky v parcích (Obr. 4.44), návesní rybníčky, hydromeliorační vodní plochy, umělé mokřady.
- **Rekreační nádrže** – vodní nádrže určené k provozování vodních sportů, doplněné speciálním vybavením a specifickými přístupy k vodě.

*\*Termín poldr je často se suchou či polosuchou nádrží zaměňován, jedná se o neprůtočnou nádrž, do které je voda přiváděna z boku hráze přímo z vodního toku za vyšších stavů vody.*



Obr. 4.44: Mimoň, Zámecký rybník – příklad nádrže, která je součástí zámeckého parku a je napájena pouze prameny. Foto Miroslav Kolka, 2018.

### 4.2.2.2 Dělení MVN podle autorů Tlapák, Herynek (2002)

- **Potoční/říční** – nádrže, které jsou umístěny přímo na vodním toku (průtočné) nebo jsou postaveny mimo vodní tok a voda je přiváděna systémem stok a náhonů (neprůtočné).
- **Pramenné** – nádrže umístěné v pramenné oblasti vodního toku, pramenem přímo napájené. Pramen se nachází ve dně nebo břehu nádrže. Nejvíce vodné jsou na jaře. Speciálním případem jsou vytěžené lomy a štěrkovny, které se naplňují podzemní vodou a mohou se upravit na MVN.
- **Nebeské** – nádrže, které jsou primárně napájeny z dešťových srážek či odtáváním sněhu například i drenážním systémem (Obr. 4.45 a Obr. 4.46). Většinou musí být hlubší, s málo propustným dnem a břehy, aby se zabránilo ztrátám vody (např. Vlkovický rybník u Třeboně, s 85 ha největší u nás).



Obr. 4.45: Bezděz – nádrž uprostřed vesnice, napájená dešťovými srážkami a prameny ve svahu pod hradním kopcem. Foto Miroslav Kolka, 2011.



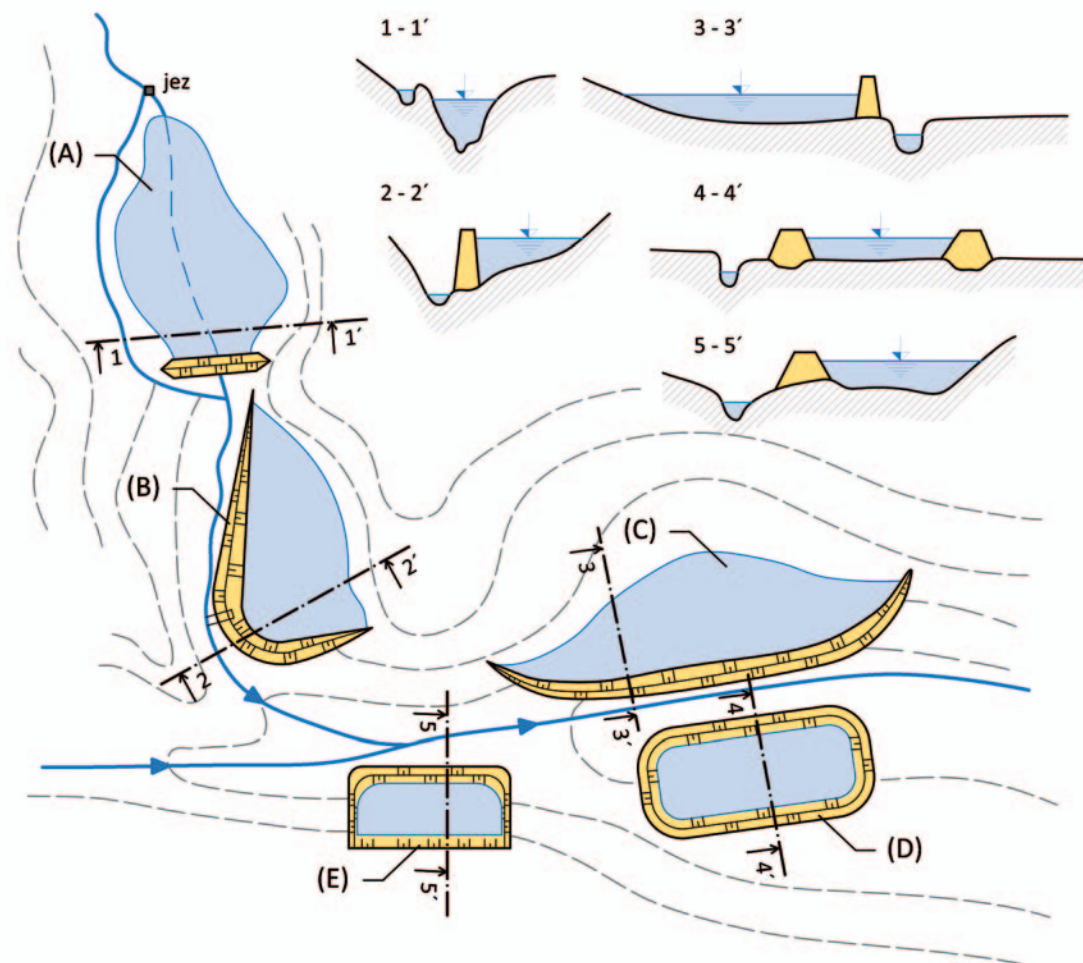
Obr. 4.46: Dražejov – nádrž uprostřed na nási, napájená dešťovými srážkami a přepadem z místního historického vodovodu. Foto Miroslav Kolka, 2014.



### 4.2.2.3 Dělení malých vodních nádrží podle způsobu přívodu vody\*, podle autorů Šálek (1996) a Just, Moravec (2017)

- **Průtočné** – jsou umístěny přímo na vodním toku tak, že vodní tok je přehrazen jejich hrází a nelze příliš regulovat přítok do vodní nádrže.
- **Neprůtočné** – několik typů; částečně lze regulovat přítok (Obr. 4.47):
  - **obtokové** – pro přívod vody je využit kanál vedoucí z vodního toku, ten nádrž poté obtéká. Množství vody vtékající do nádrže je tak možné regulovat.
  - **břehové** – hráz vodní nádrže je společná s břehem řeky, odkud je vodní nádrž napájena.
  - **boční** – hráz nádrže vede podél vodního toku a zároveň je nad jeho úrovní. S vodním tokem jsou spojeny napájecím kanálem (náhonem), případně štolou, kde se reguluje množství přitékající vody.
  - **hrázové** – celý prostor nádrže je ohrázený.
  - **kopané (vhloubené)** – nádrž je vhloubena pod úroveň terénu.

\* Jedná se především o nádrže potoční (říční).



Obr. 4.47: Typy neprůtočných nádrží a jejich průřezy: (A) údolní obtoková, (B) břehová, (C) boční, (D) hrázová, (E) kopaná. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Šálek, 1996).

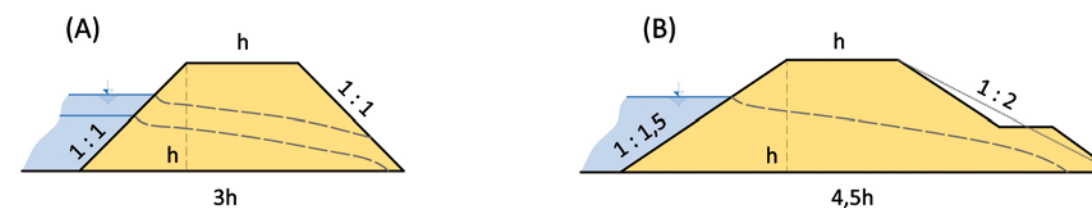
### 4.2.3 ZÁKLADNÍ FUNKČNÍ OBJEKTY MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ

#### 4.2.3.1 Hráz

Hráz je základní stavební prvek malé vodní nádrže. Hráze jsou vystavěné většinou z místní zeminy sypaním či naplavováním, také s použitím betonových a zděných prvků. Hráze našich nejstarších rybníků se nejprve stavěly přímo na travnatém podkladu, avšak nebyly příliš stabilní. Z tohoto důvodu se základy hráze „zapustily“ do země o minimální hloubce 20–30 cm, v hrubozrnných (písčitých) zeminách však i kolem 170 cm, jak doporučoval ve svém spisu z 16. století Jan Skála z Doubravky (Dubravius). Materiál na stavbu hráze byl většinou brán z lokálních zdrojů. Hlína se na základy hráze postupně navážela a hutnila pomocí beranů.

Rozdělení historických rybníků dle konstrukce hráze (Obr. 4.48):

- **Dubraviovy rybníky:**
  - materiálově většinou homogenní hráze, v základně 3× širší než v koruně hráze a návodní a vzdušné svahy hráze byly velmi strmé, v poměru se základnou 1:1. Nejstarší rybníky byly tzv. stavy, které měly pouze krátkou, rovnou hráz.
- **Krčínovy rybníky:**
  - od druhé pol. 16. století, měly pozvolnější svahy hráze a základnu až 4,5× širší než korunu. Takové hráze byly schopné převést eventuální průsaky vody do hráze a nikoliv do vzdušného svahu před hráz, kde pak často hrozilo narušení jeho stability (Dubraviovy rybníky). Šířka hráze byla u paty vzdušné strany zvětšována tzv. podvozy.
- **Moderní MVN:**
  - mají dle platné normy ČSN 752410 mít na vzdušné straně hráze minimální sklon 1:2 a návodní straně 1:3. Poměr výšky k základně je tedy minimálně 1:5, s tím že koruna hráze nesmí být menší než 3 m. U moderních rybníků se rovněž uplatňují nehomogenní hráze, složené z více materiálů a zemin různého typu (ČSN, 2011).

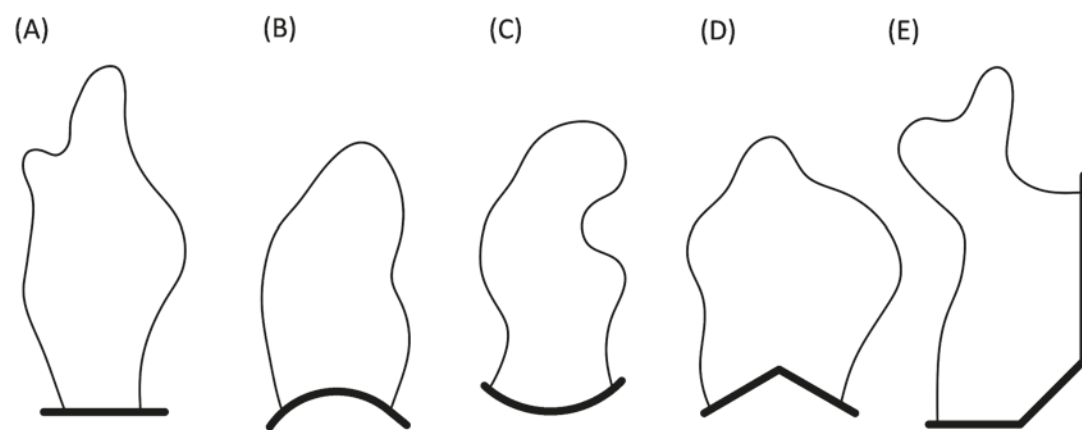


Obr. 4.48: Typy hrází dle konstrukce hráze: (A) Dubraviovy rybníky; (B) Krčínovy rybníky. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Pavelková a kol, 2014).



**Rozdělení hráze dle polohy a tvaru:**

- **Čelní** – někdy též hlavní hráz, která přehrazuje vodní tok (Obr. 4.49):
  - přímá (Obr. 4.50, Obr. 4.52),
  - vypouklá,
  - vydutá (Obr. 4.51),
  - lomená,
  - nepravidelná.
- **Boční** – vedlejší hráz, která omezuje zátoku.
- **Rozdělovací** – společná hráz, která od sebe odděluje dvě malé vodní nádrže.



Obr. 4.49: Tvary čelních hrází: (A) přímá; (B) vypouklá; (C) vydutá; (D) lomená; (E) nepravidelná. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Šálek, 1996).



Obr. 4.50: Doksy – Staré Splavy, Máchovo jezero – v levé části snímku přímá hráz rybníka, kterou tvoří výchoz skalního pískovcového podloží s čedičovou žílou, ve střední části výpustní průrva, stav při přestavbě výpustního zařízení a vypuštění rybníka. Foto A. Kopecký, 2014.



Obr. 4.51: Holany, Holanský rybník – vydutý tvar hráze s obnovou návodní zdi z pískovcových kvádrů. Foto Miroslav Kolka, 2018.



Obr. 4.52: Hradčany, Hradčanský rybník – přímá hráz s hlavní výpustí (opravo) a odtokem do náhonu na zaniklý mlýn (vlevo), stav po vypuštění rybníka. Foto Miroslav Kolka, 2017.

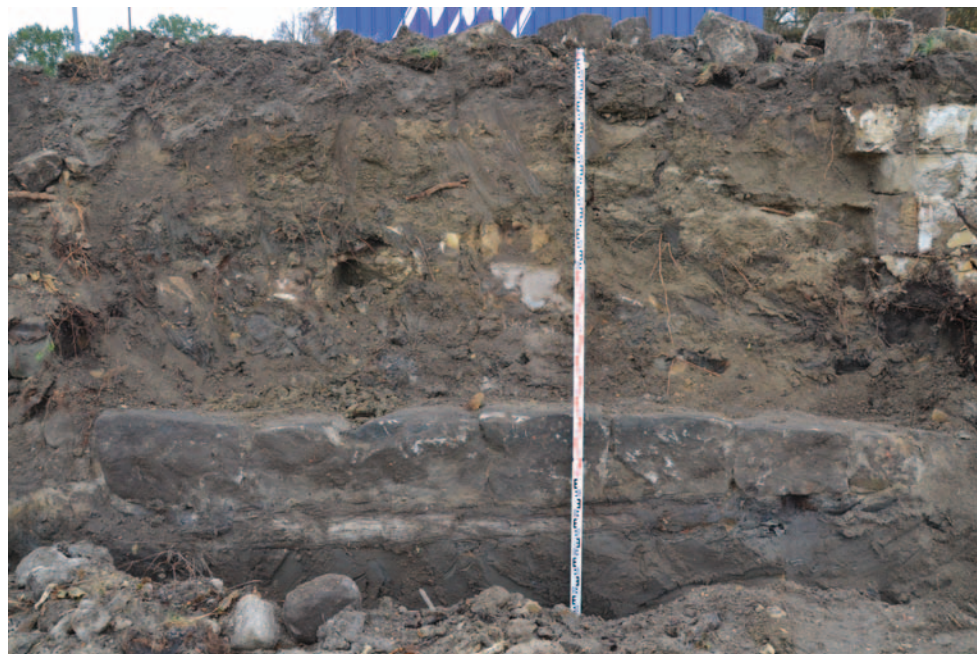


**Opevnění hrází**

Před nepříznivými účinky vody (vlněním a následnou erozí) chránily návodní strany hráze tzv. tarasy. Ty byly nejprve dřevěné, tvořené buď zaplétaným proutím mezi kůly, nebo volně skládané v podobě řady kůlů zatlučených do hráze. Kůly se však mohly časem vyviklat a způsobit poškození samotné hráze. Technika kamenného tarasování (opevňování) se používá dodnes (Obr. 4.53). Vzdušná strana hráze byla zpevňována prostým drnováním.



Obr. 4.53: Zbýšou (okres Kutná Hora), Zbýšovský rybník – kamenný taras návodní strany hráze. Foto Jindřich Frajer, 2022.



Obr. 4.54: Holany, Holanský rybník – konstrukce hráze s opevněním návodního líce, pískovcové zdivo je založeno na trámovém roštu z počátku 16. století. Foto Miroslav Kolka, 2018.

Část hrází v různých regionech využívá pro konstrukci hrází výchozy skalního podloží. Typickými příklady jsou rybníční soustavy v pískovcových oblastech severních Čech – soustava kolem Doks a Hradčan (např. Máchovo jezero, Břežský rybník), soustava kolem Zahradek, Holan a Stvolínek (Novozámecký rybník, Holanský rybník – Obr. 4.54, Obr. 4.56, Mlýnský/Hrázský rybník, Dolanský rybník a další), rybníky v Českém Ráji (např. Nebákov). Typickým řešením je zde využití pískovcového podloží pro umístění tělesa hrází, výpustních zařízení, bezpečnostních přelivů, náhonů, odtokových kanálů, osazení stavidel apod.



Obr. 4.55: Holany, rybník Jílovka – konstrukce hráze s opevněním návodního líce z pískovcového zdiva, partie opevnění ve vazbě na hlavní výpust a loviště. Foto Miroslav Kolka, 2018.



Obr. 4.56: Holany, Holanský rybník – hlavní výpust s odtokem do skalní pískovcové průroy. Foto J. Vidman, 2018.



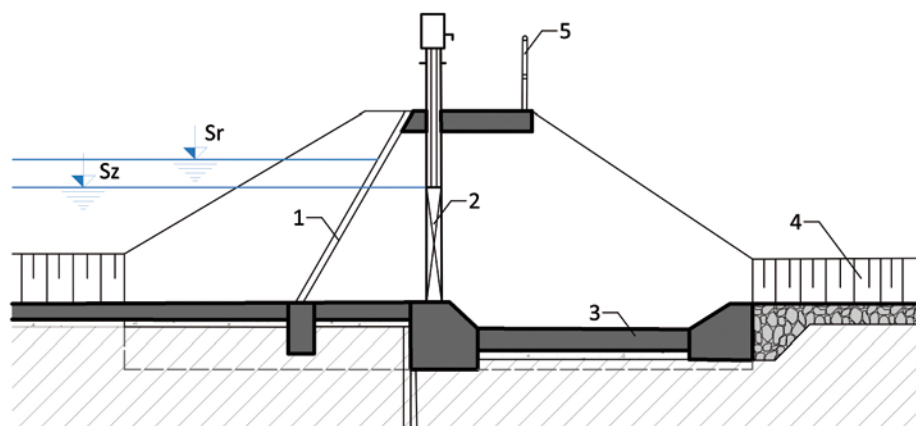
### 4.2.3.2 Výpustní zařízení malých vodních nádrží

Nejčastějším typem výpustního zařízení byla spodní výpust v podobě uzávěru a odpadu. Výpustě byly umístěné zpravidla v nejnižší části hráze. **Uzávěr spodní výpusti** se vyskytoval v podobě čepu (čapu), lopaty či kbelu (požeráku, mnichu) případně byl tvořen složitějšími mechanismy soustavy klínů. Před výpustěmi často nalezneme česle, jež výpusti chránily před ucpáním plaveninami a zároveň nedovolovaly proplutí rybám.

Typy spodních výpustí:

#### - S otevřeným odpadem:

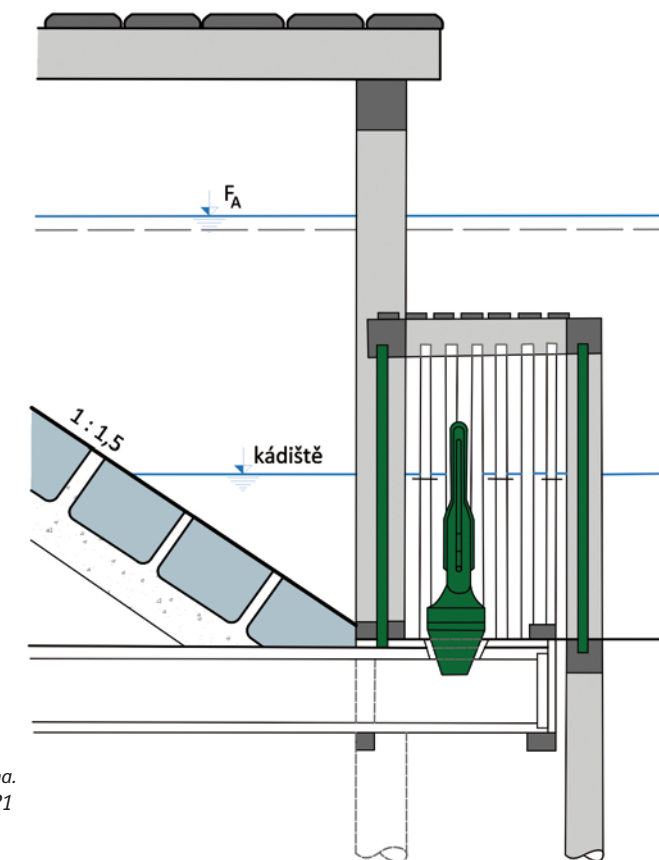
- **Stavidlo** – tvořeno deskami z dubových prken umístěných ve vodních drážkách, jimiž je manipulováno pomocí táhla. Umožňuje částečně regulovat výšku hladiny a odtok vody z rybníka, vhodné pro nižší hráze (Obr. 4.57).



Obr. 4.57: Schéma stavidla: 1 – česle, 2 – stavidlo, 3 – výovar, 4 – odpad, 5 – manipulační lávka, Sz – hladina zásobního prostoru, Sr – hladina ovladatelného retenčního prostoru. Schéma Radka Račoch a Michaela Mroová, 2021 (upraveno dle: Tlapák, Herynek, 2002).

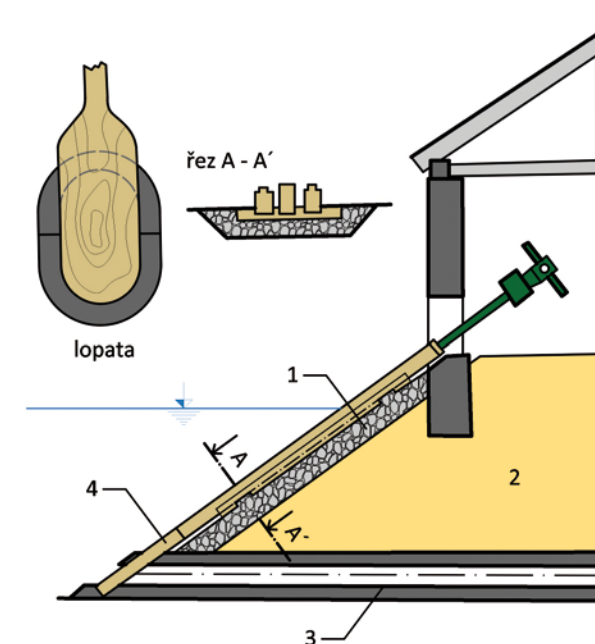
#### - S uzavřeným odpadem:

- **Čep (čap)** – častý na starších typech rybníků, kdy čep byl tvořen dokulata upraveným kmenem, který měl dolní část kónicky stesanou (v podstatě dřevěná zátka), jež dosahovala do výtokového otvoru (tzv. oka) a utěšňovala se pomocí povřísel z ostřice. Horní část čepu byla opatřena šroubovicí, která usnadňovala zvedání uzávěru. Čep umožňoval pouze omezenou regulaci – otevřený a uzavřený (Obr. 4.58).
- **Lopata** – častá na starších typech rybníků, jednalo se o dřevěnou desku oválného tvaru, která se zasouvala do drážek na návodním konci potrubí. Ovládána byla táhlem dřevěným nebo železným (Obr. 4.59). Umožňoval větší regulaci vypouštěné vody z rybníka než čep.
- **Šoupátko (šoupě)** – deska umístěná ve vodících drážkách ovládaná pomocí zvedacího mechanismu (s ozubenými koly a převodovkou s ocelovým táhlem) nebo šroubovou tyčí.
- **Kbel (požerák, mnich)** – v současnosti u MVN nejběžnější typ uzávěru spodní výpusti, jenž umožňuje efektivně regulovat hladinu vody v nádrži. Jedná se o otevřenou nebo uzavřenou šachtu v betonovém či zděném objektu kvádřového tvaru, jež je napojena na spodní výpust. Množství vody vtékající do požeráku se reguluje pomocí dřevěných prken (dlužů). Některé požeráky umožňují odběr vody ze dna (Obr. 4.60, Obr. 4.61).

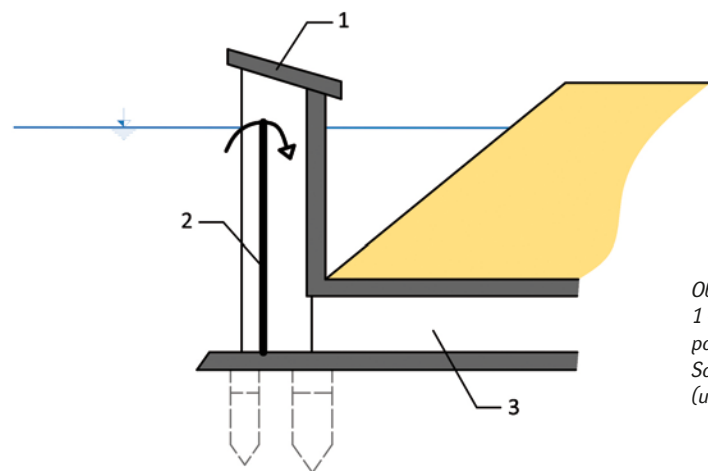


Obr. 4.58: Čepový uzávěr:  $F_A$  – maximální hladina. Schéma Radka Račoch a Michaela Mroová, 2021 (upraveno dle: Pavelková a kol., 2014).

Obr. 4.59: Lopatový uzávěr: 1 – kamenný zához, 2 – těleso hráze, 3 – spodní výpust, 4 – spodní část lopaty. Schéma Radka Račoch a Michaela Mroová, 2021 (upraveno dle: Vrána, Beran, 2008).







Obr. 4.60: Obecné schéma – otevřený požerák:  
1 – koruna požeráku s uzamykatelným poklopem, 2 – dlužová stěna, 3 – potrubí.  
Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021  
(upraveno dle: Slaviík, Neruda, 2007).



Obr. 4.62: Zbýšov (okres Kutná Hora) – spodní výpust' zaniklého Nového rybníka s dochovanými relikty podtrubní jámy a vývaru.  
Foto Jindřich Frajer, 2020.

Obr. 4.61: Ostrov u Stříbra – návesní MVN s betonovým otevřeným dvojitým požerákem.  
Foto Renata Pavelková, 2021.

**Odpad** byl většinou v podobě dřevěných trub (dubových či jedlových), jež se vsazovaly do hráže již během její stavby (Obr. 4.62 – Obr. 4.65). Trouby ústily do jímky (dnes vývaru), tak aby výpustní potrubí bylo pod vodou a nepodléhalo povětrnostním vlivům, které mohly způsobit jejich narušení či netěsnost. V současnosti se používá výpustní potrubí ocelové, železobetonové či obetonované.



Obr. 4.63: Zahrádky, Novozámecký rybník – výpust' s otevřeným odpadem a masivní stavidlovou trámovou konstrukcí s pochozí lávkou, stříškou a česly, veškeré konstrukce jsou osazené do drážek ve skalních pískovcových stěnách. Foto Miroslav Kolka, 2015.



Obr. 4.64: Markvartice u Jablonného v Podještědí, Markvartický rybník – spodní výpust' jalového odtoku s požerákem, návodní líc s typickým opevněním z pískovcových kvádrů, stav po vypuštění rybníka. Foto Miroslav Kolka, 2014.



Obr. 4.65: Hamr na Jezeře, Hamerský rybník – vřdušní líc hráže s vyústěním spodní výpusti, datováno 1821, stav po novodobých úpravách zdiva. Foto Miroslav Kolka, 2017.



### 4.2.3.3 Bezpečnostní prvky rybníků

Před velkými vodami byl rybník chráněn buď tzv. **jalovým příkopem**, což bylo obtokové koryto, které od rozdělovacího objektu – např. jezu nebo splavu převedlo vodu bezpečně mimo rybník. Případně byly budovány tzv. **jalové přepady**, dnes **bezpečnostní přelivy**, tedy objekty jezového charakteru přímo v boku hráze, pomocí kterých bylo možné zvýšit množství vody odtékající z rybníka (Obr. 4.66 – Obr. 4.68).



Obr. 4.66: Stvolínky, Mlýnský/Hrázský rybník – hlavní výpust rybníka s mostem, vlevo od ní bezpečnostní přeliv. Foto Miroslav Kolka, 2013.



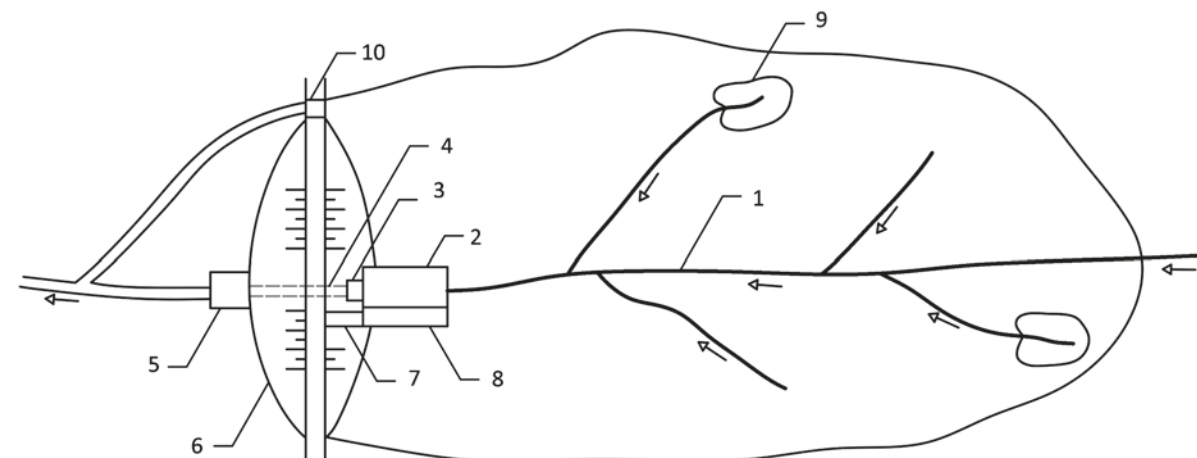
Obr. 4.67: Stvolínky, Dolanský rybník – skalní průřva bezpečnostního přelivu, v pozadí most v trase hráze. Foto Miroslav Kolka, 2016.



Obr. 4.68: Ralsko, rybník Vavroušek – bezpečnostní přeliv. Foto Miroslav Kolka, 2012.

### 4.2.3.4 Speciální prvky rybochovných nádrží

Při vypouštění rybníka zůstává voda v prostoru **loviště** (Obr. 4.70), což je nejnižší položená část dna rybníka u hráze, odkud se sloví při výlovu ryby. K důslednému odvodnění rybníků při jejich vypouštění slouží systém odvodňovacích stok a prohlubní. Součástí rybochovných nádrží je rovněž dopravně přístupné **kádiště**. Na Obr. 4.69 je přehledně znázorněno schéma rybochovné nádrže.



Obr. 4.69: Schéma rybochovné nádrže s objekty a speciálně upraveným dnem: 1 – hlavní odvodňovací stoka, 2 – loviště, 3 – požerák, 4 – potrubí, 5 – vývaziště, 6 – hráz, 7 – přístupové schody, 8 – kádiště, 9 – odvodnění prohlubně, 10 – bezpečnostní přeliv. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Pokorný, 2009).



Obr. 4.70: Zahrádky, Novozámecký rybník – loviště s rekonstruovaným rybářským domkem před stavidlovou výpustí z rybníka, ohrazení zdmi z pískovcových kvádrů. Foto Miroslav Kolka, 2006.



## 4.2.4 FUNKČNÍ CELKY

### 4.2.4.1 Rožmberská rybníční soustava

Rožmberská rybníční soustava představuje unikátní vodohospodářské dílo vzájemně propojených rybníků a umělých toků (symbol krajiny jižních Čech). O přeměnu původně zamokřené neúrodné a nevyužívané krajiny ve funkční soustavu vodních nádrží k odvodnění pozemků a k chovu ryb se zasloužili technicky nadaní a zkušení stavitelé – Štěpánek Netolický a Jakub Krčín z Jelčan. Ti svými projekty završili činnost několika generací rybníkářů, kteří v období konce středověku a nástupu novověku vytvořili v krajině významné vodohospodářské dílo, které je dodnes hodné obdivu. Vodní nádrže se staly základem systematického využívání krajiny a zasloužily se o hospodářskou prosperitu oblasti. Rozsáhlému celku dominuje velkoryse založený rybník Rožmberk se Zlatou stokou a Novou řekou a dalšími rybníky. Největší rybník v Čechách Rožmberk, dokládající současně i moc rožmberského rodu, vznikl přehrazením řeky Lužnice. Nová řeka v délce 14 km byla založena současně s rybníkem Rožmberk a dodnes slouží k rozdělování objemu vody z řeky Lužnice mimo rybník do řeky Nežárky. Prostorová a vizuální vazba Rožmberka na historické jádro Třeboně a dále na rybníky Svět a Opatovický vytváří jedinečný krajinný celek spolu s řadou drobných technických památek, rybích sádek a souvisejících liniových prvků. Do současnosti je vedle chovu ryb nezastupitelná retenční funkce při povodňových situacích. Rožmberská rybníční soustava reprezentuje unikátní území mimořádné hodnoty, které je pod názvem Třeboňské rybníkářské dědictví nominováno na Seznam světového dědictví.

Soustavu tvoří systém umělých toků a desítky rybníků, využívaných k chovu ryb. Z nich jsou chráněny tyto prvky: 1. rybník Opatovický, 2. rybník Dvořiště, 3. rybník Kaňov, 4. rybník Koclířov, 5. rybník Velký Tisý, 6. rybník Svět, 7. rybník Rožmberk (NKP), 8. Zlatá stoka (NKP), 9. Nová řeka (NKP), 10. Stará řeka (NKP) (Třeboňské rybníkářské dědictví, 2003).

### 4.2.4.2 Nádrž Jordán

Kulturní památka **nádrž Jordán** je významné technické dílo o rozloze 50 ha z konce 15. století. Jedná se o jednu z nejstarších umělých nádrží pro **zásobování obyvatel města vodou** ve střední Evropě. Zároveň je významným urbanisticko-ekologickým prvkem v krajině.

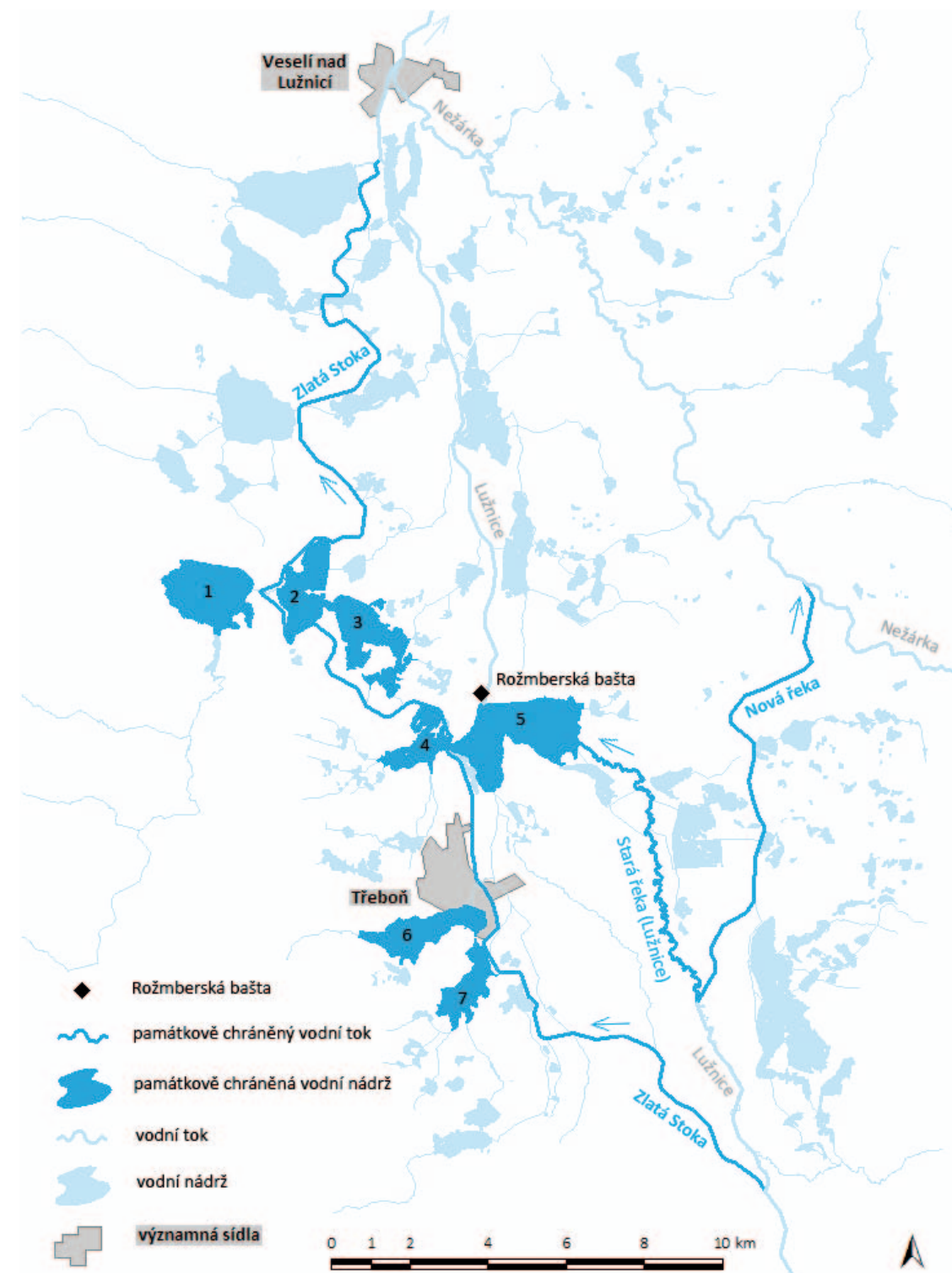
Roku 1492 byl přehrazen Tisemenický potok přes 280 m dlouhou, až 20 m vysokou a u paty téměř 60 metrů širokou hliněnou hrází, v níž byly zřízeny horní výpusti pro potřeby obyvatel ve městě a spodní výpusti, které odváděly vodu do údolí Tisemenického potoka. Všechny výpusti pracovaly na čapovém principu. Z nádrže byla od roku 1508 vedena voda systémem rour do tzv. vodárenských mlýnů s vodním kolem a odtud byla výtlačným mechanismem přečerpávána do vodárenských věží pro rozvod vody do kašen, rozmístěných po historickém jádru města Tábora. Celý tento systém byl pro město natolik významný, že byl udržován v provozuschopném stavu po dobu několika staletí. V roce 1830 byl Jordán za účelem opravy hráze a lovu ryb naposledy vypuštěn (Krajíc, 2019).

Dnes je Jordán napájen Košínským potokem, který přitéká do Jordánu v místě jeho úzkého severního výběžku a je součástí Košínské rybníční soustavy. Rybníční hráz se nachází v jihozápadní části a slouží dopravě a vedení infrastruktury města. Koryto bezpečnostního přelivu je doplněno česlovou stěnou a stavidly. Poslední archeologický výzkum byl proveden v letech 2012–2015.

**Technické parametry:** délka koruny hráze 283 m, výška hráze 20 m, plocha nádrže 49,5 ha

### 4.2.4.3 Novozámecký rybník

Soustava rybníků mezi Zahrádkami, Holany, Provodínem a Stvolínkem je součástí krajinné památkové zóny Zahrádecko v povodí Bobřího potoka. Soustava byla budována od 14. do 17. století. Navzájem propojené rybníky na dvou základních větvích toku důmyslně využívají pískovcového podloží pro umístění hrází, výpustních zařízení, bezpečnostních přelivů, náhonů, osazení stavidel apod.



Obr. 4.71 Schéma KP Rožmberská rybníční soustava: 1 – Dvořiště, 2 – Koclířov, 3 – Velký Tisý, 4 – Kaňov, 5 – Rožmberk, 6 – Svět, 7 – Opatovický rybník. Schéma Radek Bachan, 2021.



**Novozámecký rybník (KP)** je rozsáhlé vodní dílo vzniklé pravděpodobně na přelomu 15. a 16. století (zcela jistě je doložen k roku 1617, patrně uveden k roku 1545 pod názvem Karaský rybník). Do současnosti se dochovala řada unikátních **historických rybníčních zařízení** a staveb včetně monumentálního **odtokového kanálu** částečně vytesaného v průrvě pískovcového podloží. Rybník se nachází na východním okraji obce Zahradky. Rybníční plocha zabírala původně zamokřenou nivu od Zahrádek až k sousední obci Jestřebí. Rybník je napájen z jihovýchodu od Doks Mlýnským rybníkem a z jihozápadu Bobřím potokem, odvádějícím vodu ze soustavy mezi Holany, Provodínem a Stvolínkem. Voda do zátopy Novozámeckého rybníka je z Bobřího potoka vedena Mnichovskou průrvou, která byla součástí hráze zaniklého Velkého Mnichovského rybníka (založen rokem 1480, zanikl zřejmě na konci 18. století). Mnichovskou průrvu tvoří dvě skalní průrvy, přes které vedou jednoobloukové mosty císařské erární silnice z počátku 19. století (trasa dnešní silnice I/9 Mladá Boleslav – Česká Lípa). Valené klenby mostů z pískovcových kvádrů mají dvě starší stavební fáze a novodobé rozšíření o železobetonové mostovky. Průrvy mají zachovány vislé dráže a kapsy po mohutných dřevěných stavidlových rámech, pažení konstrukce a osazení česel. První průrva, kterou je odváděn Bobří potok, sloužila jako hlavní výpust, druhá průrva sloužila jako bezpečnostní přeliv. Po obou stranách průrvy je patrné těleso dolní hráze, po jehož koruně vede uvedená silnice. Pata západního úseku směrem ke kostelu sv. Barbory je zpevněná zdí z pískovcových kvádrů.

Na západní straně Novozámeckého rybníka stojí vysoká dolní hráz tvořená pískovcovým skalním výchozem patrně zpevněným vyřelou čedičovou žílou a doplněným zemním tělesem. Návodní a vzdušní líc hráze jsou zpevněné zdmi z pískovcových kvádrů. Po koruně hráze vede uvedená erární silnice. U jihozápadního okraje rybníka se nachází zrekonstruovaný **roubený domek porybného, historické přístaviště lodiček a loviště** vymezené zdmi z pískovcových kvádrů. V koutu loviště je situováno výpustní zařízení s mohutnou dřevěnou stavidlovou konstrukcí, kterým je voda odváděna do hluboké skalní průrvy odtokového kanálu. Průrva je vedena několik set metrů dlouhým obloukem tak, aby neoslabovala těleso hráze. Stěny průrvy obsahují vysoké dráže a kapsy pro dřevěné konstrukce propustí a lávek. Zhruba v polovině délky přes průrvu vede jednoobloukový most erární silnice s valenou klenbou z pískovcových kvádrů. Most má dvě starší stavební fáze a je rozšířený o novou železobetonovou mostovku. Na konci průrvy je zachováno torzo jezu a odbočka náhonu pro mlýn č. p. 34.

## 4.2.5 HODNOCENÍ Z POHLEDU PAMÁTKOVÉ PÉČE NA KONKRÉTNÍCH PŘÍKLADECH

### 4.2.5.1 Rybník Rožmberk

Rybník Rožmberk je dílem stavitele Jakuba Krčina z Jelčan a Sedlčan. Byl stavěn v letech 1584–1590, a to souběžně s regulací řeky Lužnice, která v té době protékala zátopovou plochou budoucího rybníka. Regulací byla vytvořena tzv. Nová řeka, která sváděla vodu 13,4 km dlouhým kanálem z Lužnice do Nežárky. Rybník Rožmberk je v současnosti největší rybník ČR. Má rozlohu 489 ha a katastrální výměru 677 ha, která bývá zatopena při zvýšených průtocích. Zadržuje 6,2 mil. m<sup>3</sup> vody. Dle zařazení je to rybník průtočný. Rybník Rožmberk je součástí NKP Rožmberská rybníční soustava (Obr. 4.71).

Hlavní původní výpusti (bašty) byly tři – Hluboká, Samice a Stezka. Každá měla po třech troubách, Hluboká možná až šest. Trouby výpustí se zhotovovaly z jedlového dřeva ze Šumavy (prizmatické kmeny – průměr přes 1 m) a skládaly se ze dvou částí (vydlabaná koryta obdélníkového profilu, horní mohutnější se nazývala pancíř). Trouby byly osazeny čapy (čepy) a zde u Rožmberku byly obrovské, dosahovaly hloubky až 6 m a jejich pohyb obstarávala páka s řetězem. Později byly vyměněny za snáze ovladatelné dřevěné lopaty. Původní taras byl na návodní straně hráze dřevěný (opřený u paty hráze o zaberaněné piloty, výše se dávaly piloty menší). Kamenný taras byl zřízen až v roce 1662 (Kubíková, 1980). Důležitou součástí výpustí bylo dřevěné brlení – mříž zabraňující unikání ryb při výlovu. Stavba měla dva splavy (bezpečnostní přelivy) – západní splav na Kaňkovském potoku a druhý na opačném konci hráze zvaný Smitka (východní splav). Tento měl původně čtyřadvacet stavidel, kdy jedno stavidlo mělo šířku 1,2 m a výšku 2,4 m, délku přelivné hrany 28,8 m (Hule, 2004).

**Časové určení / doba vzniku:** 1584–1590

**Autorství:** Jakub Krčín z Jelčan a Sedlčan

**Památková ochrana:** NKP (2002), součást nominace Třeboňského rybníkářského dědictví na Seznam světového dědictví

**Rekonstrukce hráze rybníku Rožmberk (Hule, 2004):**

**1590** – Po prvním napuštění na možnou výtopu až 1 100 ha vznikla průrva v hrázi, která se musela zacelit a rybník byl zpevněn dalším podvozem.

**1662** – Po povodni v roce 1656 a po třicetileté válce dává kníže Schwarzenberg nahradit dřevěný taras kamenným v délce 1770 m.

**1787** – Dřevěný bezpečnostní přeliv (tzv. východní splav), který byl často po povodních poničen, byl v tomto roce nahrazen kamennou konstrukcí.

**1804** – Východní splav poničen a nahrazen opět dřevěnou konstrukcí.

**1830** – Přelivná hrana opatřena lomovým kamenem.

**1879–1880** – Byl vyčleněn a v zátopové ploše rybníků Rožmberka postaven rybník Vítek.

**1890** – Při povodni, kdy rybník zadržel až 50 mil. m<sup>3</sup> vody, se hráz osvědčila a vydržela.

**1916–1918** – Vybudování moderní výpusti s kovovým vystrojením, zvýšila se kapacita na 27 m<sup>3</sup>/s se dvěma kanály o šířce 1,6 m a výšce 2,2 m a na výtoky 2,65 m. Uzávěr výpusti tvoří ocelolitinové tabule ovládané pomocí šroubových táhel, vtok je chráněn ocelovými česlemi proti unikání ryb.

**1922** – Na výpusti byla zprovozněna MVE se dvěma Francisovými turbínami s instalovaným výkonem 240 kW.

**1935** – Dřevěné brlení (česle) na bezpečnostním přelivu byly nahrazeny kamennou a ocelovou konstrukcí s ocelovou lávkou o celkové délce 157 m.

**2004** – Po povodni v roce 2002, kdy rybník zadržel až 70 mil m<sup>3</sup> vody, byl rekonstruován bezpečnostní přeliv i česle.

**Hodnocení:**

**Hodnota typologická:**

- Rybník Rožmberk je symbolem českého rybníkářství. Je největším dochovaným dílem Jakuba Krčina, jehož rybníční hráze představují jeden ze dvou používaných typů v českých zemích. K dalším Krčínovým realizacím náleží: zahájení stavby rybníka Nevděk (později nazvaného Svět) roku 1570, stavba Spolského rybníka roku 1571, rozšíření Opatovického rybníka roku 1574, stavba rybníka Potěšil a rozšíření rybníků Naděje a Skutek roku 1577, rozšíření rybníků Dvořiště a Záblatského roku 1580.
- **Výjimečné parametry stavební a technologické části:** Kubatura tělesa hráze se odhaduje na 750 000 m<sup>3</sup> zeminy. Na patě je až 55 m široké a sedlané na základovou ostruhu o příčném profilu 1,8 × 1,8 m s podvozem na vzdušné straně. Hráz je sypaná, ztuhnutá po vrstvách, materiál se bral z nejbližšího okolí, jíl se používal nanejvýš kolem výpustných trub. Výška hráze dosahovala až 11 m a šířka v koruně 9 m, její délka je 2 430 m. Na hrázi jsou 150–300 let staré duby ve dvou řadách z každé strany koruny hráze.
- **Výjimečnost výskytu v ČR:** Největší rybník s hrází Krčínova typu v ČR zachovalý dodnes. Zřejmě jediné spojení rybochovného rybníka s výrobou elektrické energie v ČR (vodní elektrárna byla vybudována v roce 1922). Jediný rybník soustavy, který vznikl přímo přehrazením řeky Lužnice (Staré řeky) a není napájen soustavou umělých toků.

**Hodnota technologického toku:** Stavba hráze se všemi technickými prvky slouží k původním účelům, které byly dva hlavní – rybochovný a protipovodňový. Zároveň je součástí Rožmberské rybníční soustavy, tj. souboru vzájemně propojených rybníků napájených vodou ze systémů umělých toků, což představuje širší soustavu v rámci technologického toku.



**Hodnota symbolu:** Rybník Rožmberk je symbolem českého rybníkářství. Je největším dochovaným dílem Jakuba Krčína.

**Hodnota autenticity:**

- **Autenticita funkce:** Zachována a rozšířena – v roce 1922 byla vybudována MVE osazená dvěma Francisovými turbínami, které fungují do současnosti (Obr. 4.72).
- **Autenticita formy a hmoty / materiálu:** Rybník Rožmberk, zejména jeho hráz i technická zařízení, prošly za více než 400 let provozu několika rekonstrukcemi. Některé rekonstrukce, např. nová výpust, zcela pozměnily jeho původní návrhové parametry. Částečné použití neautentického materiálu při opravách po povodních v letech 1656, 1670, 1698, 1730, 1829, 1876, 1890 a 2002.
- **Autenticita technického zařízení:** Technická zařízení hráze rybníka podstoupila spoustu rekonstrukcí a výměn. Některá zařízení (trouby) v tělese hráze jsou stále původní, ale dnes už neplní svůj účel. Jiné části jsou dodnes funkční, ale s rozsáhlými opravami (bezpečnostní přeliv na východní straně). Některé prvky (např. stavidla) byla vyměněna za nová (původní stavidla byla nahrazena ocelolitinovými tabulemi).

**Hodnota architektonická:** Rybník Rožmberk je technickým dílem. Jeho nedílnou součástí je objekt rybářské bašty, která je jedinou renesanční stavbou tohoto typu v ČR. Dodatečně vybudovaná vodní elektrárna nese znaky architektury své doby, tj. 20. let 20. století.

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Těleso na svou dobu monumentální hráz o délce téměř 2,5 kilometru a rozlehlá vodní plocha zůstávají po staletí neměnnou dominantou určující krajinný ráz Třeboňska. Zatímco v mnoha rybníkářských oblastech byl vliv rybníkářství na formování krajiny po zániku rybníků a jejich soustav potlačen, v případě jižních Čech zůstává podstatou obrazu a kvality zdejší krajiny.

#### 4.2.5.2 Obecné shrnutí zásad hodnocení malých vodních nádrží

Při posuzování, zda objekty MVN památkově chránit a zachovat, je třeba vždy komplexně zhodnotit mnohá obecná a specifická kritéria. Mohou to být hodnoty historické (např. identifikace fyzických pozůstatků objektů v hrázi, existence historických pramenů a literatury k dílu), hodnoty typologické (unikát nebo typický zástupce, specifická konstrukce, uspořádání, např. vzorová řešení hrází Dubravius × Krčín), dále hodnota funkční kontinuity u MVN či rybníka v krajině (jejich využití a význam v krajině nemohou být vytrženy z dobového geografického a sociálního kontextu), hodnota technická (samotné technické zařízení v hrázovém tělese). Ochrana se může týkat jak díla jako celku, tak pouze dílčích částí.

Dominantní krajinné působení se váže na vlastní vodní plochu, protože hráz bývá obvykle poměrně nízká a krátká a na rozdíl od přehrad se neuplatňuje v krajině jako dominanta. Důležité je přirozeně technické a materiálové řešení hráze, na kterém závisí stupeň jejího přirozeného začlenění do obrazu krajiny. Na tom se podílí i stromořadí či aleje na hrázi, které jsou charakteristické pro rybníky, ale u novodobých MVN se většinou nevyskytují.

MVN uvnitř intravilánů, jak městských, tak vesnických, mají rovněž urbanistický význam a v rámci urbanistické struktury sídla se vždy uplatňují pozitivně. Samostatnou skupinu představují nádrže odkalovací či dočišťovací, které tvoří součást technologického toku zejména uhelného hornictví. U nich lze o krajinné hodnotě stěžít hovořit, protože představují ekologickou zátěž industriální krajiny.

Ochrana vodního díla by měla najít kompromis mezi ochranou památkových hodnot a požadavky provozu vodního díla, specificky u rybníků či MVN i bezpečnost díla (např. některé typy požeráků se již nevyrábějí). Dále se nabízí některé části zařízení při rekonstrukcích přemístit na jiná chráněná místa (např. muzejní sbírky či depozity). Problematiké je v tomto případě vytržení věci z funkčního celku a původního prostředí. Otázkou smysluplného uchování



Obr. 4.72: Rybník Rožmberk a malá vodní elektrárna vybudovaná při rybníku Rožmberk v roce 1922. Foto Eva Dvořáková, 2006.

dědictví pro budoucnost může být u MVN či rybníků i otázka uvážlivého odstranění vegetace na historických hrázích, což může výrazně změnit celkovou atmosféru místa (např. hráz rybníka Rožmberka s dvouřadou alejí dubů).



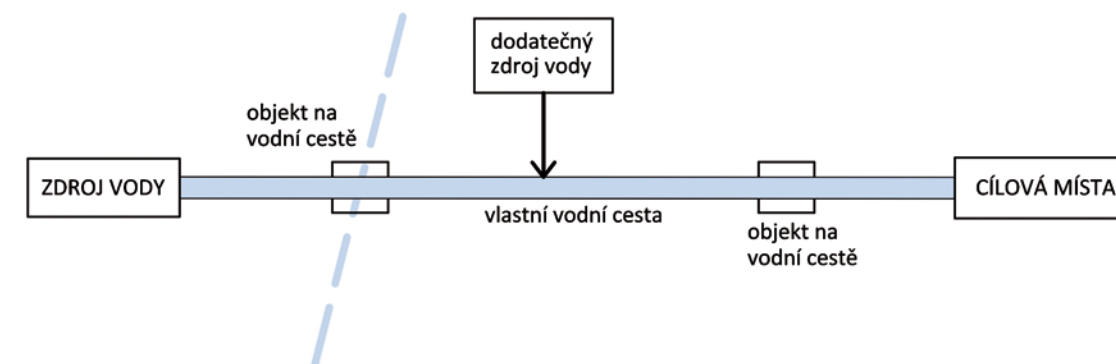
#### 4.2.6 REGISTR LOKALIT

Název	Chráněno od	Typ ochrany	Rejstříkové číslo USKP	Název prvku dle Památkového katalogu	Okres	Obec	Katastrální území
Rožmberská rybníční soustava	31.12.1963 1. 8. 2002	KP NKP	33857/3-2381 293	Rožmberská rybníční soustava	Jindřichův Hradec	-	-
rybníky Nekysel a Kyselov	3. 2. 1998	KP	49613/3-6146	rybník Kyselov, návesní rybník, sedm studní, čtyři dřevěné pumpy	České Budějovice	Jankov	Holašovice
Královský rybník	31.12.1963	KP	37654/3-407	hráz rybníka se sochou sv. Jana Nepomuckého	České Budějovice	Rudolfov	Rudolfov u Českých Budějovic
rybník Mrhal	31.12.1963	KP	16860/3-101	rybník Mrhal	České Budějovice	Hlincová Hora	Hlincová Hora
Vlhavský rybník	31.12.1963	KP	34489/3-546	hráz Vlhavského rybníka s výpustí a alejí dubů	České Budějovice	Sedlec	Vlhavy
Kladský rybník a Nový rybník	21.11.2003 1. 10. 2014	KP NKP	100490 383	Vodní dílo Dlouhá stoka s rybníky Kladským a Novým Dlouhá stoka s rybníky Kladským a Novým	Cheb	Mariánské Lázně	Mariánské Lázně
Novozámecký rybník	20. 1. 1965	KP	28674/5-3407	Novozámecký rybník	Česká Lípa	Jestřebí	Jestřebí u České Lípy
vodní nádrž Jordán	30. 6. 1992	KP	11059/3-6104	nádrž Jordán	Tábor	Tábor	Tábor
mlýnský náhon s hrází Břežyňského rybníka	20. 1. 1965	KP	23655/5-2884	mlýnský náhon s hrází	Česká Lípa	Doksy	Doksy u Máchova jezera

#### 4.3 VODNÍ CESTY

Kapitola Vodní cesty je věnována všem případům, kde je přirozený nebo umělý vodní tok využíván pro přepravu vody nebo nákladů. Z podstaty vodní cesty vyplývá, že jde vždy o funkční celek. Pokud některý z hlavních objektů není funkční, stane se nefunkční celá vodní cesta. Z hlediska památkové ochrany technických děl však může být ceněný i jednotlivý objekt nebo soubor objektů, které jsou již jen torzem původní vodní cesty.

Funkční vodní cesta sestává ze základních součástí, které jsou schematicky uvedeny na Obr. 4.73.



Obr. 4.73: Obecné schéma vodní cesty. Schéma Radka Račoch, 2021.

Jednotlivé pojmy v obecném schématu vodní cesty představují pestré možnosti použitých různých prvků, z nichž nejvýznamnější jsou:

##### Zdroj vody:

- přírodní vodoteč,
- jezero přírodní, přehradní,
- rybník,
- jezová zdrž.

##### Vlastní cesta:

- přírodní tok,
- upravený, kanalizovaný tok,
- umělý kanál.

##### Objekty na vodní cestě:

- překonávání výškových rozdílů,
- křížení s jinými komunikacemi a přírodními překážkami.

##### Dodatečný zdroj vody:

- přírodní vodní přítok,
- přívod vody z umělé zdrže.



**Cílová místa:**

- náplavka,
- přístav,
- nátok na energetické využití,
- odběr technologické vody.

Návrh vedení vodní cesty vždy vycházel z cílů, kterých mělo být dosaženo. Musel avšak respektovat přírodní podmínky, morfologii a hydrologii daného území. Veškeré trasy a objekty jsou proto jedinečnými díly, i když vycházejí někdy z typových řešení a předešlých osvědčených postupů. Vždy záleželo na staviteli, nebo nově projektantovi, jak dokázal efektivně využít místní podmínky a dobové technické prostředky. Architektonické tvarosloví odpovídalo době vzniku. Předmětem ochrany by však mělo být především originální a funkční uplatnění technického řešení.

Při zvoleném přístupu a definování vodní cesty sem náleží už aktivity prvních civilizací usídlených v říčních údolích, jako budování závlahových systémů a využívání řeky jako hlavní komunikace. Na našem území spadají do vymezené oblasti záměrně budované vodní cesty od středověku po současnost.

Kapitola je členěna na dva hlavní směry vodních cest, tedy vodní cesty pro přepravu nákladů a vodní cesty pro převody vody do místa potřeby. Samostatnou kapitolu mají vyčleněnu hlavní objekty těchto vodních cest – jezy.

### 4.3.1 DÍLA PRO SPLAVNĚNÍ ŘEK

#### 4.3.1.1 Historie využívání říčních toků pro přepravu

Historie využívání vodotečí jako dopravních cest se podrobně popisuje v knize *Svět vodních cest* (Kubec, 1988). Doklady z archeologických nálezů v našich zemích máme z různých historických období zejména na dolních nížinách úsecích řek. Období využívání toků s vyšším spádem má největší rozvoj v době splavování dřeva pro stavebnictví i jako energetické suroviny. Pro tyto účely byly budovány potřebné objekty, ať již na vlastním splavňovaném toku, nebo různé přibližovací kanály a skluzy pro přiblížení dřeva k řece a zásobní nádrže pro nárazové dodání vody do plavebního kanálu.

Jedním z významných příkladů systému umělých vodních cest vybudovaných pro přepravu nákladu je Schwarzenberský plavební kanál. Jde o dílo knížecího inženýra Josefa Rosenauera, jenž projektoval také další schwarzenberský Vchynicko-tetovský kanál budovaný pro spojení řek Vydra a Křemelná v letech 1799–1801. Vznik Schwarzenberského plavebního kanálu byl veden snahou využít zásoby dřeva šumavských lesů na česko-rakouských a česko-bavorských hranicích. Trasa byla vytyčena roku 1775, stavba probíhala ve dvou fázích v letech 1789–1793 a 1821–1823. Kanál je napájen z 27 toků, tří umělých nádrží a Plešného jezera, jež bylo pro potřeby plavby upraveno. Kanál začíná v nadmořské výšce 925 m a je veden spádem 2–75 promile. Hloubka kanálu je 0,96 m, šířka u dna 1,9 m a šířka v koruně 3,8 m. Je obložen tesanými trámy, žulovými deskami a částečně je jeho koryto tesáno ve skále. Při stavbě bylo potřeba překonat řadu technických problémů, jako např. překonání rozvodí Labe a Dunaje, křížení kanálu s potoky a cestami, vedení části trasy tunely nebo napájení kanálu vodou. Dílo bylo postupně upravováno a rozšiřováno. Pravidelná plavba byla zastavena roku 1891, na straně do Rakouska se plavilo naposledy při mimořádné plavbě roku 1916, na české plavba pokračovala s přestávkami do roku 1961. Památkově chráněno: KP (1963, v roce 2012 a 2013 ochrana rozšířena), NKP (2014) (Dvořák, 2000; Památkový katalog, 2021).

Už od raného středověku jsou známy v souvislosti s plavbou dřeva plavecké osady podél řek. Z roku 1130 je první doložitelná zmínka o vybírání cla z plaveného dříví. První doložená zpráva o voroplavbě na Vltavě je privilegium Jana Lucemburského z roku 1316, které zpřesňovalo pravidla obchodu se dřevem. Karel IV. nařízením z roku 1347 snížil a srovnal plavecká cla, nakázal stavbu jezů a stanovil minimální šířku propustí. V roce 1590 vydal Petr Vok první plavební řád pro voroplavbu (Čáka, 2002; Vondrášek a Blüml, 2012).

Již počátkem novověku, v 16. století, docházelo ke sporům o právo na obchodování se dřevem. První zápis o svobodě plavby je znám z roku 1567. Koncem 18. století byla všeobecně zavedena svobodná voroplavba. Josef Schwarzenberg obdržel v roce 1801 privilegium na plavení dřeva do Prahy, které v roce 1861 vypršelo a nebylo obnoveno. Největší rozmach voroplavby spadá do 19. století. Velkou konkurencí pro vory se od poloviny 19. století postupně stávala železnice. Jako palivo bylo dřevo vytlačováno lacinějším uhlím. Místní plavba po Otavě pokračovala dál, zejména v období velké kůrovcové kalamity v 70. letech 19. století. Rozsáhlá regulace vodních toků a výstavba přehrad, zejména Vltavské kaskády, éru voroplavby ukončila. Poslední vor proplouval rozestavěnou Orlickou přehradou 12. září 1960. Poslední plavba na Otavě se uskutečnila roku 1958 (Čáka, 2002; Vondrášek a Blüml, 2012).

Novou kapitolou plavby je pak snaha dopravovat zboží a suroviny i proti proudu řeky. V době před využíváním motorů bylo možné využít tažnou sílu spíše ze břehu. To však vyžadovalo úpravu koryta a vybudování pobřežní stezky. Jako tažná síla bylo využíváno koňské spřežení, někdy ovšem i lidská síla, např. známí burlaci v Rusku. Později byly tyto stezky zpevňovány a přebudovávány na možnost využití traktoru či tažné lokomotivy, příkladem je zachovaná pobřežní stezka v okolí Veselí n. M. – Obr. 4.74(A) a podchod obslužné stezky pod železnicí u Sudoměřic – Obr. 4.74(B). Zachovalé části těchto pobřežních stezek jsou dnes využívány např. jako cyklostezky.

Přechod na výkonné diesellové motory umožnil dopravovat větší objemy zboží současně, jako soulodí více člunů tažených remorkérem. Efektivní využívání této dopravy však vyžaduje modernizaci a zejména zkapacitnění vlastní vodní cesty i důležitých objektů na ní (např.: Wiki, 2021).



Obr. 4.74: Pobřežní stezka u Batova kanálu: (A) v úseku pod Veselím n. M.; (B) podchod stezky pod železnicí u Sudoměřic. Foto Miriam Dzuráková, 2021.



### Dělení vodních cest do tříd

V průběhu vývoje lodní dopravy si plavební dráha vyžádala určitou standardizaci. Vodní cesta je zařazena do třídy podle šířky a délky plavebních komor, zajištěné hloubky plavební dráhy a podjezdů výšky mostů. Nyní provozovaná plavba v České republice odpovídá následujícím třídám a těmto rozhodujícím parametrům (Wiki, 2021):

- **Třída 0** – do této regionální třídy je vyhláškou č. 222/1995 Sb. zařazena Morava od soutoku s Bečvou po Dyji, určeno jen pro malá plavidla do rozměrů 20 × 5 metrů s ponorem 1,2 metru;
- **Třída I** – Střední Vltava – rozměry plavidla do 41 × 4,7 metrů a ponor 1,6 metrů;
- **Třída IV** – Labe od Přelouče po Mělník, Vltava od Třebenic po Mělník – rozměry 80 × 9,5 metrů a ponor 2,5 metrů;
- **Třída Va** – Labe od Mělníka po Wittenberge – rozměr soulodí 110 × 11,4, vhodný ponor 2,5 až 4,5 m;
- **Třída Vb** – v současné době stavěné a projektované vodní cesty v Evropě včetně úvah o průplavu Odra–Dunaj – rozměry soupravy remorkéru a dvou člunů za sebou jsou 185 × 11,4 metrů.

Minimální podjezdová výška u vyšších tříd je požadována 5,25 m, lépe 7 m.

**Přeprava nákladu** byla v historii vždy stěžejní kvůli své energetické výhodnosti. V dnešní době se považuje za její nevýhodu časová náročnost. Avšak v případě tlaku na snižování emisí budou země s vybudovanou sítí vodních cest ve výhodě.

**Osobní říční doprava** v podmínkách českých zemí neměla větší význam. Jednalo se v minulosti i nyní spíše o místní komunikační řešení jako tradiční říční přívozy např. na Vltavě nebo novější na přehradních jezerech, kde nahrazují dřívější zatopené komunikace (Lipno, Slezská Harta). Hromadná lodní doprava na řekách a přehradních jezerech má u nás vždy převážně rekreační charakter.

**Rekreační plavba individuální.** Vodní cesty dříve využívané pro přepravu nákladů již často přestaly sloužit původnímu účelu, zejména z kapacitních důvodů. Ve státech, kde byla lodní doprava součástí průmyslové revoluce, jsou tyto původní kanály již součástí krajiny i měst. Jsou využívány jak pro individuální, tak organizovanou rekreaci. Viz Obr. 4.75.

V podmínkách českých zemí se to obdobně stalo s Baťovým kanálem. Specifickým fenoménem v českých zemích je obliba vodáctví, která navazuje na dřívější voroplavbu a využívá často i objekty, které byly pro dopravu dřeva budovány. Propusti na jezích jsou při jejich rekonstrukci často přebudovávány tak, aby umožňovaly atraktivní splutí malých lodí, případně bývá tento objekt uzpůsoben i jako rybí přechod (Obr. 4.75 (C)).

Fenomén vodáctví je rozvinutý zejména na řekách v povodí Labe, kde v historických dobách byla provozována dálková doprava dřeva po vodě z pohraničních lesů pro potřeby Prahy, ale i dále do Německa, případně až do Hamburku. Kromě Vltavy byly pro voroplavbu využívány pro zásobování Prahy řeky Berounka, Lužnice, Sázava, Malše a Otava, které jsou vodácky oblíbené do dnešních dnů. V okolí Prahy jsou některé jezy z konce 20. století dovybaveny kanálem pro trénink a soutěže v kanoistice na divoké vodě (např. jez Troja) (Čáka, 2002; Vondrášek a Blüml, 2012).

Ve východní části ČR v povodí Moravy a Odry nebyla doprava dřeva a voroplavba v takové míře využívána, sloužila jen pro místní potřeby po krátká období. To souviselo jednak s hydrologickými podmínkami, kdy po značnou část roku byly nedostatečné průtoky, a také s místem odběru většího množství dřeva. Směrem k velkým městům na Dunaji pod Vídní bylo dřevo dopravováno ze slovenských hor např. po Váhu, směrem do Polska např. po Dunajci. Dnešní rekreační a sportovní plavba i v povodí Dunaje tak kopíruje historickou voroplavbu (Čáka, 2002; Vondrášek a Blüml, 2012).



Obr. 4.75: Využití vodních cest jako turistické atrakce: (A) Anglie, původně plavební kanál pro potřeby průmyslu; (B) Baťovo kanál; (C) Ohře, jez Tuhnice, propust' upravená pro sjíždění malých lodí. Foto (A) a (C) Milena Forejtníková, 1993 a 2012; (B) archiv VÚV, 2012.

### 4.3.1.3 Charakteristika, typy a schémata objektů pro vnitrozemskou plavbu

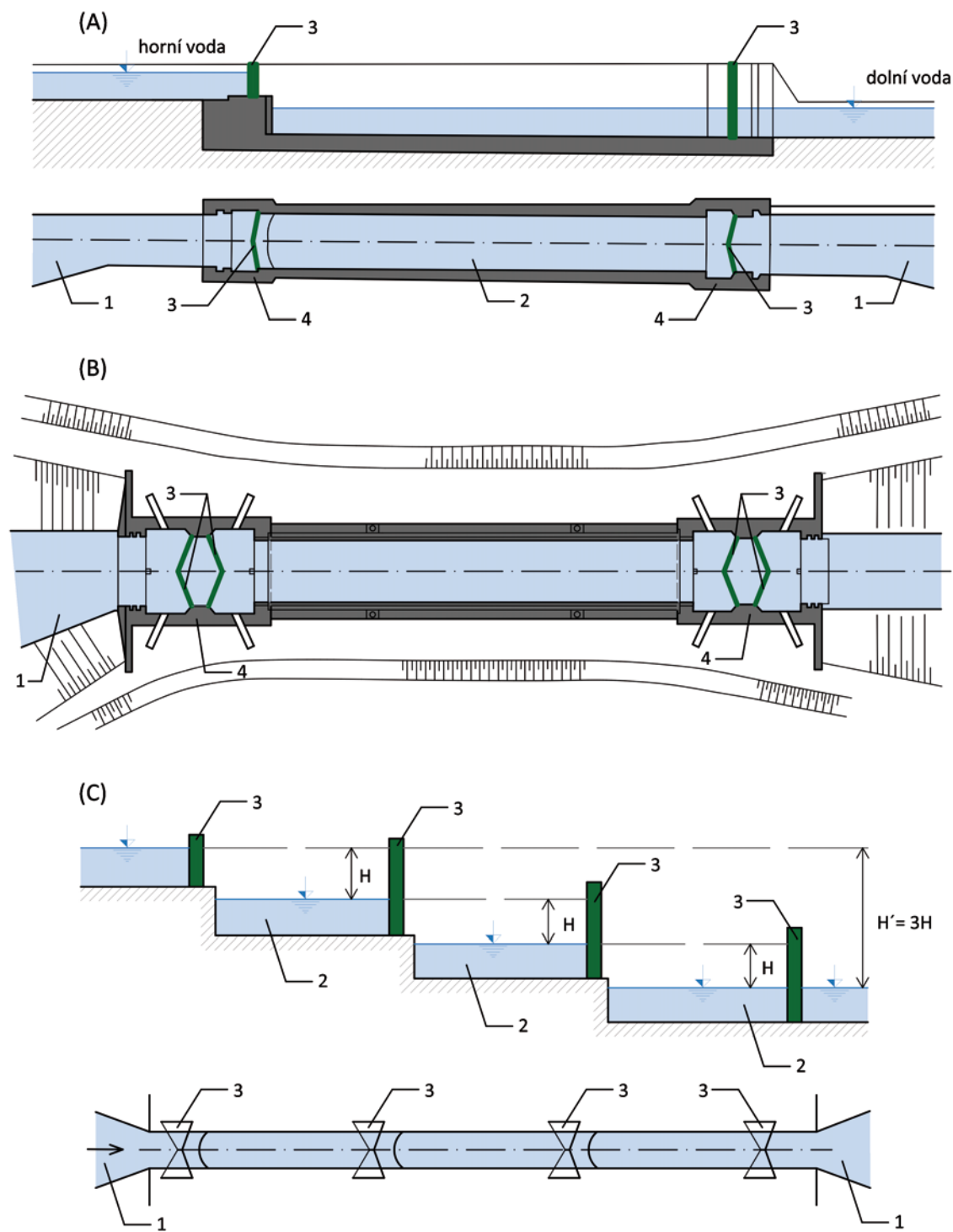
Vnitrozemská plavba využívá pro vodní cestu přírodní vodní toky v jejich původní podobě, pokud mají dostatečnou plavební hloubku pro požadovanou třídu vodní cesty. Většinou však bylo třeba upravovat vodní tok podélně pro zajištění plavební dráhy, případně jsou budovány nové plavební kanály v úsecích meandrujícího nebo divočícího toku. Těmito úpravami se metodika až na výjimky nezabývá. Stejně tak není věnována pozornost lokalitám a objektům, které v našich podmínkách mají spíše dočasný charakter a jsou často souborem technologických zařízení pro konkrétní účel. Po zániku svého hlavního účelu rychle chátrají, viz Obr. 4.76 (A) přístav Chvaletice. Výjimkou mohou být jednotlivé objekty s cílenou snahou o jejich zachování, např. výklopník uhlí na Baťově kanálu, Obr. 4.76 (B).

Následující text je především věnován objektům pro překonání rozdílů hladin a objektům pro křížení s jinými komunikacemi, bez nichž by vodní cesty nebyly myslitelné.



Obr. 4.76: (A) přístav Chvaletice po ukončení dopravy uhlí po vodě; (B) výklopník uhlí na Baťově kanálu u Sudoměřic. Foto (A) Miriam Dzuráková, 2021; (B) Michaela Ryšková, 2022.





Obr. 4.77: (A) schéma jednoduché plavební komory; (B) komora se zdvojenými vraty; (C) schéma plavební komory vícestupňové; 1 – rejda, 2 – vlastní komora, 3 – vrata komory, 4 – zhlaví. Schéma Radka Račoch, Radek Bachan a Michaela Mrosová, 2021 (upraveno dle: VŠB – TUO, 2013).

#### 4.3.1.3.1 Typy plavebních komor

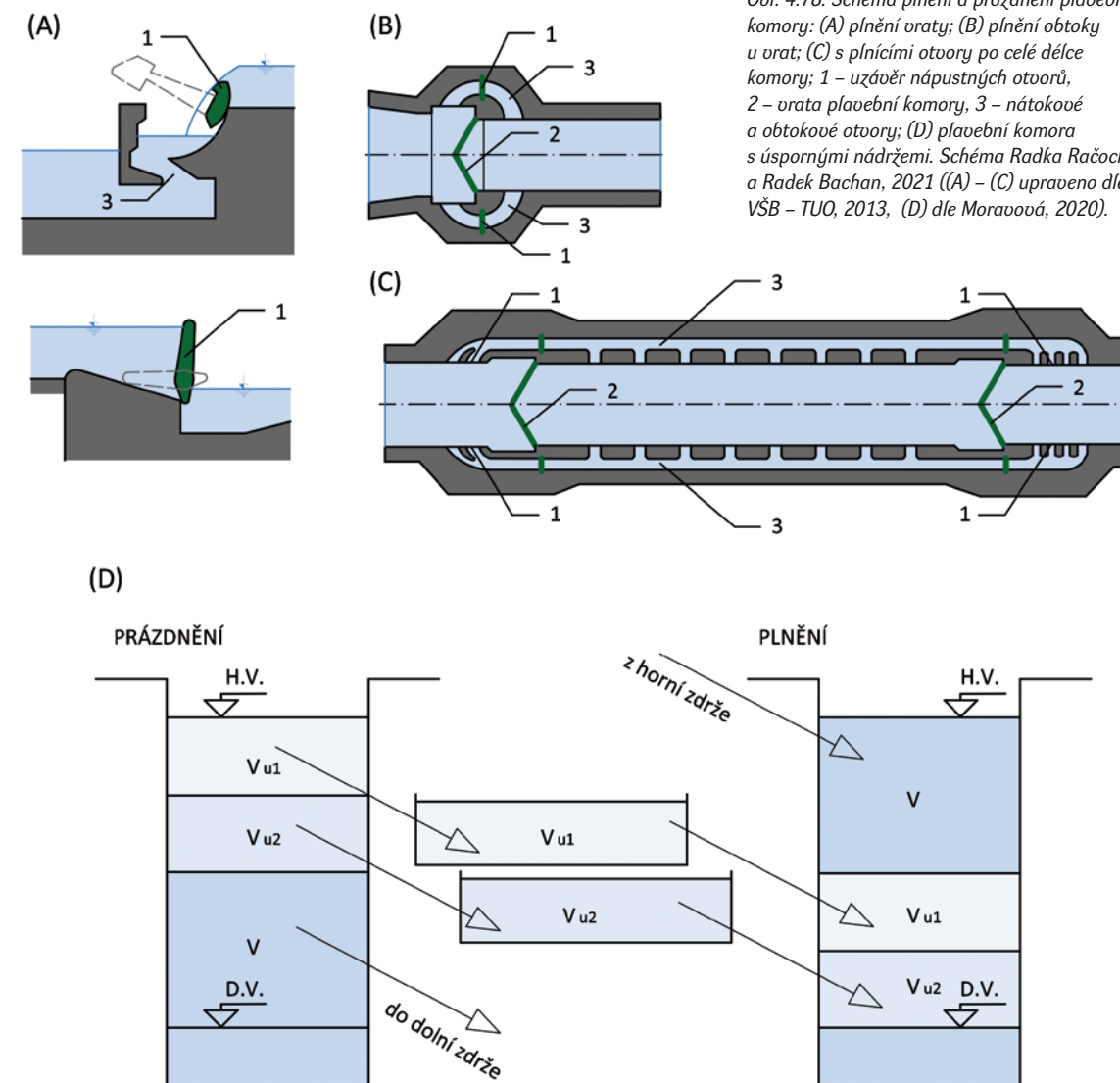
Plavební komory zajišťují vertikální přemístění lodí prostřednictvím plnění a prázdnění vymezených prostorů. Jedná se o podlouhlou nádrž, zpravidla obdélníkového tvaru, vybavenou vraty v dolním a horním ohlavi komory. Jedná se o masivní betonové objekty, schopné přenášet zatížení působící na ně a na vrata.

Dřívější komory s ohledem na dostupný stavební materiál a technologii překonávaly v jednom stupni výšku jen několika metrů. Dnešní technologie na nově budovaných plavební cestách umožňují překonání výšky až kolem 25 m (např. na cestě Mohan–Rýn)

Plavební komora je napojena na plavební dráhu pomocí rejd, dostatečně prostorných a uzpůsobených pro bezpečné manévrování lodí při vjezdu a výjezdu z komory.

Základní typy a součásti plavebních komor jsou na Obr. 4.77.

Komora se plní a prázdní soustavou otvorů ve vratech nebo obtoků, základní systémy jsou patrné na Obr. 4.78.



Obr. 4.78: Schéma plnění a prázdnění plavební komory: (A) plnění vraty; (B) plnění obtoků u vrat; (C) s plnicími otvory po celé délce komory; 1 – uzávěr nápuštěných otvorů, 2 – vrata plavební komory, 3 – nátokové a obtokové otvory; (D) plavební komora s úspornými nádržemi. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 ((A) – (C) upraveno dle: VŠB – TUO, 2013, (D) dle Moravová, 2020).

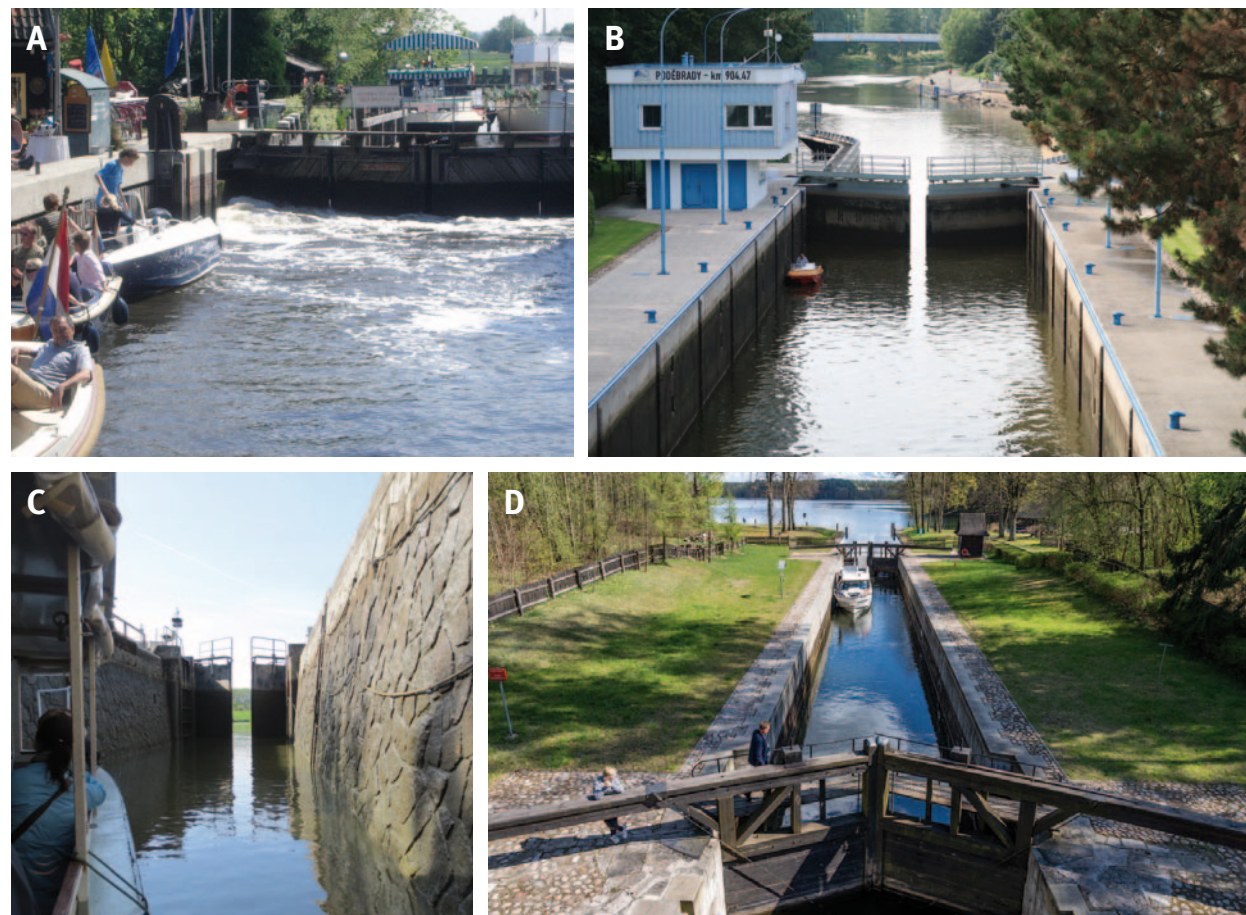


### Výhody, nevýhody a problémy různých typů plavebních komor

Plavební komory jsou energeticky výhodné vzhledem k využití gravitační síly vody. Při cestě lodě proti proudu po uzavření spodních vrat se naplněním komory vodou z horního úseku zvedne loď na potřebnou úroveň bez energetických požadavků.

Často je veřejností poukazováno na velkou náročnost, pokud jde o množství vody potřebné k proplavení lodí plavebními komorami, což může být rozhodující v případě málo vodných úseků. Základním úsporným opatřením je přiměřenost velikosti plavební komory a proplavovaného plavidla (potřebná je jen voda vyplňující prostor mezi stěnami komory a plavidlem). Proto bývá pro překonání výškového rozdílu budována na jednom stupni soustava dvou i více komor různé velikosti. Moderní stavby využívají boční úsporné nádrže, což může ušetřit i  $\frac{2}{3}$  objemu potřebné vody na proplavení při zachování bez nároků na čerpání vody (Obr. 4.78 (D)).

Na Obr. 4.78 (B) je schéma plnění plavební komory s jednoduchým obtokem u vrat. Tento způsob byl využíván na menších vodních cestách v minulosti, pro proplavované může představovat nebezpečné rozbourání hladiny, proto musí být napouštění pomalé viz Obr. 4.79 (A). Novější systémy plnění komor využívají podélné rovnoměrné plnění obtokovými kanály s otvory v různých výškách, což umožňuje rychlejší nátok vody bez ohrožení plavidla. Před výstavbou často předchází ověření systému na hydraulickém modelu.



Obr. 4.79: Příklady plavebních komor: (A) Holandsko, napouštění komory obtokem vrat; (B) Poděbrady, komora s ocelovými vraty plnicími otvory obtokových kanálů; (C) Batūo kanál, zdymadlo na dolní vodě, kyklopské zdi; (D) Augustoovský kanál (Polsko), zdymadlo s dřevěnými vraty. Foto (A) Vít Forejtník, 2007; (B) Miriam Dzuráková, 2021; (C) archiv VÚV; (D) osobní archiv Mileny Forejtníkové.

### Materiál pro stavbu plavebních komor

Většina plavebních komor je stavěna z pevných materiálů s ohledem na střídání tlaků vody a vlivy proudění při plnění a prázdnění komor. V počátcích výstavby plavebních kanálů byly někdy komory stavebně ve stejném příčném profilu jako vlastní kanál se šikmými hlinitými břehy, opevněné jen dřevěnou palisádou nebo jinými dřevěnými prvky. Tento způsob ovšem vyžadoval časté opravy a byl většinou časem přebudován na zděné komory s kolmými stěnami, či později na betonové. Tyto trvanlivé konstrukce jsou již budovány jako jedno těleso včetně obou ohlaví.

### Typy vrat plavebních komor

Na všech výše uvedených schématech a fotografiích jsou zachycena dvoukřídlá vrata plavebních komor vzepřená směrem proti tlaku vody. Na Obr. 4.79 (D) jsou dřevěná vrata s obslužnou lávkou pro ruční ovládání napouštěcích stavidel v každém křídle. Každé z křídel vrat má dlouhý trám v horní části, který slouží jako páka pro manipulaci s vraty. Po vyrovnání hladin v komoře a kanále je možné ovládat pomocí této páky vrata jedním člověkem. Zobrazený typ vrat byl běžný na všech kanálech v 18. a začátku 19. století od Anglie, přes západní po východní Evropu.

Později byly dřevěné konstrukce oplechovány pro větší pevnost a těsnost. Se zvětšujícími se rozměry komor se přešlo většinou na ocelové vybavení ovladatelných prvků a místo ručního ovládání jsou vrata ovládána většinou hydraulicky. To umožnilo posléze přejít na automatizované ovládání celé komory.

V některých případech se používají i jiné konstrukce vrat, např. sklápěné nebo zasunovací do dna. Vrata otočná kolem vodorovné osy mohou být konstruována tak, aby umožňovala přímé plnění nebo prázdnění komory přes jejich horní hranu.

#### 4.3.1.3.2 Jiné typy zařízení pro překonávání výškových rozdílů hladin

V některých případech se budují mechanická lodní zdvihadla, která lze použít pro překonávání velmi vysokých spádů až na hranici okolo 100 m. Příklady svislých lodních zdvihadel jsou uvedeny v Obr. 4.80. Šikmá lodní zdvihadla, příklady lodních železnic ukazuje Obr. 4.81.

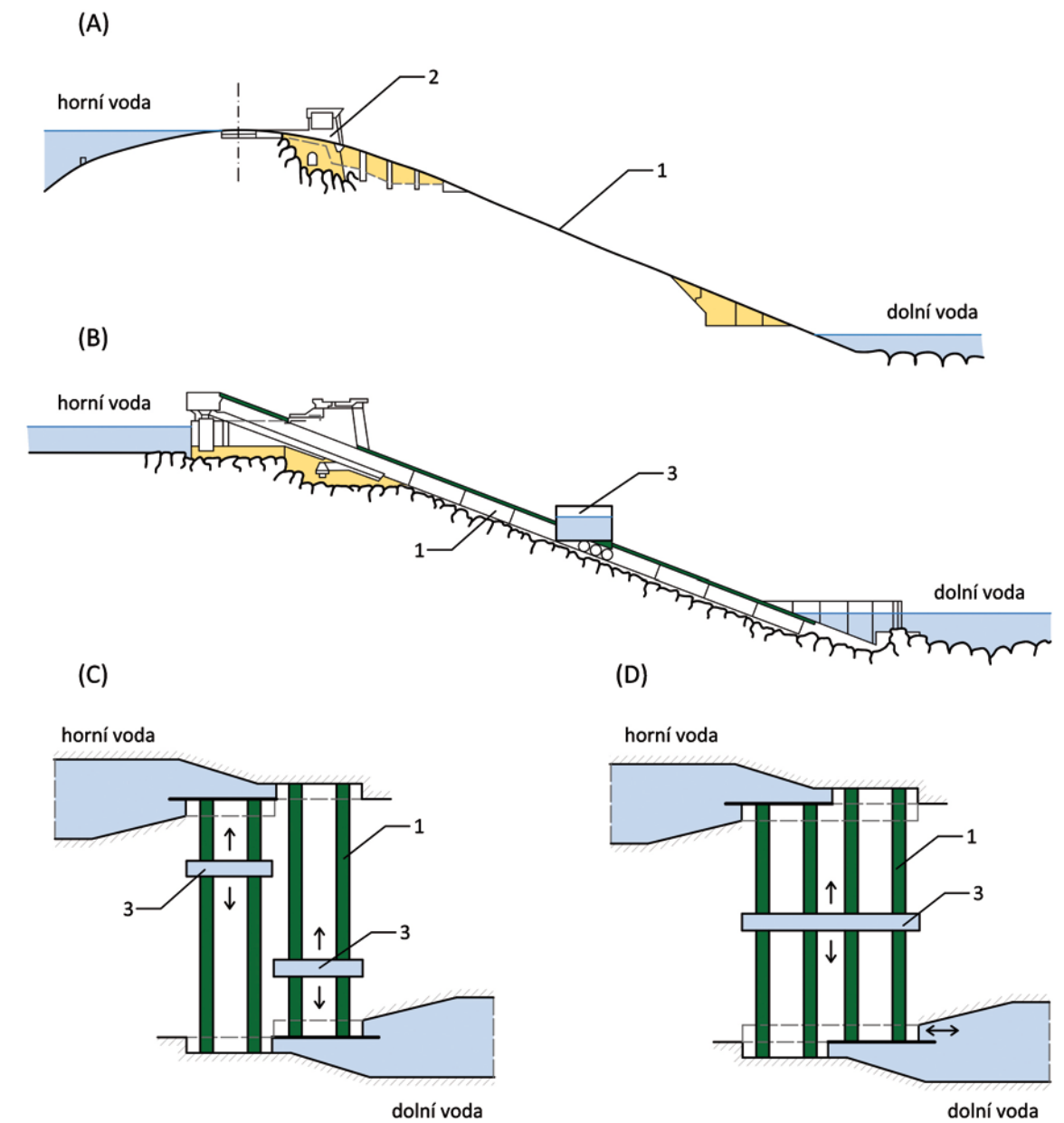
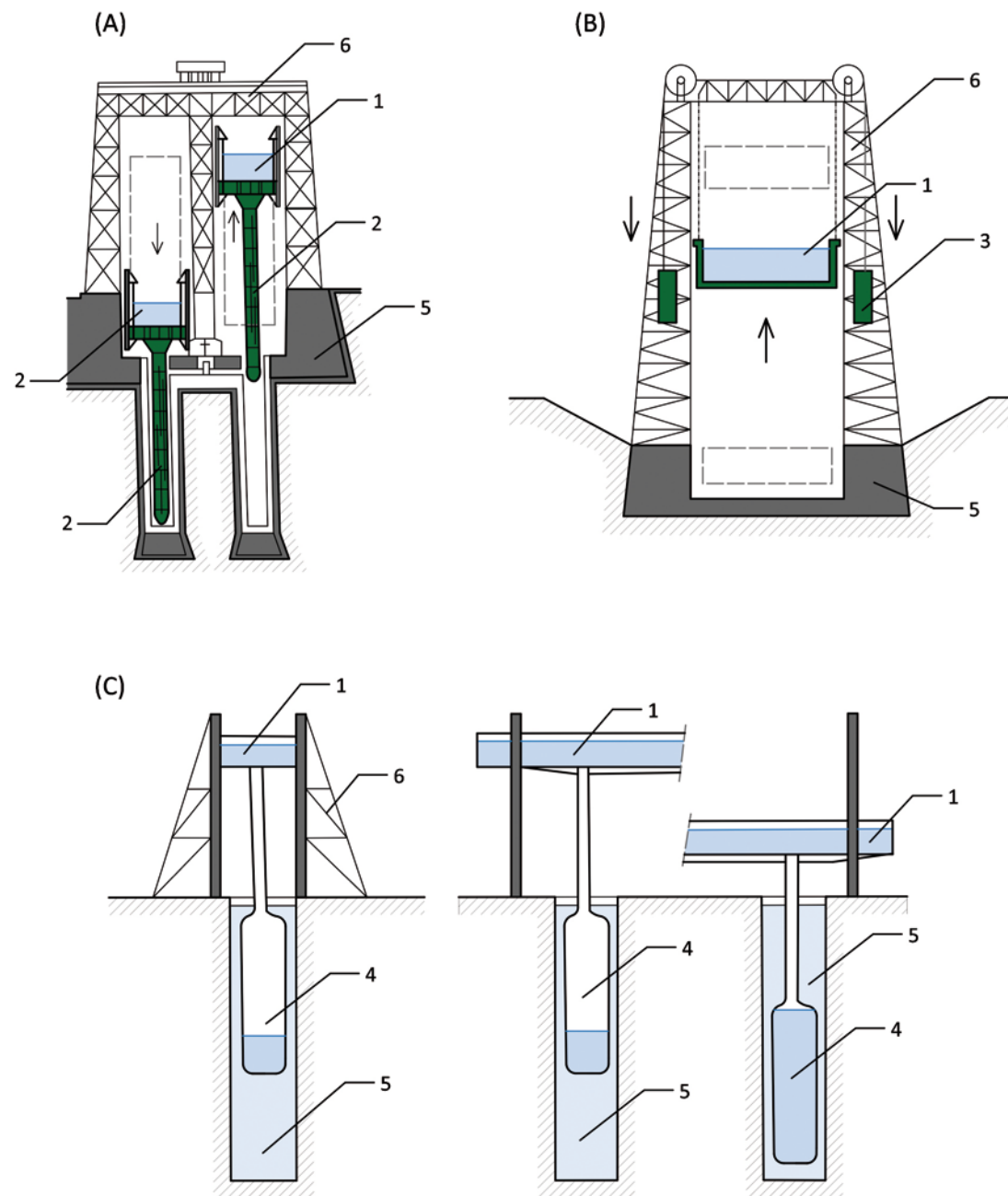
#### Porovnání lodních zdvihadel s plavebními komorami

**Výhody:** možnost překonání velkých spádů; minimální spotřeba vody; velká dopravní výkonnost zařízení a tím i vodní cesty; vysoká rychlost překonávání spádu; nedochází ke kolísání hladin v přilehlých zdržích.

**Nevýhody:** vyšší náklady na zhotovení; technická a konstrukční složitost zařízení, zvýšené požadavky na zakládání konstrukce; menší rozměry žlabu, a tím možnost proplavování pouze jednotlivých lodí; nutnost vyvážení žlabu při jeho pohybu.

Také v projektovém návrhu lodních zdvihadel je snaha o co nejnižší potřebu energií při provozu. To je zajištěno např. využíváním protizávaží, různými hydraulickými systémy, spřažením dvou proti sobě jedoucích žlabů apod. Vznikají i speciální lodní zdvihadla, která se pak stávají „technickou památkou“ už v době svého vzniku. Příkladem je rotační lodní zdvihadlo Falkirk ve Skotsku dokončené v roce 2002, viz Obr. 4.82 (A), (B). V propagačních materiálech k tomuto technickému dílu jsou uváděny obdivuhodné parametry: délka každého ze dvou žlabů je 25 m, hmotnost přibližně 300 t, jeden cyklus otočení včetně přípravy trvá 15 minut a spotřebuje 1,5 kWh. Tato provozní energetická nenáročnost je způsobena vyvážením celého systému, kde žlaby s vodou a případně lodí působí vzájemně jako protizávaží.





Obr. 4.80: Lodní zdvihadla svislá: (A) pístové lodní zdvihadlo; (B) schéma lodního zdvihadla s protizávažím; (C) schéma plovákového lodního zdvihadla; 1 – nádrž pro přepravu lodě, 2 – hydraulicky ovládaný píst, 3 – protizávaží, 4 – plovák, 5 – pevné technologické prvky, 6 – nadzemní nosné konstrukce. Schéma Radka Račoch, Radek Bachan a Michaela Mrosová, 2021 (upraveno dle: VŠB – TUO, 2013).

Obr. 4.81: Lodní zdvihadla šikmá – úvahy: (A) kolejová přeprava menších lodí na vozíku; (B) kolejová přeprava větších plavidel v přímém pohyblivém žlabu; (C) příčný pohyblivý žlab, zdvojená kolejová dráha; (D) možnost spojení dvou žlabů pro přepravu dlouhých člunů; 1 – kolejová dráha, 2 – vozík pro přepravu malých lodí, 3 – pohyblivý žlab pro přepravu větších plavidel. Schéma Radka Račoch, Radek Bachan a Michaela Mrosová, 2021 (upraveno dle: Břežinský, 2020 a VŠB – TUO, 2013)





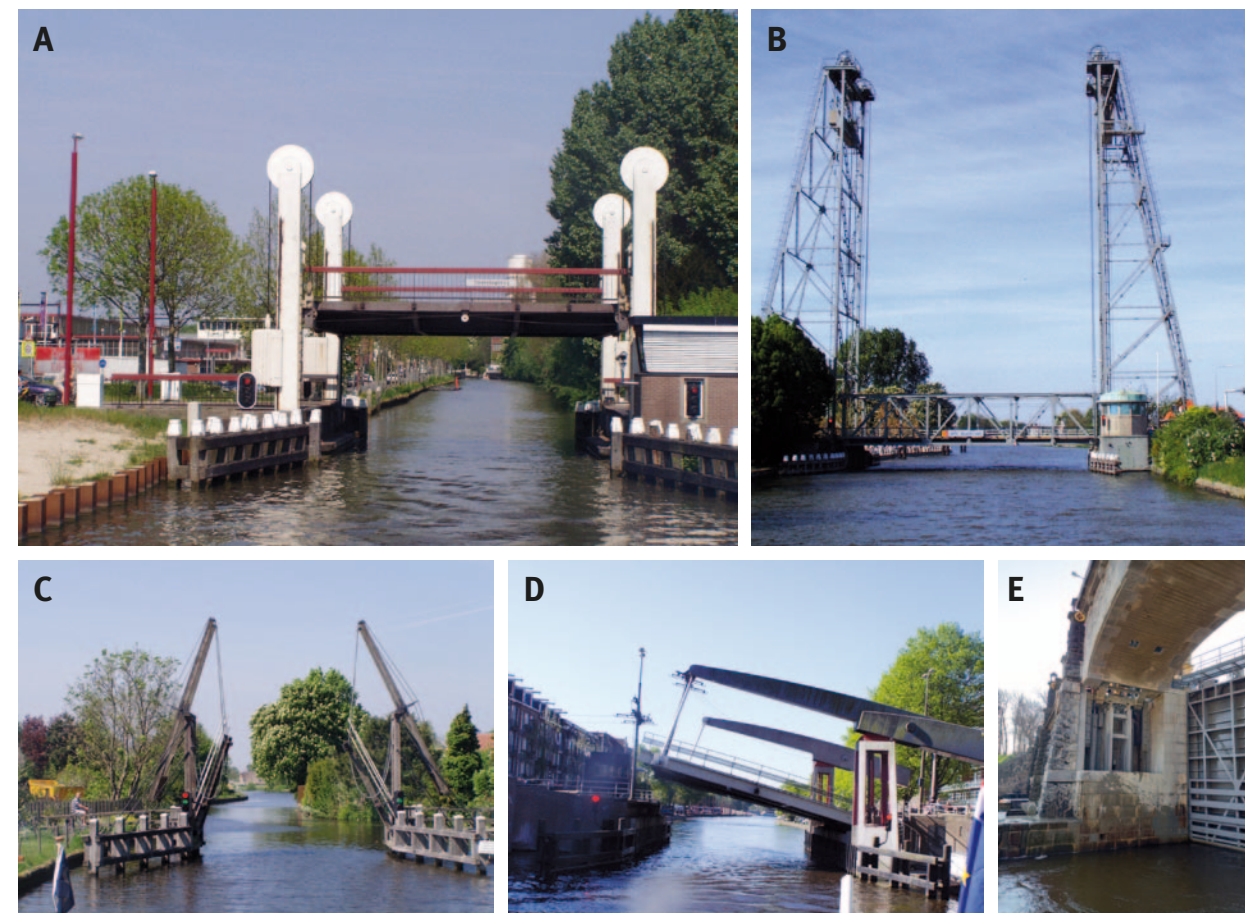
Obr. 4.82: Falkirk (Velká Británie, Skotsko) – rotační lodní zdvihač. Foto Shutterstock.

#### 4.3.1.3.3 Křížení plavební dráhy s jinými komunikacemi

Provoz lodní dopravy je závislý na co nejdelších drahách vedených v jedné niveletě. Proto při křížení s jinými komunikacemi se volí nadjezdy či podjezdy právě se změnou výškového vedení těchto silnic, cest či železnic. V případě přemostění plavební dráhy je rozhodující podjezdová výška mostu nad hladinou. Pokud nejsou příhodné podmínky pro dostatečně vysoké přemostění, volí se zvedací mosty různých konstrukcí. Na Obr. 4.83 (A) a (B) jsou konstrukce mostů s vodorovným zvedáním vozovky pomocí protizávaží. V případě (C) a (D) je starší a moderní provedení vahadlové konstrukce, v druhém z těchto příkladů je v Amsterdamu na mostní konstrukci zajištěna i tramvajová doprava. Poslední příklad (E) je hydraulicky ovládaný most ve zdvižené poloze na nově opraveném zdymadle v Hoříně.

Na dalších fotografiích na Obr. 4.84 je příklad vedení plavebního kanálu po mostní konstrukci nad dálnicí. V podmínkách České republiky tento způsob křížení není uplatněn, ve světě však existují i několikasetmetrové plavební kanály vedené jako akvadukty překlenující celé údolí.

Příkladem vedení plavebního kanálu akvaduktem je např. památka zapsaná na Seznam světového dědictví – **Pontcysyllte Aqueduct** na kanále Llangollen Canal v severním Walesu, viz Obr. 4.85 (Pontcysyllte, 2009): „Akvadukt byl postavený na přelomu 18. a 19. století a jedná se o nejvyšší a nejdelší akvadukt ve Velké Británii. Most z litiny a cihel překračuje údolí osmnácti oblouky, z nichž každý má rozpětí 13,7 metru. Jen čtyři pilíře stojí v samotné řece. Délka mostu je 307 metrů, výška od hladiny ke spodku koryta s vodou činí 38,4 metru. Plavební kanál, který most nese, je 3,4 metry široký a má hloubku 1,6 metru. Celá stavba byla otevřená už po deseti letech od položení základního kamene, a to 26. listopadu 1805.“



Obr. 4.83: Zvedací mosty různých konstrukcí: (A) a (B) s protizávažím, zvedané s vozovkou v horizontální poloze; (C), (D) vahadlové; (E) hydraulicky ovládaný most na rekonstruovaném zdymadle Hořín. Foto (A) – (D) Vít Forejtník, 2007 (Holandsko); (E) Otakar Hrdlička, 2021.



Obr. 4.84: Holandsko, křížení plavebního kanálu vyšší třídy a obslužné komunikace s dálnicí. Foto Milena Forejtníková, 2007.

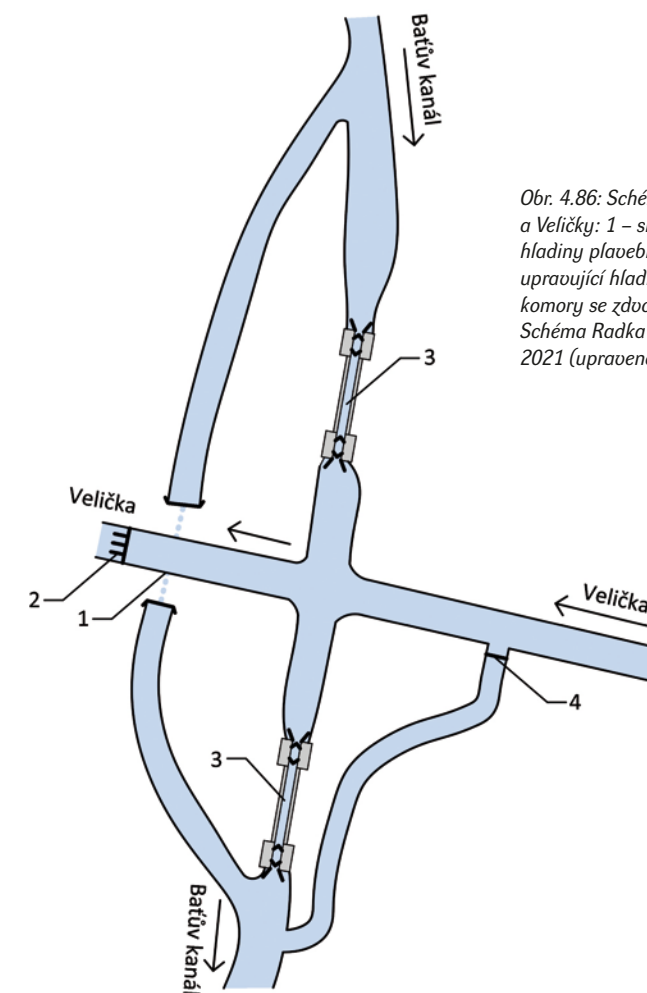




Obr. 4.85: Akvadukt Pontcysyllte (Velká Británie, Wales). Foto Shutterstock.

Na vodních cestách v ČR se vyskytuje úrovnňové křížení plavebního kanálu s přírodním vodním tokem. Oba následující příklady se nachází na jižní Moravě na Baťově kanálu (PMO, 2018). Na Obr. 4.86 je schéma křížení s Veličkou, které je řešeno plavebními komorami s dvojitými vzpěrnými vraty, protože mohou nastat obě situace, buď bude proplavovaná loď na úroveň hladiny Veličky stoupat, nebo klesat. Kontinuita toku vody a výšky hladiny v kanále je zajištěna potrubní shybkou pod Veličkou, zajištění plavební hloubky na Veličce je provedeno jezem těsně pod křížením.

Jiný způsob byl využit při křížení kanálu s řekou Moravou u Vnorov. Při rozdílné úrovni hladiny v kanále a v řece jsou do dnešní doby využívány obnovené plavební komory na přechodu mezi kanálem a řekou (Vnorovy I) a řekou a kanálem (Vnorovy II). Součástí řešení tohoto křížení je i jez Vnorovy, který umožňuje manipulaci nejen s hladinou Moravy, ale řídí i odtok a nátok vody do obou částí Baťova kanálu. Při původním využívání kanálu pro nákladní dopravu byly čluny mezi komorami přetahovány na laně tzv. vodní lanovkou, která využívala pro pohyb vlastní proud řeky Moravy obdobně jako přívozy. Do dnešních dnů je toto ojedinělé technické řešení připomínáno ocelovým torzem konstrukce lanovky – foto na Obr. 4.87.



Obr. 4.86: Schéma křížení Baťova kanálu a Veličky: 1 – shybka pro udržení stejné hladiny plavebního kanálu, 2 – jez upravující hladinu Veličky, 3 – plavební komory se zdvojenými vraty, 4 – stavidlo. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle situace v terénu 2020).



Obr. 4.87: Zbytky lodní lanovky pro křížení Baťova kanálu s Moravou u Vnorov. Foto archiv VÚV, 2012.



## 4.3.2 NÁHONY A DALŠÍ DÍLA PRO TRANSPORT VODY

### 4.3.2.1 Budování vodních děl pro transport vody

V české a moravské krajině lze nalézt mnoho terénních nerovností, které až po bližším zkoumání ukáží, že se jedná o pozůstatky lidské činnosti. V případě liniových prvků se může jednat o zaniklý náhon či vodní kanál. Naopak v mapách z různého období včetně starých katastrálních map můžeme najít trasy vodotečí, které už v terénu nejsou patrné. Jak je zmíněno v kapitole 1.2, je historie úprav vodních toků v naší krajině dlouhá a využívání vodní energie bylo na jejím počátku. Budování náhonů pro přivedení vody do místa jejího využití má proto dlouhou tradici.

Nejjednodušší vodní díla typu náhon byla budována na lokální úrovni pro potřebu mlýnů a hamrů v rámci jednoho údolí. Nátok z vodního toku do jejich trasy byl usměrňován nejprve jen volně loženými kameny nebo štěrkovými lavicemi obdobně jako probíhalo přirozené větvení vodního toku. Výškový rozdíl pro dosažení potřebného spádu vody se získával vedením trasy náhonu vrstevnicově po úbočí. Pozdější budování jezů jako vzdouvacích a rozdělovacích objektů umožnilo dále zvýšit výškový rozdíl a regulovat množství vody přiváděné do náhonu.

V ČR máme však v různé míře zachované i trasy náhonů a kanálů, které překračují rozvodí mezi potoky nebo i mezi povodími velkých řek. V těchto případech se často nejednalo jen o energetické využití, ale bylo i potřeba vodu přivést z místa, kde ji byl dostatek, do místa její potřeby. K budování takových vodních děl přispíval mimo jiné rozvoj důlní činnosti a sklářství.

V průběhu času se někdy měnil původní účel vybudovaného díla. Příkladem může být Blatenský příkop vybudovaný v letech 1540–1544, který přiváděl vodu z rašelinišť u Božího Daru do cínových dolů v okolí Horní Blatné. Příkop byl ještě v roce 1929 rekonstruován, i když již nebyl využíván pro potřeby dolů, ale sloužil až do roku 1945 jako případný zdroj požární vody. Další rekonstrukcí prošel až v letech 1995–2001, kdy bylo hlavním účelem oddělení rašelinných vod od zdrojů vody vodárenské z nádrže Myslivny.

S rozvojem dílenské a později průmyslové výroby narůstala potřeba vody pro další odvětví jako výroba textilu či zpracování celulózy. S tím narůstaly i objemy přepravované vody a rozměry koryt náhonů.

Víceúčelové využití náhonů a kanálů bylo často plánováno už při jejich vzniku. S přívodem potřebného objemu vody pro technologii byl využit i její energetický potenciál, současně byl náhon či vodní kanál využit i pro přiblížení dřeva až do místa jeho zpracování. Příkladem této multifunkčnosti je Weissshuhnův kanál v údolí Moravice u Žimrovic, případně kanál přivádějící vodu a dřevo z říčky Mílnice do Huťského rybníku a dále do sklářských hutí v Harrachově.

Ve 20. století, kdy pokročily technologie a mechanizace, vznikla také vodní díla pro transport vody mnohonásobně větších objemů. Nejvýznamnější je Podkrušnohorský přivaděč odvádějící vodu z krušnohorských potoků mimo povrchové uhelné doly do řeky Bíliny, či převod vody z Morávky do vodní nádrže Žermanice vybudovaný v letech 1951–1956.

### 4.3.2.2 Charakteristika náhonů a typy objektů

#### 4.3.2.2.1 Typy náhonů a kanálů

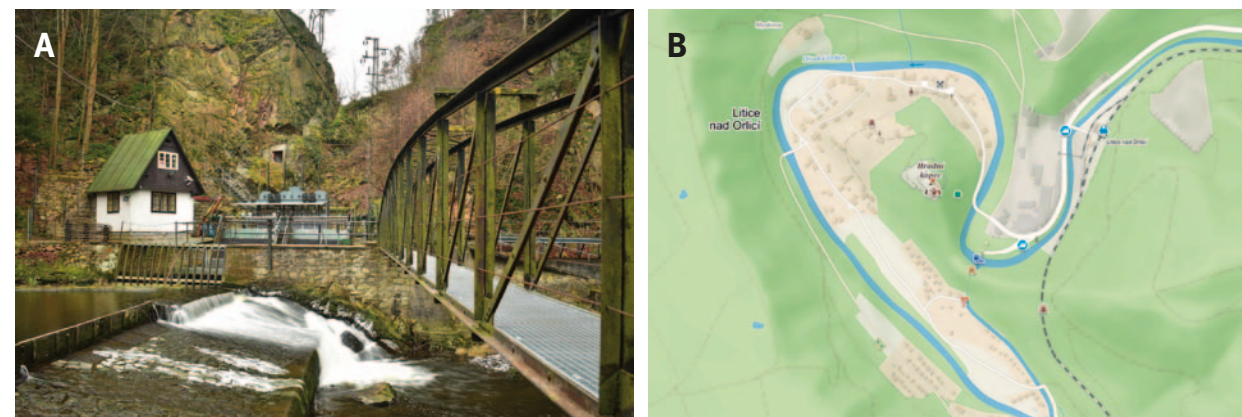
Podle účelu:

- zvýšení spádu v místě energetického využití (např. mlýny, MVE),
- zvýšení průtokové rychlosti a zvětšení profilu v úseku (např. pro plavení dřeva),
- převod vody z místa jejího přebytku do míst její potřeby (napájení rybníčních soustav, přívod technologické vody do průmyslového areálu).

Podle způsobu trasování:

- ve svahu po vrstevnici,
- přes rozvodnici (např. Blatenský vodní kanál),
- v nivě v násypu (např. některé náhony v nivě Svitavy),
- štolováním, tunelováním (části náhonu pro MVE Spálov – viz kap. 4.4),
- akvadukty, tunely, shybky – křížení s jiným tokem či komunikací (např. viz Obr. 4.93),
- průpichů meandru řeky (např. „Myší díra“ Litice nad Orlicí viz Obr. 4.88).

Na významnějších vodních dílech je využito kombinace i několika způsobů trasování.



Obr. 4.88: Litice nad Orlicí: (A) jez s nátokem do průpichu; (B) situace lokality o mapě. Foto Milena Forejtníková, 2020; mapa převzata z: mapy.cz.

Podle stavebního materiálu:

Ve starší době byl zřetelně využíván místní materiál podle místních stavebních zvyklostí a zkušeností. Typické je např. využívání nespárovaného kamene v Jeseníkách, který byl kladen tak, že odolával i zvýšeným tlakům povodňové vody při jarním tání, viz Obr. 4.91. Naopak na Českolipsku byly s výhodou využívány pískovcové struktury, do kterých bylo možné i bez větší mechanizace hloubit a tvarovat potřebný profil koryta, viz Obr. 4.90. V nížinných oblastech byla nově tvarovaná koryta náhonů kopána v místních hlínách, výhodou byly dobře těsnící jílovité zeminy. Opevnění břehů v místech oblouků bylo prováděno z kamene nebo dřeva.

Některé úseky a detailní řešení byly prováděny ve dřevě, tyto úseky se ovšem v původní podobě nezachovaly a jsou případně obnovovány podle dobových nákrešů. Na Obr. 4.89 je nově provedená úprava dřevěných prvků v zakončení náhonu u mlýnu v Babiččině údolí. I v době jejich vzniku a aktivní činnosti byly tyto části často opravovány a v případě mlýnů přebudovávány podle potřeb následné technologie (pro co nejučinnější nátok na vodní kolo).

V době rozvoje průmyslu vzrostly nároky na množství vody přiváděné náhony, volí se typová řešení a odolnější materiály jako beton, zdění z kamene do cementových malt, případně betonové prefabrikované prvky.





Obr. 4.89: Ratibořice – dřevěné proky náhonu u mlýna v Babiččině údolí. Foto Milena Forejtníková, 2010.



Obr. 4.90: Stavební materiál vodních kanálů – pískovec: (A) a (B) Průroa Ploučnice, umělé zkrácení toku tunelem a otevřeným korytem; (C) osazení objektu se stavídlý přímo do pískovcového skalního bloku; (D) detail drážky pro provizorní hrazení vysekané v pískovci. Foto David Honek, 2019.



Obr. 4.91: Stavební materiál – kámen – Jeseníky Karlova, M. Morávka: (A) skládaný kámen, troanliost ověřená časem; (B) novější varianta skládaného kamene; (C) zaniklý kamenný náhon; Chrudim; (D) kamenné zděné stěny vodního kanálu v intravilánu. Foto David Honek, 2020.

#### 4.3.2.2 Objekty na vodních kanálech a náhonech

Vodní toky v naší krajině jsou již po staletí ovlivňovány činností lidí. Je překvapivé, kolik a jakých objektů je možné najít na zdánlivě přirozeném vodním toku. V případě vodních kanálů a náhonů často nacházíme dodnes funkční akvadukty nebo shybky pro křížení umělého koryta s přírodním vodním tokem nebo nějakou komunikací.

**Příklady vodních mostů – akvaduktů** – jsou patrné na následujících obrázcích. Na Obr. 4.92 je rekonstruovaný Semínský akvadukt na Opatovickém kanále. Rekonstrukce z roku 2003 byla provedena pouze s ohledem na zachování funkčnosti tohoto díla s použitím vyztuženého betonu a ocelových profilů larsen (bednění stěny odlehčovací propusti), jak je patrné z (A). Na snímku (B) je detail přechodu mezi korytem a mostní částí kanálu s pozůstatky dřevěných opevňovacích prvků. Na Obr. 4.93 je křížení Dyjského náhonu s říčkou Pulkavou, původní materiál



akvaduktu je zachován, jak napovídá i název tohoto díla – Železná postel. Další akvadukty se nalézají např. na Schwarzenberském kanálu (NKP) na křížení s Koňským potokem, na Chřibské u České Kamenice (KP) nebo na Weissshuhnově kanále (bez památkové ochrany).

**Shybky** využívají efektu spojených nádob, kdy je voda svedena do potrubí nebo jiného těsněného koryta níže pod úroveň křížené linie a následně se vrací na svoji niveletu. V dolním úseku je proudění tlakové, pro správnou funkci shybky musí být tedy její trasa vodotěsná. Shybku není možné použít na plavební trase a je potřeba přiměřená údržba proti ucpání nátokové části. Vstup bývá proto osazen mříží, nebo česlemi.



^  
Obr. 4.92: Semínský akvadukt na Opatovickém kanále: (A) stav po rekonstrukci; (B) pozůstatky starých dřevěných prvků. Foto David Honek, 2020.

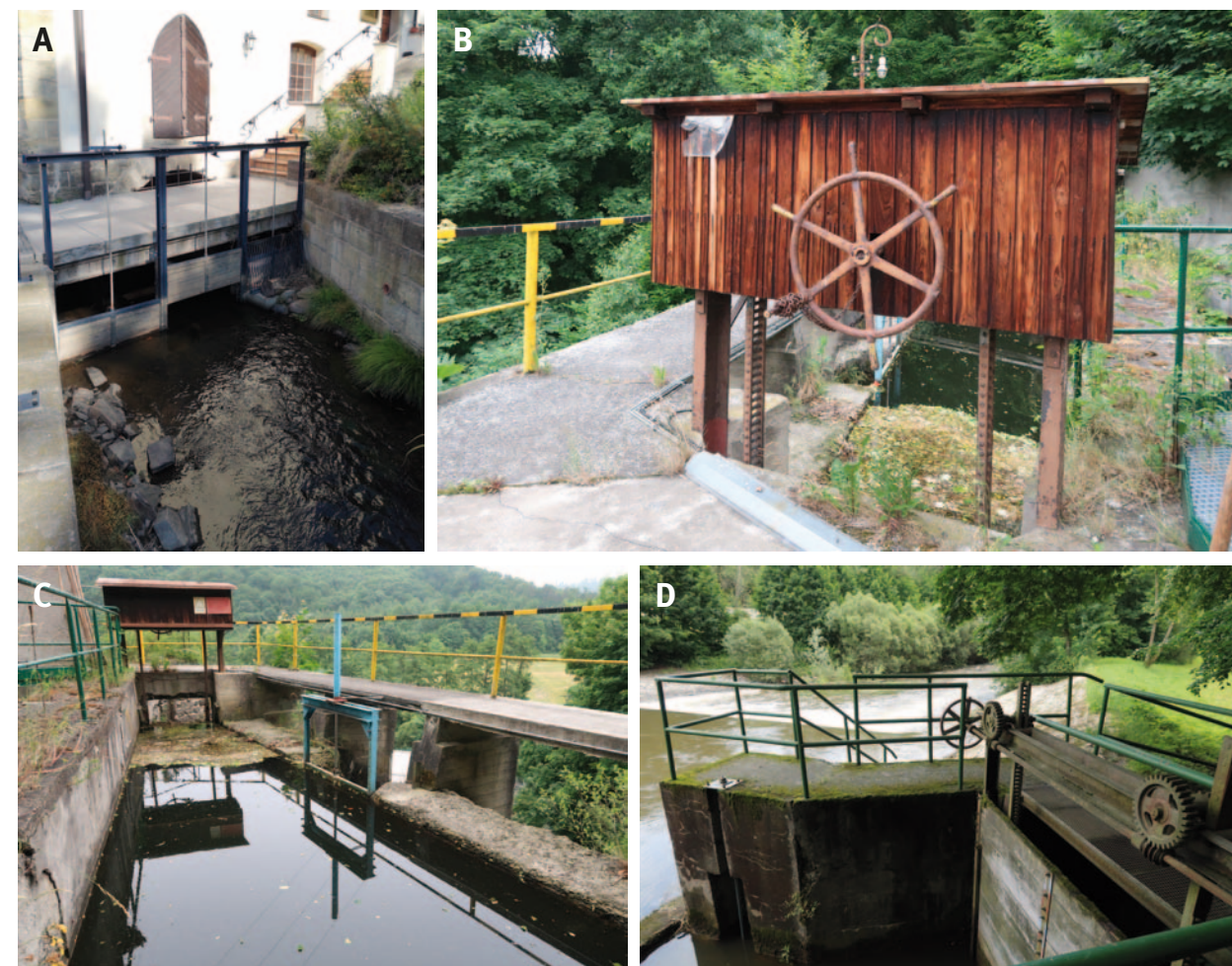


<  
Obr. 4.93: Laa an der Thaya (Rakousko) – železný akvadukt na náhonu z Dyje. Foto Milena Forejtníková, 2019.

### Stavidla a jalové přepady pro regulaci průtoků v náhonech

Na náhonech a vodních kanálech je možné nalézt různorodé rozdělovací objekty a zařízení pro regulaci průtoků. Tyto objekty jsou potřebné nejen při nátoku do kanálu a na jeho konci, ale i po trase pro nastavení vhodných průtoků v jednotlivých úsecích kanálu, při křížení či přibírání vody z přítoků, odlehčování přebytečné vody jalovými přepady s pevně nastavenou hranou nebo ovládním stavidlem. Většina těchto zařízení je popsána v jiných kapitolách, zejména v části o využití vodní energie. Na následujících fotografiích jsou pro představu ukázána některá typická nebo ojedinělá řešení. Obecně se dá vysledovat, že v průběhu času se přecházelo od jednoduchých ručně ovládaných stavidel k jejich osazení elektromotory pro snazší ovládní, a to většinou při zachování původních prvků.

Následně se ukázalo jako výhodné ovládat stavidla i na dálku pomocí elektrické sítě. Zvláštním případem vzdáleného ovládní je jalový odtok před vstupem náhonu do areálu závodu na Weissshuhnově kanálu, kde bylo zvoleno dálkové ovládní stavidla pomocí hydrauliky.

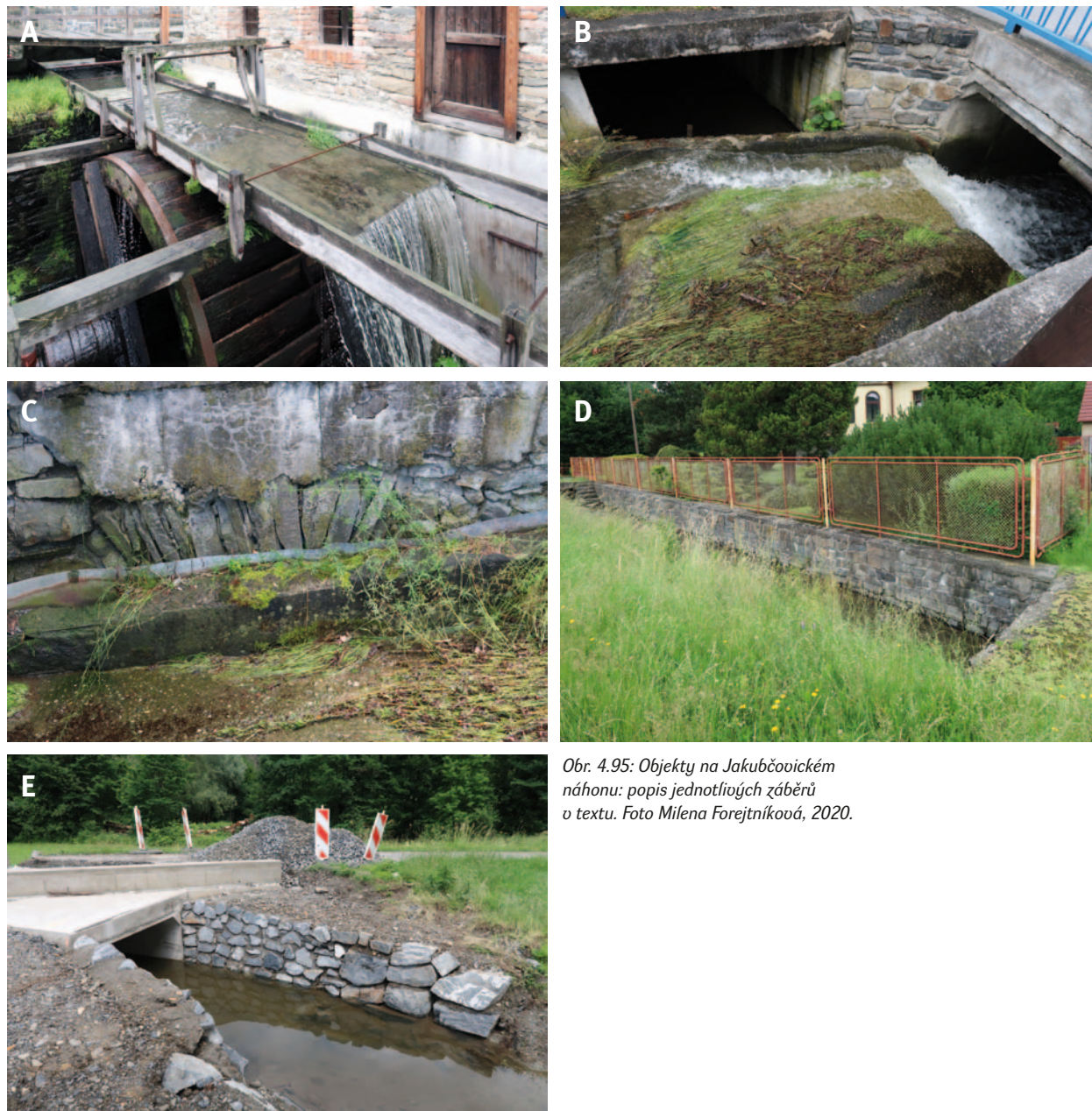


Obr. 4.94: Detaily ovládacích objektů: (A) Chrudim, dřevěná, ručně ovládaná stavidla; (B) Weissshuhnově kanál, stavidlo ovládané původně ručně přebudované na elektropohon; (C) tamtéž, pravobřežní jalový odtok ovládaný hydraulicky; (D) mechanismus pro ruční ovládní stavidel z boku. Foto Radka Račoch, 2021.



#### 4.3.2.2.3 Osudy starých náhonů na příkladu náhonu v Jakubčovicích nad Odrou

Tři kilometry dlouhý náhon byl zbudován pro mlýn Wesselsky, jenž je poprvé zmiňován v roce 1571. Svůj název získal po rodině, která jej provozovala po dvě staletí. V objektu je zachovaná mlýnská technologie s mlýnskými kameny z křemenců, vodním kolem z dubu a transmisí do stodoly. (Vodní mlýny, 2021). Mlýn prochází postupnou rekonstrukcí a majitelé mají snahu i o zachování funkčního náhonu a odpadního kanálu za mlýnem, které se ovšem nacházejí na cizích pozemcích.



Obr. 4.95: Objekty na Jakubčovicím náhonu: popis jednotlivých záběrů o textu. Foto Milena Forejtníková, 2020.

Náhon odebírá vodu z řeky Odry na jezu Jakubčovice na říčním kilometru 88,3. Prochází většinu trasy zastavěnou plochou obcí Jakubčovice nad Odrou a Loučky. V některých částech je zatrubněn, je na něm zachována jedna malá vodní nádrž (původně s akumulační funkcí) a prochází také pod skladovými a výrobními objekty. Původně nesl čistou vodu Odry, včetně ryb a dalších vodních živočichů. Byly do něj odvedeny také dešťové vody z přilehlých nemovitostí a v průběhu 20. století se postupně stával spíše stokou, jak postupovala životní úroveň a vybavenost domácností. Zmiňované obce nemají totiž dořešenou kanalizační síť ani čištění odpadních vod. Majitelé mlýna mají obavy, aby náhon zcela nezaknily tím, že by byl zatrubněn a přeměněn na hlavní sběrnou stoku.

Některé zajímavé detaily jsou na Obr. 4.95. V části (A) je nově vybudované dřevěné vybavení náhonu – vantroky před nátokem na mlýnské kolo, dřevěné páky umožňují nastavovat délku dna nátoku, a tím ovlivňovat dopad vody na paprsky vodního kola. V části (B) je zachyceno přemostění náhonu pro převod Dobešovského potoka přímo do Odry, v případě zvýšených průtoků v potoce dochází automaticky k odlehčení části vody do náhonu. (C) ukazuje detail použitých materiálů v místě tohoto křížení z různých časů a oprav. (D) a (E) umožňují srovnat řemeslné zpracování kamenného opevnění a mostku dříve a nyní (obě tyto fotografie jsou z počátečního úseku náhonu nad souvislou zástavbou Jakubčovic).

#### 4.3.2.2.4 Velké převody vody z 20. století

S rozvojem průmyslu a zejména energetiky ve 20. století se dále rozvíjely stavební vodohospodářské práce. V případě vodních kanálů a náhonů jsou tato nová díla zmiňována v jiných kapitolách metodiky, kde přívody a odvody vody jsou nedílnou součástí funkčního celku (typicky MVE).

Převody vody a nakládání s jejími objemy bylo však třeba řešit i ve větších územních celcích; vznikla tedy v rámci vodohospodářského plánování samostatná disciplína – Řešení vodohospodářských soustav. Praktickým výstupem těchto úvah a výpočtů je soustava přehradních nádrží v povodí Odry, kde cílem bylo po všech stránkách zajistit dostatek vody pro rozvíjející se průmyslovou oblast Ostravska. Aby byly využity všechny možnosti akumulace vody v přehradních nádržích, je vybudován otevřený vodní kanál z řeky Morávky do nádrže Žermanice.

Jiným příkladem je Podkrušnohorský přivaděč v povodí Ohře (Obr. 4.96). Těžbou uhlí v povrchových dolech je narušena celá krajina, včetně přirozené sítě vodotečí. Kanál je veden z části v zakrytých profilech a v potrubí stejně jako závěrečné úseky některých potoků – jeho přítoků. V úsecích s otevřeným korytem se jedná o betonový lichoběžníkový průřez. Tímto vodním kanálem jsou převáděny vody připadající původně řece Ohři do Bíliny. I když celé dílo nemá žádné zřejmé památkové hodnoty a ani technologie výstavby nepřináší nová řešení, je unikátní svým ideovým návrhem a výrazně zasahuje do krajinného rázu. Nyní se jedná i o budoucnosti vodohospodářského řešení celého vytěženého revíru. Jednotlivé těžební jámy jsou přeměňovány na vodní plochy a uvažuje se i o energetickém využívání formou přečerpávacích elektráren.



Obr. 4.96: Podkrušnohorský přivaděč. Schéma David Honek, 2022 (dle Povodí Ohře).



### 4.3.3 JEZY

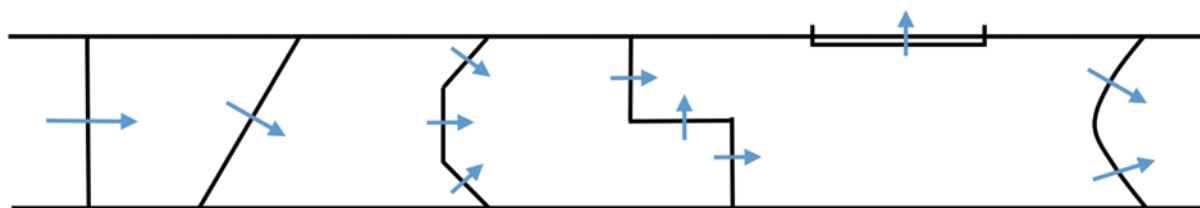
#### 4.3.3.1 Historický vývoj

S osídlováním území, které probíhalo nejintenzivněji v údolích významných vodních toků, souvisela i výstavba jezových konstrukcí. Nejstarší historicky doložené objekty jezů byly budovány již 3 000 let před n. l. Pochází z Egypta, Číny a Indie, kde jejich výstavba souvisela s potřebou zavlažování zemědělských plodin a později také s rozvojem výrobních prostředků (např. mlýny). Do Evropy přinesli základní znalosti o výstavbě jezů Římané. V českých zemích byla výstavba jezů spojena s úpravami vodních toků, které měly zajistit ochranu před povodněmi, splavnost, stabilizaci koryta toku, ale také využití vodní energie a zásobení vodou. Pravděpodobně nejstarší jez na našem území byl vybudován u Žatce roku 778. Od roku 993 je dokumentována výstavba jezů v Praze. Rozvoj výstavby pevných jezů spadá do 13. století, kdy byly realizovány konstrukce ze dřeva, kamene a hlíny. Vznikaly tak trvalé pevné jezy, které jejich uživatelé poměrně systematicky udržovali. Mnohé z nich se zachovaly dodnes. Značnou odolností se vyznačují zejména dřevěné jezy s výplní. Jedná se o historicky cenné stavby. Ve 14. století byla například v Praze na Vltavě řada jezů, z nichž se zachovaly jezy Šítkovský a Staroměstský. Jejich estetický účinek je dodnes součástí celkového panoramatu Hradčan (Průcha, 1980).

Budováním pevných jezů vznikaly překážky pro plavbu. Spory o vodu vyřešil Karel IV., který v roce 1340 ustavil Cech přisežných mlynářů zemských. V jejich pravomoci bylo soudit spory o vodu i o výšku jezů. Cech lze proto považovat za první vodohospodářskou instituci v dějinách českého státu (Průcha 1980). S rozvojem průmyslu v 19. století a dostupností hutních materiálů, především oceli, začínají vznikat první pohyblivé jezy. Nejprve se jednalo o spíše menší konstrukce, kde hradicí prvky obvykle tvořily dřevěné fošny a trámce a pouze hlavní nosná část byla ocelová. Možnost udržet hladinu v jezové zdrži na konstantní úrovni až do určitého průtoku zajišťuje lepší využití vodního toku, a tak v tomto období docházelo k rychlému rozvoji a vzniku jezových soustav. Zároveň v tomto období vzniklo velké množství nových technických řešení pohyblivých jezů, z nichž některé se využívají dodnes (Gabriel a kol., 1989).

#### 4.3.3.2 Dělení a konstrukční typy

Účelem jezu je vzdouvání vody v korytě toku, která se využívá k různým vodohospodářským účelům. Je třeba odlišit konstrukce jezového a přehradního typu. Jez od přehrady odlišuje především funkce jezové zdrže. V jezové zdrži je relativně malá rozkolísanost hladin (u pevných jezů je výraznější), průtok přes objekt je u jezu primárně realizován přepadem přes vlastní konstrukci a jezovou zdrží jsou průtoky převáděny bez ovlivnění (tj. přítok je roven odtoku). Z hlediska stavební koncepce a půdorysného uspořádání rozlišujeme jezy *přímé* (ty jsou kolmé, šikmé, lomené a boční) a jezy *zakřivené* (např. obloukové, esovité, apod.) (viz Obr. 4.97)



Obr. 4.97: Příklady půdorysného uspořádání jezových konstrukcí. Schéma Tomáš Julínek, 2019.

Podle funkce se jezy rozdělují s ohledem na konstrukční uspořádání na dva hlavní typy, a to jezy pevné a jezy pohyblivé. Pevný jez vzdouvá vodu v toku pomocí tělesa s pevnou úrovní přelivné hrany. Úroveň vzduté hladiny vody v nadjezí se mění v závislosti na změně velikosti průtoku. Naopak u pohyblivých jezů je voda v toku vzdouvána hradicími prvky (jezovými uzávěry), které umožňují změnit polohu přelivné hrany. Toto umožňuje pomocí postupného otevírání uzávěrů udržet hladinu vody v nadjezí na konstantní úrovni až do určitého průtoku, např. až po kapacitu jezu. Jezové konstrukce lze rozdělit do skupin podle konstrukčního řešení hradicích prvků následovně (Gabriel a kol., 1989):

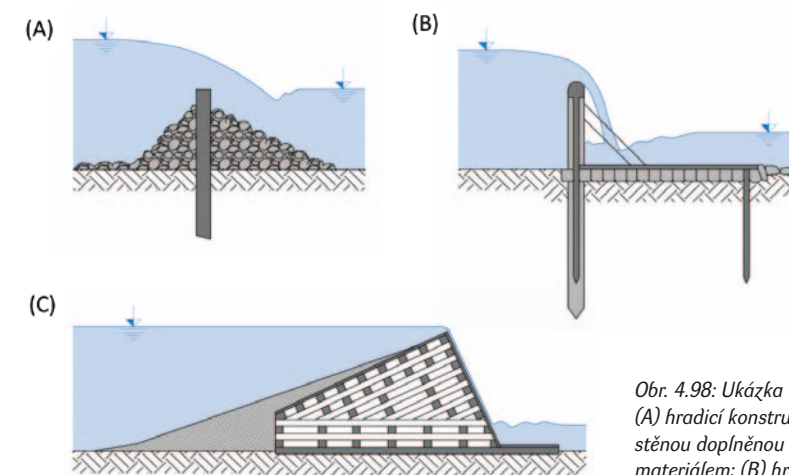
- **pevné jezy** – dřevěné, kamenné, zděné, betonové, členěné pilířové, násoskové;
- **pohyblivé jezy** – hradlové, hradidlové, poklopové, stavidlové, segmentové, válcové, hydrostatické.

#### 4.3.3.2.1 Pevné jezy

Pevné jezy se se budují především v úsecích toků, kde lze akceptovat kolísání hladiny v nadjezí. Uplatní se především při stabilizaci dna a břehů koryta vodního toku, popřípadě při úpravách menších toků. Pevné jezy je možné rozdělit do kategorií podle různých hledisek. Například podle výšky, tvaru konstrukce v příčném řezu, použitého stavebního materiálu nebo způsobu převádění průtoků. Pevné jezy tvoří nepohyblivé masivní těleso stabilizované do podloží konstrukce. Přelivná hrana není osazena vyhraditelnými uzávěry.

#### 4.3.3.2.1.1 Dřevěné jezy

Dřevěné jezy (Obr. 4.98) představují první typ budovaných jezových konstrukcí. Mají jednoduchou konstrukci a v pozdější době se využívaly často jako dočasné. Hradicí konstrukci tvoří obvykle dřevěná pilotová stěna doplněná stabilizačním kamenným materiálem (Obr. 4.98 (A)) nebo stabilizovaná dřevěnými vzpěrami (Obr. 4.98 (B)). Na stavbu se používalo borové, modřínové nebo dubové dřevo. Dalším řešením je masivnější rámová konstrukce s výplní, která představuje nejdolnější typ dřevěných jezů. Dřevěný rám je tvořen dřevěnými štětovými stěnami, piloty, vodorovnými trámcí a stabilizujícími převázkami. Rám je vyplněn kamenem, pěchovanou hlínou apod. Přelivná plocha je chráněna bedněním nebo kamenem. V případě skalnatého nebo balvanitého dna, které není vhodné pro beranění pilot, se budovaly jezové konstrukce srubového typu (Obr. 4.98 (C)).



Obr. 4.98: Ukázka typů dřevěných jezů: (A) hradicí konstrukce s dřevěnou pilotovou stěnou doplněnou stabilizačním kamenným materiálem; (B) hradicí konstrukce stabilizovaná dřevěnými vzpěrami; (C) jezová konstrukce srubového typu. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Průcha, 1980).



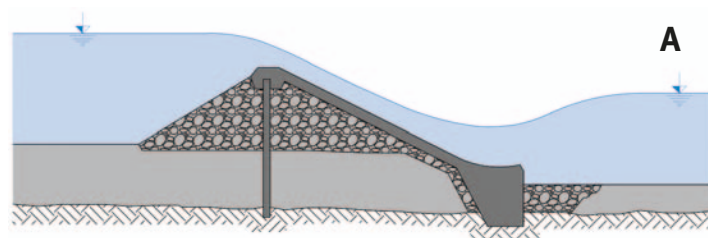


Obr. 4.99: Praha – Šítkovský jez. Foto Miriam Dzuráková, 2022.

Dřevěné jezy se na některých místech zachovaly do dnes. Dřevěné jezové konstrukce byly uplatňovány často ve 13. století na Vltavě v Praze. Dodnes se tyto typy jezů označují jako pražské nebo staropražské. Příkladem jsou Staroměstský jez nad Karlovým mostem se šikmou podélnou osou nebo Šítkovský jez s lomenou osou (Obr. 4.99). V úseku středního Labe se nacházelo několik jezů tohoto typu, některé byly v průběhu času rekonstruovány (Průcha, 1980).

#### 4.3.3.2.1.2 Kamenné jezy

Kamenné jezy reprezentují další historický typ jezů. Tyto jezy byly obvykle konstruovány jako kamenná hráz s výplní z jemnějšího materiálu (Obr. 4.100). Materiálem pro stavby kamenných jezů byl lomový kámen odolný proti obrusu a mrazu. Návodní strana měla sklon cca 1:1–1:2 a byla opevněna kamennou dlažbou. Povodní strana byla upravena ve sklonu 1:2 a víc. Přelivná plocha byla opevněna kamennou dlažbou s vyklínováním. Dno v podjezí bylo proti tvorbě výmolů chráněno obvykle kamenným záhozem. Jezové těleso bylo obvykle poměrně propustné, a tím byla z dlouhodobého hlediska ohrožena jeho stabilita. Tento typ sloužil k hrazení menších výšek při krátkodobém využití, nebo při odstavení vedlejších ramen toků (Gabriel a kol., 1989).

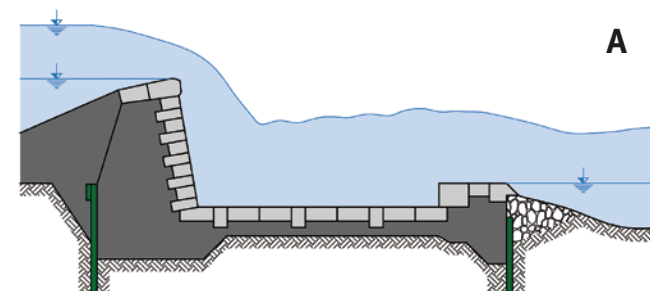


Obr. 4.100: Kamenný jez: (A) schéma; (B) Znojmo-Oblekovice, jez na Dyji. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: Gabriel a kol., 1989); foto Miriam Dzuráková, 2022.



#### 4.3.3.2.1.3 Zděné jezy

Pro trvalé hrazení vyšších průtoků byla kamenná konstrukce nahrazena odolnější zděnou konstrukcí. Zděné jezy jsou tvořeny plným tělesem, které je stabilizováno vlastní tíhou. Zdivo je nejčastěji z lomového kamene a opracovaných kamenných kvádrů. První zděné konstrukce vycházely z dřevěných a kamenných jezů a měly obdélníkový, lichoběžníkový a trojúhelníkový příčný řez. Na základě hydraulického vývoje vyšších pevných jezů bylo lichoběžníkové těleso doplněno o prohloubený vývar a opevnění za vývarem. Vývarem se rozumí prohloubený prostor dna pod jezem, který napomáhá tlumení kinetické energie přepadajícího paprsku vody. Tento typ jezu reprezentuje např. Helmovský jez na Vltavě v Praze (Obr. 4.101).

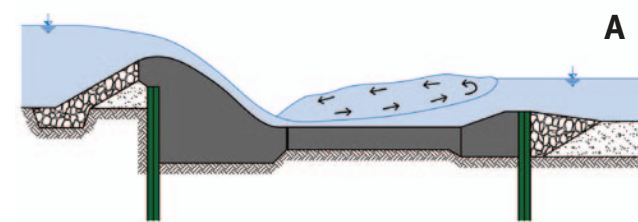


Obr. 4.101: Zděný jez: (A) schéma; (B) Praha, Helmovský jez na Vltavě. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Průcha, 1980); foto Miriam Dzuráková, 2022.



#### 4.3.3.2.1.4 Betonové jezy

Protože na stavbu zděných konstrukcí je zapotřebí velké množství náročné manuální práce, byly zděné konstrukce postupně nahrazovány betonovými. Výhodou pevných betonových jezů je především jejich nepropustnost a rychlost výstavby. Z hlediska příčného tvaru byly první betonové jezy konstruovány obdobně jako předchozí typy. Postupně došlo k výstavbě zaoblených tvarů přelivné plochy a k jejímu napojení do vodorovného dna pomocí válcové plochy. Na základě zkušeností na Helmovském jezu, kde docházelo k častému poškození (eroze, namáhání ledu), byl navržen proudnicový tvar přelivné plochy (Obr. 4.102). Z důvodu omezení průsaků vody podložím byla konstrukce doplněna o ocelové štětové stěny (Gabriel a kol., 1989).



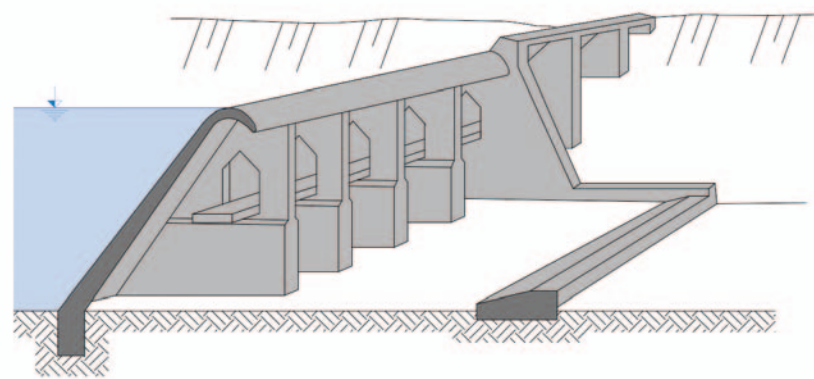
Obr. 4.102: Pevný betonový jez: (A) schéma; (B) Břeclav, jez na Dyji. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Gabriel a kol., 1989); foto archiv VUT, 2019.





#### 4.3.3.2.1.5 Pilířové jezy

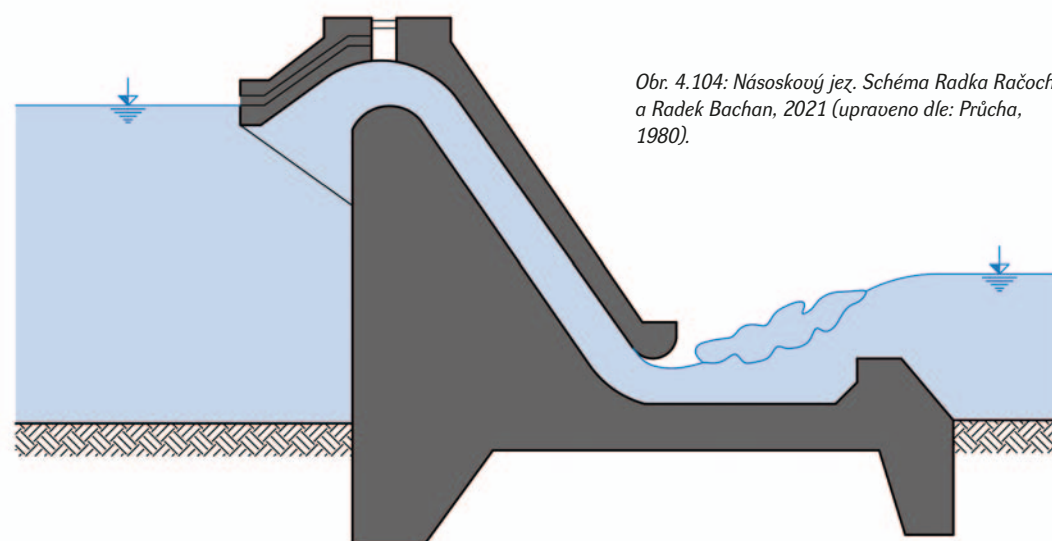
Pilířové jezy jsou tenké železobetonové konstrukce. Členěný pilířový jez má v příčném řezu tvar trojúhelníku s šikmou návodní stranou tvořenou vodotěsnou železobetonovou deskou opřenu o pilíře (Obr. 4.103). Jedná se o odlehčenou konstrukci, která je poměrně náročná na zakládání. Duté jezové těleso může být na povodňové straně otevřené nebo uzavřené. Někde se hradicí deska nahrazuje stěnou z klenbiček nebo tenkých železobetonových skořepin opřených o pilíře. Liší se vzdáleností pilířů.



Obr. 4.103: Členěný pilířový jez. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Gabriel a kol., 1989).

#### 4.3.3.2.1.6 Násoskové jezy

Násoskové jezy se obvykle používají tam, kde je k dispozici omezená přepadová výška nebo šířka přelivné hrany. Tento typ jezu umožňuje udržovat hladinu v horní nádrži na přibližně konstantní úrovni. Průtok je převáděn pomocí násosek, které jsou umístěny na tělese jezu. Násoskový jez tvoří přelivná plocha a horní kryt. Horní část je napojena pod hladinu stálého vzduť a dolní konec většinou zasahuje pod úroveň hladiny dolní vody (Obr. 4.104). Násoska se uvede do činnosti v okamžiku, kdy hladina horní vody překročí úroveň přelivné hrany. V násosce vznikají poměrně velké rychlosti, a proto se často doplňuje opancérováním.



Obr. 4.104: Násoskový jez. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Průcha, 1980).

#### 4.3.3.2.2 Pohyblivé jezy

Pohyblivé jezy se nacházejí nejčastěji na středních a dolních tocích. Jez je často součástí souboru staveb využívaných k vodohospodářským účelům: u jezu se obvykle nachází malá vodní elektrárna, zařízení pro odběr vody nebo odlehčení vyšších průtoků, rybí přechod a na splavněných tocích plavební komora. Oproti pevným jezům je u pohyblivých jezů možné držet hladinu v horní zdrži na konstantní úrovni i při vyšších průtocích. Tím je dosaženo omezení rozlivů při povodňových situacích a případně také umožněno řízení odlehčovaných množství do inundačních oblastí. Manipulace s uzávěry umožňuje bezpečné převádění ledů a splavenin.

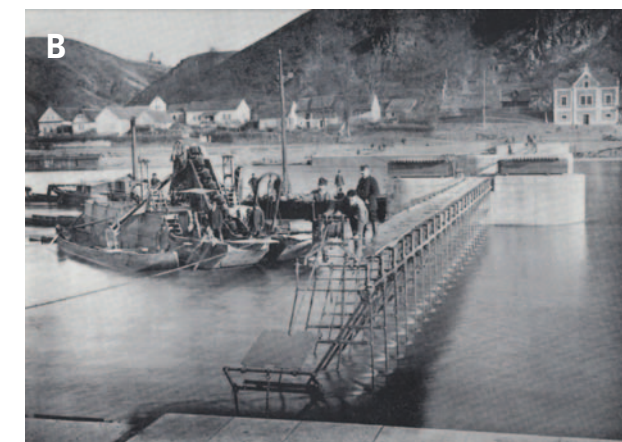
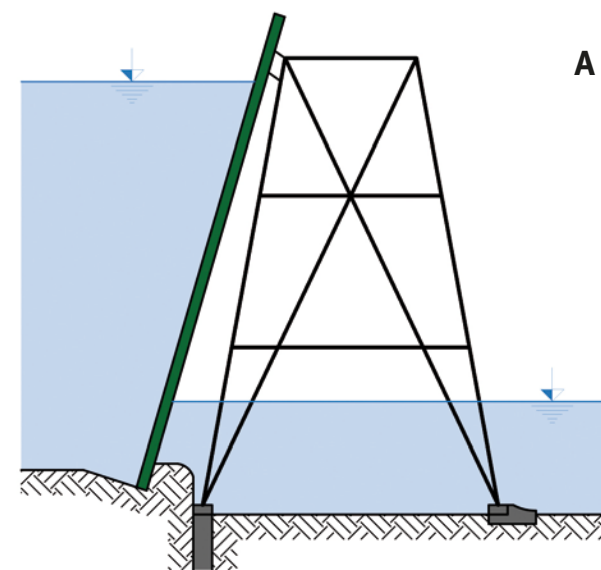
Jez se vždy skládá z pevné spodní stavby, přelivného pevného betonového prahu ve tvaru lichoběžníku nebo tzv. Jamborova prahu a pohyblivých uzávěrů. Pohyblivé uzávěry, nejčastěji ocelové, jsou osazeny mezi pilíři. Pohyblivé jezy je možné rozdělit do kategorií podle různých hledisek:

- podle ovládání hradicích prvků – manuálně, mechanicky, změnou tlaku;
- podle funkce/obsluhy – automaticky, poloautomaticky, s trvalou obsluhou;
- podle členitosti – celistvé, členěné;
- podle přenášení zatížení od hradicích mechanismů – do spodní stavby, do pilířů;
- podle typu hradicích mechanismů – hradlové/hradidlové, pokloповé, stavidlové/tabulové, válcové, hydrostatické.

##### 4.3.3.2.2.1 Hradlové a hradidlové jezy

Hradlové jezy byly nejvíce realizovány od druhé poloviny 19. století do cca první dekády 20. století. Využívaly se především při kanalizačním splavnění toků. Jez se skládá z hradel, slupic a pouchových tyčí (Klíř 1908, Kratochvíl 1947). Hradla jsou dřevěná nebo kovová trámce skládané vedle sebe na výšku ve sklonu cca 10°. Slupice jsou příhradové konstrukce umístěné ve vzdálenosti 1–6 m a spojené pouchovými tyčemi. Slupice přenáší tlak do spodní stavby jezu (Obr. 4.105).

Hradidlové jezy jsou tvořeny vodorovnými na sebe uloženými trámcí opírajícími se do svislých drážek v pilířích. Trámce jsou ze dřeva nebo oceli a mají obdélníkový, popř. kruhový průřez.



Obr. 4.105: Hradlový jez: (A) schéma; (B) Klecany, jez na Vltavě. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Kratochvíl, 1947); foto převzato z: Klíř, 1908.

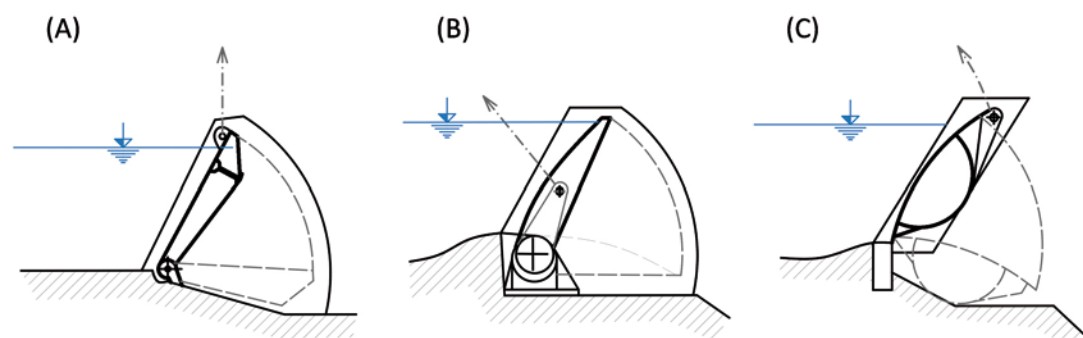


#### 4.3.3.2.2 Pokloповé jezy

Pokloповé jezy jsou tvořeny hradicím prvkem, který má charakter desky. Původně rovné desky byly z hydraulických důvodů vhodně zaoblené a ze statických důvodů prostorově vyztužené. Při manipulaci se těleso otáčí kolem vodorovné osy. Podle umístění otočné osy poklopu se pokloповé jezy dělí do třech kategorií, a to:

- poklopy s osou otáčení na spodní stavbě,
- poklopy s osou otáčení mezi spodní stavbou hladinou stálého vzduť,
- poklopy s osou otáčení nad hladinou stálého vzduť.

Manipulace s vodou v nadjezí se realizuje přepadem, výtokem nebo kombinací obou způsobů. Původně byly využívány rovné desky, které tvořily dřevěné bedně, a k nim byly kloubově upevněny vzpěry, které jez držely ve vztyčené poloze. Postupně se konstrukce začaly vyrábět z ocelových profilů překládaných ocelovými plechy. Nejrozšířenějším typem pokloповého jezového uzávěru je klapka. Klapky je možno dělit na deskové (Obr. 4.106 (A)), troubové (Obr. 4.106 (B)) a duté (Obr. 4.106 (C)). Desková klapka je tvořena hradicí deskou vyztuženou příčnicí připojenými na hlavní nosník. Pokud je tento umístěn u přelivné hrany, jedná se o klapku úhlovou. Troubová klapka má nosnou troubu umístěnou obvykle za pevným prahem spodní stavby. Pohyb klapky je zajištěn otáčením nosné trouby pomocí servomotoru. Nejčastěji se využívá duté klapky s osou otáčení na spodní stavbě. Klapka má čochovitý tvar, který tvoří dva válcově zaoblené plechy. Tuhost celistvé klapky je zajištěna výtuznými žebry, tzv. diafragmami. Díky dobré tuhosti lze klapku ovládat jak oboustranně, tak i jednostranně.



Obr. 4.106: Typy klapkových uzávěrů: (A) deskové; (B) troubové; (C) duté. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvoová, 2021 (upraveno dle: Průcha, 1980).

Pokloповé uzávěry s osou otáčení mezi spodní stavbou a hladinou stálého vzduť se realizovaly více v zahraničí (USA, Francie). U nás byly zpracovány spíše jako návrhy možného technického řešení.

Pokloповý uzávěr s osou otáčení nad hladinou stálého vzduť byl u nás použit pouze na několika lokalitách. Nejznámější tzv. Záhorského mostový pokloповý jez byl na řece Chrudimce v Pardubicích. Poklopy jsou zavěšeny na mostovce a v případě potřeby dojde k vyhrazení jezu zvednutím poklopu do roviny spodní hrany mostovky. V současnosti existuje pouze jeden funkční mostový pokloповý jez, a to na řece Mži v Křimicích (Obr. 4.107).

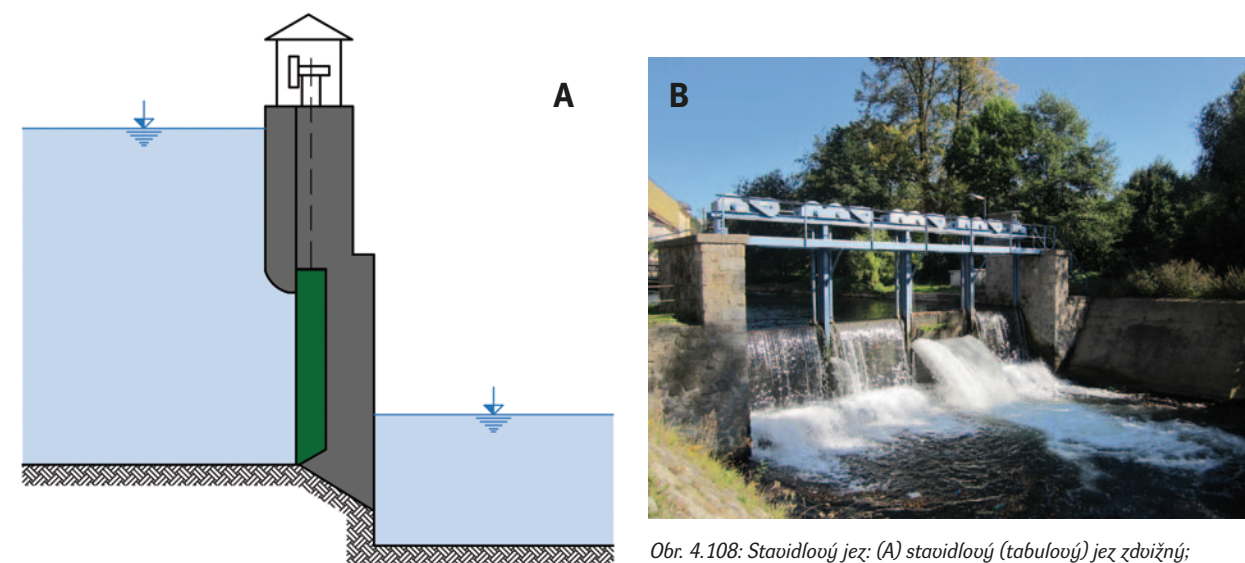
#### 4.3.3.2.3 Stavidlové jezy

Stavidlový uzávěr je považován za nejstarší typ pohyblivé hradicí konstrukce. Uzávěr tvoří svislý plošný prvek. Stavidlové jezy mají buďto více menších polí hrazených jednotlivými stavidly (Obr. 4.108 vpravo), nebo hradicí prvek tvoří celistvé těleso pohybující se v drážkách jezových pilířů. V případě použití celistvých stavidel se tyto jezy označují také jako tabulové (Gabriel a kol., 1989 a Čábelka, 1965).

Obr. 4.107: Křimice – pokloповý mostový jez na Mži. Foto Archiv VUT, 2018.



První stavidla byla zhotovena ze dřeva, ale postupně byla nahrazována ocelovými. Voda je přes jez převáděna výtokem pod stavidlem, nebo přepadá přes jeho horní okraj. Pohyb stavidla je zajištěn pomocí tzv. Gallových řetězů nebo větvenových tyčí. Stavidla je možné rozdělit na **zdvižná** (Obr. 4.108 vlevo) dosedající na hranu přelivného prahu, **spustná** s možností spuštění za spodní stavbu (práh), **s nasazenou klapkou** pro přesnější manipulaci a nastavení hladiny horní vody při nižších průtocích a stavidla **dvoudílná**.



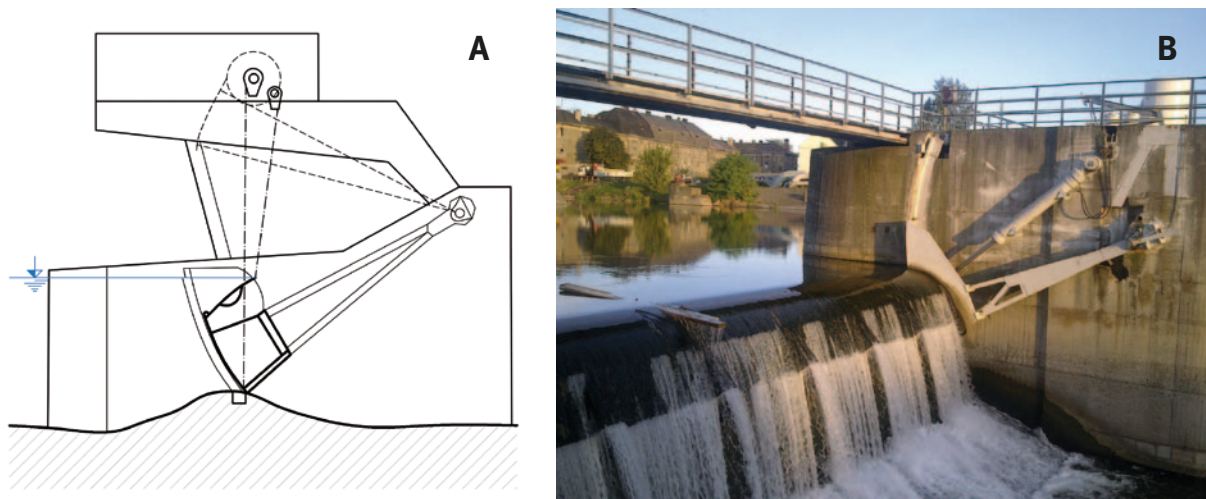
Obr. 4.108: Stavidlový jez: (A) stavidlový (tabulový) jez zdvižný; (B) Hronov, stavidlový jez na Metuji. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Gabriel a kol., 1989); foto Eva Nesnídalová, vodnimlyny.cz, 2013.



#### 4.3.3.2.4 Segmentové jezy

Základní charakteristikou segmentových jezů je otáčivý pohyb okolo vodorovné osy čepů, které jsou umístěny výrazně mimo hradicí prvek. Hradicí prvek je nejčastěji tvořen částí válcové plochy. Vodní tlak je přenášen z hradicí plochy do ramen segmentu, která jsou ukotvena do pilířů pomocí otočných čepů. Podle umístění čepových ložisek rozlišujeme segmenty s ložisky na návodní straně (ramena jsou namáhána tahem) a na straně povodní (ramena jsou namáhána tlakem). Poloměr válcové hradicí stěny a délka ramen jsou závislé zejména na hradicí výšce. Segmenty je možné rozdělit obdobně jako stavidla na zdvižná (Obr. 4.109), spustná, s nasazenou klapkou a dvoudílná.

Zdvižné segmenty dosedají na hranu přelivného prahu a při úplném vyhrazení jsou zdviženy nad úroveň hladiny. Nehodí se pro jemnější regulaci hladin ve zdrži, ale jsou vhodné na štěrkonosných tocích pro převádění splavenin. Spustné segmenty umožňují jemnější regulaci hladiny horní vody. Pro přesnější regulaci hladiny horní vody se používá nasazená klapka nebo dvoudílný segmentový uzávěr (Výbora a Podsedník, 1989).



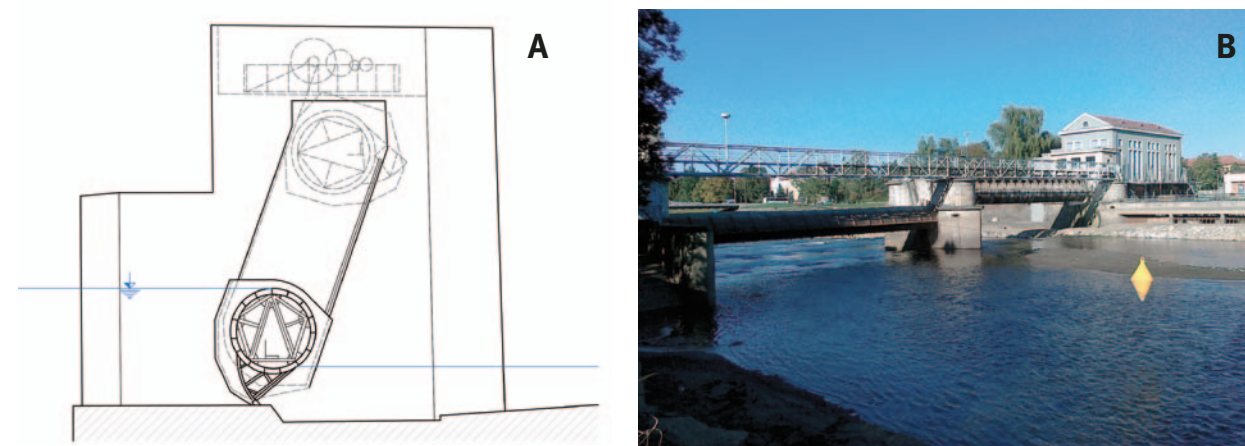
Obr. 4.109: Segmentový jez: (A) schéma; (B) Přešov, segmentový jez na Bečově. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvoová, 2021 (upraveno dle: Gabriel a kol., 1989); foto Archiv VUT, 2019.

#### 4.3.3.2.5 Válcové jezy

Válcové jezy jsou charakterizovány valivým pohybem hradicího prvku – válce. Válec se pohybuje po zpravidla šikmé dráze. Ocelový válec má na koncích ozubená kola, která se pohybují v drážkách. Pohyb hradicího tělesa byl nejprve zajištěn pomocí ocelových lan, později se používaly Gallovy řetězy.

Válcové jezy se začaly budovat poměrně pozdě. První válcový jez byl vybudován až v roce 1901. Válcové jezy je možné dělit na (Průcha, 1980):

- zdvižné, které mají válce menších průměrů než je potřebná hradicí výška a na válec se připojuje spodní hradicí štít (Obr. 4.110);
- spustné, které se spouští pod přelivnou hranu a voda je převáděna primárně přepadem, což umožňuje lepší regulaci horní hladiny;
- s nasazenou klapkou, rovněž pro lepší regulaci hladiny v horní jezové zdrži.



Obr. 4.110: Válcový jez: (A) schéma; (B) České Budějovice, Jiráskův jez na Vltavě. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvoová, 2021 (upraveno dle: Průcha, 1980); foto Archiv VUT, 2017.

#### 4.3.3.2.6 Hydrostatické jezy

Hydrostatický jez se liší od ostatních pohyblivých jezů tím, že jeho pohyb (vyhrazení a zahrazení) se děje na základě změny tlaku, který vyvozuje úroveň hladiny vody v jezové zdrži. Konstrukce nevyžaduje vybavení dalšími pohybovými mechanismy. Pro hydrostatické jezy je charakteristická tlačná komora ve spodní stavbě. Tlačná komora je potrubím spojena jak s horní, tak i s dolní zdrží. Ovládání je řešeno buďto automaticky nebo ručně prostřednictvím otvírání a zavírání stavítek na propojovacích potrubích. Hydrostatické jezy lze dělit podle jejich funkce a základních charakteristik na (Jermář, 1956):

- pokloповé (dvoupokloповé, třípokloповé, o zdvižné),
- vahadlové,
- segmentové,
- sektorové,
- tabulové.

**Dvoupokloповé** hydrostatické jezy se skládají z předního krycího poklopu a ze zadního hybného poklopu. Při sklápění se volný konec zadního poklopu pohybuje po spodní ploše předního poklopu. Tlačná komora je umístěna pod poklopy. **Třípokloповé** systémy rozdělují zadní poklop na dvě kloubně spojené části. V Evropě však bylo toto konstrukční řešení využito jen velmi málo.

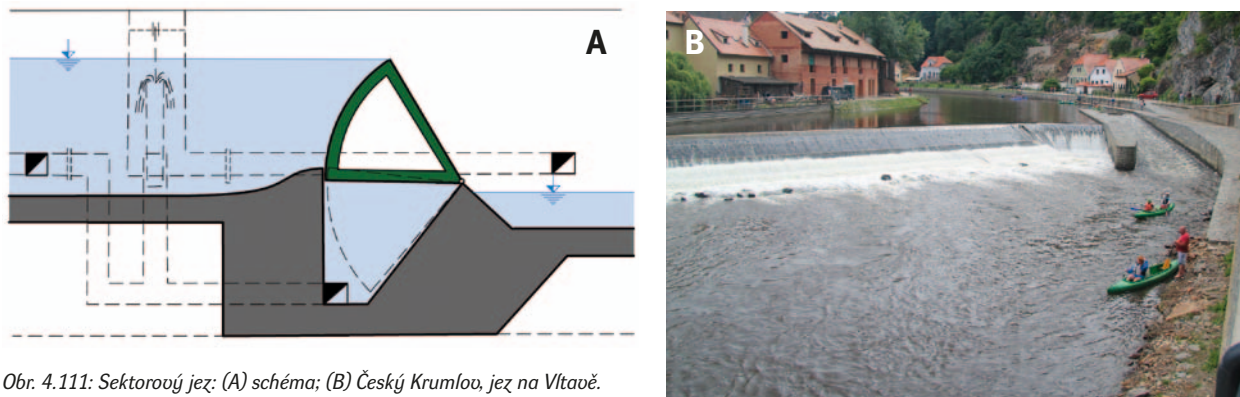
Jezy **vahadlové** jsou tvořeny v podstatě dvěma poklopy, které tvoří jednotné těleso s osou otáčení na přelivné hraně. Hradicí poklop bývá nakloněn mírně po proudu. Spodní hybný poklop je umístěn v tlačné komoře ve spodní stavbě. Prostor v komoře před hybným poklopem je spojen s horní zdrží, prostor za poklopem se zdrží dolní.

Hydrostatické **segmentové** jezy jsou tvořeny válcovou hradicí plochou, hybnou spodní stěnou a horní přelivnou stěnou. Společně tvoří duté těleso, které se otáčí kolem kloubního připojení ve spodní stavbě jezu na úrovni přelivné hrany. Ve spodní stavbě je tlačná komora, do níž se segment sklápí. Manipulace se zajišťuje nastavením tlaku v tlačné komoře.

Obdobné řešení je využito u **sektorových** jezů (Obr. 4.111). V případě sektorového jezu nemá hradicí těleso spodní hybnou stěnu. Tlak vody působí na přelivnou stěnu z její spodní strany. Konstrukci tvoří hradicí válcová plocha a přelivná stěna, která funguje zároveň i jako hybná stěna. Sektorové jezy patří mezi nejběžnější hydrostatické jezy. U nás jsou využívány například na Labské vodní cestě.



**Tabulové** hydrostatické jezy jsou tvořeny obvykle dutou tabulí, která se zasouvá do tlačné komory ve spodní stavbě. Zatížení vodním tlakem se při vztyčené poloze přenáší do svislých drážek v pilířích, v nichž se tabule pohybuje. Lze je využít jako uzávěry přelivů u vyšších jezů, popř. přehrad.



Obr. 4.111: Sektorový jez: (A) schéma; (B) Český Krumlov, jez na Vltavě. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrosová, 2021 (upraveno dle: Jermář, 1956); foto Archiv VUT, 2019.

#### 4.3.3.2.7 Vakové jezy

Vakové jezy využívají principu pneumatických konstrukcí, které se osvědčily ve stavebnictví. Hradicí konstrukci tvoří vak z pryžové textilie plněný vodou (Obr. 4.112). Vak je připevněn pomocí nerezových profilů kotevními šrouby k betonové spodní stavbě a pilířům. Manipulace s hradicím tělesem probíhá plněním nebo prázdněním vaku. Plnění může být prováděno mechanicky pomocí čerpadel, ale i automaticky např. pomocí vodního trkače. Výhodou této konstrukce jsou nízké pořizovací náklady a možnost automatizace provozu jezu (Průcha, 1980). Vakové jezy se v ČR realizují od 60. let minulého století. Jejich používání se rychle rozšířilo a v současnosti existují desítky takovýchto typů jezů.



Obr. 4.112: Jihlava – vakový jez na Jihlavě. Foto Archiv VUT, 2013.

#### 4.3.4 FUNKČNÍ CELKY

V rámci vodních cest můžeme nahlížet na funkční celky z několika pohledů. Objekty pro plavbu svůj účel mohou plnit jen v součinnosti s dalšími stavbami a technickými zařízeními. Funkční celek můžeme sledovat v podélném nebo příčném profilu vodní cesty. V podélném směru jde ve větším měřítku o celou vodní cestu – viz schémata na Obr. 4.113, Obr. 4.114, Obr. 4.117 a Obr. 4.118, v detailu pak o jeden vodní stupeň, který je však vybaven nejen vlastním zdymadlem, ale i dalšími potřebnými stavbami v horní a spodní vodě (kanalizace toku, přístaviště, rejda před nájezdem do komory apod.).

V příčném směru se jedná o sdružování objektů v místech překonávání výškového rozdílu hladin. Základem je vlastní jez, často s ovládacími prvky pro regulaci výšky hladiny nad ním. Vzniklý rozdíl hladin umožňuje energetické využití vodní energie, ať již přímo na tělese jezu, nebo nátokem nadržené vody do náhonu a jejího převodu do místa s větším vodním spádem.

Současně může tento funkční celek zahrnovat další prvky jako přemostění toku a zařízení pro umožnění plavby. Takové multifunkční využití dokladujeme na příkladu stupně v Poděbradech na Labi. Podobné řešení je uplatněno u většiny Labských stupňů i na Vltavě v úseku od Prahy po Mělník. Obdobné uspořádání funkčního celku však pochází už z dřívější doby. Jez se základní dřevěnou konstrukcí, nátok do náhonu, který přivede vodu k energetickému využití v mlýnu, a v tělese jezu propust pro plavení vorů je co do funkčnosti s moderním říčním stupněm totožný.

Samotné náhony jsou vždy součástí funkčních celků a zároveň mohou být dílem multifunkčním, pokud nejen převádí vodu do potřebného místa, ale zároveň jsou využívány např. pro plavení dřeva.

##### 4.3.4.1 Funkční celky vodních cest v podélném profilu toků

Vývoj úvah o splavnění našich toků a jejich propojení do funkční sítě i s přechodem přes rozvodí můžeme sledovat už od středověku. Při projektech a pracích na splavnění určitých úseků toků pak byla v pozadí právě i myšlenka na dobudování této sítě v budoucnu, která ovlivňovala parametry připravované plavební dráhy (SVP, 1971). Tento způsob uvažování lze později dokladovat např. na dolním toku Moravy, kde se úpravy této řeky od 20. let 20. století přizpůsobovaly myšlenkám vybudování vodní cesty pro propojení Dunaje s Odrou.

Volba trasy byla ovlivňována i aktuální politickou situací. V dobách Rakouska-Uherska byla myšlenka severojižního propojení mezi Dunajem a Odrou natolik lákavá, že na Dunaji pod Vídní můžeme vidět vybudovanou několika-setmetrovou odbočku na sever směrem na Moravské pole a Moravu u Lanžhota. Po vzniku samostatného Československa bylo propojení Dunaj–Odra uvažováno z Bratislavy. Také samostatné Polsko ztratilo zájem o toto propojení a soustředilo se na vnitrozemní vodní cesty ve směru západ – východ (Polenka, 2019). Teprve nyní jako členský stát EU projevuje zájem o protažení splavného úseku Odry alespoň na Ostravsko, aby získala statut mezinárodní vodní cesty a tím i podporu z fondů EU. V historických dobách se uplatňovala spíše myšlenka napojení Českých zemí na Dunaj trasou vedenou z Vltavy přes Šumavu.

V současné době můžeme za funkční celky v podélném směru uvažovat jen ty úseky a objekty na nich, které souvislou plavbu umožňují.

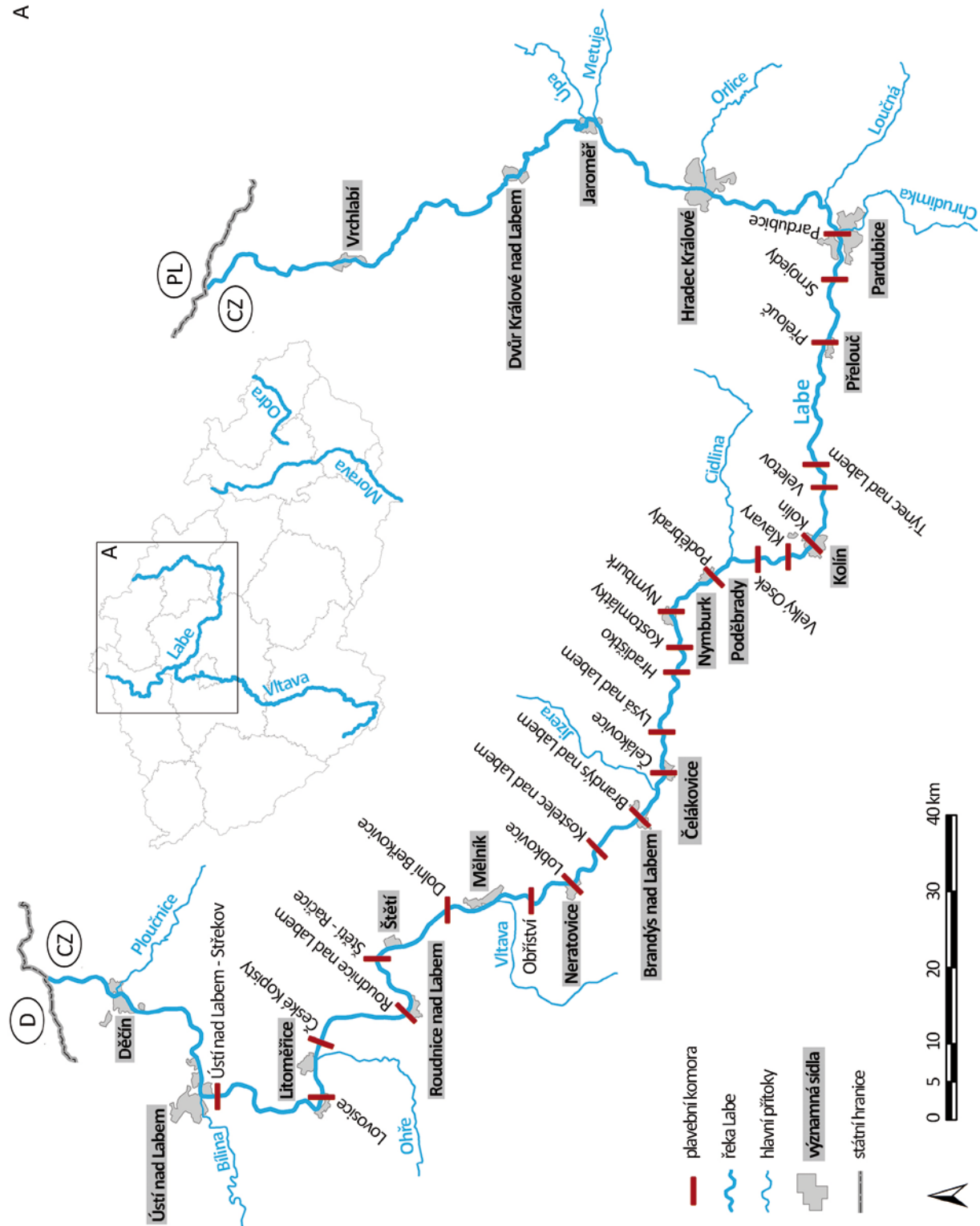
##### 4.3.4.1.1 Vodní cesta na Labi

V současné době je možno za funkční celek považovat úsek Labe od Střekova po Přelouč. Níže po proudu pod Střekovem se dlouhodobě vyjednává o dobudování dvou jezů s příslušenstvím, které by zlepšily plavební podmínky v málo vodných obdobích. Také nad Přeloučí se připravují další stavební úpravy, aby mohla být bezproblémová vodní cesta protažena do Pardubic i dále. Viz schématická mapa na Obr. 4.113.

Současný vzhled a parametry této vodní cesty vycházejí z roku 1896, kdy byla zřízena Komise pro kanalizování řek Vltavy a Labe v Čechách (Fošumpaur a kol., 2020). Plavební dráha je vedena převážně přímo v toku Labe. Při úpravách bylo pamatováno na ochranou přilehlého území před povodněmi, výrobu elektrické energie v průběžných



A



Obr. 4.113: Labská vodní cesta. Schéma Radek Bachan, 2021.

vodních elektrárnách, zajišťování odběrů pro zásobování obyvatelstva, průmyslu a zemědělství. Do nezbytných objektů funkčního celku vodní cesty je tedy nutno zahrnout všechny plavební komory a jezy, většinou s možností regulace výšky hladiny v nadjezí.

Vlastní výstavba probíhala již od přelomu 19. a 20. století, a i když měla menší zpoždění za bouřlivým rozvojem vodních cest a plavby v Anglii, Francii, či Německu, přispěla významně hospodářskému rozvoji v Čechách podobně jako v těchto zemích.

#### 4.3.4.1.2 Vodní cesta na Vltavské kaskádě

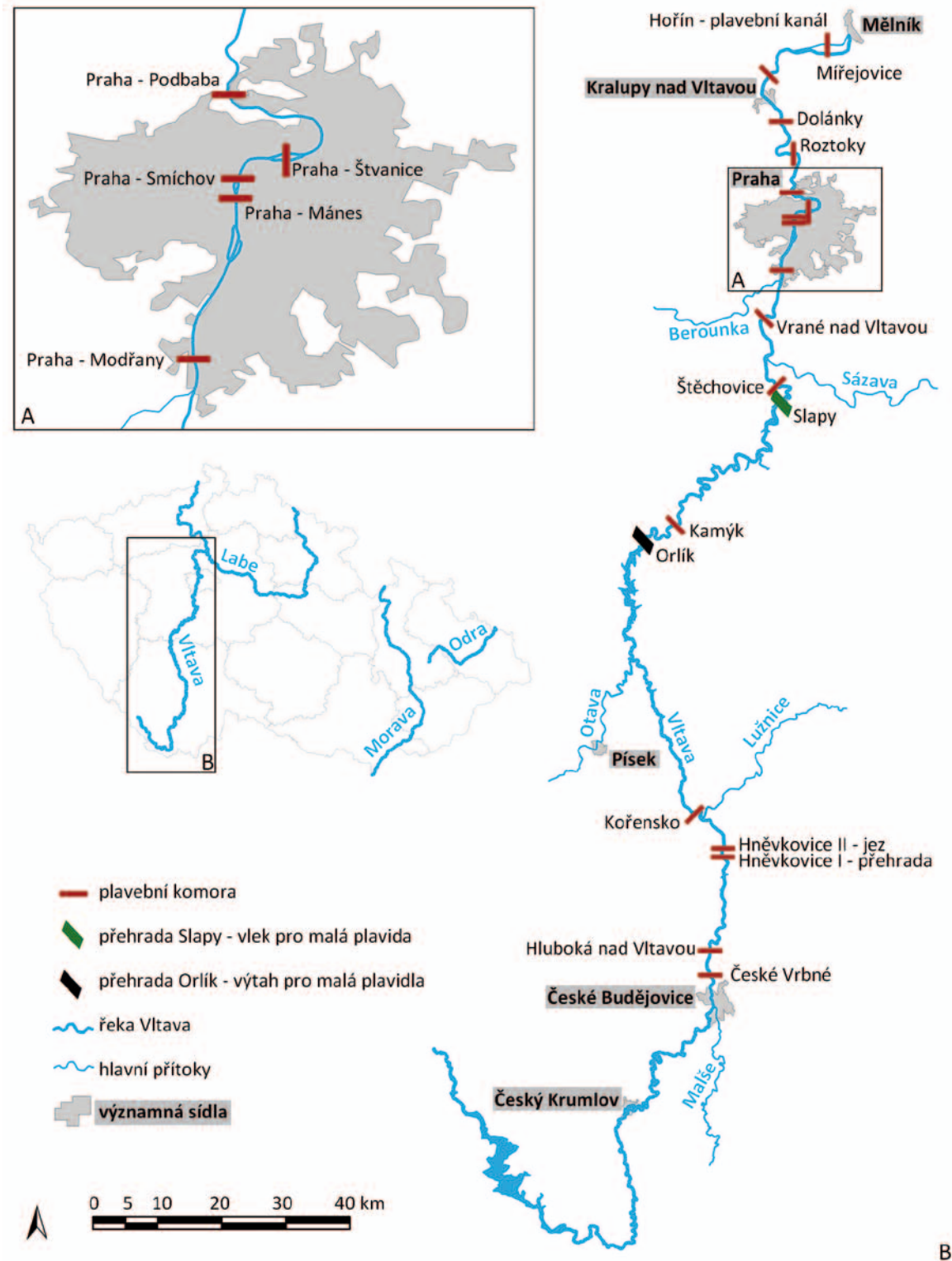
Vltavská vodní cesta byla splavněována a udržována pro voroplavbu již od doby Karla IV. Její novodobá podoba je však spojena s výstavbou Labské vodní cesty a dodnes má podobný charakter od soutoku s Labem až po hráz přehrady Slapy. Unikátní součástí tohoto funkčního celku je Vraňansko-hořínský plavební kanál, který je i s objekty zdymadel (viz Obr. 4.116) památkově chráněn. Jeho výstavbu si vyžádaly přírodní poměry na dolním toku Vltavy a na soutoku s Labem. Na Obr. 4.114 je současný stav lokality. Při srovnání se snímkem této lokality z doby těsně po výstavbě kanálu (viz pohlednice na Obr. 3.22) s dnešním stavem se poměry v krajině v podstatě nezměnily.

Dále proti proudu už však Vltavu nelze zahrnout do stejného funkčního celku v důsledku výstavby přehrad souhrnně nazývaných Vltavská kaskáda. Plavební podmínky na jednotlivých přehradních nádržích se samozřejmě výrazně zlepšily, avšak nedobudováním některých objektů není možná kontinuální plavba z Českých Budějovic do Mělníka, tedy nelze hovořit o funkčním celku. Překážkou v plavbě větších lodí jsou hráze přehrad Orlik a Slapy. V současné době má tato vodní cesta převážně rekreační charakter, přesto probíhají stavební práce na dokončení objektů plánovaných již při výstavbě hrází. Viz schématickou mapu na Obr. 4.115. Některé nově upravené objekty jsou zachyceny na fotografiích, viz Obr. 4.116. Jedná se většinou o úpravu mostů, z důvodu zvětšení podjezdové výšky.

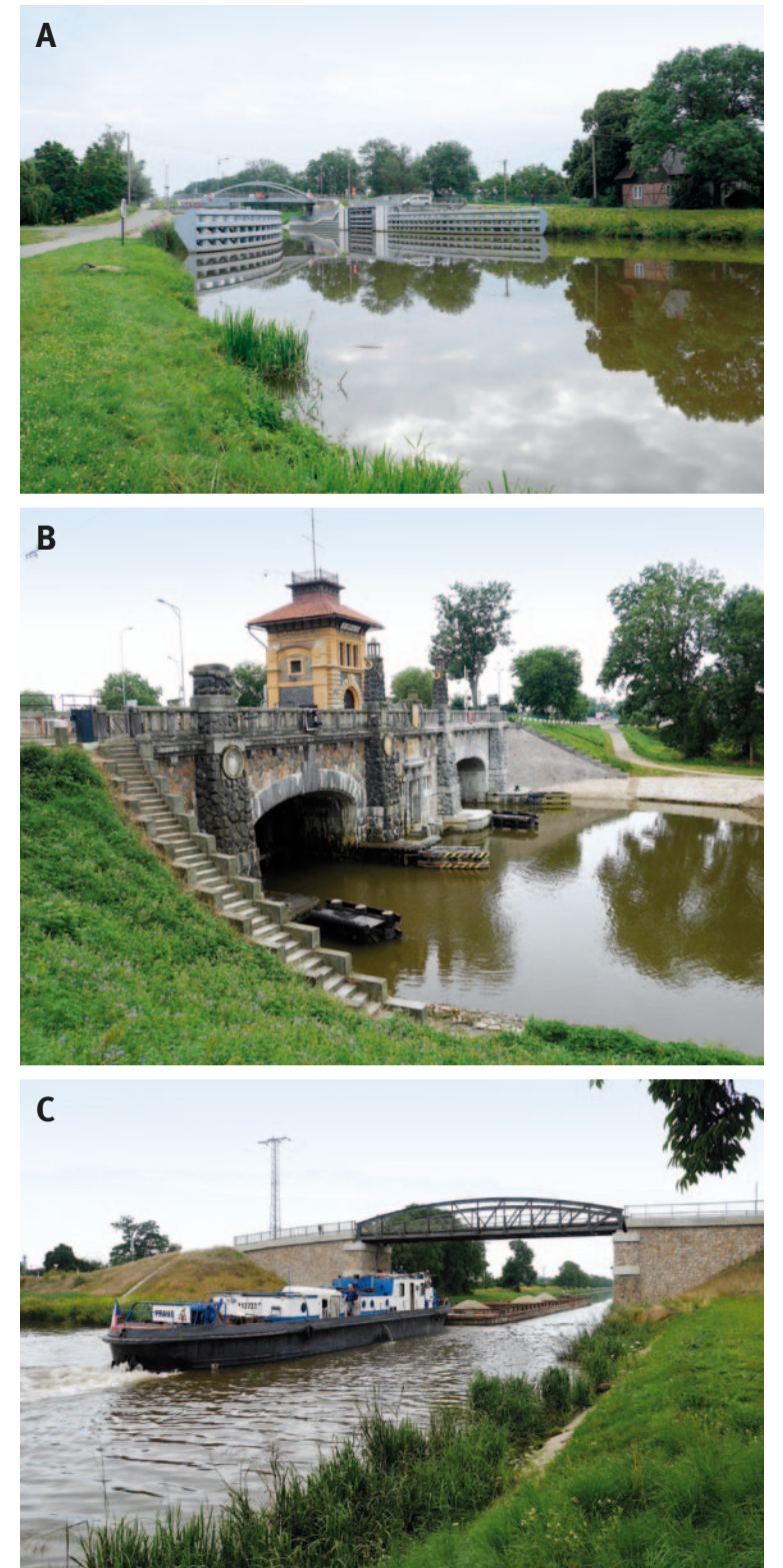


Obr. 4.114: Mělník – soutok Labe a laterálního kanálu, zaústění Vltavy vlevo mimo záběr, pohled od zámku. Foto Michaela Ryškové, 2021.



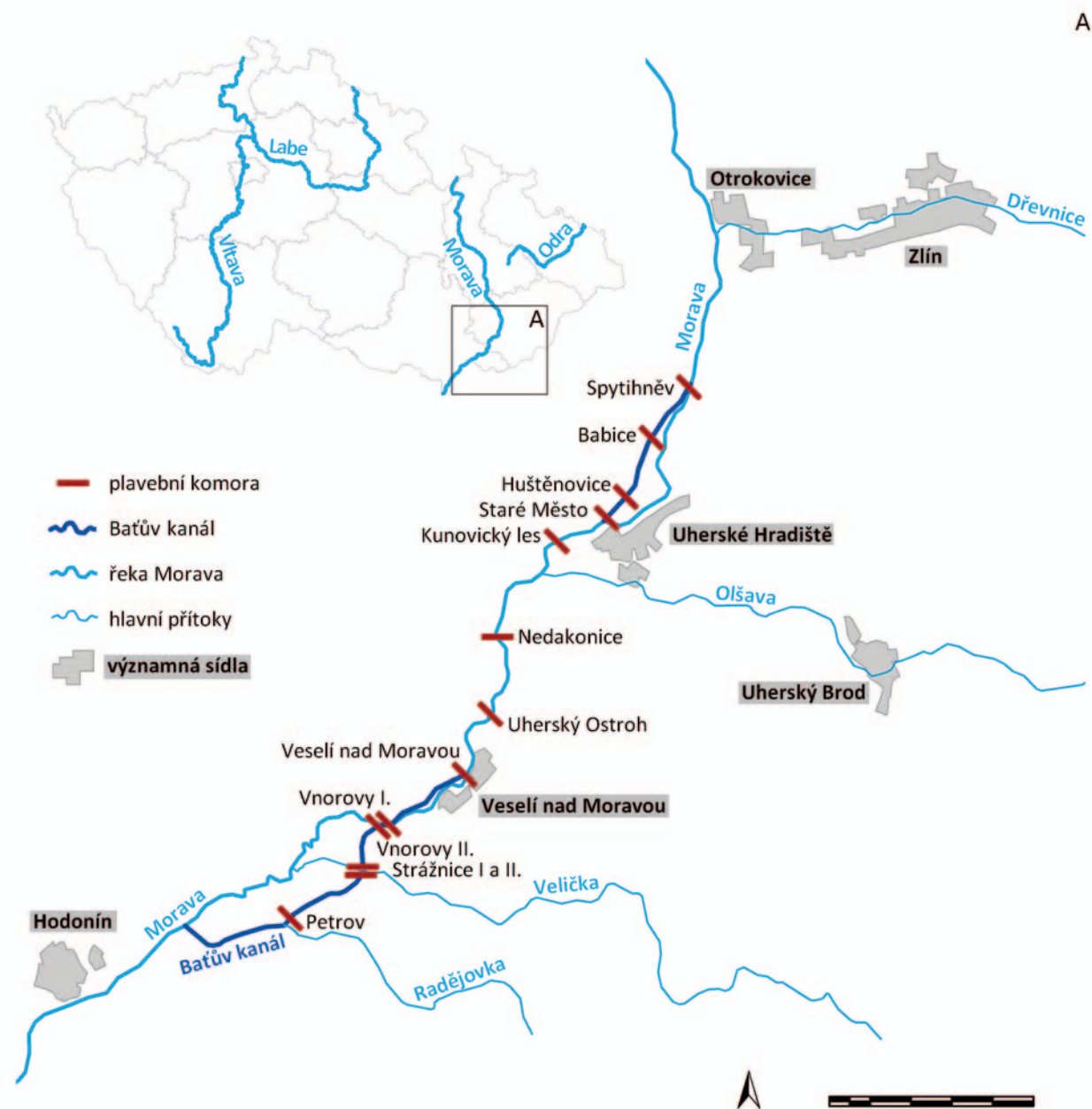


Obr. 4.115: Vltavská vodní cesta. Schéma Radek Bachan, 2021.



Obr. 4.116: Laterální kanál Vraňany–Hořín: (A) Vraňany, nájezd lodí pod nově vybudovaný zdvižený silniční most; (B) Hořín, památkově chráněný objekt zdymadla byl vybaven hydraulicky zvedaným úsekem přemostění při zachování celkového původního vzhledu; (C) Chramostek, křížení vodní cesty se silnicí novým pevným přemostěním kanálu. Foto Michaela Ryškové, 2021.





Obr. 4.117: Bačův kanál. Schéma Radek Bachan, 2021.

#### 4.3.4.1.3 Bačův kanál

Tato vodní cesta byla budována za konkrétním účelem – dovoz lignitu z Ratiškovice do Otrokovic. Takto je ji možno posuzovat jako funkční celek; v tomto úseku byla také po roce 1990 opravována. Do funkčního celku je tu vhodné zahrnout i další přidružené objekty a zařízení, která byla vybudována k naplnění prvotního účelu, jako např. návaznost na železnici z Ratiškovice, zachovalý objekt výklopníku uhlí a celé řešení přístaviště Sudoměřice. Na opačném konci v Otrokovicích trasa pokračovala umělým kanálem až do areálu Bačových závodů, kde kromě vlastního přístavu Bačov byly i loděnice, ve kterých byly vyráběny čluny pro dopravu na kanále. Na rozdíl od Sudoměřic jsou objekty v Otrokovicích zcela zchátralé.

V současné době je účel Bačova kanálu zcela rekreační a turistický. Z tohoto pohledu bude možné uvažovat o jiném funkčním celku, až budou dobudovány další plánované plavební komory: na jezu Rohatec (na slovenské straně přístaviště Skalica) pro prodloužení vodní cesty do Hodonína a na jezu Bělov nad Otrokovicemi pro prodloužení do Kroměříže.

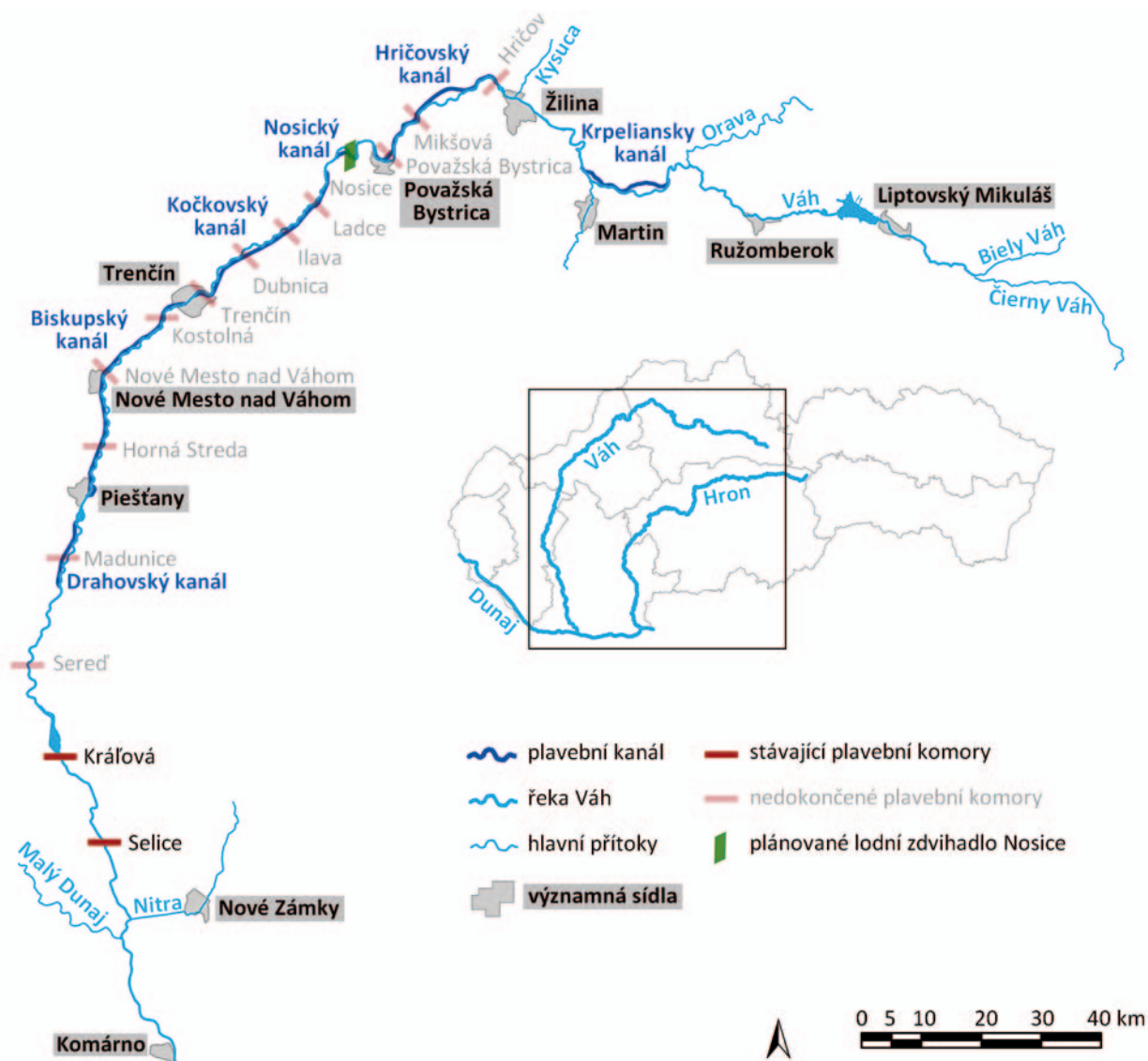
#### 4.3.4.1.4 Vážská vodní cesta

Pro srovnání je zařazena vodní cesta na Váhu na Slovensku, která časově vznikala téměř souběžně s vltavskou a vzhledem k tehdejšímu společnému státu vycházel její koncept z podobných úvah jako v Čechách. Přesto je charakter tohoto funkčního celku jiný než na Vltavě vzhledem k jiným přírodním morfologickým podmínkám. V obou případech byl hlavní účel výstavby energetický. Zatímco na Vltavě umožňovala řeka zaříznutá do masivu budovat údolní nádrže s poměrně vysokými hrázemi, šterkonosný divočící Váh v široké nivě vyžadoval jiný přístup. Od jedné říční elektrárny k druhé jsou vybudovány derivační kanály, které zkracují tok a zvyšují tak energetický potenciál řeky (Kučerý a kol., 1969). Zároveň jsou tyto kanály koncipované jako plavební, i když se nedá mluvit o jednom funkčním celku. V současné době se projektují a rekonstruují plavební komory v několika etapách, aby byla cesta využitelná od Dunaje až po Žilinu. Dolní tok Váhu je uvažován v jedné z variant průplavu Dunaj–Odra jako napojení Dunaje na řeku Moravu.



Obr. 4.118: Plavební komora Selice na Váhu. Vygenerováno jako 3D o Mapy.cz





Obr. 4.119: Vážská kaskáda a vodní cesta. Schéma Radek Bachan, 2021.

#### 4.3.4.2 Funkční celky vodních cest v příčném profilu vodního toku

##### 4.3.4.2.1 Stupeň Poděbrady

Typickým příkladem příčného funkčního celku na Labské vodní cestě je stupeň (zdymadlo) Poděbrady. Jednotlivé prvky tohoto funkčního celku jsou vyznačeny na Obr. 4.120. Podobné funkční uspořádání mají všechny další stupně na Labské vodní cestě, jen některé mají zrcadlově elektrárnu při pravém břehu a plavební komoru při levém. V úseku pod Mělníkem jsou pak zpravidla dvě plavební komory vedle sebe.

Jednotlivé prvky funkčního celku jsou na sebe vázány. Prvotní byla kanalizace řeky pro plavební dráhu, což zrychlilo proud v řece a vyvolalo potřebu zklidnění. Pro tento účel byl naprojektován jez a vzniklý rozdíl hladin bylo vhodné využít pro výrobu elektrické energie. Základní požadavek, splavnění řeky, je umožněn výstavbou plavební komory s příslušenstvím.

Na dalším obrázku Obr. 4.121 je zachycen vývoj této lokality v čase. Na mapě z vojenského mapování (Obr. 4.121 (B)), z doby před výstavbou stupně, je Labe u Poděbrad širokou, vlnící se řekou s brodovými úseky, bočními rameny a zemními lavicemi v korytě. Situace po výstavbě je zdokumentována na dobové pohlednici (Obr. 4.121 (A)). Využitím části říčního ramene pro plavební komoru vznikl v řece ostrov oddělující jez s elektrárnou od plavební dráhy.

Pro možnost obsluhy celého díla je nutná komunikační propustnost. Porovnáním současného a minulého stavu je zřejmé, že došlo k výstavbě nové bezbariérové lávky, která má dostatečnou podjezdovou výšku v místě křížení plavební dráhy. Původní propojení bylo zajištěno v místě plavební komory jen obslužnou lávkou na vratech, v době otevřených horních vrat byla možnost komunikace přerušena.

#### 4.3.5 HODNOCENÍ Z POHLEDU PAMÁTKOVÉ PĚČE NA KONKRÉTNÍCH PŘÍKLADECH

##### 4.3.5.1 Funkční celek Stupeň Poděbrady

Unikátně dochovaná vodní elektrárna s autentickou a dosud funkční technologií a velmi hodnotným architektonickým řešením. Jedná se o jedno z nejstarších zdymadel ve středním Polabí a zároveň o cenný příklad technologického a provozního řešení tohoto typu vodních staveb. Vodní elektrárna se nachází na jižní straně města, na levém břehu hlavního koryta řeky naproti zámku. Objekt elektrárny stojí zčásti na břehu a zčásti na pilířích v řečišti, kde na něj od severu navazuje těleso jezu se čtveřicí manipulačních budek (Památkový katalog, 2021).

##### HODNOCENÍ JEZU PODĚBRADY

**Časové určení / doba vzniku:** 1914–1915

**Autorství:** Eduard Schwarzer, arch. Antonín Engel; stavební firma: Zdenko Kruliš, A. Lanna, Jaroslav Hanauer, Vladimír Vlček, Karel Herzán (Industriální topografie)

**Památková ochrana:** KP (2012), NKP (2017)

**Rekonstrukce:** Rekonstrukce stavebních objektů i strojního vybavení vypovídá o době užívání objektu a o postupné modernizaci některých ovládacích prvků. Rekonstrukce však jen velmi málo zasáhly do původního vzhledu objektu a do strojního vybavení.

**Hodnocení:** Výjimečnost spočívá v kombinaci technického (typy hradicích uzávěrů) a architektonického (pilíře, strojovny hradicích uzávěrů, přemostění) řešení.

**Hodnota typologická:** Patrně jeden z nejstarších jezů s ohledem na typy uzávěrů a architektonické řešení jezové konstrukce (neexistuje ucelená databáze). Technologie hrazení pomocí stavidlových (tabulových) uzávěrů typu Stoney zde byla použita poprvé v oblasti středního Labe. Jezová konstrukce je zachovalá a v historii nebylo nutné provést zásadnější rekonstrukci.





Obr. 4.120: Stupeň Poděbrady – proky funkčního celku. Foto Radek Bachan, 2021.

**Hodnota technologického toku:** Stavba je spolu s plavební komorou a MVE součástí technologického celku.

**Hodnota systémových vazeb:** Stavba je nezbytnou součástí Labské vodní cesty.

**Hodnota autenticity:** Nejsou záznamy o zásadnějších rekonstrukcích jezového tělesa. Lze předpokládat drobné stavební opravy jako spárování zdiva a opravy/výměny součástí hradicích prvků.

**Hodnota architektonická:** Součást architektonicky jednotného komplexu elektrárny a vodního díla. Viz souhrnné hodnocení.

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Stavba velmi silně utváří identitu místa a má vliv na širší okolí (úprava vodního toku a jeho okolí, navazující dopravní stavby – lávka pro pěší, cyklostezky, rekreační lokalita).

### HODNOCENÍ MVE PODĚBRADY

Vodní elektrárna byla vystavěna na levém břehu koryta Labe, s částečným umístěním na pilířích v řečišti s návazností na jezové těleso. Vodní elektrárnu tvoří strojovna a manipulační budova. Zachovány jsou čtyři původní Franci-sovy turbíny dodané firmou Prokop a synové.

**Časové určení / doba vzniku:** 1914–1923

**Autorství:** Eduard Schwarzer, arch. Antonín Engel; stavební firma: Zdenko Kruliš, A. Lanna, Jaroslav Hanauer, Vladimír Vlček, Karel Herzán; technologie: el. zařízení firma Křižík, strojní části Českomoravská továrna na stroje Praha, bratři Prášilové Praha-Libeň, Josefa Prokopa synové Pardubice aj. (Industriální topografie, Zdymadlo a hydroelektrárna Poděbrady)

**Památková ochrana:** KP (2012), NKP (2017)



Obr. 4.121: Situace v lokalitě funkčního celku stupeň Poděbrady: (A) stav po vybudování stupně, dobová pohlednice; sbírka Michaely Ryškové; (B) přirozený stav před ústavbou z II. vojenského mapování (mapy.cz).





Obr. 4.121: Situace v lokalitě funkčního celku stupeň Poděbrady: (C) pohled na jez s vodní elektrárnou. Foto Viktor Mácha, 2019.

#### Hodnocení:

##### Hodnota typologická:

- Jedná se o typického představitele jezových vodních elektráren realizovaných na začátku 20. století.
- Ve vodní elektrárně byla v době výstavby dočasně instalována a podrobena zkouškám první Kaplanova turbína na území ČR.

**Hodnota technologického toku:** Vodní elektrárna je součástí funkčního celku jezu s mostem a plavební komorou. Elektrárna dodává elektřinu do veřejné sítě.

##### Hodnota autenticity:

- **Autenticita funkce:** Zachována, vodní elektrárna slouží svému původnímu účelu.
- **Autenticita technického zařízení:** Částečně zachována. V MVE jsou instalována původní soustrojí s Francisovými turbínami, nahrazeny byly historické převody a generátory. V rozvodně bylo zřízeno nové řídicí pracoviště, původní bylo zachováno.
- **Autenticita technologického provedení:** Při opravách technologického zařízení byly s ohledem na zajištění odpovídající provozní spolehlivosti a životnosti použity moderní technologické postupy a materiály. Některé části soustrojí byly kompletně nahrazeny (převody, generátory, části regulace).

**Hodnota architektonická:** Komplex sestávající z vodní elektrárny a s ní souvisejícího vodního díla, jež jsou pojednány v jednotném architektonickém tvarosloví a v monumentálních formách (Obr. 4.121 (C)). Autorem architektonického návrhu je Antonín Engel, autor úpravy vody v Praze-Podolí (Švácha, 1995).

#### HODNOCENÍ PLAVEBNÍ KOMORY PODĚBRADY

Plavební komora je umístěna u levého břehu, její užitné rozměry jsou 85 × 12 × 3 m. V obou ohlavích jsou umístěna vzpěrná vrata ovládaná hydraulickými servovalci. Plnění a prázdnění komory umožňují boční dlouhé obtoky klenbového profilu, které jsou hrazeny segmentovými uzávěry s hydraulickým pohonem (Povodí Labe, 2021)

**Doba vzniku:** 1915–1924 (Industriální topografie)

**Autorství:** typové řešení

**Památková ochrana:** -

**Rekonstrukce:**

**1976–1977** – Navýšení plavební komory o 90 cm, prodloužení včetně nových drážek hrazení a drážek pro náhradní vrata, elektroinstalace, montáž hydraulických pohonů pro ovládání vzpěrných vrat i segmentových uzávěrů, výstavba nového ovládacího velínu, částečná injektáž zdi a spárování zdiva.

**1998–1999** – Přespárování zdiva obou zdí a injektáž levé zdi.

**2005–2007** – Kamenný obklad komory nahrazen betonovými panely, ponechány prostupy pro výtokové otvory, prostor mezi panely je vyplněn armaturou a litým betonem, rekonstrukce elektroinstalace, modernizován hlavní rozvaděč a pomocné rozvaděče na ohlavích, modernizace ovládání plavební komory.

#### Hodnocení:

**Hodnota typologická:** Jedná se o typického představitele plavebních komor na Labsko-vltavské vodní cestě.

**Hodnota technologického toku:** Plavební komora je součástí funkčního celku jezu s mostem a MVE. Zároveň je nezbytnou součástí funkčního celku Labské vodní cesty.

#### Hodnota autenticity:

- **Autenticita funkce:** Zachována, slouží svému původnímu účelu.
- **Autenticita technického zařízení:** Základní technické řešení je zachováno od vzniku díla, byla prováděna nutná údržba i průběžná modernizace jednotlivých prvků.

**Hodnota architektonická:** Součást architektonicky jednotného komplexu elektrárny a vodního díla. Viz souhrnné hodnocení.

#### SOUHRNNÉ HODNOCENÍ FUNKČNÍHO CELKU STUPEŇ PODĚBRADY

**Doba vzniku:** 1914–1923 (1924) (Industriální topografie), nová lávka 2002

**Autorství:** viz výše, lávka: PONTEX s. r. o. a JHP spol. s r. o.

**Památková ochrana:** MVE a jez KP (2012) a NKP (2017), plavební komora bez ochrany

#### Hodnocení:

**Hodnota typologická:** Jedná se o typické uspořádání staveb funkčního celku na Labsko-vltavské vodní cestě.

#### Hodnota autenticity:

- **Autenticita funkce:** Funkční celek slouží svému původnímu účelu.
- **Autenticita technického zařízení:** Základní technické řešení je zachováno z doby výstavby.



**Hodnota architektonická:** Komplex sestávající z vodní elektrárny a s ní souvisejícího vodního díla, jenž je pojednán v jednotném architektonickém tvarosloví a v monumentálních formách (Obr. 4.121 (C)), charakteristických pro tvorbu autora – architekta Antonína Engela, žáka Otty Wagnera a též autora úpravny vody v Praze-Podolí. (Švácha, 1995).

Nová lávka pro pěší získala cenu Mostní dílo 2002 v kategorii betonových konstrukcí. Má 13 polí o celkové délce 122 m a hlavní pole z předpjatého betonu přes plavební kanál má rozpětí 31 metrů. Toto pole je podporováno ocelovým vzpěradlem a tvoří tak spřažený ocelobetonový průřez.

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Hodnocený funkční celek velmi silně utváří identitu místa a má vliv na širší okolí (úprava vodního toku a jeho okolí, navazující dopravní stavby, protipovodňová ochrana, rekreační využití). Hodnotu funkčního celku zvyšuje i nová lávka pro pěší a cyklisty, která zpřístupnila funkční celek a labský ostrov veřejnosti. Funkční celek se nachází v těsném sousedství městské památkové zóny vyhlášené v roce 1992. V pohledu ze silničního mostu je spolu s poděbradským zámekem součástí panoramatu.

#### 4.3.5.2 Obecné shrnutí zásad hodnocení vodních cest

O „vodní cestě“ lze mluvit nejpozději od 16. století v případě voroplavby pro dopravu dřeva po Labi z Krkonoš do Kutné Hory a po Vltavě ze Šumavy do Prahy. Tato činnost nevyžadovala větší úpravy koryta (vyjma lokálních zásahů, jako byl např. odstřel nebezpečných skal ve Svatojánských proudech na Vltavě), ani speciální vodohospodářské stavby (vyjma vorových propustí jezů). Z hlediska této metodiky má tato historická etapa zanedbatelný význam, neboť technické zásahy s ní spojené se vesměs nedochovaly.

To neplatí o plavebních kanálech pro dopravu dřeva na Šumavě (Schwarzenberský plavební kanál, Vchynicko-tovský plavební kanál a plavební kanál na Kaplickém potoce u Lenory). Horské řeky plné balvanů nebylo možno pro přepravu dřeva využít, proto byla vybudována tato dodnes dochovaná pozoruhodná technická díla, která mají díky citlivému začlenění významnou krajinnou hodnotu.

Nelze pominout ani dlouhá liniová díla, jejichž dopravní význam spočíval v tom, že „přepřevanou komoditou“ byla samotná voda. Ta v případě Blatenského kanálu v Krušných horách a Dlouhé stoky ve Slavkovském lese sloužila technologickým potřebám a pohonu důlních zařízení rudných dolů, zatímco Zlatá stoka na Třeboňsku a Opatovický kanál na Pardubicku zásobovaly vodou rozsáhlou rybníční soustavu. Tato vodohospodářská díla se na první pohled téměř neliší od toků přírodních a jejich krajinná hodnota je vysoká, byť často nenápadná. Mnohde jsou součástí urbanistické struktury města jako například Zlatá stoka v Třeboni, která protéká podél městských hradeb, a její urbanistický význam je zanedbatelný.

Skutečná vodní cesta vznikla v letech 1894–1936 na dolní Vltavě a Labi mezi Prahou, Mělníkem a Střekovem (kde navazuje přirozeně splavná řeka) a na středním Labi. Práce spočívaly především v nadržení vody soustavou zdymadel s hradlovými jezy a v dílčí regulaci koryta, jehož průběh byl dlouhodobě stabilní. Zásah do dosavadní tvářnosti říční krajiny spočíval zejména v kanalizaci řeky, kde vzduť vody mezi zdymadly umožňuje snadnou plavbu v obou směrech. Na dolním toku Vltavy byla lodní doprava přeložena v letech 1902–1905 do nově vybudovaného laterálního kanálu Vraňany–Hořín.

Nejdůležitějšími vodohospodářskými stavbami na této vodní cestě jsou zdymadla, z nichž některá jsou architektonicky velmi kvalitní (Hořín, Poděbrady, Miřejovice, Střekov aj.) a některá obsahovala od počátku i vodní elektrárny (jiná až později). Nacházejí se převážně ve volné krajině či na okrajích sídel a jejich krajinná hodnota je vysoká. Méně výrazný je úsek z Lovosic do Mělníka, kde byla původní zdymadla v letech 1966–1973 nahrazena novými bez výrazných staveb (vyjma Štětí).

Střední Labe mezi Mělníkem a Pardubicemi bylo splavňováno postupně od roku 1908. Soustava zdymadel (většinou s elektrárnami) mezi Mělníkem a Přeboučím z 1. třetiny 20. století představuje vesměs vynikající architektonická

díla od moderny po funkcionalismus, navržená předními architekty. Ta, která se nacházejí ve volné krajině (Kostelec nad Labem), mají výraznou krajinnou hodnotu, též proto, že ve fádňi rovině představují zřejmou civilizační kvalitu. Na celém středním Labi až po Jaroměř bylo třeba řeku téměř v celém průběhu převést do nového napřímeného koryta, jehož krajinná hodnota je problematická.

Řada zdymadel se nachází přímo ve městech (Brandýs nad Labem, Nymburk, Poděbrady, Kolín), často v pohledovém kontaktu s hlavními městskými dominantami, což jim dodává mimořádnou urbanistickou hodnotu. Výše jmenované případy jsou stavbami ikonickými, spoluvytvářejícími identitu těchto měst.

Regulace na dolním toku Moravy začala v roce 1905, postupovala velmi rychle a již ve 30. letech 20. století byla mezi Kroměříží a Hodonínem prakticky dokončena. Také zde byla výsledkem fádňi zkanalizovaná řeka, jejíž krajinná hodnota je nesrovnatelně nižší než původního meandrujícího toku. Zkrácení toku a zrychlení odtoku zásadně ovlivnily vodní režim v důsledku poklesu hladiny podzemní vody a Dolnomoravský úval začal trpět suchem. Od roku 1927 se proto připravovalo vybudování závlahového systému s náhony, čehož v roce 1934 využil Jan Antonín Baťa k výstavbě systému, který by umožnil také dopravu lignitu z dolu v Ratíškovcích do elektrárny v Otrokovicích. Vodohospodářské stavby na dolní Moravě a Baťově kanálu jsou po architektonické stránce často velmi kvalitní a jejich krajinná hodnota je nesporná.



## 4.3.6 REGISTR LOKALIT

Název	Chráněno od	Typ ochrany	Rejstříkové číslo USKP	Název prvku dle Památkového katalogu	Okres	Obec	Katastrální území
jez – Vltava km 208,9 vodní mlýn – Královcův mlýn	05.03.2015	KP	105633	vodní mlýn a jez	České Budějovice	Týn nad Vltavou	Hněvkovice u Týna nad Vltavou
jez Dyje km 128,5 – Jez Na hrázi	03.05.1958	KP	48858/7-8257	jez	Znojmo	Znojmo	Oblekovice
jez Dyje km 130,7 Loucký jez	03.05.1958	KP	48994/7-8397	jez	Znojmo	Znojmo	Znojmo-Louka
jez Dyje km 173	03.05.1958	KP	48950/7-8350	jez	Znojmo	Vranov nad Dyjí	Vranov nad Dyjí
jez – Moravská Dyje vodní mlýn – Loucký mlýn	03.05.1958	KP	25225/3-2208	Loucký mlýn se splavem a náhonem	Jindřichův Hradec	Staré Hobzí	Staré Hobzí
jez Poděbrady	27.09.2012 01.07.2017	KP NKP	104923 415	vodní elektrárna vodní elektrárna v Poděbradech	Nymburk	Poděbrady	Poděbrady
jez Vltava km 317,9	02.02.1998	KP	49617/3-6145	jez s vorovou propustí	Český Krumlov	Vyšší Brod	Vyšší Brod
jez Vltava km 325,4 Spirův jez	06.11.2012	KP	104928	jez Huber Lutz	Český Krumlov	Loučovice	Loučovice
odvodňovací štola Horní Slavkov	28.05.1990	KP	44327/4-4523	jiná těžařská stavba – odvodňovací dědičná štola G. Pfluga	Sokolov	Horní Slavkov	Horní Slavkov
odvodňovací štola pyritových dolů Lukavice	03.05.1958	KP	38435/6-4624	jiná těžařská stavba – odvodňovací štola pyritových dolů	Chrudim	Lukavice	Lukavice
odvodňovací štola Staré Sedlo	08.12.2000	KP	50715/4-5221	dědičná štola Jana Křtitele – ústí s opěrnou zdí a odvodňovací štola v déle 950 m	Sokolov	Staré Sedlo	Staré Sedlo u Sokolova
plavební kanál – klauza Rajnochovice	03.05.1958	KP	27448/7-6118	klauza k plavení dříví	Kroměříž	Rajnochovice	Rajnochovice
plavební kanál Český Jiřetín	03.05.1958	KP	42649/5-5081	plavební kanál	Most	Český Jiřetín	Český Jiřetín
plavební kanál Dlouhá stoka	21.11.2003	KP NKP	100490 383	plavební kanál Dlouhá stoka	Cheb	Mariánské Lázně	Mariánské Lázně
plavební kanál Horní Vltavice	26.04.2013	KP	105084	plavební kanál Kaplického potoka	Prachatice	Horní Vltavice	Horní Vltavice
plavební kanál Vchynicko – tetovický	03.05.1958	KP NKP	26816/4-3299 380	Vchynicko-tetovský plavební kanál	Klatovy	Srní	Vchynice- Tetov I
plavební kanál Vraňansko – hořínský	03.05.1958	KP	33582/2-3683	Vraňansko – hořínský plavební kanál	Mělník	Vraňany	Vraňany
Schwarzenberský plavební kanál	03.05.1958 01.10.2014	KP NKP	14743/3-3714 380	Schwarzenberský plavební kanál	Prachatice	Nová Pec	Nová Pec

Název	Chráněno od	Typ ochrany	Rejstříkové číslo USKP	Název prvku dle Památkového katalogu	Okres	Obec	Katastrální území
vodní kanál Blatenský vodní příkop	03.05.1958 01.07.2017	KP NKP	21605/4-4149 417	Blatenský vodní příkop	Karlovy Vary	Horní Blatná	Horní Blatná
vodní kanál Císařský náhon Pardubice	05.03.1964	KP	45666/6-2010	vodní kanál napájecí – Císařský náhon, s mostem	Pardubice	Pardubice	Pardubice
vodní kanál Dlouhá strouha Kvasiny	03.05.1958	KP	25190/6-2320 383	vodní kanál napájecí – Dlouhá strouha	Rychnov nad Kněžnou	Kvasiny	Kvasiny
vodní kanál Mlýnský náhon Doksy	03.05.1958	KP	23655/5-2884	mlýnský náhon s hrází	Česká Lípa	Doksy	Doksy u Máchova jezera
vodní kanál Myší díra Litice nad Orlicí	03.05.1958	KP	22296/6-4026	vodní kanál napájecí, štola zv. Myší díra	Ústí nad Orlicí	Záchlumí	Litice nad Orlicí
vodní kanál Opatovický	03.05.1958	KP	25076/6-4411	vodní kanál Opatovický	Pardubice	Opatovice nad Labem	Opatovice nad Labem
vodní kanál Plchovice	31.05.2005	KP	101535	vodní kanál zavodňovací	Ústí nad Orlicí	Plchovice	Plchovice
vodní kanál Počápelský	03.05.1958	KP	17351/6-2033	Počápelský vodní kanál	Pardubice	Sezemice	Počaply nad Loučnou
vodní kanál Říční náhon Chrudim	01.11.1990	KP	44991/6-4751	vodní kanál napájecí – říční náhon	Chrudim	Chrudim	Chrudim
vodní kanál Strouha (Alba) Častolovice	03.05.1958	KP	41404/6-2239	vodní kanál zv. Strouha nebo Alba	Rychnov nad Kněžnou	Častolovice	Častolovice



## 4.4 OBJEKTY PRO VYUŽITÍ VODNÍ ENERGIE

### 4.4.1 HISTORIE VYUŽITÍ VODNÍ ENERGIE

S nutností zajištění dopravy vody do míst potřeby a zabezpečení energie nezbytné k pohonu technických a hospodářských zařízení se naši předkové potýkali již v pravěku. Zpočátku byla využívána lidská či zvířecí síla k pohonu kol či později šnekových dopravníků k čerpání vody. Později začala být využívána síla větru a mnohem stálejší síla vodní, a to prostřednictvím vodních kol. Užívání vodou hnaných kol k čerpání vody popsal v 1. století př. n. l. římský architekt Vitruvius, podle neurčitých pramenů bylo lopatkové kolo vynalezeno starořeckým matematikem a fyzikem Ctébiem roku 135 př. Kr. (Bednář, 2013). V době počátků křesťanství začala být vodní kola využívána pro pohon mlýnů, nejprve v oblasti Blízkeho východu, později i v Evropě. V období 260–300 n. l. například existoval velkomlýn u Arles ve Francii (Nechleba, 1962). První písemná zmínka o využití vodního kola na našem území, konkrétně o vodním mlýně v Únětících u Prahy, pochází z roku 1125 (Bednář, 2013). Podle Pažouta (1990) však na řece Ohři u Žatce existoval mlýn na vodní pohon jako první ve střední Evropě. Kromě mlýnů byla vodní kola využívána také k pohonu pil, z nichž nejstarší známá fungovala v Malé Asii ve 3. století. V českých zemích se první pily objevují nejdříve ve druhé polovině 13., ale spíše až ve 14. století. V této době se rozšiřovaly také hamry, a to jak železářské, tak i nářadové. Obecně došlo v průběhu středověku sice k menšímu, ale o to zásadnějšímu vývoji a rozšíření užívání vodního pohonu. K lopatkovému kolu ve 14. století přibýlo mnohem účinnější kolo korečkové, do kterého voda natékala shora.

Od raného novověku nastal zásadní vývoj vodních motorů jak z hlediska zlepšování již existujících typů, tak i vynálezů typů dalších. V 17. století se začala využívat vodní kola s dynamickým účinkem vodního paprsku. V 18. století dochází k rozvoji empiricky podloženého teoretického i experimentálního vývoje ve využívání vodní energie. Po roce 1750 Leonard Euler a Daniel Bernoulli položili teoretické základy pro stavbu vodních turbín a čerpadel.

Do praxe byly turbíny uváděny počátkem 19. století a postupně docházelo ke zvyšování účinnosti, provozních parametrů, regulace, zdokonalování technologického a konstrukčního řešení. V roce 1835 Francouzi Bourdin a Fournayron zkonstruovali a do provozu uvedli první centrifugální (odstředivou) turbínu. Jedním z nejstarších typů byla turbína Jonvalova vynalezená roku 1837 ve Francii (ASME, 1999), která byla užívána od 40. let 19. století do počátku 20. století (Malá voda, 2021). Z později vyvinutých strojů byly významné vodní turbíny Francisova, Girardova, Peltonova, Bánkiho a Kaplanova. Francisovu turbínu, dnes nejrozšířenější typ (ASME, 1975), sestrojil anglicko-americký inženýr James B. Francis na konci 40. let 19. století v návaznosti na starší typy vodních turbín. Její vývoj spočívající v úpravě lopatek oběžného kola pak probíhal až do 20. let 20. století (Lewis a kol., 2014), kdy nahradila Girardovu turbínu. Ta byla vyvinuta již v roce 1863 a nejvíce se využívala v období od 90. let 19. století (Malá voda, 2021). Další typ turbíny vyvinul v 70. letech 19. století americký inženýr a vynálezce Lester A. Pelton, který si ji nechal patentovat, ale na konci 80. let práva prodal. Výroba Peltonovy turbíny na konci 19. století zaznamenala rozmach. Výrobky byly z výrobních závodů v San Franciscu či New Yorku exportovány po celém světě (SFPD, 2012). V roce 1913 předložil rakouský profesor německé vysoké školy v Brně Viktor Kaplan návrh turbíny s naklápěcími lopatkami oběžného kola (Bednář, 2013). První kus byl vyroben brněnskou firmou Ignác Storek v roce 1919. Další prototyp byl brzy nato osazen a úspěšně zprovozněn na vodní elektrárně v Poděbradech a Kaplanova turbína se jako účinná a spolehlivá začala používat u nás i v zahraničí. Z dalších typů možno zmínit ještě Bánkiho turbínu, která byla teoreticky vynalezena australským inženýrem Anthonyem Mitchellem v roce 1903 a pro praktické užití dopracována maďarským profesorem Donátem Bánkim (Popescu a kol., 2017).

### 4.4.2 ZÁKLADNÍ SCHÉMATA HYDROENERGETICKÝCH DĚL

Popis hlavních částí a schémat uspořádání hydroenergetických děl vychází primárně ze stěžejní literatury z oboru využití vodní energie a platných norem (především Broža a kol., 1990; Hynková, 1985, 1984; Kratochvíl, 1956; Štoll a kol., 1977; Čábelka, 1958, 1959).

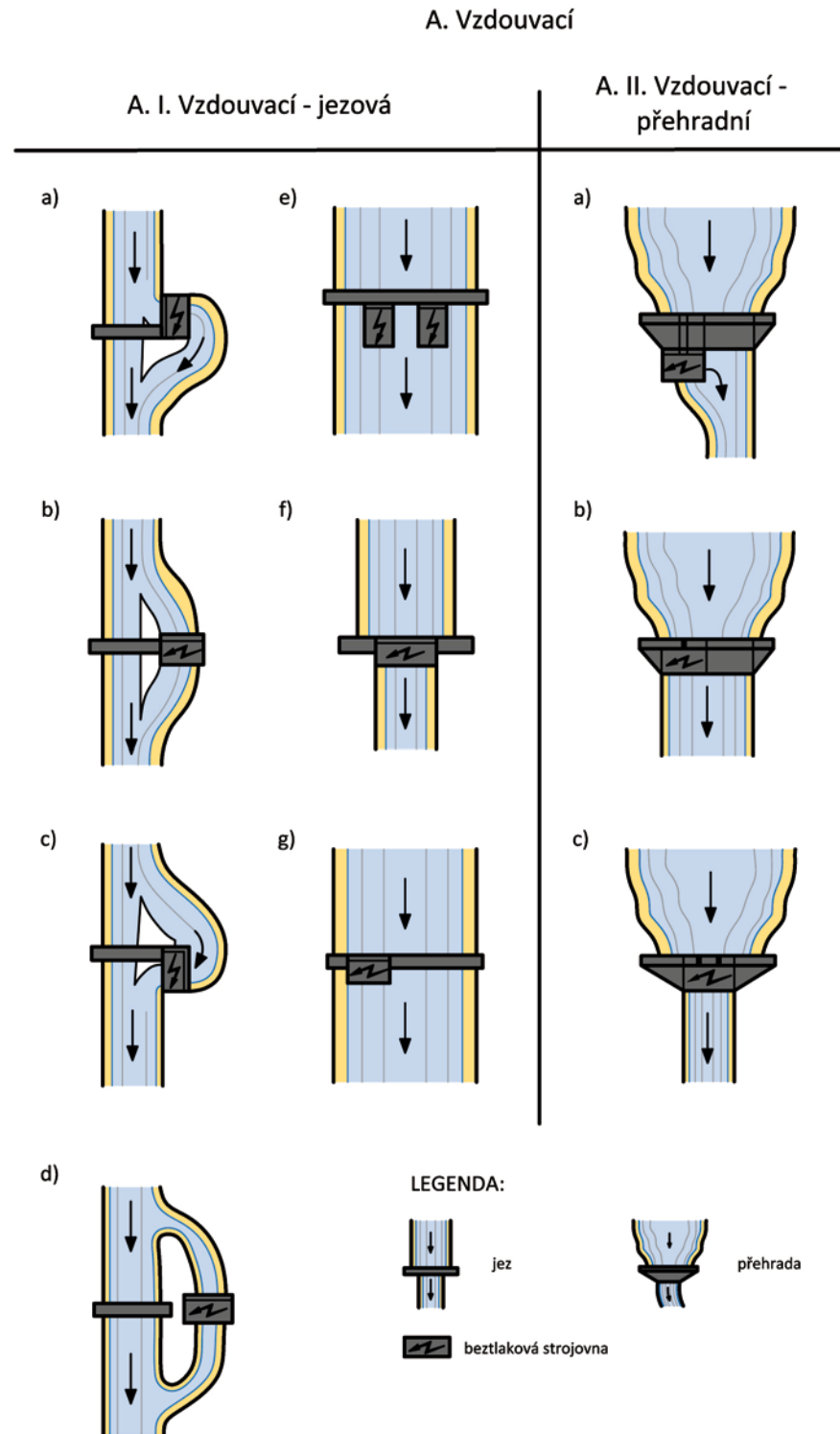
Každé vodní dílo určené pro využití vodní energie má v zásadě tyto hlavní části (Broža a kol., 1990; Čábelka 1958):

- **vzdouvací objekt**, který tvoří přehrada nebo jez;
- **vtokový objekt** s příslušenstvím (uzávěry, česle, normá stěna apod.), k němuž se v případě potřeby připojuje usazovák na zachycení splavenin;
- **přiváděč** (s příslušnými uzavěry a objekty, jako např. shybka, akvadukt apod.), který může být beztlakový (náhon, kanál, štola s volnou hladinou) nebo tlakový (štola, šachta, potrubí);
- **výrobní objekty** vodní elektrárny (strojovna, provozní budovy, rozvodna) s příslušenstvím;
- **odpad** (otevřený kanál, štola s volnou hladinou nebo pod tlakem);
- **provozní a bezpečnostní zařízení** (uzávěry, synchronní ventily, vyrovnávací komora, regulační komora, čištění česlí, převádění ledů apod.);
- **zvláštní zařízení při komplexním řešení vodního díla** (plavební komora, lodní výtah, rybochod, odběrný objekt apod.).

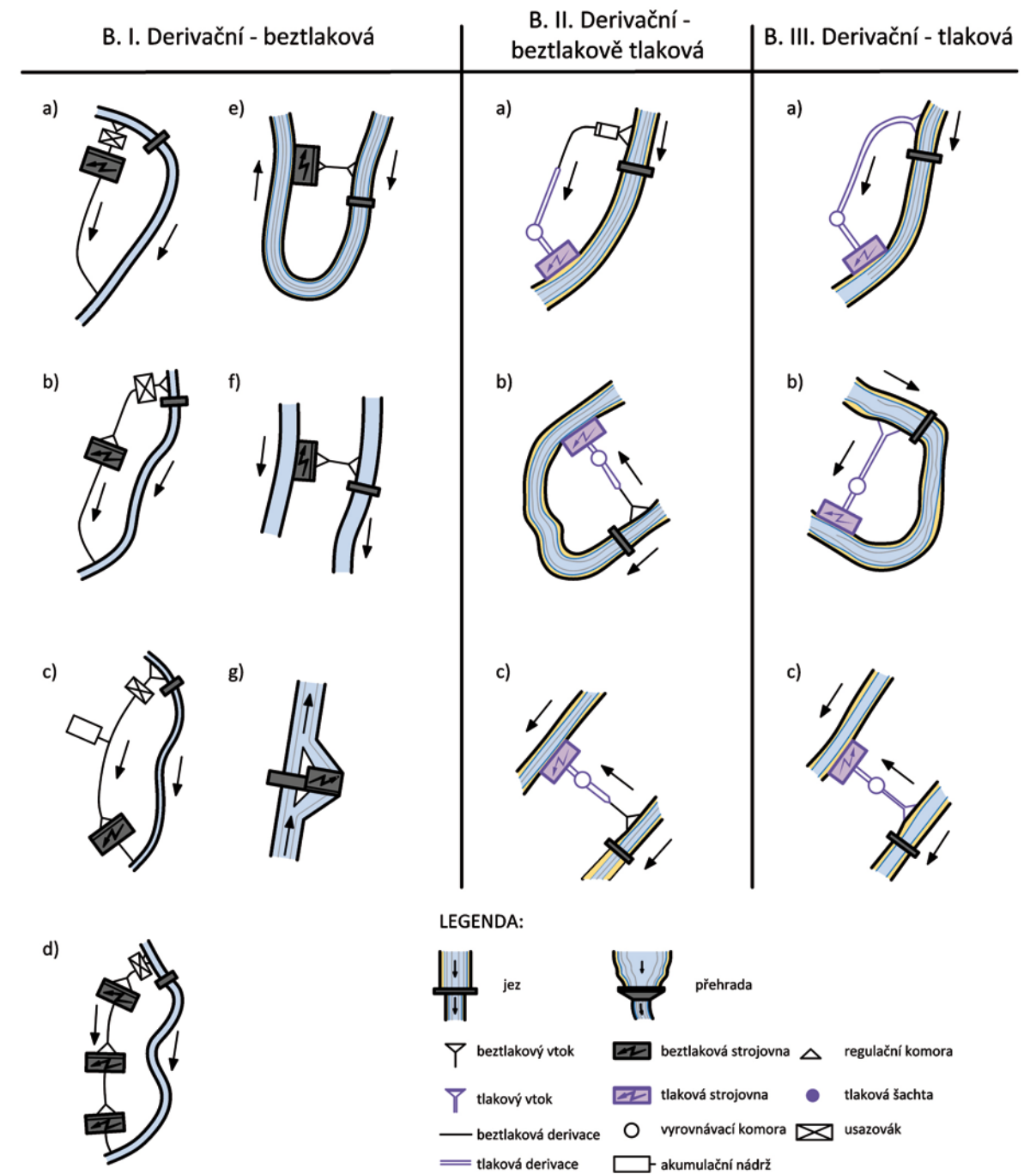
Podle místních podmínek lokality se v daném konkrétním schématu hydroenergetického díla nemusí vždy všechny uvedené části uplatnit. Podle stavebně technického řešení využití vodní energie určitého úseku vodního toku lze schémata hydroenergetických děl rozdělit do čtyř základních skupin:

- A. Vzduvací** schémata (viz Obr. 4.122), u nichž je spád a případně i průtok soustředěn vzdouvacím objektem, tj. jezem nebo přehradou. Tato schémata jsou obvyklá především na řekách s malým podélným sklonem dna a velkými průtoky.
- B. Derivační** schémata (viz Obr. 4.123), u nichž se spád soustřeďuje beztlakovou nebo tlakovou derivací. Pod pojmem derivace rozumíme takové vedení vody, kterým se na daném úseku toku vzhledem k jeho směrovým a sklonovým poměrům dosáhne minimálních hydraulických ztrát a tím maximálního soustředění využitelného spádu. Sklon derivace je obvykle mnohem menší než sklon dna toku. Tato schémata jsou obvyklá především na řekách s větším sklonem dna.
- C. Přehradně derivační** schémata (viz Obr. 4.124), u nichž se spád získává jak vzdouvacím objektem (přehradou), tak i derivací (přiváděčem nebo odpadem). Taková schémata jsou obvyklá na tocích s větším podélným sklonem a menšími průtoky.
- D. Přecherpací** schémata (viz Obr. 4.124), u nichž soustředění spádu a velikosti akumulovaného průtoku nezávisí na vodnosti toku. Hodnoty spádu a průtoku jsou určovány potřebou špičkového výkonu v elektrizační soustavě a objemem přebytečné základní energie v denních a týdenních cyklech, přičemž jsou podmíněny morfologií území.



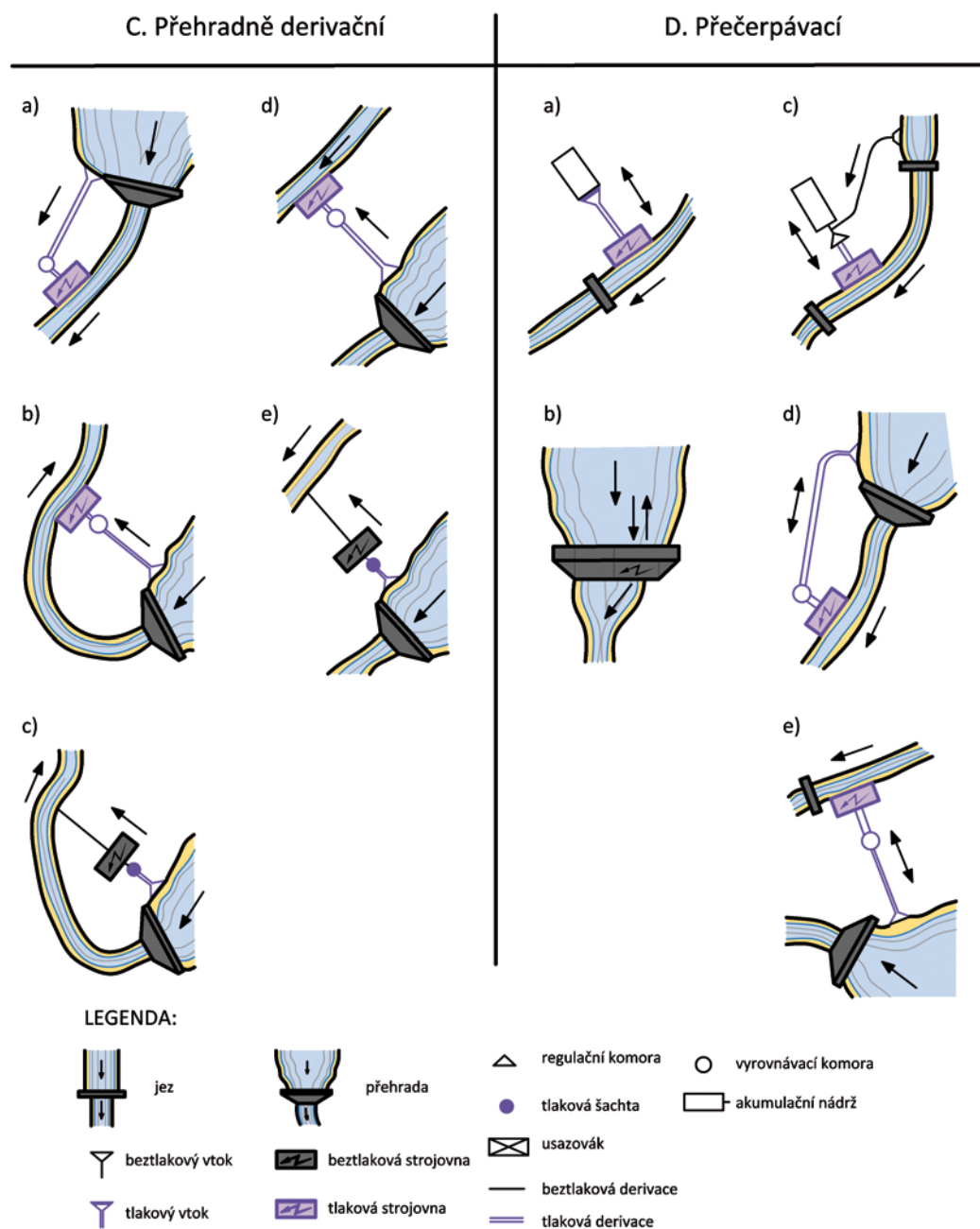


Obr. 4.122: Vzduvací schémata hydroenergetických děl. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1990, Čábelka, 1958).



Obr. 4.123: Derivační schémata hydroenergetických děl. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1990, Čábelka, 1958).





Obr. 4.124: Přehradně derivační a přečerpávací schémata hydroenergetických děl. Schéma Radka Račoch a Michaela Mroová, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1990, Čábelka, 1958).

#### 4.4.2.1 Vzduvací schémata

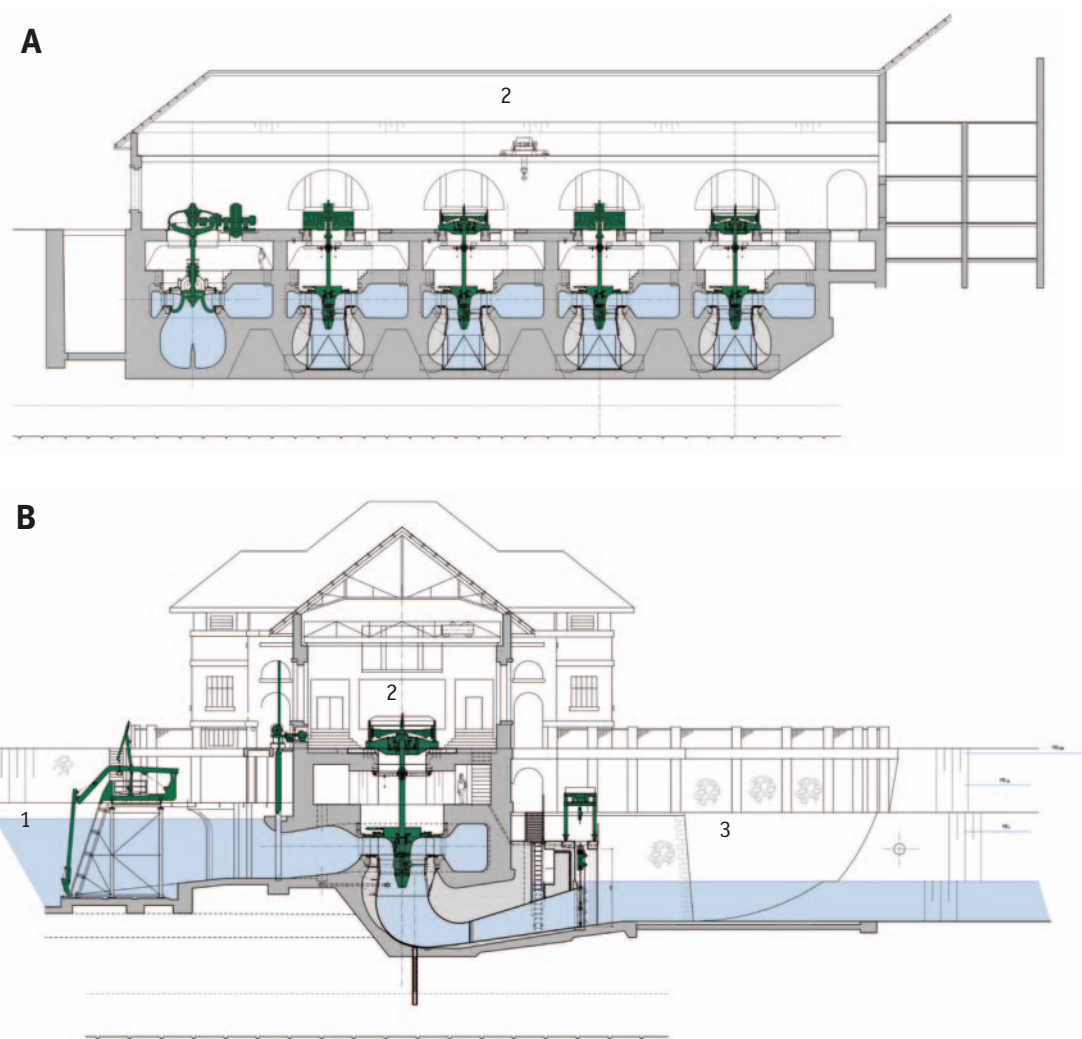
Vzdouvací schémata (viz Obr. 4.122) se dále dělí na jezová a přehradní. Jezová vodní elektrárna (viz A.I na Obr. 4.122) je umístěna většinou v těsné blízkosti vzdouvacího objektu tvořeného jezem, popř. přímo v jeho tělese. Přiváděč a odpad je krátký nebo zcela chybí. Strojovna elektrárny může být umístěna:

- na krátkém přiváděči (viz MVE Miřejovice na Obr. 4.125);
- těsně vedle jezu jako břehová vodní elektrárna, přitom budova elektrárny může být natočena proti vodě nebo po vodě, popř. tvoří přímé pokračování jezu (viz např. MVE Hradec Králové – Hučák, MVE Nymburk, MVE Poděbrady na Obr. 4.128 a Obr. 4.129);
- přímo v tělese jezu, a to buď v jeho pilířích jako pilířová vodní elektrárna, nebo pod přepady jako jezová podpřepadová vodní elektrárna, popř. kombinovaně jako sdružená vodní elektrárna.

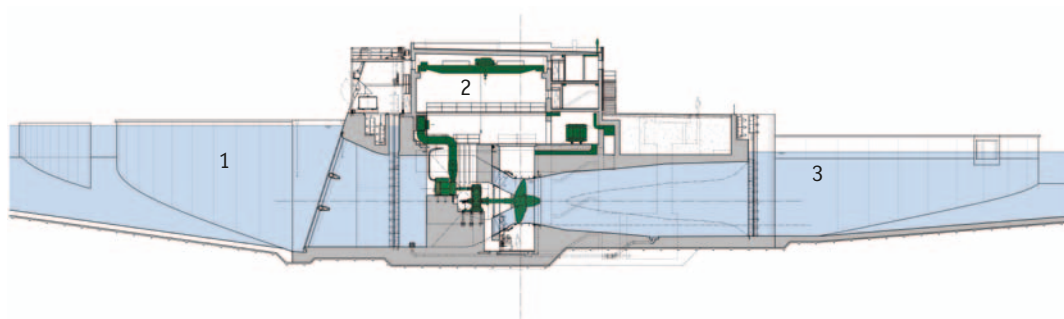


Obr. 4.125: MVE Miřejovice na krátkém přiváděči: (A) situace, vytvořená na podkladě dat ČÚZK, 2021; (B) pohled na vtokovou část. Foto VUT v Brně, FAST, 2014.





Obr. 4.126: MVE Miřejovice na krátkém přivaděči – řezy (A) boční, (B): 1 – vtokový objekt, 2 – strojovna, 3 – výtokový objekt (převzato z: Aquatis, a. s.).



Obr. 4.127: MVE Litoměřice – podélný řez: 1 – vtokový objekt, 2 – strojovna, 3 – výtokový objekt (převzato z: Aquatis, a. s.).

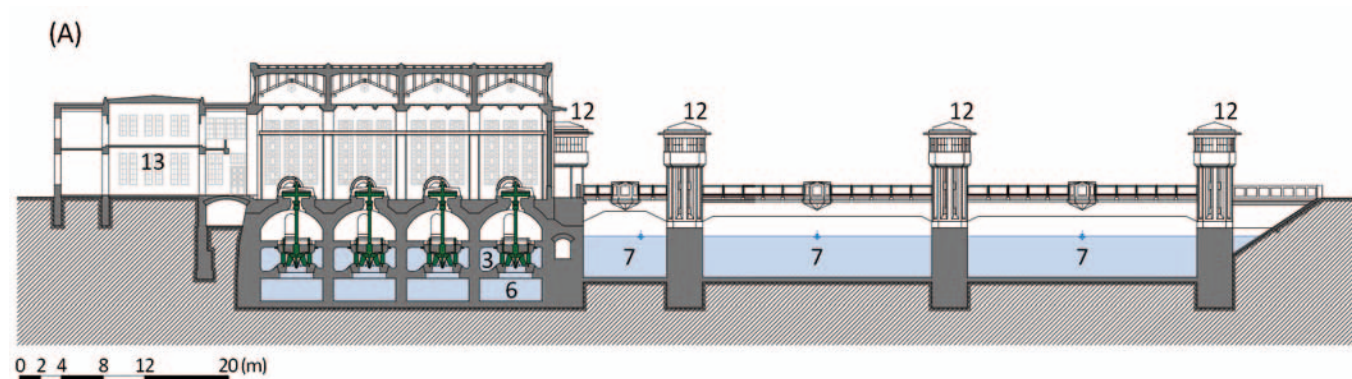


Obr. 4.128: (A) a (B) MVE Hradec Králové – Hučák; (C) MVE Nymburk. Foto Michaela Ryškové, 2015, 2018.



Obr. 4.129: MVE Poděbrady – vtokový objekt. Foto VUT v Brně, FAST, 2014.

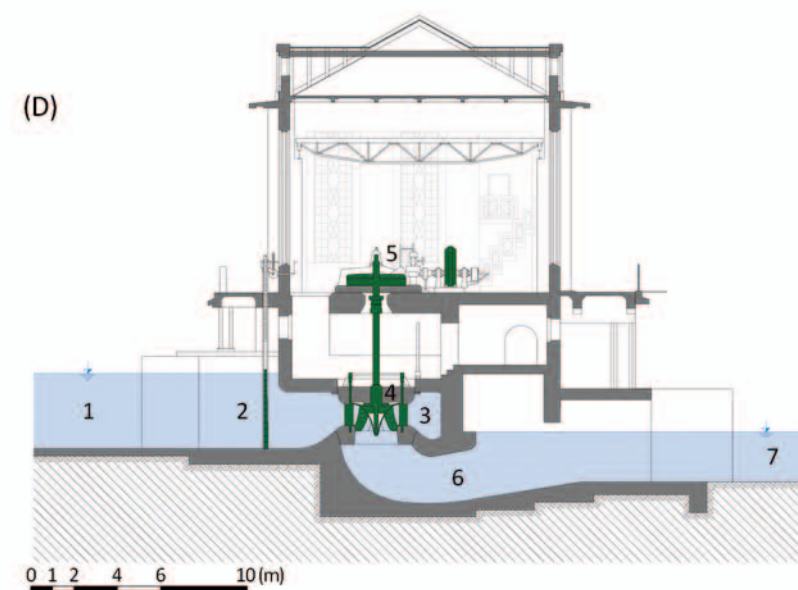
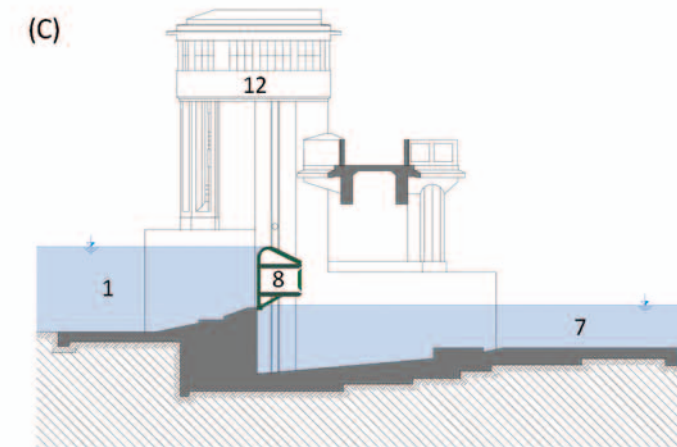
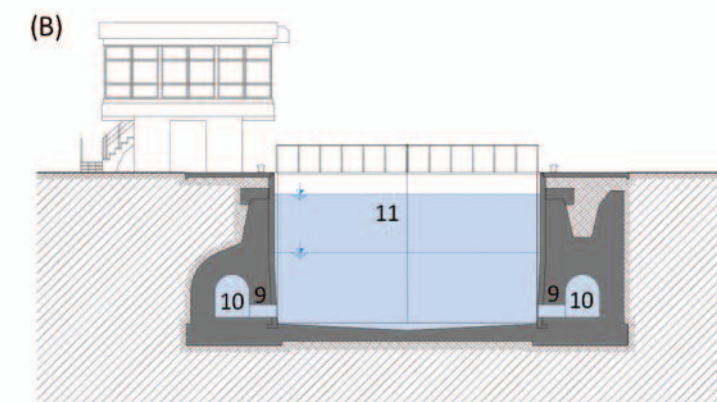




Obr. 4.130: MVE Poděbrady: (A) podélný řez turbínovou halou vodní elektrárny a podélný pohled jezových polí; (B) příčný řez plavební komorou; (C) příčný řez jezovým polem; (D) příčný řez turbínové haly vodní elektrárny: 1 – nadjezí (otokový objekt), 2 – česle a uzávěr otoku vody k turbínám, 3 – spirála turbíny, 4 – Francisova turbína (celkem čtyři, J. Prokopa synové), 5 – převody a elektrické generátory střídavého proudu o výkonu 250 kW (celkem čtyři generátory o instalovaném výkonu 1 MW, Fr. Křižík), 6 – saoka, 7 – jezová pole, 8 – jednoduché zdvojnité stavědlo typu Stony, 9 – propojovací kanálky mezi plavební komorou a obtokovým kanálem, 10 – obtokové kanály pro plnění a vyprazdňování plavební komory, 11 – plavební komora, 12 – strojovna pohonů jezových uzávěrů, 13 – budova MVE. Schéma Radek Mišanec, 2018 (upraveno dle: podnikový archiv 1. elektrárnská, s. r. o., České Budějovice).



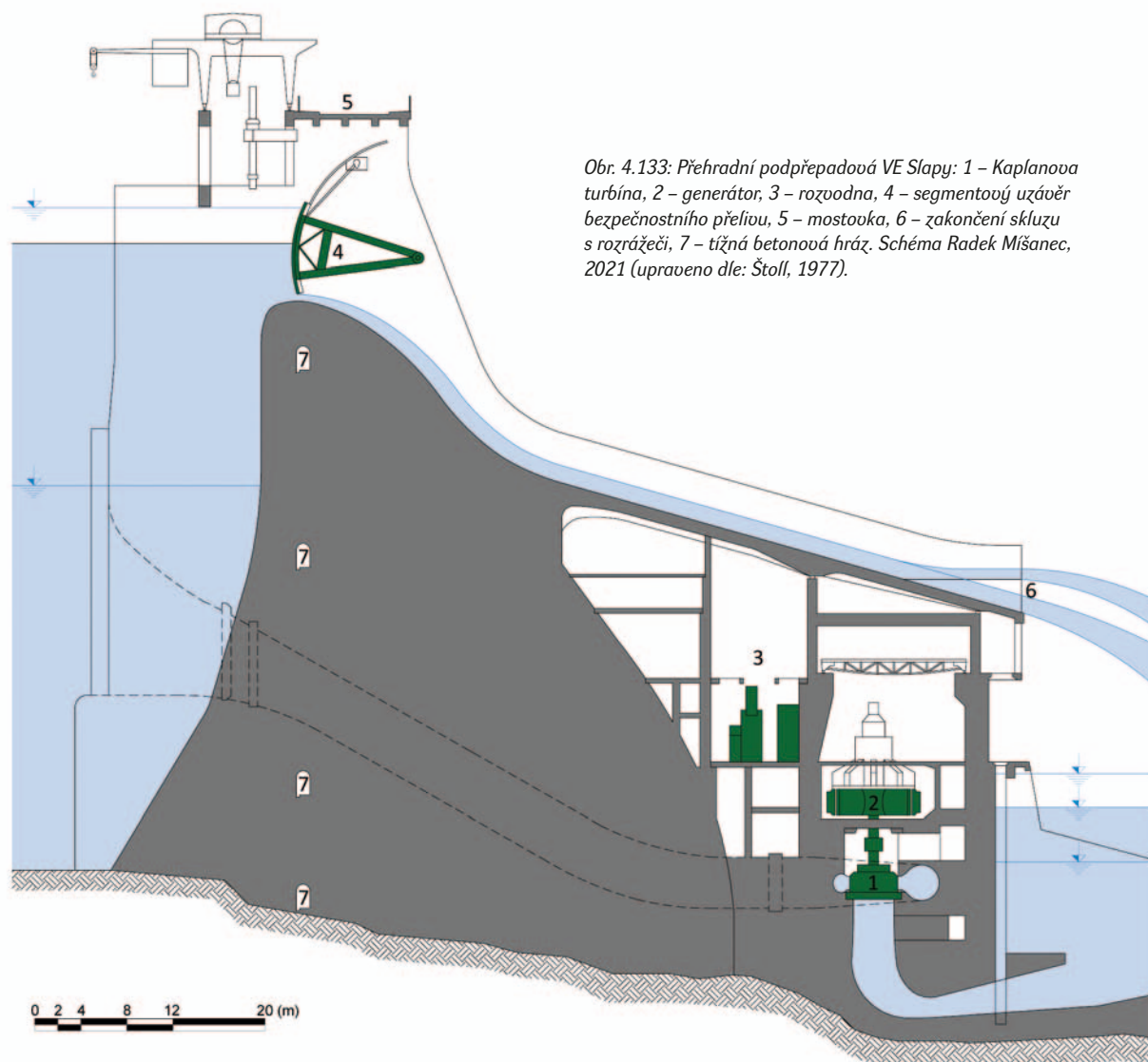
Obr. 4.131: MVE Kolín – pohled z prostoru podjezí na strojovnu a útokovou část MVE (vlevo) a 3 pole válcového jezu (vpravo). Foto VUT v Brně, FAST, 2014.







Obr. 4.132: MVE Rudolfov II: (A) návodní líc hráze s otokovým objektem; (B) strojovna MVE. Foto Michaela Ryškové, 2021.



Obr. 4.133: Přehradní podpřepadová VE Slapy: 1 – Kaplanova turbína, 2 – generátor, 3 – rozvodna, 4 – segmentový uzávěr bezpečnostního přelivu, 5 – mostovka, 6 – zakončení skluzu s rozrážeci, 7 – tížná betonová hráz. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: Štoll, 1977).

Přehradní vodní elektrárny (viz B.II na Obr. 4.122) jsou charakteristické tím, že přehrada vzdouvá a akumuluje vodu, čímž současně soustřeďuje potřebný spád i průtok. Podle umístění strojovny elektrárny rozeznáváme čtyři hlavní typy. Jsou to:

- podpřehradní vodní elektrárna, která má budovu strojovny umístěnu u vzdušné paty přehradního tělesa (viz MVE Rudolfov II na Obr. 4.132 a VD Štěchovice na Obr. 4.138);
- přehradní vodní elektrárna, která má strojovnu umístěnu částečně nebo zcela v tělese přehrady mimo přelivových bloků;
- podpřepadová vodní elektrárna, jejíž strojovna je umístěna pod přelivy u vzdušné paty tělesa přehrady (viz VE Slapy na Obr. 4.133);
- věžová vodní elektrárna, jejíž strojovna je umístěna před návodní patou hráze (v nádrži).

#### 4.4.2.2 Derivační a přehradně derivační schémata

**Derivační schémata** (viz Obr. 4.123) využívají umělého vedení vody z toku k vodní elektrárně pomocí přivaděče a od ní zpět do toku odpadem. Vzdouvacím objektem je zpravidla jez, jehož hlavní úlohou není soustřeďovat spád, ale zajistit přívod vody do derivace. Soustředění spádu se získává derivací a dosahuje se jej rozdílem podélných sklonů hladiny v řece a v derivaci, zkrácením délky derivace oproti délce využívaného úseku řeky nebo též využitím přirozeného výškového rozdílu dvou řek.

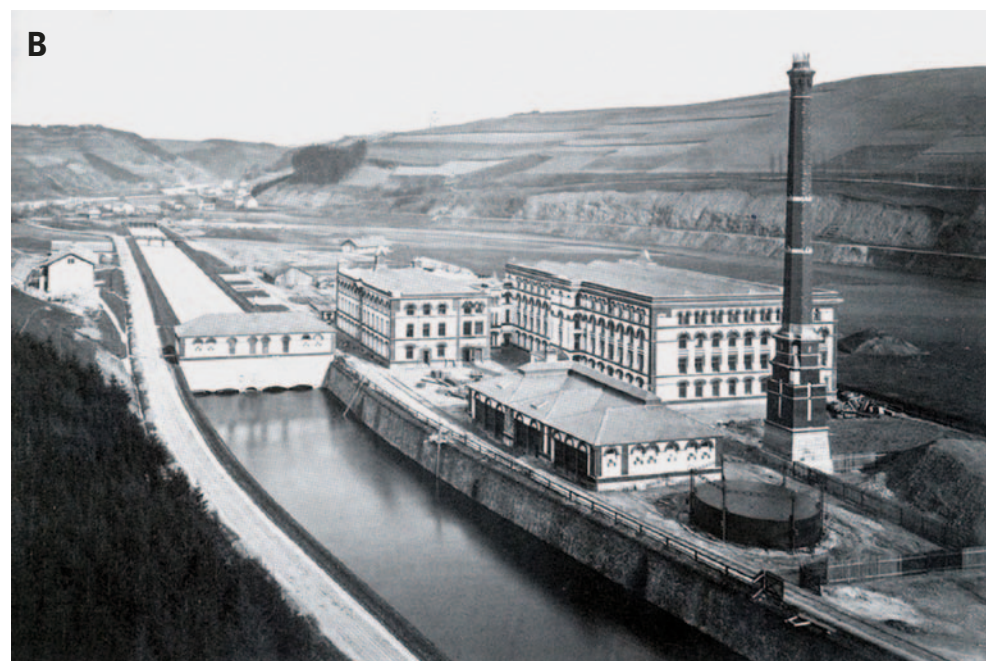
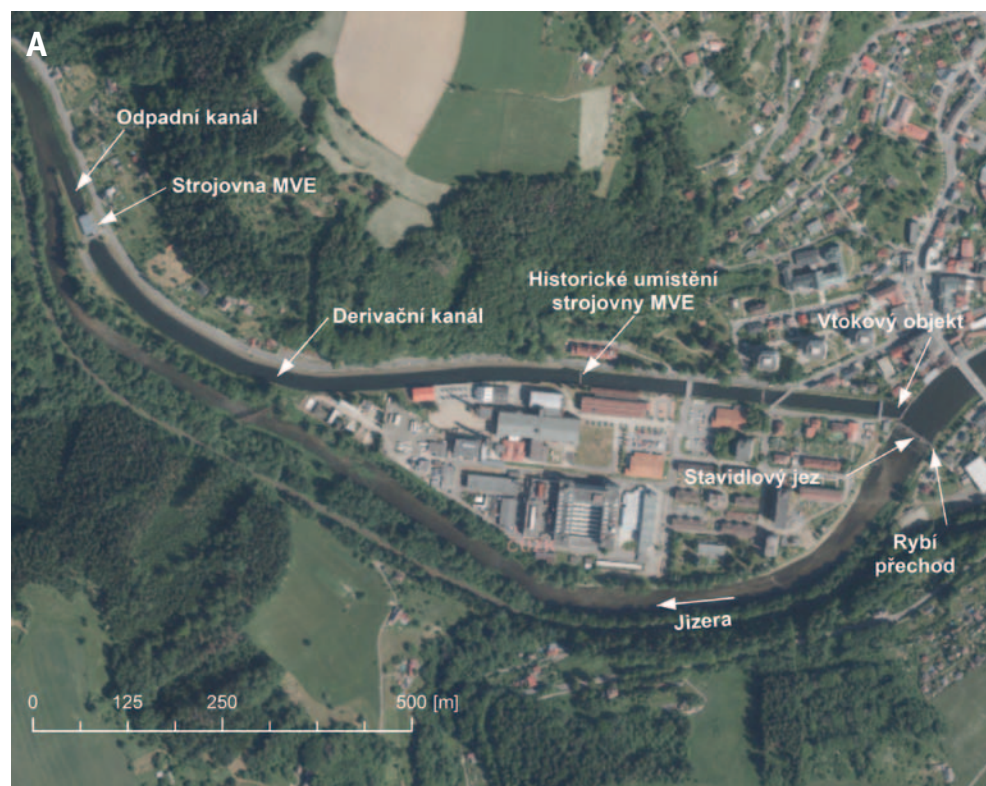
Derivační schéma může být:

- beztlakové (viz B.I na Obr. 4.123),
- beztlakově-tlakové (viz B.II na Obr. 4.123),
- tlakové (viz B.III na Obr. 4.123).

Přívod vody k vodní elektrárně obvykle sestává z beztlakového nebo tlakového přivaděče a z tlakového potrubí, mezi nimiž je obvykle vyrovnávací komora. Každé z uvedených schémat se dělí podle způsobu soustředění spádu v podstatě na tři typy:

- Derivace je vedena podél toku. Pokud je tato derivace beztlaková, vytvořená jako kanál, dostáváme kanálový typ vodní elektrárny. Strojovna kanálové vodní elektrárny může být umístěna na začátku derivace, v jejím středu nebo na jejím konci (viz MVE Železný Brod na Obr. 4.134 až Obr. 4.136). Na jednom derivačním kanále může být umístěno i více vodních elektráren za sebou.
- Derivace zkracuje meandr nebo oblouk řeky.
- Derivace převádí průtok z výše položené řeky do druhé níže položené.





Obr. 4.134: Železný Brod – situace derivační MVE kanálového typu: (A) aktuální dispoziční řešení po demolici původní strojovny a následné kompletní rekonstrukci s novou strojovnou na konci derivačního kanálu; (B) historická dispozice s původním umístěním strojovny z roku 1897. Situace vytvořena na podkladě dat ČÚZK, 2021; foto archiv společnosti Vodní elektrárna Železný Brod, a. s.

#### 4.4.2.2.1 Typický zástupce – MVE Železný Brod

Typ schématu hydroenergetického díla: derivační kanálová MVE

Název stavby: Malá vodní elektrárna Železný Brod

Místo: Železný Brod, Liberecký kraj

Vodní tok: Jizera, říční km 97,480

Typ turbín: 3 × přímoproudá blokovaná Kaplanova turbína v uspořádání „S“

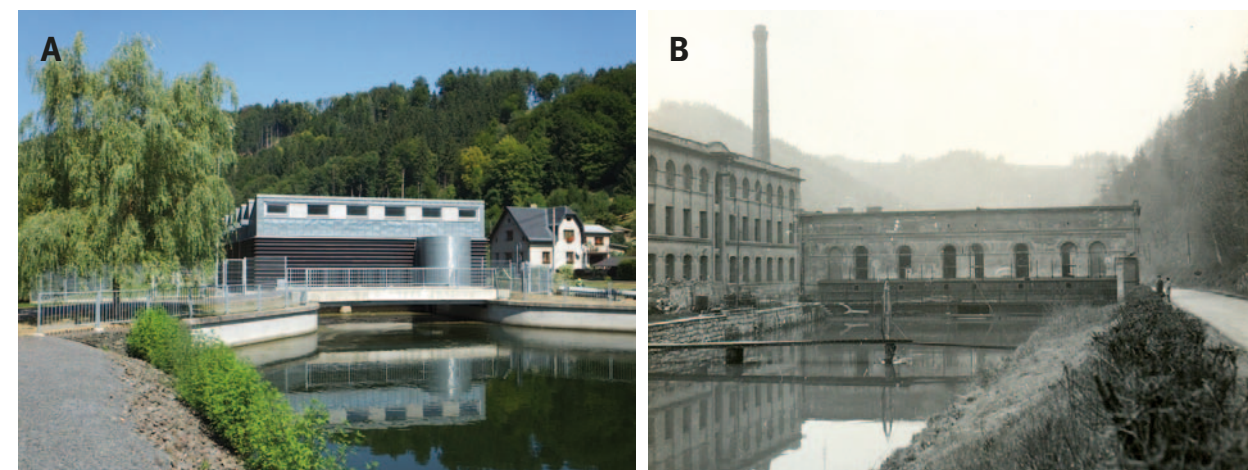
Maximální hltnost: 2 × 6,8 m<sup>3</sup>/s + 1 × 10,8 m<sup>3</sup>/s

Instalovaný výkon: 2 245 kW + 1 × 496 kW

Provozovatel: Vodní elektrárna Železný Brod, a. s.

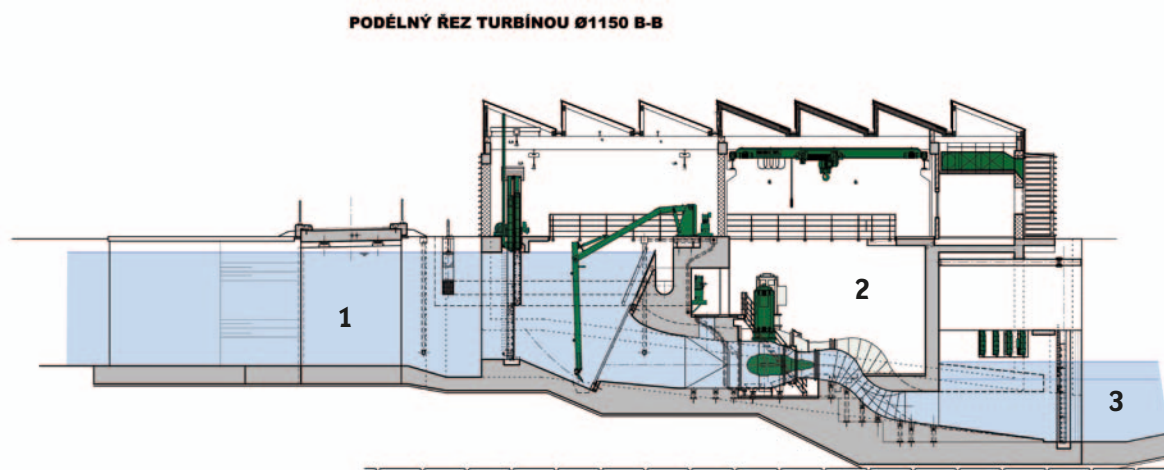
Stávající MVE Železný Brod využívá hydroenergetický potenciál řeky Jizery v říčním km 97,480. Z hlediska způsobu využití hydroenergetického potenciálu v dané lokalitě je možné elektrárnu zařadit mezi tzv. derivační vodní elektrárny kanálového typu. Spád je zde soustředován beztlakovou derivací (tj. prostřednictvím přívodního a odpadního kanálu s volnou hladinou).

MVE prošla rozsáhlou rekonstrukcí, jejímž cílem bylo zachování původní dispozice a v maximální možné míře obnova objektů historické vodní elektrárny, vybudované v této lokalitě v druhé polovině 19. století. Historická MVE byla v 60. letech minulého století odstavena z provozu, vč. demontáže veškerého technologického zařízení elektrárny a postupného zasypání celé délky přivaděče. Objekty historické vodní elektrárny zahrnovaly stavidlový jez, vtakový objekt, přívodní kanál, strojovnu MVE a odpadní kanál (odpad). Historická strojovna MVE, která se do současnosti nedochovala (viz Obr. 4.135), se nacházela na konci původního přivaděče, tj. ve vzdálenosti cca 480 m od vtakového objektu. Svou koncepcí odpovídala nadzemní derivační kanálové MVE s horní stavbou. Ostatní objekty MVE byly z převážné části rekonstruovány a jsou součástí stávající obnovené MVE Železný Brod.



Obr. 4.135: MVE Železný Brod: (A) aktuální strojovna v novém umístění; (B) původní strojovna v roce 1965. Foto (A) VUT v Brně, FAST, 2020; (B) archiv společnosti Vodní elektrárna Železný Brod, a. s.





Obr. 4.136: MVE Železný Brod – podélný řez strojoonou MVE v ose turbíny: 1 – vtokový objekt, 2 – strojoona, 3 – výtokový objekt (převzato z: Aquatis, a. s.).



Obr. 4.137: Situace přehradně-derivační MVE Práčov I. a podpřehradní MVE Práčov II. Situace vytvořena na podkladě dat ČÚZK, 2021.

**Přehradně-derivační schémata** se používají nejčastěji v horských oblastech. Vzdouvacím objektem je přehrada, jejímž účelem je soustředit spád a průtok a svádět vodu do přivaděče, který je vždy tlakový. Přehradně-derivační schémata jsou, obdobně jako schémata derivační, trojího typu:

- derivace je vedena podél řeky,
- derivace zkracuje meandr nebo oblouk řeky,
- derivace převádí vodu z výše položené řeky do druhé níže položené.

#### 4.4.2.3 Přečerpávací schémata

**Přečerpávací schémata** se používají při sekundární výrobě špičkové elektrické energie. Podle způsobu kombinace horní a dolní nádrže a přítoku do nich rozlišujeme:

- schémata čistě přečerpávací, kde do horní nádrže není přiváděn přirozený přítok;
- schémata se smíšenou akumulací, kde do horní nádrže je kromě přečerpávání přiváděn i přirozený přítok.

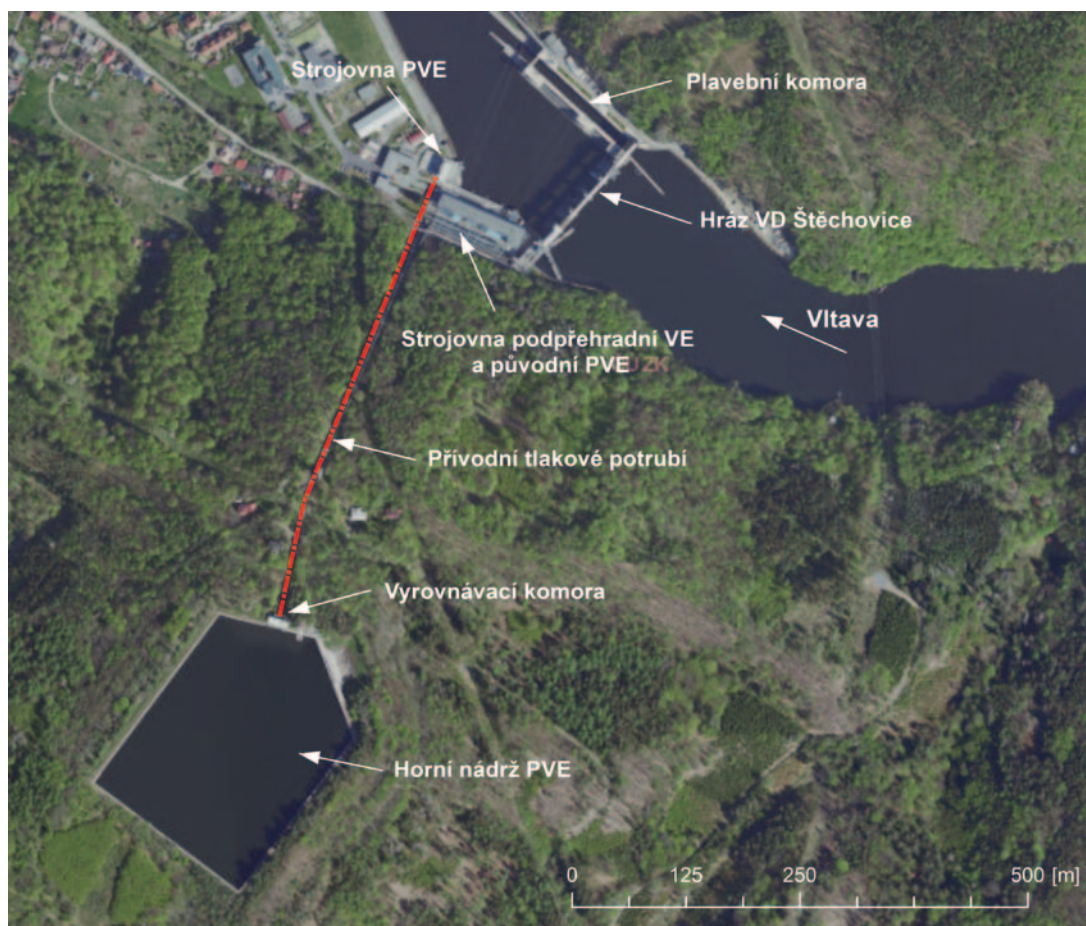
Vodní elektrárny je možné třídit podle řady dalších hledisek. Uvádíme příklad třídění dle ČSN 750128 podle velikosti instalovaného výkonu (ČSN, 1989):

- malé vodní elektrárny (MVE) s instalovaným výkonem do 10 MW,
- střední vodní elektrárny s instalovaným výkonem od 10 MW do 200 MW,
- velké vodní elektrárny s instalovaným výkonem nad 200 MW.

Podle možností hospodaření s vodou rozeznáváme dva hlavní typy hydroenergetických děl:

- průtočná díla (bez akumulace), která využívají přirozeným způsobem protékající vody množství vody v toku až do určité výše, která odpovídá součtu hltností jednotlivých instalovaných turbín;
- regulační díla (s akumulací), která odebírají vodu ze zásobních objemů akumulačních nádrží, v nichž je možné zadržovat a regulovat průtoky podle potřeby energetiky i jiných odběratelů; tato hydroenergetická díla pracují převážně špičkově po určitý počet hodin denně a vykrývají pološpičkové a špičkové části diagramu zatížení (Hynková, 1985).





Obr. 4.138: Situace VD Štěchovice s PVE a podpřehradní VE. Situace vytvořena na základě dat ČÚZK, 2021.

#### 4.4.3 VZDOUVACÍ OBJEKTY

Problematika vzdouvacích objektů je podrobněji řešena v kapitolách 4.1 Přehrady, 4.2 Malé vodní nádrže, 4.3.3 Jezy.

#### 4.4.4 VTOKOVÉ OBJEKTY

Účelem vtokového objektu je přivádět a podle potřeby regulovat průtok vody z řeky nebo nádrže do přivaděče VE. Přitom je třeba dosáhnout co nejmenších hydraulických ztrát a rovněž zamezit vniknutí sunutých splavenin, ledových ker, popř. jiných předmětů do přivaděče VE. Vtokové objekty je možné dělit dle celé řady hledisek. Podle výškového umístění vzhledem k hladině horní vody rozeznáváme vtokové objekty (Broža a kol., 1990; Hynková, 1985, 1984; Kratochvíl, 1956; Štoll a kol., 1977; Čábelka, 1958, 1959):

- beztlakové s volnou hladinou, které jsou navrhovány v případech, kdy dochází k malému kolísání hladiny v horní zdrži (např. jezové zdrže);
- tlakové, které se používají zpravidla v případech velkého kolísání hladiny v případě odběrů z přehradních nádrží nebo jezových zdrží.

Podle druhu vodních elektráren, pro které jsou vtokové objekty navrženy, rozeznáváme:

- vtokové objekty jezových VE,
- vtokové objekty kanálových VE,
- vtokové objekty derivačních VE s usazováký, budované na štěrkonosných tocích,
- vtokové objekty přehradních a přehradně derivačních VE,
- vtokové objekty přečerpávacích VE.

#### 4.4.4.1 Vtokové objekty jezových VE

Kompletní vtokový objekt jezové vodní elektrárny sestává z těchto částí (Broža a kol., 1990; Hynková, 1985, 1984; Kratochvíl, 1956; Štoll a kol., 1977; Čábelka, 1958, 1959):

- vtokový práh,
- norná clona,
- hrubé česle,
- usměrňovací pilíře,
- vtoky na turbíny,
- jemné česle,
- čistící stroj,
- vtokové uzávěry,
- provizorní hrazení.

V závislosti na místních podmínkách mohou být některé z výše uvedených částí vtokového objektu vypuštěny.

Vtokový práh slouží k zachycování hrubých splavenin sunutých po dně řeky. Z tohoto důvodu se navrhuje pře-výšený nade dnem koryta. Odstraňování splavenin usazených před prahem je možné řešit např. štěrkovou propustí (u pevných jezů) nebo vyhrazením krajního pole u pohyblivého jezu.

Norná clona ponořená pod minimální provozní hladinu se nachází nad vtokovým prahem a její funkcí je bránit vniknutí plovoucích předmětů do vtoků. Kromě toho může současně plnit funkci opory pro hrubé česle a manipulační lávky.

Usměrňovací pilíře se na vtoku navrhují z hydraulického hlediska se snahou o dosažení rovnoměrného rychlostního pole před vtoky na turbíny, a to pokud možno za všech běžných provozních stavů VE. Pilíře se umísťují do prostoru vtokového prahu a mohou současně plnit funkci podpory pro nornou stěnu.

Hrubé česle se umísťují nad vtokový práh. Navrhují se nejčastěji z ocelových trubek, které jsou spodním koncem uchyceny na vtokovém prahu a horním opřeny a připevněny k norné stěně.

Vtoky na turbíny mají mít plynulý tvar ve svislém i vodorovném řezu. Vtoky mohou obsahovat přechod ze vstupního obdélníkového příčného profilu na profil kruhový, což se uplatňuje především v případě instalace přímoproudých Kaplanových turbín. V případě vertikálních soustrojí s betonovou spirálou zůstává profil v celé délce až ke vstupu do spirály obdélníkový. Před vtoky na turbíny je možné navrhnout ve dně druhý vtokový práh, který slouží k zachycení splavenin sunutých po dně, které vniknou do vtokového objektu. K odstranění zde zachycených splavenin obvykle slouží boční proplachovací kanál.

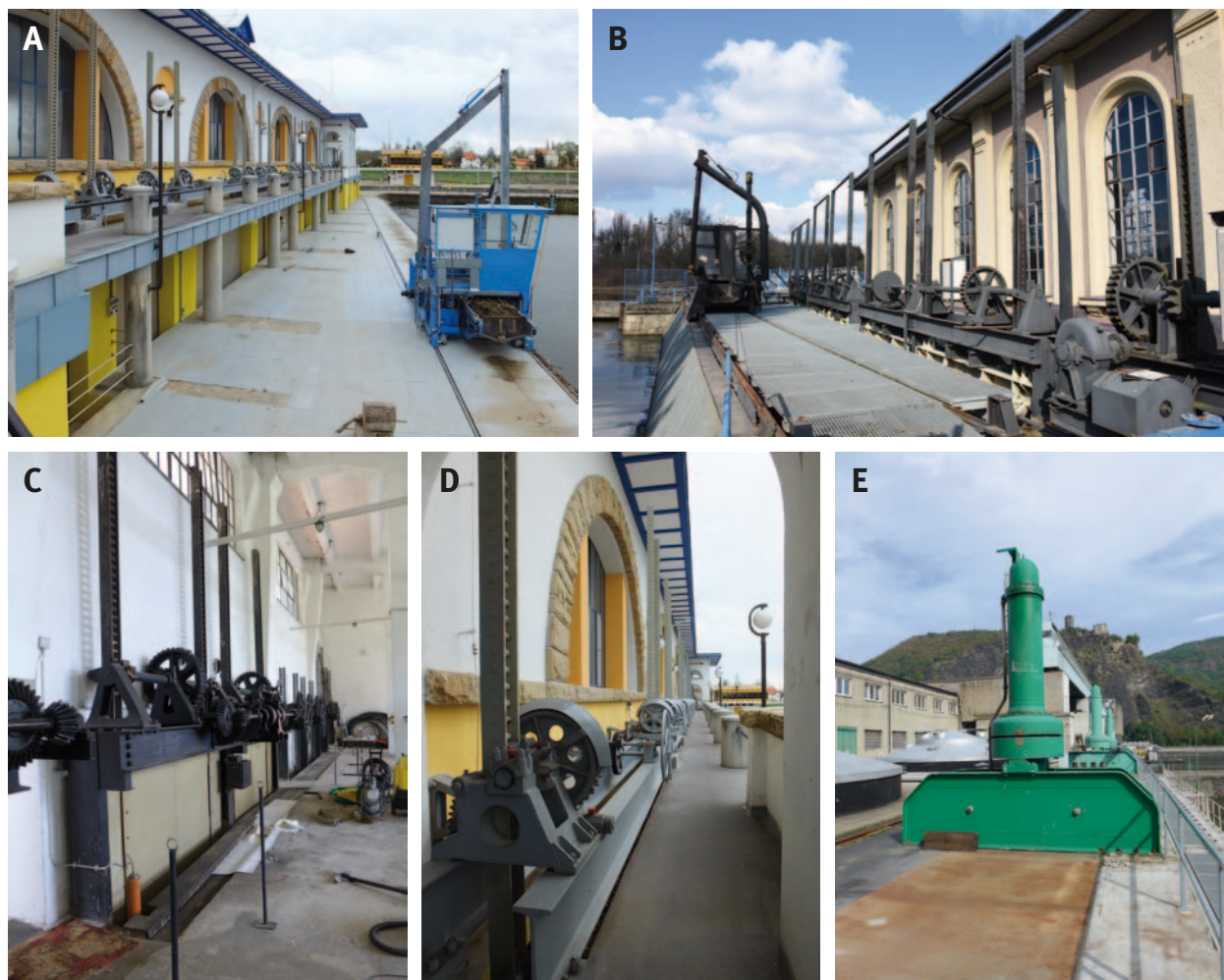
Jemné česle jsou umístěny před vtoky na turbíny a spodní hranou dosedají buď přímo na dno vtoků, nebo na druhý vtokový práh. Česle sestávají zpravidla z ocelových prutů (česlic) obdélníkového průřezu.



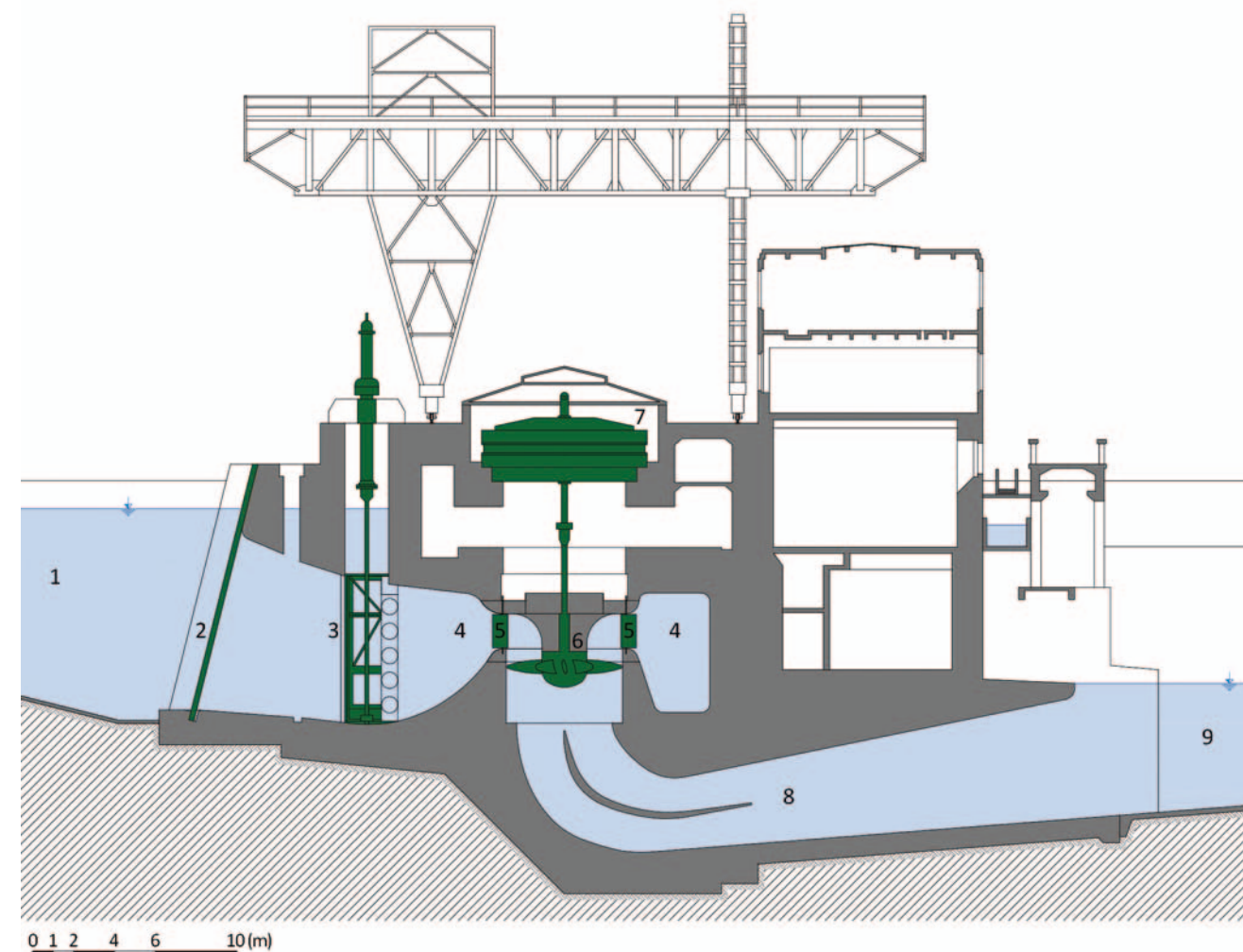
Čistící stroj slouží k odstraňování zachycených nečistot na jemných česlích. V dnešní době se již ruční čištění používá výjimečně, a to především v případě MVE malých výkonů. Čistící stroje můžeme dělit na stacionární a pojezdové podle toho, zda je stroj pevně namontován nad vtoky do turbín nebo zda po šířce vtoku pojezdí. Podle konstrukčního řešení shrabování nečistot můžeme stroje rozdělit na tyto základní typy:

- lanové,
- řetězové,
- hydraulické (viz Obr. 4.139 A, B),
- ostatní.

Vtokové uzávěry jsou součástí vtoku na turbíny. Nejčastěji používaným typem jsou stavidlové uzávěry ovládané hydraulicky nebo elektromechanicky (viz Obr. 4.139).



Obr. 4.139: Stavidlové uzávěry a čistící stroje na otáčivých jezoučích MVE: (A) a (D) MVE Mířevojevice; (B) MVE Kroměříž; (C) MVE Háj – Třeština; (E) VE Střekov. Foto (A) a (D) VUT o Brně, FAST, 2014; (B) Miloš Matěj, 2016; (C) a (E) Michaela Ryšková, 2018 a 2015.



4.140: MVE Střekov – příčný řez turbínové haly vodní elektrárny: 1 – vtokový objekt, 2 – česle, 3 – provozní uzávěr, 4 – spirála turbíny, 5 – rozváděcí (regulační) lopatky, 6 – Kaplanova turbína (celkem tři turbíny vyrobené firmou Českomoravská-Kolben-Daněk), 7 – elektrický generátor střídavého proudu o výkonu 6,5 MW (celkem tři generátory o celkovém maximálním instalovaném výkonu 19,5 MW), 8 – sauka, 9 – výtokový objekt. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle projektové dokumentace).





Obr. 4.141: MVE Kolín: (A) vtokový objekt; (B) výtokový objekt. Foto VUT v Brně, FAST, 2015.

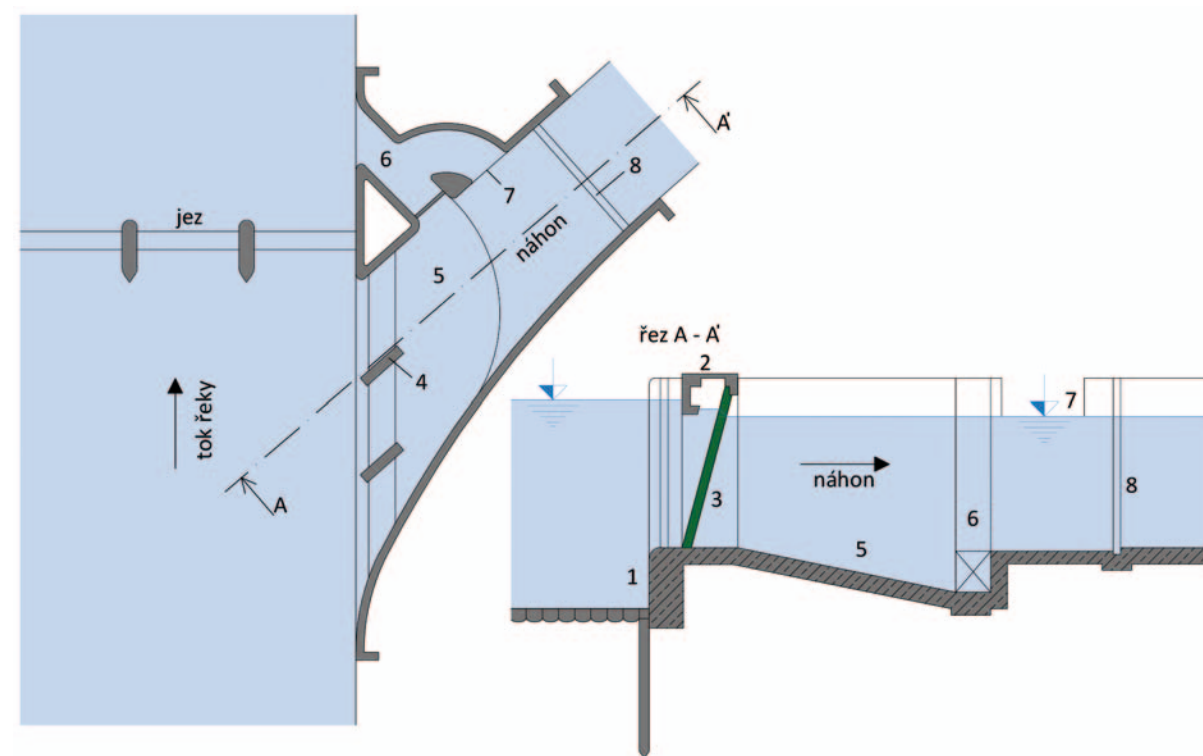
Provizorní hrazení se používá na vtocích na turbíny i na výtocích ze savek turbín za účelem provádění revizí, resp. oprav jednotlivých částí hydraulického obvodu, vč. turbín (viz Obr. 4.141). Nejčastěji se používá ocelových hradidel zasouvaných do drážek pomocí jeřábu instalovaného na VE, autojeřábu nebo lze navrhnout jeřáb jako součást čisticího stroje.

Řešení vtokových objektů jezových VE je možné v řadě modifikací ovlivněných dispozičním řešením VE, použitým typem soustrojí a dalšími faktory.

#### 4.4.4.2 Vtokové objekty derivačních VE

Vtokové objekty do přivaděčů derivačních VE se řeší podle obdobných zásad jako v případě jezových VE. Příklad půdorysu vtokového objektu zmiňovaného typu je uveden na Obr. 4.142 a Obr. 4.143. Zahrnuje tyto základní části (Broža a kol., 1990; Hynková, 1985, 1984; Kratochvíl, 1956; Štoll a kol., 1977; Čábelka, 1958, 1959):

- vtokový práh,
- norná stěna s hrubými česlemi,
- usazovací prostor,
- regulační uzávěr.

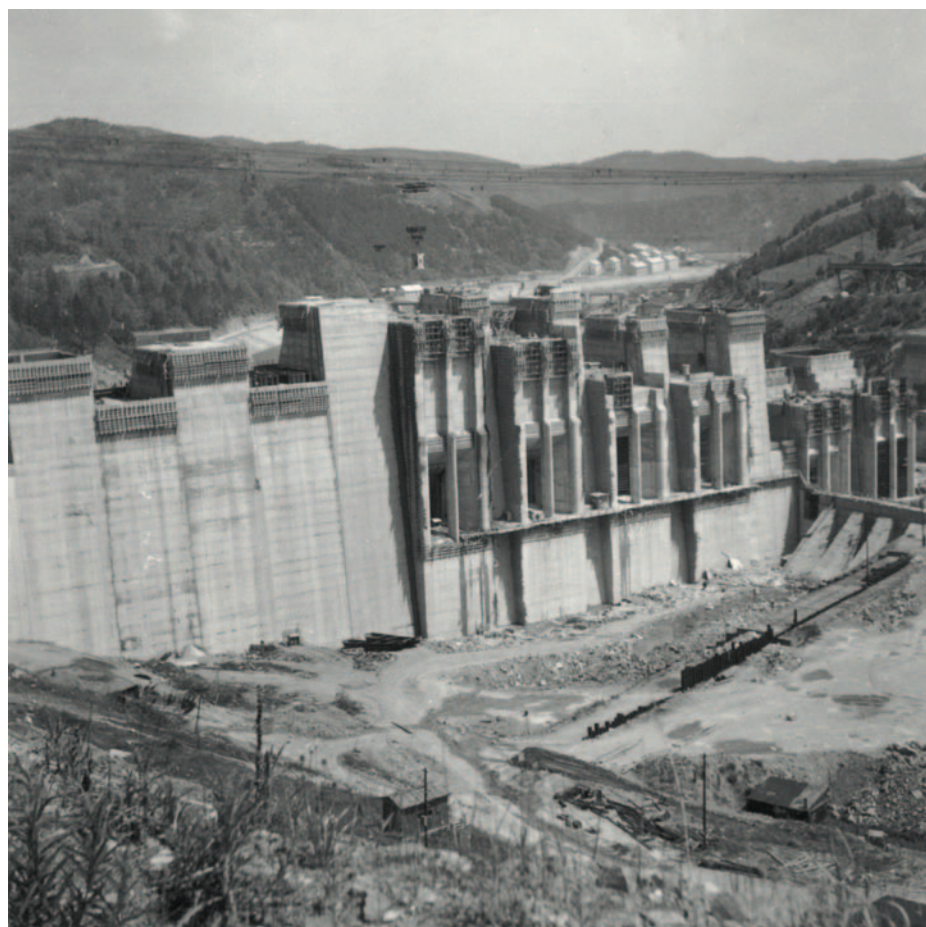


Obr. 4.142: Schéma vtokového objektu derivační VE: 1 – vtokový práh, 2 – norná clona, 3 – hrubé česle, 4 – dělící pilíř, 5 – usazovák, 6 – proplachovací kanda, 7 – boční (jalový) přepad, 8 – regulační uzávěr. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: Kratochvíl, 1956).





Obr. 4.143: Derivační MVE Spálov – otkový objekt, stao bez vody v době opravy v roce 1998. Foto VUT v Brně, FAST, 1998.

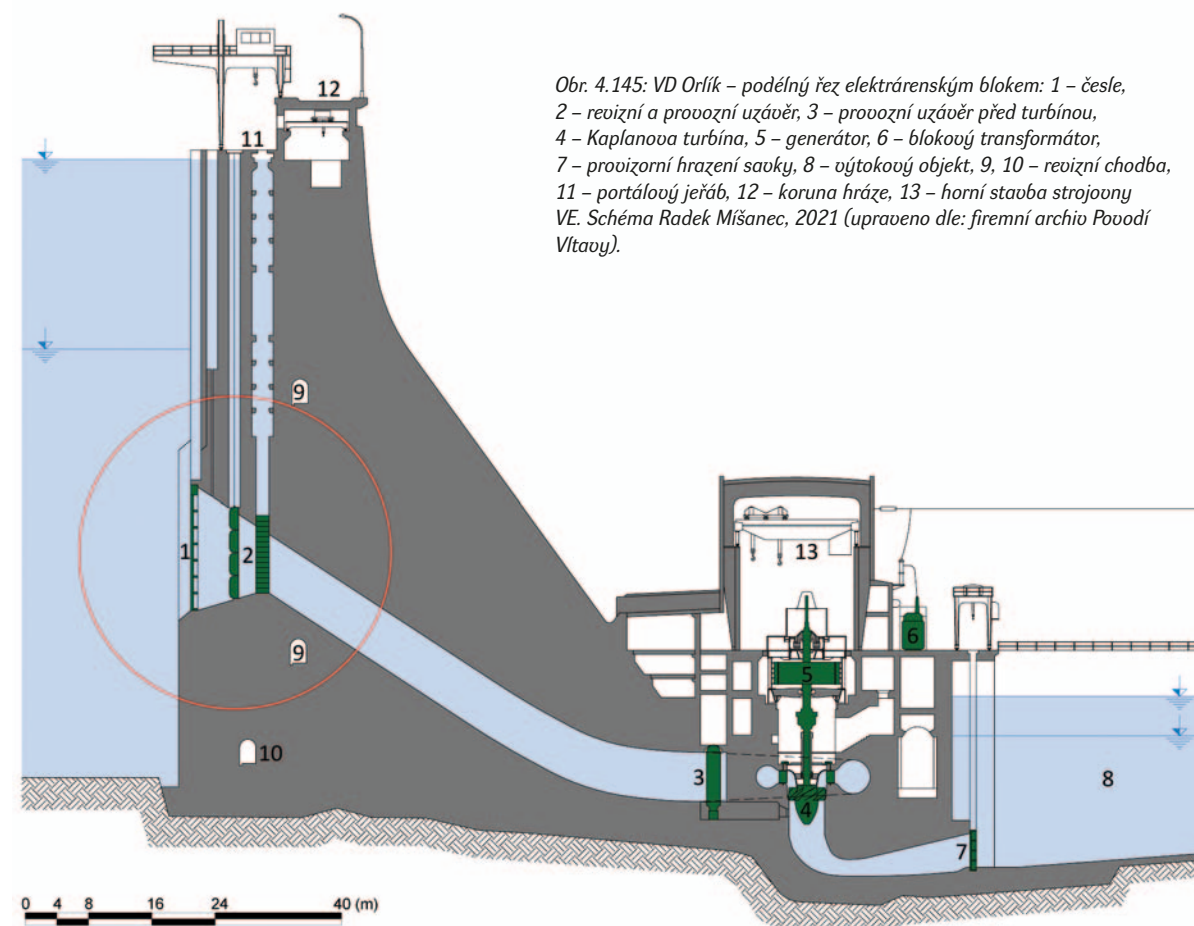


Obr. 4.144: VD Orlík – ve výstaobě, detail bloků s otoky na VE. Foto archio VUT v Brně, FAST.

Vtokový práh se navrhuje dle obdobných zásad jako v případě jezových VE. Vtokové objekty uvedeného typu se nejčastěji nacházejí v horních úsecích toků, kde dochází ke značnému pohybu splavenin. Z tohoto důvodu je zpravidla navrženo účinné proplachování prostoru v předpolí vtokového prahu např. šterkovou propustí.

Usazovací prostor je vytvořen prohloubením dna za vtokovým prahem. Usazovací prostor je zakončen druhým vtokovým prahem, který je půdorysně upraven směrem k proplachovacímu kanálu. Regulační uzávěr je umístěn za druhým vtokovým prahem. Uzávěr, zpravidla stavidlový, reguluje přítok vody do přivaděče a úroveň hladiny v něm. Používá se rovněž pro uzavření přivaděče při jeho opravách a revizích.

Zvláštním typem vtoků u derivační VE jsou objekty navrhované na šterkonosných vodních tocích. V horských úsecích šterkonosných toků s velkým podélným spádem a malými průtoky pracují vysokotlaké derivační VE většinou průběžně s přirozeným průtokem. Typickým příkladem těchto vtokových objektů jsou tzv. dnové česlicové odběry „tyrolského typu“. Podrobněji jsou zmíněny uvedené typy vtokových objektů např. v literatuře (Holata 2002). Charakteristickým konstrukčním prvkem dnových česlicových odběrů vody je odběrný žlab v betonovém, popř. zděném, vzdouvacím prahu, který je překryt hustě osazenými jemnými česlemi s relativně značným sklonem po vodě. Odebíraná voda se tak na česlích zbaví hrubších nečistot, propadá do sběrného žlabu, popř. se dále odvádí do usazovaku a jím se dále vede k vlastnímu tlakovému vtoku do trubního přivaděče.



Obr. 4.145: VD Orlík – podélný řez elektrárenským blokem: 1 – česle, 2 – revizní a provozní uzávěr, 3 – provozní uzávěr před turbínou, 4 – Kaplanova turbína, 5 – generátor, 6 – blokový transformátor, 7 – provozní hrazení sauky, 8 – výtokový objekt, 9, 10 – revizní chodba, 11 – portálový jeřáb, 12 – koruna hráze, 13 – horní stavba strojovny VE. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: firemní archio Povodí Vltavy).

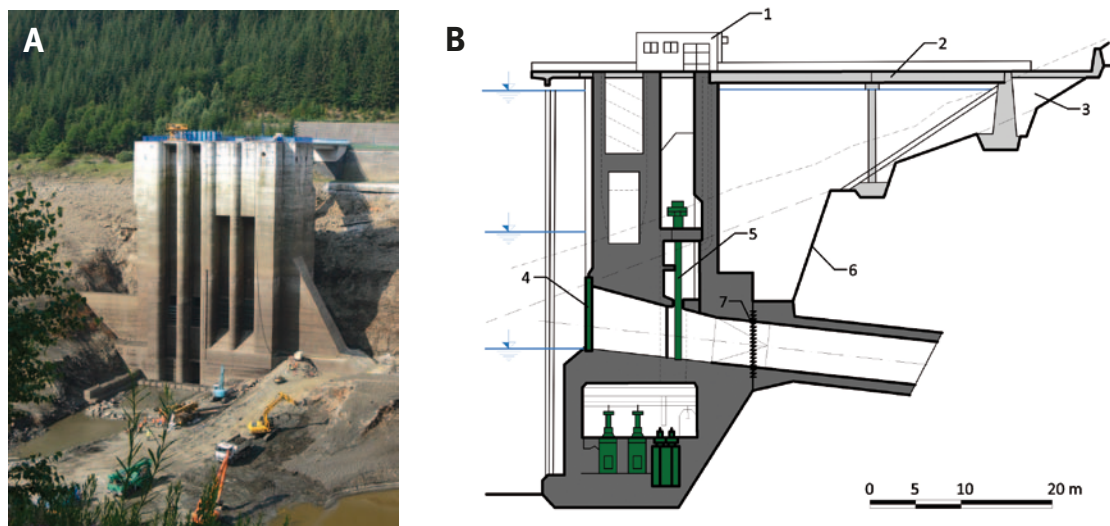


#### 4.4.4.3 Vtokové objekty přehradních a přehradně-derivačních VE

Vtokové objekty přehradních, přehradně-derivačních VE a přečerpávacích VE jsou v podstatě obdobné konstrukce a navrhují se vesměs jako tlakové.

Z hlediska umístění je můžeme rozdělit na vtokové objekty (Broža a kol., 1990; Hynková, 1985, 1984; Kratochvíl, 1956; Štoll a kol., 1977; Čábelka, 1958, 1959):

- ve funkčním bloku přehrady na jeho návodní straně,
- ve zvláštním objektu (vtoková věž, šachta nebo ponořený vtokový objekt),
- v bočním svahu akumulární nádrže.



Obr. 4.146: PVE Dlouhé stráně, dolní nádrž – věžový vtokový objekt (sdružený – obsahuje i spodní úpusti a bezpečnostní přelivy): (A) stav při vypuštěné nádrži; (B) řez: 1 – strojovna segmentů hrazení bezpečnostních přelivů, 2 – most, 3 – zásyp, 4 – česle nebo provizorní hrazení (hradidla), 5 – tabulový uzávěr, 6 – torkret, 7 – těsnění dilatační spáry. Foto VUT v Brně, FAST; schéma Radka Račoch a Michaela Mroová, 2021 (upraveno dle: Hynková, 1984).



Obr. 4.147: PVE Dlouhé stráně – dolní nádrž. Foto Michaela Ryškové, 2019.

Vstupní profil vtoků bývá z konstrukčních důvodů pravoúhlý a zborcenou plochou přechází do kruhového profilu přivaděče. Součástí každého vtoku jsou česle a provizorní hrazení, které umožňuje opravy a revize vtoku a přívodního turbínového potrubí. Ve většině případů se navrhuje i provozní uzávěr.

Vtokové věže se obvykle budují v horní zdrži mimo těleso přehrady, a to buď u návodní paty hráze, nebo v patě svahu přehradní nádrže.

Vtokový objekt v boku nádrže se nejčastěji používá u přehradně-derivačních a přečerpávacích vodních elektráren. Umísťuje se zpravidla ve skalním svahu akumulární nádrže. Je vybaven běžným zařízením tlakových vtoků: česlemi, provizorním hrazením a provozním uzávěrem. Specifikem vtokových objektů přečerpávacích VE je skutečnost, že umožňují reverzní provoz, tj. čerpadlový i turbínový provoz.

#### 4.4.5 PŘIVADĚČE, ODPADY A VYROVNÁVACÍ KOMORY

Přivaděče a odpady se u VE provádějí tehdy, je-li třeba zajistit soustředění spádu a průtoku tzv. derivací. Derivací rozumíme zařízení pro vedení vody z vodního toku, jezové zdrže nebo akumulární nádrže k vodní elektrárně (přivaděč) a dále od elektrárny zpět do řeky (odpad). Přivaděče a odpady můžeme dělit podle různých hledisek. Podle základního hydraulického hlediska rozlišujeme přivaděče a odpady (Broža a kol., 1990; Hynková, 1985, 1984; Kratochvíl, 1956; Štoll a kol., 1977; Čábelka, 1958, 1959):

- beztlakové s volnou hladinou (např. kanál, štola apod.),
- tlakové s vedením vody pod tlakem (např. štola, potrubí),
- smíšené, kdy část je tlaková a část s volnou hladinou.

**Beztlakové přivaděče a odpady** mohou být buď otevřené (kanály, žlaby) nebo kryté (krytý kanál, viz Obr. 4.148 a Obr. 4.149, nebo žlab), štola a potrubí s volnou hladinou.

**Derivační kanály a náhony** byly nejčastěji používaným typem přivaděče a odpadu. VE s beztlakovou derivací otevřenými kanály se budují především na středních a dolních úsecích větších toků.

Z provozních důvodů musí být přivaděč uzavíratelný zpravidla na začátku a na konci, aby mohly být prováděny revize a opravy. Na vhodných místech přivaděče (např. při křížení s potokem) a před elektrárnou se zřizují odlehčovací přelivy, kterými se odvádí větší průtoky, než je kapacita přivaděče. V dlouhých přivaděčích by mohly vzniknout vodní rázy při náhlém zastavení a otevření turbín nebo uzávěrů. Proto se na konci přivaděče o volné hladině před vtokem do elektrárny zřizuje nárazová nádrž, v níž se rázová vlna utlumí.

Při křížení kanálu s potoky a komunikacemi lze nalézt další související objekty, jako jsou shybky, akvadukty, mosty apod.

Příčný profil kanálu bývá obvykle lichoběžníkový, u kanálů malých rozměrů (náhonů), pokud jsou provedeny ze stavebních materiálů (beton, železobeton, dřevo), může být profil obdélníkový i půlkruhový.

Těsnění přívodních kanálů se provádí z hlinitých a jílovitých zemin, z betonu, železobetonu, příp. předpjatého betonu, dále z asfaltbetonu a folií z plastických hmot.

Opevnění přívodních a odpadních kanálů má zvýšit stabilitu svahů, chránit svah proti povětrnostním vlivům, mechanickým účinkům vln. Provádí se jako kamenný pohoz, kamenný pohoz prolitý asfaltovým mastixem, kamenná dlažba a dlažba z betonových desek prefabrikovaných či betonovaných na místě.

**Energetická hydrotechnická štola** je podzemní stavba vylámaná hornickým způsobem v pevné hornině a slouží k vedení vody (viz Obr. 4.150). Štoly jsou vodorovné nebo mají velmi malý podélný sklon. Svislé štoly nebo štoly s velkým sklonem se nazývají šachty.

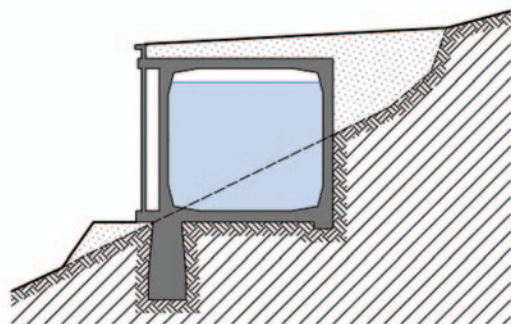
Podle funkce rozeznáváme energetické štoly a šachty přívodní, jimiž se voda z toku nebo vodní nádrže přivádí do VE, a štoly a šachty odpadní, jimiž se využitá voda z VE odvádí zpět do toku.

Z hydraulického hlediska se dělí štoly na beztlakové (o volné hladině) a štoly tlakové.

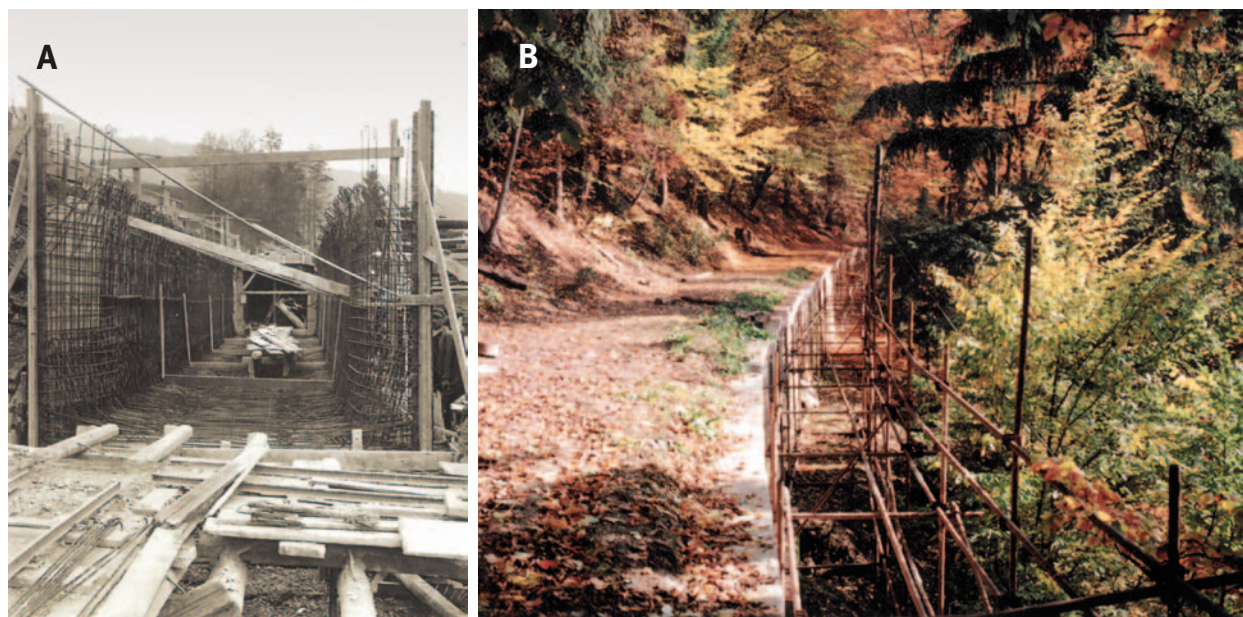


Tlakové štoly slouží většinou jako přivaděče derivačních, přehradně-derivačních, podzemních a přečerpávacích VE a jako tlakové odpady u PVE a u podzemních VE s větším kolísáním dolní hladiny.

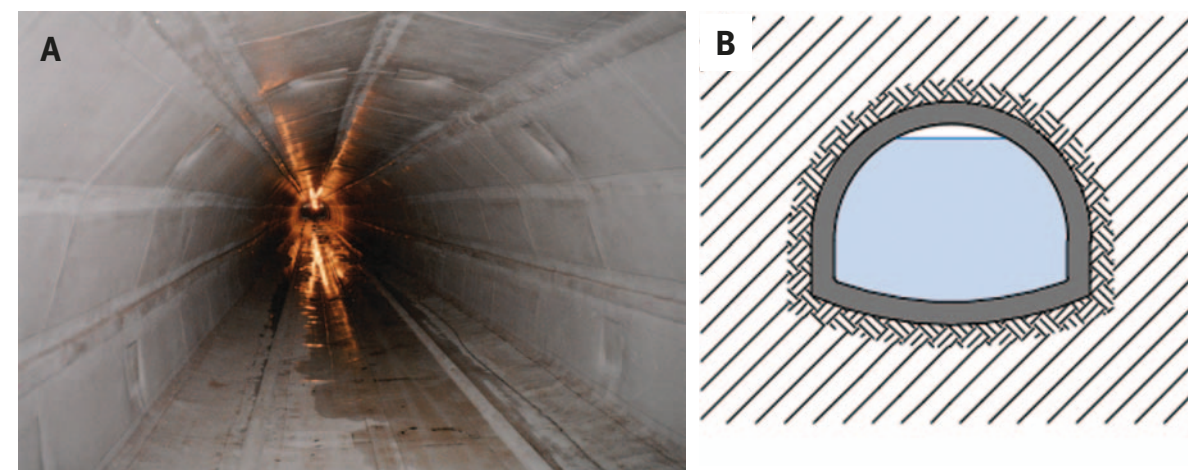
Proudící voda vyplňuje celý průtočný průřez, který bývá obvykle kruhový.



Obr. 4.148: MVE Spálov – řez železobetonovým přívodním kanálem. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: ZSV, 1924).



Obr. 4.149: MVE Spálov – železobetonový přívodní kanál: (A) postup armování v roce 1925; (B) pohled ze stropu kanálu během rekonstrukce v roce 1998. Foto (A) převzato z: VČE, 2000; (B) VUT v Brně, FAST, 1998.



Obr. 4.150: MVE Spálov – štola s volnou hladinou: (A) pohled do štoly po rekonstrukci s použitím geomembrány; (B) schéma. Foto VUT v Brně, FAST, 1998; schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: ZČE, 2000).

Běžně používané tvary příčného řezu štol s volnou hladinou jsou obdélníkový s klenbou, podkovovitý, tlamový.

Tvar příčných profilů tlakových štol bývá téměř vždy kruhový, protože je vhodný jak z hydraulických, tak statických důvodů.

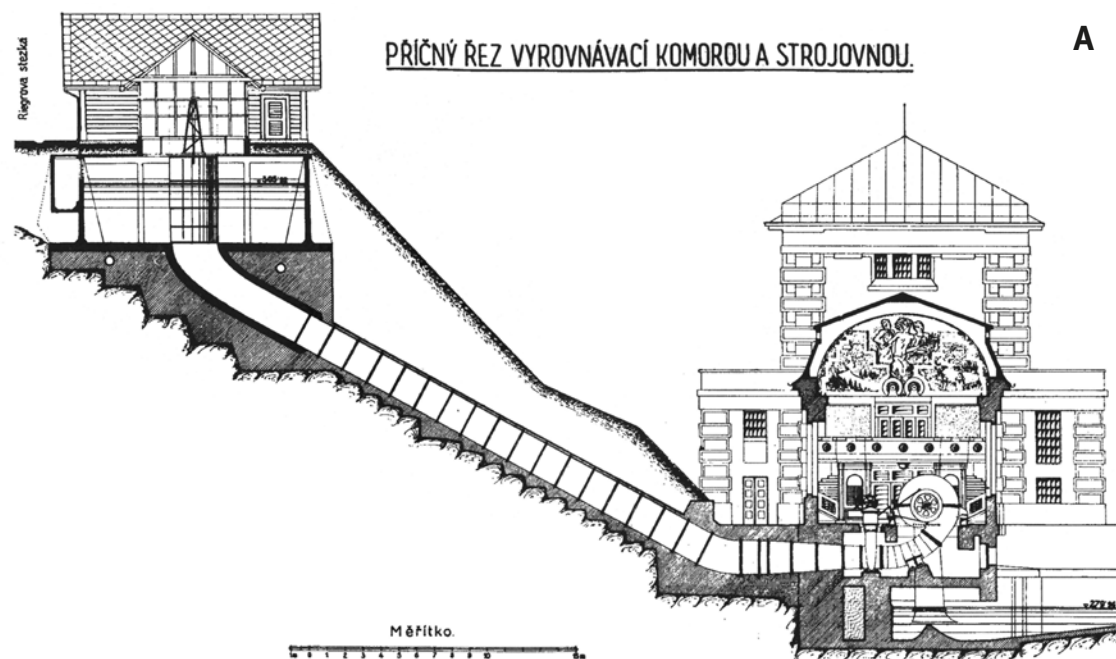
Tlaková potrubí plní dvě základní funkce:

- Derivační tlaková potrubí se používají jako úboční přivaděče ve složitém území, v němž nelze zřídit otevřený nebo krytý derivační kanál, popř. nelze výhodněji zřídit tlakovou nebo beztlakovou štolu. Derivační tlaková přívodní potrubí na úbočních svazích jsou obvykle ocelová, železobetonová a v některých případech dřevěná. Používají se rovněž materiály na bázi laminátu a plastu.
- Turbínová tlaková potrubí slouží k vedení vody od vtokového objektu k turbínám vodní elektrárny.



Obr. 4.151: PVE Dlouhé stráně – ukládání ocelového pancíře do přívodní štoly k turbínám (převzato z: Höll, 1997).





Obr. 4.152: MVE Spálovo: (A) podélný řez vyrovnávací komorou, přívodním tlakovým potrubím a strojovnou; (B) pohled na strojovnu a vyrovnávací komoru na konci přivaděče. Schéma převážto z VČE, 2000; foto Michaela Ryšková, 2022..

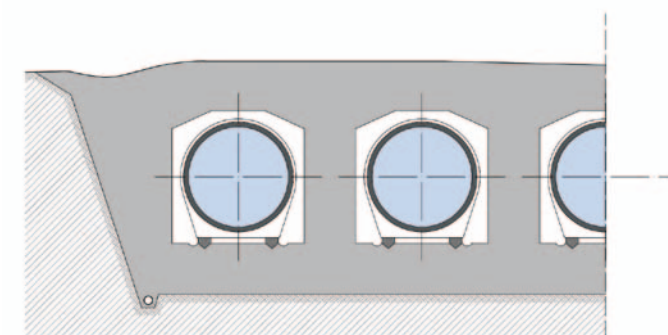
Potrubí můžeme dále dělit podle způsobu uložení na:

- potrubí volně uložené na terénu,
- potrubí uložené v rýze a zasypané zeminou,
- potrubí uložené v chodbě, štole nebo šachtě.

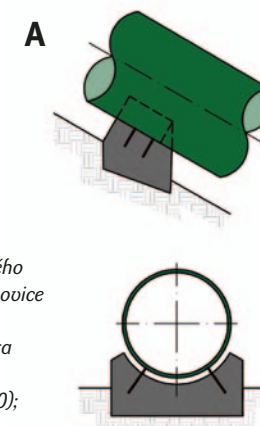
Podle druhu materiálu může být potrubí ze dřeva (u starších staveb), ze železobetonu (pro menší tlaky), sklaminátové, plastové nebo ocelové.

Tlakové potrubí volně uložené na terénu je v místech směrových a výškových lomů pevně uchycené do kotevních bloků. Tlakové potrubí mezi kotevními bloky leží na podpěrných blocích. Jednoduchá konstrukce sedlového podpěrného bločku je na Obr. 4.154.

Vyrovnávací komory (viz Obr. 4.152, Obr. 4.156, Obr. 4.157) jsou v podstatě nádrže s volnou hladinou, které se vkládají buď mezi dlouhý tlakový přivaděč s malým sklonem (štola) a tlakové turbínové potrubí s velkým sklonem, anebo mezi odpad od savky turbíny a dlouhý odpad vody od elektrárny, který je trvale nebo přechodně pod tlakem. Vyrovnávací komora má tlumit nežádoucí tlakové změny mezi vodou přitékající dlouhým přivaděčem a vodou odebíranou turbínami a dále přispívá ke zvýšení stability regulace turbíny. Vyrovnávací komory, které jsou přidruženy k přivaděči s volnou hladinou, označujeme rovněž jako tzv. regulační komory nebo nádrže (viz Obr. 4.152, Obr. 4.156). Vyrovnávací komory jsou vybaveny uzávěry a různým bezpečnostním zařízením.



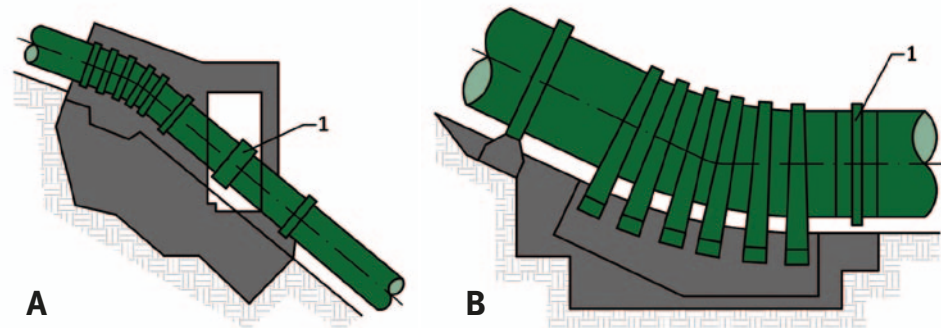
Obr. 4.153: PVE Dalešice – tlakové turbínové ocelové potrubí uložené v chodbě. Foto VUT v Brně, FAST, 2015; schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Hynková, 1984).



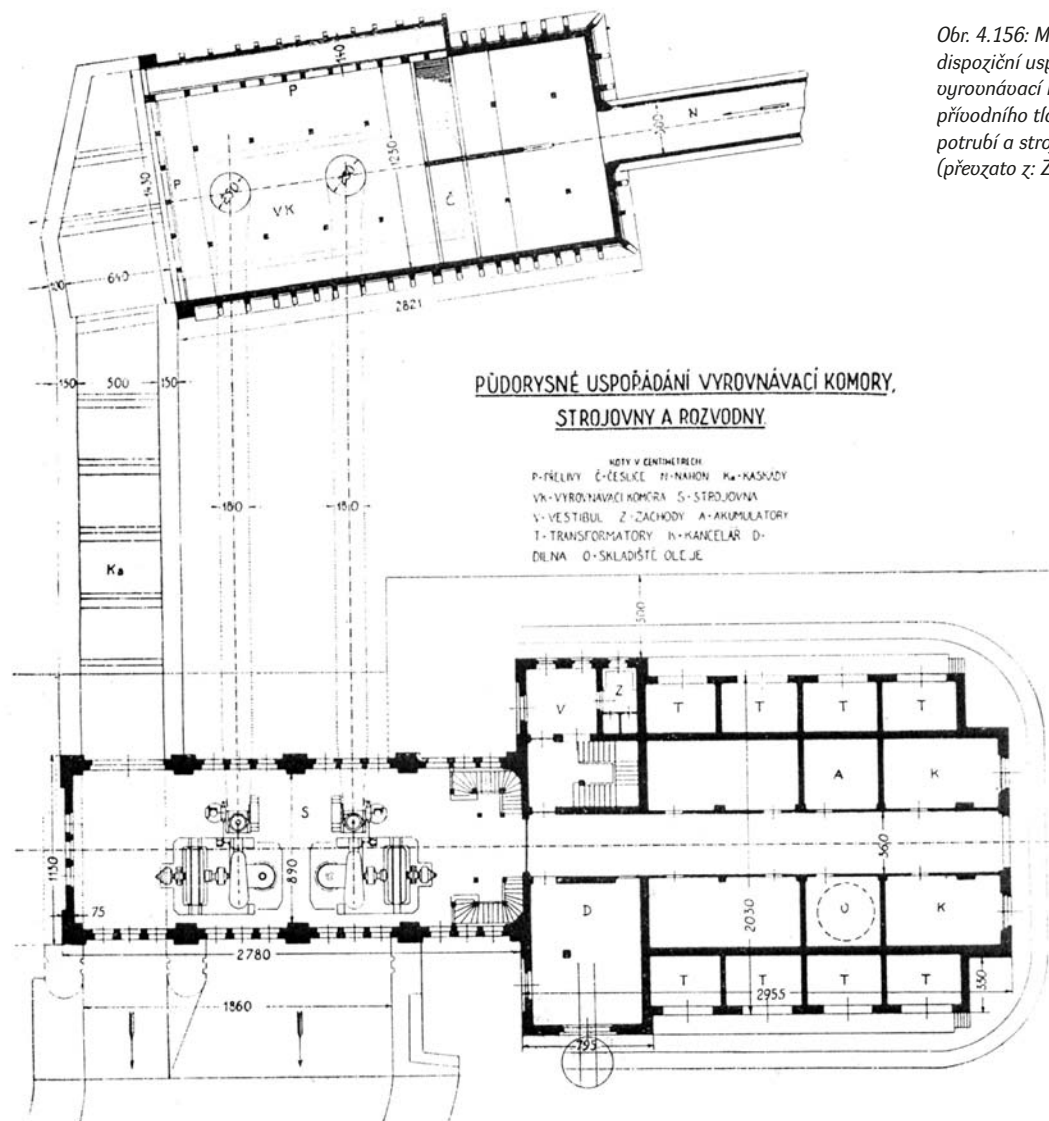
Obr. 4.154: Konstrukce podpěrného bloku: (A) schéma; (B) PVE Štěchovice – tlakové potrubí s podpěrnými a kotevními bloky. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1990); foto VUT v Brně, FAST, 2019.



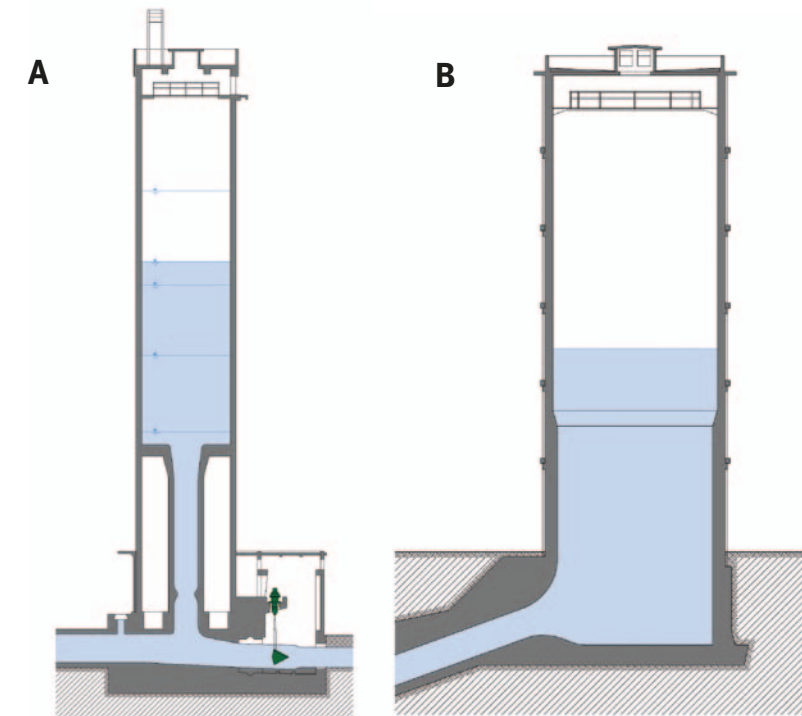




Obr. 4.155: Příklady konstrukce kotevných bloků: (A) uzavřený typ; (B) otevřený typ; 1 – dilatační kus. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Broža a kol., 1990).



Obr. 4.156: MVE Spálov – dispoziční uspořádání vyrovnávací komory, přívodního tlakového potrubí a strojovny (převzato z: ZSV, 1925).



Obr. 4.157: Řez nadzemní válcovou vyrovnávací komorou s diafragmou: (A) MVE Práčov I; (B) MVE Seč. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Trejtnar, 1975).

#### 4.4.6 VÝROBNÍ OBJEKTY (BUDOVY)

Podle schémat využití hydroenergetického potenciálu toku lze budovy VE dělit na (Broža a kol., 1990; Hynková, 1985, 1984; Kratochvíl, 1956; Štoll a kol., 1977; Čábelka, 1958, 1959):

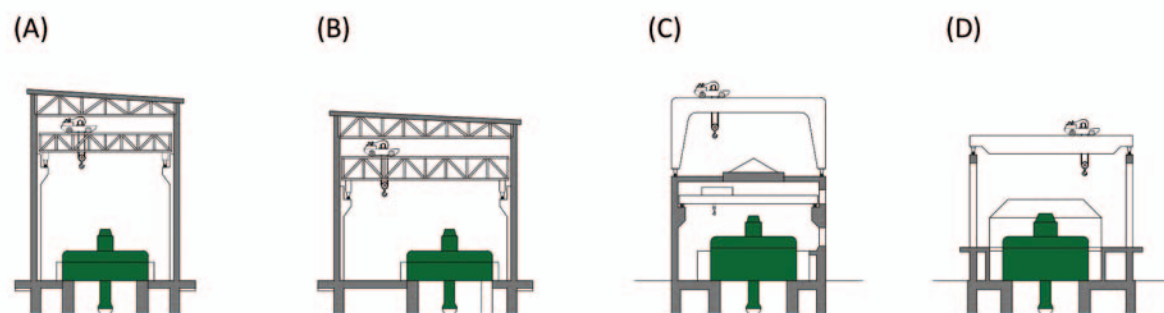
- budovy říčních VE (jezové nebo přehradní),
- budovy derivačních VE (kanálové nebo tlakové),
- budovy speciálních VE (podzemní, pilířové, přečerpávací apod.)

Podle umístění budovy VE vůči okolnímu terénu můžeme mít nadzemní, podzemní, šachtové popř. smíšené typy.

Podle uspořádání horní stavby strojovny – u nadzemních VE, mohou být budovy (viz Obr. 4.158):

- zakryté, pokud všechna základní i pomocná zařízení jsou umístěna uvnitř budovy (viz Obr. 4.159, Obr. 4.160, Obr. 4.161),
- polozakryté, pokud základní zařízení je umístěno např. pod úroveň terénu a venku jsou umístěny pouze dopravní jeřáby (viz Obr. 4.162),
- odkryté (viz Obr. 4.140), při venkovním umístění nejen jeřábů, ale i části soustrojí (např. hydroalternátory).

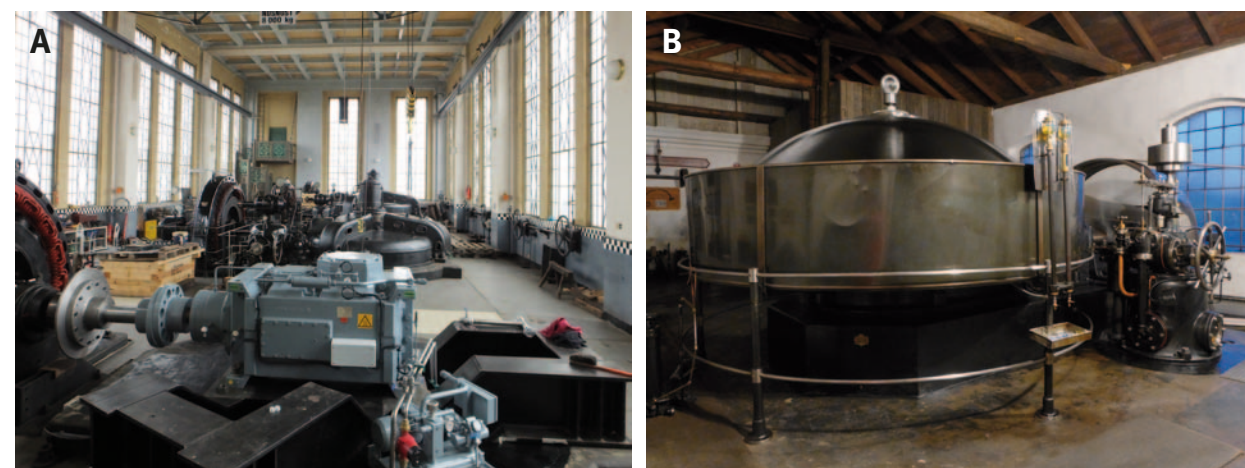




Obr. 4.158: Typy uspořádání horní stavby strojoovny: (A) a (B) zakrytá; (C) polozakrytá; (D) odkrytá – bez horní stavby. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: Hodák, 1998).



Obr. 4.159: Strojovny: (A) MVE Miřejovice; (B) MVE Kroměříž; (C) MVE Hradec Králové – Hučák; (D) MVE Hradec Králové. Foto (A) VUT v Brně, FAST, 2014; (B) Miloš Matěj, 2014; (C) a (D) Michaela Ryšková, 2010.



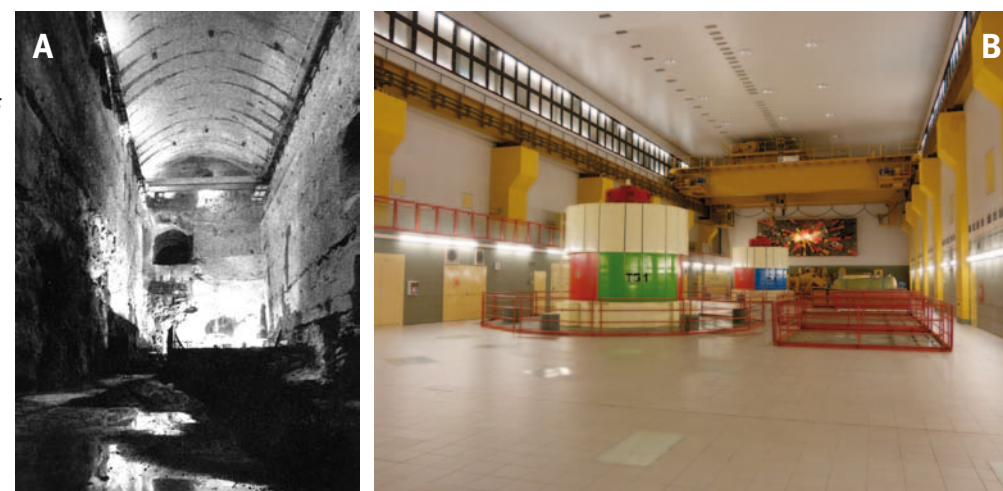
Obr. 4.160: Strojovny: (A) MVE Poděbrady – v rekonstrukci; (B) MVE Veselí nad Moravou. Foto (A) VUT v Brně, FAST, 2014; (B) Miloš Matěj, 2014.



Obr. 4.161: Strojovna MVE Rudolffov. Foto Michaela Ryšková, 2021.

Obr. 4.162: PVE Štěchovice se strojovnou šachtového typu. Foto VUT v Brně, FAST, 2019.

Obr. 4.163: PVE Dlouhé stráně – podzemní strojovna: (A) kaverna strojovny během výstavby; (B) současný stav. Foto (A) převzato z: Höll, 1997; (B) Michaela Ryšková, 2019.





Nadzemní vodní elektrárny se mohou použít u všech způsobů využívání hydroenergetického potenciálu toku. Naproti tomu podzemní VE se mohou řešit u derivačního uspořádání s tlakovým přívodem vody na VE nebo PVE a to, ať již jde o klasický celopodzemní typ, popř. o dispozici šachtovou v hlubokých výlomech především v patě svahů dolních akumulčních nádrží.

U budov VE u údolních přehrad se používají různé varianty jejich přisazení ke vzdušní patě přehrad, a to s různým umístěním blokových transformátorů, až po elektrárny umístěné uvnitř přehradních bloků betonových tížných přehrad. Někdy mohou být umístěny např. v přelivných blocích přehrad; potom mluvíme o vodních elektrárnách přeléváných.

Komplex VE můžeme rozdělit na dvě základní části – výrobně technologickou a administrativně provozní. K základnímu vybavení výrobně technologické části patří strojovna VE, rozvodna velmi vysokého napětí (VVN) a všechna ostatní pomocná technologická zařízení nutná pro chod soustrojí. Kromě toho může být VE vybavena prostory pro řízení provozu s kompletním sociálním zařízením, které tvoří administrativně provozní zázemí VE.

Výrobně technologickou část VE představuje její strojovna, která je tvořena třemi vzájemně propojenými částmi:

- spodní stavbou,
- horní stavbou,
- montážní plošinou.

Spodní stavba VE je od horní stavby oddělena podlahou strojovny. Z hlediska stavebního lze na spodní stavbu pohlížet jako na vodní stavbu se specifickými vodo hospodářskými požadavky na její provádění, především způsob zakládání, odvádění vody apod. Spodní stavba je základní a nejobtížnější část VE. Je v ní umístěna průtočná část soustrojí (vtoková část nízkotlakých vodních elektráren nebo tlakové přívodní potrubí, ocelové spirály, savka, apod.), turbína se svým příslušenstvím nebo i čerpadla u PVE.

V horní stavbě strojovny bývají obvykle umístěny části hydroalternátorů s budiči a regulátory otáček, blokové transformátory, mostové jeřáby haly strojovny a montážní plošina obvykle spojená s příjezdovou komunikací nebo tunelem u podzemních vodních elektráren. Ve většině případů, vzhledem k ochraně vybavení VE před atmosferickými vlivy, bývá horní stavba strojovny zastřešená a má obvykle charakter průmyslové haly.

Rozvodna velmi vysokého napětí (VVN) se obvykle řeší jako venkovní v blízkosti strojovny, případně administrativně provozní části VE.

Administrativně provozní část může být, podle dispozičního řešení VE, řešena buď jako samostatná stavba navazující na horní stavbu strojovny, nebo může být přímo součástí horní stavby. Umísťují se v ní zařízení potřebná pro provoz vodní elektrárny, jako jsou transformátory vlastní spotřeby, hlavní rozvaděč nízkého napětí, velín, akumulátory, kompresorová stanice, sociální zařízení, dílny, sklady, kanceláře, garáže apod.

## 4.4.7 TECHNOLOGICKÁ ČÁST

### 4.4.7.1 Vodní kola

K porozumění třídění vodních kol doložených v českých zemích je třeba znát nejzákladnější členění spočívající v jejich rozdělení podle konstrukce na vodní kola lopatková, korečková a s neúplnými korečky. Ještě nedávno se kolo lopatkové obecně považovalo za vodní kolo výhradně na spodní vodu a korečkové se ve většině případů chápalo jako vodní kolo na vrchní nebo střední vodu. Situace je mnohem složitější – kolo lopatkové mohlo mít i horní nátok a naopak korečkové používali naši předkové i pro spodní vodu, avšak jedná se o korečník s neúplnými korečky, tedy bez podbití. Uvedme ještě specifický vratný korečník používaný v dolech, zejména na čerpání vody. Tvoří jej dvě řady korečků vzájemně osazených opačně, které se mohou plnit vodou střídavě podle potřeby změny směru otáčení hřídele.

Správné třídění vodních kol se musí provádět podle dvou kritérií současně, a to dle konstrukce a dopadu vody. Samostatně nemají informace celou vypovídací schopnost a ve výsledku mohou být silně zavádějící. Příkladem uvedme zmínku o korečníku například v archivních materiálech. Obecně chápeme, že jde o vodní kolo na vrchní vodu, ale může se jednat i o korečník použitý na spodní vodu, tedy o tzv. vlk, který je neúplným korečníkem a horní vodou jej ani nelze pohánět.

#### 4.4.7.1.1 Rozdělení vodních kol podle nátoky vody

Do skupiny vodních kol na spodní vodu patří hřebenáč, hubenáč, kolo povodní, lopatník a vlk. Ve 20. až 50. letech 19. století k nim přibývají vodní kolo Ponceletovo, Sagebienovo a Zuppingerovo. V praxi se setkáváme i s vodními koly, která jejich konstrukce kombinují.

Pro úplnost je nutno uvést, že termín lopatník má dva významy. V obecné rovině označuje jakékoli vodní kolo osazené lopatkami, ale v rovině konkrétní se používá pro odlišení od vodního kola typu hřebenáč (viz obě hesla).

Skupina vodních kol na střední vodu zahrnuje korečníky s vnitřním podbitím a korečníky s vnějším podbitím. Korečníky s vnitřním podbitím a středním náhonem lze označovat i za vodní kola na spodní vodu se zvýšeným nátokem. Korečníky s vnějším podbitím se odvíjí od vynálezu Romualda Božka a jednoznačně souvisí s nedostatečným vodním spádem.

Do skupiny vodních kol na střední vodu může dle použité konstrukce žlabu patřit i vodní kolo Sagebienovo a Zuppingerovo.

Do skupiny vodních kol na vrchní vodu patří korečníky a belík. V počátcích zavádění vodních mlýnů v oblastech s nedostatkem vody se uplatnil i lopatník s horním dopadem vody. Ve střední Evropě v období 14. století a v balkánských zemích máme taková kola doložena ještě v 19. a 20. století.

Zvláštností je horizontální vodní kolo – tedy se svislou hřídelí. Tradice jeho stavby se nejdéle udržela v balkánských zemích, kde taková vodní kola vznikala jako zcela nová ještě ve 2. polovině 20. století. V případě dřevěné varianty se lžícovými lopatkami připomíná spíš jednoduchou turbínu. Ostatně lze pozorovat souvislosti mezi tímto typem horizontálního vodního kola a starými typy vodních turbín, zejména turbínou Zuppingerovou.

U vodních kol sledujeme i způsob jejich osazení na hřídeli, a to na dlab a způsob obkročný. Prvně zmíněný druh spočívá v upevnění ramen do hřídele kolmo (radiálně) na její osu tak, že tři trámy procházejí v dlabech hřídelí a po provlečení tvoří šest ramen. Obkročný způsob má dvě varianty. V první a rozšířenější variantě se na každé straně vodní kola používaly „kříže“ tvořené dvěma dvojicemi trámů osazenými kolmo na sebe. Střed kříže měl rozměry o trochu větší než rozměry osmihranu, do kterého je v tomto místě hřídel upravena. Pevné osazení zajišťovaly klíny. Druhou, méně častou variantou zvanou „na sedlo“ byl způsob, kdy šest ramen obepínalo hřídel, která měla v tomto místě šestiboký tvar. Tato ramena se vzájemně dotýkala a zároveň i navzájem propojovala.

Od 2. poloviny 19. století se vodní kola začínala osazovat na litinové hřídeli pomocí litinové rozety, do které zapadají špice zajištěné pomocí kovových šroubů. Ty zároveň umožňují relativně snadnou výměnu špic.



#### 4.4.7.1.1.1 Vodní kolo korečník na vrchní vodu (obyčejné)

Voda na něj padá ve vrcholu, popř. před vrcholem, anebo dokonce i za ním. Standardně se jedná o vodní kolo s úplnými korečkami. Využívá jak kinetickou, tak i potenciální energii vody.

Od vrcholného středověku až do 20. století se korečníky na vrchní vodu stavěly dřevěné. Od konce 19. století díky relativně levné výrobě válcovaného plechu se jejich korečky začínají vyrábět plechové a přibližně ve stejné době nastupují i korečníky na vrchní vodu v celokovovém provedení.

Pro zvýšení výkonu se korečníky na vrchní vodu doplňovaly tzv. voletem, tedy žlabem, který zajišťoval, aby voda z korečků vytékala co možná nejpозději (viz obdobně také vodní kolo na střední vodu s voletem).

Vodní kolo na vrchní vodu může mít i podobu vratných korečníků, tedy se dvěma řadami úzkých korečků uspořádaných proti sobě. Využívala se v dolech k obsluze navijáku, kdy jedna hřídel zajišťovala jak navíjení, tak i odvíjení lana nebo řetězu.

Do skupiny vodních kol na vrchní vodu patří i specifický belík používaný výhradně u pil (Hýbl, 1922; Štěpán, 1990; Štěpán a Křivanová, 2000).

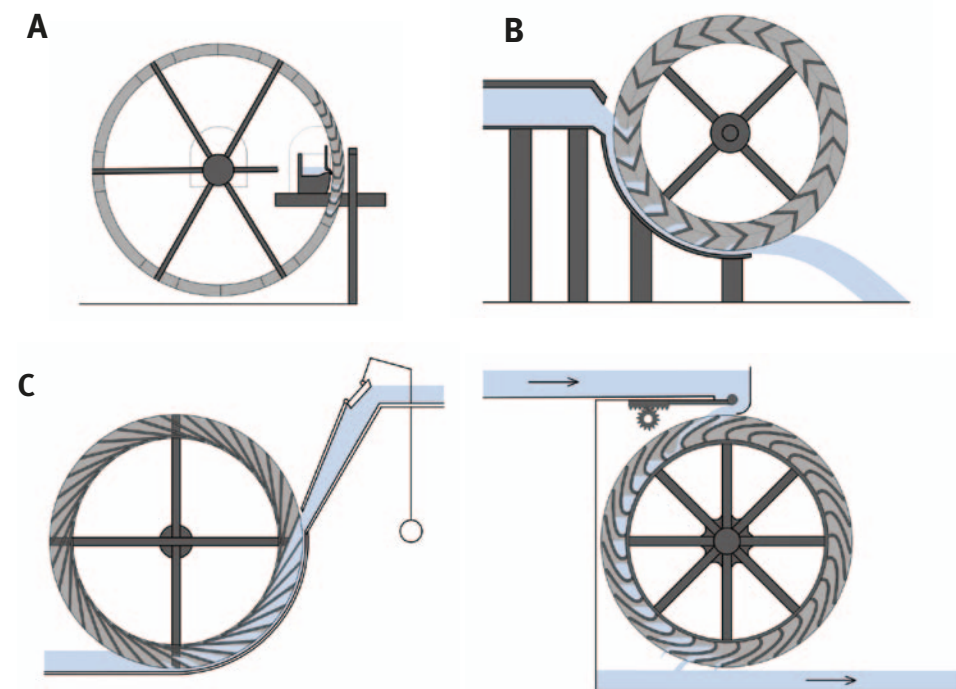
**Vysvětlení:** Vodní kolo na vrchní vodu typu korečník může být použito i jako vodní kolo na střední vodu. Korečky zvyšují využití energie tekoucí vody.

**Četnost zastoupení:** V ČR časté – nyní téměř 130 kol, jedná o nově vyrobené kusy v posledních asi 20 letech.

**Časové vymezení:** Existovala od vrcholného středověku, masové rozšíření spadá do doby od pozdního středověku až po první čtvrtinu 20. století.

**Typický zástupce:** Bradlečká Lhota čp. 41 (okr. Semily), Býkovice čp. 25 (okr. Blansko), Střehom čp. 12 (okr. Mladá Boleslav)

**Unikát:** vodní kolo v dole Drkolnov v Příbrami o průměru 12,4 m



Obr. 4.164: Vodní kola korečník: (A) na střední vodu s vnitřním nátokem, tj. s vnitřními korečkami; (B) na střední, příp. vrchní vodu (hladina vody nad úrovní hřídele) s voletem; (C) na vrchní vodu se zpětným dopadem – starší typ vlevo, novější typ se zaoblenými korečkami vpravo. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrosová, 2021 (upraveno dle: Hýbl 1922, 1862; Štěpán, 1990; Štěpán a Křivanová, 2000).



Obr. 4.165: Střehom (okr. Mladá Boleslav), mlýn čp. 12 – korečník na vrchní vodu. Foto Radim Urbánek, 2006.



Obr. 4.166: Příbram, důl Drkolnov – vodní kolo o průměru 12,4 m. Foto Viktor Mácha, 2019.

#### 4.4.7.1.1.2 Vodní kolo na vrchní vodu s kulisou

Konstrukce odpovídá vodnímu kolu typu korečník. Voda do něj natéká zakřivenými kanály, které nesou název kulisy, a to vždy nad úrovní hřídele. Zakřivení kanálů je nastaveno tak, aby voda vtékala do korečků v úhlu, který zajišťuje co největší využití kinetické energie vody a též co nejrychlejší plnění korečků (Hýbl, 1922).

#### 4.4.7.1.1.3 Vodní kolo na vrchní vodu se zadním dopadem

Vodní kolo na vrchní vodu s úplnými korečkami, voda na něj padá ve vrcholu, popř. před vrcholem, ale na konci vantrok je plná stěna a před ní ve dně vantroku kulisový výtok. Vodní kolo se tak neotáčí po směru toku vody, ale opačně. Využívá jak kinetickou, tak i potenciální energii vody. Oproti obyčejnému vodnímu kolu typu korečník na vrchní vodu dokáže využít menší průtok (Sturm, 1815).



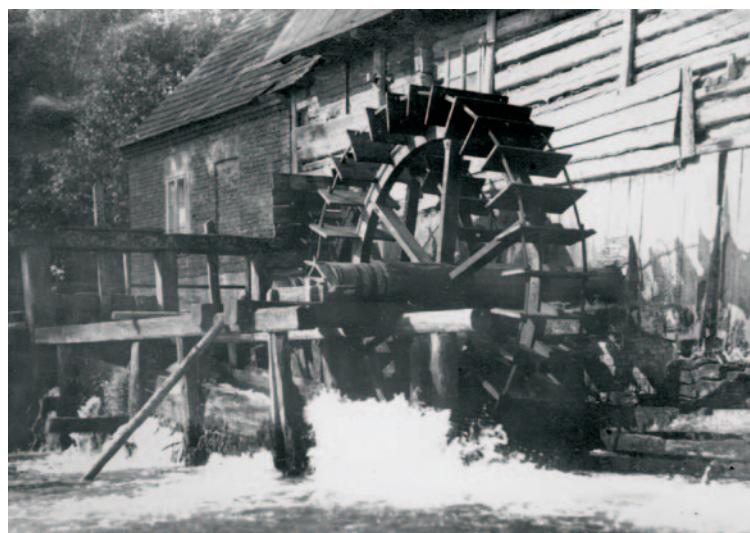
#### 4.4.7.1.1.4 Vodní kolo na spodní vodu typu hřebenáč, též stříkový hřebenáč

Jedná se o lopatkové vodní kolo, jehož lopatky v příčném řezu (pohled kolmo na plochu lopatky) zpravidla přesahují věnce, na nichž jsou osazeny. V základní variantě mají lopatky rovnou plochu, ale ve vývojově vyspělejších variantách osazovali naši předkové lopatky zalomené, anebo dokonce zaoblené. Hřebenáče rozlišujeme podle počtu věnců na jednookružní a dvouokružní. U hřebenáče se regulace vody zajišťuje obyčejným stavidlem. Díky němu se potenciální energie vody mění na energii kinetickou. Hřebenáč má velmi nízkou účinnost, ale zároveň je jednoduchý na stavbu (Štěpán, 1990).

**Četnost zastoupení:** V ČR časté – nyní více než 100 kol, jedná o nově vyrobené kusy v posledních asi 20 letech.

**Časové vymezení:** Existovala od antiky, masové rozšíření na našem území spadá do doby od raného středověku do začátku 20. století.

**Typický zástupce:** Hroznová čp. 489/3, Praha – Malá Strana; Slup čp. 31 (okr. Znojmo)



Obr. 4.167: Hřebenáč jednookružní.  
Foto Jan Popelka, podsbírka  
fotografie-pozitivů, Regionální  
muzeum ve Vysokém Mýtě,  
inv. č. 22D-4842.

#### 4.4.7.1.1.5 Vodní kolo na spodní vodu typu hubenáč

Typ vodního kola na spodní vodu s lopatkami, instalovaného na konstrukci, která umožňuje pohyb jeho hřídele ve svislém směru, takže při zvýšení či snížení vodní hladiny lze jeho ponoření upravovat, aby se ztrátami při zbytečně hlubokém brodění nesnižoval jeho výkon pod potřebnou úroveň (Štěpán a Křivanová, 2000).

**Četnost zastoupení:** V ČR se žádné kolo tohoto typu nedochovalo.

**Časové vymezení:** Výjimečně se budovalo od 18. století.

#### 4.4.7.1.1.6 Vodní kolo na spodní vodu typu lopatník

Typ vodního kola opatřeného lopatkami mezi dvěma věnci, které však na rozdíl od hřebenáče tyto věnce v příčném řezu (pohled kolmo na plochu lopatky) nepřesahují (Štěpán, 1990).

#### 4.4.7.1.1.7 Vodní kolo na spodní vodu povodňové

Značně neobvyklé vodní kolo vycházející z hřebenáče, ale s takovou konstrukcí lopatek, která umožňuje jejich sklápění, pokud voda dosahuje až do úrovně hřídele.

Jiné řešení povodňových kol na spodní vodu spočívalo v použití konstrukce umožňující zvedání a spouštění vodního kola (Štěpán, 1990; Štěpán a Křivanová, 2000).

#### 4.4.7.1.1.8 Vodní kolo na spodní vodu typu vlk

Jde o velmi specifické vodní kolo s neúplnými korečkami, tedy bez podbití. Korečky, byť neúplné, zvyšují využití kinetické energie vody (Štěpán a Křivanová, 2000).

**Vysvětlení:** Oproti vodnímu kolu typu hřebenáč či lopatník má vodní kolo na spodní vodu typu vlk vyšší účinnost, jelikož voda nemůže lopatky na krajích obtékat, ale zůstává uvnitř korečku a předá mu větší část kinetické energie vody.



Obr. 4.168: Aarhus (Dánsko),  
muzeum v přírodě Den  
Gamle By – vodní kolo na  
spodní vodu s neúplnými  
korečkami typu vlk. Foto Radim  
Urbánek, 2015.

#### 4.4.7.1.1.9 Vodní kolo na střední vodu s kulisou

Konstrukce odpovídá kolu typu korečnick, ale voda do něj vtéká zakřivenými kanály, které nesou název kulisy, a to přibližně v úrovni hřídele. Zakřivení kanálů je nastaveno tak, aby voda vtékala do korečků v úhlu, který zajišťuje co největší využití kinetické energie vody a pokud možno co nejrychlejší plnění korečků (Hýbl, 1922).

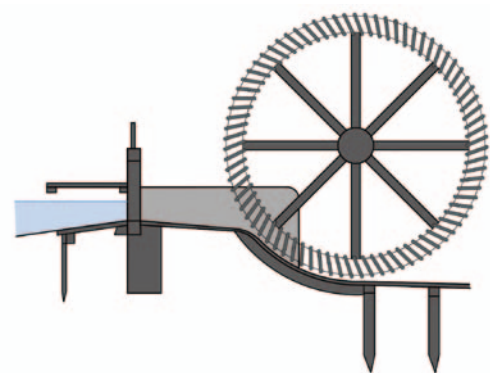
**Vysvětlení:** Vodní kolo na střední vodu s kulisou vzniklo vývojově se snahou o zvýšení využití kinetické energie vody. Oproti jiným pokusům se tato záležitost osvědčila.

#### 4.4.7.1.1.10 Vodní kolo na spodní vodu s voletem

Konstrukce odpovídá kolu typu lopatník nebo i korečnick, ale voda z lopatek či korečků tak rychle nevytéká díky zaoblené stěně, tedy voleti, která vodní kolo obepíná po spodní a střední části obvodu. Z hlediska třídění vodních kol jej lze pro úplnost označit také za vodní kolo na střední vodu s vnějším nátokem (Štěpán a Křivanová, 2000).

**Vysvětlení:** Vodní kolo na spodní vodu s voletem může být zaměňováno za vodní kolo na střední vodu, zejména v případě, kdy nátok výrazně vystupuje až k úrovni hřídele vodního kola.





Obr. 4.169: Vodní kolo na spodní vodu s voletem. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvoová, 2021 (upraveno dle: Neumann, 1862).

#### 4.4.7.1.1.11 Vodní kolo na střední vodu s vnitřním nátokem

Tento neobvyklý typ vodního kola vytvořil český mechanik Romuald Božek pro sychrovský zámek k pohonu vodotrysku, jelikož měl k dispozici pouze minimální spád vody. Podařilo se mu vytvořit konstrukci s T korečkami, jejichž podbití se nachází na vnější straně vodního kola. Voda do korečků natéká pod úroveň hřídelle vodního kola! Toto řešení si vyžádalo důležitou úpravu konce vantrok, které jsou v tomto místě opatřeny nízkou přepážkou půlkruhového průřezu. Ta zajistí, že voda nenatéká v tupém úhlu proti dnu (podbití) korečků, ale stéká v téměř svislém směru, takže vodní kolo využívá nejen potenciální, ale i kinetickou energii vody.

Řešení vodního kola na střední vodu s vnitřním nátokem navrhl Romuald Božek v roce 1865, jeho realizaci provedl o dva roky později (Štěpán, 1990).

**Vysvětlení:** Vodní kolo na střední vodu s vnitřním nátokem vzniklo z potřeby získat při nedostatečně malém spádu potřebně výkonný vodní motor k čerpání vody do fontán na zámku Sychrov.

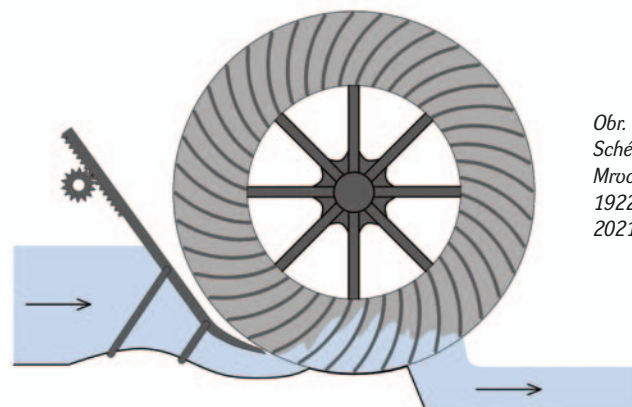
**Četnost zastoupení:** V ČR ojediněle budované, nově vzniklo před několika lety u hotelu Moravia v Boskovicích (okr. Blansko).

**Časové vymezení:** Projekt datován rokem 1865, k vybudování došlo v roce 1867.

**Typický zástupce:** viz četnost zastoupení

#### 4.4.7.1.1.12 Vodní kolo Ponceletovo

Vodní kolo na spodní vodu s lopatkami zakřivenými jedním směrem po celé své hloubce. Podobně jako u vodního kola Zuppingerova i zde tvar lopatek eliminuje ztráty energie vody. Využívá výhradně kinetickou energii vody a lze jej použít od minimálního spádu, avšak s velkým průtokem. Využívá specifickým způsobem jak kinetickou, tak potenci-



Obr. 4.170: Vodní kolo Ponceletovo. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvoová, 2021 (upraveno dle: Hýbl, 1922; Štěpán a kol., 2008; NM, 2021).

ální energii vody – voda na zakřivené lopatce vyběhne vzhůru, ztratí pohybovou energii a gravitací při pohybu dolů pohne zakřivenou lopatkou, čímž roztočí vodní kolo. Tato voda vytéká kolmo dolů, proto musí být tzv. vývařiště, tedy dostatečný prostor, přímo pod Ponceletovým vodním kolem a ne až za ním.

Konstrukci tohoto vodního kola navrhl francouzský fyzik, matematik a inženýr Jean-Victor Poncelet kolem roku 1826 (Hýbl, 1922; Štěpán a kol., 2008).

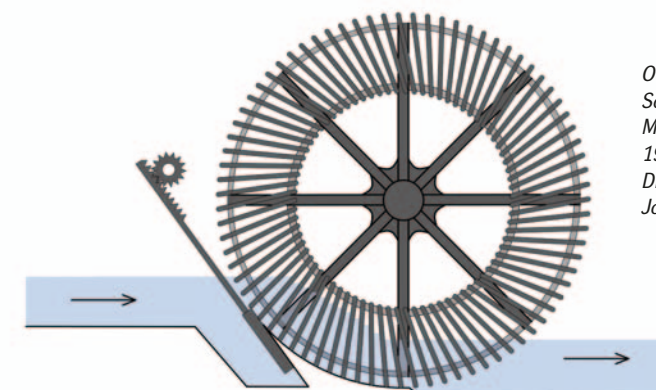
**Vysvětlení:** Ponceletovo vodní kolo lze in situ rozeznat právě podle vývařiště umístěného přímo pod vodním kolem. Bez správně umístěného vývařiště účinnost tohoto typu vodního kola rapidně klesá.

#### 4.4.7.1.1.13 Vodní kolo Sagebienovo

Vodní kolo na spodní vodu s rovnými lopatkami, ale osazenými tangenciálně, tedy proti hřídeli, ale mimo její podélnou osu. Směr tangenciálního osazení lopatek je vždy po vodě. Využívá kombinovaně jak kinetickou, tak potenciální energii vody. Dokáže využít velké průtoky, ale zároveň mu postačuje minimální spád.

Dané vodní kolo zkonstruoval francouzský inženýr Alphonse Eléonor Sagebien po roce 1848 (Hýbl, 1922; Štěpán, 1990; Štěpán a kol., 2008).

**Vysvětlení:** Přestože nejde o vodní kolo typu korečník, využívá jak kinetickou, tak potenciální energii vody.



Obr. 4.171: Vodní kolo Sagebienovo. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvoová, 2021 (upraveno dle: Hýbl, 1922; Štěpán a kol., 2008; Štěpán, 1990; Digitalisierung des Polytechnischen Journals, 2021).

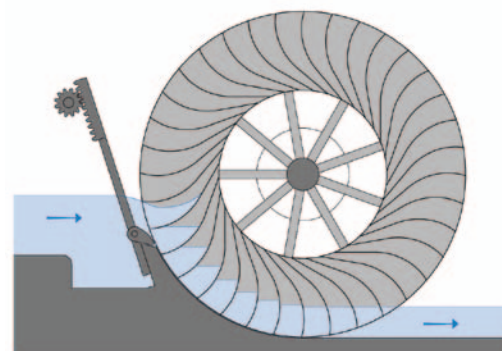
#### 4.4.7.1.1.14 Vodní kolo Zuppingerovo

Vodní kolo na spodní vodu s lopatkami, které jsou nejméně do poloviny své délky rovné, ale na svém vnějším konci se výrazně zakřívují. Lopatky mají vůči hřídeli tangenciální osazení, tj. proti hřídeli, ne však kolmo na její podélnou osu. Ztráty energie vody se tak eliminují tím, že při vtoku na lopatky voda nenaráží a při vynořování nedochází ke ztrátám, jelikož lopatky ve vodě kolo nebrzdí. Účinnost tohoto vodního kola se zvyšuje použitím tzv. volete, tedy zaobleného žlabu, který brání předčasnému vytečení vody z prostoru mezi lopatkami.

Tuto konstrukci vodního kola si nechal patentovat švýcarský inženýr Walter Zuppinger v roce 1849 (Hýbl, 1922; Štěpán a kol., 2008).

**Vysvětlení:** Zuppingerovo vodní kolo se od ostatních mladých typů vodních kol pozná snadno díky typickému výraznému zakřivení lopatek na jejich vnějším konci.





Obr. 4.172: Vodní kolo Zuppingerovo. Schéma Radek Mišanec (upraveno dle: Hýbl 1922).

#### 4.4.7.1.1.15 Vodní kolo horizontální

Typ vodního kola se vvislou hřídelí, rotor tvoří buď dřevěné či plechové kolo radiálně členěné příčkami na malé komory, anebo složené z dřevěných lžic, osazených v náboji s mírným natočením v ose. Voda na ně natéká šikmo umístěnou trubkou, zpravidla zakončenou kovovou tryskou, popř. i jen prostým a nahoře neuzavřeným, šikmo osazeným žlabem.

Obvyklé je v Bosně, Bulharsku, Chorvatsku, Rumunsku nebo Řecku. Avšak ještě v 19. století nešlo o žádnou vzácnost např. v Dánsku, Francii, Itálii, Portugalsku, Rakousku (Korutanech) či Španělsku. V českých zemích se standardně nestavělo, avšak je doložené např. v sousedním Německu (Belidor, 1782; Lastanosa, 1601, 1700; Lucas, 2006; Moog, 1994; Štěpán a kol., 2008; Urbánek, 2002; Zeising, 1612).

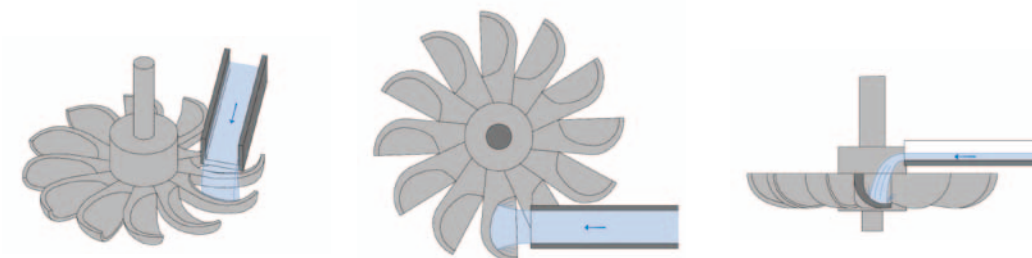
**Vysvětlení:** Varianta se lžicovými lopatkami připomíná vzhledem i funkcí spíše velmi jednoduchou turbínu. Ostatně v ideálním případě se velmi vzdáleně funkcí blíží Peltonově turbíně, jelikož ve lžicových lopatkách voda změní směr a vrací se opačně. Na lopatky tedy působí na principu akce a reakce.

**Četnost zastoupení:** V ČR se nestavělo.

**Časové vymezení:** Používalo od antiky, např. v Rumunsku se staví dosud.



Obr. 4.173: Sibiú (Rumunsko), muzeum v přírodě Astra – vodní kolo horizontální. Foto Radim Urbánek, 2011.



Obr. 4.174: Vodní kolo horizontální. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Zeising, 1612).

#### 4.4.7.1.2 Související objekty

##### 4.4.7.1.2.1 Lednice

Zděný, betonový (ale i železobetonový), anebo bedněný objekt, v němž se osazovalo vodní kolo. Název jí dal její hlavní význam, chránila totiž vodní kolo před namrzáním ledu.

Většina lednic neměla střechu, ale na zimu se mohla uzavřít kulatinou zakrytovanou chvojím. Po napadnutí sněhu se celý prostor „zateplil“. Přitékající voda lednici „ohřívala“ na teplotu těsně nad bodem mrazu (Štěpán a Křivanová, 2000).

**Vysvětlení:** Lednice má celou řadu variant řešení. Podstatné však je, že ve svém interiéru skrývá vodní kolo. Pokud se zde nachází vodní turbína, došlo k tomu vždy až druhotně. Ovšem takový případ je u objektů na vodní pohon poměrně častý.

**Četnost zastoupení:** Velmi častá, v ČR dochováno jistě víc než 1 300 objektů.

**Časové vymezení:** Existovala již od vrcholného středověku, ale její budování má jistě starší původ.

**Typický zástupce:** Tužín čp. 36 (okr. Jičín), Rudoltice čp. 9 (okr. Ústí n. O.), Žďárec u Skutče čp. 37 (okr. Chrudim)

**Unikát:** Hoslovice čp. 36 (okr. Strakonice)

#### 4.4.7.2 Vodní turbíny a čerpadla

Značná různorodost lokalit pro využití vodní energie s sebou nese potřebu použití turbín nejrůznějších typů, výkonů, rozměrů a konstrukčních řešení podle konkrétních hydrologických a morfologických podmínek místa instalace. S tímto faktem souvisí i nutnost zavedení jednotné základní terminologie, která umožňuje přesnou klasifikaci a začlenění stroje (Bednář, 1989).

Vodní turbína představuje typ vodního motoru a jako taková se skládá ze tří základních částí:

- zařízení pro přívod vody k oběžnému kolu,
- oběžné kolo,
- zařízení pro odvod vody od oběžného kola.

Jak je zřejmé např. z Obr. 4.177 ABC, přívod vody k oběžnému kolu turbíny tvoří nejčastěji kašna nebo spirála, která zajišťuje rovnoměrný přívod vody na rozváděcí lopatky turbíny. Historicky se používal rovněž kotlový přívod

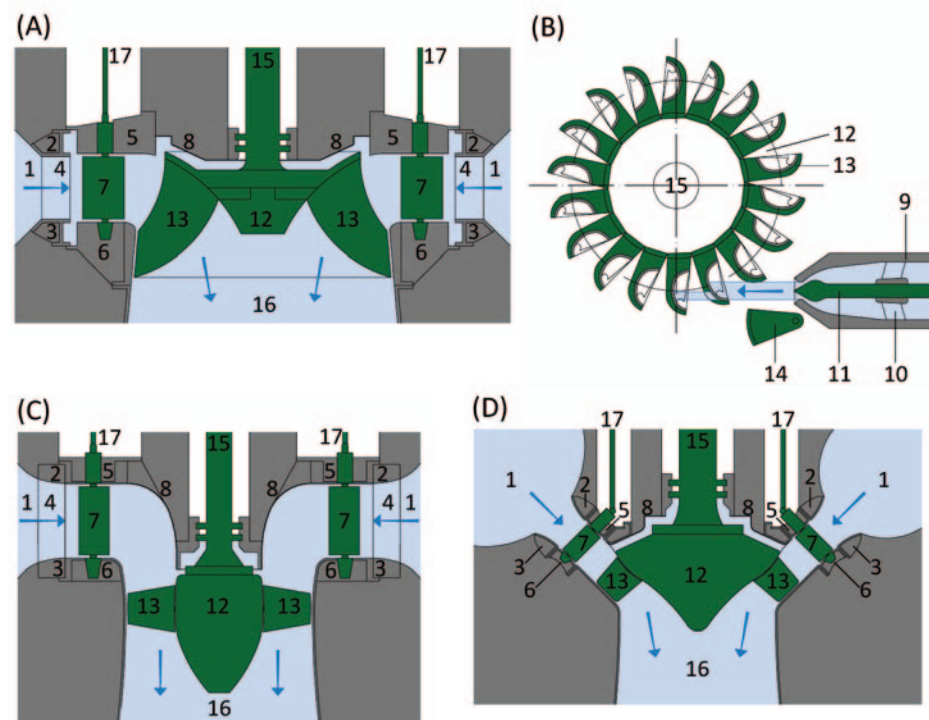


vody (Obr. 4.177 D). Rozváděcí lopatky spolu s horním a dolním lopatkovým kruhem tvoří rozvaděč turbíny, který je obvykle řešen jako regulační a uzavírací orgán stroje. Druhou možností, používanou např. u Peltonovy turbíny, je řešení přívodu vody oběžnému kolu pomocí dýzy, v níž je posuvně uložena jehla sloužící k regulaci a uzavření průtoku (Bednář, 1989). V zařízení pro přívod vody k oběžnému kolu dochází k částečné či úplné přeměně tlakové energie v kinetickou energii vody. Oběžné kolo je vlastní pracovní část vodní turbíny. V jeho kruhové rotující lopatkové mříži dochází k procesu přeměny energie vody v mechanickou energii rotující lopatkové mříže.

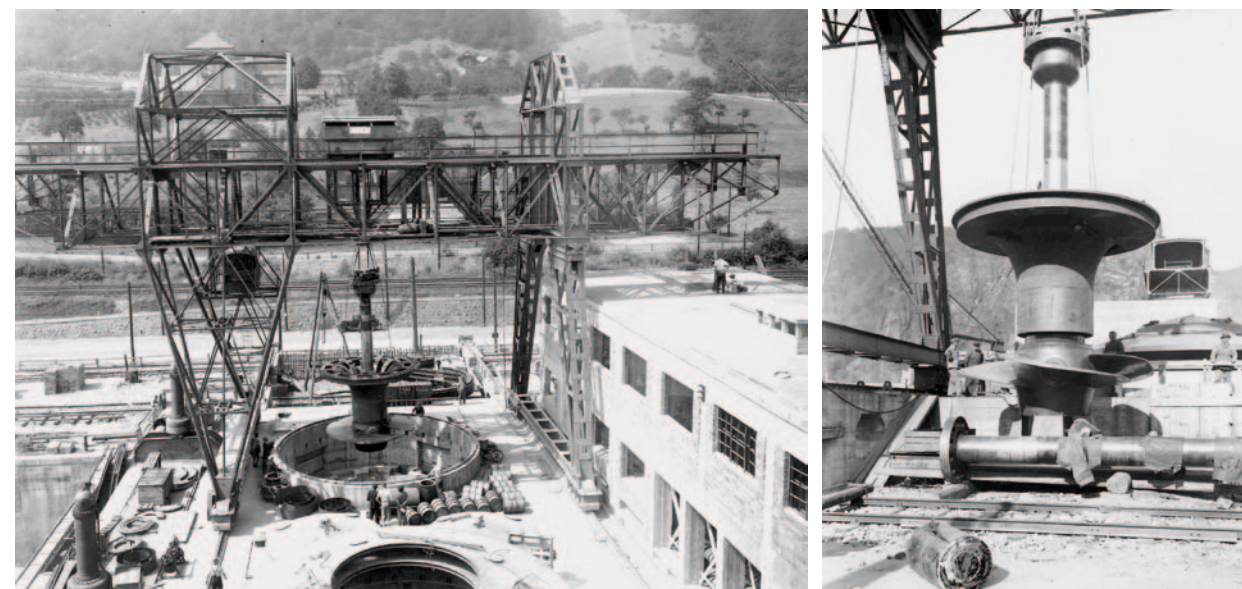
Zařízení pro odvod vody od oběžného kola u turbín s plným vtokem je v podstatě difuzor – savka. U turbín s parciálním vtokem je zařízení pro odvod vody od oběžného kola řešeno zpravidla jako skříň, jejímž účelem je nejen zachytit a odvést vodu odpadající z oběžného kola, ale tvoří obvykle současně nosnou konstrukci uložení oběžného kola a celého řídicího ústrojí (Bednář, 1989).

Soudobé typy vodních turbín lze třídit podle různých hledisek. Uvedeme tři z nich, která postačují pro bližší specifikaci jakékoliv moderní turbíny, včetně turbín reverzních (Bednář, 1989). Podle způsobu přenosu energie vody na oběžné kolo rozeznáváme (viz Obr. 4.175):

- **Rovnotlaké (akční) turbíny**, u nichž se celá tlaková energie vody mění již v zařízení pro přívod vody k oběžnému kolu (např. dýza) na energii kinetickou, která je potom využívána v oběžném kole. Na vstupu i výstupu oběžného kola je tedy stejný tlak, jde tedy o turbínu rovnotlakou. Proud vody nevyplňuje plně průtočné kanály oběžného kola, které musí mít okolí zaplněno vzduchem. Mezi rovnotlaké turbíny patří např. Peltonova turbína.
- **Přetlakové (reakční) turbíny**, u nichž se v kanálech rozváděcího kola mění jen část tlakové energie vody na energii kinetickou. Při výtoku z kanálů rozváděcího kola zůstává ještě zbývající část tlakové energie, která se až při průtoku lopatkami oběžného kola mění na kinetickou. Hydrostatický tlak se tedy směrem od vtoku do kanálů oběžného kola směrem k výtoku zmenšuje, čili je v nich přetlak. Využití zbytku energie, kterou odnáší



Obr. 4.175: Schémata řešení moderních turbín: (A) Francisova turbína; (B) Peltonova turbína; (C) Kaplanova turbína; (D) Deriazova turbína; 1 – spirála, 2 – horní výztužný kruh, 3 – dolní výztužný kruh, 4 – výztužná lopatka, 5 – horní lopatkový kruh, 6 – dolní lopatkový kruh, 7 – rozváděcí (regulační) lopatky, 8 – víko turbíny, 9 – dýza, 10 – vodící kříž, 11 – regulační jehla, 12 – oběžné kolo (rotor turbíny); 13 – lopatky oběžného kola (turbíny); 14 – odchylovač vodního paprsku pro rychlé odstavení turbíny; 15 – hřídel turbíny; 16 – savka turbíny; 17 – ovládací mechanismus rozváděcích lopatek. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: Bednář, 1989).



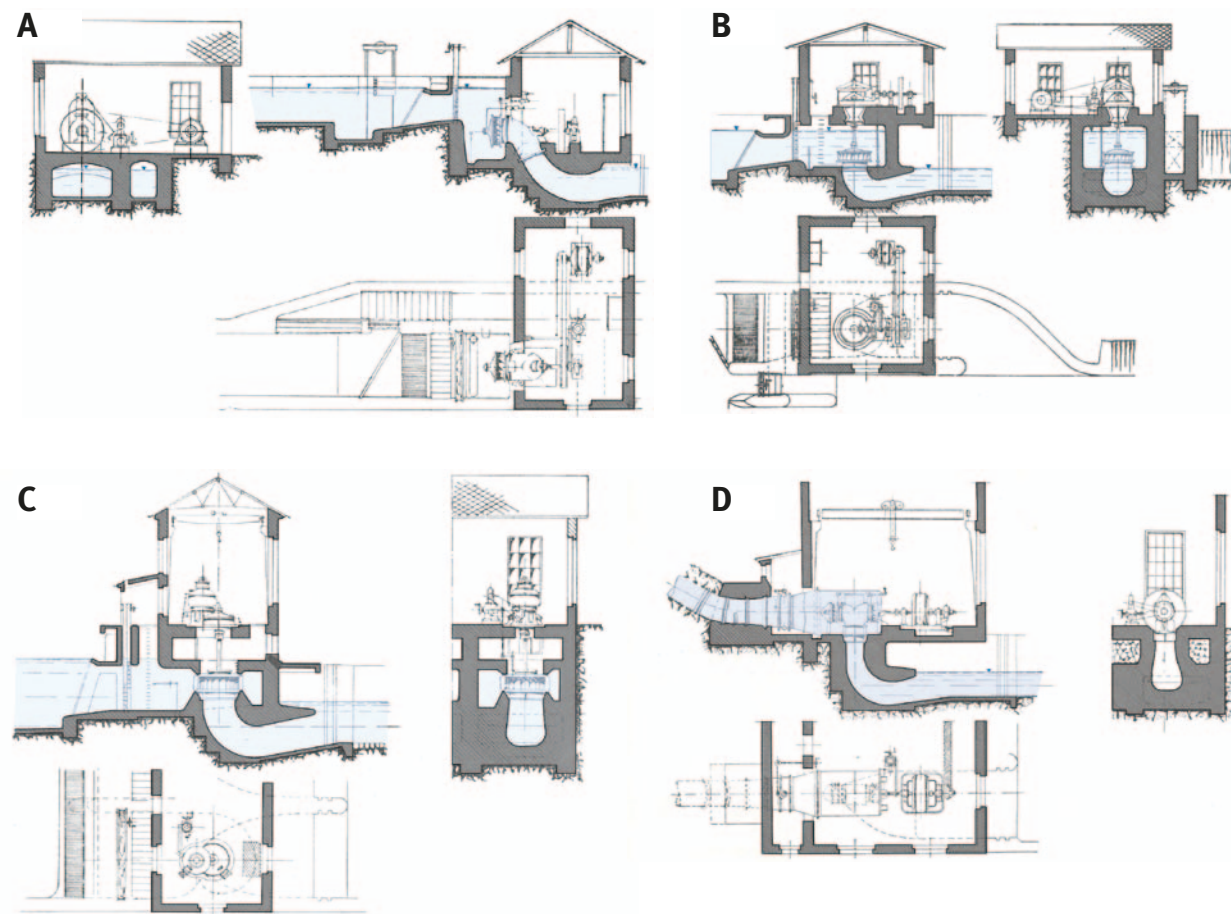
Obr. 4.176: VE Střekov – soustrojí s vertikální Kaplanovou turbínou – montáž oběžného kola na díle (přezvato z: archiv Povodí Labe, s.p.).

vodní proud opouštějící velkou rychlostí oběžné kolo umožňuje savka turbíny. V ní se rychlost vodního proudu plynule zmenšuje. Do skupiny přetlakových turbín patří např. turbíny Kaplanova, Francisova, diagonální aj.

Podle směru protékání vody oběžným kolem vzhledem k ose oběžného kola rozeznáváme turbíny (Bednář, 1989):

- **axiální** – směr proudění je přibližně rovnoběžný s hřídelem turbíny (např. přímoproudá turbína Kaplanova, Jonvalova turbína);
- **radiální** – směr proudění v oběžném kole je přibližně kolmý na osu hřídele turbíny; vodní proud přitom může směřovat buď ke hřídeli nebo naopak; podle toho mohou být turbíny:
  - centripetální – s vnějším vtokem vody, přičemž voda protéká oběžným kolem směrem k hřídeli (např. pomaluběžná – historická turbína Francisova),
  - centrifugální – s vnitřním vtokem vody, přičemž voda protéká oběžným kolem směrem od hřídele (např. turbína Fourneyronova);
- **radiálně axiální** – směr proudění v oběžném kole se mění z radiálního na axiální nebo naopak (např. rychloběžná – moderní Francisova turbína);
- **diagonální** – směr proudění v oběžném kole je vzhledem k hřídeli šikmý (např. diagonální Deriazova turbína);
- **tangenciální** – vodní paprsek působí ve směru tečném (tangenciálním) na oběžné kolo (např. Peltonova turbína);
- **s dvojnásobným průtokem** – voda vstupuje do oběžného kola centripetálně a vystupuje centrifugálně (např. Bankiho turbína);
- **se šikmým průtokem** – voda vstupuje na lopatky oběžného kola z boční strany a vystupuje v osovém směru (např. turbína TURGO).





Obr. 4.177: Přívod vody na turbínu: (A) a (B) kašna; (C) betonová spirála; (D) kotlový přívod. Schéma Radka Račoch, 2021 (upraveno dle: Nechleba, 1962)

Podle polohy hřídele dělíme turbíny na:

- vertikální (většina turbín kromě přímoproudých),
- horizontální (především velké přímoproudé turbíny),
- šikmé (např. menší přímoproudé turbíny).

Současná řešení vodních turbín používaná při výstavbě vodních elektráren vycházejí z využití tří základních variant řešení – turbíny Kaplanovy, Francisovy a Peltonovy. Při provozu VE je jedním z hlavních kritérií optimální využití hydroenergetického potenciálu dané lokality. Proto je součástí příslušenství turbín rovněž aplikace vhodného systému regulace. Pro přečerpávací VE se používají i čerpadlové, resp. reverzní, turbíny, u nichž je sloučena funkce vodní turbíny a čerpadla. Mohou pracovat v obou chodech (čerpadlovém i turbínovém) s relativně vysokou účinností. Podrobněji se o jednotlivých uvedených typech turbín zmiňují následující odstavce (Bednář, 1989).

#### 4.4.7.2.1 Kaplanova turbína

Kaplanovu turbínu můžeme v souladu s výše uvedeným rozdělením označit jako přetlakovou axiální turbínu. Oběžné kolo má lopatky bez vnějšího věnce upevněné na náboji, který je spojen s přírubou hřídele (viz Obr. 4.175 a Obr. 4.176). Určujícím rozměrem turbíny je největší průměr komory oběžného kola. Charakteristickým rysem Kaplanovy turbíny je možnost plynulé změny úhlu nastavení lopat oběžného kola za provozu v závislosti na velikosti požadovaného výkonu turbíny při současně odpovídající změně otevíření rozvaděče, tj. tzv. dvojitá regulace umožňující regulovatelnost rozvaděče i oběžného kola. Tímto konstrukčním řešením je možné zvýšit střední hodnoty účinnosti v regulačním rozsahu provozních režimů (Bednář, 1989).

Využívají se i varianty řešení Kaplanovy turbíny označované jako Thomannova resp. Semi-Kaplanova turbína (s regulovatelným oběžným kolem a pevným rozvaděčem) a propelerová (vrtulová) turbína (s pevnými lopatkami oběžného kola a regulovatelným rozvaděčem) a řada uspořádání turbín přímoproudých. Jejich hydraulický profil je zpravidla osově symetrický s axiálním rozvaděčem. Nejčastějšími typy konstrukčního uspořádání přímoproudých turbín jsou tyto:

- s obtékaným generátorem,
- s generátorem v šachtě (PIT),
- s protékaným generátorem,
- s vnějším generátorem (propojení řemenovým nebo kuželovým převodem, přímé vyvedení hřídele mimo turbínu – tzv. S-turbíny).

**Četnost zastoupení v ČR:** spolu s Francisovou turbínou nejrozšířenější typ na území ČR

**Nejstarší doložený zástupce v ČR:** První Kaplanova turbína s průměrem oběžného kola 1800 mm byla dle (Slavík, 1976) v ČR pokusně instalována a podrobena zkouškám v elektrárně v Poděbradech (1920). Následně byl tento stroj přesunut a trvale instalován v MVE Nymburk, kde se dochoval v provozu do současnosti. Jako další nejstarší instalaci Kaplanových turbín je možné označit MVE Kroměříž (1923).

**Poslední použití v ČR:** Jako poslední významnou instalaci je možné označit horizontální přímoproudou Kaplanovu turbínu v uspořádání PIT s průměrem oběžného kola 5 100 mm v MVE Štětí na Labi. Spolu s MVE České Kopisty se jedná o přímoproudé Kaplanovy turbíny s největším průměrem oběžného kola instalované v ČR.

**Typický zástupce:** Typické použití Kaplanovy turbíny představují např. VD Vltavské Kaskády nebo vodní elektrárny na Labi.

**Unikát:** Jako unikát je v rámci ČR možné označit MVE Kroměříž, kde byly instalovány jedny z prvních Kaplanových turbín v ČR.

#### 4.4.7.2.2 Francisova turbína

Francisovy turbíny jsou přetlakové radiálně axiální turbíny. Příklad konstrukčního řešení je uveden na Obr. 4.175. Oběžné kolo je opatřeno pevnými oběžnými lopatkami (viz Obr. 4.178). Určujícím rozměrem je největší průměr v místě vstupní hrany lopatek oběžného kola. Regulačním prvkem výkonu je natáčivý rozvaděč.

**Četnost zastoupení v ČR:** spolu s Kaplanovou turbínou nejrozšířenější typ na území ČR

**Nejstarší doložený zástupce v ČR:** Stroje menších výkonů se začínají používat cca od poslední čtvrtiny 19. století. Jako nejstarší významnější instalace Francisových turbín ve vodních elektrárnách je možné označit MVE Jindřichův Hradec (1887) a MVE Písek (1888).

**Poslední použití v ČR:** neznámé

**Typický zástupce:** Použití Francisovy turbíny v nízkotlaké jezové vodní elektrárně (MVE Písek, MVE Kolín před rekonstrukcí, MVE Miřejovice před rekonstrukcí, MVE Hradec Králové – Hučák, MVE Poděbrady), v rámci středotlaké





Obr. 4.178: Výroba oběžného kola Francisovy turbíny pro MVE Mířejovice (přezuto z: firemní materiály ČKD Blansko).

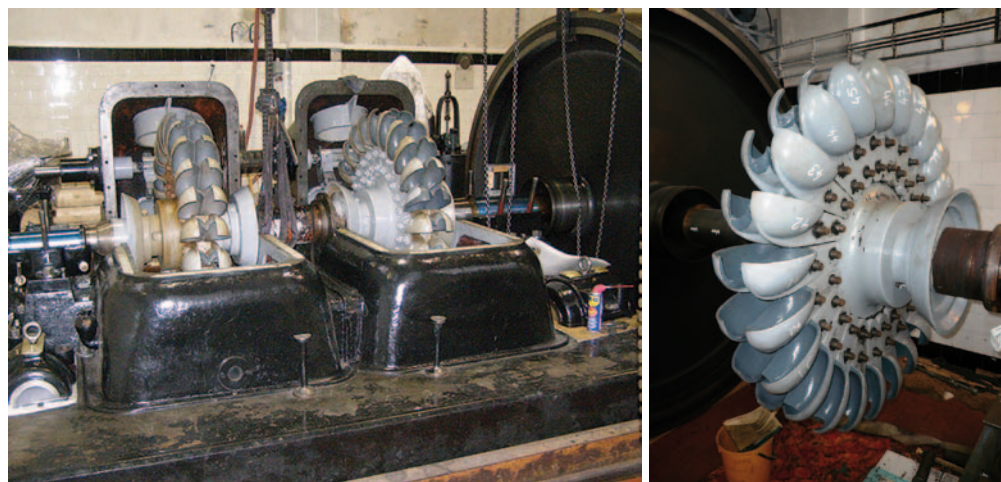
derivační vodní elektrárny (MVE Spálov před rekonstrukcí, MVE Žimrovice), jako reverzní turbíny v přečerpávací vodní elektrárně (PVE Štěchovice, PVE, Dalešice, PVE Dlouhé stráně).

**Unikát:** Jistou formu unikátu představují Francisovy turbíny s větším počtem oběžných kol na jedné hřídeli, viz např. původní vertikální trojčítá Francisova turbína MVE Štvanice (v současnosti již nahrazena přímoproudými Kaplanovými turbínami). Dalším unikátem jsou reverzní Francisovy turbíny instalované v PVE Dlouhé stráně, které svým výkonem představují největší stroje tohoto typu v Evropě a druhé na světě.

#### 4.4.7.2.3 Peltonova turbína

Peltonovy turbíny jsou rovnotlaké tangenciální turbíny. Rozváděč je u těchto strojů nahrazen jednou nebo více dýzami. Oběžné kolo tvoří disk, který má na obvodu rozmístěny lopatky rozdělené břitem na 2 korečky (viz Obr. 4.175 B a Obr. 4.179).

**Četnost zastoupení v ČR:** Vzhledem k morfologii terénu a hydrologickým podmínkám na území ČR představují Peltonovy turbíny spíše ojedinělé instalace v horských oblastech a v převážné většině se jedná o mikrozdroje.



Obr. 4.179: MVE Rudolfov I – dvojčítá horizontální Peltonova turbína v době rekonstrukce. Foto Petr Nedomlel, 2012.

**Nejstarší doložený zástupce v ČR:** Mezi nejstarší instalace, které současně představují soustrojí s největšími výkony, lze označit MVE Rudolfov I. (1927) a MVE Černé jezero (1930).

**Poslední použití v ČR:** neznámé

**Typický zástupce a unikát:** Vzhledem k malému počtu instalací je možné jako typické zástupce a současně unikáty označit MVE Rudolfov I (1927) a MVE Černé jezero (1930).

#### 4.4.7.2.4 Bankiho turbína

Bankiho turbína je specifickým typem rovnotlakých turbín. Jedná se o radiální turbínu s dvojnásobným průtokem. V oblasti využití se jedná o typickou turbínu pro MVE. Oběžné kolo turbíny je tvořeno kruhovými deskami, mezi něž jsou po obvodu upevněny oběžné lopatky. Voda protéká oběžným kolem dvakrát, přičemž první průtok je dostředivý a druhý odstředivý. Regulace průtoku a výkonu Bankiho turbíny se provádí regulačním orgánem řešeným buď jako segmentový uzávěr nebo regulační klapka (Bednář, 1989).

#### 4.4.7.3 Zařízení elektročásti

Základními prvky elektrického systému VE jsou:

- hydroalternátor,
- vývody z alternátoru,
- rozvodna generátorového napětí,
- blokový transformátor,
- vývody z transformátoru,
- venkovní rozvodna,
- transformátor vlastní spotřeby,
- elektrické motory hlavních zařízení (jeřáby, čerpadla atd.),
- budiče alternátorů,
- pomocná zařízení (odpojovače, vypínače, jističe, měřicí a regulační zařízení apod.).

U přečerpávacích vodních elektráren se schéma doplňuje o motor pohánějící čerpadlo nebo reverzibilní turbínu (Broža a kol., 1990).

Základní schéma vodní elektrárny má tři podstatné části (Štoll, 1977):

- pro výrobu energie,
- pro vlastní spotřebu,
- pro rozvod energie.

Elektrická energie se získává ve vodní elektrárně přeměnou mechanické energie (turbíny) elektrickým točivým strojem na principu elektromagnetické indukce (Faradayův zákon).

Souborně tyto stroje nazýváme generátory a podle toho, jaký proud vyrábějí, rozlišujeme (Štoll, 1977):

- alternátory (střídavý proud),
- dynama (stejnoseměrný proud).



Generátory pracující ve vodní elektrárně nazýváme hydroalternátory, v tepelné elektrárně turbogenerátory. Turbogenerátory mají oproti hydroalternátorům zpravidla podstatně větší počet otáček. Podle způsobu provozu dále rozlišujeme:

- generátory na činný a současně jalový výkon,
- kompenzátory jen na jalový výkon,
- motorgenerátory pracující buď jako alternátor, nebo jako motor.

Společně pak tyto střídavé stroje dělíme na:

- synchronní,
- asynchronní.

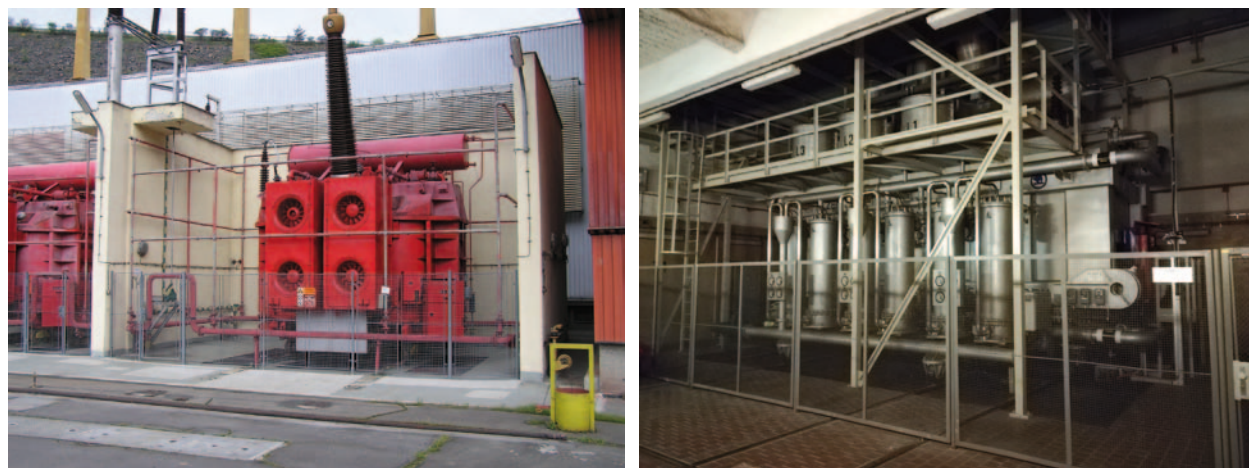
Z hlediska konstrukčního provedení jsou synchronní generátory (Štoll, 1977):

- horizontální (s vodorovným hřídelem),
- vertikální (se svislým hřídelem),
- se šikmým hřídelem (např. pro přímoproudé turbíny).

V případě vertikálních strojů provádíme dále následující dělení podle umístění ložisek:

- vertikální alternátor závěsného typu,
- alternátor podpěrného typu,
- deštníkové alternátory.

Transformátory rozdělujeme na hlavní, které slouží k vyvedení výkonu do elektrizační sítě, a transformátory pro vlastní spotřebu, které zásobují zařízení zajišťující provoz elektrárny. Hlavní transformátory jsou buď blokové (přímo spojené s alternátorem), nebo spojovací (sloužící pro spojení soustav dvou napětí).



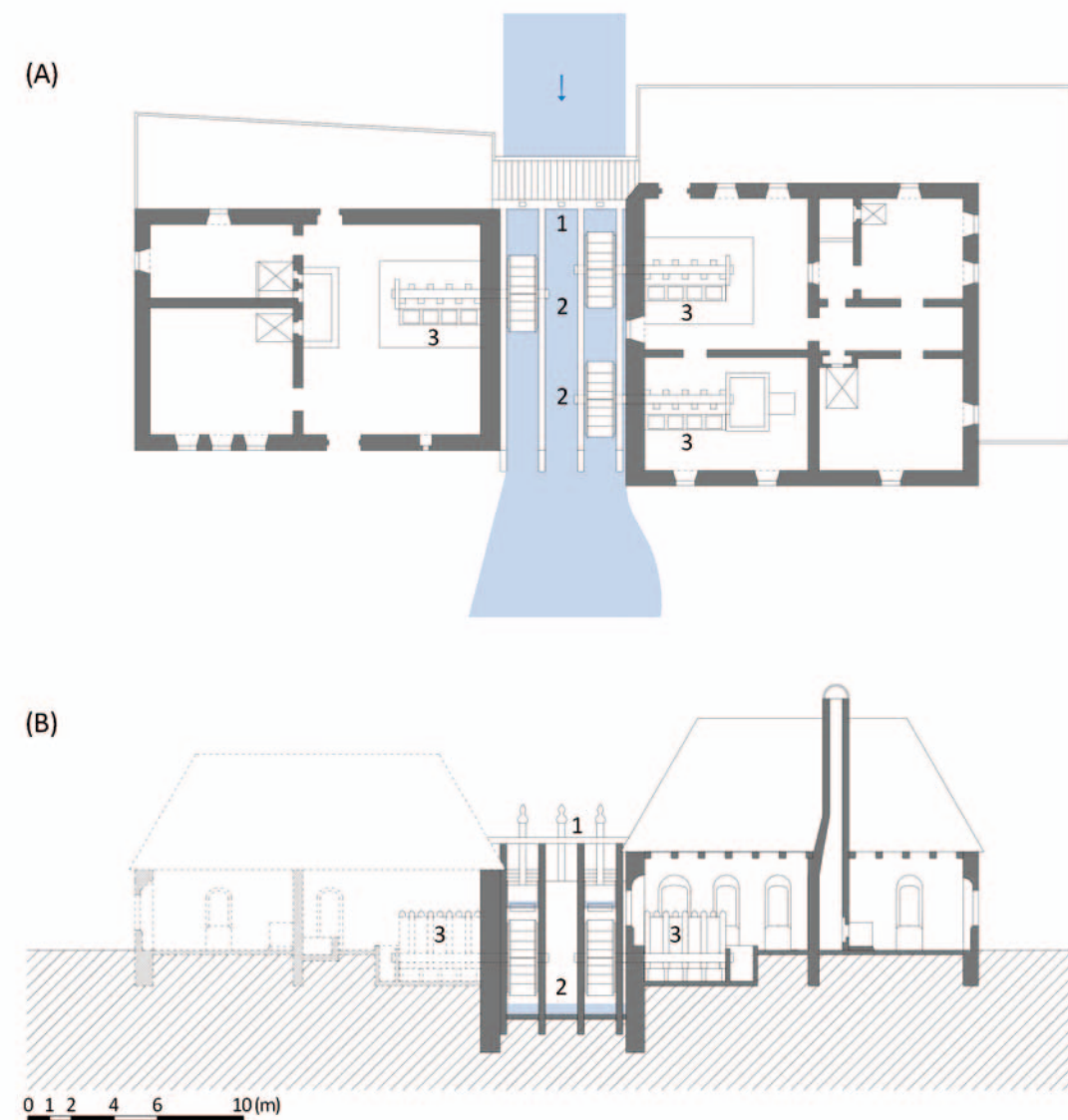
Obr. 4.180: Blokové transformátory: (A) PVE Dalešice; (B) PVE Dlouhá stráně. Foto VUT v Brně, FAST, 2019.

## 4.4.8 FUNKČNÍ CELKY

### 4.4.8.1 Brno, valcha v Husovicích

Vodní kola byla motorem pohánějícím široké spektrum výrobních zařízení předindustriálního období, zahrnující například čerpadla, hamry, mlýny, pily, stoupy nebo valchy. Funkční celek představuje spojení tohoto výrobního zařízení, vodního kola a vodního díla nezbytného k jejich provozu.

Soukenická valcha, pracující na konci 18. století v Husovicích na náhonu vedeném z řeky Svitavy, byla vybavena třemi vodními koly na vrchní vodu, z nichž každé pohánělo jednu valchu na principu kladivové stoupy. Valcha spolu s tkalcovskou manufakturou na Velké Nové Ulici a barvírnou na Radlase pracovala pro významnou soukenickou



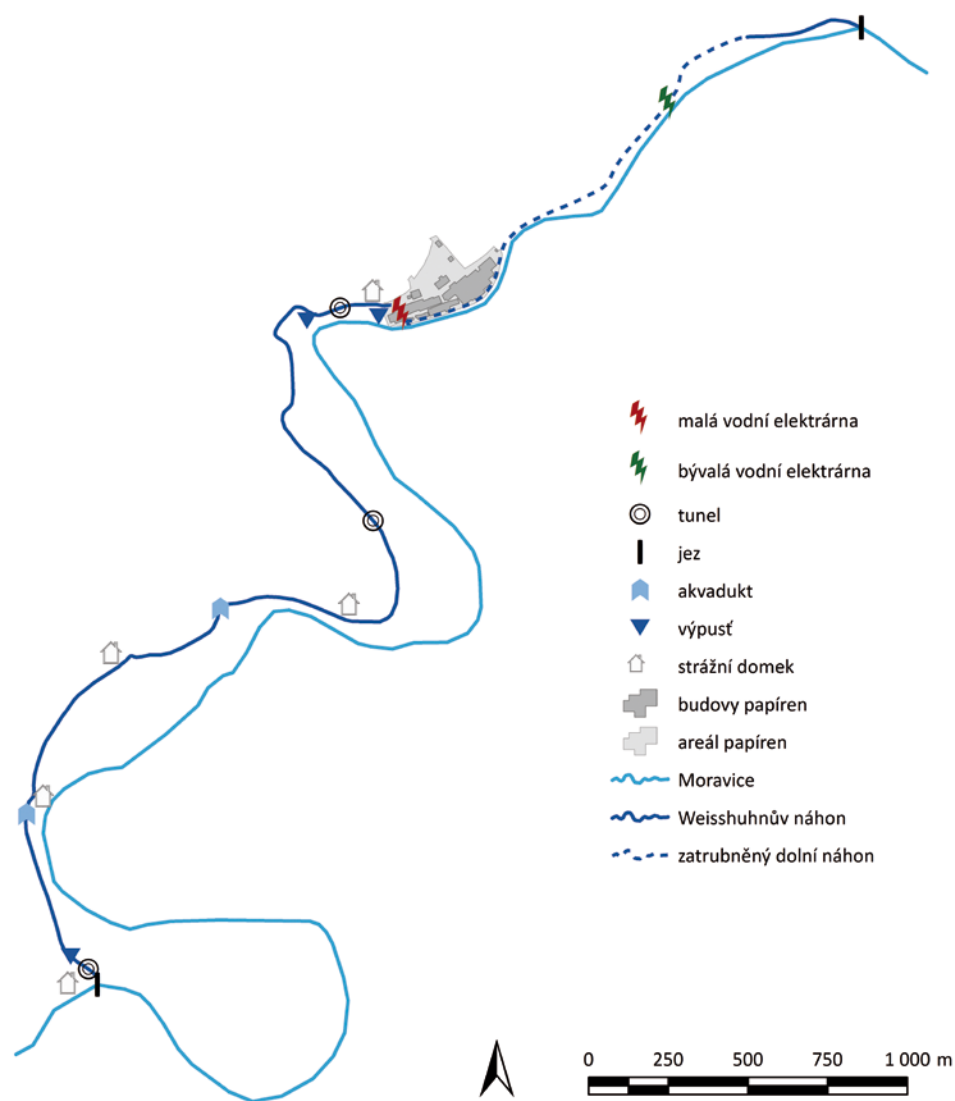
Obr. 4.181: Brno-Husovice – soukenická valcha, rekonstrukce stavu na konci 18. století: (A) půdorys; (B) podélný řez; 1 – stavidlo, 2 – vodní kolo, 3 – valchovací zařízení. Schéma Radek Mišanec, 2018 (dle: Freudemberger, 1977).



manufakturu založenou v Brně s podporou státu v 60. letech 18. století a vedenou později Johannem Leopoldem Köffilerem, jež položila základy brněnské vlnářské výroby (kterou můžeme zároveň posuzovat jako funkční celek vyšší úrovně).

#### 4.4.8.2 Žimrovice, vodní dílo a vodní elektrárna papírny

Papírna v Žimrovicích se nachází v údolí řeky Moravice poblíž Hradce nad Moravicí v okrese Opava. Jedná se o příklad na vodu vázaného provozu, jehož historie sahá až do poslední dekády 19. století. O její vznik se zasloužil významný průmyslový podnikatel Karl Weisshuhn (1837–1919), který v Žimrovicích nechal zbudovat papírnu a dřevobrusírnu. Od samého počátku bylo záměrem využívat moderní elektrickou energii, což vyžadovalo zbudování jezu



Obr. 4.182: Žimrovice – funkční celek papírny s vyznačením jednotlivých významných objektů. Schéma Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: SOKA Opava, karton 1052, 1911–1914).



Obr. 4.183: Weissshuhnův náhon a vodní elektrárna papírny: (A) koryto horního náhonu se strážním domkem; (B) akvadukt o úrovni křížení s Kamenným potokem; (C) interiér strojovny vodní elektrárny s Francisovou turbínou a generátorem. Foto (A) a (B) Radka Račoch, 2021; (C) Miriam Dzuráková, 2019.

na řece Moravici a náhonu, který zajistil přívod vody do papírny a potřebný spád pro pohon turbín (Solnický, 2007; SOKA Opava, karton 44, kronika).

Hlavním prvkem původního funkčního celku je horní náhon (obvykle označovaný jako Weissshuhnův) vedoucí od jezu na řece Moravici v šíji zakleslého meandru Moravice přibližně 3 km proti proudu od úrovně papírny. Na počátku vlastního náhonu, bezprostředně za stavidly a česlemi, se nachází 45 m dlouhý tunel, který je nejdelším z celkem tří na trase dlouhé asi 3,6 km. Náhon vede po levostranném úbočí údolí, kde prostřednictvím dvou akvaduktů překonává dva menší přítoky Moravice. Koryto široké většinou 4–5 m má obdélníkový až lichoběžníkový tvar a původně kromě úseků se skalním podložím bylo vyzděno kamenem. V části mezi posledním tunelem a koncem náhonu se nacházejí ještě výpustě na ledovou tříšť a nečistoty a také relikv dřevěného koryta na plavené dříví. Podél náhonu se rovněž nacházejí strážní domky. Na konci horního náhonu se nachází vtokový objekt, odkud vedly přívodní roury k původně až osmi Girardovým turbínám, z nichž dvě byly později nahrazeny turbínami Francisovými. Od turbín byla voda vedena odpadním kanálem do Moravice, který však bylo nutné prodloužit z důvodu vzdouvání vody. Později byl tento prodloužený odtok využit pro pohon dřevobrusírny se spodní elektrárnou umístěné asi 1 100 m od vlastní papírny (odtud označení spodní náhon). Celková délka náhonu v tomto uspořádání činila 5,5 km (Obr. 4.182). Navíc je k němu potřebné přičíst i úsek Moravice od Nové Pláně, resp. Malé Štáhle, odkud se do papírny dopravovalo dřevo, a bylo zde tedy nutné přijmout řadu organizačních a technických opatření, jež plavbu umožňovaly (Dzuráková a kol., 2021; Král, 1983; SOKA Opava, karton 44, kronika; SOKA Bruntál, karton 334).

První významnější změnou papírny bylo její rozšíření o dřevobrusírnu s elektrárnou vybavenou dvěma Francisovými turbínami na spodním náhonu, který však bylo nutné posílit vodou z Moravice. Provoz dřevobrusírny a později i elektrárny však postupně zanikl. Mnohem zásadnější proměnou prošel výrobní areál ve 2. polovině 20. let, kdy



proběhla celková rekonstrukce továrny a původní Girardovy a Franciovy turbíny elektrárny na horním náhonu byly nahrazeny dvěma modernějšími a výkonnějšími Franciovy turbínami firmy Českomoravská Kolben s generátorem Siemens-Schuckert o výkonu cca 2 × 560 kW. Tato zařízení v továrně fungují dodnes a prošla několika opravami a generálními opravami (např. v letech 1984–1985 a 1995). V souvislosti s výměnou turbín bylo nutné upravit ukončení horního náhonu a vybudovat nové přívodní betonové roury.

V roce 1966 bylo ukončeno plavení dřeva a roku 1972 se přešlo ke zpracování sběrného papíru. V 1. polovině 90. let byla část spodního náhonu zatrubněna. Části zařízení byly postupně modernizovány (dálkové ovládání na hydraulický pohon), nicméně horní náhon coby hlavní osa funkčního celku již 130 let slouží provozu žimrovické papírny v podstatě ve své původní podobě (Obr. 4.183) (SOkA Opava, karton 44, Historie Olšanských papíren; SOkA Opava, karton 1143, Nerealizované zatrubnění dolního náhonu v Žimrovicích v letech 1987–1990; SOkA Opava, prozatímní karton 28; ZAO, prozatímní karton 36, 1955, 1979–1980).

Funkční celek vodního díla a vodní elektrárny papírny v Žimrovicích je nositelem hodnoty historické, technické a typologické. Vodní dílo je také významným krajinným prvkem, jenž za dobu provozování splynul s prostředím. Pozitivní je snaha současného majitele vodního díla o jeho zachování, podpořená pravidelnou údržbou, stejně jako rostoucí zájem veřejnosti. I přes výše uvedené skutečnosti není Weissshuhnův náhon ani další zachovalé části původního funkčního celku památkově chráněn.

#### 4.4.8.3 Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně

Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé stráně (PVE DS) se nachází v okrese Šumperk, v západní části Hrubého Jeseníku, kde bylo využito více než pětisetmetrového převýšení mezi vrcholovými partiemi hory Dlouhé stráně a údolím Divoké Desné. Stavba PVE DS začala roku 1978 a definitivně byla dokončena roku 1996. Jedná se o klasickou přečerpávací vodní elektrárnu využívající akumulace vody v horní nádrži bez přirozeného přítoku, která se plní čerpáním z dolní nádrže v době přebytku elektrické energie v síti.

Rozsáhlý funkční celek tvoří: horní a dolní nádrž (základní parametry viz Tab. 4.1), sdružený objekt (ukončuje hydraulický obvod na nízkotlaké straně a sdružuje funkce vyústění výtoků od turbín s funkčními uzávěry, zajišťuje převedení povodňových průtoků hrazenými přelivy, zahrnuje dvě spodní výpustě s komorovými uzávěry, malou vodní elektrárnu s Franciovou turbínou sloužící provozním účelům, odběrné zařízení pro plnění horní nádrže a Peltonovu dýzu k vypouštění přivaděčů), podzemní tlakové přivaděče (délka 1 547 a 1 499 m, průměr 3,6 m), podzemní elektrárna v levostranném úbočí hory Dlouhé stráně (parametry viz Tab. 4.2), odpadní tunely, přístupová komunikace, zapouzdřená rozvodna na plošině u paty hráze dolní nádrže a také vedení velmi vysokého napětí (400 kV), kterým je vyrobená elektrická energie vedena do 52 km vzdálené rozvodny v Krasíkově (okr. Ústí nad Orlicí) (Pavelková a kol, 2021). Poloha jednotlivých částí díla je uvedena na Obr. 4.184 a Obr. 4.185.

Během 25 let provozu přečerpávací vodní elektrárny proběhlo několik rekonstrukcí: výměna asfaltobetonového pláště a sanace břehů dolní nádrže v blízkosti sdruženého objektu (2007); výměna oběžných kol turbín (2007 a 2012); modernizace řídicího systému (2007); odtěžení sedimentů ze dna dolní nádrže (2018).

Funkční celek přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé stráně je bezesporu obdivuhodným a svými parametry v evropském měřítku naprosto ojedinělým technickým dílem, jehož stavba vyžadovala součinnost investora stavby, generálního projektanta a generálních dodavatelů stavební i technologické části díla. Přesto není možné zcela opomenout jistou kontroverzi této stavby plynoucí z razantního zásahu do horské krajiny Hrubého Jeseníku, jež by v současné době byla jen stěží představitelná. Nicméně ekologické přínosy tohoto vodního díla jsou nezpochybnitelné, a to i v souvislosti aktuálním s rozšiřováním nestabilních obnovitelných zdrojů el. energie (vítr, slunce).

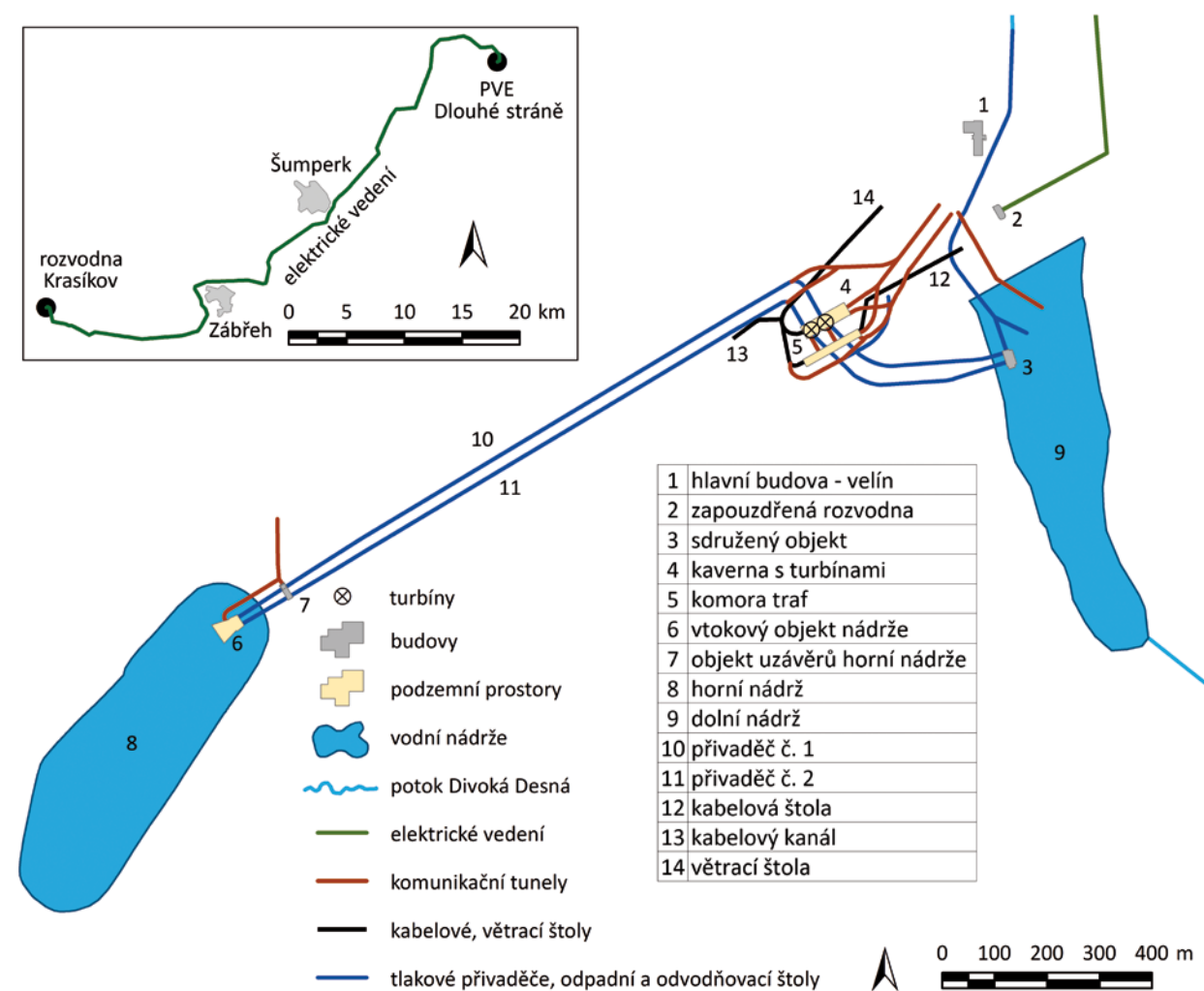
Tab. 4.1: PVE Dlouhé stráně – hlavní parametry horní a dolní nádrže (převzato z: Kopřiva a kol., 1997).

Parametr	horní nádrž	dolní nádrž
Typ hráze	sypaná	sypaná
Kóta koruny hráze [m n. m.]	1 350,00	824,70
Kóta dna nádrže minimální [m n. m.]	1 322,20	-
Maximální výška hráze v ose [m]	27,5	56,5
Délka hráze v koruně [m]	1 742,5	306,0
Sklony svahů, návodní, vzdušní [-]	1:2; 1:1,75	1:2; 1:1,5
Kubatura násypu hráze [mil. m <sup>3</sup> ]	2,025	0,840
Celkový objem vody [mil. m <sup>3</sup> ]	2,720	3,405
Provozní kolísání hladiny max. [m]	21,8	22,2

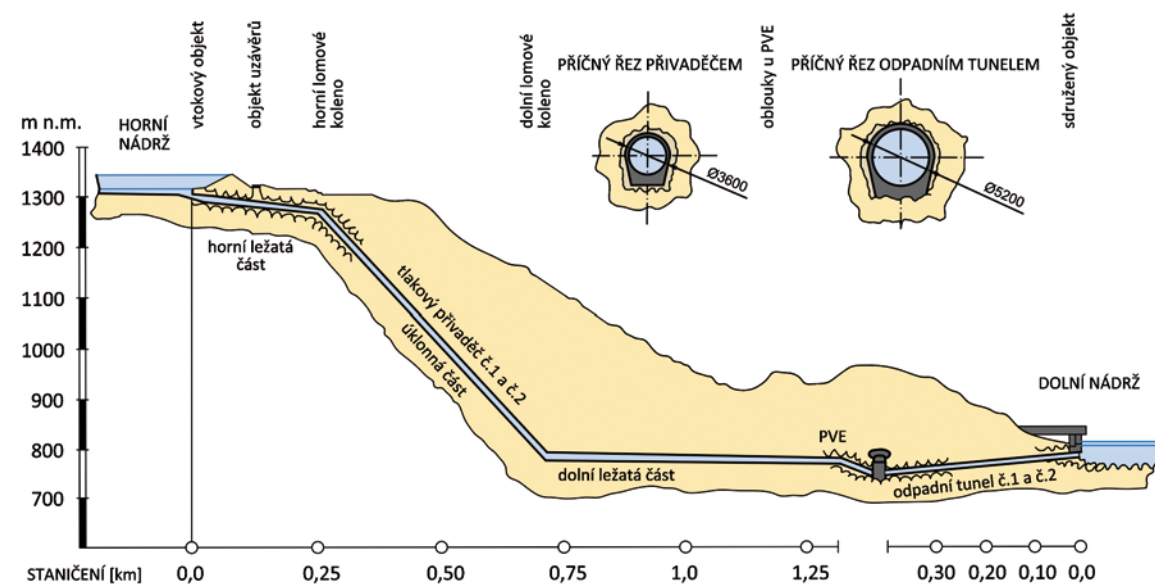
Tab. 4.2: PVE Dlouhé stráně – hlavní parametry elektrárny (převzato z: Kopřiva a kol., 1997).

Instalovaný výkon [MW]	650
Počet a typ turbín	2 × Francis reverzní
Výrobce	ČKD Blansko
Průměr oběžného kola [mm]	4 540
Jmenovitý průtok turbínový [m <sup>3</sup> /s]	68,6
Jmenovitý průtok čerpadlový [m <sup>3</sup> /s]	54,5
Maximální hrubý spád [m]	534
Turbínový denní provoz [h]	6,54
Čerpadlový denní provoz [h]	7,10
Účinnost malého cyklu při optimu provozu [%]	75,1
Plánovaná průměrná roční výroba energie [GWh]	998
Plánovaná průměrná roční spotřeba energie na čerpání [GWh]	342





Obr. 4.184: PVE Dlouhé stráně – přehledová mapa, včetně vedení velmi vysokého napětí. Schéma Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: Koptíva a kol. 1997; ZAO – SOKA Šumperk, PVE Dlouhé stráně – Souhrnné řešení staoby; RUIAN; ZABAGED).



Obr. 4.185: PVE Dlouhé stráně – schéma hydraulického obvodu. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvoová, 2021 (upraveno podle: Koptíva a kol., 1997).

#### 4.4.9 HODNOCENÍ Z POHLEDU PAMÁTKOVÉ PĚČE NA KONKRÉTNÍCH PŘÍKLADECH

##### 4.4.9.1 Rapotín, Ponceletovo vodní kolo

Vodní kolo typu Poncelet, určené původně k pohonu vodního mlýna (do 20. let 20. století), později truhlárny. Jde o vodní kolo na spodní vodu se zvýšeným nátokem. Je složeno ze dvou dřevěných a dvou kovových věnců. Kovové věnce nesou lopatky, kterých je celkem 24 a jsou sestaveny z destiček tak, aby bylo dosaženo plynulého zakřivení. Vodní kolo je osazeno obkročným způsobem na dřevěné horizontální hřídeli osmibokého profilu, uložené v dřevěných kluzných ložiscích. Kolo sestává z jak řemeslně, tak z průmyslově vyráběných částí: hřídel, dřevěné věnce, vyplnění lopat dřevěnými destičkami a osazení do kluzných ložisek je prací sekernickou, kovové části byly vyrobeny průmyslově nebo dílenským způsobem.

Vodní kolo je umístěno v bývalé lednici. Hřídel prochází otvorem ve zdi do prostoru bývalé mlýnice (později strojný truhlárny), kde navazovalo kolo s litinovým věncem a 96 habrovými palci. Palce zapadají do zubů litinového pastorku s 32 zuby, na který navazuje tzv. čelní paleční kolo s litinovým věncem s 132 habrovými palci a šesti rameny.

**Datace:** konec 60. let 19. století (cca 1867)

**Výrobce:** neznámý

**Památková ochrana:** movitá KP (včetně navazujících mechanických převodů, tj. kola s litinovým věncem a habrovými zuby, pastorku a čelního palečního kola)

**Hodnocení:**

**Hodnota typologická:** Ponceletovo kolo z 60. let 19. století, dochované na místě provozu, je v rámci ČR unikátem. Mimo to jde o neobvyklé spojení řemeslně a průmyslově vyráběných částí.



**Hodnota autenticity:**

- **Autenticita hmoty/materiálu:** Z velké míry zachována. I přes dlouhodobou neúdržbu se kolo nachází v poměrně dobrém stavu. Několik lopatek bylo vyřezáno a některé jsou napadeny hnilobou. Kovové prvky jsou na povrchu zoxidovány.
- **Autenticita formy:** Z velké míry zachována, kolo nebylo druhotně upravováno. Chybějící nebo dožilé lopatky je možno případně doplnit.
- **Autenticita funkce:** Přerušena, kolo je nefunkční. Související vodní dílo je dochováno jen fragmentárně, náhon je z velké části zasypán.



Obr. 4.186: Rapotín – vodní kolo typu Poncelet. Foto Michaela Ryškové, 2020.

**4.4.9.2 MVE Spálov**

Elektrárna se nachází na soutoku Jizery a Kamenice mezi městy Železný Brod a Semily v k. ú. Spálov u Semil. Elektrárna vznikla iniciativou zemské samosprávy, která se po roce 1919 snažila vytvořit elektrizační soustavu východních Čech. Byla uvedena do provozu v roce 1924. Voda je k elektrárně přiváděna od vzdutí pevného jezu na Jizeře štolou (1 323 m) a betonovým úbočným kanálem (580 m) vedoucím po pravém břehu k vyrovnávací komoře s dvěma válcovými uzávěry, na které navazuje dvojice tlakových potrubí. Ve strojovně elektrárny byla původně osazena dvě soustrojí s Francisovou horizontální spirálovou turbínou. Odvod vody od turbín je řešen krátkým otevřeným kanálem. Na budovu strojovny navazuje budova rozvodny. Součástí vodního díla je i samostatný domek pro obsluhu, jezného a vodovod. V současné době jsou v elektrárně osazena dvě soustrojí s Kaplanovou vertikální kolenovou turbínou (Jandáček, 2000).

**Časové určení / doba vzniku:** 1921–1926

**Autorství:** Dr. Ing. Antonín Jílek, arch. Emil Králíček; realizace stavby fa Nejedlý a Řehák (Beran a Valchařová, 2007)

**Památková ochrana:** bez památkové ochrany

**Rekonstrukce:**

**1998–1999** – Generální oprava: původní soustrojí bylo nahrazeno Kaplanovými turbínami Kössler z Rakouska a generátory Škoda Plzeň; byly provedeny nutné úpravy strojovny, oprava přívodního kanálu a bylo zřízeno nové řídicí pracoviště. Opraven byl i vnější plášť strojovny a rozvodny.

**Hodnocení:**

**Hodnota typologická:** Původně koncipována jako středotlaká, derivační průtočná, pološpičková, ručně ovládaná. Původní vybavení nedochováno. V současnosti pracuje elektrárna s unikátním původním hydraulickým obvodem, který zahrnuje typické prvky derivačního schématu (Jez, vtokový objekt s usazovacím prostorem, přivaděč sestávající z přívodní štol, zakrytého železobetonového úbočního kanálu a bočního jalového přepadu s násoskou, vyrovnávací komora a tlaková potrubí). Z důvodu zajištění odpovídajících provozních parametrů vodního díla byla v rámci rekonstrukce nahrazena dvě původní soustrojí s Francisovou turbínou za dva moderní stroje s Kaplanovou turbínou. Instalace proběhla citlivě s minimálními zásahy do stavební části strojovny.

**Hodnota technologického toku:** Vodní elektrárna je součástí funkčního celku vodního díla Spálov, které umožňuje přívod vody a využití spádu pro provoz elektrárny. Elektrárna dodává elektřinu do veřejné sítě.

**Hodnota autenticity:**

- **Autenticita funkce:** Zachována.
- **Autenticita formy:** Rekonstrukce budovy byla provedena s ohledem k architektonickým hodnotám.
- **Autenticita hmoty / materiálu:** Výměna původní turbíny si vyžádala stavební úpravy ve strojovně (změna dispozice).
- **Autenticita technického zařízení:** Nezachována, původní soustrojí byla nahrazena Kaplanovými. Jedna z původních Francisových turbín je umístěna před elektrárnou. V rozvodně bylo zřízeno nové řídicí pracoviště, původní bylo zachováno.

**Hodnota architektonická:** Soubor budov vodní elektrárny je pozdním dílem významného architekta geometrické secese a později kubismu Emila Králíčka, vzniklé současně se souborem budov Jednoty hospodářských družstev v Praze-Holešovicích. Na rozdíl od utilitárních hospodářských budov v pražských Holešovicích je budova elektrárny ve Spálově pojednána v tehdy oblíbeném „národním stylu“ s barevnými geometrickými obrazy na průčelí (Lukáš a kol., 2005).

**Hodnota uměleckohistorická:** V interiéru strojovny je v poli nad galerií provedena malba Ferdinanda Rubeše s tématem pravděpodobně zpodobňujícím vznik elektrárenského svazu (Beran a Valchařová, 2007).

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Kvalitně architektonicky ztvárněný soubor budov elektrárny a jejího vodního díla je zasazen v údolí řeky Jizery. Významný krajinný prvek, místní dominanta.

**4.4.9.3 MVE Miřejovice**

MVE Miřejovice je součástí vodního díla, které kromě MVE tvoří pohyblivý jez o pěti polích, dvě plavební komory v uspořádání za sebou a vorová propust. Samotná MVE se nachází na levém břehu Vltavy vedle plavební komory v k. ú. Nelahozeves (Obr. 4.187). Původní hradlový a mostový jez vznikl na počátku 20. století. Ve 20. letech bylo hrazení jezu nahrazeno válcovými uzávěry a stavidlová část jezu byla nahrazena tabulovými uzávěry. V tomto období rovněž byla zbudována MVE.

**Časové určení / doba vzniku:** 1900–1904 (zdymadlo a jezový most), 1922–1928 (elektrárna)

**Autorství:** prof. Jan Záhorský (jezový most); architekt František Sander (elektrárna); realizace: Ing. Feigl (realizace náhonu), fa Kapsa a Müller (rekonstrukce jezu ve 20. letech 20. století), Ing. Pokorný, Ing. Peka (elektrárna) (Dvořáková a kol., 2008).

**Památková ochrana:** KP (1966), v roce 2010 vyjmuta část souboru (čtyři hydroalternátory)





Obr. 4.187 MVE Miřejovice s plavební komorou.  
Foto Aleš Dráb, 2014.

#### Rekonstrukce:

**90. léta 20. století** – generální rekonstrukce

**2009–2012** – Komplexní rekonstrukce technologie MVE: z pěti původních vertikálních soustrojí typu Francis byly čtyři nahrazeny Kaplanovými (TG1–TG4), původní Francisova turbína (TG5) prošla generální opravou; na podlaží generátorů proběhly stavební úpravy nezbytné pro osazení nových vertikálních generátorů; úpravy savek turbín a zařízení pro hrazení výtoků ze savek.

#### Hodnocení:

##### Hodnota typologická:

- **Výjimečné parametry stavební a technologické části:** Ve své době největší vodní elektrárna na Vltavě (Dvořáková a kol., 2008).

**Hodnota technologického toku:** Funkční celek tvoří plavební komory, jezový most a vodní elektrárna. Součástí vltavské vodní cesty.

##### Hodnota autenticity:

- **Autenticita funkce:** Zachována.
- **Autenticita formy:** Byly provedeny stavební úpravy související s výměnou technologie: úpravy savek turbín, zařízení pro hrazení výtoků ze savek, základy pro osazení nových generátorů. V souvislosti s prodloužením savek vznikla za budovou MVE nová manipulační plošina.
- **Autenticita hmoty / materiálu:** Výměna technologie si vyžádala úpravy ve stavební části (viz výše).
- **Autenticita technického zařízení:** Z původních pěti Francisových soustrojí byla čtyři nahrazena Kaplanovými. Zachovalá Francisova turbína byla repasována. V souvislosti s výměnou byly upraveny savky. Zachován byl historický velín s ovládacím pultem. Zachovalo se také kuželové soukolí jednoho z demontovaných soustrojí (vystaveno poblíž MVE).

**Hodnota technická:** Jedna z původních Francisových turbín z 20. let 20. století, která prošla generální opravou, je stále provozována (viz též autenticita technického zařízení). Příklad skloubení původní a moderní technologie, spočívající v zachování jednoho z několika identických zařízení a doplnění výrobního zařízení o současnou technologii.

**Hodnota architektonická:** Soubor budov v jednotném architektonickém tvarosloví s doznívajícími vlivy geometrické secese, postavený podle návrhu architekta Františka Sandera, autora řady vodohospodářských staveb (Dvořáková a kol., 2008).

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Významná místní dominanta uplatňující se v pohledu z obou vltavských břehů, významný krajinný prvek.

#### 4.4.9.4 Obecné shrnutí zásad hodnocení objektů pro využití vodní energie

Při hodnocení objektů pro využití vodní energie z pohledu památkové péče je podstatné primární soustředění se na **typologická kritéria**. Hodnocení typologickými kritérii spočívá u hydrotechnických staveb v posouzení jedinečnosti celkové koncepce hydrotechnického schématu a jeho dílčích objektů, tj. stavební a technologické části. V ČR aktuálně není k dispozici jednotná detailní evidence hydrotechnických staveb zahrnující jejich typologické charakteristiky. Než bude potřebná evidence zpracována, je nezbytné pro účely hodnocení typologickými kritérii zajistit odborníky se širokým přehledem o detailech realizovaných hydrotechnických staveb.

Neopomenutelným kritériem je hodnota **architektonického řešení**. Vysokou architektonickou kvalitu vykazují vodní elektrárny budované zejména v první polovině 20. století. Architektonické ztvárnění odpovídá dobovým proudům a tendencím. Významně se uplatňují výrazné modelace hmot a monumentalita, která vyniká zejména ve spojení s vodním dílem (jez, plavební komora), na které je přeneseno jednotné architektonické tvarosloví. Atributy architektonické hodnoty by však neměly překrýt hodnocení vlastního technologického řešení konkrétního objektu.

Význam z hlediska **krajiny** má smysl hodnotit zejména v případech, kdy je daný objekt součástí komplexu stavebního celku (např. přehrady či zdymadla). Na druhou stranu charakter využívání vodní energie vycházel ze specifík přírodních a hospodářských podmínek daného regionu. Například hamry vznikaly v oblastech těžby nerostných surovin, vodní mlýny v blízkosti zemědělsky využívaných území apod. Způsob hospodaření člověka tedy prostřednictvím vodohospodářské infrastruktury mohl krajinně vtisknout její charakteristický ráz a daný objekt může být jeho historickým dokladem.

Objekty pro využití vodní energie (nejčastěji vodní elektrárny) vznikaly zejména na počátku 20. století a v meziválečném období v městském prostředí, takže důležitým aspektem hodnocení může být i hodnota **urbanistická**. Již bylo uvedeno, že architektonickému provedení byla hlavně v první půli 20. století věnována značná pozornost. Některé vodní elektrárny se nacházejí na velmi exponovaných místech a jejich význam pro utváření městského prostoru je proto zásadní (například elektrárny na Labi a Orlici v Hradci Králové či na Otavě v Písku).



## 4.4.10 REGISTR LOKALIT

Název	Chráněno od	Typ ochrany	Rejstříkové číslo USKP	Název prvku dle Památkového katalogu	Okres	Obec	Katastrální území
Bývalá VE Klatovy	23.05.1991	KP	44206/4-4544	bývalá hydroelektrárna	Klatovy	Klatovy	Klatovy
Bývalý mlýn a továrna Chrastava	09.12.2013	KP	105258	odtoková část mlýnského náhonu a lednice s turbinou	Liberec	Chrastava	Chrastava I
VE Bavorov	07.05.1974	KP	23847/3-5249	vodní elektrárna	Strakonice	Bavorov	Bavorov
VE Čeňkova Pila	22.06.1995	KP	10033/4-4985	vodní elektrárna Čeňkova Pila	Klatovy	Rejštejn	Svojše
VE Dalešice	-	-	-	-	Třebíč	Slavětice	Slavětice
VE Dlouhé stráně	-	-	-	-	Šumperk	Loučná n. Desnou	Rejhotice
VE Háj u Třeštiny	17.02.1976 01.07.2008	KP NKP	30184/8-2488 326	vodní elektrárna J. Plhák Vodní elektrárna v Třeštině	Šumperk	Třeština	Třeština
VE Hostinné	29.06.1993	KP	12320/6-5627	vodní elektrárna Labský mlýn	Trutnov	Hostinné	Hostinné
VE Hrabachov	26.03.1964	KP	16756/6-2624	Vejnarova elektrárna	Semily	Jilemnice	Hrabachov
VE Hradec Králové (Moravský most)	20.01.1981	KP	29446/6-4538	Moravský most s elektrárnou	Hradec Králové	Hradec Králové	Hradec Králové
VE Hradec Králové (Hučák)	16.01.1964	KP	34888/6-555	Labská vodní elektrárna	Hradec Králové	Hradec Králové	Hradec Králové
VE Hřebečnický	04.12.2009	KP	103782	vodní mlýn a vodní elektrárna s technologickým vybavením strojovny	Rakovník	Hřebečnický	Hřebečnický
VE Kolín	-	-	-	-	Kolín	Kolín	Kolín
VE Kroměříž	30.05.2006	KP	101819	vodní elektrárna	Kroměříž	Kroměříž	Kroměříž
VE Les Království	18.04.1964 01.07.2010	KP NKP	24486/6-3435 349	přehrada a vodní elektrárna Tešnov v Bílé Třešně (vodní dílo Les Království) Vodní elektrárna – přehrada Les Království v Bílé Třešně	Trutnov	Dvůr Králové n. L.	Bílá Třešně
VE Libochovice	01.04.1998	KP	10594/5-5623	vodní elektrárna	Litoměřice	Libochovice	Libochovice
VE Litoměřice	-	-	-	-	Litoměřice	Litoměřice	Litoměřice
VE Miřejovice	31.12.1966	KP	25133/2-1424	vodní elektrárna Miřejovice	Mělník	Nelahozeves	Nelahozeves, Veltrusy
VE Nymburk	-	-	-	-	Nymburk	Nymburk	Nymburk
VE Orlík	-	-	-	-	Příbram	Bohostice	Zbonické Zlakovice
VE Písek	30.05.1991	KP	35283/3-6023	Vodní elektrárna Písek I. včetně strojního vybavení	Písek	Písek	Písek

Název	Chráněno od	Typ ochrany	Rejstříkové číslo USKP	Název prvku dle Památkového katalogu	Okres	Obec	Katastrální území
VE Poděbrady	27.09.2012 01.07.2017	KP NKP	104923 415	vodní elektrárna Vodní elektrárna v Poděbradech	Nymburk	Poděbrady	Poděbrady
VE Práčov I	-	-	-	-	Chrudim	Svídnice	Svídnice u Slatiňan
VE Práčov II	-	-	-	-	Chrudim	Svídnice	Svídnice u Slatiňan
VE Praha - Holešovice	21.06.2002	KP	52008/1-2294	vodní elektrárna	Hl. m. Praha	Praha	Holešovice
VE Přelouč	30.12.1987	KP	26996/6-5170	vodní elektrárna s mostem	Pardubice	Přelouč	Přelouč
VE Pstruží u Merklína	10.10.2001	KP	51127/4-5256	vodní mlýn	Karlovy Vary	Merklín	Pstruží u Merklína
VE Rokytnice u Vsetína	07.10.2002	KP	52019/8-4076	vodní elektrárna Křivačkárna	Vsetín	Vsetín	Rokytnice u Vsetína
VE Rudolfov I	01.07.2014	KP	105393	vodní dílo Rudolfov	Liberec	Liberec	Rudolfov
VE Rudolfov II	01.07.2014	KP	105393	vodní dílo Rudolfov	Liberec	Liberec	Rudolfov
VE Řimice	26.08.1981	KP	37265/8-2653	vodní elektrárna	Olomouc	Bílá Lhota	Řimice
VE Římov	-	-	-	-	Č. Budějovice	Římov	Římov
VE Seč	-	-	-	-	Chrudim	Seč	Seč
VE Slapy	-	-	-	-	Praha-západ	Štěchovice	Štěchovice u Prahy
VE Spálov	-	-	-	-	Semily	Semily	Spálov u Semil
VE Stanovice	31.12.1998	KP	50496/6-6044	vodní mlýn s vodní elektrárnou	Trutnov	Stanovice	Stanovice u Kuksu
VE Střekov	-	-	-	-	Ústí n. L.	Ústí n. L.	Ústí n. L.
VE Veselí nad Moravou	14.11.1994	KP	10221/7-8598	vodní elektrárna	Hodonín	Veselí n. M.	Veselí n. M.
VE Železný Brod	-	-	-	-	Jablonec n. N.	Železný Brod	Železný Brod
VE Žimrovice	-	-	-	-	Opava	Hradec n. M.	Žimrovice



## 4.5 VODÁRENSTVÍ

„Vodárenství je oborem zabývající se zásobováním lidských sídel vodou. Zkoumá kvalitu a vydatnost vodních zdrojů, metody akumulace, úpravy vody, způsoby její dopravy a rozvádění a spotřební nároky odběratelů ve městech, průmyslu a zemědělství“ (Korbář a Stránský, 1961). Vodárenství je rozsáhlý technický obor s dlouhou historií, který měl a stále má velký vliv na rozvoj společnosti a celých kultur. Již z historie je známo, že jedním z atributů vyspělé civilizace je zajištění stabilního zdroje pitné vody a její dovedení do centra dané civilizace. Základním schématem vodárenství je zdroj vody + přívod do místa spotřebiště + distribuce spotřebiteli. Jednotlivé části tohoto schématu se během historie a s nástupem různých technologií vyvíjely a zdokonalovaly, nicméně základní premisa zůstává.

Vymezení základních pojmů (Milerski, 2005):

- **jímací objekty** – objekty pro jímání/zachytávání vody (podzemní, povrchové i dešťové):
  - studny, šachty, štoly, galerie, prameny a pramenní jímky,
  - čerpací stanice (často označovány jako „vodárny“ \*);
- **objekty úpravy vody** – jednotlivé stavby nebo rozsáhlé areály čištění surové vody a její další úpravy pro potřeby následné distribuce;
- **akumulační objekty** – souhrnně vodojemy; objekty akumulace vody před následnou distribucí spotřebiteli:
  - zemní, věžové\*\* a komínové (speciální typ v průmyslových areálech);
- **distribuční objekty** – jednotlivé stavby nebo celé sítě určené pro transport vody:
  - vodovodní síť, vodovodní řad (spíše lokální význam – usedlosti, obce, města);
  - vodárenská soustava (regionální až nadregionální význam – zásobování velkých měst či celých regionů).

\* „Vodárna“ – zobecněný, ale nepřesný výraz často užívaný ve spojení s objekty čerpání, úpravy a akumulací pitné či užitkové vody; označení vodárna se užívá zejména v běžném hovoru a ve starších dokumentech i technického rázu; označení by se mělo užívat pouze ve spojení s čerpací stanicí (viz Klír a Klokner, 1923 – Technický průvodce pro inženýry a stavitele); v následujícím historickém úvodu bylo označení vodárna ponecháno z důvodu zachování autentického významu původních textů. Stejně tak je zachováno v tabulce památkově chráněných vodárenských objektů, kde je buď názvem chráněné stavby (použitým v rozhodnutí o prohlášení za KP), nebo typem proku památkového katalogu, ze kterého jsou údaje převzaty.

\*\* Termín **věžový vodojem** označuje objekty k akumulaci vody, jejichž dno je umístěno nad terénem (více viz typologie), tedy také objekty označované ve starší odborné literatuře jako „vodárenské věže“. V historickém úvodu i v tabulce památkově chráněných objektů a souborů je zařité označení „vodárenská věž“ ponecháno.

### 4.5.1 HISTORIE VODÁRENSTVÍ

#### 4.5.1.1 Počátky zásobování vodou

Zásobování pitnou vodou bylo důležitým úkolem každé velké civilizace, a proto je rozvoj vodárenství úzce spjat s civilizacemi v oblasti Střední a Jižní Ameriky, Mediteránu, Arabského poloostrova a Dálného východu. Zejména v oblastech s nedostatkem vody během letních měsíců byla otázka budování vodovodů kruciólní. Nejstarší známý vodovod byl postaven 2 000 let před našim letopočtem v Asýrii. Čerpací kola zmiňuje zákoník babylonského vládce Chamurappiho z roku 1686 př. n. l. Starověcí Římané, kteří jsou známí monumentálními akvadukty, přiváděli vodu nejen do městských kašen a domácností, ale i veřejných lázní (první římský vodovod byl postaven roku 305 př. n. l.).

#### 4.5.1.2 Historický vývoj zásobování vodou v ČR

Vývoj vodárenských systémů v českých zemích je poměrně jednotný. Lze jej rozdělit do čtyř etap daných technologickým vývojem:

- **I. období** – zdroje vody a první soukromé přivaděče (od 12. století),
- **II. období** – zásobování vodou z veřejných vodovodů (polovina 14. – 1. polovina 19. století),
- **III. období** – objevy v oblasti hygieny, úprava vody (2. polovina 19. a počátek 20. století),
- **IV. období** – kvalitní pitná voda, skupinové vodovody (od konce 19. století po současnost).

##### 4.5.1.2.1 I. období – zdroje vody a první soukromé přivaděče (od 12. století)

**Technologický tok I. období: zdroj vody → gravitační vodovod → kašny.**

Zásobování vodou na našem území je spojeno s prvními sídelními útvary, které vznikaly v okolí vodních toků. Zdroje vody poskytovaly i kopané studny a jímky na dešťovou i spodní vodu. Běžně se roznášela nebo rozvázela. Při nedostatku musela být přivedena z větší dálky. Technické vymoženosti antiky byly po pádu římské říše nadlouho zapomenuty. Období středověku vyvolalo zájem o antiku formou zavádění technických inovací. Znalost gravitačních vodovodů zprostředkovaly středověké kultuře řeholní konventy. První soukromé přivaděče (církvní nebo vrchnostenské) jsou známy od 12. století. Rozvod vody probíhal samospádem, bez potřeby pohonu pro její distribuci. Tento systém nepočítal s akumulací vody na jednom místě. Permanentně se nechávala téci do místa odběru, nejčastěji kašny. Voda byla potřebná pro řadu řemeslných profesí (barvíři, koželuzi, sladovníci), k pohonu mlýnů, pro hospodářství (napájení dobytka, zalévání zahrad), domácnosti i k odvádění splašků. Římský systém lázní, vodovodů a kultury bydlení s hygienickými pravidly rozvinulo v Evropě až 19. století (Petraň, 1985).

Vlastní vodovodní systém měl Strahovský klášter v Praze budovaný již od roku 1142 současně s objekty konventu. Voda z pramenů byla rozváděna kanálky do klášterních budov, do kašny ve studničním stavení a z ní do kamenné lichoběžníkové pisciny v rajském dvoře. Románský vodovod sloužil až do 16. století, kdy byly prameny svedeny do nové podzemní štoly (Křivský, 1997). Ze 12. století pocházel také vodovod pro Vyšehrad. V roce 1140 nechal Vladislav II. koryto vedoucí od studánky zatrubnit (Jásek, 2000).

Převažujícím zdrojem pitné vody zůstávaly vodní toky, studny či lokální prameny vyvěrající v okolí.

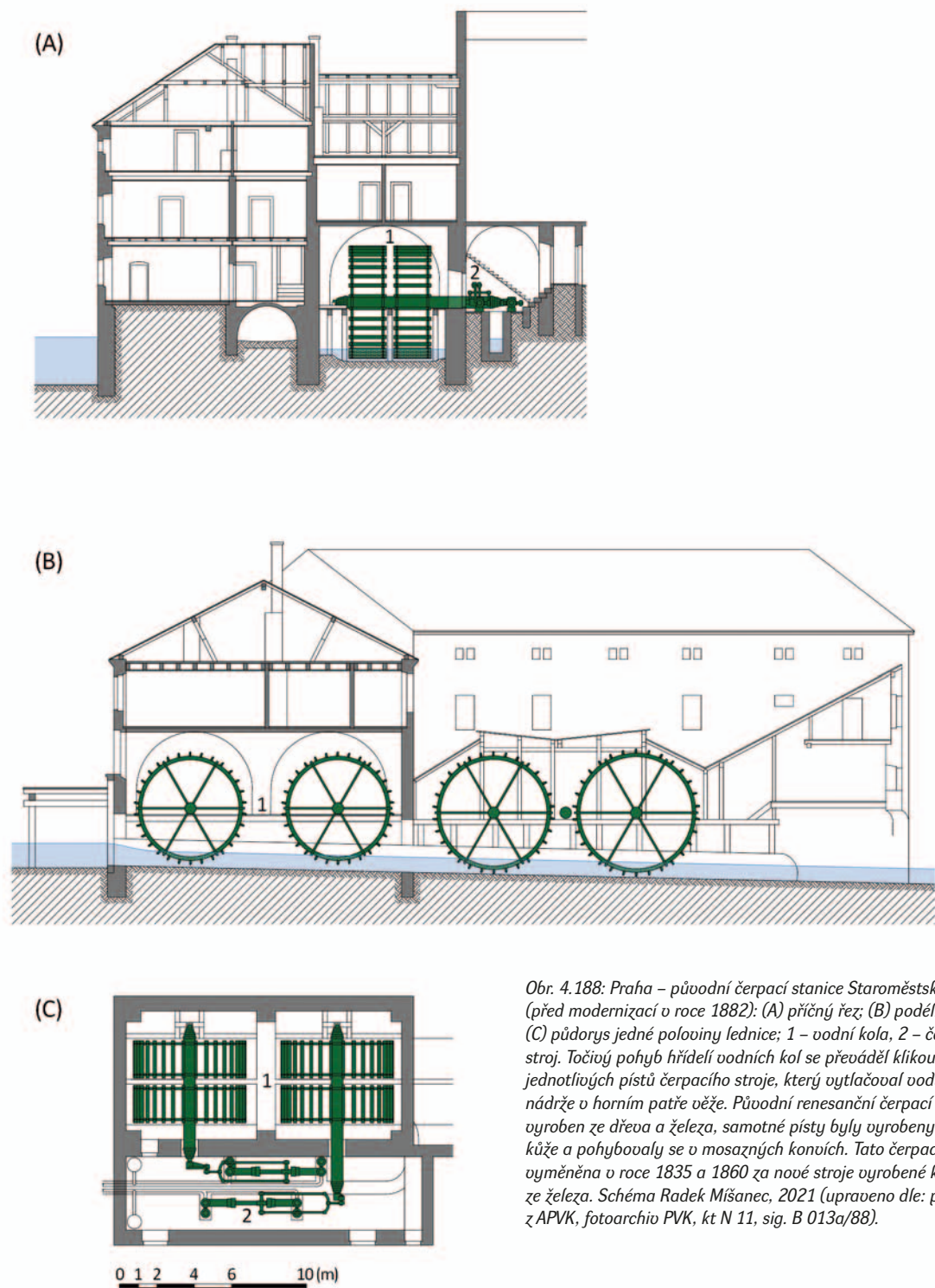
##### 4.5.1.2.2 II. období – zásobování vodou z veřejných vodovodů (polovina 14. – 1. polovina 19. století)

**Technologický tok II. období: zdroj vody → čerpadla poháněná vodním kolem → nadzemní vodojem → kašny.**

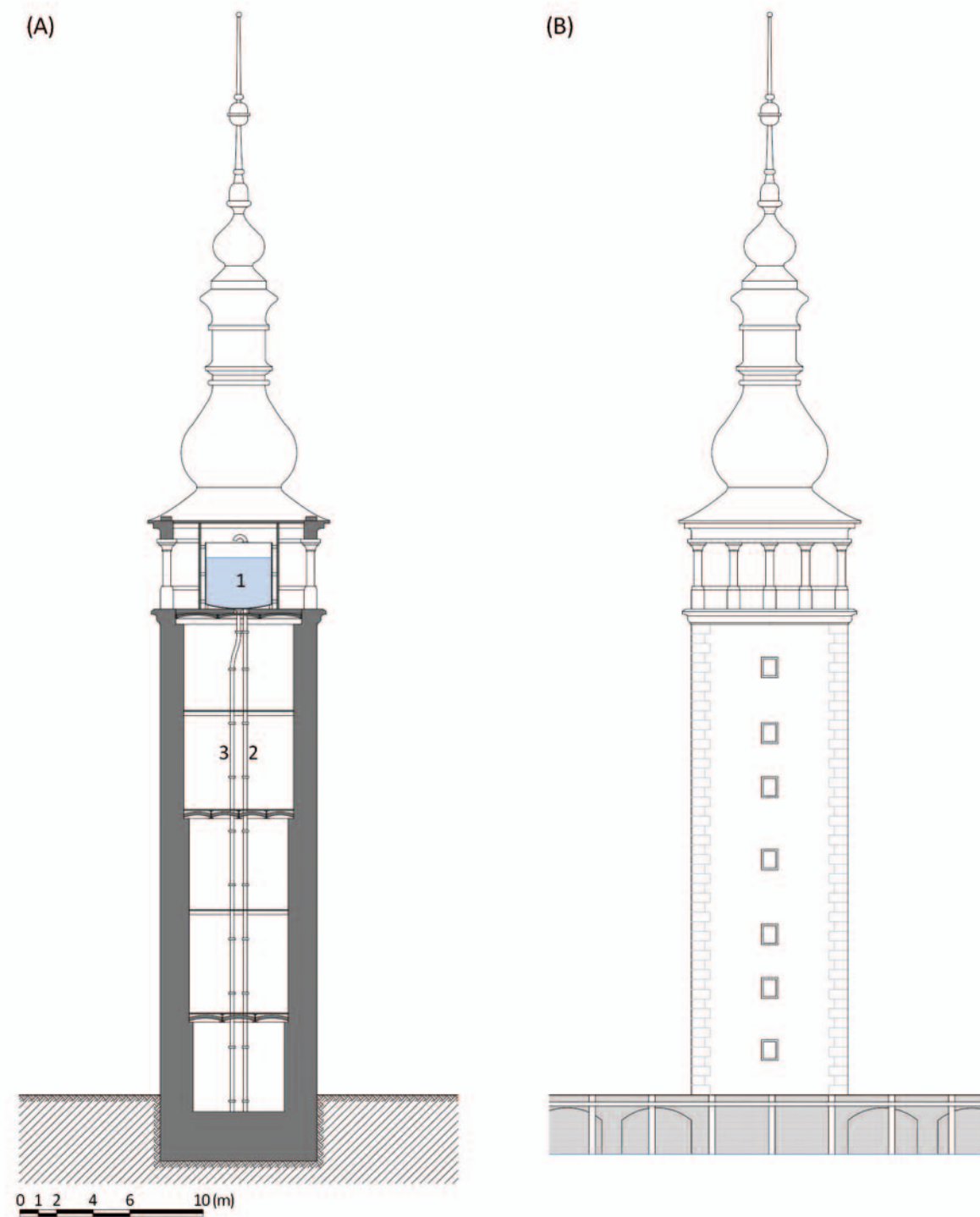
Za počátek evropského vodárenství je považován rok 1215, kdy byla zahájena stavba vodovodu v Londýně. Ve větší míře se zásobování obyvatel měst vodou z veřejných vodovodů v Evropě i u nás rozšířilo teprve od poloviny 14. století. Vodovod Nového Města pražského je datován rokem 1348 (Hlušičková, 2001). Vodárenské stavby z tohoto období fungovaly většinou až do 80. let 19. století, kdy byly buď modernizovány, nebo nahrazeny novým provozem. S centrální vodárnou byly paralelně využívány jako zdroje vody studny a dílčí přivaděče drobných pramenů.

Tam, kde nebylo možné vést vodu k místu spotřeby gravitačně, vznikl pro toto období charakteristický typ vodárny sestávající z čerpací stanice propojené výtlačným potrubím s vodárenskou věží (nebo jiným typem nadzemní nádrže), ze které se samospádem zásoboval systém veřejných i soukromých kašen. Zásobní vodovodní řady byly větvené, bez vzájemného propojení. Strojní vybavení vycházelo z principu podtlakového čerpání vody pomocí čerpadel poháněných vodním kolem. Čerpací stanice přitom často vývojově vycházely z již stojících komplexů vodních mlýnů, které postupně na daném místě nahradily.





Obr. 4.188: Praha – původní čerpací stanice Staroměstské vodárny (před modernizací v roce 1882): (A) příčný řez; (B) podélný řez; (C) půdorys jedné poloviny lednice; 1 – vodní kola, 2 – čerpací stroj. Točivý pohyb hřídelí vodních kol se převáděl klíkou na ojnice jednotlivých pístů čerpacího stroje, který vytlačoval vodu do nádrže v horním patře věže. Původní renesanční čerpací stroj byl vyroben ze dřeva a železa, samotné písty byly vyrobeny z volské kůže a pohybovaly se v mosazných konvích. Tato čerpadla byla vyměněna v roce 1835 a 1860 za nové stroje vyrobené kompletně ze železa. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: plán z APVK, fotoarchiv PVK, kt N 11, sig. B 013a/88).



Obr. 4.189: Praha – Staroměstská vodárenská věž, vybudovaná pro potřeby Staroměstské vodárny: (A) řez; (B) pohled; 1 – válcová nádrž s vypouklým dnem, 2 – nátokové potrubí, 3 – odtokové potrubí. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: plán z APVK, nesignováno).



Pro II. období je charakteristická výstavba vodárenských věží (období tzv. „renesančních vodáren“, např. Obr. 4.190). Nádrž byla umístěna v nejvyšším patře věže. Věže byly stavěny jako samostatně stojící stavby (např. pražské vodárny: Šitkovská vodárna na Novém Městě, 1495; Staroměstská vodárna, 1427 (Obr. 4.188 a Obr. 4.189), po požáru 1576 znovu postavena; Petržilkovská vodárna na Malé Straně, 1582–1596 ad.) nebo se staly součástí městského opevnění (Jihlava, 1389; Tábor, 1492; Plzeň, 1532; Louny, 1561; Nymburk, 1597 aj.) (Jásek, 1997).

Příkladem systému II. období je vodovod v Olomouci, který byl zřízen kolem roku 1514, když král Vladislav Jagellonský povolil olomoucké kapitule vést vodu rourami na Předhradí do městské kašny a rezidence kanovníků. Vodárna s vodním kolem stála u mlýna pod klášterem sv. Kláry. V roce 1528 převzalo vodovod město. V polovině 16. století zásobovaly Olomouc ještě další dva vodovody, jejichž čerpadla poháněla vodní kola (Fiala a kol., 2010).

Dalším příkladem může být město České Budějovice, které bylo až do počátku 16. století závislé na systému studní. Postupem času došlo ke kontaminaci podzemní vody fekáliemi a poté byl postaven první vodovod, který dopravoval vodu dřevěným potrubím z blízkých rybníků, začátkem 18. století došlo k vybudování vodovodu založeného na strojním čerpání vody z řeky do vodárenské věže a z ní dopravované gravitačně do kašen. Tento systém byl několikrát modernizován, nicméně v principu zůstala technologie stejná do konce 19. století, kdy byla postavena moderní vodárna.

Strojní vybavení se měnilo, ale technickým řešením odpovídalo poznatkům počátku 17. století. Vodovodní systémy (výtlačný poháněný vodním kolem a gravitační) se nezměnily až do 19. století.

Vyšší spotřebu pitné i užitkové vody, a tím i rozvoj vodárenství, podněcoval vznikající místní průmysl a růst počtu obyvatel ve městech. Nové vodárny, které čerpaly vodu z blízké řeky nebo systému rybníků, poskytovaly mnohdy vodu nižší kvality, jež se stávala příčinou epidemií.

Po odstavení vodárenského provozu docházelo k odstranění celé čerpací stanice. Jedinými pozůstatky těchto historických vodovodních systémů tak zůstaly vodárenské věže a kašny.



Obr. 4.190: Příklady vodárenských věží: (A) Mělník, renesanční vodárenská věž na Pražském předměstí, pocházející zřejmě ze 14. století, je volnou součástí městského středověkého opevnění; svému účelu sloužila až do roku 1882 (Hlušičková, 2002); (B) Nymburk, tzv. Turecká věž z konce 16. století, postavená na místě starší dřevěné věže. Foto Michaela Ryškové, 2021 a 2018.

#### 4.5.1.2.3 III. období – objevy v oblasti hygieny, úprava vody (2. polovina 19. a počátek 20. století)

**Technologický tok III. období: Zdroj vody → čerpadla s parním pohonem → úprava vody (písková filtrace) → vodojemy (různé typy) → odběrné místo (domácnosti, provozy apod.).**

Třetí období lze vymezit druhou polovinou 19. století s přesahem do století dvacátého, kdy se prolíná nebo naopak odděluje od následující etapy. Je spojeno s obdobím industrializace, provázené růstem počtu obyvatel velkých měst a zvyšujícími se nároky na dodávky vody pro rozvíjející se průmysl. Mnoho starších vodáren bylo transformováno ve vývojově vyspělejší provozy a vznikaly nové, vystavěné podle moderních principů. Vedle strojové mechanizace čerpání vody se přikročilo k prvním pokusům o čištění vody pomocí pískové filtrace a k výzkumu kvality získávané vody ve snaze dovést do dané lokality vodu čistě pitnou. Byly hledány nové zdroje vody mimo dosud využívaná odběrná místa, která už nedostačovala kvalitou a kvantitou.

Klíčovým se stal vynález parního stroje, který byl použit pro čerpání vody ve vodárnách (a později také poháněl zařízení čistíren odpadních vod) (Obr. 4.191 a Obr. 4.192). Zřejmě první využití parní energie pro zásobování vodou je spojeno s použitím Newcomenova atmosférického stroje v Londýně mezi lety 1726–1732. Od 80. let 19. století byly užívány výkonnější, spolehlivější a úspornější parní stroje, navržené Jamesem Watterem (např. v čerpacích stanicích v Londýně a Paříži) (Douet, 2018).

Z kapacitních důvodů byl parní pohon zaváděn také ve starších provozech, přičemž vodní kola mnohde zůstávala nadále v provozu. V lokálních vodárnách obsluhujících menší urbánní lokality byl původní pohon využíván více než parní, protože bylo možné jej nechávat bez dozoru a nutnosti systémově řešit jeho zásobování palivem. Vodní kola byla případně nahrazována výkonnějšími typy nebo turbínami. Tento proces je možno ilustrovat na příkladu dnes již zaniklé tzv. velké vodárny v Olomouci, která byla v provozu přibližně 200 let do roku 1889. Pumpy poháněné vodním kolem čerpaly vodu z Mlýnského potoka do kamenné věže. Technologie byla stále obnovována, v roce 1868 bylo instalováno Poncetovo vodní kolo a roku 1877 byl zvýšen výkon pomocí parního stroje (Kopecký, 2000).

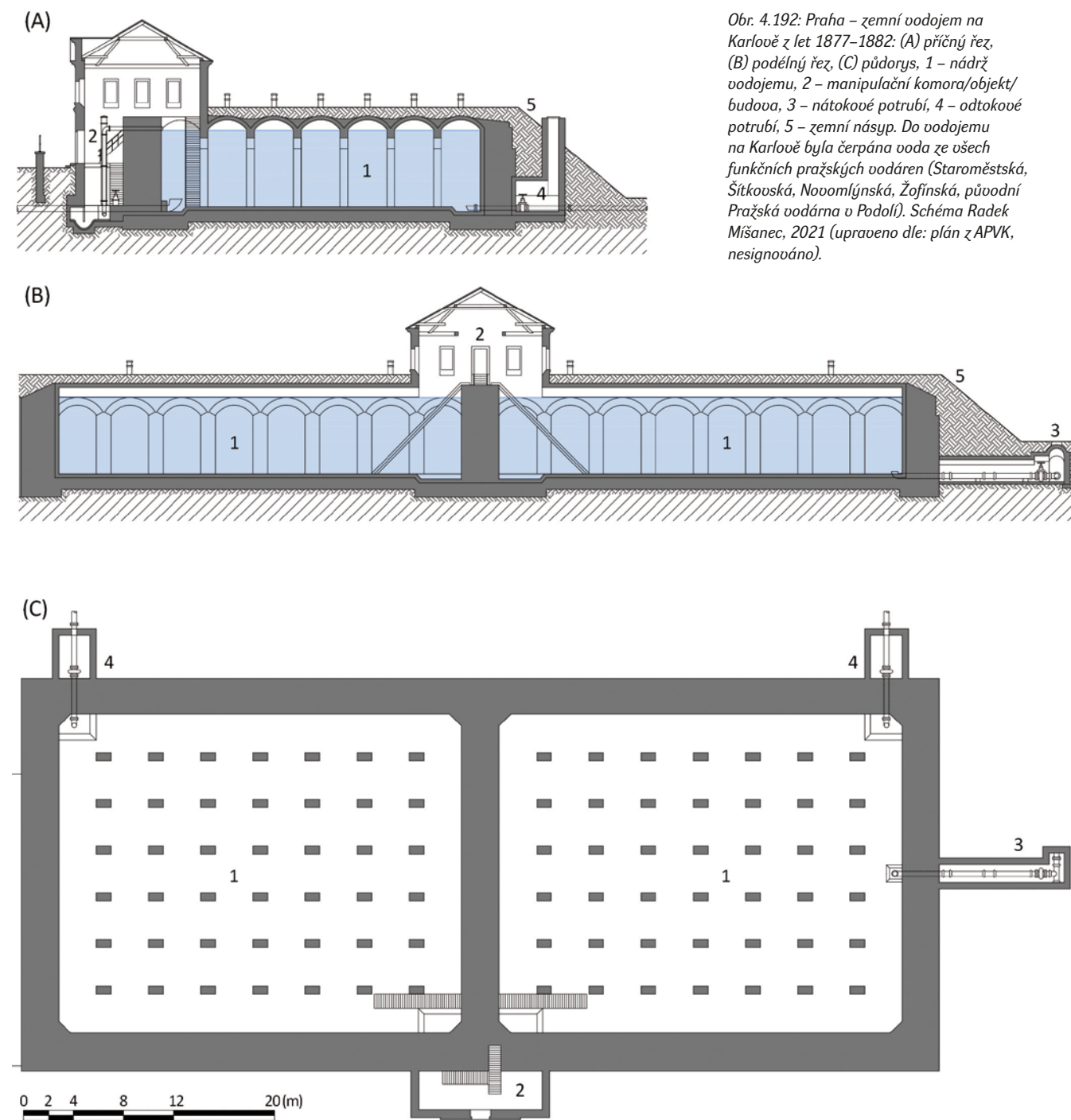
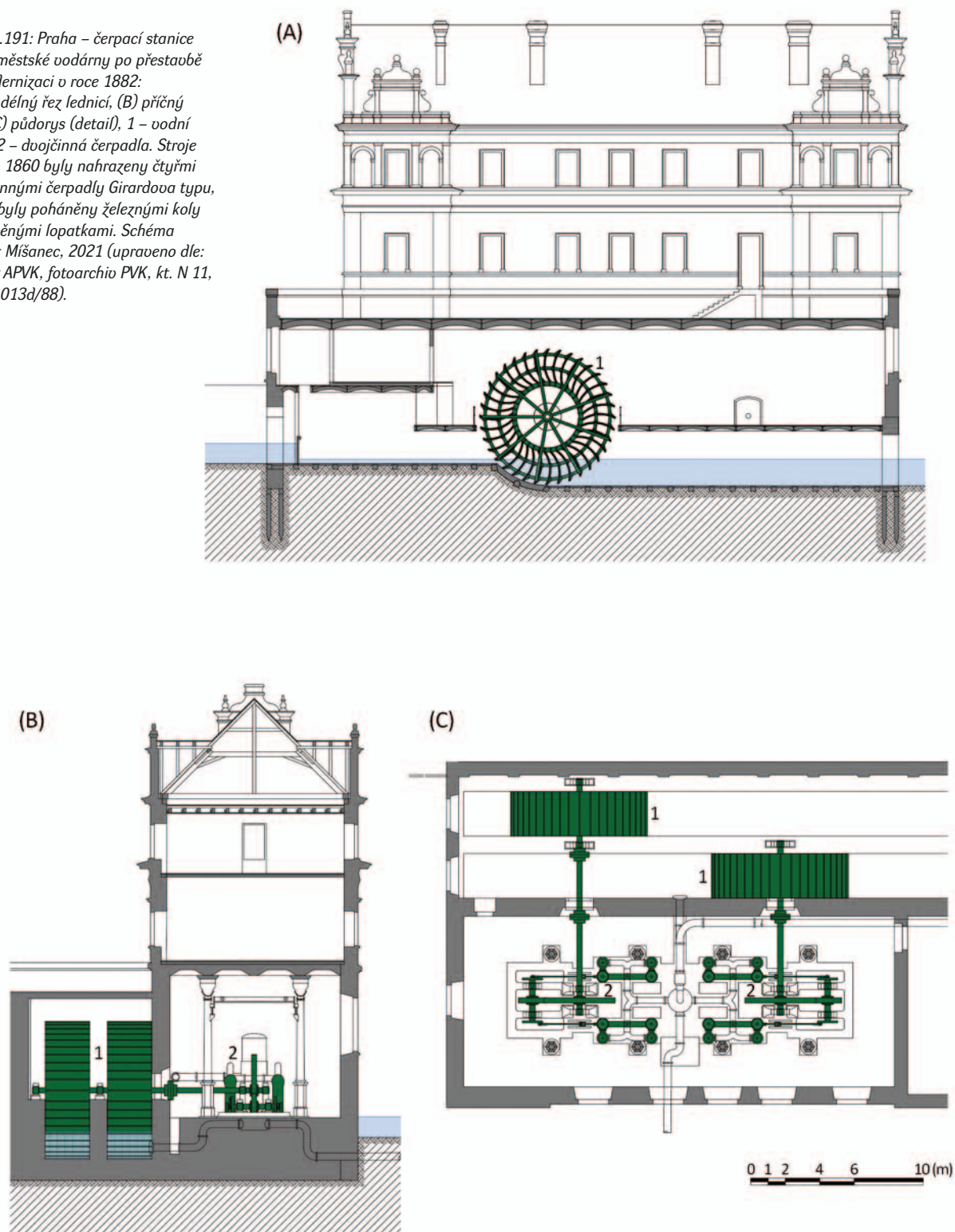
Zachovaným příkladem čerpací stanice s parním pohonem je chválkovická vodárna. Město Olomouc hledalo ve druhé polovině 19. století novou zásobárnu kvalitní pitné vody. Pomocí zkušebních vrtů byl nalezen zdroj podzemní vody v oblasti Chválkovic. Projektem byl pověřen stavební rada Salbach a realizace zadána v roce 1889 firmám Corte a spol. (stavby) a Prager Maschinenbau, Akt. Gesellschaft (technologie). Vedle jímací studny byla postavena patrová strojovna s kotelnou vybavená dvěma plunžrovými dvojčítými čerpadly, spojenými se dvěma ležatými dvouválcovými sdruženými parními stroji, kotelna se dvěma dvouplamencovými kotli s Gallowayovými větrníky a komínem vysokým



Obr. 4.191: Praha – čerpací stanice Staroměstské vodárny. Foto Michaela Ryškové, 2021.



Obr. 4.191: Praha – čerpací stanice Staroměstské vodárny po přestavbě a modernizaci v roce 1882: (A) podélný řez lednicí, (B) příčný řez, (C) půdorys (detail), 1 – vodní kola, 2 – doojčinná čerpadla. Stroje z roku 1860 byly nahrazeny čtyřmi doojčinnými čerpadly Girardova typu, které byly poháněny železnými koly s dřevěnými lopatkami. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: plán z APVK, fotoarchiv PVK, kt. N 11, sig. B 013d/88).

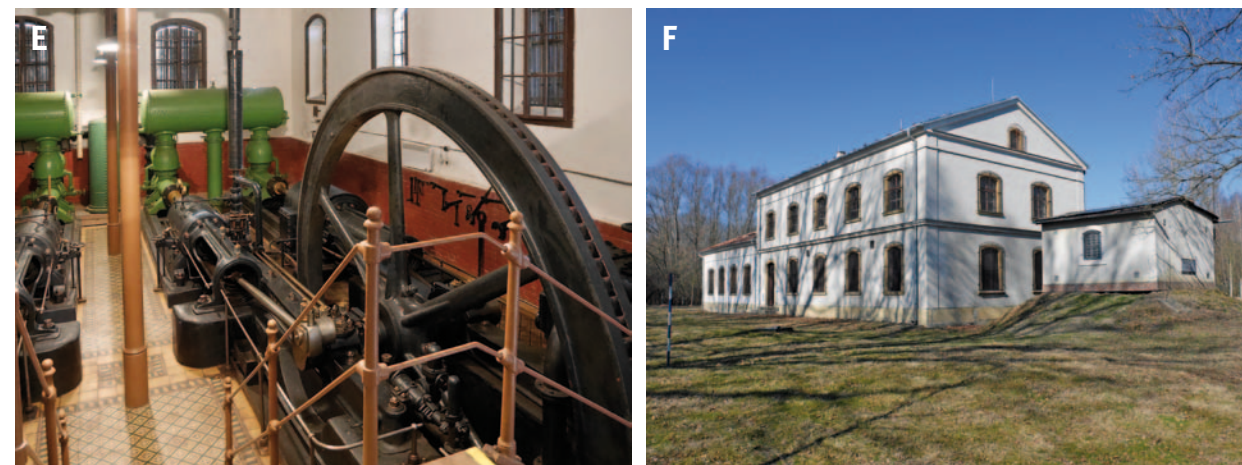
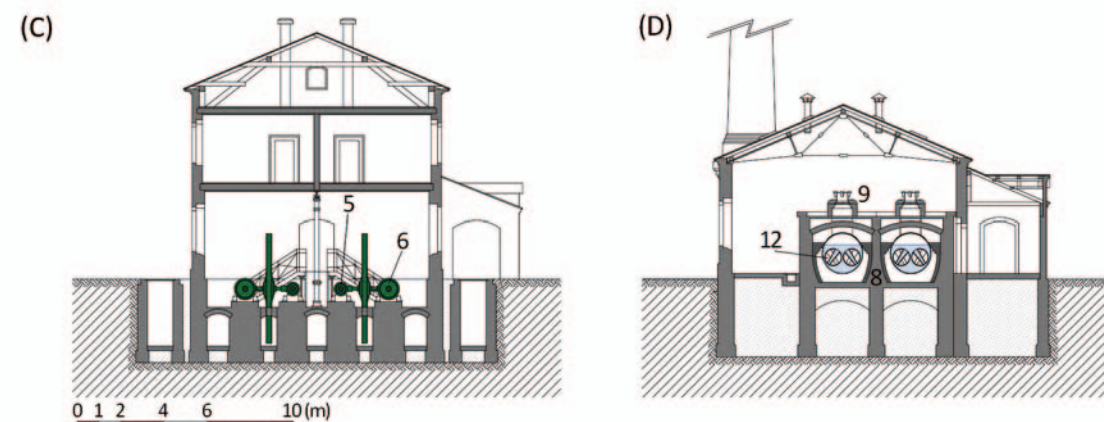
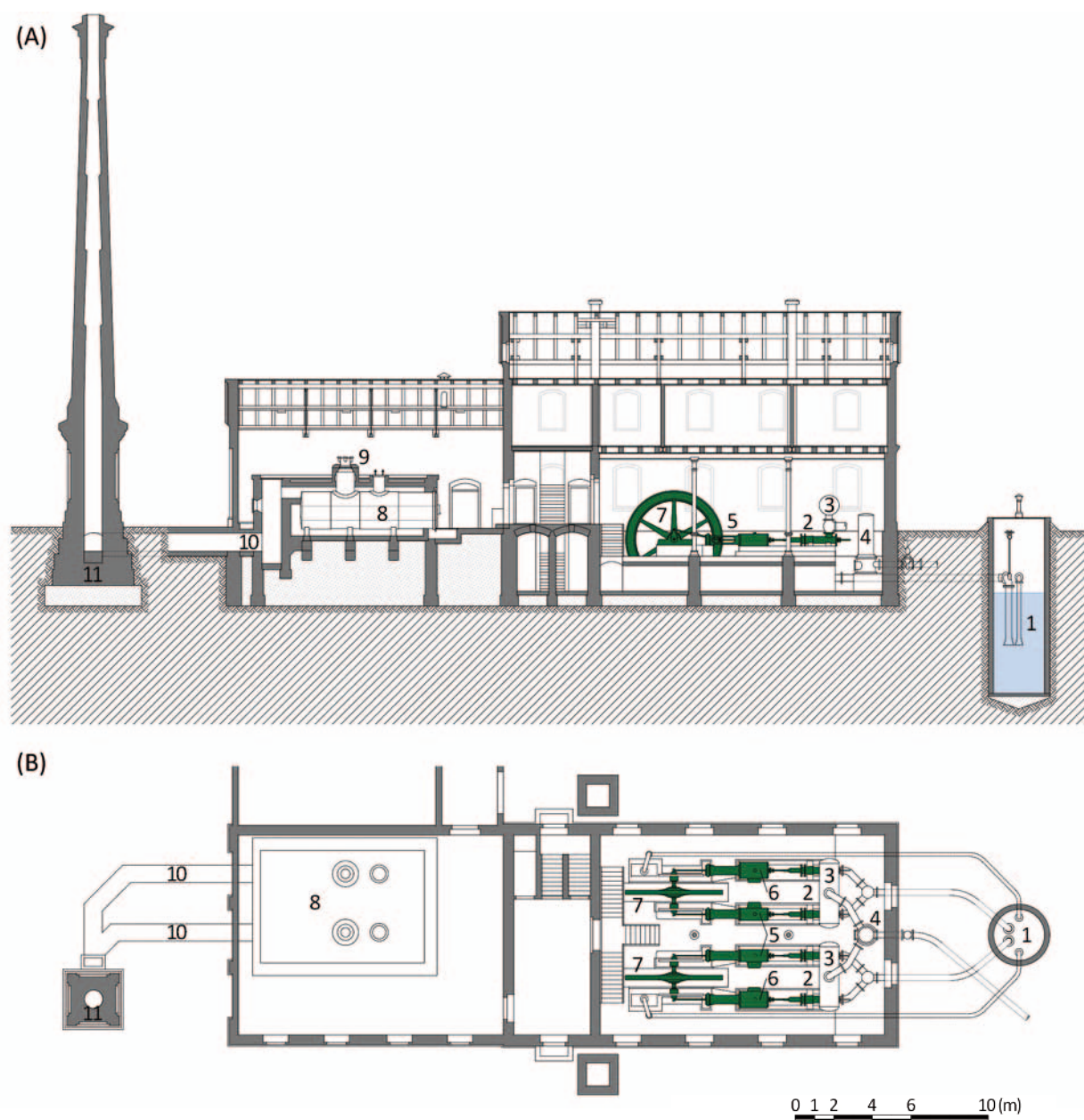


Obr. 4.192: Praha – zemní vodojem na Karlově z let 1877–1882: (A) příčný řez, (B) podélný řez, (C) půdorys, 1 – nádrž vodojemu, 2 – manipulační komora/objekt/budova, 3 – nátokové potrubí, 4 – odtokové potrubí, 5 – zemní násyp. Do vodojemu na Karlově byla čerpána voda ze všech funkčních pražských vodáren (Staroměstská, Šitkovská, Novomlýnská, Žofínská, původní Pražská vodárna v Podolí). Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: plán z APVK, nesignováno).



32 metrů (Obr. 4.193). V patře objektu byly byty zaměstnanců. Voda byla čerpána do dvoukomorového zemního vodojemu z cihelného zdiva o objemu 1 500 m<sup>3</sup> na Tabulovém vrchu. Parní čerpací stanice byla v provozu až do roku 1960, kdy byl provoz převeden na elektrický (Fiala a kol., 2010; Hlušíčková, 2002).

Zajímavou ukázkou je vodárenský systém města Opavy (Obr. 4.194). V roce 1875 byla zprovozněna moderní vodárna Ústředního vodovodu města Opavy, jejíž areál nad městskými sady v ulicích Jaselské a Karlovecké je stále v provozu. Říční voda z Opavice byla přiváděna na pískové filtry zapuštěné pod terénem v areálu vodárny, přefiltro-



Obr. 4.193: Olomouc-Chvoálkovic – parní čerpací stanice vodárny z konce 80. let 19. století: (A) podélný řez; (B) půdorys; (C) příčný řez strojovnou, (D) příčný řez kotelnou, 1 – sběrná podzemní nádrž, 2 – pístové dvojitě plunžrové vodní čerpadlo, 3 – společný sběrač vody pro dvojici čerpadel, 4 – vyrovnávací vodní nádrž pro odvod vody do vodovodního řádu, 5 – vysokotlaký parní válec, 6 – nízkotlaký parní válec, 7 – setrovač parního stroje, 8 – plamencový parní kotel typu Lancashire zefektivněný Gallowayovým vodotrubným systémem, 9 – parní dóm, 10 – spalínový kanál; (E) strojovna s dvojicí dvouválcových dvojitých horizontálních parních strojů, každá o výkonu 80 koňských sil, které poháněly dvojici pístových plunžrových vodních pump; (F) strojovna s kotelnou, opravo jímací studna. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: plánové dokumentace); foto Michaela Ryškové, 2022.

vaná byla jímána do sběrné studny, čerpána do vodojemů a odtud rozváděna vodovodními řadami. Strojovna byla vybavena dvěma parními kotly a čerpadly. O deset let později byla řeka pro nedostatečnou kvalitu jako zdroj opuštěna a nahrazena podzemními zdroji vody (Jaktařský zářez, Sádrcová galerie ad.). Systém se průběžně intenzifikoval rozšířením pramenišť či výstavbou nových vodojemů. Plné pokrytí zvyšující se spotřeby města zajistilo až napojení na Kružberský skupinový vodovod (SMWAK, 2021).

Ve III. etapě vzniklo mnoho vodáren, které sloužily svému účelu jen několik desetiletí a následně byly odstaveny a nahrazeny moderními komplexy. Např. v Praze byla modernizována většina vltavských vodáren a současně vznikaly nové pobočné provozy – dvě původní podolské vodárny (vinohradská a pražská), žofínská, smíchovská, řada lokálních průmyslových zdrojů soustředěných většinou v oblasti Libně, původní čerpací stanice pro Ústav choromyslných v Bohnicích atd. (Jásek a Drnek, 2020; Obr. 4.195). Až na výjimky, kdy byly budovy využity k jinému účelu, došlo





Obr. 4.194: Opava – areál vodárny v ulici Jaselská z roku 1875 s objektem původní parní strojovny. Foto Alena Boroucová.



Obr. 4.195: Praha-Bohnice (Psychiatrická léčebna Bohnice) – blok prádelny čp. 25. Rozsáhlý areál psychiatrické léčebny vznikl od roku 1905 do 30. let 20. století. Autor většiny staveb Václav Roštlapil projektoval také věžový vodojem z roku 1908. Studená užitková voda byla čerpána do nádrže v nejvyšším patře, pod ní byly do expanzní nádrže pro regulaci tlaku topné soustavy, níže nádrž na teplou vodu a dole na vodu vlažnou, vedenou do lázní. Studená voda tekla samospádem dolů, kde byla ohřata párou, a sama stoupala do nádrže na teplou vodu, odkud byla rozváděna samospádem do areálu. Vodárna sloužila do roku 1972. Budova původní čerpací stanice byla přebudována na bytovou jednotku. Foto Michaela Ryškové, 2022.

k demolicím čerpacích stanic a proměně daného místa. Zachovány zůstaly věžové vodojemy, které se staly identifikačním prvkem lokality. Zemní vodojemy se zachovaly většinou jen tehdy, pokud byly zapojeny do modernizovaného okruhu.

V této etapě vzniklo množství vodárenských provozů sloužících k zásobování průmyslového podniku, městské části či venkovské lokality. Technologicky sestávaly jen ze strojovny a jednoho čerpacího místa v podobě vsakovací studně. Jednalo se o případy, kdy dosavadní městský rozvod nestačil zásobovat ani místo svého určení, a proto soukromí provozovatelé přistoupili k výstavbě vlastního malého zdroje. Malé průmyslové provozy, umístěné poblíž řeky, dokázaly zásobit užitkovou vodou více míst najednou. Voda ale nebyla vhodná pro dlouhodobé zásobování většího množství obyvatelstva. Některé provozy jsou dosud využívány nebo v krajině zůstávají zachovány jejich relikty, např. trkače či vodním kolem poháněné malé vodárničky, které vznikly působením místního výrobce.

Například město Plzeň mělo několik vodárenských komplexů, které dokládají kontinuální přenos provozu z jednoho období do druhého. V letech 1888–1890 vybuodovala firma E. Škoda městskou vodárnu v Malostranské ulici pod vrchem Homolka se zdrojem vody z řeky Úhlavy. Pístová čerpadla, poháněná parním strojem, čerpala vodu do čtyř usazovacích nádrží a čtyř anglických filtrů. V letech 1897–1907 došlo v Plzni k výstavbě specifického průmyslového

vodovodu na pitnou vodu pro Měšťanský pivovar, který čerpal vodu studniční i říční (Obr. 4.196). Ten byl během první světové války připojen na městský rozvod a společně s dalším, nově zbudovaným vodovodem přivádějícím pramenitou vodu z Grubovky po dlouhou dobu fungoval jako jeden z pobočných zdrojů pro město vedle moderní vodárny, která vznikla modernizací stávajícího provozu na Homolce (Hlušíčková, 2003).

Třetí a čtvrtá etapa se časově a technologicky prolínají. Provozy vzniklé na konci 19. století, které jsou stále plně funkční, lze zařadit také do posledního období.



Obr. 4.196: Plzeň – věžový vodojem v areálu pivovaru Prazdroj z let 1905–1907 byl součástí vodovodu Měšťanského pivovaru. Prováděcí projekt zpracoval ing. Spalek a stavitel Hucl. Doželezné nádrže byly usazeny nad sebou, jedna na pramenitou a druhá na říční vodu. Systém vodárny sestával vedle věžového vodojemu z elektrárny pohánějící říční čerpací stanici, objektu hrubého filtru, odželezovací stanice a pračky písku a vodárenské budovy u studny na Roudné. Foto Alena Boroucová, 2020.

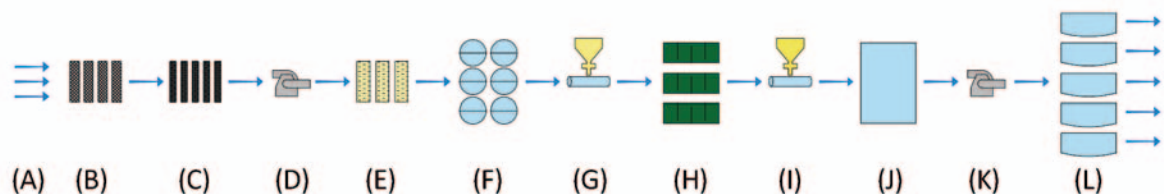
#### 4.5.1.2.4 IV. období – kvalitní pitná voda, skupinové vodovody (od konce 19. století po současnost)

**Technologický tok pro IV. období: Zdroj vody (prameny, přehrady) → čerpadla poháněná elektromotory → vícestupňová úprava vody (filtrace, koagulace, chemická úprava) → zemní a věžové vodojemy → odběrné místo (domácnosti, provozy apod.).**

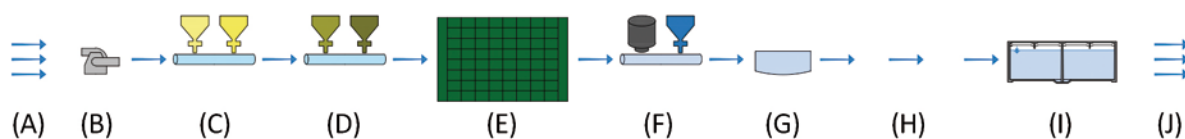
Moderní éra zásobování měst pitnou vodou nastala na sklonku 19. století a kontinuálně zahrnuje modernizace a realizace nových projektů a aktivní využívání zdrojů v průběhu 20. století až do současnosti. Striktní oddělení moderních vodáren od předchozích je obtížné. Jediným vodítkem je výsledný produkt – kvalitní pitná voda – a s ní spojené zdokonalení technologií úpravy vody.

Vodárenské systémy se v tomto období stávají mnohem komplexnějšími. Vodárny jako takové se mohou skládat z více budov, ve kterých jsou umístěny samostatné čerpací objekty, dále strojovna, filtrace, koagulace (nebo jiný stupeň chemického čištění) či pobočná čerpací stanice, která tlačí vodu do místa určení. Soubory vodojemů se diverzifikují a většinou již nestačí jeden objekt vodojemu propojeného s případnou vodárenskou věží, určenou pro rozvod vody do vyšších pater, ale voda je rozváděna do více míst. Často nenacházíme pouze samotný vodojem, ale taktéž i objekt přečerpací stanice, která pomáhá s rozvodem vody do vzdálenějších lokalit. Věžové vodojemy se dnes již prakticky nestaví, a pokud ano, tak v drtivě většině kovové kulovité, tzv. aknagloby. Drtivá většina objektů určených pro akumulaci vody se z kapacitních důvodů staví v polopodzemní podobě a tlak, nutný k vyčerpání vody do vyšších míst, je vytvářen uměle v přečerpacích stanicích.





Obr. 4.197: Schéma úpravy vody v úpravně vody Podolí: (A) odběr surové vody z Vltavy; (B) hrubé česle v jímacím objektu na Veslařském ostrově; (C) jemné česle v objektu úpravy; (D) čerpání surové vody do vodárny; (E) přeplňovací komory; (F) čističe; (G) alkalizace; (H) filtrace; (I) hygienické zabezpečení vody; (J) akumulace upravené vody; (K) čerpání upravené vody do vodojemů; (L) vodojemy Karlova, Flora, Zelená líška, Laurová, Bruska; (M) distribuce k odběratelům. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: schéma v Muzeu pražského vodárenství).

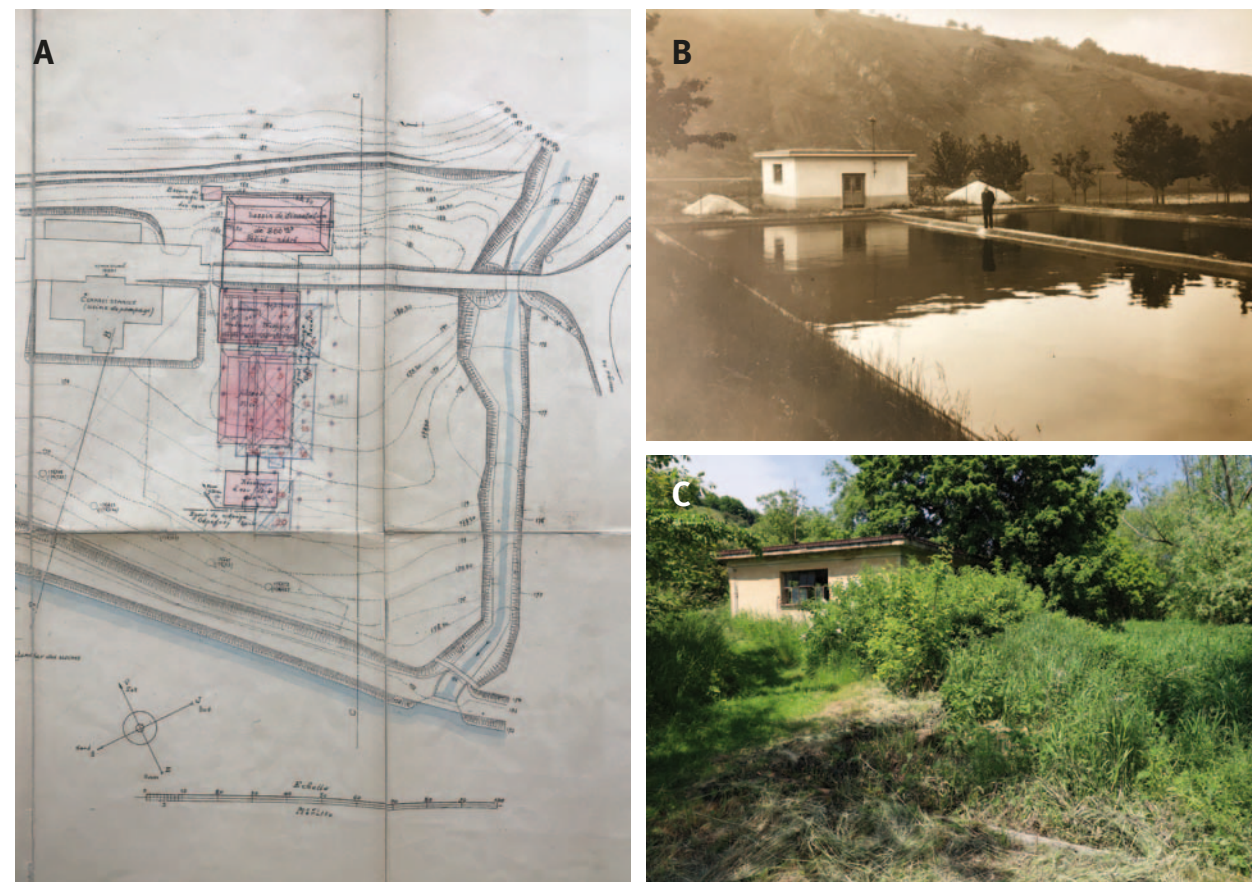


Obr. 4.198: Schéma úpravy vody v úpravně vody Želivka: (A) odběr z vodárenské nádrže Sviňov; (B) čerpací stanice; (C) dávkování kyseliny sirové a síranu hlinitého; (D) dávkování manganistanu draselného a aktivního uhlí; (E) pískové rychlofiltry; (F) ozonizace, dávkování chloru a hygienické zabezpečení pitné vody; (G) regulační vodojem; (H) štolový přivaděč; (I) vodojem Jesenice; (J) distribuce k odběratelům. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: schéma v Muzeu pražského vodárenství).

Jako příklad lze uvést srovnání tří rozdílných typů vodáren, používajících totožnou, ve své době rozšířenou technologii úpravy vody francouzským filtračním systémem Puech-Chabal. Soustava byla v českém prostředí známa už na počátku 20. století, ale k realizacím došlo až ve 20. letech. Systém několikanásobné pískové filtrace plně využíval přirozeného čistícího procesu. Na rozdíl od pomalé pískové filtrace (tzv. „anglické filtry“) dodával vodu výrazně lepší kvality. Stále však šlo o vodu užitkovou, nikoli pitnou, což jej řadí ještě k III. etapě. V letech 1924–1926 jej u nás zavedla městská říční vodárna v Plzni (na Homolce), od roku 1925 již výše zmiňovaná vodárna Psychiatrické léčebny v Praze-Bohnicích a v letech 1922–1929 vodárna v Praze-Podolí. Jak v Plzni, tak v Podolí brzy došlo k modernizaci čištění o další stupeň pomocí chemické koagulace, což je řadí také do IV. etapy (Obr. 4.197). Koagulace spočívá v přidání koagulantu (činidla, na bázi železa nebo hliníku, např.  $\text{FeCl}_3$ ), čímž dojde ke koagulaci (vysrážení) nečistot do podoby pevných látek (vloček, sraženin), které je možno mechanicky z vody odstranit sedimentací nebo filtrace (Obr. 4.198 a Obr. 4.199). V Bohnicích byla voda stále využívána pouze jako užitková.

Vedle velkých vodárenských soustav se i během dvacátého století stavěly lokální vodovody, které sloužily jen jedné lokalitě a jejich vročení do moderního vodárenského období je složité, protože se jedná o památky, které fungují na principu mechanického čerpání vody, odpovídajícímu předchozím obdobím. Kvalita vody je nicméně posuzována jako pitná, navzdory často velmi základním filtračním principům, kterými je surová voda čištěna (Obr. 4.200 a Obr. 4.201). Těchto lokálních vodáren se dochovalo překvapivě velké množství a jedná se o solitérní stavby, skryté ve volné krajině a často jen obtížně dosažitelné. Byly budovány na odlehlých místech, kde panoval setrvalý nedostatek vody a nebylo možno je napojit na nově vznikající městské či skupinové vodovody. Vedle větších strojních celků se dochovala i celá řada velmi malých obslužných zařízení, která často sestávají jen z malého čerpadla v podobě trkače. Přesný počet takto dochovaných zařízení je neznámý, velká část je ztracena v místní krajině, řada z těchto zařízení je i dnes v provozu (Jásek a Drnek, 2020).

Vedle jednotlivě budovaných úpraven vody začaly v tomto období vznikat také *Sdružené vodárenské soustavy*, či *Skupinové vodovody*. Jedná se o vodovodní systém, který je buď od svého založení, či postupem času, plánován

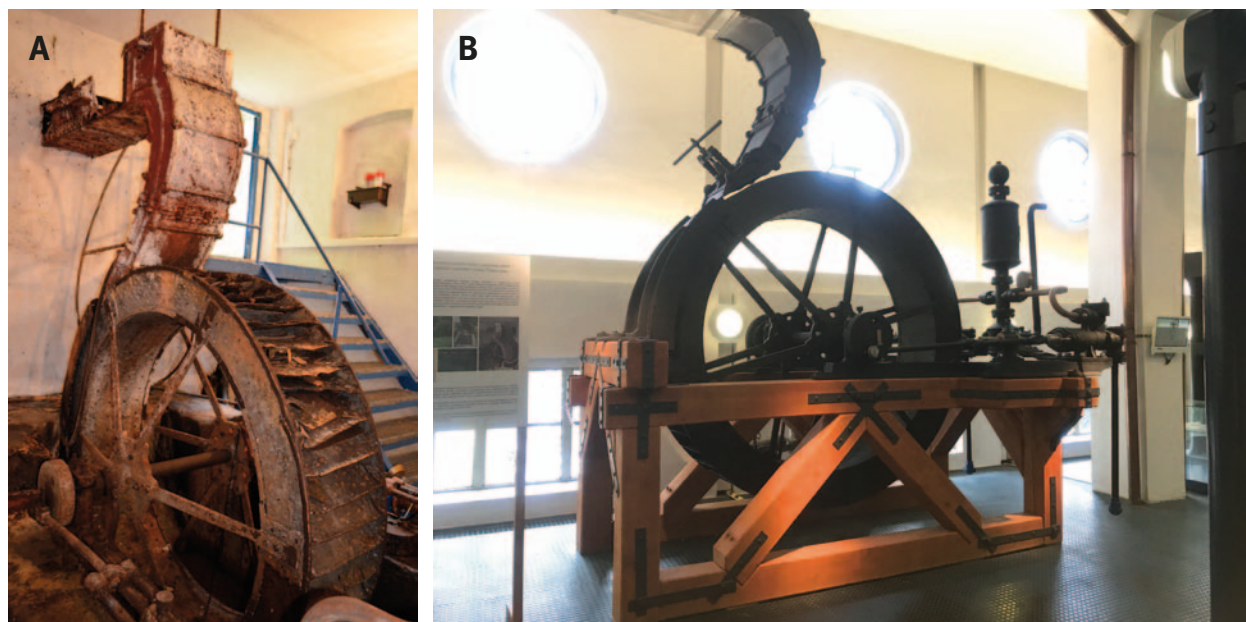


Obr. 4.199: Praha-Bohnice – soukromá říční vodárna pro potřeby Zemského ústavu pro choromyslné, nové filtrační zařízení: (A) polohopisný plán; (B) usazovací nádrže v roce 1926; (C) současný stav usazovacích nádrží. V roce 1925 došlo ke spuštění samostatně stojící filtrační stanice, která čistila vodu čerpanou z původní čerpací stanice. Systém sestával z čerpací stanice a pískových filtrů systému Puech-Chabal. Nejpозději roku 1972 došlo k odstavení celého systému a napojení ústavu na městský rozvod vody. Budova strojoony je v současnosti využívána jako zázemí pro autoopravnu, filtry byly zavezeny zeminou, ostatní budovy byly buď destruovány, či nechány ladem. Foto (A) Archiv PVK, f. PV, kt. 249, sign. H – 1096, f; (B) Fotoarchiv PVK, kt. 16, sign. OV-239; (C) Jan Kolář, Archiv PVK, 2021.

jako zdroj vody pro několik na sobě nezávislých spotřebišť (Obr. 4.202 a Obr. 4.203). V současné době se některé jednotlivé skupinové vodovody vzájemně propojují a vytvářejí tzv. vodárenské soustavy. Vznik vodárenských soustav, které jsou v zásadě lokálním specifickým České republiky, se datuje do období po roce 1965, kdy byla ukončena etapa poválečné hospodářské obnovy (Broncová, 2006). Tzv. skupinové vodovody se začaly vytvářet již začátkem 20. století, jejich rozvoj ale nastal v meziválečném období, kdy státní dotace vznik tohoto typu vodárenských soustav až do výše 75 % všech nákladů (Cukr, 2010). Často se jedná o soustavu s jedním či více zdroji surové vody, která je následně zpracována dle standardních postupů v procesu výroby vody. Jako skupinový vodovod lze v současné době teoreticky označit takřka všechny velké úpravní vody, protože prakticky všechny zásobují kromě svého primárního cíle i celou řadu lokálních míst (Obr. 4.204).

V současné době dochází ke snižování spotřeby vody ať už díky snaze obyvatelstva vodou neplýtvat, či ukončením řady průmyslových činností, které spotřebu vody enormně zvyšovaly. Současným trendem ve vodárenství tak již není prosté zvyšování objemu vyčerpané a zpracované vody, ale zvyšování její kvality. Zároveň je trendem snaha o postupné propojení co největšího počtu nadřazených vodárenských soustav tak, aby bylo možno pružně reagovat





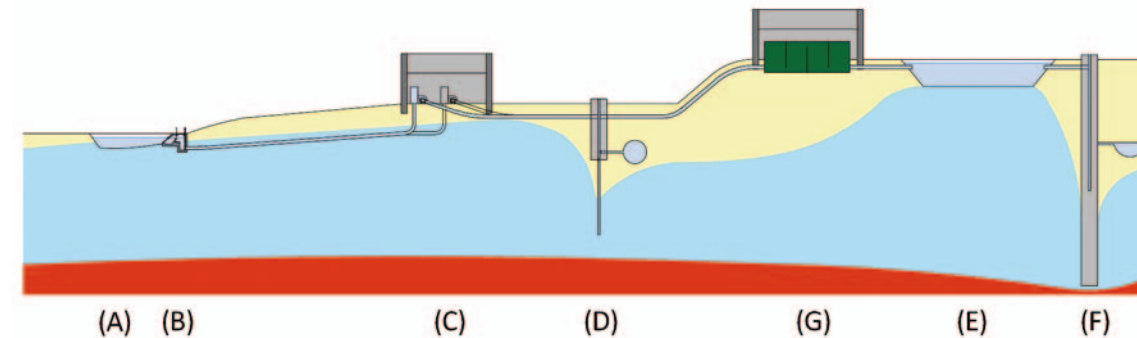
Obr. 4.200: Pavlovice u České Lípy – lokální vodárnu postavila a strojní vybavení vyhotovila firma J. Gater-Hühnerwasser v roce 1902, kdy došlo k vybudování jímacího objektu pitné vody a čerpací stanice a k úpravám toku Dolského potoka. Čerpání a dopravu vody zajišťovalo ležaté dvojčinné čerpadlo, poháněné vodním kolem s horním přepadem vody, tzv. Gatterovo kolo. Původní čerpací soustrojí fungovalo až do poloviny 70. let. (A) zařízení na místě nálezů; (B) instalace v Muzeu pražského vodárenství. Foto Archiv PVK, 2010 a 2018.



Obr. 4.201: Trkač (čerpadlo založené na využití kinetické energie proudící vody) z Nových Dvůrů u Kutné hory – pravděpodobně v roce 1897 nahradil čerpadlo, poháněné vodním kolem. Až do poloviny 50. let 20. století zásoboval užitkovou vodou velkostatek a místní zámek. Zdrojem vody byl místní rybník, voda byla vytlačována do věžového vodojemu, odkud proudila do místa určení. V 90. letech 20. století byl prodán rybník, věž a hrázdný dům obsluhy skončily v dezolátním stavu a trkač byl zapomenut. K jeho nalezení, vyzvednutí a rekonstrukci došlo v letech 2014–2016 (Nové Dvory). Instalován v expozici Muzea pražského vodárenství. Foto Archiv PVK.



Obr. 4.202: Káraný, Káranánská vodárna – vodárna v obci Káraný na soutoku Labe a Jizery, byla postavena v letech 1896 až 1912, spuštěna 1913, oficiálně 1. ledna 1914. Vodárna je založena na jímání podzemní vody, která vzniká prosakováním říční vody do vhodného, zde štěrko-pískového podloží. Přirozeně profiltrovaná voda je sbírána podzemními nasávacími studněmi. V 60. letech byl proces doplněn umělou infiltrací, spojenou s přímým čerpáním surové vody z řeky na soustavu venkovních pískových filtrů. Vedlejším zdrojem vody je taktéž soustava artézských studní. Původně byla poháněna parními stroji, od 30. let 20. století modernizována na elektrický pohon. Vodárna je stále plně funkční. Od začátku se jednalo o lokální skupinový vodovod, protože původními odběrateli bylo hl. město Praha a jeho předměstí, od druhé poloviny 20. století je na vodu napojena i řada okolních obcí podél hlavního přivaděče. Foto: Archiv PVK, Fotoarchív, kt. N 21, sign. C 083a.



Obr. 4.203: Káraný, Káranánská vodárna – schéma úpravy vody: (A) jez na jezeře; (B) odběrný objekt; (C) čerpací stanice surové vody; (D) vrtané studny; (E) spouštěné studny s horizontálními sběrači; (F) usakovací nádrže; (G) úprava vody s pískovými rychlofiltry, usakovací nádrže. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno podle: schéma v Muzeu pražského vodárenství).

na současnou klimatickou situaci a zásobit vodou lokality, které v dané chvíli mají se zásobováním problémy. Dalším trendem je snaha o decentralizaci a osamostatnění řady malých lokálních sídel na centrálním vodárenském systému díky možnosti recyklace již spotřebované vody a její další využití ve formě tzv. „šedé vody“. Výstavba velkých úpraven vody již není realizována a s největší pravděpodobností se již k jejich výstavbě nepřikročí. Snahou je naopak dosud stojící vodárenské komplexy využít pro co největší počet konzumentů a maximalizovat kvalitu dodávané vody instalací nových technologií (aktivní uhlí, membránové technologie, nanotechnologie), které reagují na nové hrozby znečištění, které nejsou dosavadním způsobem odstranitelné (hormony, léčiva, hnojiva).





Obr. 4.204: Skupinový vodovod Besednice, Nesměň, Něchov a Todně – jedná se o vodní dílo, vzniklé spojením dvou původně nezávislých vodárenských soustav – vodovod Besednice–Nesměň a vodovod Todně–Něchov. První zmiňovaný vznikl v letech 1922 až 1925 a jednalo se o jednoduchý gravitační vodovod, sestávající z čerpací stanice na svahu Besednické hory, který přiváděl vodu do vodojemu a odtud do místa určení. Druhý vodovod vznikl v letech 1922 až 1924. V letech 1925 až 1928 proběhla stavba samotného skupinového vodovodu, která propojila obě soustavy do jednoho funkčního celku. Vodovodní systém je dodnes funkční, jeho důležitými prvky jsou především čtyři vodojemy, vybudované společně s celou soustavou – jedná se o zemní vodojem, který je součástí čerpací stanice, a věžové vodojemy v obcích Besednice, Nesměň (A) a Něchov (B). Foto Michaela Ryškové, 2022.

## 4.5.2 TYPOLOGIE VODÁRENSKÝCH OBJEKTŮ

### 4.5.2.1 Zdroje pitné vody

Pojmem vodní zdroje se označují „zdroje povrchové nebo podzemní vody, které mohou být nebo jsou využívány k rozličným úkolům a potřebám společnosti“ (Milerski, 2005).

Zdrojem podzemních vod je zejména dešťová voda, jež proniká propustnými povrchovými vrstvami do podzemní zvodnělé vrstvy tvořené např. písky a štěrky různých mocností (až do několika desítek metrů). Zvodnělé vrstvy s napjatou hladinou jsou ohraničeny nepropustnou vrstvou, tvořenou např. jíly, jež udržují vodu pod tlakem (a voda tak z nich může vyvěrat bez čerpání). Vrstvy s volnou hladinou postrádají horní nepropustnou vrstvu, voda z nich odchází přirozeně (prameny apod.) nebo je získávána uměle (studnami, zářezy apod.) (Milerski, 2005).

Zdroji povrchové vody jsou především vodárenské nádrže, v menší míře vodní toky. Povrchová voda je oproti podzemní snazší v jímání a složitější v úpravě (oproti podzemní vodě má vyšší teplotu, více organických látek, vyšší koncentraci kyslíku atd. a je více ovlivněna fyzikálními, chemickými a biologickými procesy). V ČR mírně převažuje využívání zdrojů povrchových vod (57 %) nad podzemními (Milerski, 2005):

### 4.5.2.2 Objekty pro jímání vody

#### 4.5.2.2.1 Objekty pro jímání podzemních vod

##### 4.5.2.2.1.1 Vertikální jímací objekty

Vertikální objekty pro jímání podzemních vod zahrnují studny (Milerski, 2005):

- šachtové (o relativně velkém objemu, užívané též k akumulaci vody, voda natéká do studny vtokovými otvory na plášti, zpravidla do 15 m hloubky),
- studny trubkové (malých průměrů),
- studny trubní (většinou vrtané, k získávání vody z větších hloubek; Obr. 4.205).

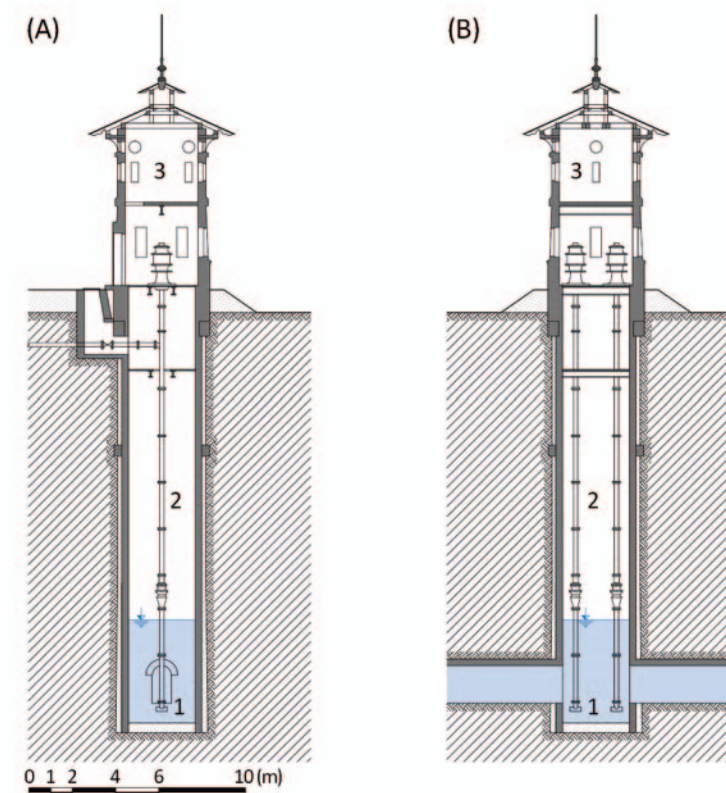
##### 4.5.2.2.1.2 Horizontální jímací objekty

K horizontálním jímacím objektům náleží (Milerski, 2005):

- štoly a galerie (k jímání většího množství vody, užívány zejména ve svažitéch terénech; Obr. 4.206),
- jímací zářezy (v mělkých podpovrchových vrstvách pomocí perforovaných kameninových trub, ústí do sběrné jímky).

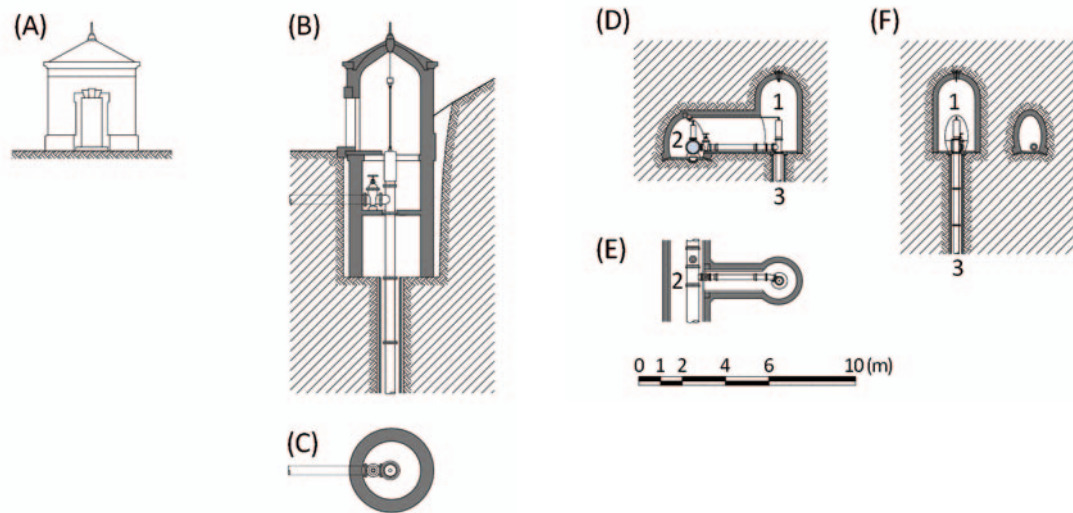
##### 4.5.2.2.1.3 Plošné jímací objekty (pramenní jímky)

Plošné jímací objekty jsou ojedinělé, slouží k zachycení pramenů a plošných vývěřů (Obr. 4.207; Milerski, 2005).



4.205: Benešov u Prahy – studna trubní s čerpací stanicí: (A) příčný řez; (B) podélný řez; 1 – nasávací koše, 2 – načerpací potrubí, 3 – budova čerpací stanice. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Klír a Klókner, 1923).





Obr. 206: Březová nad Svitavou – vodárenská štola I. březovského vodovodu s násoskovými studnami a původním litinovým potrubím z roku 1913. Čerpaná voda je gravitačním způsobem vedena do města Brna 56 km dlouhým potrubím. Studna A v prameništi: (A) průčelí nadzemního objektu; (B) příčný řez se zařízením; (C) půdorys; štola násosky a jímací studny; (D) podélný řez štolou jímací studny; (E) půdorys štolu jímací studny; (F) příčný řez štolou jímací studny a hlavní štolou s potrubím; 1 – vzdušník, 2 – sběrné potrubí, 3 – načerpací potrubí; schéma Radek Mišanec, 2022 (upraveno dle: BVK, 2013). Foto David Honek, 2019.

Obr. 4.207: Ochoz u Brna – pramenní jímka (tzn. Kaprálova studánka) zachytávající úvody podzemní vody v těsné blízkosti řeky Řičky. Foto David Honek, 2014.



Obr. 4.208: Samostatně stojící sdružené objekty pro odběry vody z nádrží: (A) Přehrada Fryšták – samostatně stojící sdružený objekt úpustí a vodárenských odběrů se strojovou pro ovládání uzávuřů úpustí v horní části. Odběr vody zajišťují dvě potrubí ve dvou úrovních. Součástí vodního díla je také úprava, situovaná pod hrází přehrady. (B) Vodní dílo Švihov – zdroj surové vody pro úpravu vody Želivka. Samostatně stojící sdružený odběrný objekt hráze. Odběr vody je zajištěn dvěma odběrnými pilíři s možností pěti etážových odběrů, sahající až na dno nádrže, zakončenou v koruně nouzovým přepadem. Voda je vedena do čerpací stanice u paty nádrže a dále do úpravy vody (Parkán a Pěkný, 2012). Foto (A) Michaela Ryšková, 2020; (B) Archiv PVK.

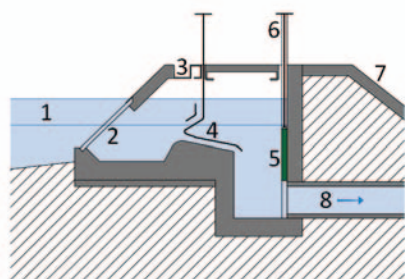




#### 4.5.2.2.2 Objekty pro jímání povrchové vody

##### 4.5.2.2.2.1 Objekty pro jímání povrchové vody z nádrží a jezových nádrží

Jímání vody z nádrží zajišťují věžové odběrné objekty, budované buď samostatně v prostoru nádrže, nebo ve spojení s hrází (Obr. 4.208). Odběry zajišťuje několik uzavíratelných vtokových otvorů, které jsou umístěny nad sebou. Tak je možné regulovat hloubku odběru v závislosti na kvalitě vody. Viz kapitola 4.1.4.3 *Odběrná zařízení*.



Obr. 4.209: Břehové jímadlo:  
1 – vodní tok, 2 – česle, 3 – normální stěna, 4 – měrný práh, 5 – šachta, 6 – stavidlo, 7 – hráz, 8 – odběr vody potrubím. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno podle: Milerski 2005).

##### 4.5.2.2.2.2 Objekty pro jímání vody v tekoucích vodách

Pro odběry v tekoucích vodách se užívají jímadla břehová, jímadla ve dně koryta nebo jímací objekty umístěné nad dnem řečiště.

Jímadla břehová se budují převážně na středních a dolních částech toků se stabilními břehy, kde je odběr možný i při nízké hladině vody (Obr. 4.209). Jímadla ve dně koryta se budují sporadicky, spíše v bystrinách. Jímací objekty nade dnem řečiště jsou vhodné u širších toků, které mají nestabilní břehy a nedostatečnou hloubku u břehů (Milerski, 2005).

**Četnost zastoupení v ČR:** neznámá

**Nejstarší dochované použití v ČR:** neznámé

**Poslední dochované použití:** neznámé

**Příklady:** Březová n. Svitavou – jímací štola 1. březovského vodovodu; Horní Planá – jímací štola; Hradec Králové – prameniště „Plotiště“; Mariánské Lázně – jímací zařízení na úbočí vrchu Dyleň; Opava – Jaktařský zářez; Pardubice – Nemošice; Pec pod Sněžkou; Praha – jímací štoly v zahradě Kinských a ve strahovské klášterní zahradě; Prachatice – studna s čerpací stanicí „Za tratí“; Prachatice – jímací štoly „pevnostního vodovodu“; Štěpánov – prameniště; aj.; sdružené odběrné objekty v nádržích: přehrady Fryšták, Josefův Důl, Želivka, aj.

#### 4.5.2.3 Čerpací stanice (vodárny)

Čerpací stanicí se rozumí budova, či budovy, buď stojící samostatně, nebo v komplexu úpravní vody. Zajišťují pro komplex úpravní vody čerpání přímo surové vody, která je dále využita pro výrobu pitné, či užitkové vody, či přečerpávání vyčištěné vody během její distribuce do místa určení. Čerpací stanice na surovou vodu je nedílnou součástí úpravní vody a musí být umístěna blízko zdroje této surové vody. Zpravidla bývá umístěna jako samostatně stojící komplex, nicméně to není pravidlem a její jednotlivé strojní složky mohou být umístěny samostatně. Následuje dělení čerpacích stanic dle Kukly (1971):

- čerpací stanice samostatně,
- čerpací stanice u akumulčních vodojemů,
- čerpací stanice nad studnou,
- čerpací stanice nad akumulčními nádržemi,
- čerpací stanice u úpravní vody.

Přečerpací stanice je umístěna v rámci distribuční sítě, zpravidla je spojena s lokálním vodojemem v samostatně stojícím komplexu. Zajišťuje distribuci vody z vodojemů do distribuční sítě v případě nevhodných lokálních podmínek, které neumožňují distribuci vody gravitačně. Přečerpací stanice nemusí být umístěna v komplexu společně s vodojemem, v případě rozsáhlého distribučního systému může být napojena na distribuční systém a dočerpávat vodu dle potřeb trubní sítě. V I. a II. období se čerpací stanicí rozuměla samotná vodárna, ve III. a IV. období jsou čerpací stanice často odděleny od zbytku komplexu úpravní vody a jedná se o samostatné technologické komplexy a následná technologie úpravy vody je umístěna na vhodnější lokalitě.

##### 4.5.2.3.1 Strojovny

Strojovnou se rozumí objekt, buď samostatně stojící, či součást budovy čerpací stanice, kde je umístěno strojní vybavení, obsluhující samotný proces čerpání surové vody. Ve strojovně může být umístěno jak samostatné čerpadlo, tak pohonná jednotka, případně se může jednat o samostatně stojící budovy. Strojovna nemusí být umístěna v těsné blízkosti zdroje surové vody. Podoba strojovny se liší případ od případu a nelze ji zobecnit.

##### 4.5.2.3.2 Čerpadla

Jedná se o strojní vybavení, které je používáno pro samotné čerpání surové vody ze zdroje. Čerpadla, využívaná ve vodárenství, můžeme rozdělit na (DRUHÝ ČERPADEL, 2010):

- **Pístová** (plunžrová, plungerová):
  - jednočinná – činnost se odehrává na jedné straně pístu (čerpadla),
  - dvojčinná – pracovní prostor je po obou stranách pístu (čerpadla),
  - diferenciální – nasávají jako jednočinná, ale vytlačují při obou zdvizech (čerpadla),
  - vertikální – písty jsou umístěny ve vertikální poloze,
  - horizontální – písty jsou umístěny v horizontální poloze;
- **Odstředivá** (centrifugální):
  - radiální – kapalina vstupuje do oběhového kola rovnoběžně s osou a vystupuje kolmo k ose otáčení,
  - diagonální (šroubová) – kapalina vstupuje do oběhového kola axiálně a vystupuje diagonálně (šikmo k ose otáčení),
  - trkače.

Pístová (plunžrová, plungerová) čerpadla se používala zejména v I. až III. období, odstředivá (cetrifugální) ve III. a IV. období, jejich použití se tak časově často překrývalo. Odstředivá čerpadla jsou obecně výkonnější. Vertikální pístová čerpadla se prakticky nedochovala (jednou z výjimek je čerpací stroj města Klatovy, zachovaný v Muzeu pražského vodárenství), v drtivé většině byla nahrazena buď horizontálními pístovými čerpadly, či rovnou odstředivými, a sešrotována. Horizontální pístová čerpadla se dochovala v případě, že nedošlo k pozdější modernizaci úpravní vody, resp. čerpací stanice.

Vodní trkač je jednoduché vodní čerpadlo poháněné vodou. Využívá kinetickou energii proudící vody. Proud vody je pravidelně uzavírán trkačím ventilem, vzniklé rázy slouží k čerpání vody přes výtlačný ventil do výšky několikanásobně vyšší, než je rozdíl hladin vody, která trkač pohání. Na našem území se trkače využívaly a využívají v široké míře, pouze ale jako individuální čerpací stroj, vybudovaný pro lokální sídlo. Jeho výkon zamezuje využití pro čerpání vody pro jakákoliv větší sídla.



### 4.5.2.3.3 Pohon čerpadel

Pohon čerpacího soustrojí se liší dle doby vzniku čerpací stanice, dle umístění strojovny a dle náročnosti na výkon čerpacího stroje. Druhy používaného pohonu:

- vodní kola (viz kapitola 4.4.),
- parní stroje,
- elektromotory,
- spalovací motory (benzínové, dieselové).

Vodní kolo se používalo ve všech obdobích, především však ve II. období a ve III. a IV. období se používalo souběžně s dalšími typy pohonů. Ve III. období se vodní kola stále používala i v rozvodu vody ve větších městech, ve IV. období se již jedná jen o lokální čerpací stanice, sloužící místním spotřebitelům. Parní stroje se používaly ve III. a IV. období, kdy nahrazovaly pohon vodním kolem a následně byly samy nahrazeny elektromotory, případně spalovacími motory. Druh a typ parního stroje, použitého pro pohon, nelze zobecnit. Elektromotory v první polovině 20. století zcela nahradily veškerou předchozí strojní výbavu. Zvláštní případ tvoří pohon pomocí spalovacích motorů, který je využíván jen zcela výjimečně.

**Četnost zastoupení v ČR:** neznámá

**Nejstarší dochované použití v ČR:** neznámé

**Poslední dochované použití:** neznámé

**Příklady:** Olomouc – Chválkovice; Praha – Zelená Liška (věžový vodojem, čerpací stanice, vodojemy), Vinohrady (věžový vodojem, čerpací stanice, vodojemy), Flora (soustava zemních vodojemů, čerpací stanice, chlorovna), Bruska (vodojemy, čerpací stanice a správní budova); Sojovice aj.

### 4.5.2.5 Úpravny vody

Úpravna vody je souhrnný název pro soubor objektů a zařízení s technologií pro úpravu vody. Za stavbu pro úpravu vody se pro účely vybraných údajů majetkové nebo provozní evidence považuje i stavba k jímání vody, s případným zařízením na zdravotní zabezpečení vody bez technologie úpravy vody (Vyhláška č. 428/2001).

#### 4.5.2.5.1 Základní procesy úpravy vody

##### 4.5.2.5.1.1 Mechanické předčištění surové vody

Jedná se o proces, který umožňuje zachytit plovoucí nerozpuštěné nečistoty hrubého charakteru. K tomu se používá vybavení, které je většinou součástí čerpací stanice, nicméně je tento systém často použit i těsně před samotným procesem mechanické a chemické úpravy vody.

Česle jsou v současnosti používaný systém mechanického předčištění vody. Mají podobu mříží umístěných ve vodě blízko hladiny. Jsou složena z mezer (průlin) a prutů (česlic). Česle jsou nakloněny v úhlu kolem 60 stupňů, proud vody tak nečistoty sám nadzvedává. Odpad z česlí (shrabky) je průběžně shrabován, dříve se tak dělo ručně, v současnosti se jedná o strojní automatizovaný proces.

Síta jsou starý typ mechanického předčištění, který svou přítomností chránil nátokové místo (často se jednalo o přímý nátok vody do potrubí).

##### 4.5.2.5.1.2 Usazování (sedimentace)

Základní postup úpravy vody, při kterém se z vody odstraňují v podobě kalů hrubší i jemnější suspendované látky. Jedná se o úpravu vody, která se používá především pro čištění kalové vody v čistírnách odpadních vod. Tvar nádrže,

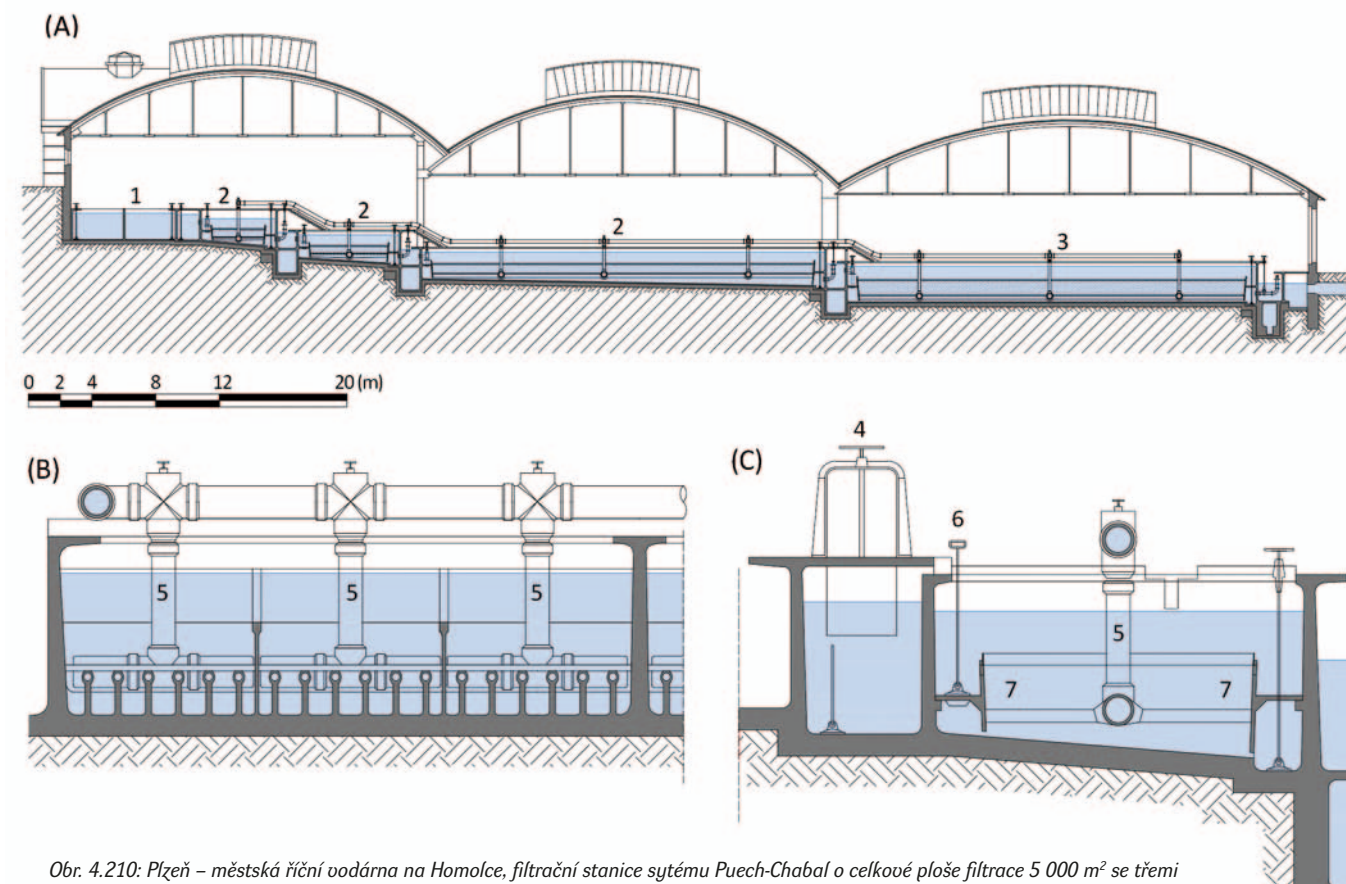
včetně všech detailů, je vždy navržen tak, aby byla co nejvíce využita její plocha a objem. Sedimentaci zajišťují:

- lapáky písku,
- usazovací nádrže pravouhlé s horizontálním průtokem,
- usazovací nádrže kruhové s horizontálním průtokem,
- usazovací nádrže s vertikálním průtokem,
- nádrže s přerušovaným provozem,
- nádrže s nepřerušovaným provozem.

### 4.5.2.5.1.3 Chemické čištění (čiření vody)

Proces, při němž se přidáním vhodných chemikálií převádějí rozpuštěné a koloidní látky do stavu suspenzí, takže je pak možno je odstraňovat sedimentací nebo filtrací. Chemické čištění zahrnuje (Kukla, 1971):

- koagulaci (čiřiče, americká filtrace),



Obr. 4.210: Plzeň – městská říční vodárna na Homolce, filtrační stanice systému Puech-Chabal o celkové ploše filtrace 5 000 m<sup>2</sup> se třemi stupni hrubocezů s tzv. horním praním a jedním stupněm předfiltrů. Staouby včetně nádrží provedla firma Müller a Kapsa, autorem architektonického návrhu byl Hanuš Zápal. (A) příčný řez budovou filtrace; (B) a (C) podélný a příčný řez hrubocezem 1. stupně, detail; 1 – nádrž, 2 – hrubocezy, 3 – předfiltry, 4 – stavidlo, 5 – dmýchací potrubí, 6 – čistící klapka, 7 – stavitko. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: pamětního spisu Vodárna města Plzně, Nové filtry systému Puech-Chabalova, 1926).



- odkyselování,
- odželezování,
- odmanganování,
- separaci.

Proces chemického čištění je součástí procesu zpracování surové vody až v posledním, IV. období, dříve nebylo k dispozici. Nejrozšířenějším a nejstarším procesem je v různé podobě koagulace, tzv. čiření, v dřívější literatuře označováno jako tzv. americká filtrace. Jedná se o zavádění koagulantu (srážedla) do mechanicky předčištěné surové vody, dříve se nejčastěji jednalo o síran hlinitý. Vzniklá suspenze v čirých klesá na jejich dno a je v podobě kalu odčerpávána k dalšímu zpracování.

#### 4.5.2.5.1.4 Filtrace

Filtrace je proces, při kterém se při průtoku přiváděné vody pevným pórovitým prostředím zachycují suspenze (Kukla, 1971). Jedná se o nejstarší známou metodu čištění vody, která se používá od počátků jímání vody k jejímu dalšímu užití. Písková filtrace je kontinuálně využívána pro čištění vody. Zatímco v I. až III. období se jednalo o primární a často jediný způsob, jakým se voda čistila, ve IV. období jde o doplněk předchozího kroku chemického čištění. V současné době se kromě běžné pískové filtrace používá jako náplň filtrů i další materiál, např. aktivní uhlí. Druhy filtrace (Kukla, 1971):

- pomalá filtrace (tzv. anglické filtry),
- rychlá filtrace (rychlofiltrace),
- s konstantním průtokem,
- se snižujícím se průtokem,
- jednovrstvá,
- vícevrstvá.

Ve starší odborné literatuře se prostá písková filtrace, kde dochází k průtoku přivedené vody skrz filtrační médium čistě pomocí gravitace, označuje jako tzv. anglická filtrace / anglické filtry / anglické čištění. Původní filtrační strojní vybavení ze začátku a z 1. poloviny 20. století bylo ve většině případů přebudováno a modernizováno a dochovalo se jen ve výjimečných případech (Obr. 4.210).

#### 4.5.2.5.1.5 Hygienické zabezpečení vody

Proces zneškodňování všech zárodků a bakterií ohrožujících lidské zdraví. Jedná se o procesy (Kukla, 1971):

- chlorace,
- fluoridace,
- ozonizace (UV a radioaktivní záření).

Závěrečný stupeň nakládání s pitnou vodou se používá až ve IV. období. Chlorace se začala individuálně a nahodile používat se začátkem 20. století (většinou v případě náhlých výkyvů v kvalitě surové vody v případě nenadálých událostí, např. povodní). Její pravidelné použití lze doložit od meziválečného období. Od druhé poloviny 20. století se chlorace doplnila dalšími procesy, jako je např. ozonizace. Specifickým procesem je fluoridace, která se používala jako zubní prevence, na našem území se však jednalo jen o krátkodobě používaný proces.

**Četnost zastoupení v ČR:** neznámá

**Nejstarší dochované použití v ČR:** neznámé

**Poslední dochované použití:** neznámé

**Příklady:** Bedřichov; Bernartice n. Odrou; Brno-Pisárky; České Budějovice – „U Vltavy“ (vč. věžového vodojemu); Fryšták (z přehrady); Hradiště (z přehrady Přísečnice); Hrobice; Hulice (z přehrady Želivka); Hradec Králové – Slezské Předměstí; Chomutov – „Třetí mlýn“ (z přehrad Kamenička a Křímov); Chřibská; Káraný; Karlovy Vary; Klatovy; Mezi-boří; Mostiště (z přehrady); Nová Říše; Olomouc – Černovír, Chválkovice; Opava; Ostrava – Nová Ves; Ostrožská Nová Ves; Písek; Jihlava – Hosov (voda z pístovských rybníků); Plav (z přehrady Římov); Plzeň – na Homolce; Praha – Podolí, Smíchovská Ringhofferova vodárna (dnes sklady), Vršovická vodárna; Prácheň; Rožnov p. R.; Rynholec (pro lánský zámek); Seč; Tábor – „Rytíř“; Třeboň – „Na kopečku“ (vč. studny a věžového vodojemu); Třinec – Tyra; Valašské Meziříčí; Vrútky; Vsetín; Zahrádky u České Lípy; Zbečno (z přehrady Klíčava); Znojmo (z přehrady Znojmo); Žernoseky; aj.

#### 4.5.2.6 Vodojemy

Vodojem je „*samostatný objekt pro akumulaci vody skládající se z jedné nebo více nádrží a jedné nebo více manipulačních komor*“ (ČSN, 1985). Slouží k akumulaci vody a zajištění potřebného tlaku. Dělí se na zemní (s kótou dna pod terénem) a věžové (s kótou dna na nosné konstrukci) (Milerski, 2005).

##### 4.5.2.6.1 Vodojem zemní

Zemní vodojem je „*vodojem se dnem pod přirozenou nebo plánovanou kótou terénu, obvykle se zasypávanými nádržemi a zpravidla i částečným obsypem manipulační komory*“ (ČSN, 1985). Je možno je dělit na vodojemy s nádrží zakrytou a otevřenou (není-li důležitá kvalita vody).

Zemní vodojemy dle tvaru nádrže (Obr. 4.211):

- čtverhranný,
- kruhový.

Členění zemních vodojemů podle stavebního materiálu (Klír a Klokner, 1923):

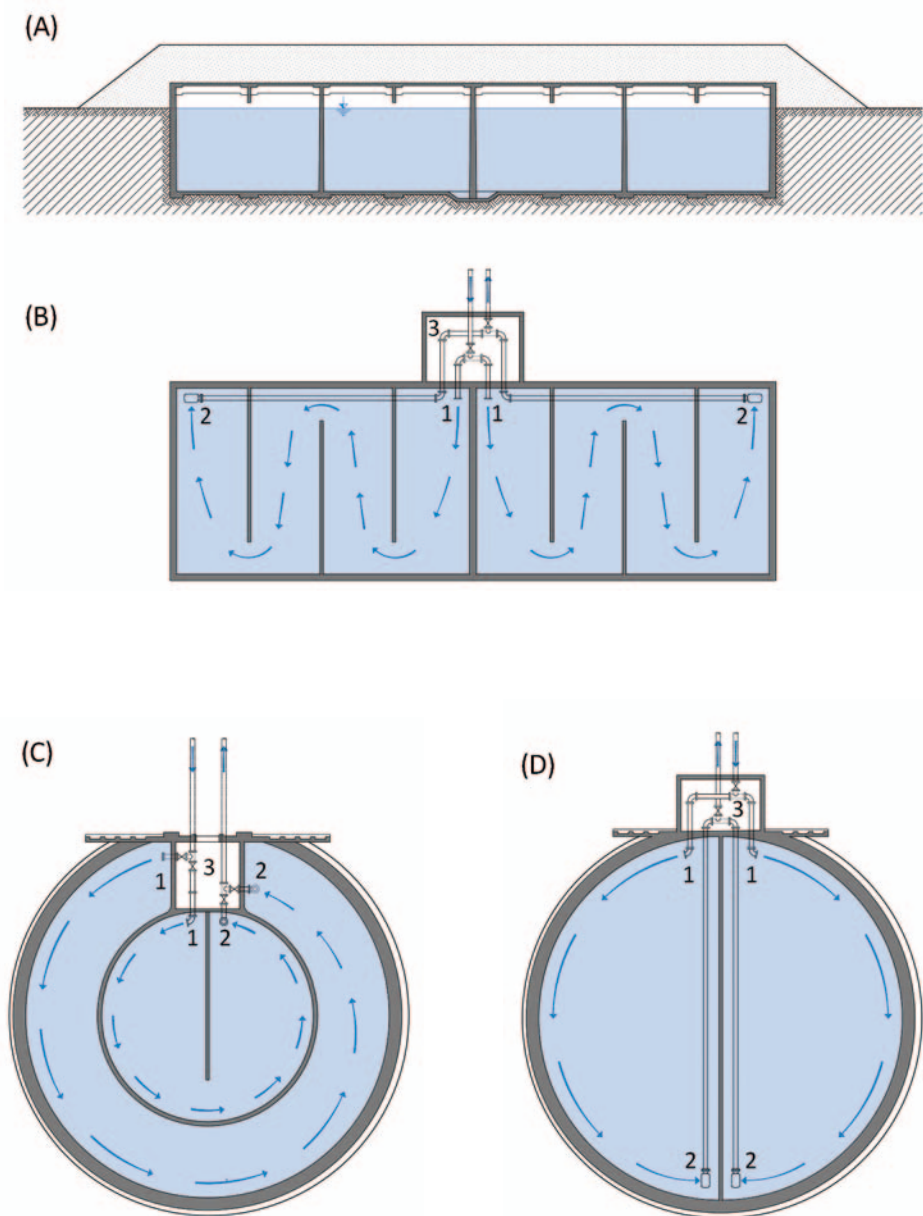
- cihelné (s betonovým dnem, případně složeným z obrácených kleneb, zaklenuté cihelnými klenbami; Obr. 4.212),
- betonové (zpravidla obdélníkového půdorysu, zaklenuté; Obr. 4.213),
- železobetonové (tvaru obdélníkového s rovnými trámovými stropy, tvaru válcového se zaklenutým stropem, tvaru sférického se soustřednými nádržemi nebo nádržemi seskupenými kolem manipulační komory nebo tvaru kombinovaného; Obr. 4.214).

**Četnost zastoupení v ČR:** neznámá

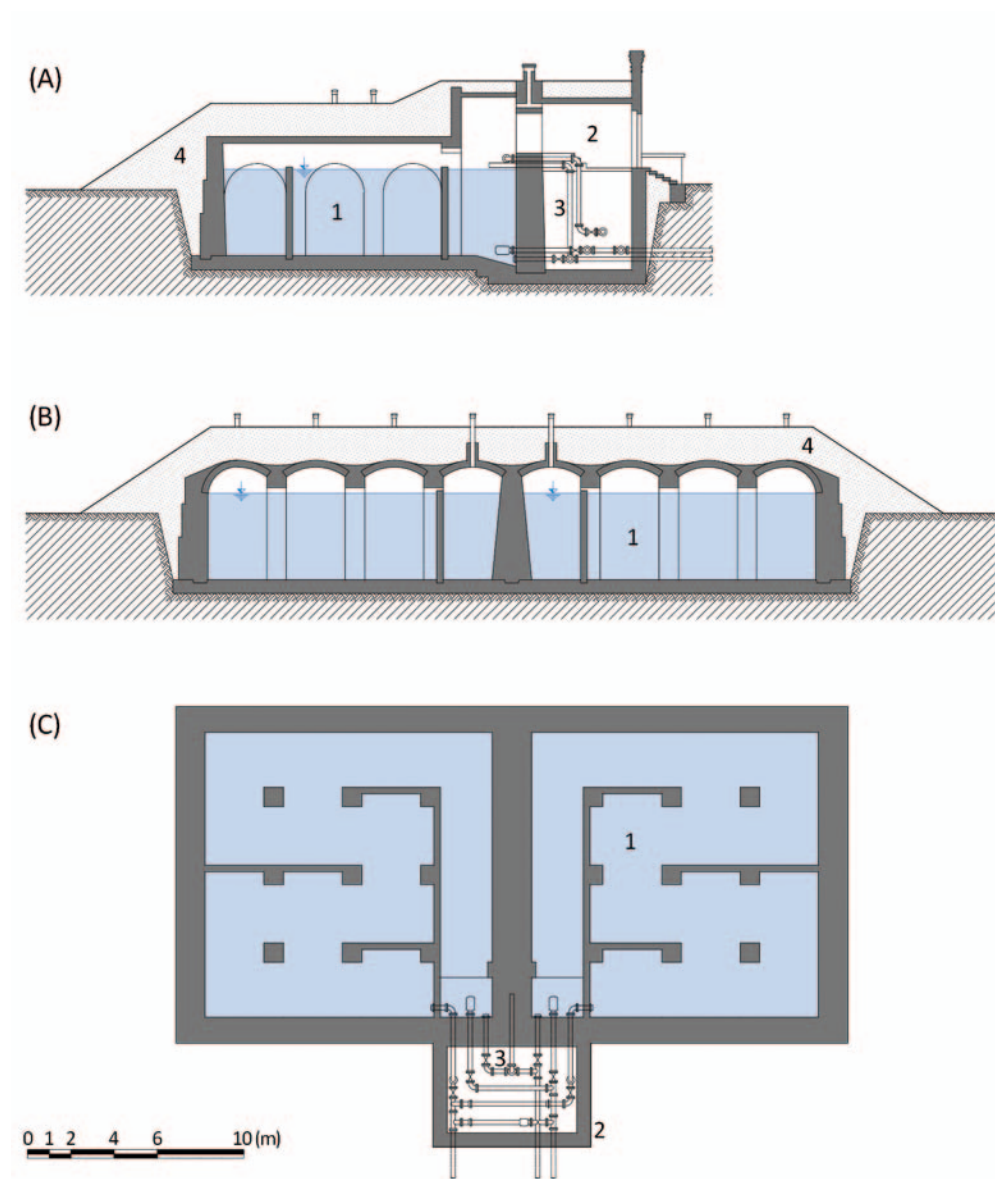
**Nejstarší dochované použití v ČR:** neznámé

**Příklady (každý je zároveň jedinečný):** Aš – Kaplanka; Brandýs n. L.; Brno – zemní vodojemy pod Špilberkem, na Žlutém kopci, vodojem Stránská skála; Děčín; Dobřeň; Doubravice; Domažlice; Dubá-Dražejov; Heřmanův Městec; Jablunkov – Alžbětinky; Jesenice; Jičín – na svahu kopce Čerovka; Kamenný Újezd; Klatovy; Kunětice; Lány; Lomnice n. P. (vč. čerpací stanice); Mariánské Lázně; Oldřichovice; Opava; Ostrava – Muglínov; Praha – Karlov, Cibulka, Malva-zinky, Andělka, Vyhlídka; Příbram (Obr. 4.215); Most – Hněvín; Olomouc – Tabulový vrch; Osečná; Plzeň (v úpravně vody na Homolce); Prachovice; Romanov; Rozprechtice; Sedlec u Mšena; Sušice – Faustinka (s vyhlídkovou věží); Štířín; Šumperk – na krenišovském kopci, Vyhlídka; Tetín; Velké Losiny; Víkřovice; Vyškov; Žatec; Louny (Obr. 4.215) aj.



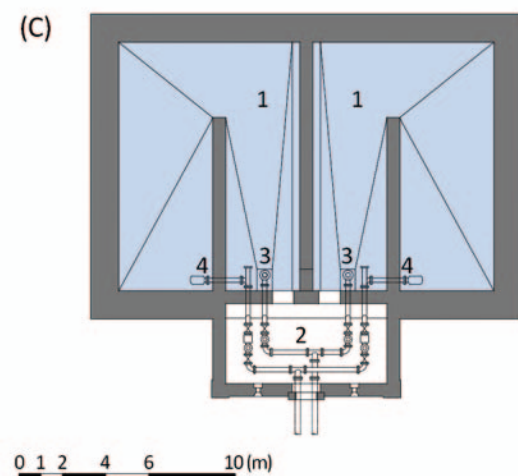
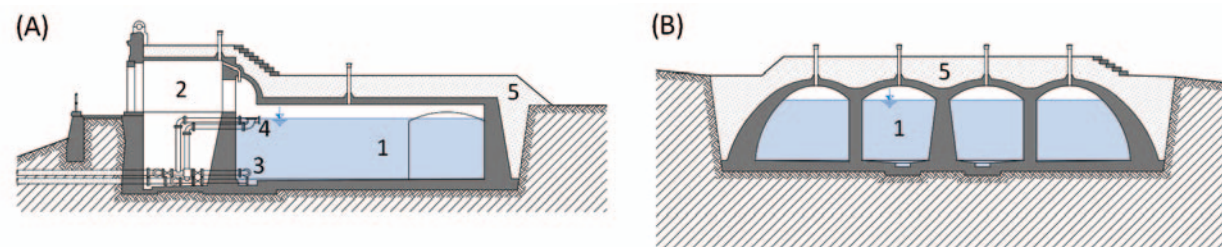


Obr. 4.211: Čtverhranný a kruhový zemní vodojem: (A) čtverhranný zemní vodojem, podélný řez; (B) čtverhranný zemní vodojem, půdorys; (C), (D) kruhový zemní vodojem se dvěma nádržemi, půdorys; 1 – nátokové potrubí, 2 – odtokové potrubí, 3 – manipulační komora/objekt/budova. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Klír a Klokner, 1923).

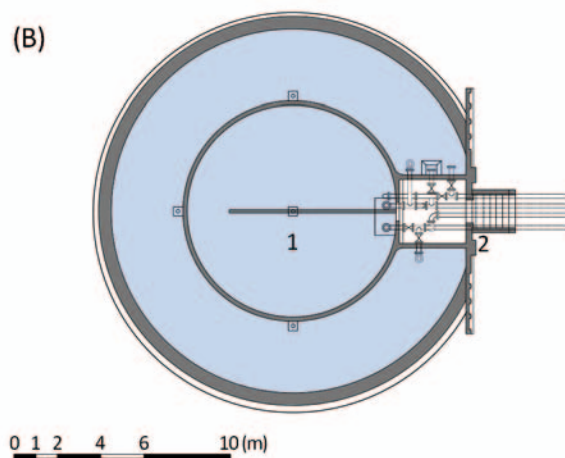
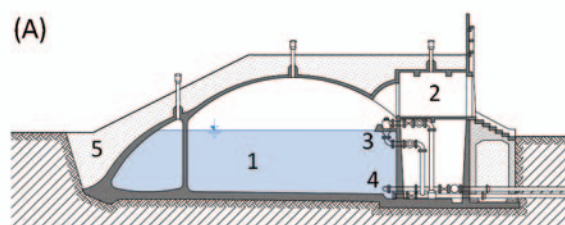


Obr. 4.212: Praha-Michle – zemní vodojem oršovické vodárny, příklad zemního cihelného vodojemu: (A) příčný řez; (B) podélný řez; (C) půdorys; 1 – nádrž vodojemu / meandrová komora vodojemu, 2 – manipulační komora/objekt/budova, 3 – nátokové a odtokové potrubí, 4 – zemní násyp. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Klír a Klokner, 1923).





Obr. 4.213: Jičín – zemní vodojem, příklad betonového zemního vodojemu obdélníkového půdorysu: (A) příčný řez; (B) podélný řez; (C) půdorys; 1 – nádrž vodojemu, 2 – manipulační komora/objekt/budova, 3 – nátokové potrubí, 4 – odtokové potrubí, 5 – zemní násyp. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Klír a Klokner, 1923).



Obr. 4.214: Železobetonový zemní vodojem sférického tvaru: (A) příčný řez; (B) půdorys; 1 – nádrž vodojemu, 2 – manipulační komora/objekt/budova, 3 – nátokové potrubí, 4 – odtokové potrubí, 5 – zemní násyp. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Klír a Klokner, 1923).



Obr. 4.215: Zemní vodojemy: (A) Olomouc – zemní vodojem na Tabulovém vrchu z roku 1889, vystavěný spolu s 8 km vzdálenou parní čerpací stanicí v Chvoálkovicích; (B) Příbram – zemní vodojem Husa / U Husy, dokončený kolem roku 1930, jímá vodu z dolu Drkolnov. Foto (A) Michaela Ryškové, 2022; (B) Viktor Mácha, 2019.

#### 4.5.2.6.2 Vodojem věžový

Věžový vodojem je „vodojem umístěný na nosné konstrukci“ (ČSN, 1985). Mimo vodárenské účely mohou věžové vodojemy sloužit také pro jímání užitkové vody pro technologické využití, pro zemědělské účely, pro hasební účely nebo pro napájení parní traktice (pro provoz parních lokomotiv). Mohou plnit funkci vyrovnávací (pro vyrovnání rovnoměrného přítoku a nerovnoměrného odběru), tlakovou, rezervní a protipožární (Kořínek a kol., 2019). Drážní vodojem pro parostrojní železniční provoz tvoří specifický segment věžových vodojemů s (do jisté míry) vlastním vývojem a typologií (Borovcová, 2017).

Dle posledního, a prozatím nepublikovaného výzkumu, projektu NAKI II „Věžové vodojem – identifikace, dokumentace, prezentace, nové využití“ (kód DG18P020VV010, řešitel Ing. Robert Kořínek, Ph.D.) nejsou objekty původních vodárenských věží typologicky identifikovány jako věžové vodojemy, ale jako jejich určitý předstupeň. Zde je ponecháno jejich zařazení k věžovým vodojemům, jak vyplývá z výše uvedené definice.

U věžových vodojemů se výrazněji než u jiných vodozemních staveb nabízí také členění dle architektonického slohu, nebo směru: vodárenské věže gotické, renesanční, barokní, věžové vodojemy historizující, secesní,



modernistické, funkcionalistické aj. Pohledově exponované umístění spojené s kvalitním architektonickým zpracováním je důvodem, proč se vodárenské věže a věžové vodojemy staly symbolem / znakem pro vodárenství a zásobování vodou obecně (a přeneseně také součástí obrazu krajiny, obcí a měst).

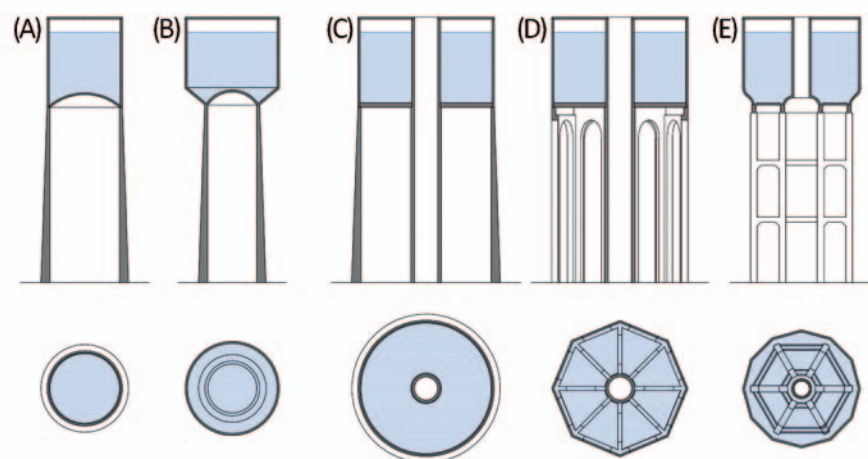
Přehled příkladů a konstrukcí věžových vodojemů západní Evropy v 60. až 90. letech 20. století (Obr. 4.216) přináší práce Hilly a Berndta Becherových, fotografů systematicky dokumentujících ikonické stavby techniky a průmyslu (těžní věže, vysoké pece, plynojemy, uhelné věže, věžové vodojemy aj) (Becher, 1999).

#### 4.5.2.6.2.1 Členění podle nosné konstrukce

Členění věžových vodojemů podle materiálu nosné konstrukce (Kořínek a kol., 2019; Obr. 4.217):

- dřevěné (nejstarší věžové vodojemy a dočasné stavby),
- zděné (od 16. století kamenné, později cihelné a smíšené zdivo),
- železobetonové (od počátku 20. století),
- ocelové (zejména pro průmysl od poloviny 19. století, od poloviny 20. století též pro vodárenství).

Členění podle nosné konstrukce: stěnová, skeletová (otevřená), kombinovaná (Kořínek a kol., 2019).



Obr. 4.216: Příklady konstrukčního řešení vodojemů se železobetonovou konstrukcí: (A) válcové pod obvodem nádržky; (B) válcové na podezdívce (Intzeho typu); (C) válcové, obvodové a šachticové na dvojí podezdívce; (D) na radiálních zdech plných nebo prolomených; (E) na několika pilířích. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Klír a Klokner, 1923).

#### 4.5.2.6.2.2 Typy nádrží ve věžových vodojemech

Členění podle tvaru nádrže (Kořínek a kol., 2019; Obr. 4.218):

- pánev (nejstarší tvar, malý objem),
- čtyřhranná nádrž (druhý nejstarší tvar),
- válcová nádrž (od 2. poloviny 19. století, případně při kombinaci dvou nádrží válec a prstenec ji obemykající)
- kuželová nádrž (od 2. poloviny 20. století; tvar komolého kužele se užívá pro komínové vodojemy),
- kulovitá nádrž (v ČR používaná až od 60. let 20. století),
- elipsovité tvar (málo užívaný),
- ostatní (kombinované, nebo atypické tvary).



Obr. 4.217: Příklady nosných konstrukcí věžových vodojemů: (A) Palárikovo (Slovensko), dřevěný věžový vodojem, zřejmě jediný zachovalý v Evropě; (B) Kovanec, věžový vodojem se stěnovou nosnou konstrukcí zděnou z kamene a cihelného zdiva, postavený v historizujícím tovaroslouví podle návrhu Karla Kresse v roce 1909; (C) Horní Bukovina, věžový vodojem se železobetonovou nosnou konstrukcí postavený roku 1935 podle návrhu Ing. Fanty; (D) Ostrava, důl Hubert, zaniklý věžový vodojem s ocelovou nosnou skeletovou (příhradovou) konstrukcí a dřevěným opláštěním nádrže na snímku z konce 60. let 20. století; (E) Duchcov, věžový vodojem se skeletovou železobetonovou nosnou konstrukcí postavený v letech 1908–1912 pro sklárnu Engels; (F) Lázně Bohdaneč, věžový vodojem nesený železobetonovou kombinovanou konstrukcí, postavený podle návrhu Josefa Gočára v roce 1911; ve středním dílku je umístěno schodiště. Foto (A), (E) a (F) Michaela Ryškové, 2021, 2020 a 2016; (B) a (C) Viktor Mácha, 2018; (D) archiv NPÚ, MCPD.



Členění podle materiálu nádrže (Kořínek a kol., 2019):

- kovové (nejstarší měděné, od poloviny 19. století ocelové),
- zděné (vzácné, doložené u vodojemu v Praze-Bubenči z roku 1901),
- železobetonové (od počátku 20. století, dnes už nepoužívané).

Členění podle počtu nádrží (Kořínek a kol., 2019):

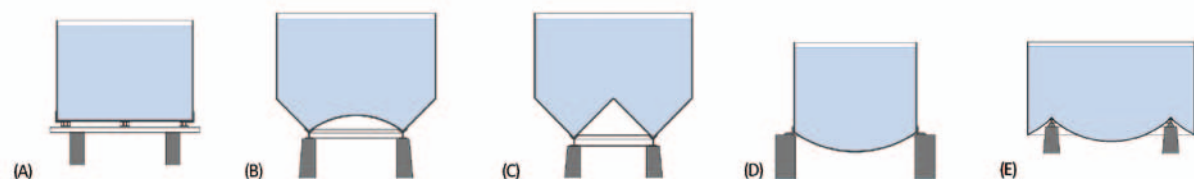
- vodojem s jednou nádrží (většina),
- se dvěma a více nádržemi:
  - pro jeden systém (Obr. 4.222 a Obr. 4.224)
  - pro více systémů/účelů – např. pro pitnou a užitkovou vodu).

**Četnost zastoupení v ČR:** přibližně 1 500 (Databáze vodojemů)

**Nejstarší dochované použití v ČR:** vodárenské věže gotické

**Poslední dochované použití v ČR:** neznámé

**Příklady (vč. vodárenských věží; každý je jedinečný):** Brno-Kohoutovice (Obr. 4.219); Břeclav (Obr. 4.219); Cítoliby (vodárenská věž); Heřmanova Huť (pro pivovar); Horažďovice; Hradec Králové; Chrást (vodárenská věž); Chudeřice (pro továrnu); Jičín – vodárenská věž; Jablonec n. N. – Vratislavice (kombinace se zauhlovací věží); Jindřichův Hradec (vodárenská věž „Pluhova“); Kladno – Rozdělův (železný obezděný a železobetonový); Lázně Bohdaneč; Louny; Mělník (vodárenská věž); Mladá Boleslav (vodárenská věž); Nymburk (tzv. Turecká věž a věžový vodojem); Ohrazenice u Turnova; Olomouc – Tabulový vrch (na 13ti podlažním obytném domě); Ostrava – Hladnov, Vítkovice (Obr. 4.221); Pardubice – Pardubičky; Plzeň (vodárenská věž, věžový vodojem pivovaru); Praha – Letná, Michle (Obr. 4.220), Holešovice (pro jatka), Libeň (Mazanka), Barrandov (pro filmové ateliéry), Letňany (pro průmyslový areál Avia), Kbely (maják letiště), vodárenské věže: Staroměstská, Petřilovská, Novoměstská Šitkovská, Novoměstská Novomlýnská; Tábor (vodárenská věž); Teplice (Obr. 4.219); Třebíč (na vrchu Kostelíček); Turnov (vodárenská věž); Uničov – Šibeník; Veselí nad Lužnicí; Vysoké Mýto (vodárenská věž); Krnov (Obr. 4.223) aj.

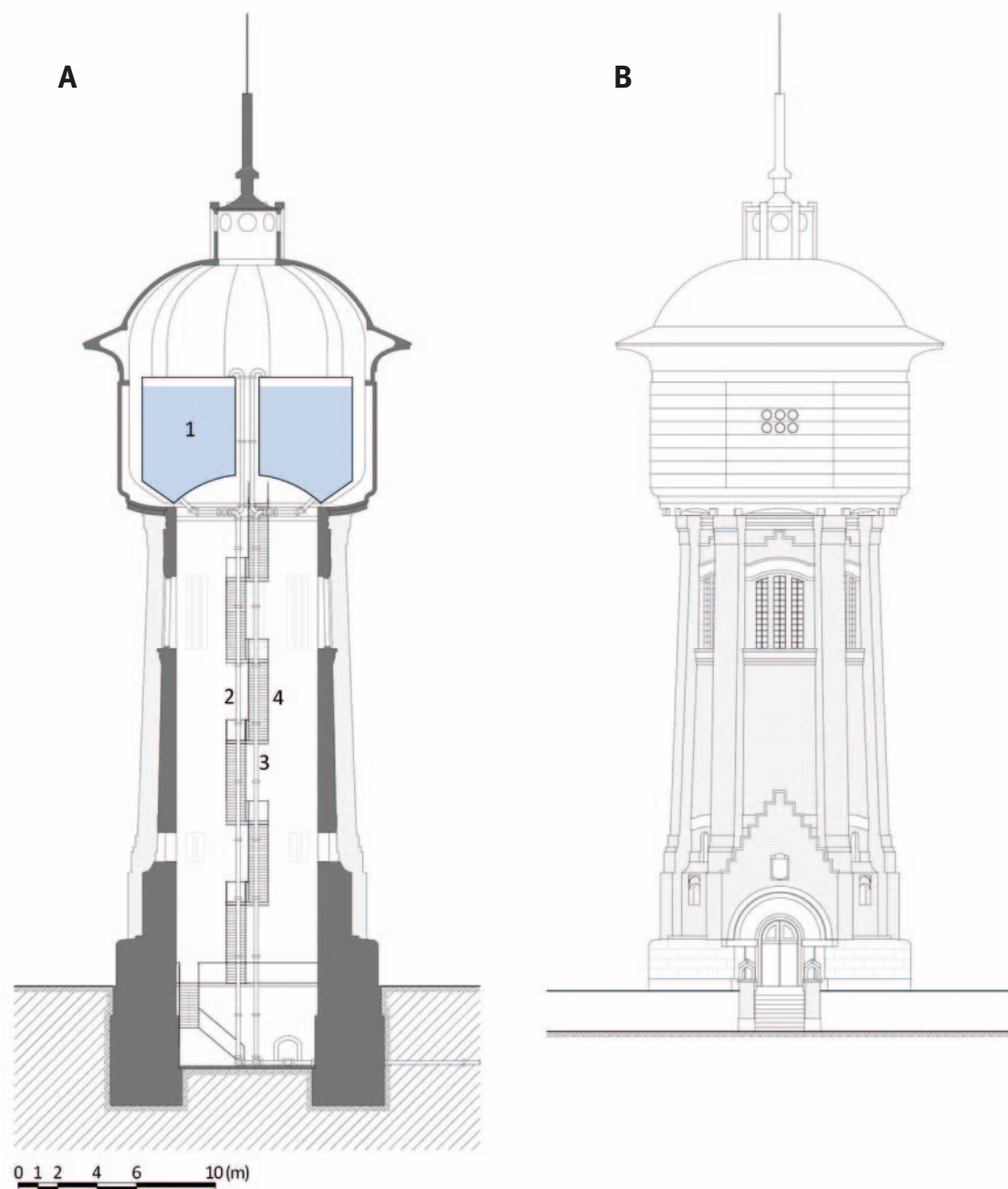


Obr. 4.218: Příklady dna kovových nádrží: (A) rovné dno; (B) dno ve tvaru kulového vrchlíku vypouklého dolů nebo nahoru, Barkhausen; (C) a (D) dno s vnějším pláštěm kuželovým a vnitřním ve tvaru kulového vrchlíku nebo kuželovým, prof. Inze; (E) dno složené z vnitřního visutého vrchlíku a vnějšího visutého pláště kuželového, Smreker. Realizace posledních dvou typů (D) a (E) nejsou v ČR doloženy. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: Klír a Klokner, 1923 a archivní plánové dokumentace).



Obr. 4.219: Příklady nádrží věžových vodojemů: (A) Břeclav, železobetonový věžový vodojem z let 1926–1927 s válcovou nádrží nesenou sedmi betonovými dřívky; (B) Brno-Kohoutovice, věžový vodojem s kuželovou nádrží, realizovaný v roce 1969 dle projektu architekta Tomáše Černouška; první věžový vodojem obdobného typu a konstrukce Svampen byl postaven v roce 1958 ve švédském Örebro; (C) Petřvald, věžový vodojem s kulovitou nádrží; (D) Sudkov, ocelový válcový komínový vodojem s kuželovým dnem, postavený pro hasební účely v přádelně Inu a bavlny Ig. Seidl v roce 1907; (E) Teplice, věžový vodojem se dvěma kovovými nádržemi kombinujícími toary komolých kuželů. Foto Michaela Ryškové, 2017, 2016, 2021, 2019 a 2020.





Obr. 4.220: Praha-Michle – secesní věžový vodojem Zelená liška s válcovou ocelovou nádrží o objemu 1 200 m<sup>3</sup> byl součástí oršovické vodárny. Byl postaven v letech 1906–1907 podle návrhu Karla Kresse (stavební část), Vladimira Hráského (technologie) a Jana Kotěry (architektonické řešení). Je typickým představitelem věžových vodojemů přelomu 19. a 20. století, konstrukčně odpovídajícím dobovým standardům a akcentovaným architektonickým ztvárněním nosné konstrukce a pláště. Podobný architektonický návrh v jiném měřítku byl uplatněn v Třeboni. (A) řez; (B) pohled; 1 – válcová nádrž s vydutým dnem, 2 – nátokové potrubí, 3 – odtokové potrubí, 4 – přístupové schodiště. Schéma Radek Míšánc, 2018 (upraveno dle: fotografické dokumentace a Klír a Klókner, 1923).

Obr. 4.220: Praha-Michle - secesní věžový vodojem Zelená liška, součást oršovické vodárny; (C) současný stav. Foto Archiv PVK, Jaroslav Beneš, 2017.



Obr. 4.221: Ostrava-Vítkovice – unikátní věžový vodojem ve věži kostela sv. Pavla v Ostravě-Vítkovicích. Město Nové Vítkovice, založené Vítkovicými železárnami jako zázemí pro rozrůstající se výrobní provozy, bylo budováno od 70. let 19. století. Součástí a významnou dominantou jeho náměstí se mimo radnice stal také kostel sv. Pavla se samostatně stojící věží. Ta byla vystavěna ještě před vlastní chrámovou lodí v roce 1882 a v její horní části byly mimo zvonice a požární pozorovatelný umístěny také dvě nádrže, každá o objemu 50 m<sup>3</sup>. Byly součástí vodovodního systému, na který byly napojeny obytné soubory a další stavby nově budovaného města (Matěj a kol., 1992). Foto Michaela Ryšková, 2019.

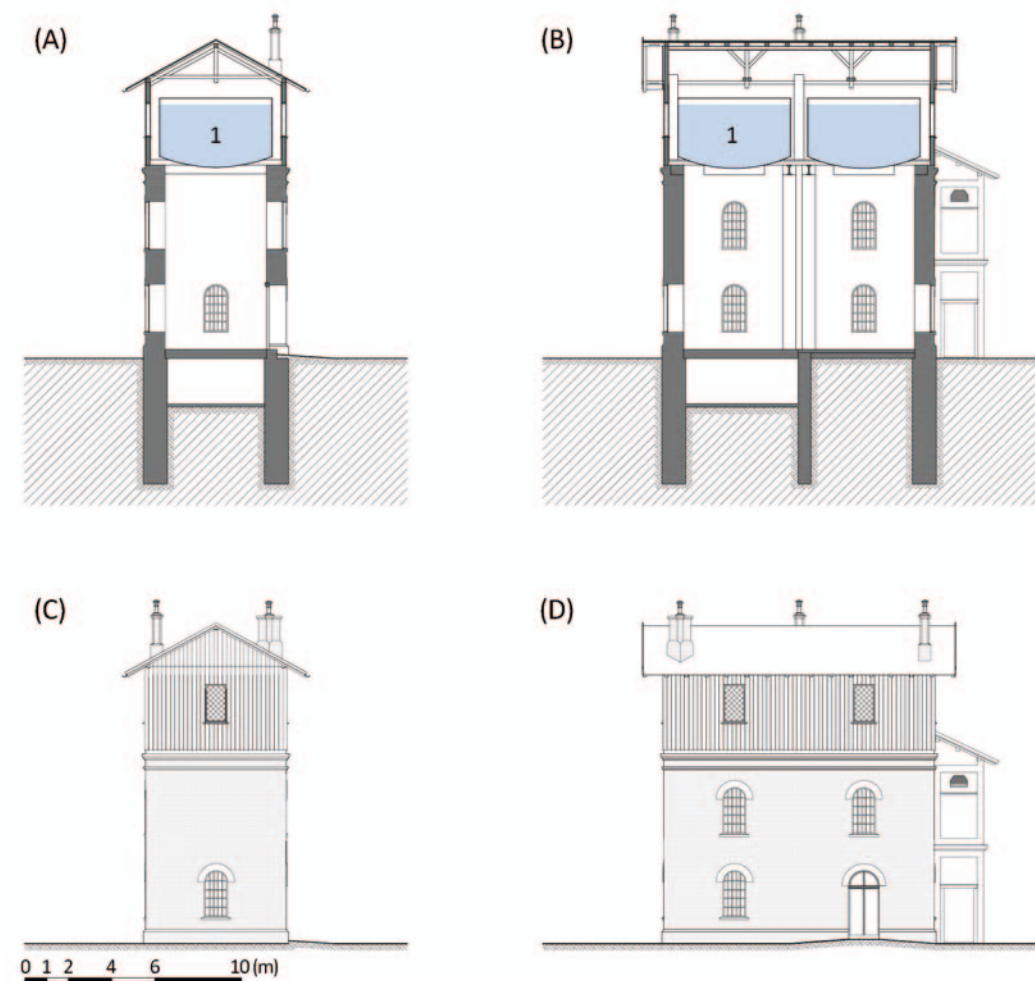




Obr. 4.222: Ostrava-Vitkovice – ocelový věžový vodojem se dvěma nádržemi, vystavěný jako součást průmyslového areálu. Typologicky, konstrukčně i parametricky se vymykal dobové produkci. Konstrukční pojetí bylo odlišné od běžně budovaných ocelových věžových vodojemů z produkce Vítkovických železáren (např. vodojemů v Ostravě-Hladnově). Unikátní bylo nesení každé nádrže samostatným dřívkem a výtahová šachtice umístěná ve třetím, samostatném dřívku, což je doloženo v ČR pouze ve třech případech. Zároveň šlo o jeden z věžových vodojemů s největším objemem v ČR. Ve 3. celostátní soutěži ČSVTS o nejlepší stavbu s nosnou ocelovou konstrukcí získal za rok 1983 hlavní cenu v kategorii Technologické konstrukce. Projektovou a předvýrobní přípravu zajistil Hutní projekt Praha, závod Ostrava (generálním projektantem byl Ing. Ant. Kozák) a VŽKG, k. p., Ostrava (nádobu projektoval Pavel Klimeš) (Devátý, 1983, Soušek, 1982). Vodojem byl zároveň pohledovou dominantou a významným orientačním bodem Vítkovic. Byl zbořen v roce 2022. Foto Michaela Ryškové, 2016.



Obr. 4.223: Krnov – věžový vodojem v areálu závodu Karnola. Věžový vodojem neznámé datae a autorství určený pro užitkovou vodu pro textilní závod n. p. Karnola. Vodojem o malé výšce s válcovou nádrží nesenou ocelovými dřívky a architektonicky ztvárněným pláštěm, složeným ze dvou válců různých měřítek a prolomeným dvěma horizontálními pásy oken. Byl zbořen v roce 2020. Foto Michaela Ryškové, 2013.



Obr. 4.224: Skalice nad Svitavou – drážní věžový vodojem se dvěma válcovými nádržemi, postavený podle typizovaného projektu C. k. ředitelství pro tratě bývalé Společnosti státní dráhy z roku 1910. Příklad užití věžového vodojemu mimo vodárenské účely. (A) příčný řez; (B) podélný řez; (C), (D) pohledy; 1 – válcová nádrž s vypouklým dnem. Schéma Radek Mišanec, 2018 (upraveno dle: plánové dokumentace).



#### 4.5.2.7 Vodovodní síť

Vodovodní síť slouží k přívodu a rozvodu vody v daném spotřebišti a skládá se z vodovodního potrubí a dalších technických (obslužných) objektů (Milerski, 2005; Obr. 4.225 a Obr. 4.226):

- závěry (šoupátka vřetenová, třmenová) pro uzavření jednotlivých úseků,
- armaturní šachty (pro více než dva uzávěry),
- vzdušníky pro odvádění vzduchu (na nejvyšších místech řadu, předchází jim uzávěr),
- kalníky (kalosvody) pro vypouštění vody (v nejnižších místech),
- hydrant – k odběru vody v případě požáru; podzemní nebo nadzemní (tam, kde nehrozí zamrzání),
- opěrné bloky (proti posunu nebo vychýlení ze směru),
- chráničky (při křížení s komunikací, na mostech, pod tokem),
- potrubí.

Speciální součást představují dálkové přivaděče, což jsou velkokapacitní potrubí sloužící k přívodu pitné vody od vzdáleného vodního zdroje do místa úpravy či akumulace vody pro dané spotřebišť. Příkladem může být dálkový přivaděč pro Prahu z vodní nádrže Švihov (celková délka 51,97 km), nebo historický přivaděč I. březovský vodovod z Březové nad Svitavou do Brna (celková délka je 57,46 km).

**Četnost zastoupení v ČR:** neznámá

**Nejstarší dochované použití v ČR:** neznámé

**Poslední dochované použití:** neznámé

**Příklady:** Besednický skupinový vodovod; I. březovský vodovod; Sojovice – svodný řad; aj.

**Unikáty:** Letovice – odlehčovací věž; Praha-Pankrác, protirázová/vyrovňovací věž; Praha-Radlice, protirázová/vyrovňovací věž Děvín; Bylany – akvadukt; Želnav, rozdělovač vody aj.



Obr. 4.225: Odlehčovací a vyrovnávací věže vodovodů: (A) Letovice – odlehčovací věž I. březovského vodovodu pro zásobování Brna pitnou vodou; (B) Praha – vyrovnávací věž Děvín postavená podle návrhu arch. Karla Hubáčka, SIAL. Foto (A) Michaela Ryšková, 2016; (B) Archiv PVK, f. Fotoarchív PVK, kt. N 8, sign. B 9516.

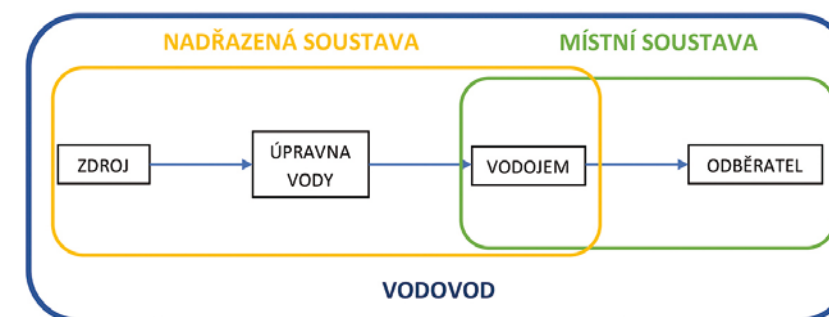
Obr. 4.226: Želnav – rozdělovač vody z roku 1818 byl součástí lokálního vodárenského systému. Má podobu žulového válce, v jehož ose je vyvrtán otvor pro uzlinání vody, která sem byla přiváděna z prameniště gravitačním potrubím. Ze středního otvoru pak přepadala přes kovová hradítka do osmi otvorů vyvrtaných po obvodu. U paty válce na ně navazovalo potrubí, jež vodu rozvádělo k jednotlivým usedlostem. Podobné rozdělovače byly postaveny v obcích Pěkná a Záhozdí (Hlušičková, 2004). Foto Michaela Ryšková, 2022.



#### 4.5.2.8 Vodárenské soustavy a systémy

Zásobování vodou je možno strukturovat do dvou úrovní (Milerski, 2005; Obr. 4.227):

- *místní soustava* (skupinový vodovod), sloužící pro dopravu vody z vodojemů nadřazené soustavy do spotřebišť a pro rozvod vody přímo ve spotřebišti (obec, město),
- *nadřazená soustava*, zahrnující objekty a potrubí umožňující dopravit vodu z jednotlivých zdrojů do vodojemu této soustav (pro větší územní celky, např. Ostravský oblastní vodovod).



Obr. 4.227: Schéma celého vodárenského systému (vodovodu) – základní prvky a dělení. Schéma David Honek, 2021.



Místní soustavy v tomto pojetí charakterizují část distribuční mezi úpravou vody/vodojemem a odběratelem vody ve spotřebišti. Na počátku zásobování pitnou vodou šlo pouze o přívod vody ze zdroje přímo k odběrateli (pramen – řad – kašna). V pozdějších obdobích přibýly objekty čerpání vody a akumulace (vodojemy), ale stále šlo spíše o lokální zásobování jednoho sídla z jednoho zdroje. Nadřazené soustavy, resp. oblastní vodovody, se budují od 20. století, kdy bylo potřeba zajistit stabilní zásobování sídel pitnou vodou. Sídla od 19. století zažívala velký boom v souvislosti s intenzivním rozvojem průmyslu. To způsobovalo čím dál větší tlak na zdroje vody. Společně se zhoršováním stavu místních zdrojů bylo nutné dovážet vodu do rostoucích měst z jiných a často velmi vzdálených lokalit, což vedlo ke vzniku tzv. dálkových přivaděčů vod (Švihov/Želivka – Praha, Březová nad Svitavou – Brno, Kružberk – Ostrava). Dále docházelo k propojování místních soustav a napojování nových sídel na stávající sítě, čímž došlo ke vzniku velkých nadřazených soustav, které často mají páteřní vodovod a strategické zdroje vody. Díky takto komplexním systémům je možné zajistit zásobování i během krizových situací (havárie na řadu, výpadek dílčího zdroje atd.).

**Četnost zastoupení v ČR:** k roku 1995 cca 30 významných vodárenských soustav (Broncová, 2006)

**Nejstarší dochované použití v ČR:** neznámé

**Poslední dochované použití:** neznámé

### 4.5.3 FUNKČNÍ CELKY

#### 4.5.3.1 Zásobování Prahy (podzemní voda, povrchové zdroje)

Hlavní město je zásobeno ze tří nezávislých zdrojů, vzniklých v rozmezí necelých 60 let. Jedná se o Káranskou vodárnu, Podolskou vodárnu a úpravnu vody Želivka.

Káranská vodárna (Obr. 4.228) byla oficiálně spuštěna 1. ledna 1914, ve zkušebním režimu již v roce 1912. V současné době dodává vodu třemi přivaděči – původním z roku 1914, druhým, který vznikl ve 30. letech 20. století a je zdvojením původního řadu, a třetím z 80. let 20. století. Zdrojem surové vody je podzemní voda přirozeně a uměle infiltrovaná do podloží z řeky Jizery. V roce 1968 došlo ke spuštění umělé infiltrace, která znásobila množství načerpané vody. Káranská vodárna kromě hl. města Prahy dodává vodu do řady obcí ve Středočeském kraji.



Obr. 4.228: Káraný – celkový pohled na Úpravnu vody Káraný. Foto Archiv PVK, f. Fotoarchív PVK, digitální archiv, sign. DV 125.



Obr. 4.229: Švihov – letecký pohled na úpravnu vody Želivka. Foto Archiv PVK, f. Fotoarchív PVK, kt. N 17, sign. B 180/00.

Úpravna vody Podolí byla vybudována v letech 1923–1929 a 1952–1965. Zdrojem surové vody je řeka Vltava (podrobněji v kapitole 4.5.4).

Úpravna vody Želivka (Obr. 4.229) byla spuštěna v roce 1972 jako hlavní zdroj pitné vody pro Prahu a okolí. Zdrojem surové vody je vodní dílo Švihov. Voda je čerpána samostatně stojícím sruženým objektem a přes čerpací stanici dopravována do úpravy. Základní technologií úpravy vody je filtrace zahrnující destabilizaci, agregaci a jednostupňovou separaci na otevřených pískových filtrech za pomoci síranu hlinitého. Po filtraci surová voda prochází procesem ozonizace. Roku 1987 byla spuštěna rozšířená 3. linka úpravy vody.

#### 4.5.3.2 Zásobování Brna (podzemní a povrchové zdroje)

Město Brno má tři hlavní zdroje pitné vody – dva podzemní a jeden povrchový (Obr. 4.230). Oba podzemní zdroje jsou lokalizovány severozápadně u obce Březová nad Svitavou v Pardubickém kraji a čerpá se zde podzemní voda ze dvou horizontů. Voda má velmi dobrou kvalitu, ale v posledních dekádách se ve svrchním horizontu začínají zvyšovat koncentrace dusíkatých látek. Voda je zde čerpána různě hlubokými vrty a vedena do vodojemu Březová nad Svitavou, kde se mísí, chloruje a posléze je vedena dále dvěma dálkovými přivaděči směrem do Brna. Starší vodovod



z roku 1913 je litinový a nachází se na něm 18 sekčních šoupat a 16 z nich je opatřeno zeleným zděným domečkem. Přivaděč má délku 57,5 km, přivádí vodu do dvou zemních vodojemů v Brně na Lesné a celková kapacita cca 300 l/s. Druhý přivaděč z roku 1975 je ocelový a jeho délka je 55,4 km s celkovou kapacitou ca 1 140 l/s. Přivádí vodu do vodojemu na Palackého vrchu v Brně, ale před tím se v uzlu Čebín mísí s vodou ze třetího přivaděče. Současný využívaný průtok obou historických přivaděčů je cca 1 450 l/s. Třetí přivaděč, tzv. Vířský oblastní vodovod, přivádí do Brna vodu z vodní nádrže Vír I. Voda z nádrže je nejprve vedena do úpravně ve Švařci a posléze vedena cca 47 km dlouhým potrubím do Čebína, kde se setkává s vodou březovskou. Přivaděč je budován od roku 1988 a neustále je rozšiřován. Do současnosti je jeho celková délka (včetně všech hlavních větví) asi 100 km a vede vodu až do obce Těšany (cca 20 km jihovýchodně od Brna) (BVK, 2013).

Z pohledu hodnocení vodo hospodářských objektů je nejhodnotnější I. březovský přivaděč, který je ve své podstatě zcela původní kromě některých bezpečnostních a ovládacích prvků, které bylo nutné modernizovat během času (elektrifikace atd.). Hodnocení objektu je v kapitole 4.5.4.1.

#### 4.5.3.3 Ostravský oblastní vodovod – Opavská větev (povrchový zdroj)

Ostravský oblastní vodovod je budován od roku 1954, kdy byl položen základ tohoto systému v podobě přivaděče z vodní nádrže Kružberk. Celý systém sestává ze dvou hlavních skupinových vodovodů – Kružberský a Beskydský a celková délka vodovodních řadů je 499,6 km (bez rozvodů v sídlech). Ostravský oblastní vodovod je významným zdrojem pitné vody pro velkou část Moravskoslezského kraje, ale také částečně kraje Olomouckého a některých obcí v Polsku (Kolektiv autorů, 1975; VRV, 1984; SMWAK, 2021).

Beskydský skupinový vodovod má dvě centrální úpravně vody, a to v Nové Vsi u Frýdlantu, která upravuje vodu z vodní nádrže Šance, a Vyšních Lhotách, která upravuje vodu z vodní nádrže Morávka. Celková produkce pitné vody obou úpravěn je 2 650 l/s (Nová Ves u Frýdlantu 2 200 l/s, Vyšní Lhota 450 l/s). Tento vodovod se začal budovat v roce 1955, kdy bylo započato se stavbou úpravně vody Vyšní Lhoty (Kolektiv autorů, 1975; VRV, 1984; SMWAK, 2021).

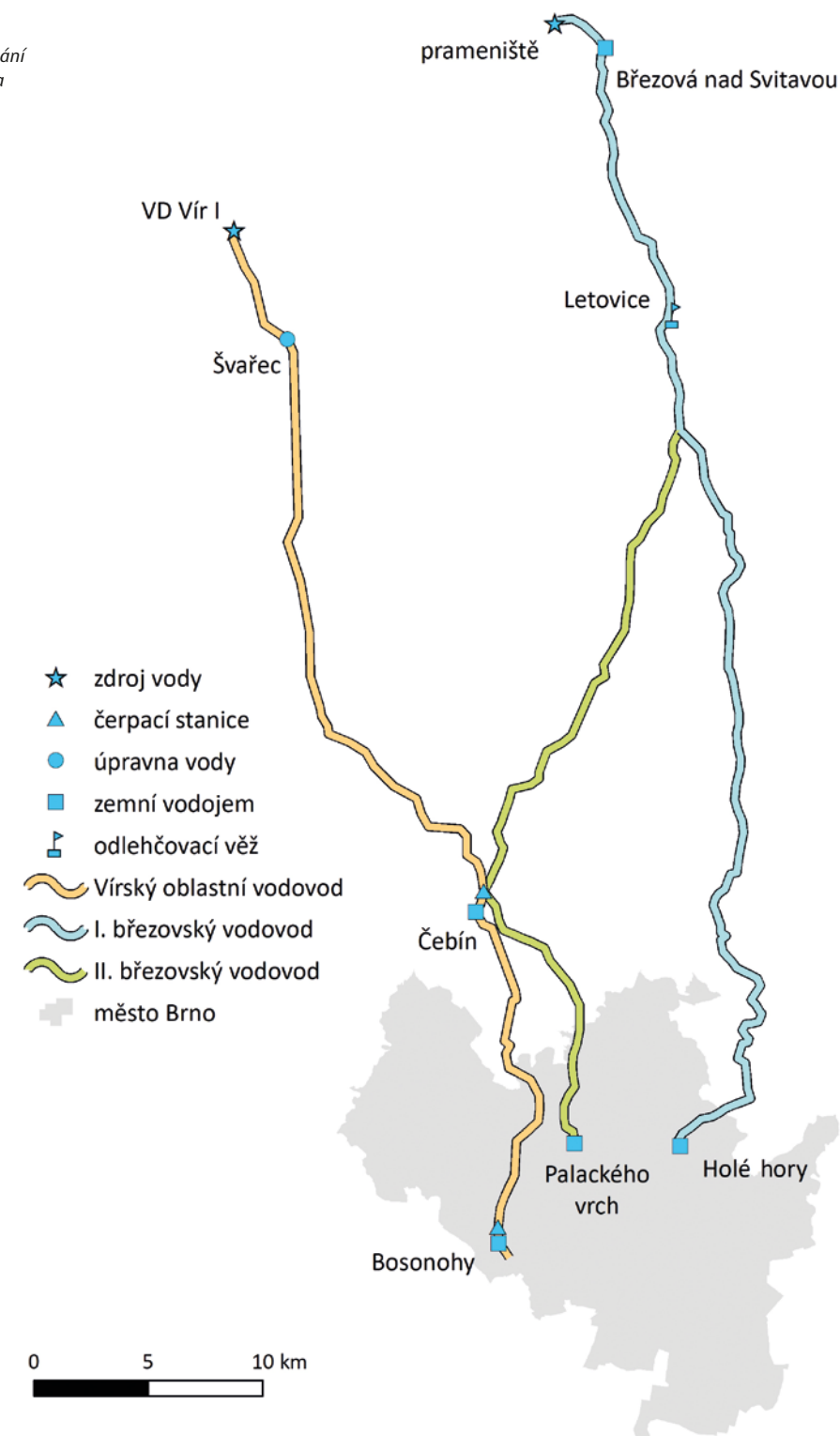
Kružberský skupinový vodovod má základ ve vodní nádrži Kružberk, odkud je vedena surová voda 6,7 km dlouhou štolou do úpravně vody ve Vítkově-Podhradí. Současná kapacita úpravně je 2 700 l/s, což ji řadí na druhé místo v ČR za úpravně vody Želivka. Voda je dále vedena třemi hlavními větvemi na Bruntálsko, okolí Fulneku a hlavně na Ostravsko. Součástí vodovodu je také předsazená vodní nádrž Slezská Harta, vodní nádrž Lobník, vyrovnávací nádrž jez Podhradí, pět malých vodních elektráren (Slezská Harta, Kružberk, Kružberk-Podhradí, ÚV Podhradí a jez Podhradí) a velkokapacitní vodojem Krásné Pole (12 000 m<sup>3</sup> pitné vody). Tento vodovod je významný zejména díky památkově chráněné úpravně vody ve Vítkově-Podhradí, jejíž hodnocení je v kapitole 4.5.4.2. (Kolektiv autorů, 1975; VRV, 1984; SMWAK, 2021)

### 4.5.4 HODNOCENÍ Z POHLEDU PAMÁTKOVÉ PÉČE NA KONKRÉTNÍCH PŘÍKLADECH

#### 4.5.4.1 I. březovský vodovod

Myšlenka na výstavbu dálkového přivaděče vody pro město Brno (Obr. 4.231) vznikla na konci 19. století, kdy přestal stačit zdroj na řece Svatce v Pisárkách. Jako vhodný zdroj byla zvolena oblast velkých vývěřů podzemní vody u Březové nad Svitavou (v místě bývalé obce Muzlov), kde byla celá řada velmi vydatných pramenů, které přímo napájely řeku Svitavu. Na začátku 20. století došlo k rozsáhlému hydrogeologickému průzkumu, včetně čerpacích zkoušek, a v roce 1911 započala stavba 57,5 km dlouhého přivaděče. Voda je čerpána pomocí 14 vrtaných studní z hloubky 17 až 21 m. Maximální vydatnost tohoto zdroje je 300 l/s, ale povolené čerpání je stanoveno na 250 l/s. Vodovod byl uveden do provozu v roce 1913. Vede vodu do dvou zemních vodojemů na Holých horách v dnešní městské části Brno-Lesná. Provedení vodovodu bylo na vysoké úrovni, což se do dnešních dnů projevilo velmi nízkou poruchovostí a uchováním původního vybavení. Trasa vodovodu je vedena víceméně v nivě řeky Svitavy, pouze na třech krátkých úsecích byla potřeba prorazit štolu (BVK, 2013).

Obr. 4.230: Zásobování města Brna. Schéma David Honek, 2021.





**Časové určení / doba vzniku:** 1911–1913

**Autorství:** investor: město Brno

**Památková ochrana:** není

**Rekonstrukce:** Rekonstrukce minimální, vodovod je původní litinový a rekonstrukce se týkala zejména oprav stavebních částí šoupátkových komor atd. se snahou o zachování původního vzhledu. Dále došlo v průběhu času k modernizaci ovládacích částí (elektrifikace) a opravám z důvodů poruch na potrubí, kterých ale bylo relativně málo.

**Hodnocení:**

**Hodnota typologická:** Na základě dosavadního výzkumu se pravděpodobně jedná o nejstarší a nejdější dálkový přivaděč v ČR (vyjma Vírského přivaděče, kde ale dochází k neustálému prodlužování kvůli napojování dalších sídel). Je to také typický příklad litinového přivaděče v původním provedení, včetně všech strojních částí.

**Hodnota technologického toku:** Vodovod jako funkční celek se skládá z jímacích objektů, samotného přivaděče, 3 zemních vodojemů, 4 ražených štol, 16 šoupátkových domečků a odlehčovací věže. Tvoří tak ucelený technologický tok gravitačního přivaděče pitné vody. Na vodovodu není instalována úprava vody, pouze v místě propojení s druhým vodovodem ve vodojemu v Březové nad Svitavou se voda chloruje kvůli zabezpečení hygienické kvality dále transportované vody.

**Hodnota autenticity:** Víceměně všechny části vodovodu jsou původní, včetně strojního vybavení, které bylo během času modernizováno kvůli vzdálenému ovládní a bezpečnosti. Potrubí je litinové. Stavební hmota povrchových částí vodovodu je také původní, průběžně obnovovaná při zachování architektonického a materiálového řešení.

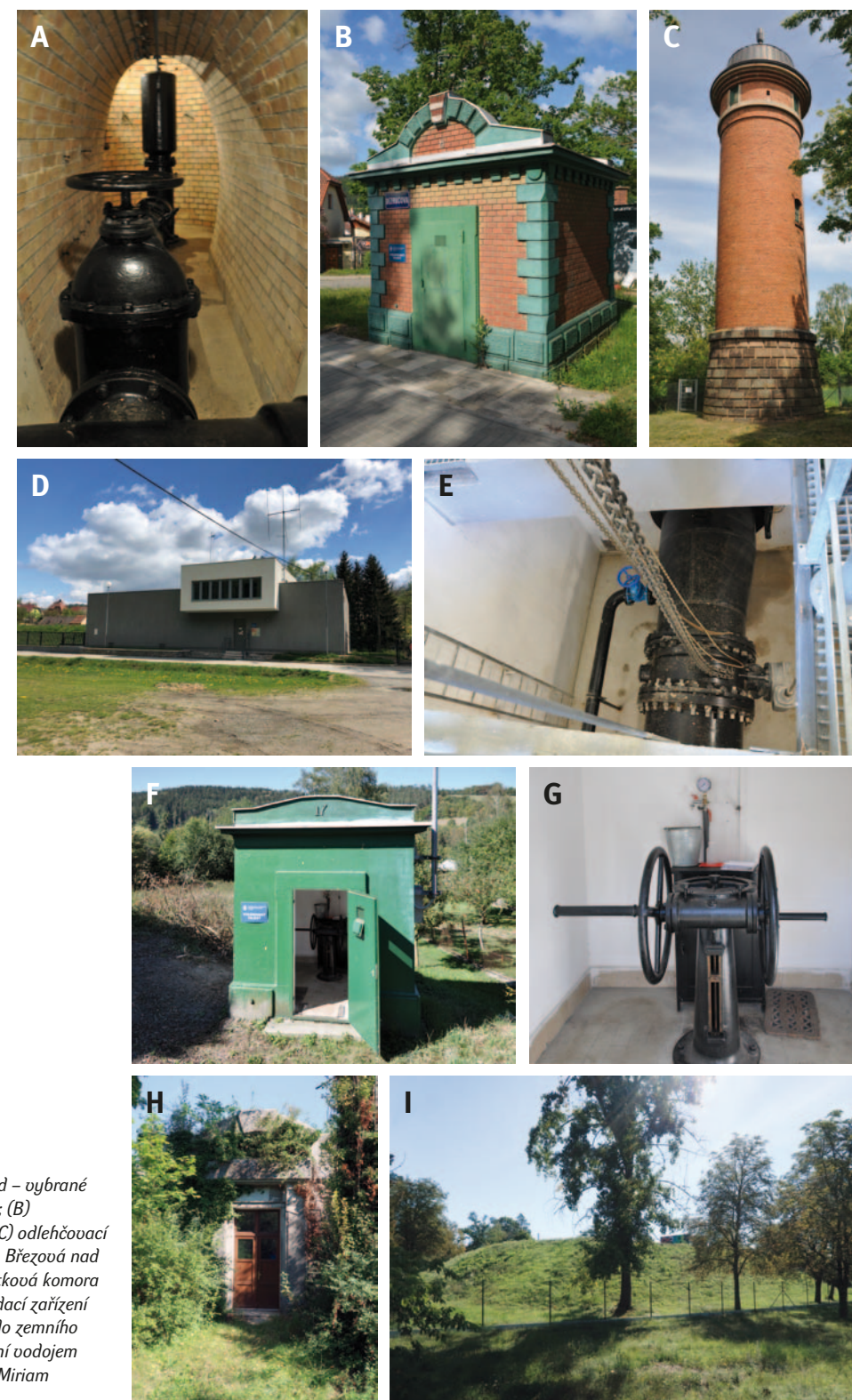
**Hodnota architektonická:** Soubor staveb v tvarosloví odpovídajícím době vzniku s využitím historizujících architektonických prvků a kombinace režného zdiva, omítaných ploch a kamenných prvků. Na některých stavbách se nachází erby či reliéfy města Brna (šoupátkové domečky, vstupní portál do jímací šachty, zemní vodojemy).

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Vodovod netvoří výraznou krajinnou dominantu, pouze viditelné části vodojemu (šoupátkové domečky, zemní vodojemy atd.) v omezené míře utváří krajinu v nejbližším okolí. Nejvýraznějším prvkem je 20 m vysoká věž v Letovicích, která slouží k odlehčení vodovodu a je současně pohledovou dominantou Letovic. Z urbanistického hlediska došlo k výraznému zásahu ve zdrojové oblasti, kde byla postupně odstraněna původní zástavba obce Muzlov a částečně obce Banín a území ochranných pásem vodního zdroje I. stupně je buď zatravněné (niva řeky Svitavy) nebo zalesněné (svahy údolí). Zatravněné je také povrch zemních vodojemů.

#### 4.5.4.2 Úprava vody Vítkov-Podhradí

Úprava vody ve Vítkově-Podhradí (Obr. 4.232) byla vybudována mezi lety 1954–1962. Surová voda z nádrže Kružberk je do úpravní přiváděna 6,7 km dlouhým potrubím. Technologie úpravy je řešena jako jednostupňová koagulační filtrace v otevřeném, gravitačně protékaném systému mísících, flokulačních a filtračních jednotek. Jako koagulant je používán síran hlinitý, úprava pH pitné vody je zajištěna dávkováním vápenného hydrátu ve formě vápenné vody a hygienicky je voda zabezpečena chlorem a oxidem chloričitým. V roce 2014 zde byla instalována malá vodní elektrárna, která je využívána pro samotný provoz úpravní vody a přebytek je předáván dále do energetické distribuční sítě (SMWAK, 2021; VRV, 1984).

Úprava je koncipována jako jeden provozní celek. Jednotlivé provozní části jsou odlišeny proporčně diferencovanými, technologicky propojenými hmotami, jejich konstrukční podstatou je železobetonová rámová konstrukce s cihelnými vyzdívkami. Osově symetrická dispozice evokuje v půdorysu tvar letadla nebo letícího ptáka. Ve středové ose je situován hlavní vstup, vestibul, správa a laboratoř, na které navazuje provoz mísení, dávkování a kolmo posazené dílny a garáže v místě ocasu. Křídla jsou tvořena symetrickými, k centrální ose kolmými a identickými provozními filtrace, vystavěnými ve dvou fázích a připravené k případnému rozšíření. Fasáda nese rozsáhlý reliéf *Voda v našem*



Obr. 4.231: I. březovský vodovod – vybrané části: (A) strojní zařízení studny; (B) šoupátkový domeček Blansko; (C) odlehčovací věž Letovice; (D) zemní vodojem Březová nad Svitavou; (E) potrubí; (F) šoupátková komora Březová nad Svitavou; (G) ovládací zařízení šoupátkové komory; (H) vstup do zemního vodojemu Holé hory II a (I) zemní vodojem Holé hory II. Foto David Honek, Miriam Dzuráková, 2019 a 2020.



životě sochaře Vincence Makovského z let 1961–1964 (Borovcová, 2011; Dzuráková a kol., 2021; SMWAK, 2021; VRV, 1984).

**Časové určení / doba vzniku:** 1954–1962

**Autorství:** budova architekt Cyril Kajnar, Stavoprojekt Ostrava; reliéf Vincenc Makovský

**Památková ochrana:** KP (1974)

**Rekonstrukce:**

**90. léta 20. století** – modernizace technologického vybavení, výměna namáhaných částí technologie včetně částí budovy z důvodu zvýšené vlhkosti a používání chemických látek

**2005–2009** – modernizace technologií a rekonstrukce infrastruktury (doplněné chlorové hospodářství, instalace hydraulické flokulace atd.)

**2011** – dokončena rekonstrukce střechy úpravní a stropních konstrukcí na halách filtrů

**2014** – zprovoznění malé vodní elektrárny

**2015–2016** – rozsáhlá rekonstrukce strojního a elektronického zařízení

**2019** – oprava poškozených částí břizolitových omítek, okenních výplní, střešní krytiny atd. v budově dávkování

**Hodnocení:**

**Hodnota typologická:** Z typologického hlediska se jedná o první a zároveň nejstarší úpravnu vody v povodí Odry. Výjimečné parametry má úpravna díky jedinečné koncepci dvou na sobě nezávislých částí pro čištění a úpravu surové vody, které jsou zrcadlově uspořádané. Dále lze doplnit, že úpravna využívá potenciálu přiváděné vody na úpravnu pomocí instalované malé vodní elektrárny.

**Hodnota technologického toku:** Úpravna vody obsahuje všechny části/systémy z hlediska úpravy surové vody z povrchového zdroje a je také součástí vodárenské soustavy Ostravského oblastního vodovodu.

**Hodnota autenticity:**

- **Autenticita hmoty/materiálu:** V průběhu času došlo k rekonstrukcím a modernizaci zejména strojního vybavení úpravní. Byla rekonstruována střecha a vyměněny stropní konstrukce (vzhledem k nevhodným původním materiálům bylo zvoleno materiálově odlišné řešení). Negativní dopad má výměna původních oken ve schodišťovém prostoru a kancelářích za okna plastová a vložení plastových oken do luxferových okenních výplní, ke kterému došlo z důvodu vlhkosti a užívání chemických látek a bez schválení památkové péče. Částečně byly obnovovány břizolitové omítky doplněním poškozených částí. Více viz kapitola 5.
- **Autenticita funkce:** Plně zachována.

**Hodnota architektonická:** Oproti starším úpravnám vody, jež byly budovány jako soubor jednotlivých, funkčně oddělených objektů, byly v případě úpravní vody v Podhradí tyto provozy sloučeny v jeden celek půdorysně a hmotově diferencovaný jednotlivými funkcemi. Půdorys přejímá tvar letadla / letícího ptáka, přičemž trup a kokpit/hlava jsou vyhrazeny centrálnímu vstupu, kancelářím, dispečinku a správě (v prodloužení pak provozním objektům), křídla utvářejí symetrické haly filtrace a ocas k trupu kolmé pomocné objekty.

**Hodnota umělecko-historická:** Průčelí budovy nese rozsáhlý reliéf *Voda o našem životě*, poslední dílo sochaře Vincence Makovského z let 1961–1964. Je tvořen dvaceti reliéfy rozdělenými do dvou samostatných bloků o celkové ploše 90 m<sup>2</sup>, jež tvoří monolitický celek. Dynamika vychází rozložení plochy do nestejně velkých, více či méně vystupujících kamenných bloků, které nesou jednotlivé náměty, a v odstupňování reliéfů od velmi mělkých, někdy spíše lineárních, po vysoké. Náměty byly čerpány z lidových písní a poezie, jejichž soupis pro Makovského provedl spisovatel Jaromír Tomeček. Uplatňování výtvarných děl ve veřejných stavbách je příznačné pro 60. až 70. léta 20. století. Makovského reliéf pro úpravnu vody v Podhradí představuje v rámci této produkce velmi kvalitní a monumentální sochařské dílo, tematicky přímo svázané s účelem stavby (Borovcová, 2011).



Obr. 4.232: Vítkov-Podhradí – úpravna vody: (A) hala filtrace; (B) filtrační nádrže; (C) původní ovládací panel; (D) průčelí s reliéfem (více fotografií v kapitole 3.2, hodnota umělecko-historická). Foto (A) – (C) David Honek, 2019; (D) Roman Polášek, 2019.

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Budova úpravní se nachází na vyvýšeném místě nad obcí Vítkov-Podhradí a tvoří výraznou pohledovou dominantu. Společně s dalšími vodohospodářskými stavbami, které jsou na úpravnu vázány, má velký vliv na podobu celého údolí této části údolí řeky Moravice.

#### 4.5.4.3 Úpravna vody Praha-Podolí

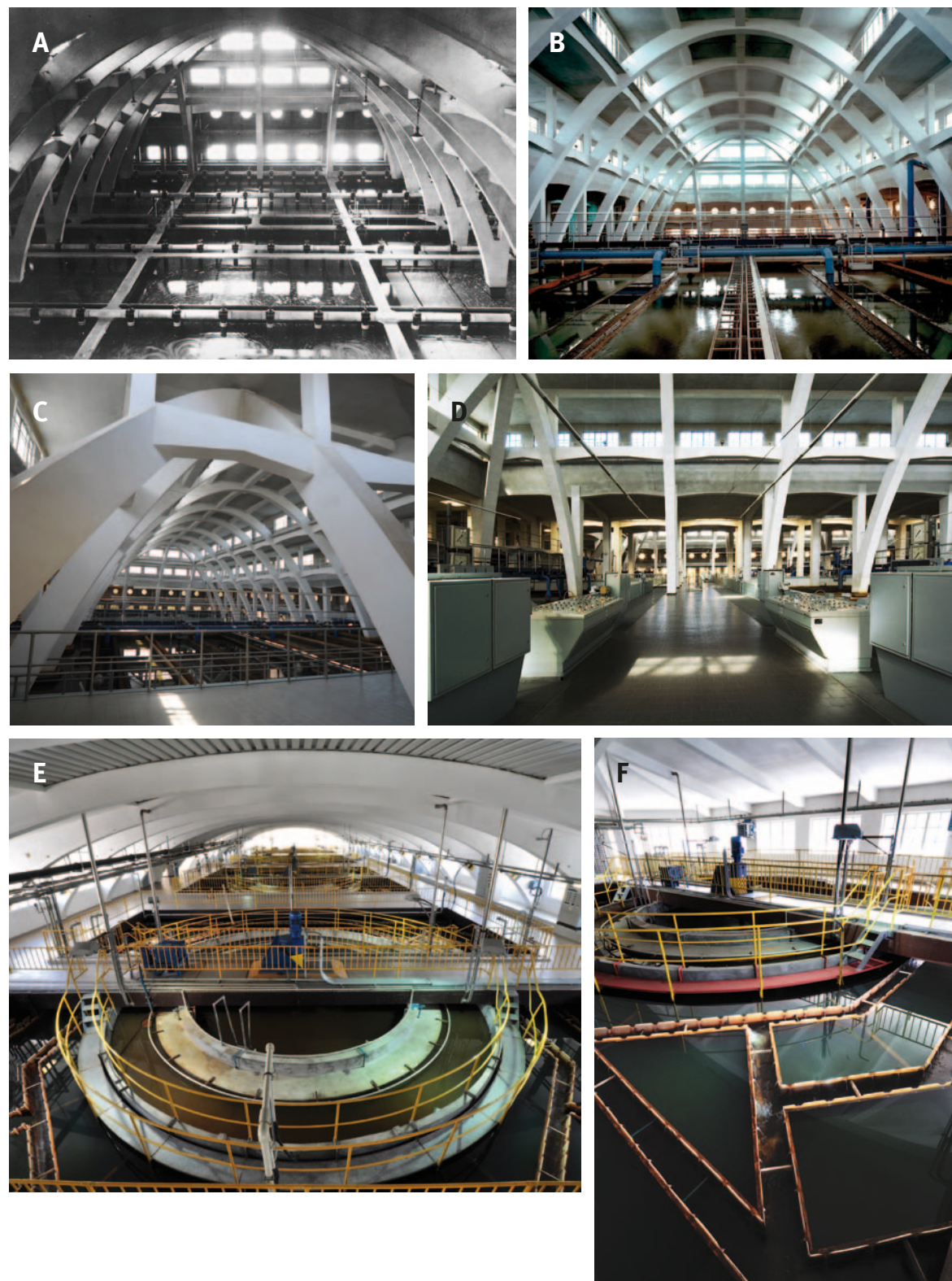
Úpravna vody (Obr. 4.233) byla postavena ve dvou etapách v letech 1923–1929 (první polovina úpravní) a 1952–1965 (dokončení a spuštění druhé linky). Voda byla původně čerpána přímo z řečiště Vltavy a ze tří původních infiltračních studní na břehu řeky a v tělese Veslařského (dříve Schwarzenberského) ostrova.

Úpravna byla koncipována jako vodárenský provoz pro čerpání užitkové vody, čištěné trojitou pískovou filtrační soustavou Puech-Chabal. Již v roce 1931 byla do systému včleněna koagulační linka, protože úpravna vody byla přehodnocena na zdroj pitné vody a kvalita čerpané vody tomu neodpovídala.

V roce 1943 došlo k přestavbě původních filtrů na systém Wabag, který technologicky navazoval na koagulaci a nahradil původní systém Puech-Chabal. V letech 1952–1965 (v roce 1967 došlo k plnému provozu) došlo k dostavbě celého komplexu podle změněných plánů, které odpovídaly proměně celé technologie (do plného provozu byla uvedena roku 1967). Koagulační linka, sestávající z čističů systému Binar-Bělský, se přesunula do jižní haly a severní hala zůstala opět určena jen pro filtraci za pomoci stávajícího systému Wabag (Jásek, 2014).

Od roku 2002 byla úpravna vody mimo provoz, vedená jako záložní zdroj. Po rekonstrukci byla v roce 2021 uvedena znovu do plného provozu.





Obr. 4.233: Praha – úprava vody Podolí: (A) hala filtrace z let 1923–1929 ve 30. letech 20. století; (B), (C) a (D) hala filtrace se současnými filtračními nádržemi; (E) a (F) hala čičičů z let 1952–1965; (G) průčelí haly filtrace. Foto (A) – (F) Archiv PVK a Jaroslav Beneš, 2018; (G) Michaela Ryšková, 2021.

**Časové určení / doba vzniku:** 1923–1929 a 1952–1965 (1967)

**Autorství:** Investor: Pražské vodárny (první fáze), Pražská vodohospodářská služba ÚNV hl. m. Prahy (rozšíření), původní (nedochovaná) technologie: Henry Chabal et Cie; architektonický návrh: Antonín Engel; návrh vnitřní dispozice: Bedřich Hacar, František Klokner, realizace stavby: firma Karel Kress (původní projekt), n. p. Ingstav Brno (rozšíření)

**Památková ochrana:** KP (1964)

**Rekonstrukce:**

**1930–1931** – vestavba koagulační linky

**1943** – přestavba filtrace na systém Wabag

**1952–1965** – dostavba jižní haly a rekonstrukce severní haly, 1965 dokončen architektonický projekt

**1967** – plný provoz; původní čerpací stanice nahrazena novou

**1992–2000** – kompletní stavební rekonstrukce, vč. odstranění skleněných tvárníc z předchozí rekonstrukce a jejich náhrada za původní pásová členitá okna

**2018–2021** – rekonstrukce hal čičičů a filtrační haly, úprava typu filtračních polí (přestavba části pískových filtrů na filtry s granulovaným uhlím)



**Hodnocení:**

**Hodnota typologická:** Úpravna byla postavena jako jedna ze tří realizací systému Puech-Chabal na území ČR. Původní technologie se nedochovala. Současná technologie je běžná dvoustupňová separace, užívaná pro odběr surové vody z povrchových zdrojů.

**Hodnota technologického toku:** Úpravna vody obsahuje všechny prvky technologie úpravy vody.

**Hodnota autenticity:**

- **Autenticita funkce:** Zachována. Úpravna vody je stále v plném provozu, modernizace probíhají v souhře s památkovou ochranou.
- **Autenticita formy:** Zachována.
- **Autenticita hmoty/materiálu:** Zachována. V jižní hale byly v rámci rekonstrukce v letech 1992–2000 druhotně osazené skleněné tvárnice vyměněny za okna zhotovená podle oken severní haly.
- **Autenticita technického zařízení:** Technologická část je kompletně obměněna, z původní technologie zůstaly pouze úložná pouzdra filtračních polí.

**Hodnota architektonická:** Autorem architektonického návrhu obou stavebních fází je architekt a urbanista prof. Antonín Engel, autory vnitřní dispozice severní filtrační haly jsou prof. Bedřich Hacar a prof. František Klokner.

Jednotný architektonický komplex spojuje monumentální formy vyjádřené skladbou hmot (jež jsou charakteristické pro tvorbu architekta A. Engela), moderní konstrukční principy a reprezentativní tradicionalistické tvarosloví pláště. Ustupující střešní systém je podpírán systémem oblouků. Obdobný systém byl následně použit např. na brněnském výstavišti v konstrukci pavilonu z roku 1928. Společné rysy lze najít v jiném Engelově díle ze shodného období – na vodní elektrárně Poděbrady (Švácha, 1995; Jásek, 2014).

Ve srovnávací studii vodohospodářských objektů zpracované pro TICCIH je vybrána jako jeden z patnácti významných objektů, areálů a systémů reprezentujících univerzální hodnoty světového významu (Douet, 2018). Velikostí, stářím a monumentalitou architektury je srovnatelná s úpravnou vody R. C. Harris Water Treatment Plant v kanadském Torontu, zařazenou ve stejném výběru TICCIH.

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Úpravna vody je umístěna na břehu řeky v širším centru města v městské části Praha-Podolí. Je obklopena hustou zástavbou. Původní umístění bylo vybráno s ohledem k relativní nezastavěnosti celého místa, s postupnou industrializací oblasti se úpravna vody stala integrální součástí celé městské části. Pohledově se uplatňuje zejména od řeky (z Veslařského ostrova a Císařské louky), z protilehlého břehu (vyhlídka na Děvíně) a z Podolského nábřeží a ulice Podolské.

**4.5.4.4 Obecné shrnutí zásad hodnocení vodárenských objektů**

Hodnocení vodárenských objektů z pohledu památkové péče je náročné zejména u staveb, které stále slouží svému účelu a jsou často vystaveny intenzivnímu vlivu proudící vody, chemikálií a dalších látek během úpravy vody. To se odráží na stavu zařízení i celých budov. Z důvodů dodržení přísných zákonných nařízení a postupů během úpravy a následné distribuce pitné vody směrem ke spotřebiteli je mnohdy zcela nevyhnutelné obměnit části nebo celá strojní vybavení za modernější a schválená, což samozřejmě narušuje autenticitu těchto součástí.

Příkladem může být úpravna vody v Praze-Podolí (1925–1929), která prošla v posledních letech rozsáhlou modernizací a rekonstrukcí, zároveň ale stále slouží svému účelu. Je příkladem ochrany významné památky během stálého provozu, včetně muzealizace již nevyužívaných částí. Konverzí prochází řada menších vodárenských objektů, zejména věžové vodojemy, jež mohou sloužit nejruznějším funkcím (vyhlídkové věže, obytné, administrativní, muzejní nebo galerijní objekty).

Z pohledu urbanistické a krajinné hodnoty vodárenské stavby jsou často nenápadné, popřípadě ukryté v zemi, takže jejich uplatnění v obraze krajiny či sídla je minimální, což lze chápat i jako positívum, pokud by šlo o stavby svým řešením zcela utilitární. Poměrně časté jsou malé secesní či meziválečné vodojemy ve vyvýšených polohách v blízkosti měst či vesnic, které se do okolní krajiny nenápadně začleňují.

Úpravny vody jsou často vázané na hráze vodárenských nádrží, takže je třeba je hodnotit v rámci takového celku (v případě Klíčavy i samostatně, protože tam je dělí větší vzdálenost). Přesto se najdou výjimky, kdy je úpravna vody situována ve velmi exponované poloze města a její urbanistická hodnota je zásadní (např. úpravna vody Praha-Podolí, i díky mimořádné kvalitě architektury; totéž platí o úpravně vody v Brně-Pisárkách).

Nejvýraznějšími vodárenskými stavbami jsou nepochybně věžové vodojemy (a vodárenské věže) nacházející se ve vyvýšených polohách uvnitř měst či na jejich okraji (pražské Vinohrady, Bubeneč, Pankrác, Jaroměř, Hradec Králové aj.). Jejich urbanistická hodnota je mimořádná, neboť spoludefinují charakteristické panorama města – a to jim dává rovněž hodnotu krajinnou.

Často hodnoceným atributem je hodnota architektonická. Tato hodnota je jednoznačně rozpoznatelná u městských vodárenských systémů zřizovaných od poloviny 14. do poloviny 19. století a zejména u vodárenských věží či kašen. Jejich podobu určovaly dobové architektonické slohy. Vodárenské soubory nebo stavby pro zásobování vodou a areály zajišťující zpracování odpadních vod, budované v reakci na špatné hygienické podmínky rychle rostoucích průmyslových měst ve 2. polovině 19. století, přejímaly vzory uplatňované v realizaci technických a průmyslových staveb včetně historizujících inspirací. I zde představovalo jeden z klíčových momentů zavedení parní energie pro čerpání vody a parní čerpací stanice se staly symbolem této změny, stejně jako pokroku v řešení problému sanitární krize. Značná pozornost byla věnována architektonickému ztvárnění věžových vodojemů, které tvořily nejviditelnějšími prvky těchto systémů, a to zejména od přelomu 19. a 20. století do 2. světové války. Byly pojednány zprvu v architektonických formách historických slohů a s nástupem 20. století v nových formách secesních, později modernistických nebo funkcionalistických. Z úpraven vody je potřeba vyzdvihnout úpravnu vody v Praze-Podolí uvedenou do provozu v roce 1929, jejíž výpravné architektonické tvarosloví bylo respektováno i při rozšíření v 50. a 60. letech 20. století (Douet, 2018).



## 4.5.5 REGISTR LOKALIT

Název	Typ ochrany	Rejstříkové číslo ÚSKP	Název prvku podle Památkového katalogu	Chráněno od	Typ prvku	Okres	Obec
akvadukt	KP	103997	akvadukt	01.07.2010	akvadukt	Pardubice	Sezemice
akvadukt	KP	106734	akvadukt přes řeku Kamenici	18.08.2021	akvadukt	Děčín	Česká Kamenice
akvadukt Na Zmínce	KP	26244/6-4658	akvadukt Na Zmínce	29.12.1983	akvadukt	Pardubice	Sezemice
bývalá vodárna	KP	42819/5-1097	bývalá vodárna	17.01.1964	vodárenská věž	Louny	Čítoliby
dražní vodárna	KP	106581	dražní vodárna	19.11.2020	vodárna	Plzeň-jih	Kasejovice
dražní vodojem	KP	101947	vodárna Českých drah	15.09.2006	vodárna	Prachatice	Zbytiny
dům s vodárenskou věží	KP	31114/4-4399	vodárenská věž	25.10.1963	vodárenská věž	Plzeň-město	Plzeň
Královský pramen	KP	42903/5-244	Královský pramen	18.06.1963	pramen	Ústí nad Labem	Řehlovice
letecký maják s vodojemem	KP	100966	letecký maják	24.03.2004	vodojem	Praha	Praha
Malostranská vodárenská věž	KP	40341/1-1386	Malostranská vodárenská věž	22.12.1964	vodárenská věž	Praha	Praha
Maxova vodárna s kašnou	KP	17652/7-6009	Maxova vodárna s kašnou	26.01.1973	vodárna	Kroměříž	Kroměříž
most Vojtěšského vodovodu	KP	27718/2-1048	akvadukt bývalého Vojtěšského vodovodu	31.12.1966	akvadukt	Kutná Hora	Kutná Hora
nádražní vodárna	KP	101000	vodárna nádražní	31.03.2004	vodárna	Blansko	Skalice nad Svitavou
Novomlýnská vodárenská věž	KP	44469/1-1056	Novoměstská vodárna	22.12.1964	vodárenská věž	Praha	Praha
parní staniční vodárna	KP	44860/6-5474	parní staniční vodárna	01.01.1989	vodárna	Náchod	Jaroměř
parní vodárna	KP	36135/8-2276	parní vodárna	06.06.1975	vodárna	Olomouc	Olomouc
parní vodárna s cisternou	KP	104623	parní vodárna s cisternou	19.01.2012	vodárna	Ústí nad Labem	Ústí nad Labem
pavilon studny	KP	105321	pavilon studny	05.03.2014	studna	Semily	Vysoké nad Jizerou
přecherňovací stanice Bruska	KP	104323	přecherňovací stanice Bruska	28.04.2011	přecherňovací stanice	Praha	Praha
renesanční studna	KP	38161/1-5	studna	22.12.1964	studna	Praha	Praha
rumpál studny z Druzcova	KP	31470/5-4220	rumpál studny z Druzcova	06.04.1966	studna	Liberec	Český Dub
stará vodárna	KP	11162/7-8668	stará vodárna	15.02.1996	vodárna	Znojmo	Znojmo
Staroměstská vodárenská věž	KP	38174/1-14	Staroměstská vodárna	22.12.1964	vodárna	Praha	Praha
studna	KP	38266/2-1930	studna tzv. „Komenského studna“	31.12.1965	studna	Nymburk	Poděbrady

Název	Typ ochrany	Rejstříkové číslo ÚSKP	Název prvku podle Památkového katalogu	Chráněno od	Typ prvku	Okres	Obec
studna	KP	43095/5-161	studna	17.06.1963	studna	Ústí nad Labem	Zubrnice
studna	KP	28178/6-4361	studna	10.05.1972	studna	Náchod	Jaroměř
studna	KP	13231/8-3452	studna	08.04.1970	studna	Nový Jičín	Štramberk
studna	KP	25227/6-2874	studna	02.04.1964	studna	Semily	Vysoké nad Jizerou
studna	KP	19811/3-369	studna	31.12.1963	studna	České Budějovice	Dolní Bukovsko
studna	KP	22797/4-753	studna	17.01.1964	studna	Karlovy Vary	Bochov
studna	KP	32181/4-2129	studna	04.03.1964	studna	Domažlice	Kout na Šumavě
studna	KP	44499/1-6	studna	22.12.1964	studna	Praha	Praha
studna	KP	31995/5-2059	studna	01.09.1964	studna	Litoměřice	Chotěšov
studna „V Lázní“	KP	36427/3-3286	studna „V Lázní“	31.12.1963	studna	Pelhřimov	Senožaty
studna - čtyři	KP	20658/6-4363	čtyři studně	10.05.1972	studna	Náchod	Jaroměř
studna rumpálová	KP	21213/6-3380	studna rumpálová	16.04.1964	studna	Svitavy	Jevíčko
studna s mřížovou klecí	KP	38910/1-480	studna s mřížovou klecí	22.12.1964	studna	Praha	Praha
studna s přístřeškem	KP	105501	studna s přístřeškem	14.11.2014	studna	Chrudim	Žumberk
studniční stavení se studnou	KP	51948/2-4457	studniční stavení včetně vlastní studny	17.04.2002	studna	Příbram	Nový Knín
Šitkovská vodárenská věž	KP	39910/1-1105	spolkový dům Mánes, Šitkovská vodárenská věž	22.12.1964	vodárenská věž	Praha	Praha
veřejná pumpa U Fitzů	KP	10949/4-4935	veřejná pumpa U Fitzů	22.09.1994	studna	Rokycany	Rokycany
věž Obřího pramene	KP	43998/5-5282	věž Obřího pramene	30.12.1987	vodárenská věž	Teplice	Lahošť
věžový vodojem	KP	104171	vodojem	27.12.2010	vodojem	Nymburk	Poděbrady
věžový vodojem	KP	106092	věžový vodojem	22.09.2017	věžový vodojem	Plzeň-jih	Chlumčany
věžový vodojem	KP	49750/5-5858	věžový vodojem	10.02.1999	věžový vodojem	Teplice	Bílina
věžový vodojem	KP	101496	vodojem věžový	04.05.2005	vodojem	Opava	Opava
věžový vodojem	KP	101521	vodárna	24.05.2005	věžový vodojem	Opava	Hlučín
věžový vodojem	KP	104468	vodojem	09.09.2011	vodojem	Kolín	Pečky
věžový vodojem	KP	105027	věžový vodojem	11.02.2013	vodojem	Kolín	Týnec nad Labem
věžový vodojem	KP	104169	vodojem	28.12.2010	vodojem	Kolín	Kolín
věžový vodojem	KP	102467	věžový vodojem	14.08.2007	vodojem	Jindřichův Hradec	Nová Ves nad Lužnicí



Název	Typ ochrany	Rejstříkové číslo ÚSKP	Název prvku podle Památkového katalogu	Chráněno od	Typ prvku	Okres	Obec
věžový vodojem	KP	103508	věžový vodojem	20.03.2009	věžový vodojem	Plzeň-sever	Heřmanova Huť
věžový vodojem	KP	34572/6-4646	vodojem na Vinici	29.12.1983	vodojem	Pardubice	Pardubice
věžový vodojem	KP	104819	vodojem	22.05.2012	vodojem	České Budějovice	Trhové Sviny
vodárenská věž	KP	41535/1-2168	vodárenská věž	26.02.1992	vodárenská věž	Praha	Praha
vodárenská věž	KP	12445/2-4237	vodárenská věž	17.02.1993	vodárenská věž	Nymburk	Nymburk
vodárenská věž	KP	10816/2-4312	vodárenská věž	07.08.1995	vodárenská věž	Benešov	Benešov
vodárenská věž	KP	101542	vodárenská věž	08.06.2005	vodárenská věž	Chomutov	Otvice
vodárenská věž	KP	47348/1-2151	vodárenská věž	03.06.1991	vodárenská věž	Praha	Praha
vodárenská věž	KP	47350/1-2154	vodárenská věž	03.06.1991	vodárenská věž	Praha	Praha
vodárenská věž	KP	43070/5-1539	vodárenská věž	17.01.1964	vodárenská věž	Louny	Žatec
vodárna	KP	102175	vodárna	09.02.2007	vodárna	Pardubice	Pardubice
vodárna	KP	35501/6-763	vodárna	24.01.1964	vodárna	Chrudim	Chrudim
vodárna	KP	103105	vodárna	12.08.2008	vodárna	Ostrava-město	Ostrava
vodárna	KP	105217	vodárna	02.12.2013	vodárna	Přerov	Radíkov
vodárna	KP	19116/6-866	vodárna	24.01.1964	vodárenská věž	Chrudim	Chrast
vodárna	KP	45094/6-1097	vodárna	06.02.1964	vodárna	Jičín	Jičín
vodárna	KP	13467/6-4685	vodárna – bývalá, rodný dům spisovatele Eduarda Štorcha	28.05.1984	vodárna	Jičín	Ostromeř
vodárna	KP	40255/1-1334	vodárna	22.12.1964	vodárna	Praha	Praha
vodárna	KP	11096/6-5898	vodárna	02.01.1996	vodárna	Trutnov	Pec pod Sněžkou
vodárna	KP	41194/8-2742	vodárenská věž	03.01.1984	vodárenská věž	Karviná	Karviná
vodárna	KP	43984/5-5268	vodárna	30.12.1987	vodárna	Teplice	Teplice
vodárna	KP	101151	dílny pro opravy vozidel, výtopny a nádraží bývalé společnosti státní dráhy a Buštěhradské dráhy, z toho jen: vodárna	01.09.2004	vodárna	Praha	Praha
vodárna	KP	40266/1-1341	vodárna	22.12.1964	vodárna	Praha	Praha
vodárna	KP	38050/6-4669	vodárna	15.03.1984	vodárna	Náchod	Jaroměř
vodárna	KP	34742/8-2214	vodárna	18.04.1974	vodárna	Opava	Vítkov

Název	Typ ochrany	Rejstříkové číslo ÚSKP	Název prvku podle Památkového katalogu	Chráněno od	Typ prvku	Okres	Obec
vodárna - areál bývalé úpravny vody a čerpací stanice vršovické vodárny	KP	54885/1-2308	areál bývalé úpravny vody a čerpací stanice vršovické vodárny	05.08.2002	vodárna	Praha	Praha
vodárna - dva vodárenské pavilony	KP	105677	dva vodárenské pavilony	30.07.2015	vodárna	Ústí nad Orlicí	Česká Třebová
vodárna podzemní	KP	51001/6-6193	vodárna podzemní	07.06.2001	vodárna	Pardubice	Srch
vodárna zv. Turecká věž	KP	41879/2-1897	vodárna – tzv. Turecká věž	31.12.1965	vodárna	Nymburk	Nymburk
vodojem	KP	11818/5-5801	vodojem	28.03.1997	vodojem	Liberec	Hodkovice nad Mohelkou
vodojem	KP	22138/3-3937	vodojem	31.12.1963	vodojem	Prachatice	Želnavá
vodojem	KP	105974	vodojem	17.03.2017	vodojem	Havlíčkův Brod	Skorkov
vodojem	KP	31118/3-241	vodojem	31.12.1963	vodojem	České Budějovice	Litvínovice
vodojem I	KP	11888/4-4757	vodojem č. I	29.01.1992	vodojem	Karlovy Vary	Karlovy Vary
vodovod města Košíř	KP	50914/1-2388	vodovod města Košíř	21.03.2001	vodovodní síť	Praha	Praha
vodovod Vidoule	KP	49597/1-2254	vodovod Vidoule	06.03.1998	vodovodní síť	Praha	Praha
vodovodní přivaděč zbytky vodovodu, archeologické stopy	KP	18015/2-457	zbytky vodovodu z Brandýska do Budče	31.12.1967	vodovodní přivaděč	Kladno	Dřetovice
vodovodní síť	KP	12364/7-8463	vodovodní síť – soubor objektů	20.11.1990	vodovodní síť	Třebíč	Jemnice
vodovodní síť velkostatku	KP	104653	vodovodní síť býv. velkostatku	11.02.2012	vodovodní síť	Beroun	Liteň
vodovodní štola Světluška	KP	11407/1-2244	hradní vodovod Světluška, s čerpací stanicí a vodojemem	02.10.1996	vodovodní přivaděč	Praha	Praha
zemní vodojem a čerpací stanice	KP	105589	vodojem vodovodu pro Horní Kokonín a část Vrkoslavice	25.03.2015	vodojem	Jablonec nad Nisou	Jablonec nad Nisou



## 4.6 STOKOVÁNÍ A ČISTÍRENSTVÍ

Čištěním odpadních vod se rozumí odstranění složky, působící negativně na povrchové vody, do nichž jsou vypouštěny. Způsob čištění se volí podle složení odpadní vody a podle nároků na její kvalitu. Při tom se rozlišují čistírny pro čištění odpadních vod městských a průmyslových.

Při čištění městských odpadních vod je třeba odstranit především hrubé, makroskopické látky, jejichž přítomnost by mohla vést v dalších stupních čištění k mechanickým závadám a zanášení objektů a zařízení čistíren odpadních vod (ČOV). Jedná se o vznášené částice, které se zachycují na česlích s průlinami až 0,5 mm a o částice sunuté po dně stoky – v podstatě písek. Pro zachycení písku slouží lapáky písku, které jsou někdy uspořádány i pro zachycení plovoucích látek (tukových), což je výhodné především u ČOV bez usazovacích nádrží. Tyto objekty, které nemohou chybět na žádné ČOV, se nazývají v souhrnu hrubé předčištění. Materiály na něm zachycené jsou hygienicky i esteticky závadné a zpravidla se skládají.

Za hrubým předčištěním následuje mechanicko-biologické nebo biologické čištění. Mechanické ČOV bez následujícího biologického čištění se v současné době již nebudují. Mechanické čištění městských odpadních vod je realizováno v usazovací nádrži. V ní jsou odděleny usaditelné částice. Odpadní voda z mechanického čištění nebo přímo z hrubého předčištění je vedena na čištění biologické, které může být realizováno v aerobních nebo anaerobních podmínkách. Při čištění městských odpadních vod se uplatňuje výhradně čištění aerobní. Jiným rozlišujícím kritériem je čištění:

- **přirozené**, probíhající v přírodních podmínkách, které jsou jen určitým způsobem modifikovány,
- **umělé**, probíhající v reaktorech, v nichž jsou biochemické procesy intenzifikovány.

Čistírenské objekty, zejména biologické čištění, nelze dimenzovat na maximální průtoky, ke kterým dochází při deštích, kdy průtokové množství mnohonásobně, byť jen krátkodobě převyšuje průměrný průtok. Pro zachycení tohoto přívalu jsou na ČOV budovány dešťové zdrže, do nichž se (zpravidla za hrubým přečištěním) oddělí část vody převyšující maximum, na které jsou dimenzovány další technologické objekty. Po naplnění dešťové zdrže se tato stává průtočnou a funguje jako usazovací nádrž, z níž jsou odpadní vody odváděny do recipientu. Voda zachycená v dešťové zdrži a ovšem i kal se po opadnutí deště přečerpá do ČOV.

Produktem čištění odpadních vod je kalová suspenze (kal), kterou je třeba dále zpracovat. Proto je nedílnou součástí ČOV kalové hospodářství.

Požadavkem na čistírnu městských odpadních vod je výrazné snížení:

1. koncentrace suspendovaných látek,
2. koncentrace organických látek, zejména biologicky rozložitelných,
3. počtu bakterií a jiných organismů,
4. vedle toho bývá požadováno odstranění nutričních prvků (N, P) do různého stupně podle velikosti zdroje znečištění a s přihlédnutím k recipientu.

U **průmyslových odpadních vod** nelze vzhledem k různorodosti jejich složení popsat jednotné schéma čištění. Vedle postupů používaných při čištění městských odpadních vod se uplatňují i postupy zcela odlišné. Při biologickém čištění jsou u vod s vysokou koncentrací organického znečištění využívány s výhodou anaerobní procesy, které se na městských ČOV používají pouze pro stabilizaci kalů. U separačních postupů na principu filtrace se používají nejen česle, mikrosíta a mikrofiltry, ale i polopropustné membrány, propouštějící vedle molekul vody jen částice

určité velikosti, příp. elektrického náboje, což vyžaduje použití vyšších tlaků. Ultrafiltrací lze zachytit částice velikosti koloidů, reverzní osmózou i látky rozpuštěné. Používá se i filtrace ve filtrační vrstvě, např. pískové filtry, zachycující částice velikosti řádově jako při mikrofiltraci.

U separačních postupů založených na rozdílné hustotě vody a částic se vedle sedimentace uplatňuje i flotace, při níž jsou částice vynášeny k hladině buď proto, že jejich hustota je menší než hustota vody, nebo proto, že jsou nadlehčovány mikrobublíčkami plynu.

Při čištění průmyslových odpadních vod nachází uplatnění i čiření. Oproti úpravě pitných vod jsou však při čištění vod odpadních dávky koagulantů výrazně vyšší. Dále jsou používány metody adsorpce, stripování (vyhnání těkavých látek proudem plynu), extrakce, iontové výměny. Pro úpravu pH se používá neutralizace. Některé látky (těžké kovy) lze rozložit oxidačními látkami, např. chlorem. U vysoce koncentrovaných odpadních vod je vhodné jejich termické zpracování (odpaření, spalení).

Požadavky kladené na čištění průmyslové odpadní vody se značně liší mimo jiné i podle toho, zda je vyčištěná voda vypouštěna do vodního recipientu nebo do veřejné kanalizace, kde je dočištěna v městské ČOV.

Pod pojmem **mechanické čištění** městské odpadní vody se rozumí separace v ní obsažených suspendovaných látek sedimentací. Sedimentační proces, při němž se využívá tíhového zrychlení působícího na suspendované částice, se však používá pro oddělení suspenzí při úpravě vody na pitnou a také při čištění průmyslových odpadních vod.

Při sedimentaci suspenzí se v technologii vody rozlišují:

- **kal zrnitý**, u kterého jednotlivé částice nemění během sedimentace svoji velikost a tvar;
- **kal vločkovitý**, který během usazování podléhá ortokineticé koagulaci a tím mění svůj charakter.

K prvému typu patří písek a primární čistírenský kal, ke druhému kal biologický a kal vznikající při koagulačním procesu úpravy vody.

Pro základní orientaci v problematice je nutné uvést, co jsou vlastně aerobní a anaerobní procesy.

Při **biologickém čištění odpadních vod** se jedná především o rozložení organických látek v nich obsažených, z nichž však je biologicky rozložitelná jen jejich určitá část. Nositel procesy jsou mikroorganismy, především bakterie, pro něž je organická hmota substrátem. V biologických čistírenských systémech se jedná vždy o směsnou mikrobiální kulturu s větší či menší pestrostí druhů. V zásadě se rozlišují **procesy aerobní**, probíhající v přítomnosti molekulárního kyslíku a **procesy anaerobní**, probíhající v jeho nepřítomnosti.

Výhody a nevýhody anaerobního procesu v porovnání s aerobním procesem:

Výhody aerobního procesu:

- nízká spotřeba energie (není vynakládána na aeraci, naopak produkuje se energeticky cenný bioplyn),
- nižší produkce biomasy (cca desetkrát), není nutná stabilizace kalu,
- nízké požadavky na živiny (oproti aerobnímu procesu nižší ve stejném poměru jako je produkce biomasy),
- možnost udržení vysoké koncentrace biomasy v reaktoru (není limitována rychlostí přestupu kyslíku).

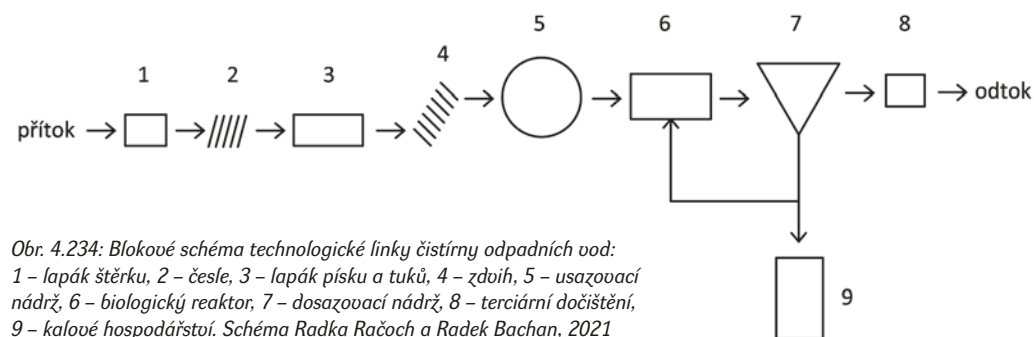
Nevýhody anaerobního procesu:

- menší reakční rychlost (z toho vyplývá potřeba většího objemu reaktoru),
- vyšší zbytková koncentrace organických látek v odtoku (většinou je nutné dočištění odpadní vody v aerobním stupni),
- citlivost methanogenních bakterií vůči vnějším podmínkám (výrazný vliv teploty na rychlost procesu aj.),
- dlouhá doba zpracování procesu.



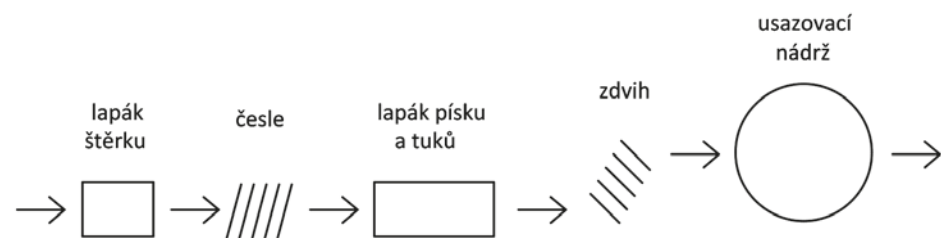
Z výše uvedeného vyplývá, že anaerobní procesy jsou vhodné pro stabilizaci čistírenských kalů a pro čištění odpadních vod s vysokou koncentrací organického znečištění.

Čištění odpadních vod je souhrn technologických procesů sloužících ke zneškodňování znečišťujících látek v odpadních vodách a ke snížení jejich koncentrace, k těmto procesům dochází v čistírně odpadních vod (viz Obr. 4.234). Celé schéma průtoku vody, ale i toku kalů, čistírnou se nazývá technologická linka ČOV.



Obr. 4.234: Blokové schéma technologické linky čistírny odpadních vod: 1 – lapák štěrku, 2 – česle, 3 – lapák písku a tuků, 4 – zdvih, 5 – usazovací nádrž, 6 – biologický reaktor, 7 – dosazovací nádrž, 8 – terciární dočištění, 9 – kalové hospodářství. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: archiv VÚV).

Technologická linka čistírny odpadních vod se dělí na dvě základní části, mechanickou a biologickou. V mechanické části dochází k odstraňování mechanických nečistot ze surové odpadní vody a její součástí jsou ochranné prvky čistírny, tj. lapák štěrku, česle a lapák písku (a tuků) a dále pak zdvih a usazovací nádrže.

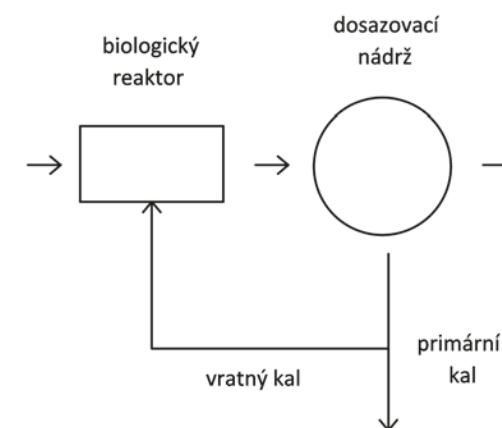


Obr. 4.235: Blokové schéma mechanické části čistírny odpadních vod. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: archiv VÚV).

V biologické části dochází k odstraňování organického znečištění pomocí mikroorganismů a skládá se z biologického reaktoru, dosazovací nádrže, podle technologického uspořádání se někdy zařazuje i regenerační nádrž (viz Obr. 4.236). Dochází zde také k odstraňování dusíkatých látek pomocí nitrifikace (oxidace amoniakálního dusíku na dusičnan) a denitrifikace (redukce dusičnanů a dusitanů na elementární dusík).

Další stupně čištění, tedy technologické linky, mohou představovat objekty spojené s chemickým srážením fosforu z vody, nebo objekty dočištění odpadní vody (Čížek, Herel, koníček, 1970). V uvedené literatuře lze dohledat detailní informace o skladbě čistíren, variantách jednotlivých objektů apod.

Základní informace o čistírenských objektech mohou přinést také technické normy: ČSN 75 6401, Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) větší než 500, ÚNMZ, 2014; ČSN 75 6402, Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel, ÚNMZ, 2017; Řada dalších norem pro menší, domovní, čistírny: ČSN EN 12566 (75 6404), Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel (více částí). Detailněji jsou vybrané technologické řešení v souboru norem: ČSN EN 12255-1 až 16 (75 6403), Čistírny odpadních vod.



Obr. 4.236: Blokové schéma biologické (aktivační) části čistírny odpadních vod. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: archiv VÚV).

#### 4.6.1 HISTORIE STOKOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Řešení otázky, co s fekáliemi a močí jako hlavními složkami odpadních vod v dnešním slova smyslu, je problémem, kterým se civilizace zabývají od pradávna. Byly a jsou zdrojem špíny, zápachu a zdravotních rizik. Historie nakládání s těmito odpady je detailně popsána v řadě publikací, jmenovat lze např. publikaci Broncová (2002). Autorka také uvádí, že prvopočátky stokování v českých zemích můžeme zařadit do období středověku, kdy na hradech a tvrzích vznikaly první sociální zařízení tzv. prevéty. Mezi první čistírenské technologie můžeme zařadit používání jímek na vyvážení, v nichž docházelo prakticky k anaerobnímu rozkladu uložených odpadů, včetně výše uvedených. Koncem 19. století byla technická vybavenost v českých zemích odrazem struktury osídlení. Vodovody a kanalizace se stavěly jen pro měšťanské domy, kanalizační stoky byly zděné, u větších profilů často vejčité nebo oválné (Broncová, 2002). Autorčinu publikaci lze také doporučit jako přehledné dílo informující o vývoji a realizaci prvních kanalizačních systémů v českých zemích. Odlišná situace byla v problematice čištění již sváděných odpadních vod. Zde můžeme hledat začátek ve druhé polovině 19. století. Wanner ve své publikaci (Wanner, 2019) uvádí: „Systematické zavádění čištění odpadních vod začalo v Evropě a v Anglii v druhé polovině 19. století. V roce 1865 byla proto založena Královská komise pro znečištění řek, která měla koordinovat hledání vhodných řešení. Komise připravila a již v roce 1876 prosadila přijetí zákona na ochranu řek před znečištěním. Dalším významným krokem v ochraně kvality vod bylo založení Komise pro likvidaci splašků v roce 1898, která podporovala a koordinovala i rozvoj technických řešení. Komise standardizovala i charakteristiku vypouštěného znečištění. Již roku 1908 zavedla do praxe metodu stanovení BSK5.“ Z dalších zemí se čištění odpadních vod rozvíjelo zejména v Německu. Jak uvádí dále Wanner: „Také v Rakousku-Uhersku dospěla situace na přelomu 19. a 20. století do takového stadia, kdy bylo nutno zahájit čištění odpadních vod vypouštěných z městských kanalizací. V tomto období probíhala i výstavba stokové sítě a čistírny odpadních vod v Praze“. Mezi první technologie lze zařadit objekty mechanického předčištění vody, různé lapáky a usazovací nádrže. Jako biologický stupeň čištění se nejdříve rozvíjelo zavlažování pozemků odpadními vodami, respektive využití půdy pro likvidaci těchto vod formou vsakování, což přinášelo i významný hnojivý efekt. Jak je známo, biologicky aktivní vrstva půdy přispívala k degradaci znečištění těchto vod, včetně mikrobiálního znečištění.

Přehlednou historii vývoje a počátku uplatnění základních technologií čištění odpadních vod, ať už se jedná o mechanické předčištění, používání biologické filtrace, začátek realizace objektů založených na postupech aktivace, apod., shrnuje Wanner (2019).

Detailní rozbor historie odkanalizování a výstavby staré pražské čistírny v Bubenči uvádí publikace Jásek, 2006. Autoři Jásek, Vrbová a Palas (2009) detailně rozebírají i historii nakládání s produkovanými čistírenskými kaly v Praze a okolí. Dlouhodobý vývoj čistírenského systému pro Prahu, v současnosti spojený s realizací zcela moderní technologické linky na Císařském ostrově, přehledně uvádí Rosický (2018) a Wanner (2018).



Během 20. a 30. let 20. století docházelo k realizacím objektů či funkčních celků pro odvádění a čištění odpadních vod také v jiných sídlech tehdejší Československé republiky. V příručce Ministerstva stavebního průmyslu z roku 1951 lze nalézt souhrn a popis prakticky všech do té doby známých realizací, včetně technologických schémat, výsledků rozborů vzorků vod, popisu experimentálních objektů, ale i plánů na nové čistírny Prahy, Brna a dalších měst (Bulíček, 1951). Materiál lze brát jako podklad pro další rozvoj oboru v dalších desetiletích, a to v návaznosti na první vodohospodářské plány. Broncová (2002) také přináší rozsáhlý přehled historie hlavních čistíren odpadních vod na území ČR, dělený podle krajů a okresů.

Závěrem lze shrnout, že až do druhé světové války docházelo v oblasti čistírenství k mnoha pokrokům, výstavbám kanalizačních systémů a čistíren. Po válce rozvoj pokračoval. Nejen, že se inovovaly systémy čištění, ale také došlo k vydání mnoha předpisů a nařízení. Rovněž se začala rozvíjet i péče o životní prostředí, vodní ekosystémy a biodiverzitu vodních druhů.

Informace o stávajícím stavu odkanalizování a čištění odpadních vod přináší každoročně statistická ročenka a aktualizované databáze, zejména Ministerstva zemědělství ČR.

#### 4.6.2 ZÁKLADNÍ FUNKČNÍ OBJEKTY PRO ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Protože celý systém odvádění a čištění odpadních vod zahrnuje velké množství objektů a jejich sestav, přináší tato kapitola pouze základní přehled. Pro orientaci, co případně daný objekt představuje a jaký je jeho účel, lze odkázat na následující sadu technických norem: ČSN EN 16323 (75 0162), Slovník technických termínů v oblasti odpadních vod; ČSN 75 0161, Vodní hospodářství – Terminologie v inženýrství odpadních vod, ČNI, 2008; ČSN EN 1085 (75 0160), Čištění odpadních vod – Slovník, ČNI, 2007. Ze zahraniční literatury lze k orientaci v pojmosloví a popisu objektů doporučit výkladový slovník autorů Smith a Scott (2005).

##### 4.6.2.1 Stoková síť, potrubí a objekty na stokové síti

První skupinou objektů, s nimiž přijde do kontaktu odpadní voda po odtoku z nemovitosti, je páteřní stoková síť, jejíž podstatou je kanalizační potrubí. Tato síť je vybavena nezbytnými objekty pro bezpečné převedení vod (spadiště apod.), případně pro jejich sloučení (šachtice) a redukci (odlehčovací komory na jednotné kanalizační síti). Detailní informace ke způsobu realizace sítě, používaným materiálům, zásadám provozu a údržby, stejně jako informace o objektech na stokové síti, lze nalézt v mnoha publikacích, např. Čížek, Herel a Koniček (1970); Mertová, Hlavínek a Prax (2005).

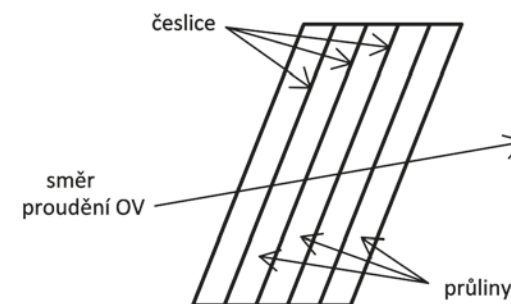
##### 4.6.2.2 Lapák štěrku

Lapák štěrku je prvním objektem technologické linky čistírny odpadních vod a také prvním objektem sloužícím k ochraně čistírny a jejích strojních zařízení. Lapák štěrku slouží k odstraňování hrubých nečistot, které se sunou po dně stokové sítě. Dochází zde k zachytávání těžkých neplovoucích nečistot například štěrku, suti a cihel. Lapák štěrku se nejčastěji zařazuje tam, kde se používají jemné strojně stírané česle. K vyklízení nečistot dochází z pravidla diskontinuálně pomocí bagru, drapáku nebo je lapák štěrku opatřen vyjímatelnými koši. Zachycený materiál se likviduje skládkováním.

##### 4.6.2.3 Česle

Česle jsou dalším nezbytným objektem, který slouží k ochraně čistírny. Zachytávají se zde předměty unášené proudem surové odpadní vody, nejčastěji papír, dřevo, obaly, kuchyňské odpadky a podobné nečistoty. Česle jsou tvořeny z několika kovových prutů různého průřezu, tzv. česlic, mezi kterými jsou průliny (viz Obr. 4.237).

Podle šířky průlin dělíme česle na hrubé, kde šířka průlin je 80–100 mm, střední s šířkou průlin 20–25 mm a jemné s šířkou průlin do 10 mm. Jemné česle zabraňují přetížení usazovací nádrže. Čištění česlí a nashromážděného



Obr. 4.237: Popis jednotlivých dílů česlí. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: archiv VÚV).



Obr. 4.238: Hrubé česle. Foto Alžběta Petráňová.



Obr. 4.239: Jemné česle – strojně stírané. Foto archiv VÚV.



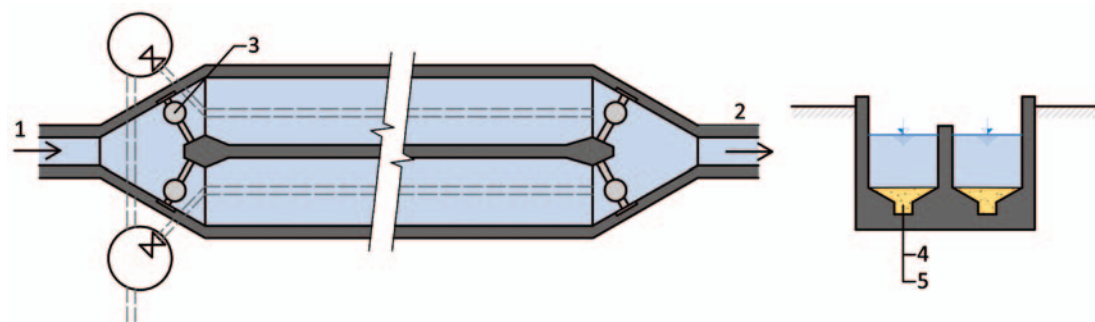
materiálu se provádí pomocí strojního zařízení, nebo v případě menších čistíren ručně. Nashromážděný materiál, zv. shrabky, je hygienicky závadný. Při jeho likvidaci dojde nejdříve k odvodnění. Takto upravené se shrabky dále skládkují, spalují nebo výjimečně kompostují. Na Obr. 4.238 a Obr. 4.239 jsou uvedeny různé typy česlí.

#### 4.6.2.4 Lapák písku a tuku

Třetím objektem sloužícím k ochraně čistírny je lapák písku. Zde dochází pomocí sedimentace k odstranění jemného štěrku, písku a minerálních suspenzí. Písek je třeba ze surové vody odstranit, aby nedocházelo ke zmenšování účinného objemu vyhnivací nádrže, tzn. k jejímu zanášení. Lapáky písku dělíme na horizontální (viz Obr. 4.240 a Obr. 4.241) nebo vírové.

Usazený štěrk a písek jsou hygienicky závadný materiál. K jejich úpravě se používají pračky písku a odstředivky a následně je takto zpracovaný materiál likvidován skládkováním.

Lapáky tuků se na čistírnách odpadních vod osazují jen ve výjimečných případech, tuky se zachycují v primárních usazovacích nádržích jako plovoucí nečistoty.



Obr. 4.240: Komorový lapák písku: 1 – přítok, 2 – odtok, 3 – stavidlo, 4 – filtrační materiál, 5 – drenáž. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021. Foto archiv VÚV.



Obr. 4.241: Horizontální komorový lapák písku. Foto archiv VÚV.

#### 4.6.2.5 Zdvih

Čistírny odpadních vod jsou většinou založeny na samospádovém průtoku přitékající odpadní vody. V případě, že není dispozičně možné zajistit v celé čistírně samospád vody, využívá se ke zdvihu odpadní vody čerpadel a následně čištění probíhá gravitačním samospádem. K vyčerpání vody do potřebné výšky se nejčastěji využívají šneková čerpadla (viz Obr. 4.242), dále pak pístová, oběhová nebo mělníci čerpadla.



Obr. 4.242: Šneková čerpadla. Foto archiv VÚV.



#### 4.6.2.6 Usazovací nádrže

V usazovací, nebo také sedimentační nádrži dochází k odstraňování znečišťujících látek na principu gravitační sedimentace. Podle směru průtoku přitékající odpadní vody rozlišujeme tři základní typy usazovacích nádrží: horizontální, radiální a vertikální. Usazené a plovoucí nečistoty jsou pomocí stíracích zařízení odváděny do žlabu pro plovoucí nečistoty nebo do kalového prostoru, odkud jsou v podobě primárního kalu odtahovány ze dna nádrže.

Horizontální usazovací nádrže (viz Obr. 4.243) jsou obdélníkového tvaru o délce do 40 m a hloubce 23 m. Odpadní voda protéká usazovací nádrží podélně nebo (v případě nedostatku místa) příčně.

Radiální nebo také kruhové usazovací nádrže jsou kruhového tvaru s radiálním průtokem (viz Obr. 4.244), voda je tedy přiváděna do středu usazovací nádrže a proudí směrem k přelivné hraně (viz Obr. 4.245), kde přepadá do sběrného/odtokového žlabu. Průměr radiálních nádrží je až 40 m, hloubka je 2–3 m.





Obr. 4.243: Horizontální usazovací nádrž. Foto archiv VÚV.

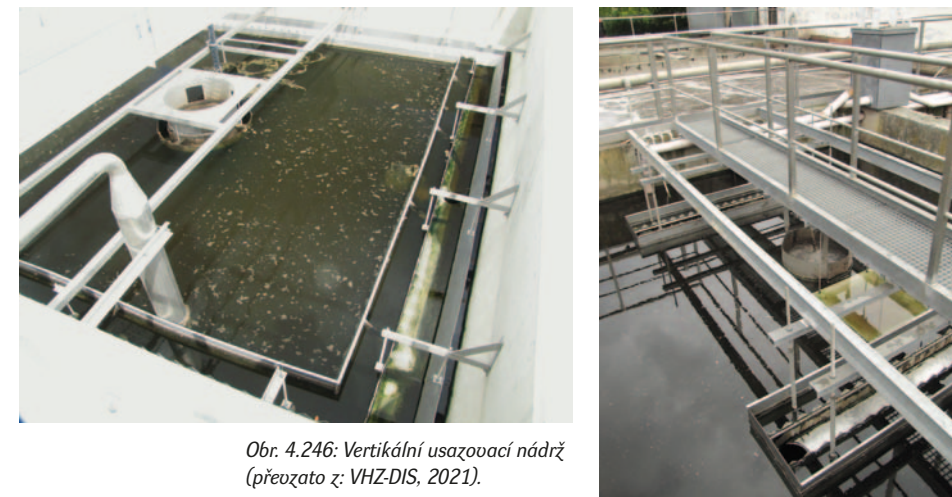


Obr. 4.244: Radiální usazovací nádrž. Foto archiv VÚV.



Obr. 4.245: Přelivná hrana. Foto archiv VÚV.

Vertikální usazovací nádrže (viz obrázek 4.14) mohou mít kruhový nebo čtvercový tvar. Odpadní voda přitéká do středového bubnu, protéká směrem dolů a po opuštění středového bubnu se vrací směrem k hladině. Vzniklý primární kal a nečistoty klesají ke dnu a shromažďují se v kalovém prostoru, odkud jsou pak vyčerpány. Délka strany je 3–6 m, hloubka 4–6 m.

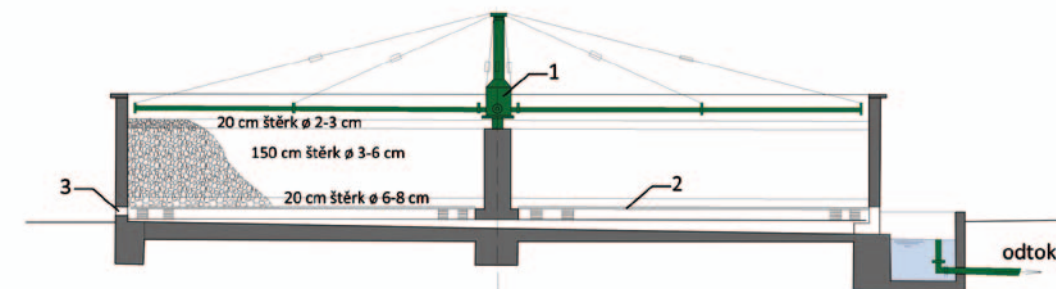


Obr. 4.246: Vertikální usazovací nádrž (převzato z: VHZ-DIS, 2021).

#### 4.6.2.7 Biofiltry

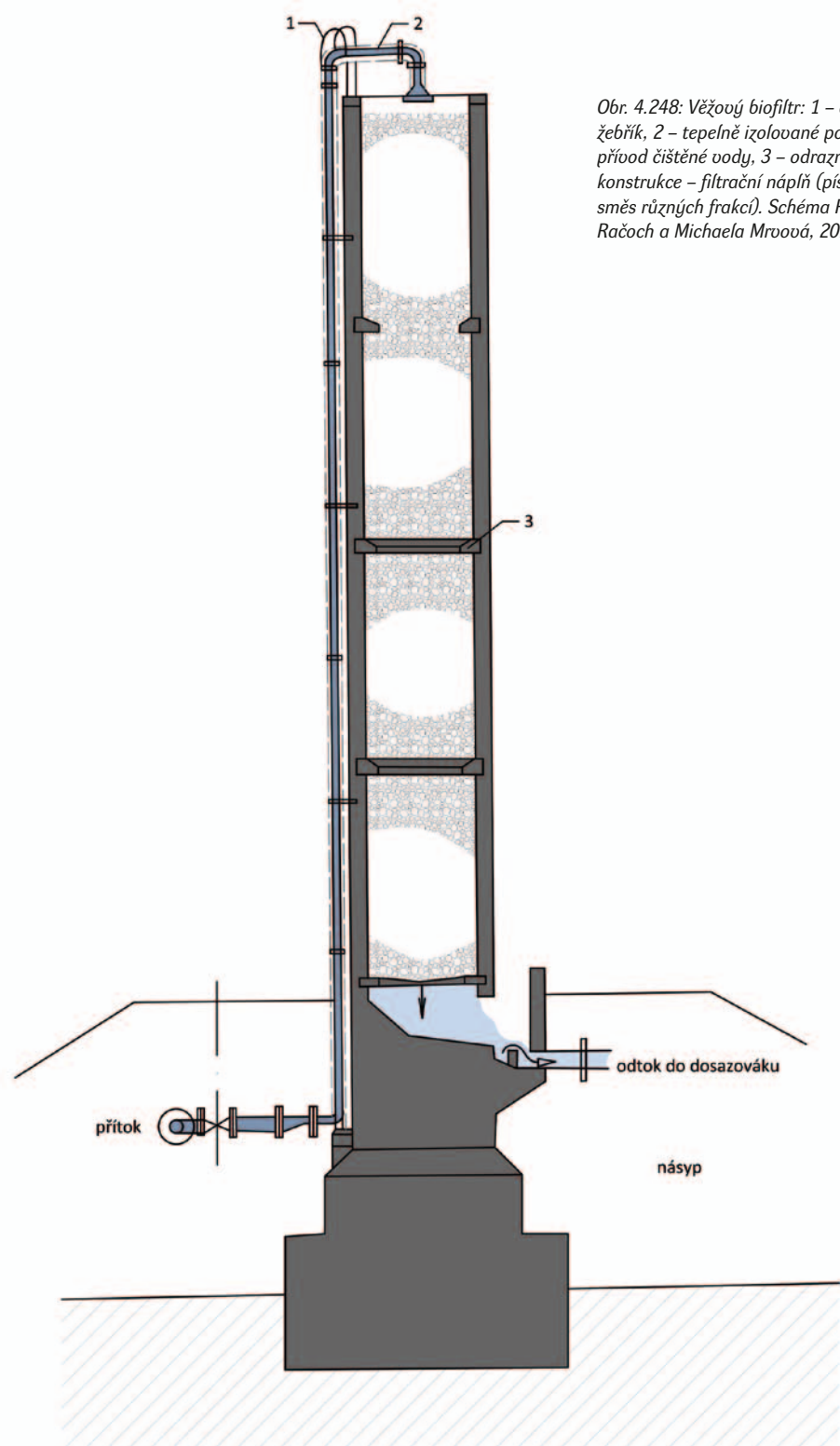
Biofiltry můžeme zařadit mezi nejstarší technologie biologického čištění vody, vedle závlah těmito vodami. Jak uvádí Wanner (2019): „Principy biologické filtrace byly formulovány na základě studia biologických procesů odehrávajících se v půdě při zasakování odpadních vod. Množství bakterií v půdě však bylo limitováno malou zrnitostí částic půdy a její omezenou mezerovitostí. Možnou cestou intenzifikace procesu čištění bylo zvětšovat zrnitost a mezerovitost lože. Postupně se tak z půdní filtrace vyvinuly biologické filtry. Jako nosič se používala v počátcích sypaná minerální náplň (štěrk, drcená struska apod.). Později byla vyvinuta náplň z plastu, jež je oproti minerální náplni lehčí, má vyšší mezerovitost i specifický povrch“. V současnosti se tato technologie uplatňuje spíše u malých, tzv. balených ČOV (viz kapitola 4.6.1.12), a jsou podstatou i tzv. kořenových čistíren a zemních filtrů (viz kapitola 4.6.1.13). Na Obr. 4.247 a Obr. 4.248 jsou uvedeny příklady konstrukcí základních typů biofiltrů, používaných jako součást technologické linky ČOV v minulosti.

Detailní přehled této starší technologie uvádí autoři Čížek, Herel a Koníček (1970).



Obr. 4.247: Řez nejrozšířenějším typem biofiltru: 1 – otáčivý skrápěč, 2 – propustný rošt, 3 – větrací otvory, uvnitř konstrukce – filtrační náplň (písek, štěrk, směs různých frakcí), na obrázku znázorněn jeden příklad základní skladby filtrační náplně s průměry zrn materiálů (frakcemi). Schéma Radka Račoch a Michaela Mroová, 2021.





Obr. 4.248: Věžový biofiltr: 1 – ocelový žebřík, 2 – tepelně izolované potrubí pro přívod čišťené vody, 3 – odrazník, uvnitř konstrukce – filtrační náplň (písek, štěrk, směs různých frakcí). Schéma Radka Račoch a Michaela Mrsová, 2021.

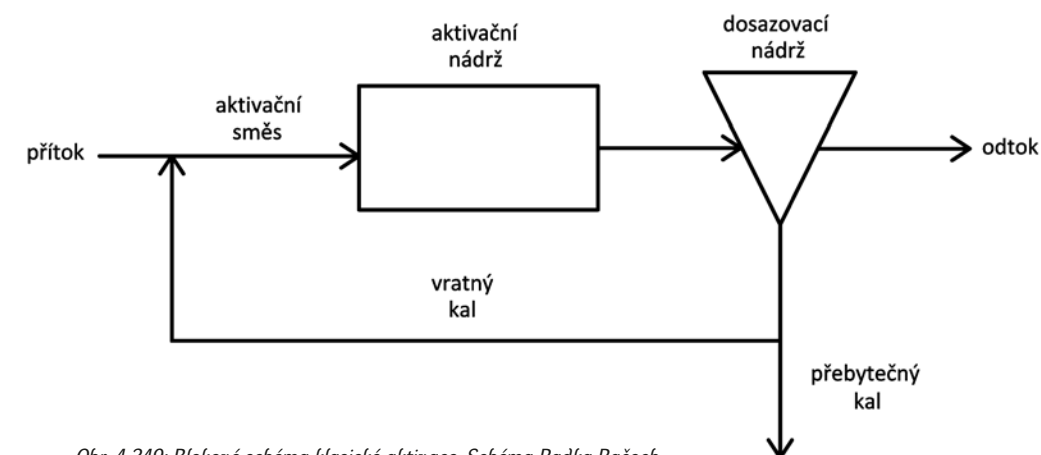
#### 4.6.2.8 Biologický reaktor

Dalším technologickým prvkem je tzv. **aktivace**, která se skládá z biologického reaktoru a dosazovací nádrže. V biologickém reaktoru / aktivační nádrži dochází k čištění přitékající odpadní vody pomocí směsné kultury, tzv. aktivovaného kalu. **Aktivovaný kal** je směs mikroorganismů v podobě zoogelí, hub, plísní a kvasinek. Kvalitativní a kvantitativní složení aktivovaného kalu závisí na složení substrátu / složení odpadní vody, na kterém byl vypěstován. Po průchodu odpadní vody aktivační nádrží dochází k separaci vyčištěné odpadní vody od aktivovaného kalu v separační nádrži / dosazovací nádrži / dosazováku.

Podle konstrukčního a technického uspořádání se aktivační systémy dělí na klasickou aktivaci (viz Obr. 4.249), dvoustupňovou aktivaci, aktivaci s regenerací (viz Obr. 4.250), oxidační příkop (viz Obr. 4.251) a oběhovou/karuselovou aktivaci (viz Obr. 4.252). Jde o nejčastější typy aktivačních systémů.

##### Klasická aktivace

Klasické aktivace, nebo také aktivační nádrže s postupným tokem jsou nejčastěji používané. Odpadní voda se do aktivační nádrže přivádí na několika místech, aby docházelo k rovnoměrnému zatížení aktivace, a tím i rovnoměrnému spotřebování kyslíku, důležitého pro čisticí proces.



Obr. 4.249: Blokové schéma klasické aktivace. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: archiv VÚV).

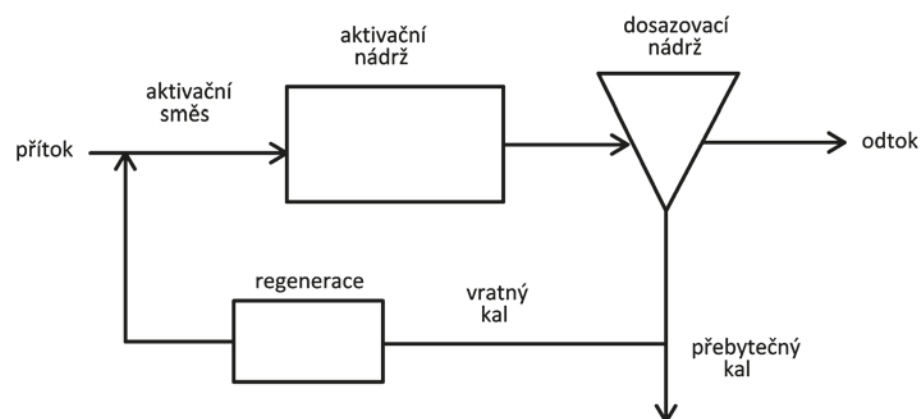
##### Dvoustupňová aktivace

Dvě klasické aktivace za sebou, tedy aktivace – dosazovák – aktivace – dosazovák, tvoří tzv. dvoustupňovou aktivaci. Tento způsob čištění je využíván u vysoce zatížených/znečištěných odpadních vod.

##### Aktivace s regenerací

Aktivace s regenerací je klasická aktivace doplněná o regenerační nádrž, ve které dochází ke kultivaci a regeneraci mikroorganismů v aktivovaném kalu.

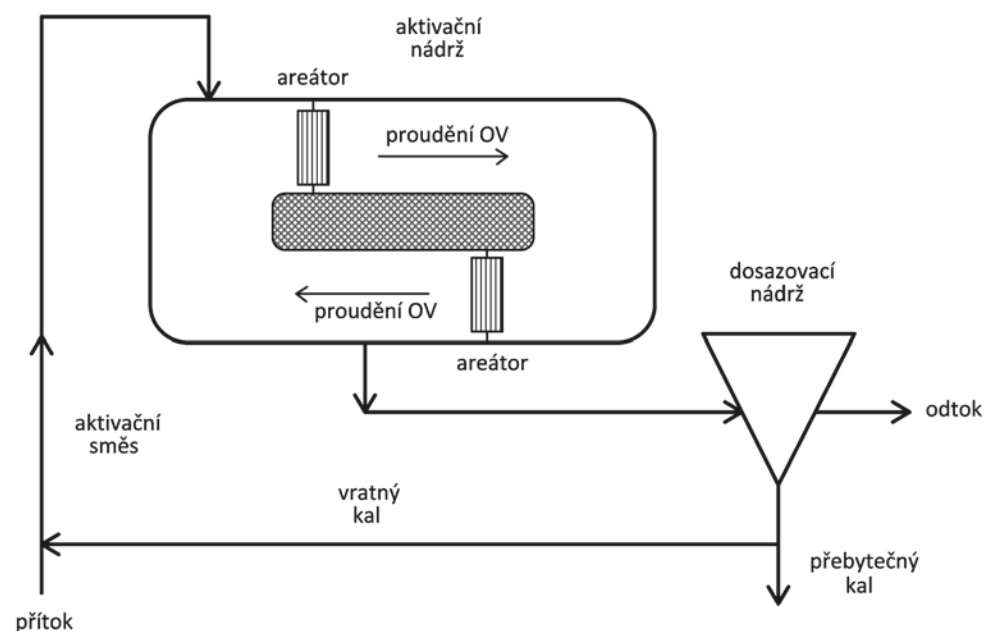




Obr. 4.250: Blokové schéma aktivace s regenerací. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: archiv VÚV).

### Oxidační příkop

Oxidační příkop je oválná nádrž s nízkým vodním sloupcem (cca 1 m), ve které dochází k mechanické aeraci pomocí aeračních elementů, který mají obdobný tvar jako například mlýnské kolo. Oxidační příkop je náročný na plochu, proto se dnes již moc nevyužívá.



Obr. 4.251: Oxidační příkop. Schéma Radka Račoch a Radek Bachan, 2021 (upraveno dle: archiv VÚV).

### Oběhová aktivace

Oběhová nebo také karuselová aktivace se od oxidačního příkopu liší výškou vodního sloupce, který je 3–5 m. Aerační elementy s vertikálním prouděním vzduchu jsou umístěny na dně nádrže. Tento typ aktivace je méně náročný na plochu než oxidační příkop.

Dále pak můžeme aktivace dělit podle toho, zda je aktivovaný kal volně ve vznosu nebo na nosném médiu, případně ve formě granulí.



Obr. 4.252: Oběhová aktivace. Foto archiv VÚV.

### 4.6.2.9 Dosazovací nádrže

V dosazovacích nádržích dochází k separaci aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody. Obdobně jako nádrže usazovací rozdělujeme dosazovací nádrže/dosazovaky podle typu na pravoúhlé nádrže s horizontálním průtokem (viz Obr. 4.243), kruhové/radiální nádrže s horizontálním průtokem (viz Obr. 4.253) a nádrže s vertikálním průtokem (viz Obr. 4.244).

Vyčištěná odpadní voda odtéká z čistírny odpadních vod přímo do recipientu (viz Obr. 4.254), nebo je dočišťována v terciárním stupni dočištění. Odtok z čistírny odpadních vod bývá většinou osazen Parshallovým žlabem (viz Obr. 4.255), který přesně definuje odtékající množství vyčištěné odpadní vody.



Obr. 4.253: Dosazovací nádrž. Foto archiv VÚV.





Obr. 4.254: Odtok z čistírny odpadních vod (převzato z: archiv VÚV).

Obr. 4.255: Parshallův žlab.  
Foto archiv VÚV.

#### 4.6.2.10 Terciární dočištění

Terciární dočištění vody slouží k odstraňování rozpuštěného fosforu, nerozpuštěných látek, polutantů a hygienizaci vyčištěné odpadní vody. K dočišťování se používají biologické nádrže / rybníky, mikrofiltrace (např. přes semi-permeabilní membrány), filtrace (může být s využitím speciální náplně se sorpční schopností, aktivní uhlí, zeolity), hygienizace (např. pomocí ozonizace, nebo UV záření). Objektů a zařízení existuje celá řada.

#### 4.6.2.11 Kalové hospodářství

Kal z čistírny se zpracovává v kalovém hospodářství, kde dochází pomocí tepelných reaktorů / vyhnívacích nádrží k jeho hygienizaci a následně pomocí odstředivek a kalolisů k jeho odvodnění. Z řady užívaných objektů je v této kapitole na ukázkou prezentována jedna sestava – vyhnívací nádrže a plynojem (viz Obr. 4.256).

Odvodněný a hygienizovaný kal je možné dále využít, k čemuž je určena řada dalších objektů (např. sušičky kalů), nebo je využíván přímo jako přísada do kompostů a hnojivo zemědělské půdy.

#### plynojem pro akumulaci bioplynu



#### vyhnívací nádrže



Obr. 4.256: Kalové hospodářství na ČOV – vyhnívací nádrže s bioplynem (převzato z: archiv VÚV).

Při zpracování kalu ve vyhnívacích nádržích dochází k tvorbě bioplynu, který je pomocí kogeneračních jednotek převáděn na elektrickou energii, a ta je dále využívána k pohonu některých elektrických zařízení v čistírně (např. čerpadel) nebo k vytápění technických budov. Nevyužitý bioplyn se z bezpečnostních důvodů spaluje v hořících zbytkového bioplynu.

Žádné dvě technologické linky čištění odpadních vod nejsou stejné co do velikosti, uspořádání, technologie nebo složení přitékající surové odpadní vody. Při řešení konkrétních případů a jejich posouzení proto doporučujeme vždy konzultaci s odborníky se specializací na čistírenství.

Specifickou skupinu představují **domovní čistírny odpadních vod**. Historické prameny, které definovaly určité zásady jejich návrhu, představují např. publikace Zavadil (1952) a Kukla (1956). V současnosti lze nalézt velkou řadu výrobců typových domovních čistíren, respektive tzv. balených ČOV použitelných až pro sídla velikosti několika stovek obyvatel.

#### 4.6.2.12 Domovní čistírny, tzv. balené

Balené neboli strojní čistírny jsou většinou řešeny kompaktně a jsou montovány na místě. **Balená ČOV** (Obr. 4.257) znamená, že se jedná o kusový kompaktní výrobek, který zahrnuje jak stavební konstrukci pro osazení na předem připravený prostor, nebo do předem připraveného výkopu, tak technologické vstrojení čistírny, včetně čerpací a regulační techniky. Biologické čištění v nich pracuje v aerobních (čistírny s aktivací, biofiltry, rotační biofilmové reaktory) či anaerobních (bezokyslíkatých) podmínkách, případně se využívá kombinace obou. Výrobky bývají opatřeny certifikátem ze zkoušky daného typu, která stanovuje použitelnost typu, dosažitelné hodnoty jakosti vod na odtoku atd. Vypadají jako uzavíratelné kontejnery tvaru válce či kvádrů. Šířka se pohybuje mezi 1–2 m, délka 1,5–3 m a hloubka 1,5–2,5 m. Bývají vyrobeny z betonu, oceli, neměkčeného polyvinylchloridu PVC-U, polyethylenu, polypropylenu nebo ze sklolaminátu.

Princip čištění odpadních vod je v základu stejný u všech typů domovních čistíren. Zjednodušeně lze říci, že z jedné strany do nádrže přitékají odpadní vody a z druhé strany vytéká voda přečištěná. Většina čistíren má místo, kde se ukládá kal, a každá má někde zabudované dmychadlo (kompresor), které do nádrže vhání vzduch.

Odpadní voda je pročišťována mikrobiologickými organismy (bakteriemi), které žijí v nádrži, tedy zcela ekologicky, bez využití chemie. Bakterie využívají jako potravu organické znečištění vody a rozkládají ho na látky pro přírodu neškodné. Pro svůj metabolismus potřebují také kyslík, jehož se jim dostává díky dmychadlu, které směs v čisticí nádrži trvale provzdušňuje.





Obr. 4.257: Domovní čistírna připravená k osazení (převzato z: *archív USBF Technology*).

#### 4.6.2.13 Kořenové čistírny a zemní filtry

**Kořenové čistírny** (KČOV, také vegetační kořenové čistírny VKČ) patří mezi tzv. extenzivní technologie, stejně jako zemní (půdní) filtry a také tzv. stabilizační nádrže. Tyto čistírny tvoří další skupinu domovních ČOV (viz Obr. 4.258). Jedná se o uměle budované mokřady osázené mokřadní vegetací (nejčastěji rákos obecný, chrastice rákosovitá, orobince) s definovaným filtračním prostředím, kde se využívá přírodní princip půdní filtrace. Jsou velmi vhodným řešením biologického čištění odpadních vod zejména při přerušovaném provozu zdroje odpadních vod (rekreační objekty, chalupy, letní tábory), při velkém kolísání koncentrace a množství odpadních vod a při přítoku zředěných odpadních vod, např. z jednotné kanalizace. Podobně jako strojní domovní čistírny jsou však využitelné i jako čistírny odpadních vod pro malé zdroje znečištění.

Zemní filtr je obdoba kořenové čistírny (kořenového pole), pouze směr proudění vody je vertikální. Jedná se opět o těsněnou zemní nádrž vyplněnou filtračním materiálem. Pro izolaci platí stejná doporučení jako v případě kořenového pole. Filtrační materiál zemních filtrů bývá jemnější než u kořenových polí (v praxi se často využívá písek).



Obr. 4.258: Domovní kořenová čistírna. Foto Jaroslav Sova, 2021.

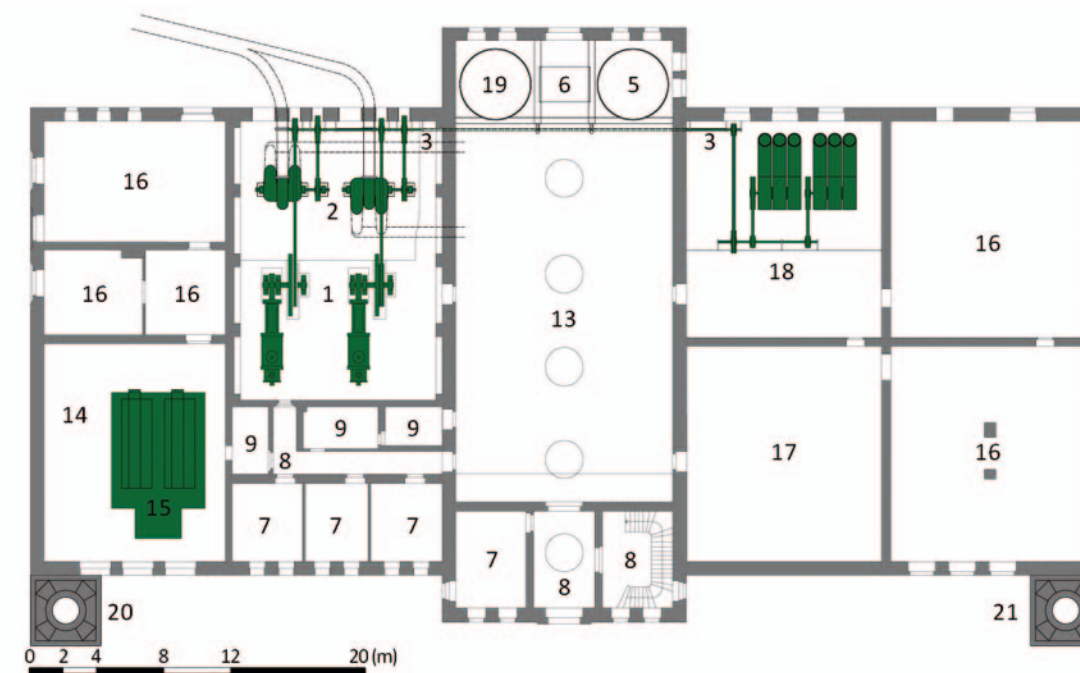
#### 4.6.3 FUNKČNÍ CELKY

V oblasti vodního hospodářství, která se věnuje odvádění a čištění odpadních vod, nalezneme z podstaty oboru v praxi hlavně funkční celky. Typickou skupinou funkčních celků jsou samotné čistírny odpadních vod a jejich technologické linky. Výjimku představují malé balené ČOV, nebo jednotlivé kořenové či zemní filtry. Ale i ty nalezneme prakticky vždy jako funkční celek spojující objekt předčištění (obvykle biologický septik, nebo menší usazovací nádrž) a objekt biologického čištění (uvedený druh biofiltru). Další výjimku představují čerpací stanice mimo areály ČOV a např. retenční nádrže na stokové síti.

V této kapitole budou představeny schémata na příkladech funkční celky ČOV různé velikosti, od typizovaných objektů, které se vyrábí formou typové řady podle velikosti průtoku a počtu napojitelných osob, až po největší ČOV pro hlavní městské aglomerace (ČOV Praha, Brno aj.). Pro porovnání vývoje funkčních celků je zařazen jak historicky nejstarší funkční celek na našem území (stará pražská čistírna v Bubenči), tak příklad staršího řešení ČOV pro města různé velikosti (z období první masové výstavby čistíren).

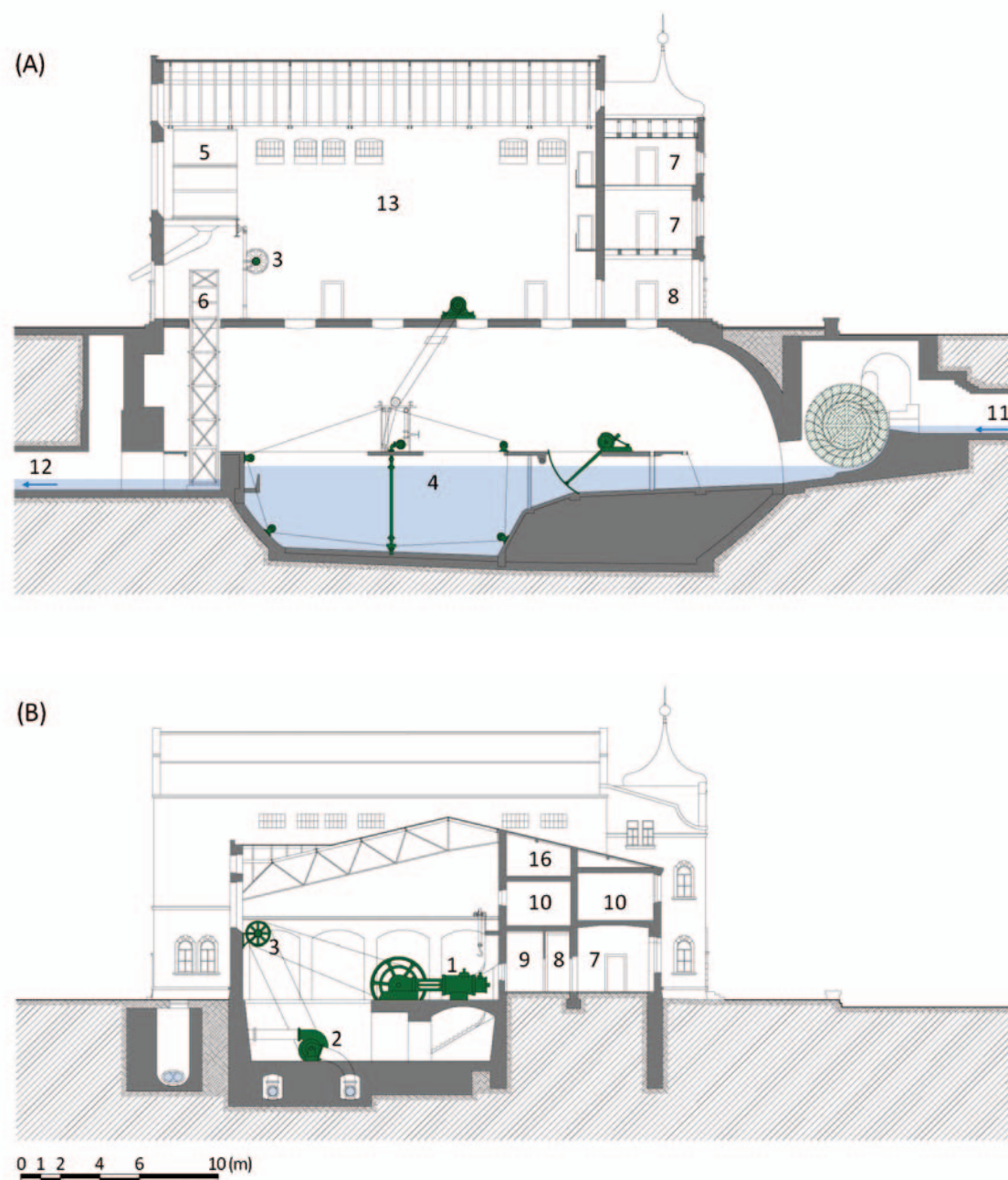
##### 4.6.3.1 Praha-Bubeneč, Stará čistírna odpadních vod

Tento funkční celek je charakterizován podrobně v následující kapitole 4.6.4. a v ní uvedené literatuře. Jedná se o čistírnu první generace z přelomu 19. a 20. století, založenou na mechanickém předčištění odpadních vod. Podle tehdejších poznatků bylo zařazeno i chemické hospodářství s vybranými látkami, které se měly využívat pro chemickou úpravu čištěné vody a podporu sedimentace neseného znečištění (nerozpuštěných látek, organických látek



Obr. 4.259: Praha-Bubeneč – Stará čistírna odpadních vod, půdorys hlavní budovy: 1 – strojovna, dvojice parních jednoválcových dvojčinných ležatých strojů, 2 – strojovna, odstředivá vodní čerpadla – povodňové pumpy, 3 – transmise pohonu vodních pump, 4 – lapák písku, 5 – rezervoár na písek a čistou vodu, 6 – manipulační výtah; 7 – kanceláře, 8 – chodby, schodiště atd., 9 – sociální a hygienické místnosti, 10 – laboratoře, 11 – přítok ze stok do lapáku písku, 12 – odtok z lapáku písku do sedimentačních nádrží, 13 – hala lapáku písku, 14 – kotelna a uhelna, 15 – dva sdružené plamencové kotle typu Cornish, 16 – skladovací prostory, archivy atd., 17 – rozvodna a skladovací prostor, 18 – pístová vodní čerpadla, 19 – rezervoár na kaly, 20 – komín k odvodu spalin od kotlů, 21 – ventilační komín, odvod pachů ze stok. Schéma Radek Míšanec, 2021 (upraveno dle: archivní projektové dokumentace).





Obr. 4.260 (A), 4.261 (B): Praha-Bubeneč – Stará čistírna odpadních vod, řez hlavní budovou: 1 – strojovna, dvojice parních jednoválcových dvojčinných ležatých strojů, 2 – strojovna, odstředivá vodní čerpadla – povodňové pumpy, 3 – transmise pohonu vodních pump, 4 – lapák písku, 5 – rezervoár na písek a čistou vodu, 6 – manipulační výtah, 7 – kanceláře, 8 – chodby, schodiště atd., 9 – sociální a hygienické místnosti, 10 – laboratoře, 11 – přítok ze stok do lapáku písku, 12 – odtok z lapáku písku do sedimentačních nádrží, 13 – hala lapáku písku, 14 – kotelna a uhelna, 15 – dva sdružené plamencové kotle typu Cornish, 16 – skladovací prostory, archivy atd., 17 – rozvodna a skladovací prostor, 18 – pístová vodní čerpadla, 19 – rezervoár na kalý, 20 – komín k odvodu spalin od kotlů, 21 – ventilační komín, odvod pachů ze stok. Schéma Radek Mišanec, 2021 (upraveno dle: archivní projektové dokumentace).

a částečně i mikrobiálního znečištění). Základní informace o chemických způsobech čištění té doby přináší Wanner (2019). Půdorys hlavní budovy a části areálu, tedy bez usazovacích nádrží a kalojemů, je znázorněn na Obr. 4.259.

Na Obr. 4.260 a Obr. 4.261 jsou znázorněny základní řezy hlavní částí této čistírny.

#### 4.6.3.2 Brno, čistírna odpadních vod

Na Obr. 4.262 je znázorněno technologické schéma brněnské čistírny z první poloviny 70. let 20. století.

Na Obr. 4.263 je znázorněno technologické schéma brněnské čistírny ze současnosti po provedení řady rekonstrukcí a intenzifikací provozu. Umožňuje porovnat na příkladu této jedné z největších čistíren u nás vývoj zapojení objektů čištění a transportu vody a objektů hospodaření s kalý do funkčního celku v daném období provozu.

*Poznámka – chybějící čísla v legendě schématu (Obr. 4.263) patří objektům ze schématu čistírny z roku 1975 (Obr. 4.262), které byly zrušeny.*

#### 4.6.3.3 Historické čistírny odpadních vod

V této dílčí kapitole jsou popsány příklady funkčních celků vybraných komunálních čistíren odpadních vod, které patří mezi první realizované čistírny u nás. Popsány jsou jejich technologické linky. Dnes se již jedná o historickou záležitost, čistírny byly přestavěny a modernizovány, nebo byly v některých případech zrušeny.

**Boskovice** – první čistírna byla postavena pro část města (cca 1 700 obyvatel) podle projektu z roku 1926, stavba byla dokončena v roce 1932 jako jedna z prvních našich biologických čistíren. Přitékající splašky procházely odlehčovací komorou a dále pokračovaly kameninovým potrubím průměru 30 cm po revizní šachtu s přepadem do recipientu (Boskovického potoka). Navazující objekty byly: tyčové česle, dvoudílný lapák písku, usazovací nádrže s prostorem pro vyhnívání kalu, tři samostatné biologické filtry v budově s větráním, odtok do recipientu. Samostatně stojí kalová pole pro odvodnění kalu z usazovacích nádrží.

**Domazlice** – první čistírna z 30. let 20. století zahrnovala dvoudílný lapák písku s obtokem s ručně stíranými česlemi na začátku každé sekce, usazovací nádrže s prostorem pro vyhnívání kalu odděleným šterbinou (dnes nazývané šterbinové usazovací nádrže) a s normálními stěnami. Celá linka je doplněna čerpací stanicí na přečerpávání kalu z usazovacích nádrží do vyhnívacích komor a kalovými poli. Plánováno bylo využití rybníků jako biologického stupně čištění.

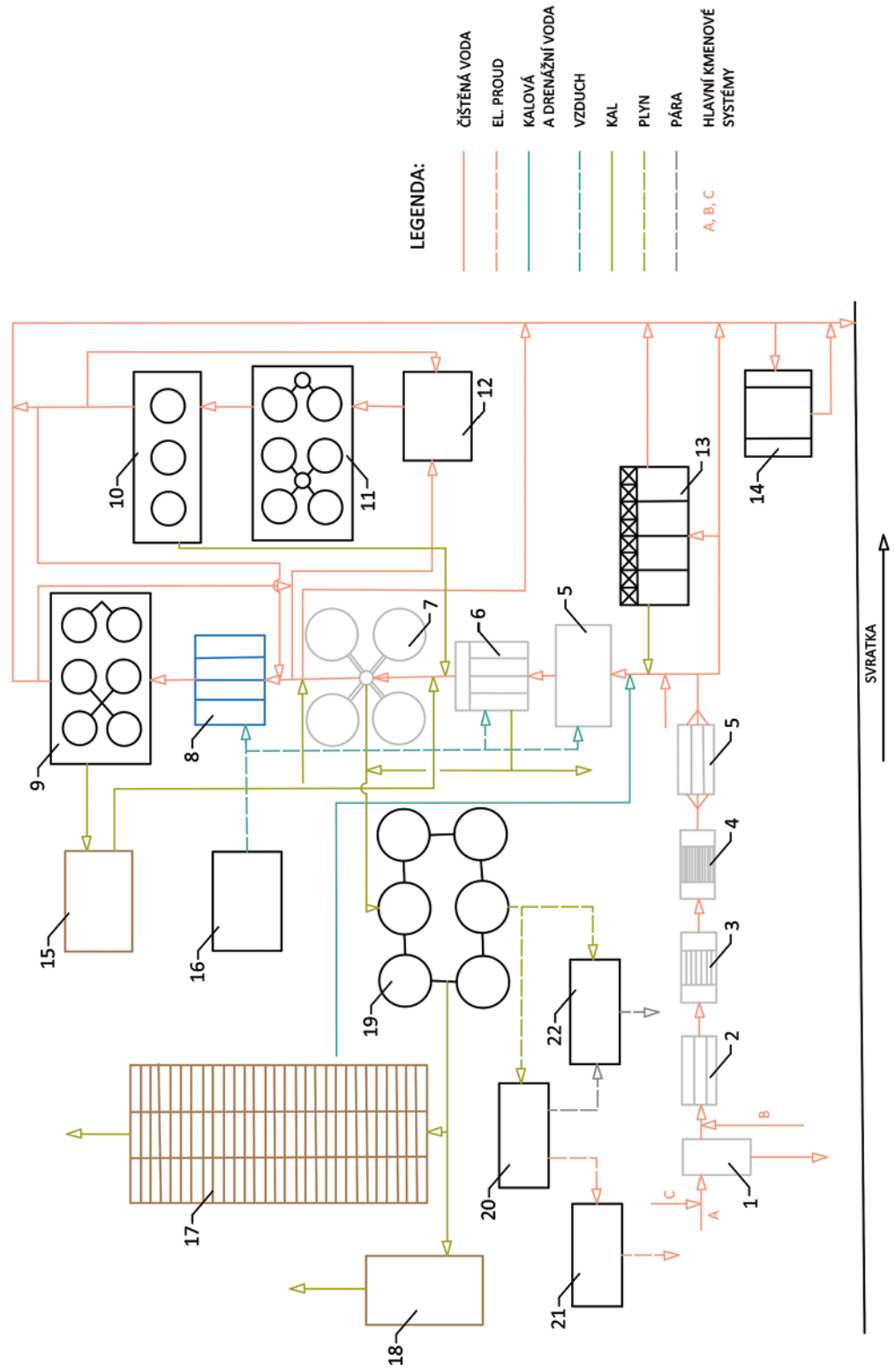
**Mariánské Lázně** – první čistírna postavená jako mechanicko-biologická technologická linka sestávala z dešťové výpusti (na kmenové stoce průměru 50 cm osazená automatická plováková přívalová výpust), šachty využívané jako lapák písku, usazovací nádrže (dvě nádrže nepravidelného tvaru), dvoustupňových biologických filtrů a dočišťovací desinfekční nádrže.

**Opava** – mechanicko-biologická čistírna sestávající z česlí, lapáku písku, usazovacích nádrží bez prostoru k vyhnívání kalu, čerpací stanice, biologických filtrů a kalových polí.

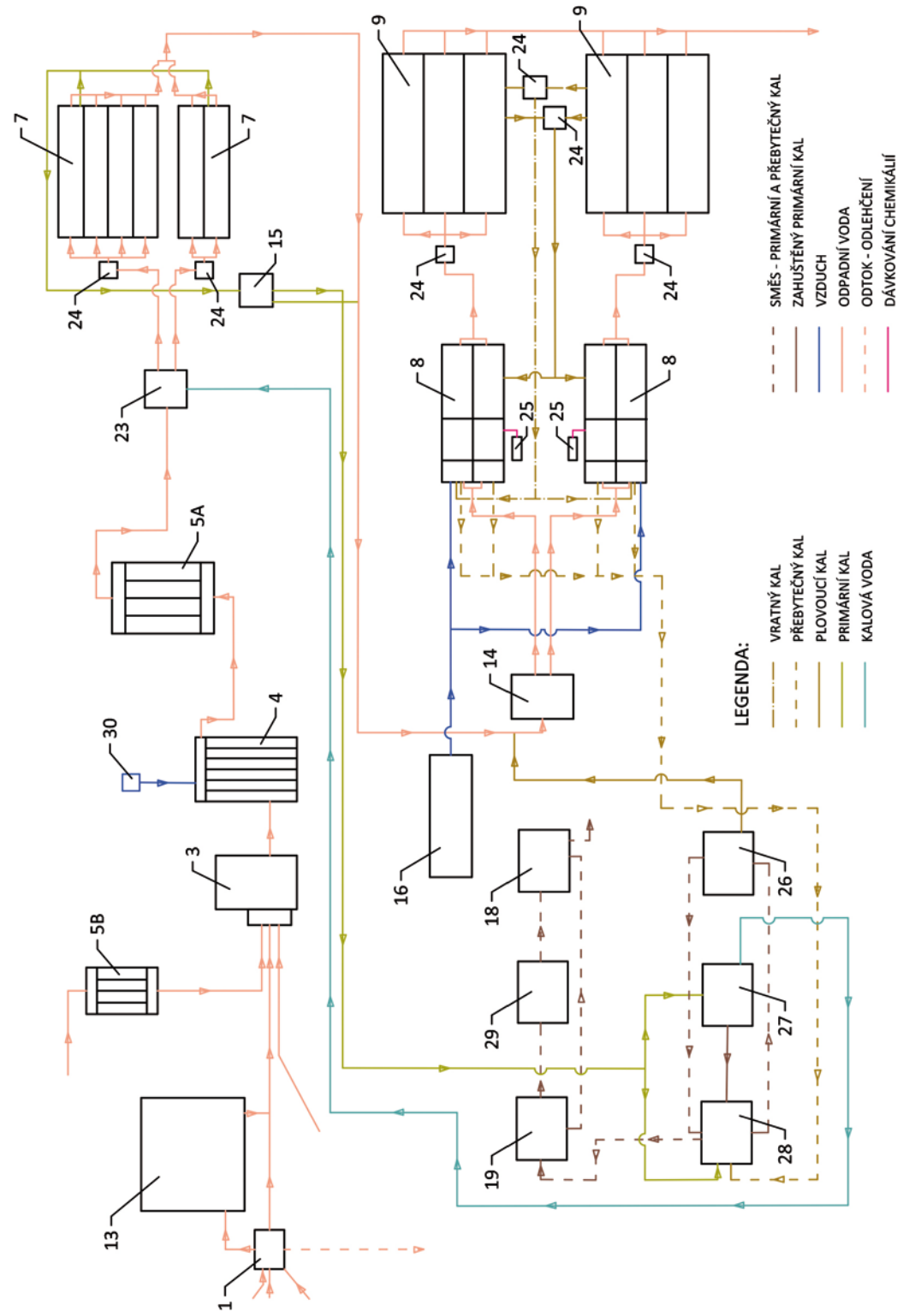
Další detaily k těmto čistírnám uvádí Bulíček (1951) a Broncová (2002).

Formou schématu je představen funkční celek původní ČOV pro město Kuřim (okres Brno-venkov), který představuje typického zástupce komunálních čistíren druhé poloviny 20. století využívajících jako hlavní biologický stupeň čištění modernizované biofiltry (Obr. 4.264).



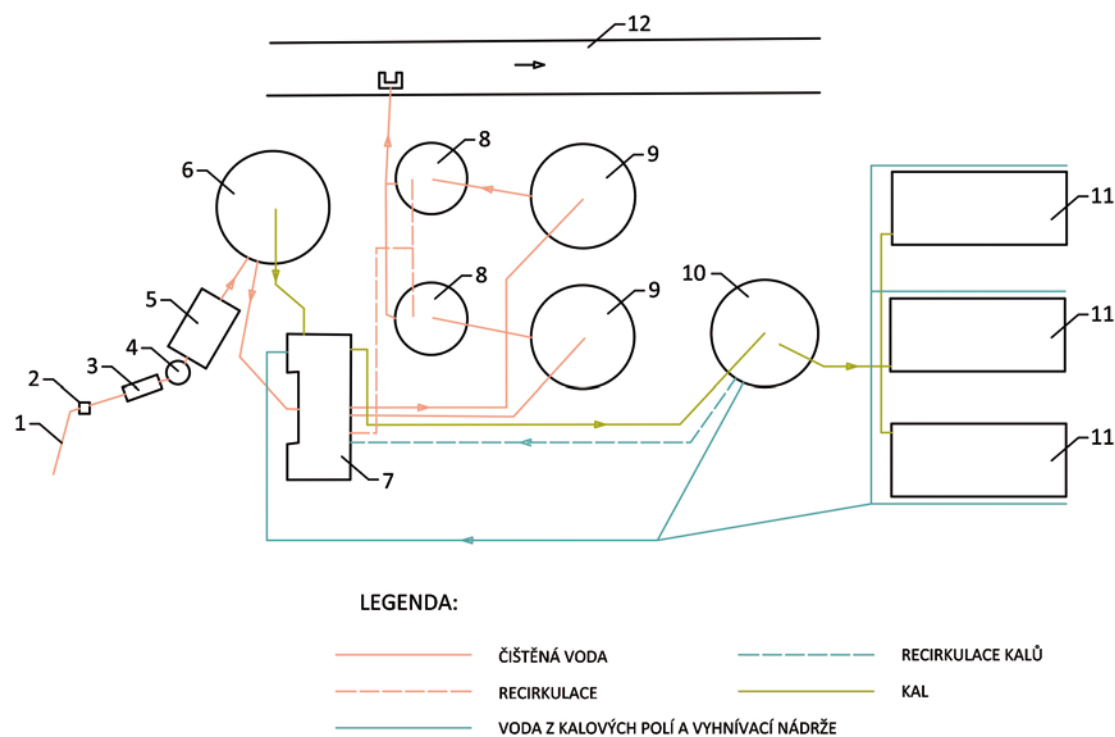


Obr. 4.262: Technologické schéma (linka) brněnské ČOV k roku 1972: 1 – přeřadová komora, 2 – lapáč štěrku, 3 – hrubé česle, 4 – jemné česle, 5 – lapák písku, 5 – hlavní čerpárna, 6 – lapák tuku, 7 – sedimentační nádrže, 8 – aktivizační nádrže, 9 – dosazovací nádrže, 10 – dosazovací nádrže, 11 – biologické filtry, 12 – čerpárna na filtry, 13 – dešťové nádrže, 14 – povodňová čerpárna, 15 – kalová čerpárna, 16 – dmychárna, 17 – kalová pole, 18 – humusárna, 19 – vyfňovací komory, 20 – elektrárna, 21 – rozvodna, 22 – teplotárna. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvošá, 2021 (upraveno dle: poskytnuté projektové dokumentace BVAk).



Obr. 4.263: Technologické schéma (linka) brněnské ČOV v současnosti: 1 – rozdělovací objekt na přítoku, 3 – česloona, 4 – lapák písku, 5A – šneková čerpárna, 7 – usazovací nádrže, 8 – aktivizační nádrže, 9 – dosazovací nádrže, 14 – mezíčerpací stanice, 15 – čerpací stanice primárního kalu, 16 – dmychárna, 18 – obvodnění a sušení kalu, 19 – vyfňovací nádrže, 23 – šachtyce a čerpání, 24 – dávkování chemikálií, 25 – dávkování chemikálií, 26 – floatační jednotka, 27 – zahušťovací nádrž, 28 – čerpací stanice přeřadů flotace. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvošá, 2021 (upraveno dle: poskytnuté projektové dokumentace BVAk).





Obr. 4.264: Technologické schéma (linka) ČOV Kuřim: 1 – přítok surové vody, 2 – vypínací šachta, 3 – česle, 4 – lapák písku, 5 – lapák tuku, 6 – usazovací nádrž typu DORR, 7 – strojovna, 8 – dosazovací nádrže, 9 – skrápěné biofiltry, 10 – vyhnívací komora na kal, 11 – kalová pole, 12 – recipient vyčištěných odpadních vod (místní vodní tok). Schéma Radka Račoch a Michaela Mrovoá, 2021 (upraveno dle: poskytnuté projektové dokumentace BVaK).

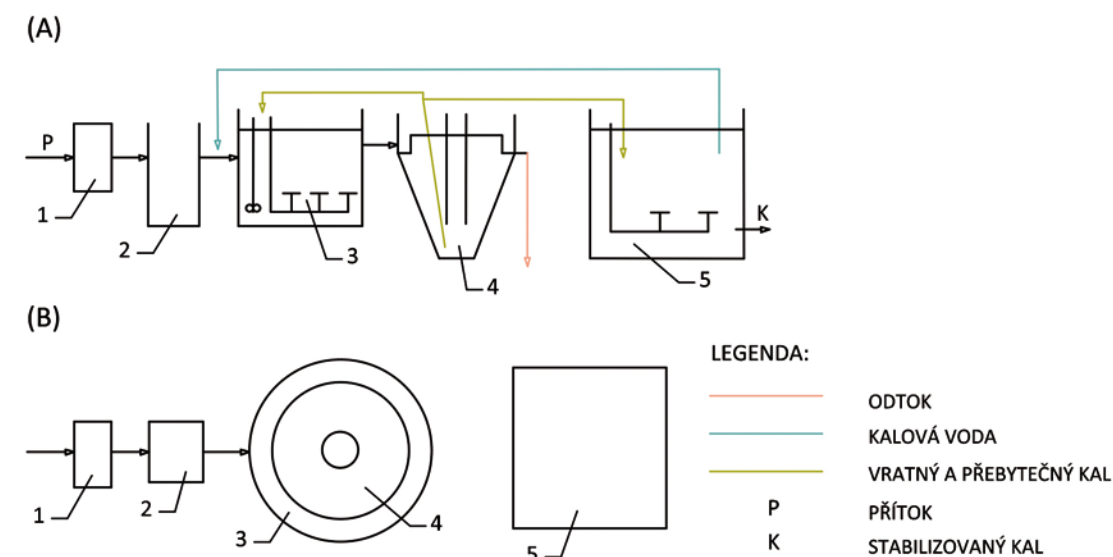
#### 4.6.3.4 Čistírna odpadních vod malých sídel

Na Obr. 4.266 je znázorněno schéma menší aktivační ČOV jako příklad čistíren, které se realizují v ČR v období od vstupu do Evropské unie.

Na Obr. 4.267 je znázorněno schéma ČOV pro větší obec zahrnující technologii biologického čištění pomocí oběhové aktivace, která je výjimečná i tím, že do funkčního celku jsou zařazeny také objekty přírodních způsobů čištění odpadních vod, jak stabilizační nádrž (rybník), tak i rozsáhlá kořenová ČOV, sloužící pro dočištění vod. Jedná se o příklad z Rakouska, kde se tyto kombinované čistírny staví a provozují. V ČR lze nalézt řadu příkladů podobných, avšak bez koncovky dočištění vod pomocí přírodních způsobů.

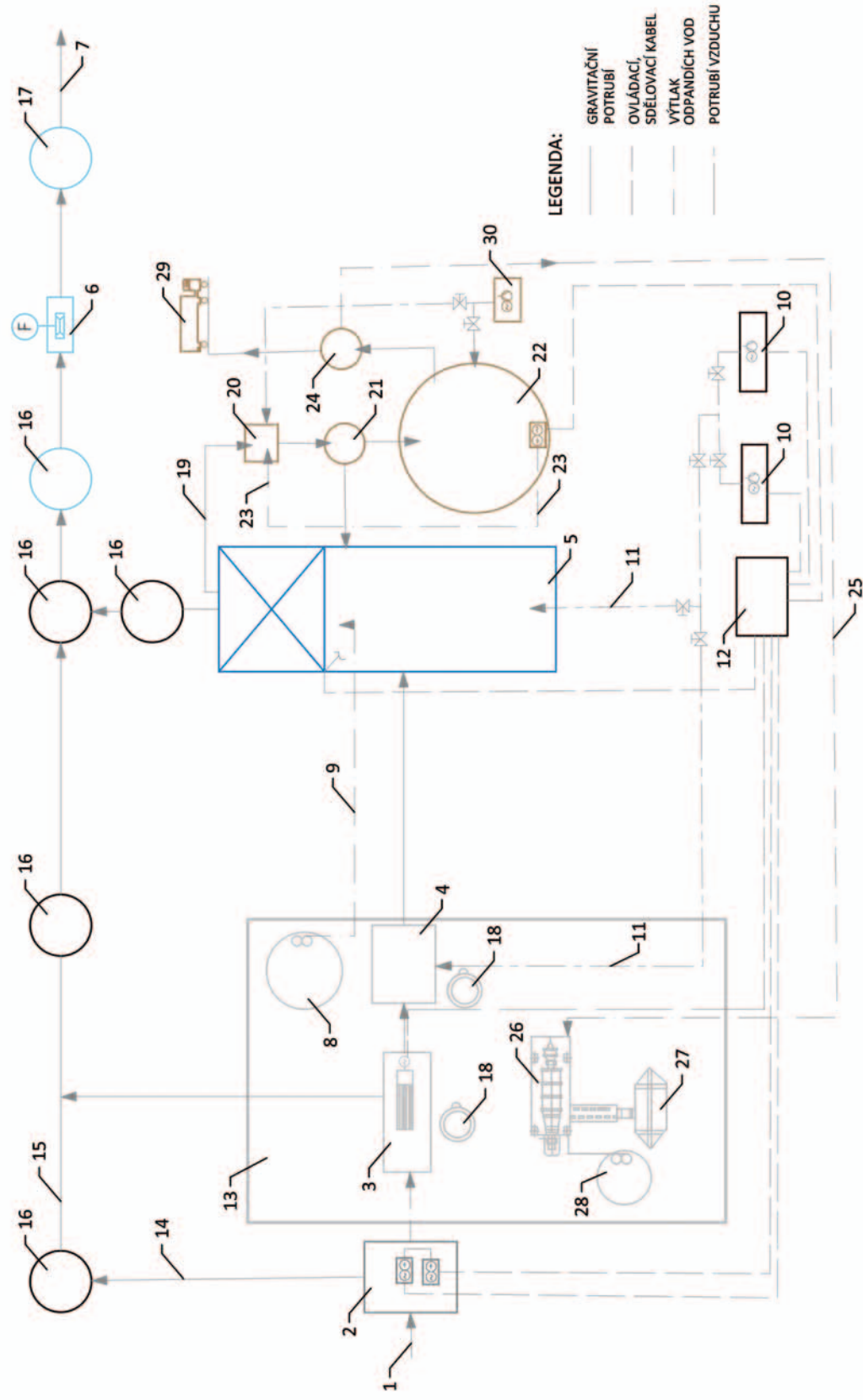
#### 4.6.3.5 Typové čistírny odpadních vod

Protože velké množství čistíren je v posledních dekádách realizováno jako typové objekty, založené na jedné technologii čištění, která je však různých dimenzí podle průtočného množství vody anebo počtu připojovaných obyvatel. V současnosti existuje řada dodavatelů technologické části. Stavební část je obvykle projektována a prováděna jinými společnostmi a je přizpůsobena na míru dané lokalitě. Na Obr. 4.266 je uvedeno základní technologické schéma vzorové pro vybraný typ ČOV, tvořící jeden funkční celek v kompaktním provedení. Na Obr. 4.265 je pak uveden konkrétní příklad uspořádání technologického celku pro určitou lokalitu.

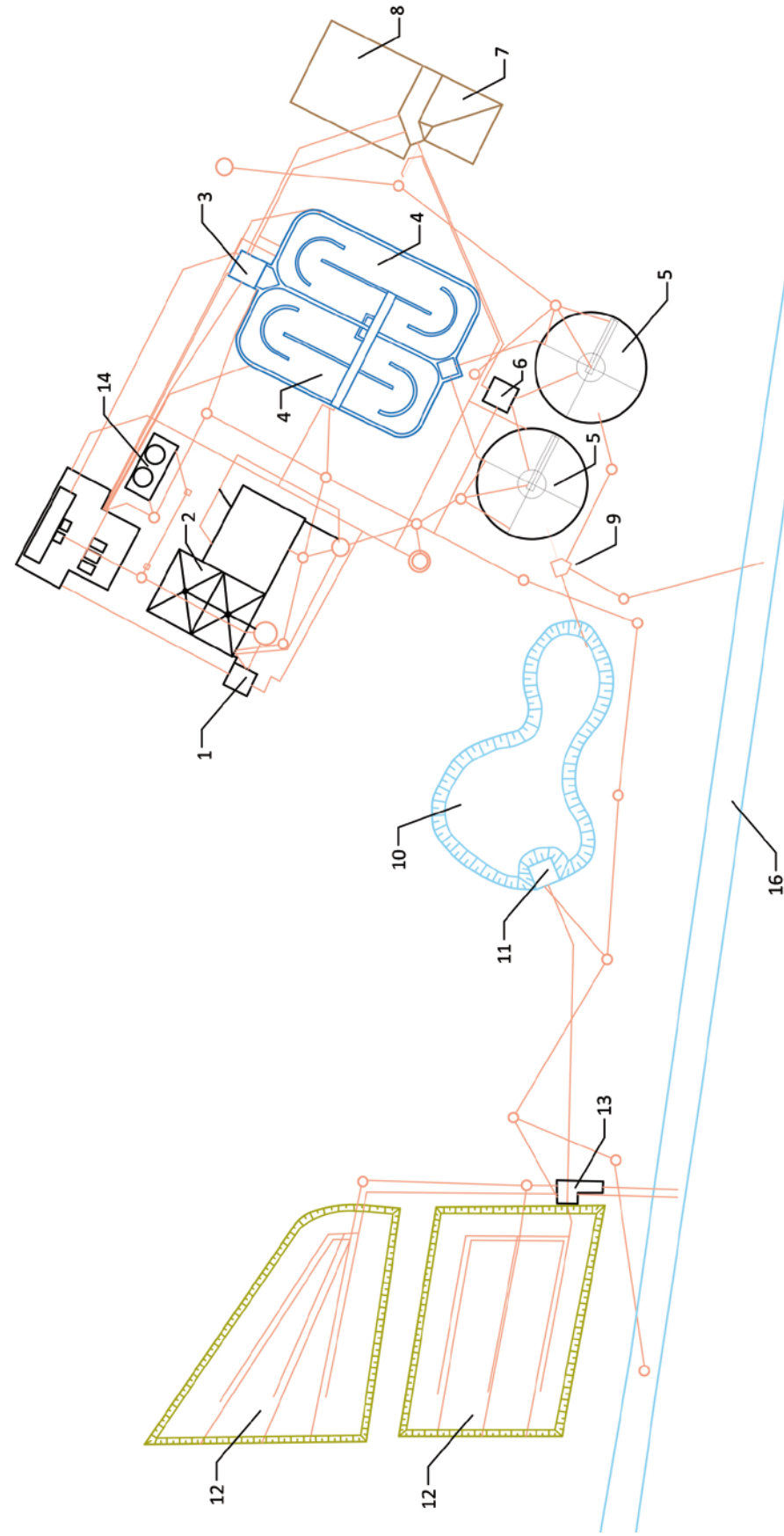


Obr. 4.265: Příklad vzorové technologické linky typizované ČOV: 1 – hrubé předčištění (česle), 2 – vertikální lapák písku, 3 – aktivační nádrž simultánní provoz, 4 – nádrž pro nitrifikaci a denitrifikaci, 5 – vertikální dosazovací nádrž, další objekt mimo schéma – prozdušňovaný kalojem. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrovoá, 2021 (upraveno dle: poskytnuté projektové dokumentace).



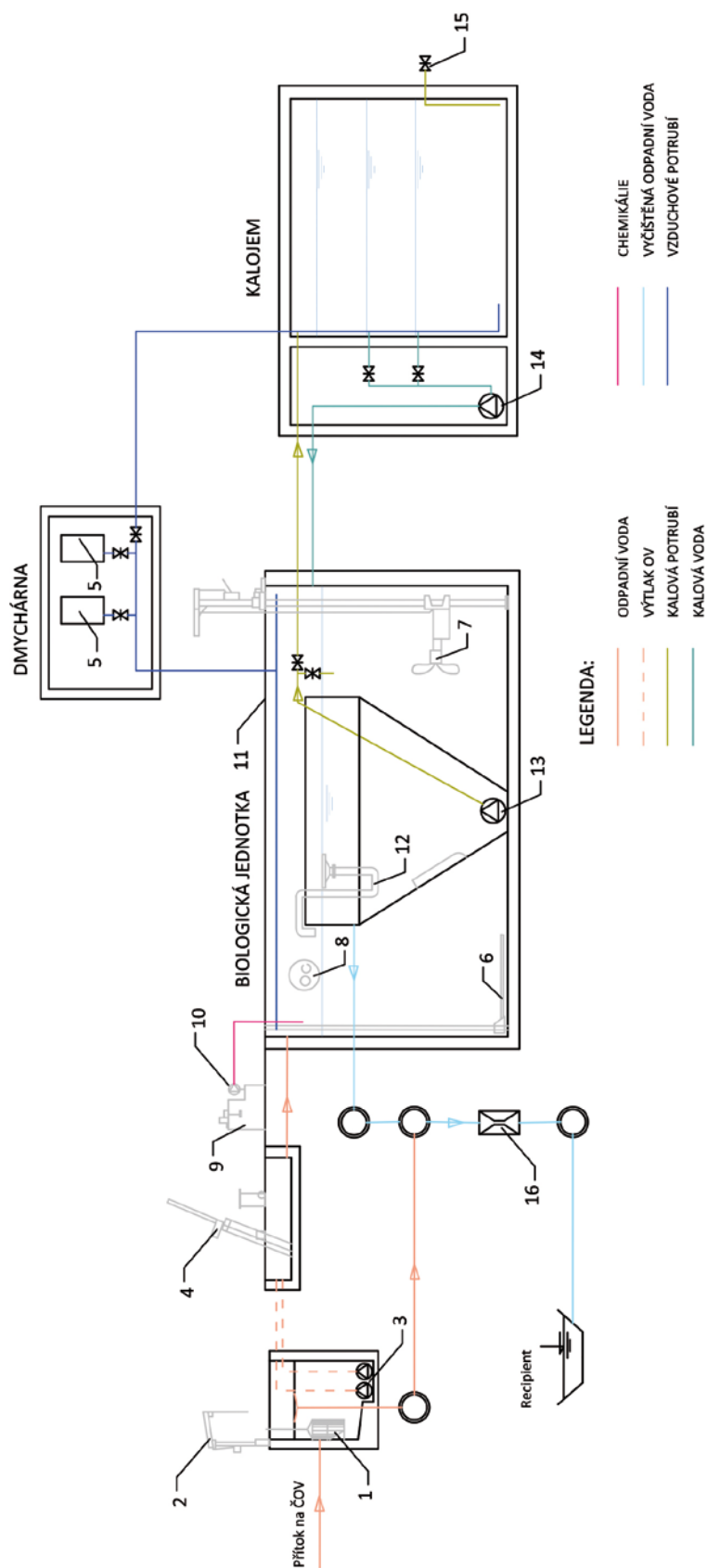


Obr. 4.266: Technologické schéma (linka) ČOV pro obec do 2 000 obyvatel (Starovice, okres Brno-venkov). 1 – nátok, 2 – čerpací stanice, 3 – česle, 4 – lapák písku a tuku, 5 – aktivace, 6 – měřicí objekt na odtoku + Parshallův žlab, 7 – odtok do vodního toku (recipientu), 8 – zřasobník na srážedlo fosforu, 9 – potrubí pro dopravu srážedla, 10 – dmýchárna, 11 – přívod vzduchu do aktivace, nebo k lapáku, 12 – řídicí jednotka aktivace, 13 – provozní objekt, 14 – havarijní přepad surové vody, 15 – havarijní gravitační obtok ČOV, 16 – provozní a kontrolní šachtičky, 17 – kontrolní šachtičky na odtoku, 18 – popelnice na shrábký, 19 – vratný kal, 20 – čerpací stanice kalu, 21 – šachtičky, 22 – kalolem, 23 – kalová voda, 24 – šachtičky, 25 – dehydrátor kalu, 26 – kontejner na odvoz kalu, 27 – zřasobník flokulantu na kal, 28 – odtah přebytečného kalu a možnost odvozu, 29 – dmýchadlo, 30 – receptory čistých vod (místní vodní tok). Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvošá, 2021 (upraveno dle: poskytnuté projektové dokumentace).



Obr. 4.267: Technologické schéma (linka) ČOV pro větší obec do 10 000 obyvatel (Harmannsdorf-Rakousko). 1 – přítok, 2 – čerpací stanice, 3 – provozní budova, 4 – selektor (rozdělovač vody), 5 – oběhová aktivace, 6 – dosazovací nádrže, 7 – čerpadlo na kal, 8 – zpracování kalu (odvodnění), 9 – prostor uložení kalu, 10 – dočišťovací stabilizační nádrž rybníčního typu, 11 – odtokový biofiltr, 12 – kořenová čistírna, 13 – kontrolní a měřicí šachtičky, 14 – biofiltr na čištění vzduchu z prostoru ČOV, 15 – studna, 16 – recipient vyčištěných vod (místní vodní tok). Schéma Radka Račoch a Michaela Mrvošá, 2021 (upraveno dle: poskytnuté projektové dokumentace).





Obr. 4.268: Konkrétní řešení technologické linky typizované ČOV pro menší obec do 2 000 obyvatel: 1 – česlicový koš, 2 – ruční zvedací zařízení, 3 – ponorné kalové čerpadlo, 4 – strojné strané česle, 5 – dmychadlo pro aktivaci, 6 – aktivací rošť, 7 – ponorné urychlové míchadlo, 8 – kyslíková sonda měřící techniky pro řízení aktivoce, 9 – zásobní nádrž na chemikálie pro srážení fosforu, 10 – dávkovací čerpadlo chemikálie, 11 – poklop biologické jednotky, 12 – dosazovací nádrž, 13 – ponorné čerpadlo na přebytný kal, 14 – kalové čerpadlo, 15 – koncovka, 16 – průtokoměr. Schéma Radka Račoch a Michaela Mrosová, 2021 (upraveno dle: poskytnuté projektové dokumentace).

#### 4.5.4 HODNOCENÍ Z POHLEDU PAMÁTKOVÉ PÉČE NA KONKRÉTNÍCH PŘÍKLADECH

##### 4.6.4.1 Praha-Bubeneč, Stará čistírna odpadních vod

Vybudováním kanalizačního systému reagovala Praha problém sanitární krize a na vysoké znečištění Vltavy na sklonku 19. století. S podobnými problémy se potýkala řada velkoměst, na rozdíl od většiny z nich však Praha nezavedla pouze systém odpadních stok, ale systém zakončený mechanickým čištěním, navržený inženýrem Williamem Heerleinem Lindleyem v roce 1894. Systém sestává ze zděných kmenových stok svádějících vodu z území o rozloze téměř 5 500 ha a čistírny, vybavené česly pro zachycení hrubých nečistot, lapači písku, usazovacími odkalovacími nádržemi a pohonnou centrálou vybavenou dvěma parními stroji a dvěma kotli z let 1903–1905.

Informace o vývoji realizace, rekonstrukcích a navazujícím hospodaření s produkovanými kaly, podávají publikace Jásek (2006), Jásek a kol. (2009), Jiroušková (2016), Rosický (2018) a Wanner (2018).

**Časové určení / doba vzniku:** 1901–1906 (uvedení do zkušebního provozu), 1907 plný provoz

**Autorství:** William Heerlein Lindley

**Památková ochrana:** KP (1991, rozsah ochrany: provozní budova, komín 1 a 2, podzemní usazovací nádrže, vstup do podzemních nádrží, kalová studně 1 a 2, vstup do studny; 2010, most bývalé Polní dráhy), NKP (2010), na Indikativním seznamu ČR pro zápis na Seznam světového dědictví (2020)

**Autorství:** projekt: ing. William H. Lindley, realizace: firma Quido Bělský

##### Hodnocení:

Výjimečná hodnota spočívá v několika rovinách: v moderním pokrokovém řešení, vysoké estetické úrovni celého systému, výjimečné atmosféře místa a konečně ve vysokém stupni autenticity / původnosti, která byla zachována po přenesení provozu do nové čistírny na Trojském ostrově v roce 1967 díky částečnému využití pro nový provoz (čimž bylo zabráněno plošné demolici staré čistírny).

**Hodnota historická:** Dílo inženýra Williama Heerleina Lindleye, autora první čistírny odpadních vod v Německu, realizované ve Frankfurtu nad Mohanem v roce 1887. Na rozdíl od řady evropských měst, které ve 2. polovině 19. století řešily problémy s odpadními vodami stokováním (Londýn, Hamburk, aj.) nebo zasakováním do půdy bez čištění (Berlín, Gdaňsk) představuje bubenečská čistírna jeden z prvních příkladů spojení stokování a čištění odpadních vod.

##### Hodnota typologická:

- **Výjimečné parametry stavební a technologické části:** Jedinečně dochovaný technologicky a stavebně ucelený soubor objektů a zařízení čistírny odpadních vod z přelomu 19. a 20. století, s technologií tzv. mechanického čištění, spočívající v cezení a usazování kalů (Jiroušková, 2016). Jeho součástí jsou mimo povrchových objektů klenuté podzemní prostory, zachovaná soustava přírodních stok a objektů mechanického předčištění vody, usazovací nádrže, větrací komíny a kalové studně. Součástí technologického vybavení je mimo čerpadel a pohonných strojů také most bývalé polní dráhy pro vyvážení kalů z čistírny.
- Zachování staré čistírny odpadních vod v blízkosti stávající ČOV a tzv. nové vodní linky je zároveň unikátním dokladem tří vývojových stupňů, dokládajícím rostoucí nároky na čištění odpadních vod městské aglomerace.
- **Výjimečnost výskytu v ČR:** První významná čistírenská stavba v českých zemích a zřejmě jediná dochovaná čistírna první poloviny 20. století u nás. Další ČOV byly vybudovány ve Vítkovicích roku 1906 (pracující do 1. světové války), Opavě roku 1913 (poškozená za druhé světové války a obnovená v 60. letech), v Mariánských Lázních roku 1930 (Jiroušková, 2016).
- **Výjimečnost výskytu v mezinárodním měřítku:** Jedna z mála dochovaných čistíren odpadních vod přelomu



19. a 20. století ve světě. Ve srovnávací studii vodohospodářských objektů TICCIH je vybrána jako jeden z patnácti významných objektů, areálů a systémů reprezentujících univerzální hodnoty světového významu (Douet 2018).

**Hodnota technologického toku:** Čistírna byla zachována v plném rozsahu, ve kterém v roce 1967 ukončila provoz. Památková ochrana však pokrývá pouze objekty a zařízení první fáze výstavby. Negativní dopad na hodnotu technologického toku a jeho celistvost měla demolice chlorovny z 30. let 20. století, ke které došlo v roce 2021. Žádoucí by bylo rozšířit památkovou ochranu na všechny objekty, jež utvářely technologický tok v době ukončení provozu (např. česlovna, kalové studny, vstupní objekty do podzemí aj).

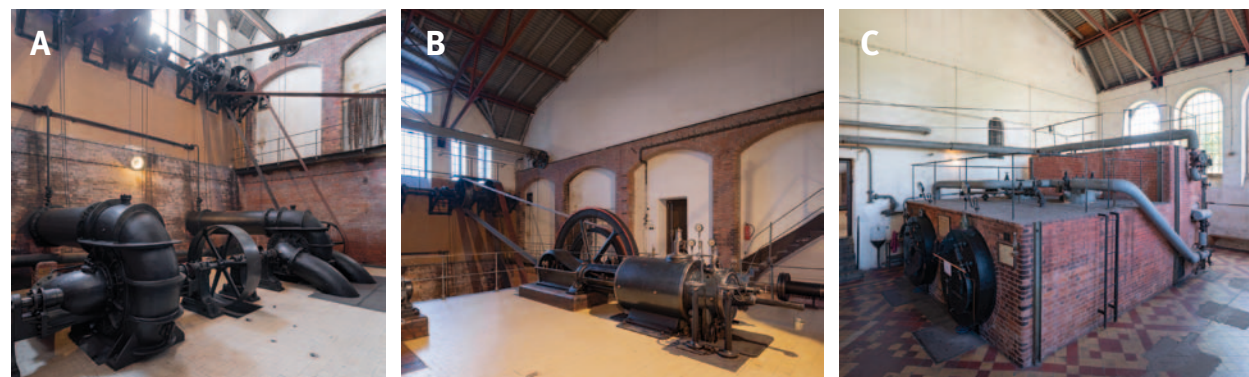
**Hodnota symbolu:** Mimořádný význam pro obor vodního hospodářství a ochranu životního prostředí ve světovém kontextu.

#### Hodnota autenticity:

- **Autenticita funkce:** Není zachována. Ztráta původní funkce je vyvážena autenticitou hmoty, formy a technologie, které by nebyly při zachování původní funkce dochovány.
- **Autenticita formy a hmoty / materiálu:** Zachována. Hlavní budova a usazovací nádrže jsou dochovány v autentickém stavu, s minimem druhotných zásahů.
- **Autenticita technického zařízení:** Dochována je podstatná část strojního vybavení a vnitřního zařízení: kalová čerpadla z roku 1901 od První českomoravské strojírny v Praze, sací čerpadlo v lapáku štěrku a písku, povodňová čerpadla a pohonné stroje, jimiž jsou dva ležaté parní stroje s diferenciálním pístem pražské strojírny Breitfeld-Daněk z počátku 20. století, kterým dodávaly páru dva plamencové kotle typu Cornwall, a elektromotory (Jiroušková, 2016). K dispozici je také projektová dokumentace a bohatá obrazová dokumentace.

**Hodnota architektonická:** Kvalitní průmyslová architektura reprezentující formy užívané v době svého vzniku s doznívajícími vlivy historismu a znaky nastupující secese. Nad elegantní formy exteriéru vyniká monumentalita podzemních prostor s vytříbenou výtvarnou modelací architektonických detailů, podpořenou kvalitním řemeslným zpracováním.

**Hodnota krajinná/urbanistická:** Čistírna se nachází v jižním sousedství rozsáhlého areálu stávající ČOV a tzv. nové vodní linky na Císařském ostrově, od něhož ji dělí plavební kanál Vltavy. Tvoří dominantu nevelké industriální zóny podél Papírenské ulice, vymezené na jihozápadě proti blokové zástavbě Bubenče železničním koridorem do Ústí nad Labem a na jihovýchodě výraznou vyvýšeninou Pecky, za níž začíná park Stromovka. V panoramatických pohledech například z Baby či Bohnic se toto území příliš neuplatňuje. Zástavba území je převážně utilitární, urbanisticky i architektonicky nehodnotná. Urbanistická hodnota areálu se zvýrazní při předpokládané budoucí proměně tohoto



Obr. 4.269: Praha-Bubeneč – Stará čistírna odpadních vod: (A) a (B) strojoona parních strojů; (C) kotelna. Foto Viktor Mácha, 2019.



Obr. 4.269: Praha-Bubeneč – Stará čistírna odpadních vod: (D) celkový pohled; (E) stavidloou uzávěr na stoce; (F) lapák písku; (G) kotelna a uhelna pro výrobu teplé vody a vytápění (původně prostor nádrží na vápennou vodu); (H) česle. Foto Viktor Mácha, 2019.



území, neboť secesní budovy čistírny se dvěma vysokými komíny vytvoří spolu s protější historizující tovární budovou kompoziční základ nové čtvrti a dají ji nezaměnitelnou identitu.

#### 4.6.4.2 Obecné shrnutí zásad hodnocení objektů odvádění a čištění odpadních vod

Podobně jako v případě objektů z jiných skupin vodního hospodářství i u objektů stokování, transportu a čištění odpadních vod platí, že pro rozhodnutí, zda je zachovat, nebo dokonce je památkově chránit, je nezbytné komplexní posouzení mnoha kritérií.

První kritérium je hodnota historická, tedy zda se jedná o objekt či konstrukci z období před začátkem rozvoje odvádění odpadních vod a jejich čištění ve druhé polovině 19. století, zda jde o první objekt svého typu u nás, případně zda se objekt anebo zařízení řadí mezi vůbec první realizace v ČR (příp. Československu).

Hodnota typologická je dalším kritériem posouzení. Znamená, že se může jednat o jediný, nebo jeden z mála zachovaných příkladů objektu či zařízení daného typu (unikát, typický zástupce, typická konfigurace řešení technologie, uspořádání technologické linky, vzorové řešení). Další kritérium představuje hodnota funkční kontinuity (pokračuje využívání objektu v nezměněné podobě). V rámci této hodnoty doporučujeme kladně hodnotit i objekty, u nichž došlo k částečné úpravě, která nemá vliv na celkové uspořádání a charakter (např. výměna čerpadla, aerátoru, zábradlí, trubního rozvodu), což je v případě objektů přicházejících do kontaktu s odpadními vodami prakticky pravidelná nutnost.

Hodnota technická představuje kritérium posuzující vlastní technické řešení, které může být originální oproti typickému řešení, např. umístění v terénu (a s tím související úpravy konstrukce), použité materiály, úpravy konstrukce znamenající nějaký přelom v řešení.

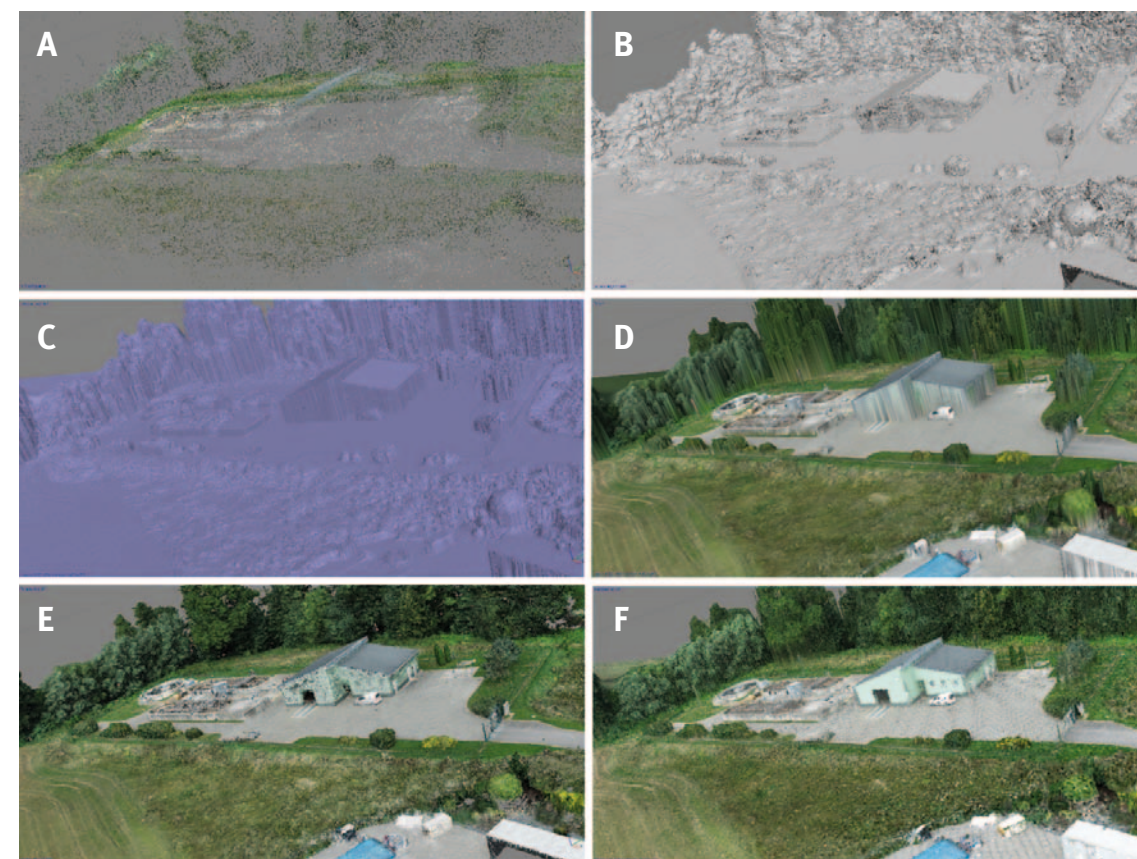
Neméně podstatné kritérium je hodnota architektonická. I technologicky podobné objekty, nebo jejich funkční celky, se mohou významně lišit stavebním a architektonickým provedením.

Areály čistírenství mají z podstaty věci převážně utilitární charakter a vždy byly kvůli zápachu s provozem spojeným situovány pokud možno mimo zastavěné území. Lokalizace čistíren a přidružených objektů je vždy limitována požadavkem zaústění vycištěných odpadních vod. Obvykle se jedná o nejbližší nejnižší položené místo při vodním toku, nebo v některých případech i rybníka. Urbanistický dopad proto většinou nemají (jednou z výjimek je stará ČOV v Bubenči a nová ČOV na Císařském ostrově v Praze), v krajině se uplatňují v lepším případě neutrálně, častěji spíše rušivě a je spíše potřeba hledat způsoby, jak je pohledově odclonit – například stromořadím. Toto opatření může plnit i funkci ochrany intravilánu před šířením zápachu, pokud je situováno ve vhodném směru.

Zachování a případná ochrana objektů z oboru stokování a čistírenství je otázkou kompromisu mezi požadavky na odvedení, zpracování a čištění odpadních vod, které se průběžně mění a hlavně zpřísňují, požadavky na provoz a mezi ochranou památkových hodnot. Více k tomuto je rozebráno v kapitole 5.3.

Lze předpokládat, že bude obtížné až nemožné uchovat funkční objekty do budoucna bez zásahu.

Jednou z možností, jak uchovat vizuálně informaci o technologické lince čistírny, případně o jednotlivých objektech a jejich vzájemném propojení, je vedle tvorby klasických 2D schémat a pořízení fotodokumentace tvorba digitálního 3D modelu. Přínosem je zejména možnost prohlížení modelu z různých úhlů, zobrazení různých detailů. Na Obr. 4.270 a Obr. 4.272 jsou dokumentovány postupy tvorby modelu ze snímků lokality malé komunální (obecní) čistírny a velké městské komunální čistírny, které byly pořízeny pomocí dronu. Součástí záznamu fotografií dronem je i zaměření předem stanovených bodů v terénu v prostoru lokality pomocí přesné GPS stanice. Data jsou následně fotogrammetricky zpracována a analyzována pomocí vhodné počítačové techniky. Obr. 4.271 a Obr. 4.274 potom ukazují možnosti různého zobrazení výsledků analýzy a tvorby modelů. Tímto postupem lze zachovat informace o vybraných lokalitách, např. před a po rekonstrukci. Lze tak částečně nahradit to, že nebude možné daný objekt, nebo jejich soubor zachovat z důvodu požadavků na celkovou přestavbu (více k tomuto problému v kapitole 5.3).

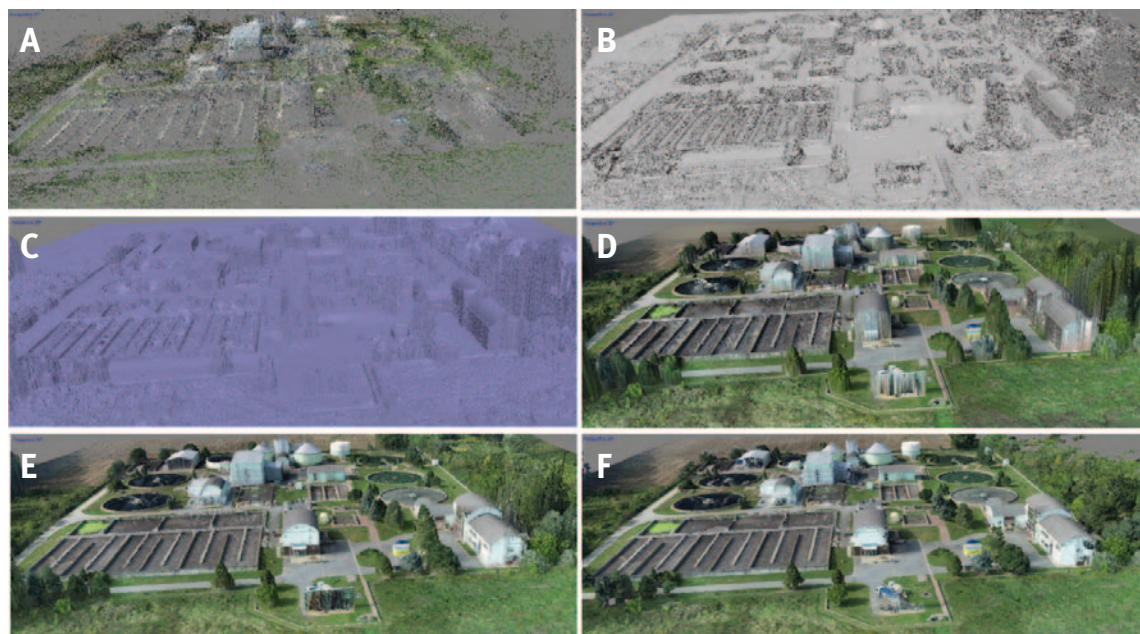


Obr. 4.270: Geneze 3D modelu malé ČOV o jednotlivých krocích: (A) identifikace společných bodů na jednotlivých fotografiích; (B) vytvoření mračna bodů; (C) vytvoření drátového modelu; (D) přiřazení barevné škály 3D modelu z jednotlivých fotografií; (E) texturování modelu; (F) finální úprava textur. Radek Bachan, 2021.



Obr. 4.271: Různé zobrazení 3D dlaždicového modelu ČOV. Radek Bachan, 2021.

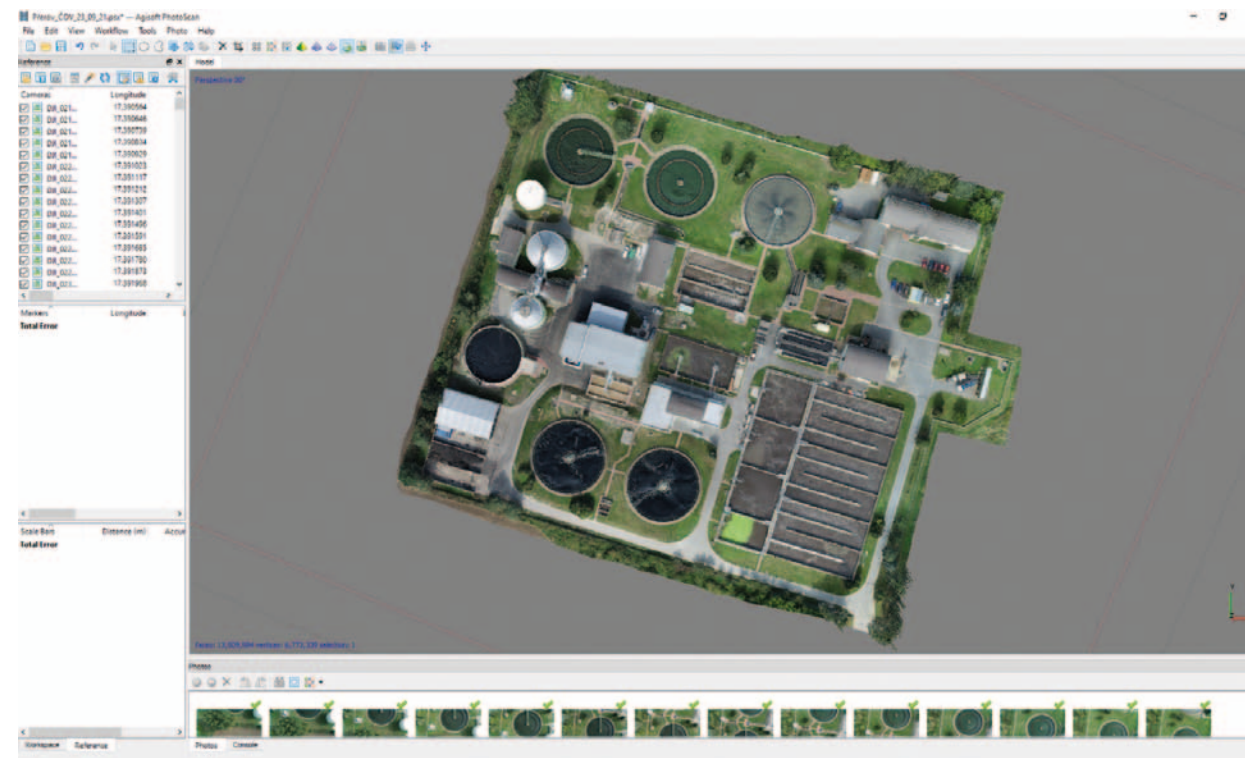




Obr. 4.272: Geneze 3D modelu velké komunální ČOV v jednotlivých krocích: (A) identifikace společných bodů na jednotlivých fotografiích; (B) vytvoření mračna bodů; (C) vytvoření drátového modelu; (D) přiřazení barevné škály 3D modelu z jednotlivých fotografií; (E) texturování modelu; (F) finální úprava textur. Radek Bachan, 2021.



Obr. 4.273: Výřez z finálního 3D modelu ČOV. Radek Bachan, 2021.



Obr. 4.274: Kolmý pohled na prostor ČOV. Radek Bachan, 2021.

#### 4.6.5 REGISTR LOKALIT

Název	Chráněno od	Typ ochrany	Rejstříkové číslo USKP	Název prvku dle Památkového katalogu	Okres	Obec
Čistírna odpadních vod v Praze v Bubeneči	26. 4. 1991 1. 7. 2010	KP NKP	11886/1-2148 364	Čistírna odpadních vod	Hl. m. Praha	Praha 7 (Praha-Bubeneč)
Podzemní odvodňovací systém	12. 12. 1994 31. 8. 1961	KP Součást PR	11917/3-6073 PR 1007	Kanalizační síť	Jindřichův Hradec	Slavonice
Čistírna odpadních vod v Brně-Modřicích	-	-	-	-	Brno – město	Brno



## 5. OBECNÉ ZÁSADY A PŘÍKLADY ZACHOVÁNÍ, OBNOVY A NOVÉHO VYUŽITÍ VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ

Následující kapitoly jsou stručným přehledem přístupů k nakládání s památkově hodnotnými vodohospodářskými objekty, zahrnujícím objekty sloužící své původní funkci i objekty, jež svou funkci ztratily a byly uchovány pro nové využití nebo muzejní účely.

Kapitola 5.1. představuje vybrané příklady z domácí památkové praxe a zaměřuje se na způsoby skloubení požadavků provozu a památkových hodnot, případně na obnovy a rekonstrukce historických objektů, jež svou funkci ztratily.

Kapitola 5.2 představuje na příkladech z ČR i ze zahraničí možné přístupy v nakládání s vodohospodářskými objekty po ztrátě funkce: příklady muzealizace celku nebo jeho části (pokud je historický objekt nebo zařízení součástí dosud funkčního provozu), nebo transformace pro nové, odlišné využití.

### 5.1 PAMÁTKOVĚ HODNOTNÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ OBJEKTY V ČR – OBNOVY, REKONSTRUKCE A ÚPRAVY (PŘÍKLADY DOBRÉ I ŠPATNÉ PRAXE)

#### 5.1.1 OSTRAVA-NOVÁ VES, ÚPRAVNA VODY

Městská vodárna a úpravna vody v Nové Vsi (Obr. 5.1) byla vystavěna v letech 1907–1908 podle projektu ing. Ulricha Hubra a arch. Karla Schwagera. Voda z 35 trubních studnic byla nasávána do sběrné studny a odtud čerpána do odželezovací stanice a poté do nádrže na čistou vodu. Její distribuci do vodovodní sítě zajišťovala původně pístová čerpadla, nahrazená v roce 1927 elektrickými vysokotlakými odstředivými čerpadly. Od roku 1969 byla voda do Ostravy dodávána skupinovým vodovodem z přehradních nádrží v podhůří Beskyd a Jeseníků. Provoz vodárny byl poté zastaven a strojovna zdemolována. Areál nadále slouží jako úpravna vody (Matěj, 2019). V bývalé odkyselovací stanici (tzv. Babylon), která svému původnímu účelu sloužila krátce, je dnes malé vodárenské muzeum.

Areál, vybudovaný v letech 1907–1908, byl pojednán v jednotném romantickém architektonickém tvarosloví se secesními prvky s využitím kombinací omítaných ploch, režného zdiva a hrázdění. Ve strojovně je dochováno mnoho původních stavebních detailů, např. keramické obklady stěn, valená dřevěná klenba stropu, členící prvky vnitřních fasád (římsy, lizény a parapety atd.), secesní dveře, zábradlí galerie, točité ocelové schodiště se zábradlím apod.

Památkově chráněno je šest objektů areálu: strojovna, odkyselovací stanice, tzv. Babylon, dílny, pomocný objekt, bytový dům a správní budova / rohová vila.

**Hodnocení:** K nejvýznamnějším hodnotám areálu náleží hodnota architektonická a urbanistická. Areál spojující dobové formy industriální architektury přelomu 19. a 20. století se soudobými architektonickými proudy je zároveň pohledovou dominantou, která utváří nároží frekventovaných ostravských komunikací a je významným orientačním bodem města. Vzhledem k tomu, že původní funkce byla redukována (včetně demolice původní strojovny čerpací stanice) a zařízení průběžně modernizováno, jsou požadavky památkové péče směřovány k zachování hodnoty architektonické a urbanistické. Pozdější dostavby neruší původní prostředí a zůstávají v pozadí.

**Obnova, rozvoj areálu a jejich dopad na památkové hodnoty:** Spolupráce vlastníka (Město Ostrava, využíváno SMVaK) s orgány památkové péče je v dlouhodobě příkladná, a to jak v péči o kulturní památky, tak o jejich prostředí. Od roku 2010 byly postupně obnoveny všechny využívané budovy, přičemž se podařilo zachovat ráz budov,



Obr. 5.1: Ostrava – úpravna vody, celkový pohled. Foto Roman Polásek, 2019.

materiály a barevnost fasád (byly použity stejné materiály, např. střešní krytiny, nová okna jsou dřevěná s členěním, odvozeným z dochovaných historických fotografií apod.). Ve strojovně byla osazena restaurátorským způsobem provedená kopie vnitřních vstupních dveří.

Protože areál slouží svému účelu, dochází k obnově, případně modernizacím technologického vybavení. V roce 2011 byla vyměněna čerpadla v suterénu strojovny, což si vyžádalo stavební úpravy betonových základů. V roce 2015 byla obnovena trafostanice spolu s výměnou části technologie, která nevyžadovala stavební zásah do historické části budovy, protože nutné změny byly provedeny v novější, utilitární přístavbě. Úpravy probíhají také mimo památkově chráněné budovy – byly odstraněny základy nevyužívaných nádrží a obnovena střecha a fasády moderní administrativní budovy (Obr. 5.2).



Obr. 5.2: Ostrava – úpravna vody, strojovna. Foto Viktor Mácha, 2019.



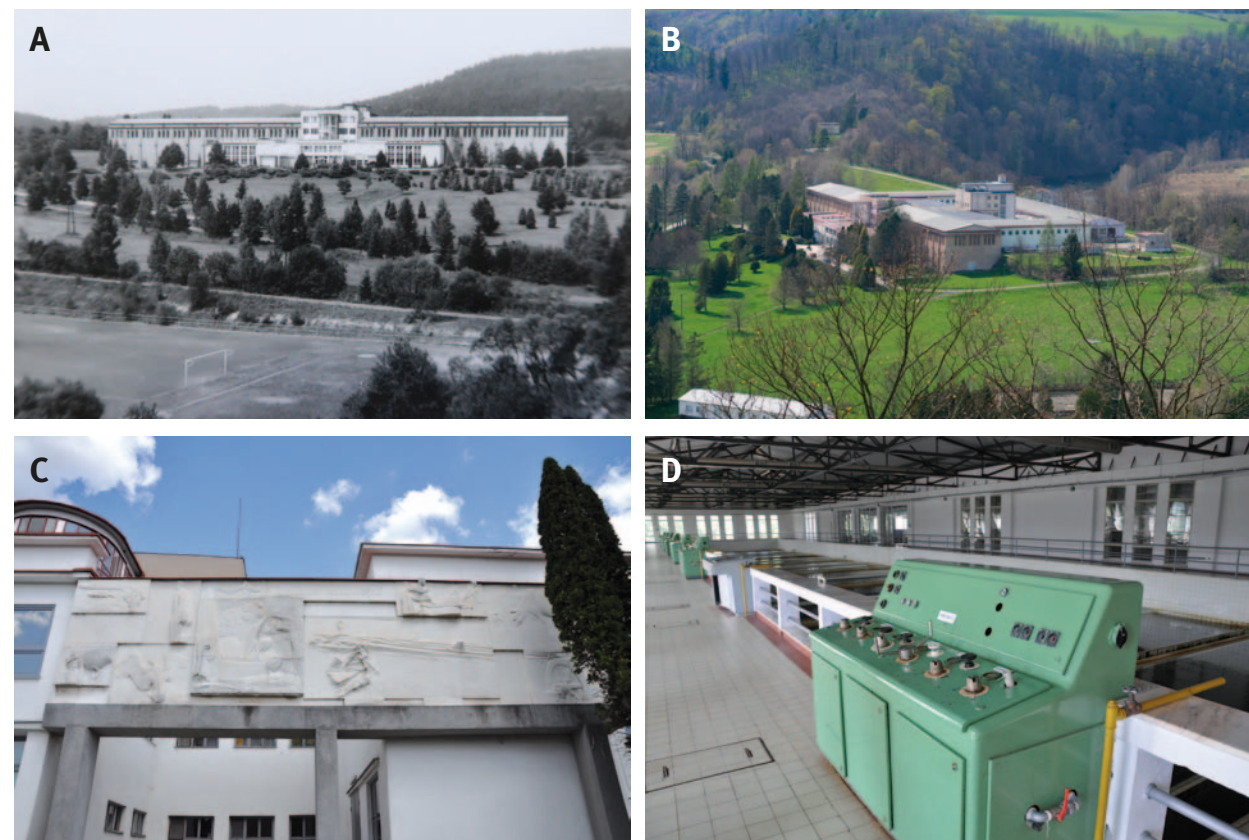
Od roku 2019 je projednávána výstavba budovy moderní velkokapacitní dvoustupňové filtrace, která se bude uplatňovat v dálkových pohledech od křižovatky ulic Plzeňské a 28. října. S tím bude spojena demolice vrátnice a několika technických budov. V roce 2021 byla schválena (v pořadí třetí) studie ing. arch. Petra Kundráta, pracující s měřítkem, hmotami a materiály nekonkurujícími formám a architektonickému tvarosloví původních objektů.

### 5.1.2 VÍTKOV-PODHRADÍ, ÚPRAVNA VODY

Úpravna vody ve Vítkově-Podhradí (Obr. 5.3) se nachází v Moravskoslezském kraji u města Vítkov, cca 18 km jižně od města Opava, a od roku 1974 je památkově chráněná. Úpravna vody byla vybudována mezi lety 1954 a 1962 současně s vodním dílem Kružberk, se kterým je spojena 6,7 km dlouhou štolou. Surová voda z přehrady se zde upravuje na pitnou a dále se distribuuje směrem na Ostravu, Fulnek, Bruntál a Přerov.

**Obnovy, rekonstrukce a jejich dopad na památkové hodnoty:** Úpravna vody byla kulturní památkou prohlášena už sedm let po dokončení stavby, v roce 1974. Tento fakt odráží skutečnost, že důvodem byla především už v té době vysoce hodnocená umělecká hodnota díla Vincence Makovského (reliéf na fasádě hlavní budovy). Ochrana však není vztažena pouze k tomuto dílu, ale k celé stavbě, s níž je spojena.

Zároveň některé prvky stavby nebyly zvoleny prozíravě a řemeslné provedení nebylo v řadě případů vzorné. Subtilní kovová okna v halách filtrace už dle zprávy z roku 1963 špatně těsnila, uzávěry nebyly všude funkční atp. Dlouhodobé působení vysoce koncentrované vlhkosti způsobuje jejich postupnou korozi. Zároveň je zachování původních subtilních rámců jedním z požadavků památkové péče, protože spoluutvářejí lehkost pláště. Jejich náhrada



Obr. 5.3: Vítkov-Podhradí – úpravna vody: (A) původní podoba (převzato z: ČVVS, 1972); (B) současná podoba; (C) část reliéfu od V. Makovského; (D) řídicí panel. Foto Miriam Dzuráková, 2019.

plastovými okny (ke kterým u části oken došlo bez schválení orgány památkové péče) se negativně promítla do exteriéru budovy.

Původní střecha nad halami filtrů a jejich přístavbami byla pro havarijní stav vyměněna. Původní ocelové příhradové nosníky byly natřeny suříkovou barvou a desky podhledu obsahovaly azbest. Z důvodu hygienických nároků tak byla připuštěna náhrada kopií (s povrchovou úpravou provedenou před instalací na místo) místo tryskání původních suříkových nátěrů. Podhled nebyl obnoven, což se promítlo do celkového působení haly – její světlost byla snížena a s ní také dojem „čistoty“.

Modernizována byla také technologie filtrování, spojená s novými drenážemi a betonovými dny nádrží. Automatizace provozu je spojena se zrušením funkce ovládacích pultů.

Úpravna vody ve Vítkově-Podhradí je příkladem hledání kompromisu mezi požadavky provozu a památkové péče. V případě technologie je nadřazena autenticita funkce autenticitě materiálu a technického zařízení. V případě stavby je hledání kompromisu vedeno tak, aby stavba zůstala dokladem architektury své doby a nedošlo k degradaci jejich hodnot, které má nejen jako „pozadí“ uměleckého díla, ale sama o sobě.

### 5.1.3 HOŘÍN, ZDYMADLO

Zdymadlo (Obr. 5.4) vystavěla firma Vojtěcha Lanny v letech 1903–1905. Autorem technického řešení byl Antonín Smrček, architektonického návrhu František Sander. Hlavním účelem vybudování bylo zesplavnění Vltavy až do Prahy, a tím i určité vyrovnání deficitu lodní dopravy v Praze vůči úspěšně se rozvíjející dopravě na Labi. Nemožnost zesplavnění Vltavy v jejích posledních kilometrech mezi Vraňany a Mělníkem vyvolala nutnost řešit tento úsek vybudováním laterálního kanálu a potřebou překonání výškového rozdílu 10 m mezi Vraňany a Hořínem vybudováním zdymadla. Zesplavnění Vltavy na dolním toku mělo důležitý ekonomický význam pro hospodářství Prahy a jejího okolí.

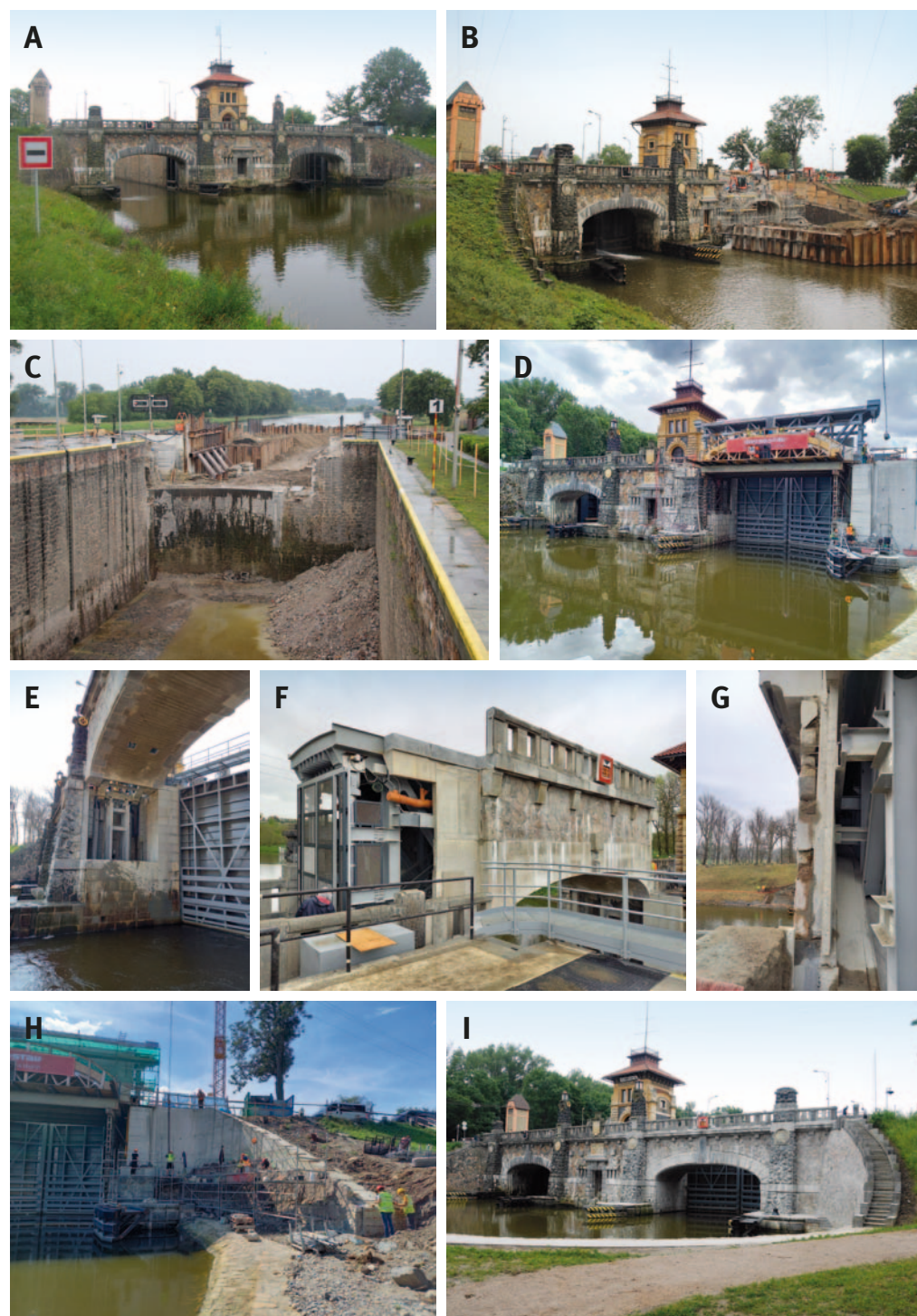
Zdymadlo se nachází na jižním okraji obce Hořín. Stavba má malou (na východě) a velkou (na západě) plavební komoru (PK). Dolní ohlaví PK překonávají dva mosty se segmentovými oblouky, tvořenými železobetonovou klenbou, obloženou žulovými kvádry a kyklopským zdívem. Na dolní ohlaví zdymadla ze severu navazuje prostor dolní rejdy, na horní ohlaví navazuje od jihu prostor horní rejdy. Břehy ve sklonu 1:2 jsou opevněny kamennou dlažbou. Pochozí úroveň břehů je s rovinou mostů a hráze zdymadla propojena kamennými schodišti, stáječícími se do oblouku směrem ke kanálu.

**Hodnocení:** Jedná se o velmi hodnotnou ukázkou stavby pro vodní dopravu z počátku 20. století, a to jak z hlediska architektury, designu a technologie, tak provedení a řemeslného zpracování. Zdymadlo vytváří v okolní krajině dominantní prvek, pohledově se váže přímo k panoramatu mělnického zámku, je součástí panoramatu soutoku Labe a Vltavy a reprezentuje mimořádné architektonické a památkové hodnoty. Stavba zdymadla je mimořádná a ojedinělá svým vzhledem romantické kamenné brány pro lodě vplouvající do ústí řeky Vltavy. Je vyzděna z mohutných kamenných kvádrů, které kryjí železobetonovou konstrukci. Jednotlivé prvky jsou velmi precizně řemeslně opracovány.

**Rekonstrukce a úprava na nové parametry, jejich dopad na památkové hodnoty:** Účelem stavby „Úprava ohlaví plavební komory Hořín“ bylo zajistit požadované parametry vltavské vodní cesty na plavebním kanálu Vraňany–Hořín, konkrétně velké plavební komory zdymadla Hořín, jež umožní využívání vodní cesty v úseku Mělník–Praha pro velké osobní lodě a lodě pro přepravu nadměrných nákladů o šíři 12 m a plavební výšce 7 m. Původní velká komora byla postavena na průjezd lodí o šíři 11 m a plavební výšce 4 m.

Hlavní překážkou pro zvýšení plavební výšky představoval pevný železobetonový kamenem obložený most neumožňující zvednutí. Proto musel být odstraněn. Z mostu bylo demontováno původní kamenné obložení a veškeré pohledové prvky – zábradlí, římsy, pylony, atd. Před demontáží bylo vše podrobně zdokumentováno, očíslováno. Následně byl most odstraněn a vybudován nový ocelový příhradový osazený na čtyřech hydraulických pístech, které umožňují jeho zdvihnutí z původní polohy do polohy pro plavební výšku 7 m. Na tuto novou konstrukci bylo s pomocí betonových desek osazeno zpět původní kamenné obložení a demontované prvky. Byla tedy vytvořena přibližná pohledová napodobenina původního mostu (o jeden metr širší), která je ve spodní pozici v původní poloze a při průjezdu velké





Obr. 5.4: Hořín – zdymadlo v průběhu rekonstrukce: (A) stav před přestavbou; (B) a (C) rozebírání původních konstrukcí a kamenných obkladů; (D) až (F) nová konstrukce zedacího mostu a velké plavební komory; (G) a (H) osazování původního obkladu na novou železobetonovou konstrukci. Foto (A) – (H) Otakar Hrdlička, 2019–2021; (I) Michaela Ryšková, 2021.

lodě se dokáže zdvihnout za 5 minut o 5 m. Ve středu mostu bylo doplněno kamenné obložení a zábradlí jako kopie původního.

Dále bylo nutné provést rozšíření užité šířky průřezného profilu komory, na což postačovalo rozšíření horního a dolního ohlaví. Vlastní komora širší dostačovala. Původní západní konstrukce obou ohlaví byly rozebrány, kamenný obklad zdokumentován a očíslován. Obě ohlaví byla nově provedena ze železobetonu, posunuta o 1 m západněji a byla obložena původním kamenným obkladem s doplněním chybějících, případně poškozených prvků. Do obou ohlaví byla osazena nová ocelová vrata o šíři 12 m.

Zachována byla autenticita funkce za cenu ztráty autentických konstrukcí a dobových technických řešení v rozsahu jedné ze dvou plavebních komor a mostní konstrukce nad ní. Proporce jsou změněny. Tento fakt se nejvíce projevil na severním průčelí dolního ohlaví, které je od počátku komponováno s využitím osové symetrie. Uvažované stavební úpravy tento princip popírají. I proto bylo odborné vyjádření NPÚ i rozhodnutí výkonného orgánu památkové péče MÚ Mělník k záměru negativní. Až odbor památkové péče Středočeského kraje svým rozhodnutím záměr odsouhlasil.

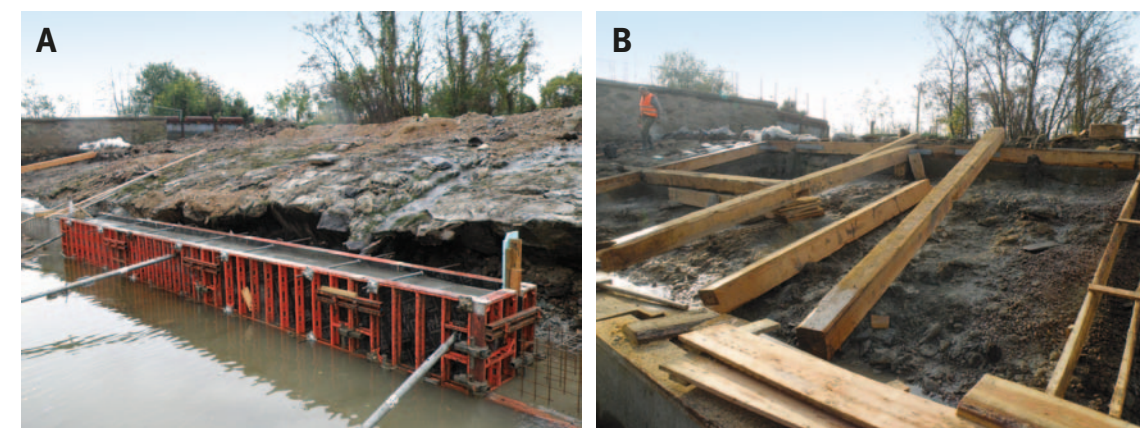
Z pohledu vlastní realizace se naopak jednalo o celkem úspěšnou akci. Zhotovitel, firma Metrostav a. s., přistoupila k akci velmi zodpovědně a pečlivě, se snahou naplnit požadavky památkové péče. Rozebrání kamenných obkladů a prvků bylo provedeno šetrně. Technologické postupy a způsoby kotvení původních prvků na nové železobetonové konstrukce musely být hledány přímo při průběhu stavebních prací a přizpůsobovány skutečné realitě. Doplnění nových kamenů se zdařilo, jak materiálově, tak způsobem opracování přizpůsobit se původnímu provedení. Nakonec se podařilo dosáhnout stavu, kdy most ve spodní poloze při běžném pohledu nelze rozeznat od původního. Lze to též porovnat se sousedním mostem s ohlavím před malou plavební komorou, která zůstala bez zásahu.

#### 5.1.4 ZNOJMO-OBLEKOVICE, JEZ

Kamenný jez ve Znojmě-Oblekovicích (Obr. 5.5) je součástí soustavy jezů na řece Dyji, které původně sloužily pro provoz mlýnů. Jez byl postaven v roce 1928 a patří k nejstarším v povodí Dyje. Nachází se přibližně 2 km po proudu řeky Dyje od jezu u Louckého kláštera ve Znojmě a sloužil jako vzdouvací dílo pro náhon v Nesachlebech (PMO, 2019a).

Jedná se o pevný kamenný jez s dřevěnou trémovou konstrukcí a s délkou 96 m. Tělo jezu i podjezí tvoří kamenný zához, přelivná plocha jezu je tvořena plochými kameny. Práh jezu je vybudován z kamene.

**Hodnocení:** Jeden z nejstarších jezů v povodí Dyje. V čase rekonstrukce byl jez památkově chráněn, a to od 5. 7. 1989. Na základě rozsudku Nejvyššího správního soudu č. j. 5 As 157/2019 - 27 ze dne 13. 11. 2020 (o tzv. pozdních zápisech), jez již není kulturní památkou (Památkový katalog, 2021). Vhodně zvolenými materiály



Obr. 5.5: Znojmo-Oblekovice – rekonstrukce jezu v Oblekovicích na řece Dyji: (A) založení nové paty jezu, říjen 2018; (B) výměna trémového rástru jezového tělesa, listopad 2018. Foto Miriam Džuráková, 2018–2019.





Obr. 5.5: Znojmo-Oblekovicce – rekonstrukce jezu v Oblekovicích na řece Duji: (C) původní části dřevěné trámové konstrukce; (D) rekonstrukce dokončena, leden 2019. Foto Miriam Dzuráková, 2018–2019.

a postupy při rekonstrukci se však podařilo zachovat památkové hodnoty jezu, a to především autenticitu hmoty a formy. Jez tak může plnohodnotně plnit svou funkci další řadu let.

**Obnova a její dopad na památkové hodnoty:** Rekonstrukce tělesa jezu probíhala v období září 2018 – leden 2019. Oprava spočívala v odstranění paty jezu a založení nové. Zároveň bylo očištěno jezové těleso. Trámový rastr z poslední komplexní opravy jezu v 70. letech 20. století byl vyměněn za nový, včetně trámu přelivné hrany a jeho ukotvení. Rovněž byl doplněn kámen v kavernách přelivné plochy a kamenný zához v podjezí (PMO, 2019a). Protože se jedná o nemanipulovatelný jez, všechny práce probíhaly za plného průtoku, a to postupně, po třetinách.

### 5.1.5 RUDOLFOV, VODNÍ DÍLO A VODNÍ ELEKTRÁRNA

Vodní dílo Rudolfovo bylo vybudováno v údolí Černé Nisy v letech 1925–1929. Autorem technologického projektu byl Ludwig Hamburger, stavební část navrhl architekt prof. Artur Payr. Rozsáhlé vodní dílo (viz Obr. 5.6) je tvořeno: 1) MVE I v domě č. p. 63 s vysokotlakým turbosoustrojem; 2) vyrovnávací nádrží s obloukovou gravitační hrází zděnou ze žulových kvádrů, dlouhou 63 m a vysokou 14,6 m, s kaskádou, vývarem, bezpečnostním přelivem širokým 12 m, hrazeným klapkovým uzávěrem s betonovým protizávažím a objektem středotlaké MVE II; 3) štěrkovou přehrázkou na zachycování splavenin v korytě Černé Nisy; 4) tlakovým potrubím o průměru 700 mm v horní, 675 mm ve střední a 650 mm v dolní části, které je zčásti nadzemní, vedeno na betonových podpěrách, v blízkosti elektrárny je uloženo v rýze a zasypáno; 5) vyrovnávací komorou, odkalovací propustí, jalovým přepadem a jemnými česlemi; 6) cca 3 km dlouhým přivaděčem tvořeným krytým železobetonovým kanálem s obdélníkovým profilem, s nádržemi na zachycování splavenin, s železobetonovými akvadukty a jímacími objekty se stavidly; 7) a měrným přelivem a vtokovým odběrným objektem s nornou stěnou, hrubými česlemi, uzavíracím stavidlem a odkalovací propustí (Freiwillig, 2013).

Turbosoustrojí MVE I je v provozu od roku 1927. Trojfázový synchronní generátor Siemens Schuckert funguje při jmenovitých otáčkách 500 ot./min, zdánlivém elektrickém výkonu 1 200 kVA, napětí 5 500 V a účinnosti  $\cos \varphi$  0,5 až 1,0. Je poháněn původní dvojčítou horizontální Peltonovou turbínou výrobce J. M. Voith (Obr. 5.7 (A)). Spád činí 171 m, hltnost 650 l/s, výkon 980 kW. Turbína pracuje se jmenovitými otáčkami 500 ot./min. Přívod vody na každé oběžné kolo je zajištěn 2 dýzami. Původně byla regulace doplněna ještě brzdící dýzou působící proti směru točení turbíny, která však byla v 50. letech odstraněna. Ve strojně MVE se nachází také původní a funkční ovládací pult s mramorovou deskou. Vyvedení výkonu z MVE je zajištěno přes rozvodnu (22 kV). Manipulaci s turbosoustrojem zajišťuje portálový jeřáb (Freiwillig, 2013).

Strojovna MVE II přiléhá ke vzdušnému líci hráze vyrovnávací nádrže. Jedná se o jednoduchou stavbu z neomítnutého kamenného zdiva, se železobetonovým trámovým stropem a pultovou střechou. Je zde instalována horizontální



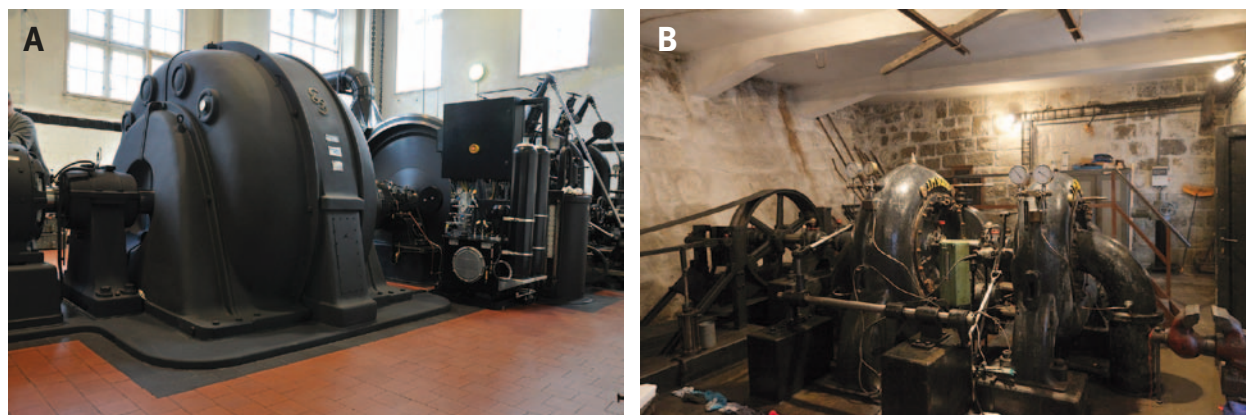
Obr. 5.6: Rudolfovo – schéma vodního díla: 1 – měrný přeliv a vtok do přivaděče, 2 – 1. akvadukt, 3 – 1. nádrž, 4 – podzemní přivaděč, 5 – 2. akvadukt, 6 – 2. nádrž, 7 – vodní zámek, 8 – tlakové potrubí, 9 – nadzemní úsek na pilířích, 10 – štěrková přehrážka s nádržkou, 11 – tlakové potrubí, 12 – špičková elektrárna, 13 – průběžná elektrárna (upraveno dle: NPÚ, ÚOP o Liberci).

dvojčítá spirální Francisova turbína výrobce J. M. Voith z roku 1927 (Obr. 5.7 (B)). Spád na turbínu činí 8,5 m, hltnost 466 l/s a 234 l/s. Původní asynchronní generátor Siemens o výkonu 50 kW v roce 1993 nahradil synchronní generátor ELIN o napětí 380 V a výkonu 58 kW, s přenosem výkonu z turbíny řemenovým převodem (Freiwillig, 2013).

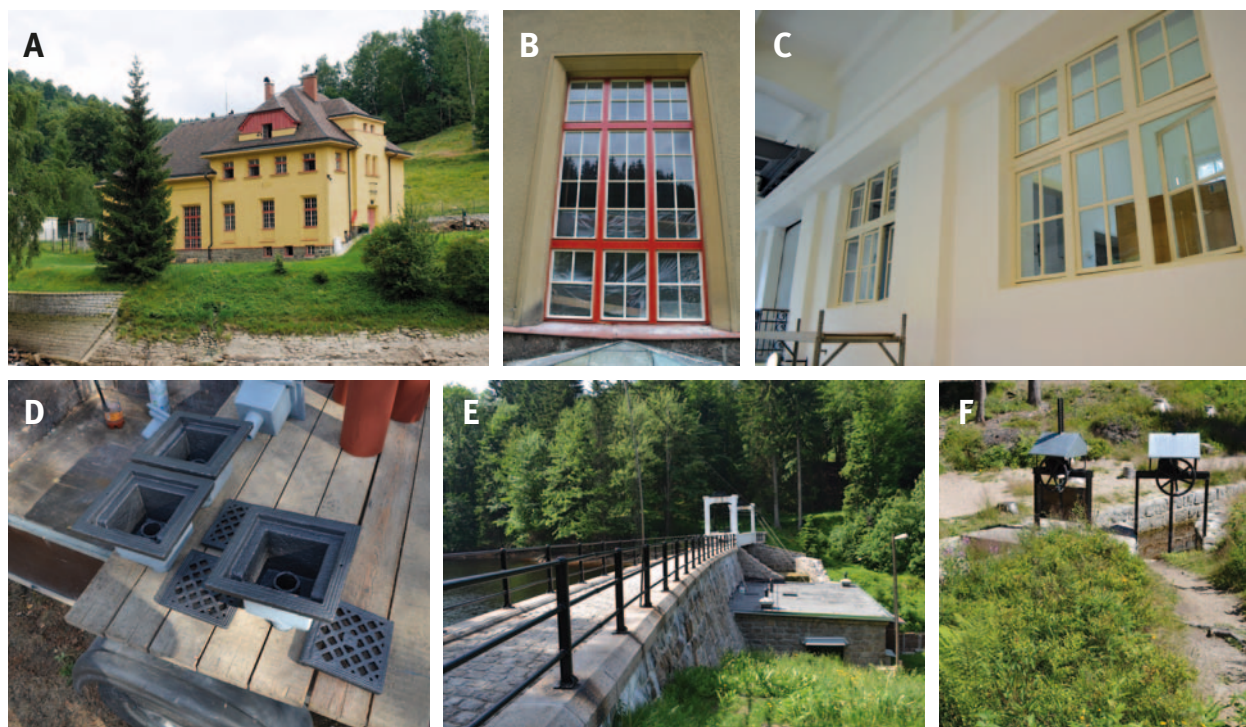
Objekt MVE I č. p. 63 je proveden jako tradicionalistická cihlová stavba obdélníkového půdorysu o půdorysných rozměrech 26 × 14 m. Svislé konstrukce jsou cihelné se železobetonovými trámovými stropy.

**Hodnocení:** K nejvýznamnějším hodnotám kulturní památky (chráněno od 1. 7. 2014, Památkový katalog, 2021) náleží hodnota technologického toku (kompletně zachovaný celek dvou elektráren a k nim náležejícího vodního díla), technická hodnota jednotlivých zařízení, hodnota autenticity (funkce, hmoty, dochovaného zařízení) a hodnota architektonická.

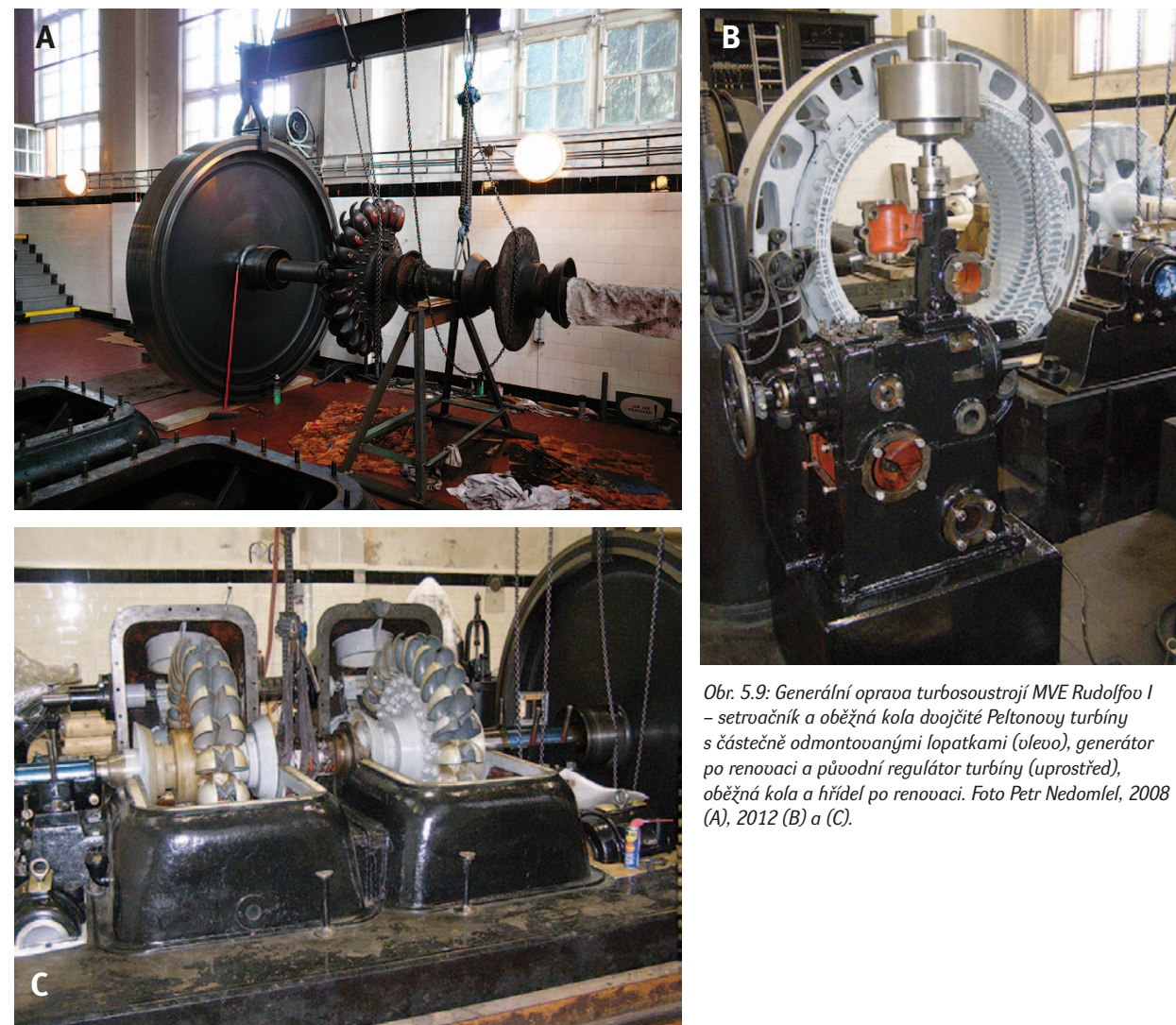




Obr. 5.7: MVE Rudolfov – interiér strojovny: (A) MVE Rudolfov I s Peltonovou turbínou; (B) MVE Rudolfov II s Francisovou turbínou. Foto Petr Freiwilg, 2014 (A), 2013 (B).



Obr. 5.8: Rudolfov – rekonstrukce vodního díla a elektrárny: (A) fasáda po obnově; (B) nové jednoduché vnější okenní výplně ve strojovně s fasádou před obnovou; (C) vnitřní okenní a dveřní výplně byly zachovány původní a repasovány; (D) obnova nefunkčního systému odvodnění hráze vyrovnávací nádrže s repasí a grafitovými nátěry odvodňovacích proků; (E) hráz po dokončení nátěrů zábradlí s budovou MVE II v pravé části snímku; (F) obnova všech jímacích objektů na přivaděči. Foto Petr Freiwilg, 2020.

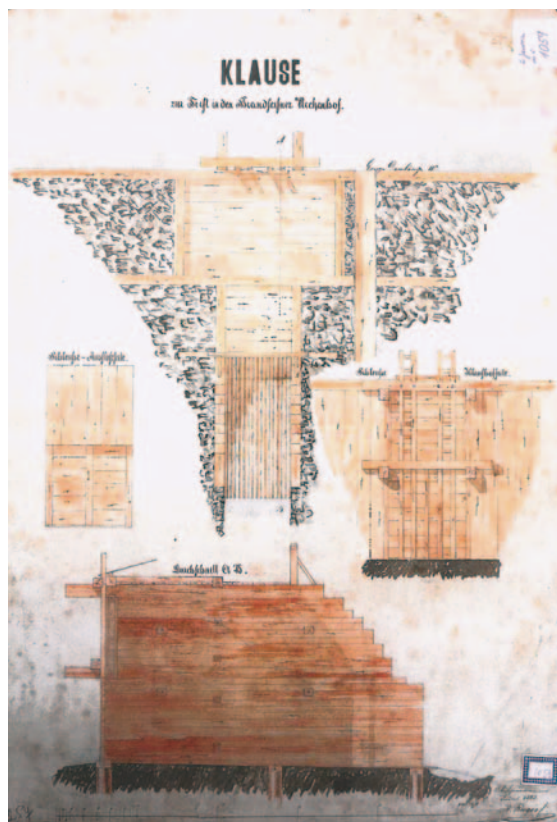


Obr. 5.9: Generální oprava turbosoustrojí MVE Rudolfov I – setrovačnická a oběžná kola dvojčité Peltonovy turbíny s částečně odmontovanými lopatkami (vlevo), generátor po renovaci a původní regulátor turbíny (uprostřed), oběžná kola a hřídel po renovaci. Foto Petr Nedomlel, 2008 (A), 2012 (B) a (C).

**Obnova a její dopad na památkové hodnoty:** V letech 2018–2020 proběhla celková obnova vodního díla Rudolfov (Obr. 5.8). Zahrnovala obnovu fasády, výměnu oplechování, okenních a dveřních výplní, obnovu interiérů, hydroizolaci a předláždění koruny hráze vyrovnávací nádrže, obnovu nátěrů, reprofilace a nátěry železobetonové konstrukce automatické zátěžové klapky na hrázi, střešní krytinu a oplechování MVE Rudolfov II – pod hrází, obnovu kašny s vodotryskem, obnovu podzemního přivaděče včetně nové optokabeláže, opravu všech jímacích objektů se stavidly na přivaděči. Rekonstrukce nezahrnovala výměnu střešní krytiny MVE I, která proběhla krátce před prohlášením objektu kulturní památkou v roce 2014 (Obr. 5.9). Mezi roky 2012–2013 prošlo vysokotlaké turbosoustrojí MVE I generální opravou. Oprava MVE II se připravuje.

Příliš stručná projektová dokumentace nešetřila řadu detailů, které bylo nutné řešit v průběhu samotné stavby. Přesto lze obnovu považovat za zdařilou. Většinu problémů se podařilo překonat ve spolupráci zhotovitele (Labská strojní a stavební společnost Pardubice, s. r. o.), investora (Povodí Labe, s. p.) a NPÚ.





Obr. 5.10: Schéma Rudolfa Riegera z roku 1863 s původním provedením hráze klauzy na Splavském potoce (převzato z: ZAO, pobočka Olomouc, inv. č. 1059).

### 5.1.6 STARÁ VES – ŽĎÁRSKÝ POTOK, KLAUZA NA SPLAVSKÉM POTOCE

Klauza se nachází v Hrubém Jeseníku v údolí Splavského potoka, cca 5 km severozápadně od obce Stará Ves, části Žďárský Potok. Nádrž byla postavena zřejmě ke konci 19. století, i když plány na její zbudování jsou starší (Obr. 5.10). Ve střední části kamenné hráze z hrázděného zdiva je průtočná sekce široká 2,5 m opatřená z části dlužovou stěnou. Pod hrází se nachází skluzová plocha z balvanů a betonu. Hráz uzavírá koruna z dlažby z lomového kamene s vyspárováním do betonu. Nad průtočnou sekci je dřevěná lávka. Při maximální úrovni hladiny činí plocha zátopy 385 m<sup>2</sup> a objem 665 m<sup>3</sup>.

**Hodnocení:** Jde o pozůstatek celého systému nádrží a upravených koryt, jež sloužily k plavení dřeva z míst těžby do míst zpracování (v tomto případě k pile ve Staré Vsi při soutoku Podolského a Strříbrného potoka), coby historického dokladu o způsobu hospodaření v dané oblasti. Vyznačovala se velkou mírou autenticity hmoty.

**Obnova a dopad na památkové hodnoty:** V roce 2014 proběhla obnova nádrže, jejímž investorem byly Lesy ČR, s. p. Obnova spočívala v odtěžení nánosů z retenčního prostoru, odstranění vegetace ze vzdušné strany a koruny hráze a opravě zchátralého tělesa hráze (Obr. 5.11). Základ návodní strany hráze byl po odtěžení sedimentů obetonován s vyztužením svažovanou sítí. Koruna hráze byla v celé délce snížena o asi 40 cm. V průtočné sekci uprostřed hráze bylo zřízeno železobetonové jádro vyztužené betonářskou ocelí a obložené z obou stran lomovým kamenem s vyspárováním a dlužovou stěnou. Návodní strana hráze byla vyčištěna, spáry byly vydlabány a přespárovány. Chybějící kameny byly doplněny. Do hrázděného zdiva byly na obou stranách hráze do stávajících kapes doplněny trámy ošetřené impregnací. Na vzdušné straně pod průtočnou sekci byla zbudována skluzová plocha délky 6,6 m z lomového kamene do betonu. Terén na vzdušné straně byl dosypán a vysvahován až k horní hraně hráze. Autenticita hmoty byla po obnově částečně snížena vzhledem k technickým a bezpečnostním požadavkům.



Obr. 5.11: Stará Ves, Žďárský Potok – obnova klauzy na Splavském potoce: (A) zbytky původní hráze; (B) opravená hráze z návodní strany; (C) střední část hráze s průtočnou sekci; (D) celkový pohled na hráze ze vzdušné strany; (E) původní odtokové potrubí. Foto (A) a (B) převzato z: Rymarovsko, 2021; (C), (D) a (E) Martin Caletka, 2021.

### 5.1.7 BLATENSKÝ VODNÍ PŘÍKOP

Blatenský vodní příkop, či „Privilegovaný Blatenský dědičný vodní příkop na území města Horní Blatná“ (Anderle a kol., 2015), je dlouhodobě a víceméně kontinuálně provozované vodní dílo velkého rozsahu s mírně proměnlivou funkcí. Původní hlavní funkcí byla doprava vody pro energetické (pohon důlních čerpadel, stoup apod.) a technologické (především voda pro separaci rudních frakcí při plavení ve stoupách) účely pro těžební a zpracovatelské provozy v Horní Blatné a okolí. Míra využití pro obdobné provozy mezi Božím Darem a Ryžovnou je nejistá, i když z písemných pramenů – především sporů o vodu – a z existence úseků paralelních příkopů u Bludné víme, že byla snaha vodu Blatenského kanálu využívat i dříve, než dorazila do samotné Blatné. V pozdějším období sloužil kanál podobně, jen účel již nebyl spojen s hornictvím, ale spíše s běžnými raně industriálními provozy.

Založen byl velmi pravděpodobně již v souvislosti s lokací Horní Blatné, jejíž poloha s nedostatkem technologické a energetické vody musela být zakladatelům města zřejmá již při založení města v roce 1532. Jeho budování je zřejmě doloženo až od 40. let 16. století.

Spolu s nedalekým Božím Darem, lokovaným ve stejné době, má Horní Blatná k existenci kanálu jasnou provozní vazbu. Voda, která posloužila vybraným důlním a zpracovatelským provozům města Božího Daru, byla po vykonání práce záhy odvedena z říčky Černé do Blatenského vodního příkopu, aby posloužila Horní Blatné. Z rozsahu dochovaných příkopů se zdá, že soustava navazující na Blatenský vodní příkop byla poměrně rozsáhlá a část jeho povodí sahala i na pravý břeh Černé až k saským hranicím.

**Hodnocení:** Památková hodnota vychází v případě Blatenského vodního příkopu v první řadě z jeho provozní kontinuity s jasně doloženým počátkem v 16. století. Na druhou stranu má kontinuita provozu svůj důsledek v opakovaných rekonstrukcích, takže velká část konstrukcí je již mladšího data, především z doby velké rekonstrukce z let 1926–1928. Při současné rekonstrukci se však ukazuje, že na řadě míst přetrvaly konstrukce či substrukce patrně z 18. století. Starší konstrukce zatím nebyly prokázány.





Obr. 5.12: Blatenský vodní příkop – poškozené úseky vodního příkopu: (A) narušení erozí a vymíláním; (B) – (D) ohrožení a poškození dřevinami v blízkosti koryta náhonu. Foto Miloš Rozkošný, 2020.

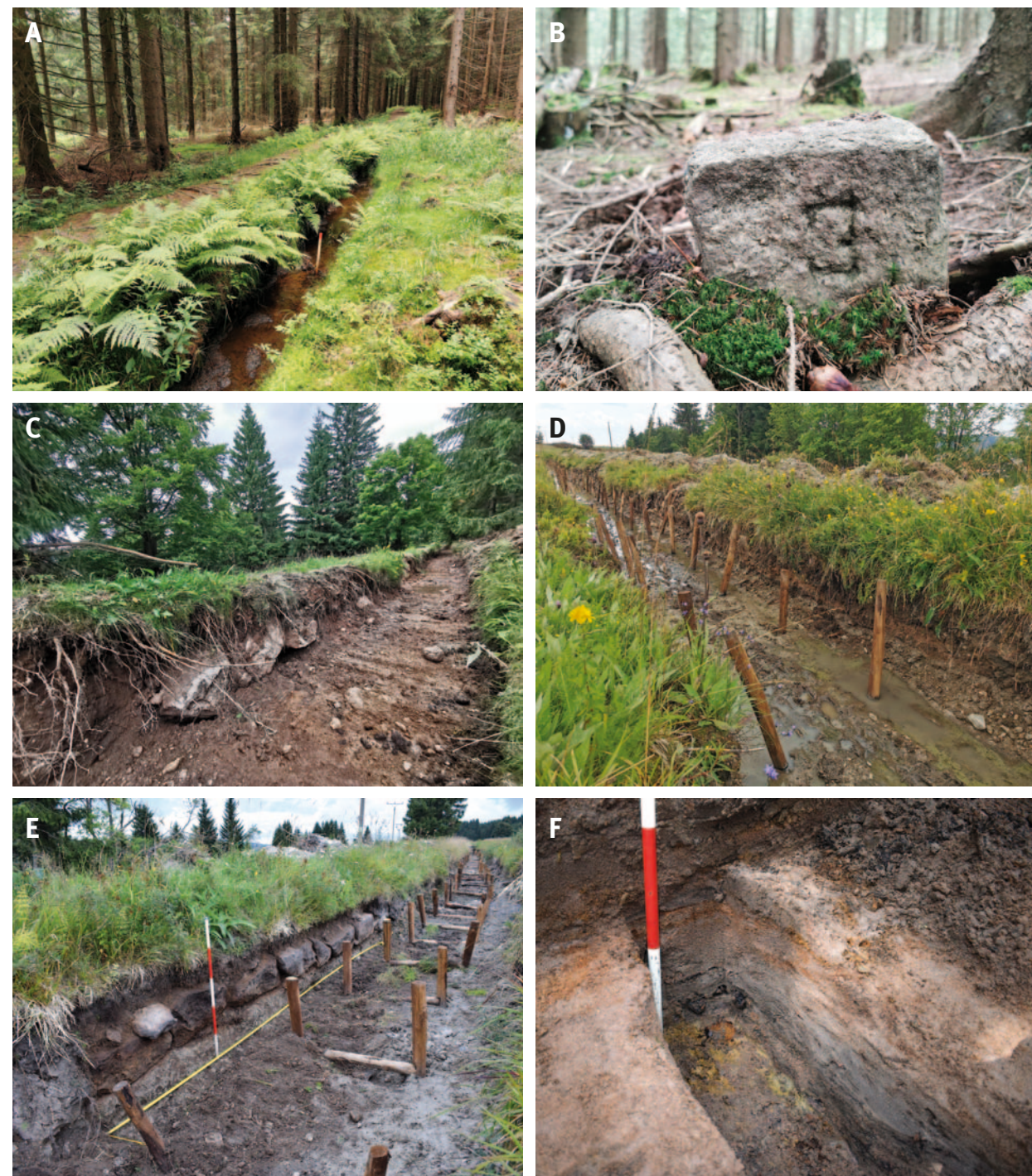


Výjimečnost Blatenského vodního příkopu spočívá rovněž v jeho rozsahu a provozní vazbě na dvě lokovaná renesanční báňská města Horní Blatná a Boží Dar. Se svou dlouhodobě provozovanou délkou 13 km je vynikající ukázkou technologického umu, ale také předvídavosti v kontextu udržitelného využití krajiny, které přetrvalo i útlum hornictví. Je i jedním z nejvýraznějších dokladů kolonizační krajiny raného 16. století, ukazující sepětí hornictví, báňských měst s výraznou obchodní a hospodářskou složkou i architektonických a uměleckých děl.

Celý příkop díky jeho dlouhodobé kontinuitě provází i početný soubor mezníků různého stáří, který nepochybně přispívá k historické a tím i památkové hodnotě díla.

**Obnova a dopad na památkové hodnoty:** Předmětem rekonstrukce je obnova vodohospodářské funkce díla – omezení neřízeného průtoku a sedimentace a též odvedení kyselé vody z božídarského rašeliniště mimo vodárenskou nádrž pro pitnou vodu Myslivny na říčce Černá. Dále je cílem obnova řízeného průtoku vody, která je nedílnou součástí provozní podstaty celé památky.

Před dvaceti lety prošlo dílo celkovou rekonstrukcí téměř v celé délce toku. Technický stav odpovídal absenci dostatečné údržby v průběhu druhé poloviny 20. století. Současná rekonstrukce je razantní a z velké části spočívá v náhradě dožilých dřevěných konstrukcí a opravě kamenných objektů. Veškeré dřevěné konstrukce jsou novodobé, z poslední velké rekonstrukce, v případě kamenných objektů se většinou jedná o výsledek rekonstrukce ve 20. letech 20. století. Cílem současné rekonstrukce je zachování funkce díla v jeho stávající trase a podobě. Souběžně probíhá



Obr. 5.13: Blatenský vodní příkop: (A) lesní partie toku, stav před rekonstrukcí; (B) historický mezník na hranici pozemku vodního toku; (C) koryto po vyjmutí dožilé výdře; (D) beranění nové výdře koryta; (E) Blatenský příkop u Kozích sejfů těsně nad Horní Blatnou, ukázka začištěného armování břehů odkrytého stavbou; (F) příkop u Kozích sejfů nad Horní Blatnou, ukázka sedimentačního profilu (nejstaršího?) dna odkrytého stavbou. Při dně nasedajícím na žlutý hrubý kamenitý materiál jsou patrné vrstvy s uhlíky a absence jílové izolace. Dobře rozlišitelné jsou i vrstvy naplaveného písku. Foto (A), (B), (C) a (D) Jakub Chaloupka, (E) a (F) Ondřej Malina, 2021.



průzkum a dokumentace stavbou odhalených situací, čímž je prohlubováno poznání. Rekonstrukce by tedy neměla mít negativní dopad na památkové hodnoty díla.

Cílem rekonstrukcí je zachování autenticity funkce a formy. Autenticita materiálu není zachována, dřevěné konstrukce a kamenné prvky pocházejí z rekonstrukcí náhonu ve 20. letech a na konci 20. století.

Z hlediska vodohospodářského je potřeba upozornit na některé procesy, které mohou dílo do budoucna ovlivnit. Obnovené koryto je místy poškozené vodní erozí a vymíláním (viz Obr. 5.12 (A)). V tomto případě by byla žádoucí průběžná údržba založená na dosypání kameniva a oprava laťových plůtků. Mnohem závažnější jsou škody způsobené ponecháním lesních porostů přírodě blízkému hospodaření, zřejmě z důvodu ochrany přírody, kdy dřeviny v bezprostřední blízkosti koryta narušují postupem času břehy, což vede až k rozrušení v příčném profilu. Zaznamenány byly i vývraty stromů, které koryto poškozují zcela (viz Obr. 5.12 (C), (D)). Nebezpečí spočívá i v tom, že v těchto místech si voda může najít novou trasu a dojde tak k narušení historického vedení kanálu. Opatřením by byla dohoda na průběžné údržbě okolí koryta a využití břehové linie jako další stezky.

## 5.2 MOŽNOSTI ZACHOVÁNÍ VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ PO UKONČENÍ PROVOZU – KONVERZE, MUZEALIZACE

### 5.2.1 RJUKAN (NORSKO), VODNÍ ELEKTRÁRNY VEMORK A SÅHEIM

Elektrárna Vemork (Obr. 5.14) byla vybudována pod vodopádem Rjukanfoss a do provozu byla uvedena v roce 1911. Vybavena byla deseti Peltonovými turbínami, každá dosahovala výkonu 500 HP (ve své době šlo o největší elektrárnu na světě). Zbývající část spádu využila elektrárna Sâheim, položená níže po proudu, která byla do provozu uvedena roku 1915 s devíti turbínami s generátory o celkovém výkonu 167 000 HP a překonala tak světové prvenství elektrárny Vemork. Jedno soustrojí bylo navíc instalováno v nitru uměle vybudované jeskyně ve svahu nad elektrárnou, která byla určena jako zásobárna vody pro elektrárnu, což představovalo ve své době velmi raný příklad takového řešení.

Elektrárna Sâheim (Obr. 5.14) byla vystavěna společností Norsk Hydro a její produkce byla přímo určena pro chemickou továrnu na výrobu umělých hnojiv. Elektrické pece Birkeland/Eyde k extrakci dusíku byly umístěny přímo v horním patře monumentální stavby.

Obě elektrárny získaly památkovou ochranu na národní úrovni v letech 2003 a 2011 a v roce 2015 byl celý soubor zapsán na Seznam světového dědictví. Mimo obě elektrárny a související vodní díla (tunely, přehrady aj.) zahrnuje také dopravní systémy (pro dopravu zdejší produkce po železnici a vodě) a sociální infrastrukturu (podrobněji Taugbøl, 2016).

Obě elektrárny stále slouží k výrobě elektrické energie. Elektrárna Vemork je dnes muzeem se zachovaným původním vybavením, nová technologie byla vložena do horského masivu. Elektrárna Sâheim byla modernizována: z původního vybavení byla zachováno jedno soustrojí od firmy Oerlikon a jedno od firmy Asea. Zachováno je také už neprovozované soustrojí v jeskyni nad elektrárnou. Výrobu dnes zajišťují tři moderní Francisovy turbíny. Hala elektrických pecí byla upravena pro tělocvičnu.

Ve vysokém hodnocení se promítá několik hledisek: vysoká míra autenticity hmoty, formy, technického zařízení i funkce, vysoká míra hodnoty technické a typologické, jež zahrnuje i parametrická prvenství, jichž obě elektrárny ve své době dosáhly, zapojení ve funkčních celcích a systémových vazbách a samozřejmě i tradiční hodnoty architektonická a urbanistická.



Obr. 5.14: Rjukan (Norsko): (A) a (B) vodní elektrárna Vemork; (C) a (D) vodní elektrárna Sâheim; (E) elektrická pec Birkeland/Eyde. Foto Michaela Ryšková, 2015.



### 5.2.2 BERLÍN (NĚMECKO), STARÁ ÚPRAVNA VODY FRIEDRICHSHAGEN (ALTES WASSERWERK FRIEDRICHSHAGEN)

Úprava vody na břehu jezera Müggelsee (Obr. 5.15) byla postavena pro zásobování Berlína vodou v letech 1889–1899. Projekt, stejně jako pro starší dvě vodárny Stralauer Tor a Tegeler See, navrhl anglický inženýr Henry Gill. Součástí návrhu byla jednak samotná čerpací stanice při Müggelsee a také přechodná čerpací stanice v Lichtenbergu. Stavba probíhala v několika etapách na ploše 7 000 m<sup>2</sup>. Na architektonickém návrhu v novogotických formách se po smrti Henryho Gilla podílel berlínský architekt a stavitel Richard Schultze. Do provozu byl systém uveden v roce 1893 s denní produkcí 86 400 m<sup>3</sup>. Ve své době šlo o největší a nejmodernější systém v Evropě. V roce 1895 byla dokončena výstavba prvních šesti filtrů a vodojemu na čistou vodu. Systém byl dokončen v roce 1899, kdy zde bylo v provozu pro pohon čerpadel šest parních strojoven. Voda byla čerpána z jezera Müggelsee, v roce 1898 přibily dvě studny a v letech 1904–1909 provoz postupně přešel na jímání podzemní vody pomocí celkem 350 vrtů. Ve 20. letech 20. století byl provoz modernizován s částečným přechodem na elektrický pohon, denní kapacita se zvýšila na 320 000 m<sup>3</sup> upravené vody. V 50. letech 20. století byl parní provoz zcela zastaven a zrušeny byly také pomalé filtry. Pro nízkou kvalitu jezerní vody byla od 60. let využívána už pouze voda podzemní. K velké modernizaci úpravní vody došlo v letech 1979–1981 a 1983, kdy byly postaveny nové haly, filtrační stanice atd. Provoz přešel do nového závodu, dále rozšiřovaného v 90. letech 20. století. (Das Wasserwerk Friedrichshagen)



Obr. 5.15: Berlín (Německo) – Stará úprava vody Friedrichshagen: (A) strojovna parních strojů čerpací stanice z roku 1893, jejíž provoz byl ukončen roku 1979; (B) kotelna; (C) komín; (D) strojovna. Foto Michaela Ryškové, 2019.





Obr. 5.15: Berlín (Německo) – Stará úprava vody Friedrichshagen: (E) a (F) sběrná studna; (G) bývalá úprava vody; (H) muzejní expozice – dřevěná studna ze 14. století vyzvednutá při archeologickém výzkumu v roce 1987; (I) dřevěné vodovodní potrubí. Foto Michaela Ryškové, 2019.

V nepoužívané části bylo v roce 1987 založeno muzeum, které se zaměřuje na historii vodárenství a kanalizace v Berlíně. Umístěno je ve staré parní strojovně a přilehlých objektech. Kotelna byla sice zbavena vybavení, budova byla ale zachována. Prohlídková trasa zahrnuje mimo muzejní expozice také strojovnu parních strojů se simulovaným provozem a prohlídku studničního objektu z let 1904–1909. Malebný komplex na břehu jezera je místem kulturních a společenských akcí. Bývalé budovy filtrací jsou dnes přestavěny pro jiné funkce.

Bývalá úprava vody Friedrichshagen je příkladem symbiózy moderního provozu s historickým prostředím. Nové provozy byly vystavěny v sousedství původních, a ty byly zachovány a využity pro nové funkce. Muzejní expozice, podpořená autentickým prostředím a strojovnu parních strojů se simulovaným provozem je vzorovým příkladem koexistence funkčního provozu, cenného průmyslového dědictví a edukace.

### 5.2.3 MALNISIO DI MONTEREALE VALCELLINA (ITÁLIE), VODNÍ ELEKTRÁRNA ANTONIO PITTER (MUSEO DELLA CENTRALE IDROELETTRICA DI MALNISIO)

Vodní elektrárna Antonio Pitter (Obr. 5.16) je jedna z prvních velkých vodních elektráren v Itálii, vybudovaná v údolí řeky Cellina v podhůří Alp v letech 1900–1905. Pro její zásobování byla přehrazena říčka Cellina a voda byla z nádrže k elektrárně vedena dlouhým kanálem s mosty a tunely. Součástí systému, jehož autorem byl Aristide Zenari, byly také dvě další elektrárny umístěné dále po proudu, uvedené do provozu v roce 1919. Elektrárna byla vybavena čtyřmi Francisovými turbínami firmy Riva-Monneret s alternátory Tecnomasio Italiano Brown-Boveri o výkonu 2 600 HP. Pojmenována je po ing. A. Pitterovi, který projektoval elektromechanickou část. Soustava tří elektráren dodávala energii Benátkám a regionům Veneto a Friuli Venezia Giulia.

Elektrárna nebyla nikdy modernizována a pracovala až do roku 1988. Po ukončení provozu byla rekonstruována a od roku 2006 je přístupná veřejnosti (Museo, 2021).



Obr. 5.16: Malnisio di Montereale Valcellina (Itálie) – vodní elektrárna A. Pitter. Foto Michaela Ryškové, 2016.

### 5.2.4 VRATISLAV (POLSKO), ÚPRAVNA VODY NA GROBLI

První vodárenské systémy Vratislavi byly založeny ve 2. polovině 13. a na počátku 14. století. V roce 1387 zde bylo v provozu vodní kolo pro čerpání vody (uvádí se, že šlo o nejstarší systém ve východní Evropě). V polovině 19. století v souvislosti s rychlým rozvojem města bylo řešeno komplexní zásobování vodou. Roku 1864 bylo rozhodnuto o realizaci projektu anglického inženýra Jamese Moora, upraveného městským architektem Johannem Christianem Zimmermannem. V letech 1866–1871 byla na soutoku Odry a Olawy postavena jedna z nejmodernějších

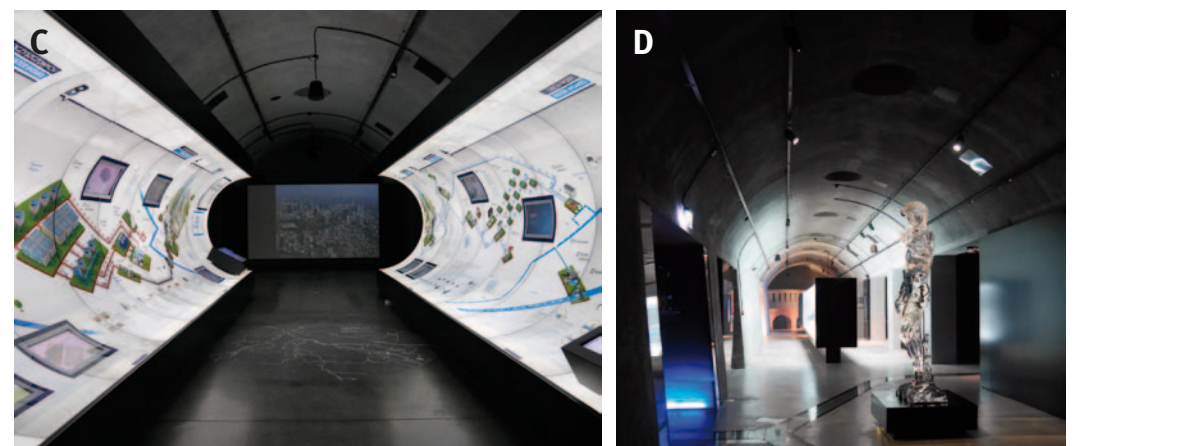
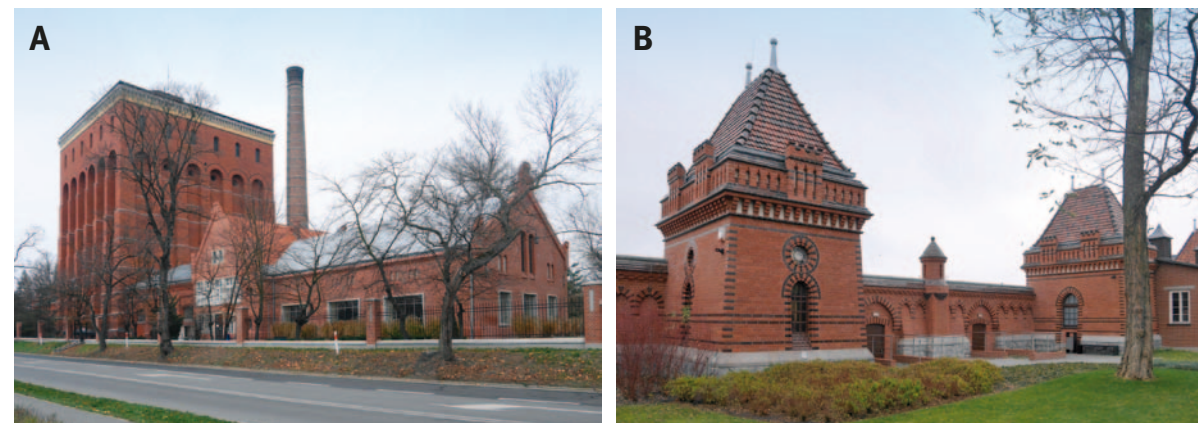


vodáren své doby. Říční voda byla čištěna v pískových filtrech, čerpána do věžového vodojemu a odtud rozváděna do sítě. Od roku 1904 se přešlo na podzemní zdroje vody a voda říční se používala jen v nouzovém stavu.

Komplex tvoří rozložitá vodárenská věž čtvercového půdorysu (s nádržemi o objemu 4 150 m<sup>3</sup>), parní strojnava a kotelná se dvěma kotli, komín, dílenské budovy a filtrační stanice (Obr. 5.17). Provoz zajišťovaly dva parní stroje místní firmy Woolf-Ruffler z roku 1879 a dvě čerpadla. V roce 1924 byl pohon nahrazen parními turbínami, které byly v provozu do 60. let 19. století. Mimo parních strojů a parní turbíny se zachovala také čerpadla z přelomu 19. a 20. století a mostové jeřáby (Szlaki kulturowe, 2019).

Parní čerpací stanice s věžovým vodojemem je uzavřena a prochází přestavbou na muzejní provoz. V sousedním zemním vodojemu na čistou vodu o objemu 4 000 m<sup>3</sup>, který byl využíván až do roku 2011, bylo v roce 2015 otevřeno edukační centrum Hydropolis. Jeho cílem je zprostředkovat informace o vodě na Zemi a jejím významu a o vodním inženýrství (Klimek, 2018). Ačkoli exteriér vodojemu byl obnoven s cílem rehabilitace původní architektury a její kvality, v interiéru je zcela potlačena původní konstrukce a funkce objektu. Charakter prostředí je zcela zastřen vestavbami mobilních zástěn a instalací atrakcí multimediální expozice.

Ačkoli je vestavěná expozice odstranitelná, je rozhodujícím aspektem hodnocení naprosté potlačení původního prostředí, jeho jedinečnosti a genia loci pro vytvoření zaměnitelné expozice.



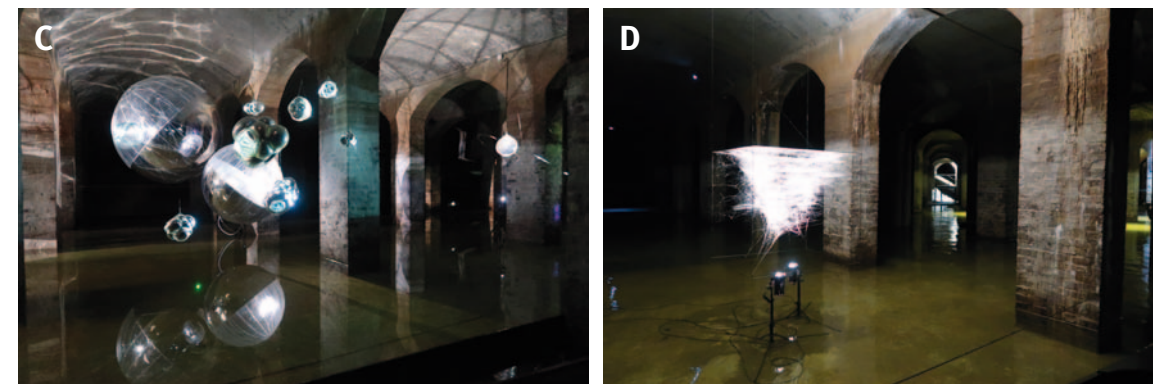
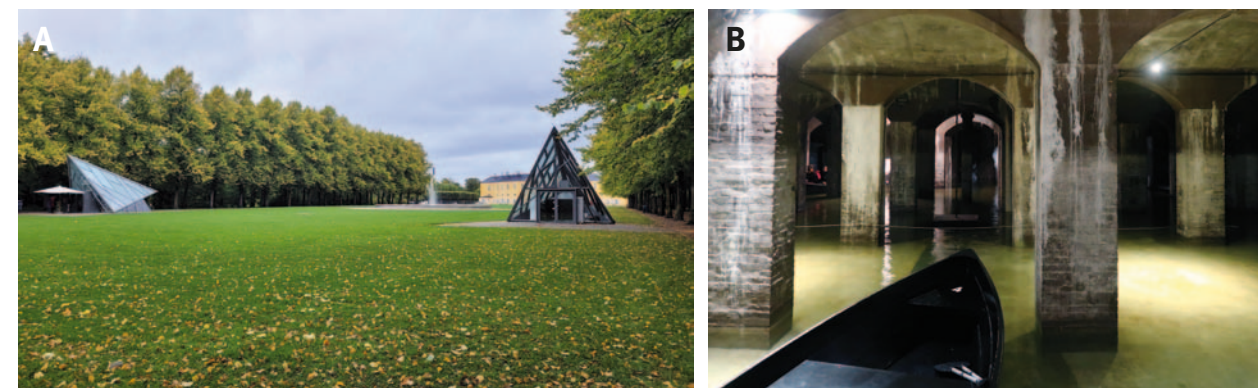
Obr. 5.17: Vratislav (Polsko) – čerpací stanice a zemní vodojem Na Grobli: (A) věžový vodojem a parní čerpací stanice dochovaná včetně původního vybavení, veřejnosti nepřístupná; (B) zemní vodojem; (C) a (D) současná expozice Hydropolis v bývalém zemním vodojemu. Foto Michaela Ryškové, 2019.

### 5.2.5 KODAŇ (DÁNSKO), ZEMNÍ VODOJEMY A ČERPACÍ STANICE

Zemní vodojemy (tzv. Cisternerne) a čerpací stanice (Pumpehuset) v Kodani byly vybudovány v letech 1856–1859 jako součást systému, který měl zkvalitnit a objemově navýšit zásobování rychle se rozvíjejícího města Kodaň pitnou vodou. Do té doby byla voda do města přiváděna dřevěnými kanály z jezer na sever od Kodaně. Kvalita neupravené povrchové vody se však zhoršovala, což se projevilo i stále častějším výskytem epidemických onemocnění, např. cholery v roce 1853 (Nielsen a kol., 1909). V témže roce byl schválen projekt moderního systému zásobování vodou s pískovými filtry, parními čerpadly a litinovými kanály, využívající vodu z okolních jezer. Projekt naplánoval dánský inženýr L. A. Colding a britský expert na vodní stavby James Simpson byl osloven, aby jej zkontroloval a dohlížel na stavbu. Původní projekt byl však tak kvalitně připraven, že Simpson do něj přispěl jen několika nevýznamnými změnami (Nielsen a kol., 1909).

**Zásobování města vodou** bylo založeno na převodu vody z jezera Damhussøen na západním okraji Kodaně do jezera St. Jørgen Sø v širším centru města umělým Ladegårdským kanálem. Odtud byla voda čerpána přes čerpací stanici ve Vesterportu do zemních vodojemů v Søndermarkenu (u paláce Frederiksberg). U obou vodních ploch, navzdory jejich názvu (Sø – jezero), se jedná o uměle vytvořené vodní nádrže. Damhussøen byla postavena již v období středověku a od roku 1618 hrála významnou roli v zásobování Kodaně vodou (Nielsen a kol., 1909). Od roku 1893, po objevení kvalitních vodonosných vrstev vápencového podloží východní části Sjællandu, byla Kodaň zásobována již výhradně podzemní vodou (Nørregård a kol., 1959).

**Zemní vodojemy** se nachází na kopci Frederiksberg, 31 metrů nad mořem (nejvyšší bod Kodaně), odkud gravitačně zajišťovaly novým vícepodlažním budovám v Kodani čistou pitnou vodu, což bylo klíčové pro rozvoj moderního velko-



Obr. 5.18: Kodaň (Dánsko) – zemní vodojemy (Cisternerne): (A) skleněné pyramidy v parku Søndermarken jako vchod do podzemních prostor; (B) podzemní prostory vodojemů; (C) a (D) multimediální expozice „Event Horizon“ od argentinského umělce Tomáše Saracena. Foto Miriam Dzuráková, Viera Dedíková, 2021.



města. Zpočátku byly vodojemy otevřené a tvořily velkolepou vodní hladinu před palácem Frederiksberg. Aby se však zabránilo riziku kontaminace a infekce, byly v roce 1891 zakryty betonovou konstrukcí (Nørregård a kol., 1959). Současně byl založen trávník s centrální fontánou, který je dnes součástí parku v Søndermarkenu (Obr. 5.18 A).

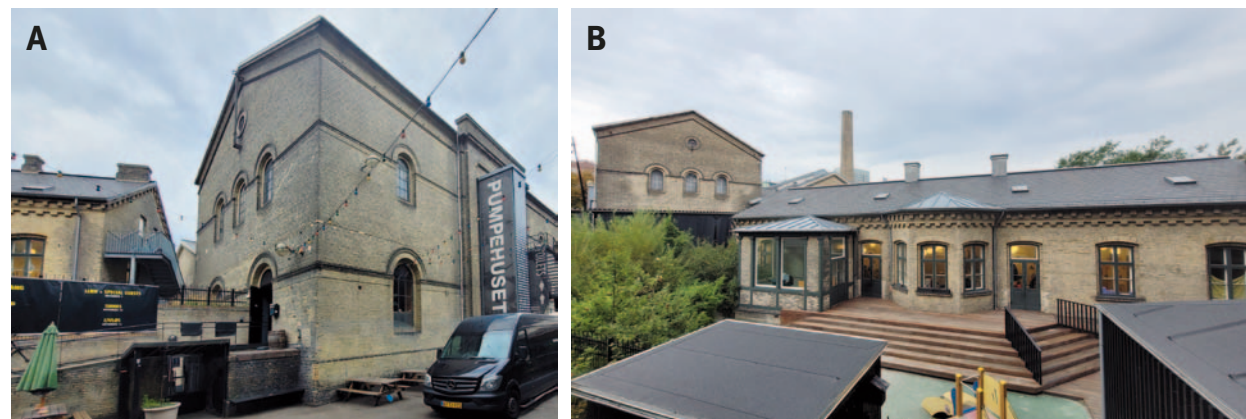
Vnitřní prostor vodojemů je rozdělen do tří stejně velkých místností, navzájem propojených, o celkové délce cca 150 m. Zdi jsou tvořeny silnými žulovými bloky, pilíře nesoucí strop jsou zděné, podlaha i strop jsou betonové (Obr. 5.18 B). Strop je vysoký 4,2 m a při maximální hloubce vody 3,7 m by místnosti mohly obsahovat kolem 16 milionů litrů vody (Nørregård a kol., 1959).

Vodojemy přestaly plnit svou funkci v roce 1933, úplně vyprázdněny byly v roce 1981. V rámci aktivity Evropské hlavní město kultury začali místní nadšenci využívat prostory vodojemů v roce 1996 pro různé kulturní aktivity (HistoriskAtlas, 2021). V roce 2001 bylo do vodojemů umístěno Muzeum moderního sklářského umění a z té doby pocházejí i dvě skleněné pyramidy (Obr. 5.18 A), sloužící jako vchod do podzemních prostor.

V roce 2013 vzala vodojemy do své správy instituce Frederiksbergmuseerne a otevřela jejich prostor pro výstavy a multimediální instalace, které využívají a podporují specifické podmínky, charakter, akustiku a klima těchto podzemních objektů a interagují s jejich architekturou, atmosférou a historií (Obr. 5.18 C–D). Projekty oslovených umělců nebo architektů jsou vždy navrhovány specificky pro dané místo.

**Čerpací stanice** (Pumpehuset) v kodaňské části Vesterport (mezi Axeltorv a H. C. Andersens Boulevard) byla v době svého otevření v roce 1859 první dánskou čerpací stanicí. V provozu byla až do roku 1951 (Nørregård a kol., 1959). Komplex budov zahrnoval centrální dvoupodlažní strojovnu (Obr. 5.19 A) propojenou s jednopodlažní kotelnou, uhelné sklady, administrativní prostory, ale i bydlení pro zaměstnance a rezidenci pro inspektora. Všechny budovy v areálu jsou postaveny ze žlutých cihel s klenutými okny (stavělo se v barvách dánské královské rodiny, tzn. v červené nebo žluté barvě), dle návrhu architekta N. S. Nebelonga.

Areál prošel v roce 1987 první kompletní rekonstrukcí (další v roce 2011) a budova strojovny se stala místem konání různorodých hudebních akcí (Pumpehuset, 2021). Administrativní budovy a rezidence inspektora jsou využívány jako mateřská škola (Obr. 5.19 B). Celý areál má tak nové hodnotné využití, přičemž při rekonstrukcích byla v maximální možné míře zachována autenticita formy i hmoty. Vnitřní technologické vybavení není dochováno, pouze v bývalé strojovně (dnes hudební sál) se nad barem na konci haly nachází torzo starého jeřábu, podle něhož je i sál pojmenovaný (Kransalen). Areál byl v roce 2007 vyhlášen památkou průmyslového dědictví a v roce 2010 zařazen na seznam památek (HistoriskAtlas, 2021).



Obr. 5.19: Kodaň (Dánsko) – čerpací stanice (Pumpehuset): (A) budova bývalé strojovny, dnes místo konání koncertů; (B) budova bývalé rezidence vodního inspektora, dnes prostory mateřské školy. Foto Viera Dedíková, 2021.

## 5.2.6 PLZEŇ, ÚPRAVNA VODY, PUECH-CHABALOVA FILTRAČNÍ STANICE

Průmyslový rozvoj města, spojený s růstem počtu obyvatel, přiměl v 80. letech 19. století městskou správu k výstavbě nové vodárny (Obr. 5.20), jež měla Plzni zajistit dostatek pitné vody. Do provozu byla uvedena roku 1889 a plně dokončena v roce následujícím. Její součástí byla čerpací stanice (s parní strojovnou), která čerpala vodu z řeky Úhlavy, úpravná voda se čtyřmi usazovacími nádržemi a filtrační stanicí se čtyřmi anglickými filtry) a zděný zemní vodojem na kopci Homolka (o objemu 6 500 m<sup>3</sup>). V letech 1904–1906 byly usazovací nádrže pro zvýšení kapacity nahrazeny pomalými filtry. Kvalita vody však byla problematická. Proto bylo už v roce 1908 jednání s pařížskou firmou Puech-Chabal o výstavbě filtrační stanice stejnojmenného systému. Záměr byl realizován až v letech 1924–1926. Filtrace o celkové ploše 5 000 m<sup>2</sup> byla vybavena třemi stupni hrubocežů s tzv. horním praním, tj. odplavováním nečistot z povrchu (se šterkovou náplní odstupňované hrubosti a praním pomocí tlakového vzduchu a vody) a jedním stupněm předfiltrů (s pískovou náplní a praním pomocí tlakového vzduchu a tlakové vody). Autorem architektonického návrhu byl plzeňský architekt Hanuš Zápala, stavbu včetně železobetonových nádrží provedla pražská firma Müller a Kapsa. Budova má podobu kaskádovitě uspořádaného trojhalí (využívajícího svažitého terénu), zastřešeného segmentovými střechami s ocelovou konstrukcí, vyrobenou Škodovými závody. Proces filtrace dokončovaly starší pomalé filtry. V roce 1933 byla doplněna koagulace a chlorování pro zvýšení kvality vody.

Úpravná voda pod Homolkou byla průběžně modernizována. V 60. letech 20. století byla vybudována nová chemická úpravná voda. Puech-Chabalova filtrace byla z provozu definitivně odstavena v roce 1997 poté, co byla nahrazena moderní technologií vybudovanou v letech 1986–1996 (Jásek, 2000; Domanický, 2003; Beran a Valchářová, 2013).

Hodnoty leží především v rovině typologické (jedna ze tří realizací Puech-Chabalova systému v ČR, dochovaná v autentickém stavu) a v hodnotě autenticity (materiálu, formy), a to jak pokud jde o technologii Puech-Chabalovy filtrace (patentované v letech 1907–1910), tak samotnou stavbu (včetně řady původních konstrukcí i detailů – obklady, dlažby, mozaiky).

Přesto není památkově chráněna.

Po ukončení provozu bylo hledáno náhradní využití. V letech 2001–2002 bylo jednání o možném umístění muzea historických vozidel, variantami tohoto řešení se zabývaly studentské práce atelieru prof. Šenbergera na ČVUT. Od záměru bylo z technických důvodů upuštěno. Nakonec byla v roce 2015 budova filtrační stanice pronajata a bez velkých úprav využita pro rybí sádky. Byl odtěžen šterk a písek z některých bazénů s ohledem na jednotlivé druhy chovaných ryb. Původní potrubí bylo využito pro centrální rozvod vzduchu bez narušení vzhledu. Z důvodu nevhodné elektroinstalace se postupně buduje nová. Bylo zapotřebí vytvořit provozní koutek (nerezové stoly, boiler, zavedení pitné vody atd. dle předpisů a požadavků Krajské veterinární správy). Poměrně velký problém představuje nakládání s vodami (odběr a vypouštění), protože jde o nestandardní řešení, které není ve vodním zákoně přesně definováno a dochází zde ke střetu několika možných výkladů.

Využití stavby, jež je dispozicí, kaskádovitým uspořádáním i soustavou vestavěných nádrží úzce svázána s technologií úpravy vody, pro rybí sádky je příkladem konverze, která vychází z konstrukčních vlastností i kapacitních možností a nevyžaduje razantní zásahy, odstranění původní technologie nebo rozšíření. Jde cestou „nejmenšího odporu“.

Stav budovy není ideální – téměř dvacet let čekala na nové využití, údržba byla podfinancována. Do objektu zatéká, některé části střechy jsou napadeny dřevokaznou houbou. Je nutno počítat s obnovou, jejíž dopad na památkové hodnoty může být významnější, než současné využití.





Obr. 5.20: Plzeň – budova Puech-Chabalovy filtrace: (A) hlavní vstup a nejužší položená severovýchodní hala; (B) nejnižší položená jihozápadní hala; (C) – (E) čištění jednotlivých nádrží; (F) a (G) haly za současného provozu. Foto (C) a (D) Jan Mikač, 2015; (A), (B), (E) – (G) Michaela Ryšková, 2020.

### 5.2.7 PRAHA-LETNÁ, VĚŽOVÝ VODOJEM

Zásobování hlavního města Prahy vodou na konci 19. století zajišťovala řada drobnějších vodárenských areálů využívajících především vodu z řeky Vltavy. Snahu o komplexní změnu v zásobování vodou postupně se k Praze připojujících předměstských obcí řešila městská rada od roku 1873. Rekonstrukce Novomlýnské vodárny v roce 1878 umožnila následně v souvislosti s vybudováním řetězového mostu Františka Josefa přivést vodu také do nižších partií Holešovic na levém břehu Vltavy, které se k Praze připojily v roce 1884. Pro horní část Holešovic a Bubeneč byl vybudován vodárenský areál na Letné, který sloužil k zásobování užitkovou vodou. Pitnou vodu zajišťoval pro toto území samostatný malý vodojem obce Bubeneč, ze kterého byly zásobovány pouze veřejné výtokové stojany.

Původní areál sestával z vlastního věžového vodojemu (Obr. 5.21), čerpací stanice a podzemního vodojemu. Stavbu na zakázku Pražské obce podle projektu architekta Jindřicha Fialky dokončila v roce 1888 firma Karla Hübschmanna a Františka Schlaffera. Stavbu pozemního meandrového vodojemu o obsahu 3 059 m<sup>2</sup> provedl stavitel František Kindl. Čerpací parní stanice, jejíž stavba byla dokončena současně s věžovým vodojemem, byla vybavena technologií firmy Breitfeld-Daněk a spol. V sousedství čerpací stanice byl vybudován obytný dům pro obsluhu. Stanice zásobovala vodou nejen přilehlý věžový vodojem, ale ještě přečerpávala vodu do vodojemu na Petříně a také dodávala vodu přímo do vodovodní sítě pro Letnou a Hradčany. Šestipodlažní věžový vodojem s fasádou provedenou ve vrcholném neorenesančním stylu s vysoce kvalitními uměleckými a uměleckořemeslnými součástmi, která je zvýrazněna v pátém podlaží ochozem se zdobnou arkádou, měl v nejvyšším podlaží prstencovou válcovou nádrž o obsahu 197 m<sup>3</sup>. Středem nádrže procházela vnitřní roura sloužící pro odvod spalin z kotelny parního stroje. Areál doplňuje do současné doby dochované litinové oplocení na podezdívce a litinový výtokový stojan, původně umístěný Na Slupi na Novém Městě. Věžový vodojem sloužil svému účelu pouze do roku 1913, kdy byl vyřazen z provozu pro dožilou technologii. Posléze stavba sloužila jako byty zaměstnanců vodáren a od roku 1976 jako Dům dětí a mládeže. Podzemní vodojem, který byl zbourán v 70. letech 20. století, byl činný do roku 1926. V roce 1992 byl věžový vodojem prohlášen kulturní památkou. (Jásek, 1997; Jásek a Drnek, 2020; Kohout a Vančura, 1986; Hlušíčková, 2003)

Věžový vodojem, který si vnější podobu uchoval v téměř nezměněném stavu, lze považovat (spolu s Vinohradskou vodárnou) z hlediska architektonického hodnocení za jednoho ze dvou představitelů výrazných neorenesančních vodárenských staveb na území hlavního města. Nezpochybnitelná je hodnota historická ve vztahu k zásobování vodou města a přilehlých obcí na konci 19. století. Přestože se z původního technologického zařízení dochovaly jen fragmenty svíslého potrubí, vnitřní komín a otisk prstencové nádrže, které byly při obnově plně respektovány, napomáhá to identifikaci vodozemské funkce. Po stránce typologické se vodojem řadí mezi typické představitele věžových vodojemů konce 19. století. I přes svou typovost je výjimečný instalací komínové roury procházející středem věže a ústící ve vrcholu střechy pravděpodobně jako jediný na území ČR.

V roce 2016 byla zahájena obnova podle návrhu ateliéru Petr Hájek architekti, kterou lze označit jako vzorovou. Kromě zachování poslední funkce související s využitím pro potřeby domova dětí a mládeže městské části Praha 7, bylo hlavním principem obnovy zachování veškerých dochovaných řemeslných prvků bez rozdílu doby vzniku od originálních historických stavebních součástí až po bakelitové kličky z nedávného období. Vedle klasického využití jednotlivých pater pro výstavní sál, či knihovnu je unikátem instalace periskopu ve střeše využívající původní komín, nebo umístění Foucaultova kyvadla v prostoru schodiště. Přiléhající přízemní přístavby jsou plně využity pro potřeby volnočasových aktivit a mateřské školy. Úpravy provedené v minimalistickém duchu skvěle kontrastují ke zdobné fasádě věžového vodojemu pietně obnovené restaurátorským způsobem. Pro kvalitní provedení obnovovacích prací i kultivované nové využití získala obnova v roce 2019 cenu Národního památkového ústavu Patrimonium pro futuro.





Obr. 5.21: Praha-Letná – věžový vodojem na Letné, konverze: (A) celkový pohled; (B) bezbariérový vstup; (C) knihovna; (D) litinový výtokový stojan s minimalisticky pojatou přístavbou; (E) komín procházející středem vodojemu. Foto archiv NPÚ.

Obr. 5.22: Praha-Libeň – věžový vodojem na Mazance – po rekonstrukci a přestavbě na bydlení. Foto M. Ryšková, 2022.



### 5.2.8 PRAHA-LIBEŇ, VĚŽOVÝ VODOJEM

Věžový vodojem „Na Mazance“ v pražské Libni (Obr. 5.22) byl vystavěn v letech 1903–1904 podle návrhu Františka Schaflera pro akumulaci vody z káranského přivaděče. Věž je 42 m vysoká a v horním patře byl umístěn železný reservoár na vodu se zásobním objemem 178 m<sup>3</sup>. Na architektonický detail bohaté romantizující ztvárnění pracuje s výrazným členěním využívajícím kontrasty materiálů: kyklopského kamenného a režného cihelného zdiva dřívku a hladkých omítaných ploch válcovité horní části (pro nádrž). Vodojem byl v provozu do 60. let 20. století, kdy došlo k demontování vnitřního vybavení a úpravě fasády spojené s odstraněním řady architektonických prvků a detailů. V roce 1991 byl vodojem prohlášen za kulturní památku. V roce 2008 byl přestavěn na luxusní mezonetový byt podle návrhu atelieru Faber Project a obnova exteriéru byla provedena podle dobových fotografií z roku 1905 (Jásek a Beneš, 2000; INDUSTRIÁLNÍ TOPOGRAFIE, 2021; PAMPRAHA, 2011; Kořínek, 2012).

### 5.2.9 BRNO, ZEMNÍ VODOJEMY NA ŠPILBERKU

Dva zemní vodojemy na hradě Špilberk v Brně byly vybudovány v návaznosti na vodárenský systém Brna, jehož základy byly položeny výstavbou úpravny vody v Pisárkách a zemními vodojemy na Žlutém kopci. Dvě nové vodárenské nádrže byly vestavěny do východního bastionu hradební pevnosti. Starší cihlový vodojem z roku 1870–1871 vystavěný spolu s čerpací stanicí (nad Pelicovou ulicí) podle návrhu inženýra Johna Glynnna má objem 928 m<sup>3</sup> a rozměry 9 m × 7 m × 25 m, mladší betonový z roku 1900 má rozměry 9 m × 12 m × 25 m a kapacitu 1 234 m<sup>3</sup> (Hlušíčková, 2001; Borský, 2019; Obr. 5.23). Vodojemy přestaly sloužit svému účelu po zprovoznění I. březovského vodovodu (1913).





Obr. 5.23: Brno – zemní vodojemy na Špilberku: (A) jihovýchodní bastion hradu Špilberk; (B) nově vybudovaný vstup; (C) lapidárium expozice ve starším vodojemu z let 1870–1871; (D) expozice ve vodojemu z roku 1900; (E) řada původních, dnes již nefunkčních prvků zůstala zachována; (F) nové schodiště. Foto Michaela Ryškové, 2021.

Mezi lety 2017 a 2019 byla provedena celková rekonstrukce a vodojemy byly upraveny podle projektu arch. kanceláře Radko Květa pro lapidárium Muzea města Brna (stálá expozice s názvem Chrám kamene), otevřené v roce 2020. (Hlušičková, 2001; Borský, 2019). Původně samostatné vodojemy byly propojeny a byl vybudován nový vstup. Zatímco úpravy exteriéru byly vedeny snahou o přizpůsobení prostředí, v interiéru jsou nové konstrukce schodišť a prostupů odlišeny současným architektonickým jazykem. Zachována zůstala řada původních prvků, které odkazují k původní funkci objektů (DRUHEBRNO, 2016; ČT, 2020; Obr. 5.23). Propojení podzemních „chrámů“ s instalací soch nechává vyniknout jak genu loci, tak instalovaným uměleckým dílům.

### 5.2.10 TŘEBÍČ, VĚŽOVÝ VODOJEM

Věžový vodojem na Strážné hoře (480 m n. m.) v Třebíči (Obr. 5.24), tzv. Kostelíček, byl vybudován v letech 1936–1938 podle návrhu brněnské firmy Ing. Oldřich Nickel jako součást projektu skupinového vodovodu z pramené oblasti Stařečského potoka. Vodojem akumuloval vodu pro nejvyšší části města Třebíč (a další obce) a voda sem byla přiváděna 13 km dlouhým vodovodním potrubím z tzv. prameniště I (systém zářezů v heraltických lesích u obce Heraltice). Železobetonový vodojem je výrazně a nezvykle architektonicky modelován asymetrickým vnesením válce nádrže mimo osu obslužného dříku.

Z důvodu napojení oblasti na vodovodní přivaděč z Vranova (1962) a Mostiště (1966) přestal být vodojem využíván. Od roku 2010 se vedla jednání o jeho novém využití (do té doby byl využíván pouze jako telekomunikační věž) a v roce 2015 proběhla jeho celková rekonstrukce. Vnitřní prostory dnes slouží jako muzeum vodárenství města Třebíč a horní plošina jako vyhlídková terasa (Hedbávný, 2015; INDUSTRIÁLNÍ TOPOGRAFIE, 2021).



Obr. 5.24: Třebíč – věžový vodojem Kostelíček. Foto Michaela Ryškové, 2022.



### 5.3 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ PAMÁTKOVÉ OCHRANY A PÉČE VODOHOSPODÁŘSKÝCH OBJEKTŮ V ČR

Typologický přehled objektů, představený v metodice, lze považovat za základ systémové ochrany vodohospodářských objektů v ČR, vycházející v první řadě z jejich typologické, historické a parametrické hodnoty. Stejnou významu nabývá jejich zařazení v technologickém toku, funkčních celcích nebo systémových vazbách. Tato kritéria byla v návrzích na památkovou ochranu v případě vodohospodářských objektů dosud akcentována jen sporadicky.

Je třeba zmínit také další kritérium – autenticitu funkce. Kontinuita provozu řady vodohospodářských staveb představuje sama o sobě jednu z významných hodnot, a to s vědomím rizik, jež kombinace ochrany a funkčního využití přináší. Hledání kompromisu bývá obtížné zejména tehdy, pokud je pro udržení provozu nezbytné přizpůsobit dílo novým technickým a bezpečnostním parametrům, a je nutno přiznat, že dopad na památkové hodnoty může být zásadní.

Lze uvést **příklad přehrady Jevišovice** (Obr. 5.25), kde je potřebné z bezpečnostních důvodů vybavit spodní výpustě novými uzávěry na potrubí, včetně obslužné budovy na vzdušném líci a zkapacitnit bezpečnostní přeliv. Oba tyto zásahy povedou k výrazné změně vzhledu památkově chráněné stavby. Zároveň se však jedná o oprávněné požadavky směřující k zajištění bezpečnosti vodního díla, ale i objektů a majetku pod ním. Je třeba proto hledat vhodné kompromisní řešení.

Jiným příkladem je úprava **plavební komory vltavského laterálního kanálu v Hoříně**, vyvolaná novými technickými parametry lodní dopravy (podrobněji vč. obrazové dokumentace v kapitole 5.1.3). Pro proplouvání větších lodí, než pro jaké byla komora projektována na počátku 20. století, došlo k rozšíření a zvýšení ohlaví jedné ze dvou původních plavebních komor a původní pevná mostní konstrukce byla nahrazena hydraulicky zvedanou ocelovou konstrukcí. Nová mostní konstrukce je pohledovou napodobeninou původního mostu, včetně kamenného obkladu, s cílem zachování architektonické kvality díla jako celku. Druhá komora zůstala zachována bez úprav parametrů. Autenticita funkce je zde nadřazena autenticitě hmoty a formy a negativní dopad na ně je tak možno vnímat i jako jednu z etap vývoje díla.



Obr. 5.25: Přehrada Jevišovice – objekt pro ovládání spodních výpustí. Foto Michaela Ryškové, 2020.



Obr. 5.26: Křemžský potok – vlevo pohled na nejnižší situovaný zachovalý stupeň. Vpravo pohled na jeden z novodobých mostků – betonové prefabrikáty. Foto J. Hansová, 2021.

Kolidovat mohou také zájmy památkové péče a ochrany přírody. Vodohospodářská díla a stavby nakládají s přírodním zdrojem, většinou v přírodním prostředí, v krajině. Musí proto respektovat přírodní zákonitosti i měnící se (zvyšující se) požadavky na jejich ochranu, jak je možno doložit na příkladu **Křemžského potoka v jižních Čechách**.

Křemžský potok byl v 19. století regulován a sklon jeho dna snížen vybudováním několika kamenných stupňů, aby se zabránilo odnosu objemných balvanů do blízké Vltavy v době povodňových průtoků. I když tyto stupně nejsou kulturní památkou, váže se k nim bohatý dokumentační materiál a pro svou zachovalost a unikátnost mají velký potenciál se památkou stát (Hansová, 2021). Za více než 100 let existence této úpravy se stupně s bohatým rostlinným doprovodem staly součástí potoka a krajiny. Turisty i místními obyvateli jsou vnímány spíše jako přírodní výtvar, a jsou proto často cílem návštěvníků (viz Obr. 5.26). Současně je ale tato lokalita také součástí CHKO Blanský les. Samotný tok je ve správě podniku Povodí Vltavy, který v souladu se soudobými požadavky na ekologický stav vodních útvarů zadal zpracování studie proveditelnosti na zpřírodnění tohoto toku a jeho zprůchodnění v podélném směru pro vodní živočichy. Projektant podle současných zvyklostí v projekční praxi, založených na technických normách a metodikách (v tomto případě zejména metodikách revitalizací vodních toků), navrhl zrušení většiny stupňů a také další úpravy koryta i nad rámec původních přírodních poměrů. Vzhledem k negativnímu postoji veřejnosti podnik Povodí Vltavy od tohoto návrhu zatím ustoupil (Kubát, 2021).

Současně se ukázalo, že k řešení může kladně přispět i mezioborová diskuze, jejímž výsledkem může být návrh kompromisu, jak vyhovět současným požadavkům na užívání díla a zachovat alespoň částečně historické řešení, konstrukce, a to při zachování jejich funkčnosti a zapojení do nově vytvořeného funkčního celku. V případě Křemžského potoka se jednalo o posouzení možnosti změny návrhu úpravy tak, aby část objektů zůstala zachována, nebo částečně upravena.

Jiným příkladem je **Blatenský vodní příkop** (více v kapitole 5.1.7), kde lze očekávat kolizi mezi zájmy o zachování konstrukce a funkčnosti stavby na jedné straně a hospodařením na okolních lesních pozemcích a ochranou přírodních lokalit na straně druhé. V důsledku rozšiřování přírodě blízkých lesních porostů dochází k místnímu narušení konstrukce náhonu v lesních partiích. Žádoucí by bylo nastavit takový management hospodaření, který by nevytvářel tlak na vodní příkop a umožnil jeho uchování, případně průběžnou šetrnou péči technikou. Potřebný prostor podél kanálu by mohl sloužit jako pěší stezka.

Zcela zásadní střet lze čekat v případě požadavku na zachování konstrukce či funkce u objektů odvádění a čištění odpadních vod, zejména technologických celků čistíren odpadních vod. Prakticky po celou druhou polovinu 20. století, zejména v posledních dvou dekádách, a i v současnosti dochází postupně ke zvyšování požadavků na úroveň čištění těchto vod a k odstranění stále většího rozsahu znečišťujících látek. S tím souvisí vývoj legislativy a stano-



vení požadovaných limitních koncentrací znečištění. To prakticky vede k tomu, že dochází k zásadním rekonstrukcím jak jednotlivých objektů, tak i celých částí technologického celku čistírny, často již od objektů na stokové síti (např. retenční nádrže, odlehčovací komory). Stávající praxe je založena na výměně technologických vestaveb, jednotlivých komponent technologií, úpravách stavebních konstrukcí, změnách technologického toku vody. Není výjimkou využití stávajícího objektu pro novou konstrukci, při níž se stávající objekt zcela zruší. Zachování **Staré ČOV v Praze-Bubenci** je z tohoto pohledu raritou, protože z různých důvodů (zejména rozšíření kapacity, změna technologie) došlo k výstavbě zcela nové čistírny. V současnosti lze dokonce hovořit o přítomnosti tří čistíren v jednom místě (Wanner, 2018). Podobným příkladem je např. lokalizace tří samostatných technologických celků (zachování dvou historických čerpacích stanic z různého období a jedna moderní čistírna) vedle sebe ve městě Hamilton (Ontario, Kanada). Možnost zachování starších objektů v místě je limitována požadavky na uvolnění prostor a odvedení vyčištěné vody do vhodného recipientu (vodní tok, jezero, rybník).

Je nutno zaměřit pozornost i na jednotlivé menší vodohospodářské objekty a konstrukční prvky, které lze nalézt opuštěné nebo i poškozené v krajině, či přímo ve vodohospodářských areálech. Tyto objekty, prvky, či předměty jsou často dokladem určité historické fáze řešení konkrétního vybraného požadavku na vodní hospodářství (např. zásobování vodou, řízení technologického procesu, úpravu vlastností vody). Současný vlastník, nebo provozovatel nemusí znát jejich památkovou hodnotu a hrozí jim tak celkový zánik a likvidace. Jako příklady lze uvést **čerpací stanici závlahové vody v Selmicích**, nedaleko areálu hřebčína v Kladrubech nad Labem, která se vyznačuje poměrně atypickou konstrukcí. V současnosti je však ztracena v náletovém porostu břehové části řeky Labe a poškozena vandalismem a ukládáním odpadu (Obr. 5.27).

Jiným příkladem dílčích technologických celků a zařízení, které jsou ohroženy likvidací a přitom by mohly vhodně sloužit jako příklady řešení ze své doby, je vstrojení dosazovací nádrže čistírny odpadních vod (Obr. 5.28), které bylo necitlivě poškozeno při rekonstrukci čistírny, anebo zařízení k řízení provozu ČOV, které lze stále ještě nalézt v areálech čistíren, na něž čeká zásadní rekonstrukce (Obr. 5.29).



Obr. 5.27: Selmice (nedaleko areálu hřebčína v Kladrubech nad Labem) – zbytky objektu historické čerpací stanice závlahové vody. Foto David Honek, Miriam Dzuráková, 2021.

Závěrem bychom chtěli doporučit navázání hlubšího kontaktu mezi památkovou péčí a profesními organizacemi v oboru, např. CzWA, Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost aj., které sdružují na neformální platformě velkou část odborníků, včetně pracovníků státní správy a vědeckých pracovníků z oboru vodního hospodářství, ale i navazujících oborů (hydrobiologie, hydrochemie, mikrobiologie, geografie atd.). Prohloubení vzájemného kontaktu může přinést vodohospodářům nový pohled na nakládání s vodohospodářskými objekty a funkčními celky a nalezení shody pro zachování dědictví tohoto oboru pro budoucnost.



Obr. 5.28: Vstrojení dosazovací nádrže ČOV poškozené při rekonstrukci čistírny. Foto Miloš Rozkošný, 2021.



Obr. 5.29: Dnes již historická zařízení pro řízení provozu ČOV. Foto Miloš Rozkošný, 2021.



## 6. ZÁVĚR

Předkládaná metodika je v první řadě nástrojem pro orientaci v tématu vodního hospodářství z pohledu památkové péče. Objekty vodního hospodářství, jež jsou součástí fondu technických památek a průmyslového dědictví, podléhají hodnocení jak tradičních kritérií památkové péče, tak kritérií specifických. Metodika aplikuje tato obecná a specifická kritéria na široký fond objektů vodního hospodářství, přičemž pojmenovává jejich odlišnosti jak v relevanci jednotlivých kritérií, tak v míře jejich naplnění.

Typologický přehled objektů, představený v metodice, lze považovat za základ systémové ochrany vodohospodářských objektů v ČR, vycházející v první řadě z jejich typologické, historické a parametrické hodnoty. Stejnou významu nabývá jejich zařazení v technologickém toku, ve funkčních celcích nebo systémových vazbách. Tato kritéria byla v případě návrhů na památkovou ochranu u vodohospodářských objektů akcentována jen sporadicky.

Je třeba zmínit také další významné kritérium – autenticitu funkce. Rozhodnutí o prohlášení věci za kulturní památku přísluší podle zákona č. 20/1987 Sb. Ministerstvu kultury České republiky, které kromě výše popsaných hodnot, posuzuje autenticitu objektu a technického zařízení a jeho stavební a technický stav. Jako překážka ochrany je často vnímáno funkční využití a případné úpravy, k nimž došlo v průběhu provozu. Je však potřeba zdůraznit, že velká část vodohospodářských objektů je využívána ke svému původnímu účelu a kontinuita provozu není překážkou jejich ochrany, ale naopak představuje sama o sobě jednu z jejich významných hodnot.

V mezinárodním prostoru byly principy přístupu hodnocení průmyslového dědictví formulovány v řadě odborných prací a dokumentů přijatých na mezinárodní úrovni (TICCIH). Rozdíl v nakládání s industriálním dědictvím v jednotlivých zemích spočívá ve stupni poznání a ve společenském přístupu k identifikovaným hodnotám. V podstatě dochází k celé škále přístupů od respektování všech identifikovaných hodnot, včetně atmosféry místa, až po jejich částečné nebo úplné potlačení v důsledku nepochopení původní funkce a typologické hodnoty, nebo vlivem nepřiměřených tvůrčích ambicí. V hodnocení průmyslového dědictví lze nicméně (a to plně v souladu s předkládanou metodikou) sledovat trend k ochraně systémů a funkčních celků, který potvrzuje (a zároveň určuje) výběr kandidátů úspěšně se ucházejících o zápis na Seznam světového dědictví.

Metodika je určena především pro pracovníky památkové péče a státní správu. Je nástrojem pro orientaci v tématu vodního hospodářství a pro hodnocení jejich zástupců z pohledu památkové péče. Přináší relevantní základ pro rozpoznání a určení typologické hodnoty, která je základním kritériem pro posuzování průmyslového dědictví (pro niž přináší typologické přehledy důležitých oborů vodního hospodářství). Je podkladem pro terénní průzkumy a jejich vyhodnocení, pro výběr významných příkladů k památkové ochraně a uvedenými příklady poskytuje srovnávací přehled o daném typu objektů.



*Jablonec nad Nisou – přehrada Mšeno.  
Foto Michaela Ryškové, 2021.*



## 7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

### 7.1 TIŠTĚNÉ A ELEKTRONICKÉ ZDROJE

ANDERLE, J., AUGUSTÝNKOVÁ, M., DOMANICKÝ, P. (2015): *Privilegovaný Blatenský dědičný vodní příkop na území města Horní Blatná. Stavebně historický průzkum*. ING. JAN ANDERLE, ATELIER HISTORICKÉ ARCHITEKTURY.

ARCHINFO (2015): Webový portál ARCHINFO – *Vodárenská věža v Palárikove – pamiatková obnova (Hudák a Gojdič)*. [online] Dostupné z: <https://www.archinfo.sk/diela/rekonstrukcia-a-obnova/vodarenska-veza-v-palarikove-pamiatkova-obnova.html> [cit. 2021-10-14].

ASME (1975): *The 102-inch Boyden Hydraulic Turbines at Harmony Mill No. 3, Coaches, New York*. New York: The American Society of Mechanical Engineers, 14 s.

ASME (1999): *The Kinne Collection of Water Turbines*. New York: The American Society of Mechanical Engineers, 8 s.

AWS (2021): Webový portál Das Augsburger Wassermanagement-System. [online] Dostupné z: <https://wassersystem-augsburg.de/de> [cit. 2021-10-15].

BACH, C. (1886): *Die Wasserräder*. Stuttgart.

BAUMGARTNER, F. (1904): *Handbuch des Mühlenbaues und der Müllerei*. Berlín.

BECHER, B., BECHER, H. (1999): *Typologien. Industrieller Bauten*. Düsseldorf.

BEDNÁŘ, J. (1989): *Malé vodní elektrárny 2 – Turbíny*. Praha: SNTL.

BEDNÁŘ, J. (2013): *Turbíny (malé vodní elektrárny)*. Českovice: Marcela Bednářová, 357 s.

BELIDOR, B. F. (1782): *Architecture hydraulique I*. Paříž.

BERAN, J. (2006): *Základy vodního hospodářství pro obor aplikovaná ekologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 101 s. ISBN: 80-213-1405-2.

BERAN, L., VALCHÁŘOVÁ, V a kol. (2013): *Industriální topografie. Plzeňský kraj*. Praha, s. 28–29.

BERGDOLT, K. (2002): *Černá smrt v Evropě. Velký mor a konec středověku*. Praha: Vyšehrad, 184 s. ISBN: 80-7021-541-0.

BERŽINSKÝ, T. (2020): *Metrostav modernizuje lodní úřtáh pro rekreační plavbu na Orlík*. Vodní cesty a plavba 1, s. 10-12.

BÍNOVÁ, L. a kol. (1992): *Projekt trovale udržitelného rozvoje Dolního Pomoraví – řešerše historických podkladů*. Brno.

BOROVCOVÁ, A. (2006): *Železniční vodárny, od pronic nádrží po typizované věžové vodojemy. Zůstanou podél tratí i po ztrátě své funkce?* In: Sborník Národního památkového ústavu v Ostravě 2017, s. 69–80.

BOROVCOVÁ, A. (2011): *Úpravna vody ve Vítkově-Podhradí, relationí hlediska hodnocení a limity památkové ochrany funkční technické památky*. In: Sborník Národního památkového ústavu v Ostravě, s. 9–18.

BORSKÝ, P. (2019): *Chrám kamene/Teple of stone*. Brno: Muzeum města Brna, 102 s.

BRONCOVÁ, D. (2002): *Historie kanalizací. Dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích*. Praha: MILPO MEDIA s.r.o., 259 s. ISBN: 80-86098-25-7.

BRONCOVÁ, D. a kol. (2006): *Voda pro všechny. Vodárenské soustavy v ČR*. Praha.

BROŽA, V. a kol. (1990): *Využití vodní energie*. Praha: ČVUT v Praze.

BROŽA, V. a kol. (2005): *Přehrady Čech, Moravy a Slezska*. Liberec: Knihy 555, 256 s. ISBN 80-866-6011-7i

BROŽA, V., SATRAPA, L. (2000): *Hydrotechnické stavby 10: Přehrady*. Praha: České vysoké učení technické, 128 s. ISBN 80-010-2209-9i

BROŽA, V., KRATOCHVÍL, J., PETER, P., VOTURBA, L. (1987): *Přehrady: celostátní vysokoškolská učebnice pro stavební školy*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.

BERŽINSKÝ, T. (2020): *Metrostav modernizuje lodní úřtáh pro rekreační plavbu na Orlíku*. Vodní cesty a plavba, 1, s. 10–12.

BULÍČEK, J. (1951): *Naše městské kanalizační čistírny*. Svazek 2. Praha: Vědecko-technické nakladatelství, 136 s.

BVK (2013): *100 let I. březovského vodovodu*. Brno: BVK, 144 s.

COULLS, A. (1999): *Railways as World Heritage sites*. ICOMOS, TICCIH Thematic Study, 30 s.

CUKR J. (2010): *Skupinový vodovod pro obce Besednice, Nesměň, Něchov a Todně*. In: Výběr. Časopis pro historii a vlastivědu jižních Čech. České Budějovice: Jihočeské muzeum, 278 s.

ČÁBELKA, J. (1958): *Využitie vodnej energie I*. Bratislava: SVTL.

ČÁBELKA, J. (1959): *Využitie vodnej energie II*. Bratislava: SVTL.

ČÁBELKA, J. (1965): *Jezy*. Praha: Vodohospodářský institut.

ČÁKA, J. (2002): *Zmizelá Vltava*. Praha: Paseka, 336 s. ISBN: 80-7185-491-3i

ČÍŽEK, P., HEREL, F., KONÍČEK, Z. (1970): *Stokování a čištění odpadních vod*. Praha: SNTL / ALFA, 404 s.

ČSN (1985): *Vodojemy*. Česká státní norma č. 73 6650 z 30.1.1985.

ČSN (1989): *Vodní hospodářství. Návosloví využití vodní energie*. Česká státní norma č. 75 0128 z 17.5.1989.

ČSN (2011): *Malé vodní nádrže*. Česká státní norma č. 75 2410 z 1.4.2011.

ČT (2020): Webový portál České televize – *Regiony*. [online] Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/3111587-vodojemy-pod-spilberkem-se-otevrel-verejnosti-v-impozantnich-prostorech-vzniklo> [cit. 2021-09-07]i

ČÚŽK (2021): Webový portál Český úřad zeměměřičský a katastrální – *Geoportál*. [online]. Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz/> [cit. 2021-09-07].

ČVVS (1972): *Vodní hospodářství v povodí Odry 1945– 1970*. Ostrava: Profil, 355 s.

DČ (2021): Webový portál Druhy čerpadel – *Čerpadla odstředivá*. [online] Dostupné z: <https://druhy-cerpadel.cz/hydrodynamicka/odstrediva/> [cit. 2021-10-12]i

DEVÁTÝ, F. (1983): *3. celostátní soutěž ČSVTS o nejlepší stavbu s nosnou ocelovou konstrukcí*. Pozemní stavby XXXI, 7, s. 322–327.

DPJ (2021): Webový portál Digitalisierung des Polytechnischen Journals – *Sagebien Wasserrad*. [online] Dostupné z: <http://dingler.culture.hu-berlin.de/article/pj181/ar181084> [cit 2021-10-11]i

DOMANICKÝ, P. (2033): *Vodárna říční*. In: Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku. Praha, s. 138–142.

DOUET, J. (2018): *The Water Industry as World Heritage: Thematic Study*. TICCIH, 144 s.



- DRUHEBRNO (2016): Webový portál Druhé Brno.cz – *Vodojemy na Špilberku*. [online] Dostupné z: <http://druhebrno.smerem.cz/Tema/Vodojemy%20na%20C5%A0pilberku> [cit. 2021-09-07].
- DRUHY ČERPACEL (2010): Webový portál Druhy čerpadel – Druhy čerpadel. [online] Dostupné z: <https://druhy-cerpacel.cz/> [cit. 2021-11-12].
- DSK (2021): Webový portál Dolnoslaskie szlaki kulturowe – *Wrocław (Wasserwerk Na Grobli)*. [online] Dostupné z: <http://www.szlakikulturowe.dolnyslask.pl/de/die-routen/touristenweg-industrie-und-technikdenkmaeler-niederschlesiens/beschreibung-der-wichtigsten-objekte-auf-der-spur/wroclaw-wasserwerk-na-grobli/> [cit. 2021-10-15].
- DVOŘÁK, J., CHLUM, A., KOUBA, J. et al. (1969): *THE VLTAVA RIVER CASCADE*. Praha, 135 s.
- DVOŘÁK, S. (2000): *Schwarzenberský plavební kanál*. Zprávy památkové péče, ročník 60, č. 9, s. 277–279.
- DYK, V., PODUBSKÝ, V., ŠTĚDRONSKÝ, E. (1948): *Naše rybníkářství*. Praha: Práce, 455 s.
- DZURÁKOVÁ, M., VYSKOČIL, A., HAVLÍČEK, M., PAVELKOVÁ, R. a kol. (2020): *Historické vodohospodářské objekty v povodí Svítavy*. Soubor specializovaných map s odborným obsahem. Praha: Ministerstvo kultury ČR, 95 s.
- DZURÁKOVÁ, M., VYSKOČIL, A., HAVLÍČEK, M., PAVELKOVÁ, R. a kol. (2021): *Historické vodohospodářské objekty v povodí Moravice*. Soubor specializovaných map s odborným obsahem. Praha: Ministerstvo kultury ČR, 104 s.
- ELLEDER, L., ŠÍROVÁ, J., DAVID, V., KAŠPÁREK, L., KLETETSCHKA, G., DRAGOUN, Z. (2020): *Vzestup a úpadek poděbradského a nymburského rybníkářství pohledem historické hydrologie*. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 62 (1), s. 18–31.
- FIALA, J., KAŠPAR, Z., ŠTĚPÁN, J. (2010): *Voda pro Olomouc*. Olomouc: Danai. ISBN 978-80-85973-70-9.
- FLÖRKEN, F. J. (1812): *Encyklopedie oder allgemeines System der Staats, Stadt, Haus und Landwirthschaft, Fünf und neunzigster Theil – Mühle*. Brunn.
- FOŠUMPAUR a kol. (2021): Webový portál časopisu Vodní hospodářství – *Historie a současnost Labsko–oltauské vodní cesty*. [online] Dostupné z: <https://vodnihospodarstvi.cz/historie-a-soucasnost-labsko-vltavske-vodni-cesty/> [cit. 2021-10-14].
- FRAGNER, B., VALCHÁŘOVÁ, V. (2014): *Industriální topografie / architektura konverzí. Česká republika 2005–2011*. Praha.
- FRAJER, J. (2008): *Vývoj vodního hospodářství na Čáslavsku*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 137 s.
- FREIWILLIG, P. (2013): *Technická památka jako živý technologický komplex na příkladu špičkové vodní elektrárny v Líberci-Rudolfově*. Zprávy památkové péče, 73 (3), s. 237–245.
- FREUDENBERGER, H. (1977): *The Industrialization of a Central European City. Brno and the Fine Woolen Industry in the 18th Century*. Edington, 220 s.
- GABRIEL, P., GRANDTNER, T., PRŮCHA, M., VÝBORA, P. (1989): *Jezy*. Praha: SNTL.
- GANSER, K. (2000): *Industriekultur in Augsburg. Pioniere und Fabriksschlosser*. Augsburg.
- GILLMANN, B. (1999): *Ein Kleinod am Müggelsee in roter Backstingotik*. In: *Industrie-denkmale in Deutschland*. Rostock.
- GOTTWALD, L., KLIMEŠ, V., MACHAŘ, J. a kol. (1972): *Vodovody a kanalizace města Brna: 1872–1972*. Brno: Vodohospodářská správa města Brna, 122 s.
- HANSOVÁ, J. (2021): *Křemežský potok a historie jeho hrazení*. České Budějovice: NPÚ.
- HANUŠIN, J. (1981): *Vodné koleso – motor feudálnej techniky na Slovensku*. *Príroda a spoločnosť*, 30 (2), s. 53–58.
- HAUBELT, K. (2003): *Jakub Krčín z Jelčan – list z historie jižních Čech*. Praha: Rodiče, 191 s. ISBN: 80-86695-18-2.
- HÄUSSLER, F. (2010): *Ausburgs historisches Wasserwerk. Ein einzigartiges Technikmuseum*. Augsburg.
- HEDBÁVNÝ, J. (2015): *Věžový vodojem Kostelíček s vyhlídkovou plošinou na Strážné hoře v Třebíči*. SOVAK, 9, s. 3-4.
- HERTÍK, E. (1888): *Příruční kniha mlynářská*. Praha.
- HistoriskAtlas (2021): Webový mapový portál dánských kulturních institucí ABM – *Søndermarken, Cisternerne*. [online] Dostupné z: [https://HistoriskAtlas.dk/Søndermarken,\\_Cisternerne\\_\(14299\)](https://HistoriskAtlas.dk/Søndermarken,_Cisternerne_(14299)) [cit. 2021-08-22].
- HistoriskAtlas (2021): Webový mapový portál dánských kulturních institucí ABM – *København vandværk*. [online] Dostupné z: [https://Historiskatlas.dk/Københavns\\_vandværk\\_\(14447\)](https://Historiskatlas.dk/Københavns_vandværk_(14447)) [cit. 2021-08-22].
- HLUŠIČKOVÁ, H. a kol. (2001): *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku I*. Praha: Libri. ISBN: 80-7277-043-8.
- HLUŠIČKOVÁ, H. a kol. (2002): *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku II*. Praha: Libri. ISBN: 80-7277-044-6.
- HLUŠIČKOVÁ, H. a kol. (2003): *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku III*. Praha: Libri. ISBN: 80-7277-045-4.
- HLUŠIČKOVÁ, H. a kol. (2004): *Technické památky v Čechách, na Moravě a ve Slezsku IV*. Praha: Libri. ISBN: 80-7277-160-4.
- HN (2019): Webový portál Hospodářské noviny – *Vodní elektrárny v rekonstrukci (MÁLEK, M., PAPEŽ, K.)*. [online] Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-66581230-vodni-elektrany-v-rekonstrukci> [cit. 2021-07-27].
- HODÁK, T., DUŠIČKA, P. (1998): *Malé vodné elektrárny*. Bratislava: Jaga group.
- HOLATA, M. (2002): *Malé vodní elektrárny, projektování a provoz*. Praha: Academia.
- HÖLL, J. a kol. (1997): *Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně*. Praha: ČEZ.
- HOPKINS, J. N. N. (2007): *The Cloaca Maxima and the Monumental Manipulation of Water in Archaic Rome*. *The Waters of Rome*, 4, s. 1–15.
- HUDÁK, P. (2010): *Drevená vodáreň v Palárikove v kontexte areálu Károlyjovského panstva*. In *Stopy priemyselného dedičstva na Slovensku*. Bratislava, s. 128–133.
- HUDEC, J. (1908): *Nástin praktického mlynářství*. Praha.
- HUGHES, S. (1996): *The International Canal Monuments List*. TICCIH Thematic Study, 85 s.
- HULE, M. (2004): *Rožmberkův Krčín a Krčínův Rožmberk*. Třeboň: Carpio, 213 s. ISBN: 80-86434-08-7.
- HURT, R. (1960): *Dějiny rybníkářství na Moravě a ve Slezsku, I. díl*. Opava: Krajské nakladatelství, 274 s.
- HURT, R. (1960): *Dějiny rybníkářství na Moravě a ve Slezsku, II. díl*. Opava: Krajské nakladatelství, 323 s.
- HÝBL, J. (1922): *Vodní motory I*. Praha.
- HYNKOVÁ, E. (1984): *Využití vodní energie – vybrané statě II*. Brno: VUT v Brně.
- HYNKOVÁ, E. (1985): *Využití vodní energie – vybrané statě I*. Brno: VUT v Brně.
- CHARLES, A., TEDD, P., WARREN, A. (2011): *Lessons from historical dam incidents*. Bristol: Environment Agency, Horizon House, Deanery Road, 167 s. ISBN: 978-1-84911-232-1.



ICOLD (2021): Webový portal ICOLD (Commission internationale des grands barrages: International commission on large dams) – *Dams: Definition of Large Dam*. [online] Dostupné z: [https://www.icold-cigb.org/GB/dams/definition\\_of\\_a\\_large\\_dam.asp](https://www.icold-cigb.org/GB/dams/definition_of_a_large_dam.asp) [cit. 2021-03-09].

INDUSTRIÁLNÍ TOPOGRAFIE (2021): Webový portál Industriální topografie. [online] Dostupné z: <http://www.industrialnitopografie.cz/index2.php> [cit. 2021-11-12].

ICOMOS (1994): *The Nara Document on Authenticity*. In: The Nara Conference on Authenticity in Relation to the World Heritage Convention, held at Nara, Japan, from 1–6 November 1994, 48 s.

JÁSEK, J. (1997): *Klenot města*. Praha, s.113–114.

JÁSEK, J. (2000): *Unikátní „vodojemy“ na Šumavě*. Zlatá stezka.

JÁSEK, J. (2006): *William Heerlein Lindley a pražská kanalizace*. Praha: Scriptorium, 256 s. ISBN 978-80-87271-88-9.

JÁSEK, J. a kolektiv (2000): *Vodárenství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Milpo Media, 239 s. ISBN: 80-86098-15-X.

JÁSEK, J. a kol. (2014): *Podolská vodárna a Antonín Engel*. Praha.

JÁSEK, J., BENEŠ, J. (2000): *Pražské vodní věže*. Praha: VR Atelier.

JÁSEK, J., DRNEK, K. (2020): *Vodovody předměstských obcí před vznikem Velké Prahy*. Praha, s. 37–39.

JÁSEK, J., VRBOVÁ, AI., PALAS, J. (2009): *Pražské kalý*. Praha: Scriptorium, 188 s. ISBN 978-80-87271-04-9.

JERMÁŘ, F. (1956): *Jezy hydrostatické a jezy automatické s vyvážením*. Praha: SNTL, 256 s.

JIROUŠKOVÁ, Š. (2016): *Stará čistírna odpadních vod Praha-Bubeneč 1906*. Praha: Továrna.

JUST, T., MORAVEC, P., STODOLA, J. (2020): *Doporučení k projektům malých vodních nádrží*. Praha: AOPK, 53 s.

KARAS, J. (1912): *Vodní kola*. Odborná knihovna Mlynářských novin č. 3.

KARAS, J. (1919): *Historický vývoj mlynářství*. Praha.

KARMARSCH, K., MÜLLER, E., FISCHER, H. (1891): *Handbuch der mechanischen Technologie. Dritter Band, Spinnerei, Weberei (Weben, Wirken, Flechten), Müllerei, Herstellung und Prüfung des Papiers*. Berlin.

KETTENBACH, F. (1907): *Der Müller und der Mühlenbauer: praktisches Handbuch für Müller, Mühlenbauer und technische Lehranstalten I*. Leipzig.

KETTENBACH, F. (1907): *Der Müller und der Mühlenbauer: praktisches Handbuch für Müller, Mühlenbauer und technische Lehranstalten II*. Leipzig.

KISS, K. (1993): *Industrielle Baudenkmäler*. Budapest.

KLEMPERA, J. (2000): *Vodní mlýny v Čechách, I. díl*. Praha: Libri, 276 s. ISBN: 978-80-7277-016-0.

KLEMPERA, J. (2000): *Vodní mlýny v Čechách, II. díl*. Praha: Libri, 195 s. ISBN: 978-80-7277-029-2.

KLEMPERA, J. (2001): *Vodní mlýny v Čechách, III. díl*. Praha: Libri, 264 s. ISBN: 978-80-7277-051-9.

KLEMPERA, J. (2001): *Vodní mlýny v Čechách, IV. díl*. Praha: Libri, 200 s. ISBN: 978-80-7277-052-6.

KLEMPERA, J. (2002): *Vodní mlýny v Čechách, V. díl*. Praha: Libri, 235 s. ISBN: 978-80-7277-100-0.

KLEMPERA, J. (2003): *Vodní mlýny v Čechách, VI. díl*. Praha: Libri, 252 s. ISBN: 978-80-7277-146-2.

KLEMPERA, J. (2003): *Vodní mlýny v Čechách, VII. díl*. Praha: Libri, 180 s. ISBN: 978-80-7277-167-7.

KLEMPERA, J. (2003): *Vodní mlýny v Čechách, VIII. díl*. Praha: Libri, 196 s. ISBN: 978-80-7277-168-4.

KLEMPERA, J. (2005): *Vodní mlýny v Čechách, IX. díl*. Praha: Libri, 296 s. ISBN: 978-80-7277-243-0.

KLIMEK, P. (2018): *Polska industrialna*. Bielsko-Biala, 320 s. ISBN: 978-8103-269-8.

KLÍR, A. (1908): *Stavby*. Praha: Komise pro kanalisování řek Vltavy a Labe v Čechách.

KLÍR, A., KLOKNER, F. (1923): *Stavitelství vodní, II. část, Vodárenství*. In: ČERVENÝ – ŘEHOŘOVSKÝ. Technický průvodce pro inženýry a stavitele, sešit sedmý. Praha: Česká matice technická.

KOBLASA, P. (2013): *Místopis Třeboňska*. České Budějovice: VEDUTA, 192 S. ISBN: 978-80-86829-87-6.

KOČKA, V. (1923): *Mlýnářský praktik*. Praha.

KOHOUT, J., VANČURA, J. (1986): *Praha 19. a 20. století*. Praha, s.76–77.

KOLEKTIV AUTORŮ (1975): *100 let vodovodu Opava*. Ostrava, s. 5–9.

KOLKA, M. (2003): *Vývoj rybníční soustavy na bezděžském panství do roku 1554*. Bezděz 12, s. 51–76.

KOPECKÝ, M. (2000): Olomouc. In: JÁSEK, Jaroslav a kol. *Vodárenství v Čechách, na Moravě a ve Slezsku*. Praha: Milpo, s. 138–139. ISBN 80-86298-15-X.

KOPŘIVA M., URBÁŠEK M., SKLENÁŘ P., OCHOTNÝ V., MICHÁLEK P., HÖLL Č., HÖLL J. (1997): *Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně*. Praha: ČEZ, Energotis, s.r.o., 100 s.

KORBÁŘ, T., STRÁNSKÝ, A. (1961): *Vodárenství*. In: Technický slovník naučný. Praha: SNTL, s. 322.

KOŘÍNEK, R. (2012): *Druhý dech věžových vodojemů*.

KOŘÍNEK, R., HORÁČEK, M., VONKA, M. (2019): *Stanovení základní typologie věžových vodojemů*. VTEI, 2, s. 4–9.

KRAJÍC, R. (2019): *Středověké vodní dílo v Táboře. Archeologický výzkum Jordánu*. ARCHAEOLOGIA HISTORICA, 44 (2), s. 1001–1027.

KRÁL, Z. (1983): *Vodní náhon továrny na papír v Hradci nad Moravicí - Žimrovicích*. Vlastivědné listy, 9, s. 19–22.

KRATOCHVÍL, S. (1947): *Vzdúvanie vody a využitie vodnej energie*. Bratislava: SVŠT.

KRATOCHVÍL, S. (1956): *Využití vodní energie*. Praha: Nakladatelství ČSAV.

KŘIVSKÝ, P. (1997): *Vodovod strahovského kláštera*. In: JÁSEK, Jaroslav. *Klenot města. Historický vývoj pražského vodárenství*. Praha: VR-ATELIE, s. 10–13. ISBN: 80-238-1055-3.

KUBÁT, P. (2021): Webový portál iROZHLAS – *Historické jezy zůstanou na potoku pod Dívčím kamenem. Povodí Vltavy ustoupilo tlaku veřejnosti*. [online] Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/povodi-vltavy-cesky-krumlov-divci-kameny-potok-migrace-ryb-nesouhlas\\_2106282351\\_aur](https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/povodi-vltavy-cesky-krumlov-divci-kameny-potok-migrace-ryb-nesouhlas_2106282351_aur) [cit. 2021-10-14].

KUBEC, J., PODZIMEK, J. (1988): *Svět vodních cest*. Praha: NADAS, 240 s.

KUBÍKOVÁ, A. (1980): *Z dějin rybníka Rožmberka*. Jihočeský sborník historický, 49 (3), s. 167–175.

KUČA, K., KUČOVÁ, V. (2015): *Metodika identifikace a klasifikace území s urbanistickými hodnotami*. Edice Odborné a metodické publikace, svazek 54. Praha: NPÚ, 163 s. ISBN: 978-80-7480-025-2.

KUČA, K., MALINA, O., SALAŠOVÁ, A., WEBER, M. (2020): *Historické kulturní krajiny České republiky*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. ISBN: 978-80-87674-32-1.

KUČERÝ, F. a kol. (1969): *Važskij kaskad*. Bratislava: Ministerstvo lesného a vodného hospodárstva.

KUDYZNUDY (2021): Webový portál kudyznudy.cz - *Vodní nádrž Hracholusky*. [online] Dostupné z: <https://www.kudyznudy.cz/aktivity/vodni-nadrz-hracholusky> [cit. 2021-11-22].



KUKLA, V. (1956): *Přečerpávání odpadních vod v budovách. I-494. Směrné podklady pro potřebu projektových ústavů*. Praha: Studijní a typizační ústav.

KUKLA, V. a kol. (1971): *Zásobování vodou a kanalizace pro 3. a 4. ročník středních průmyslových škol stavebních*. Praha.

LACINA, J. a HALAS, P. (2017): *Vodní nádrže a jejich krajina ve výtvarném umění*. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 2017, roč. 59, č. 1, str. 31–39. ISSN 0322-8916.

LASTANOSA, P. J. (1601): Webový portál Biblioteca Digital Hispánica – *Los Veintiún Libros de los Ingenios y Máquinas de Juanelo Turriano (rukopis 1601 a 1700)*. [online] Dostupné z: <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000099602&page=1> [cit. 2021-10-14].

LEGLEROVÁ, A. (2019): *Minulost a současnost bývalé rybníční soustavy Opatovického kanálu*. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, 116 s.

LEHOVEC, A. (1936): *Učebnice praktického mlynářství*. Praha.

LEWIS, B. J., CIMBALA, J. M., Wouden, A. M. (2014): *Major historical developments in the design of water wheels and Francis hydroturbines*. In: 27th IAHR Symposium of Hydraulic Machinery and Systems. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 22. London: Institute of Physics, 12 s.

LEMICHE, N.P. (1998): *Prelude to Israel's Past: Background and Beginnings of Israelite History and Identity*. Peabody: Baker Academic, 272 s. ISBN: 978-0801046872.

LUCAS, A. (2006): *Wind, Water, Work. Ancient and Medieval Milling Technology*. Leidene.

MALÁ VODA (2021): Webový portál Malá voda – *Girardova turbína*. [online] Dostupné z: <http://mve.energetika.cz/historicketurbiny/girard.htm> [cit. 2021-09-07].

MALÁ VODA (2021): Webový portál Malá voda – *Bankiho turbína*. [online] Dostupné z: <https://mve.energetika.cz/primotlaketurbiny/banki.htm> [cit. 2021-09-07].

MALÁ VODA (2021): Webový portál Malá voda – *Henschel-Jonvalova turbína*. [online] Dostupné z: <https://mve.energetika.cz/historicketurbiny/henschel-jonval.htm> [cit. 2021-09-07].

MATĚJ, M. (2019): *Průmyslové dědictví města Ostravy*. Ostrava: NPÚ, ÚOP v Ostravě, 296 s.

MATĚJ, M., KORBELÁŘOVÁ, I., LEVÁ, P. (1992): *Nové Vítkovice, 1876–1914*. Ostrava.

MATĚJ, M., RYŠKOVÁ, M. (2018): *Metodika hodnocení a ochrany průmyslového dědictví z pohledu památkové péče*. Ostrava: NPÚ, MCPD, 200 s. ISBN 978-80-88240-06-8.

MERTOVIČ, J., HLAVÍNEK, P., PRAX, P. a kol. (2005): *Optimalizace návrhu a provozu stokových sítí a ČOV*. In: Městské vody 2005, sborník z konference, Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2005. 468 s. ISBN 80-86020-47-9.

MÍKA, A. (1985): *Slavná minulost českého rybníkářství*. Praha: Orbis.

MILERSKI, R., MIČÍN, J., VESELÝ, J. (2005): *Vodohospodářské stavby*. Brno: CERM.

MKH (2018): Webový portál Montanregion Krušné Hory – *Hornická krajina Abertamy-Boží dar-Horní Blatná*. [online] Dostupné z: <http://montanregion.cz/cs/montanregion/hornicka-kulturni-krajina-abertamy-bozi-dar-horni-blatna.html> [cit. 2021-08-15].

MLEJNKOVÁ, H. (2016): *Zatopené kulturní a přírodní dědictví jižní Moravy*. Praha: VÚV TGM, 137 s. ISBN: 978-80-87402-52-8.

MLÝN WESSELSKY (2021): Webový portál Vodnimlyny.cz – *Mlýn Wesselsky*. [online] Dostupné z: <https://www.vodnimlyny.cz/mlyny/objekty/detail/838-mlyn-wesselsky> [cit. 2021-10-14].

MMB (2021): Webový portál Muzea města Brna – *Chrám kamene*. [online] Dostupné z: <https://www.spilberk.cz/spilberk/stale-expozice/chram-kamene/> [cit. 2021-10-14].

MOOG, B. (1994): *The horizontal Watermill. History nad Technique of the First Prime Mover*. Nelokalizováno.

MORAVOVÁ, V. (2020): *Optimalizace provozního režimu plavebních komor Vnorovy I a Vnorovy II*. Diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 95 s.

MZE (2015): *Malé vodní nádrže – rybníky. Příručka pro provádění technickobezpečnostního dohledu*. Praha: MZE, 39 s.

NAŠE VODA (2021): Webový portál NAŠE VODA (informační portál o vodě) – *vodní elektrárna Slapy vstupuje do poslední fáze modernizace*. [online] Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/vodni-elektrarna-slapy-vstupuje-do-posledni-faze-modernizace/> [cit. 2021-07-27].

ND (2021): Webový portál Nové Dvory – *Den otevřených dveří v Muzeu pražského vodárenství*. [online] Dostupné z: <http://www.novedvory.cz/oxibD1qMSZyPTE4JnR5cHpvYj0yJno9MTUxMiZpZHBhcmVudD0xJmlkcG9sb3o9MTg-> [cit. 2021-10-15].

NECHLEBA, M. (1962): *Vodní turbíny, jejich konstrukce a příslušenství: Vysokoškolské učebnice pro obor vodní stroje a zařízení: Určeno konstruktérům a provozním inženýrům*. Praha: SNTL, 672 s.

NEUMANN, F. (1862): *Atlas zur Bergmann-Kögel's praktischen Mühlenbauer*. Weimer.

NIELSEN, H. A., ØLLGAARD, F. et al. (1909): *København vandværk 1859–1909. Historisk beretning om stadens vandforsyning*. Kodaň: J. Jørgensen & Co, 118 s.

NM (2021): Webový portál Museum.Digital:Deutschland. [online] Dostupné z: <https://nat.museum-digital.de/singleimage.php?imagenr=146912> [cit. 2021-10-15].

NØRREGÅRD, G., CHRISTENSEN, W. (1959): *København vandforsynings historie*. Kodaň: J. Jørgensen & Co Bogtrykkeri A/S, 251 s.

OSU (2021): Webový portál Ostravské univerzity – *Čerpadla (Jednočinná pístová (plunžrová) čerpadla)*. [online] Dostupné z: [https://katedry.osu.cz/kpv/čerpadla-jh/Jan\\_Hruska\\_MUC\\_soubory/page0005.htm](https://katedry.osu.cz/kpv/čerpadla-jh/Jan_Hruska_MUC_soubory/page0005.htm) [cit. 2021-10-15].

OSU (2021): Webový portál Ostravské univerzity – *Čerpadla (Dvojčinná pístová (plunžrová) čerpadla)*. [online] Dostupné z: [https://katedry.osu.cz/kpv/čerpadla-jh/Jan\\_Hruska\\_MUC\\_soubory/page0006.htm](https://katedry.osu.cz/kpv/čerpadla-jh/Jan_Hruska_MUC_soubory/page0006.htm) [cit. 2021-10-13].

OSU (2021): Webový portál Ostravské univerzity – *Čerpadla (Diferenciální čerpadla)*. [online] Dostupné z: [https://katedry.osu.cz/kpv/čerpadla-jh/Jan\\_Hruska\\_MUC\\_soubory/page0007.htm](https://katedry.osu.cz/kpv/čerpadla-jh/Jan_Hruska_MUC_soubory/page0007.htm) [cit. 2021-10-15].

PAMPRAHA (2011): Webový portál Odboru památkové péče hl. města Prahy – *Památkový fond*. [online] Dostupné z: [https://pamatky.praha.eu/jnp/cz/pamatkovy\\_fond/pamatkove\\_uspechy/pamatkove\\_uspechy/pamatkove\\_uspechy-vodarenska\\_vez\\_mazanka\\_davidkova\\_parco\\_1493\\_liben\\_praha\\_8\\_index.html](https://pamatky.praha.eu/jnp/cz/pamatkovy_fond/pamatkove_uspechy/pamatkove_uspechy/pamatkove_uspechy-vodarenska_vez_mazanka_davidkova_parco_1493_liben_praha_8_index.html) [cit. 2021-09-07].

PAPPENHEIM, G. (1878): *Populäres Lehrbuch der Müllerei*. Wien.

PARKÁN, J., PĚKNÝ, P. (2012): *40 let provozu úpravny vody Želivka*. In: Sborník konference Pitná voda 2012, České Budějovice, s. 113–118. ISBN: 978-80-905238-0-7.

PAVELKOVÁ, R., FRAJER, J., NETOPILOV, P. a kol. (2014): *Historické rybníky České republiky: srovnání současnosti se stavem v 2. polovině 19. století*. Praha: VÚV TGM, 168 s. ISBN: 978-80-87402-32-0.

PAVELKOVÁ, R., DZURÁKOVÁ, M., HAVLÍČEK, M., VYSKOČIL, A. a kol. (2021): *Historické vodohospodářské objekty v povodí horní Moravy*. Soubor specializovaných map s odborným obsahem. Praha: Ministerstvo kultury ČR, v tisku.

PAŽOUT, F. (1990): *Malé vodní elektrárny 1, Ekonomická – předpisy*. Praha: Nakladatelství technické literatury.



PELÍŠEK, I. (2021): *Vodní družstva na území České republiky: historie pro budoucnost*. Selská revue, 3.

PETRÁŇ, J. a kol. (1985): *Dějiny hmotné kultury I*. Praha: SPN, s. 235.

PETRÁŇ, J. a kol. (1985): *Dějiny hmotné kultury II*. Praha: SPN, s. 465.

Památkový katalog (2021): Webový portál Národního památkového ústavu – *Památkový katalog*. [online] Dostupné z: <https://pamatkovykatalog.cz/> [cit. 2021-10-14].

PLA (2021): Webový portál Povodí Labe, s.p. – *Zdymadlo Poděbrady na Labi*. [online] Dostupné z: [http://www.pla.cz/planet/public/vodnidila/zsl\\_podebrady.pdf](http://www.pla.cz/planet/public/vodnidila/zsl_podebrady.pdf) [cit. 2021-10-15].

POKORNÝ, J. (2010): *Vodní hospodářství. Stavby v rybářství*. Praha: INFORMATORIUM, 324 s. ISBN 978-80-7333-071-2.

POLENKA, E. (2019): *Vývoj plánování vodní cesty Dunaj – Odra – Labe*. Brno: VÚV TGM, v. v. i. (pobočka Brno).

PONTCYSYLTE (2009): Webový portál Pontcysyllte Aqueduct & Canal World Heritage Site – *turistické informace*. [online] Dostupné z: <https://www.pontcysyllte-aqueduct.co.uk/> [cit. 2021-10-14].

POPESCU, D., POPESCU, C., DRAGOMIRESCU, A. (2017): *Flow control in Banki turbines*. In: 4th International Conference on Energy and Environment Research, ICEER 2017, 17–20 July 2017, Porto, Portugal, 6 s.

PMO (2018): *Batůvo kanál. Od myšlenky k nápadu*. Brno: Povodí Moravy, s. p.

PMO (2019a): Webový portál Povodí Moravy – *Povodí Moravy dokončilo opravy památkově chráněného jezu*. [online] Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/povodi-moravy-dokoncilo-opravy-pamatkove-chroneneho-jezu/> [cit. 2021-03-11].

PMO (2019b): Webový portál Povodí Moravy – *Vodní dílo Bystřička*. [online] Dostupné z: [http://bystricka.kotrla.com/wp-content/uploads/2019/06/vodni\\_dilo\\_bystricka.pdf](http://bystricka.kotrla.com/wp-content/uploads/2019/06/vodni_dilo_bystricka.pdf) [cit. 2021-11-22].

POH (2021): Webový portál Povodí Ohře – *Vodní dílo Mariánské Lázně*. [online] Dostupné z: <https://www.poh.cz/vodni-dilo-marianske-lazne/d-2605> [cit. 2021-11-22].

PRŮCHA, M. (1980): *Jezy*. Praha: ČVUT.

PUMPEHUSET (2021): Webový portál společnosti Pumpehuset. [online] Dostupné z: <https://pumpehuset.dk/en/> [cit. 2021-08-22].

PVK (2021): Webový portál Pražských vodovodů a kanalizací – *Vodovod pro Strahovský klášter slaví 875 let*. [online] Dostupné z: <https://www.pvk.cz/aktuality/vodovod-pro-strahovsky-klaster-slavi-875-let/> [cit. 2021-10-15].

PVL (2021): Webový portál Povodí Vltavy – *Vodní díla a nádrže*. [online] Dostupné z: <https://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila/vodni-dila-a-nadrze> [cit. 2021-07-27].

RADOVÁ, M. (1987): *Koncepce památkového zásahu do stavebního díla, její úloha a východiska*. Část 1. Památky a příroda, 12 (1), s. 1–9.

RADOVÁ, M. (1987): *Koncepce památkového zásahu do stavebního díla, její úloha a východiska*. Část 2. Památky a příroda, 12 (2), s. 65–75.

RAACH, J. (2008): *Industriekultur in Berlin*. Berlin.

RITTI, T., GREWE, K., KESSENER, P. (2015): *A relief of a water-powered stone saw mill on a sarcophagus at Hierapolis and its implications*. Journal of Roman Archeology, 20 (1), s. 139–163. DOI: 10.1017/S1047759400005341.

ROSICKÝ, J. (2018): *Odkanalizování a čištění odpadních vod na území hl. města Prahy*. SOVAK, 27 (9), 1–4.

ROZKOŠNÝ, M., PAVELKOVÁ, R., DAVID, V., TRANTINOVÁ, M. FRAJER, J., DZURÁKOVÁ M., DAVIDOVÁ, T., HŮLA, P., NETOPIL, P., FIALOVÁ, M. (2015): *Zaniklé rybníky v České republice – případové studie potenciálního využití území*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 162 s.

RYMAROVSKO (2021): Webový portál Sdružení obcí Rýmařovsko – *Technické památky – Skrovné zbytky unikátních technických zařízení v lesích janovického panství*. [online] Dostupné z: <https://www.rymarovsko.cz/historicke-pamatky/technicke-pamatky/67-skrovne-zbytky-unikatnich-technicky-zariadeni-v-lesich-janovickeho-panstvi.html>. [cit. 2021-09-14].

RYSKA, P. (2014): Webový portál Praha Neznámá – *Psychiatrická nemocnice v Bohnicích*. [online] Dostupné z: <https://www.prahaneznama.cz/praha-8/bohnice/psychiatricka-nemocnice-v-bohnicich/> [cit. 2021-10-12].

ŘÍHA, J. (2006): *Hydrotechnické stavby II: Modul 01 - Přehrady*. Brno: VUT.

SAUER, H.-D. (2008): *Otto Intze (1843–1904). Der Begründer des deutschen Talsperrenbaus. Ingenieurbaukunst in Deutschland*. Hamburg, Jahrbuch 2007/2008.

SFPD (2012): *Memo to the Historic Preservation Commission*. San Francisco: San Francisco Planning Department, 73 s.

SLAVÍK, J. (1976): *U kolébky Kaplanovy turbíny*. Brno: Technické muzeum v Brně, 161 s.

SLAVÍK, L., NERUDA, M. (2007): *Voda v krajině. Ústí nad Labem*: UJEP, FŽP.

SMITH, P.G., SCOTT, J.G. (2005): *Dictionary of Water and Waste Management*. Londýn: Elsevier and IWA Publishing. ISBN: 1-8433-9103-1.

SMWAK (2021): Webový portál Severomoravských vodáren a kanalizací Ostrava a.s. [online] Dostupné z: <http://www.smwak.cz> [cit. 2021-07-14].

Sochy a města (2021): Webový portál Sochy a města. České umění 50.–80. let 20. století ve veřejném prostoru. Databáze děl. *Vznik energie před elektrárnou na přehradě Orlík*. [online] Dostupné z: <https://sochymesta.cz/zaznam/4708> [cit. 2021-10-12].

SOLNICKÝ, P. (2007): *Vodní mlýny na Moravě a ve Slezsku – 1. díl, Bílovecsko, Bruntálsko, Hlučínsko, Krnovsko, Novojičínsko, Odersko-Fulnecko, Opavsko a Vítkovsko*. Praha: Libri, 221 s.

SOUŠEK a kol. (1982): *Věžový vodojem s třídrákovou konstrukcí*. Pozemní stavby 4, s. 161.

STARÁ, J. (2007): *Průmyslové památky na Znojemsku*. In Sborník Státního okresního archivu Znojmo 2006, s. 56–71.

STRAKOŠ, M. (2009): *Průvodce architekturou Ostravy*. Ostrava: NPÚ, 452 s. ISBN: 978-80-85034-54-7.

STURM, L. Ch. (1815): *Vollständige Mühlen Baukunst*. Nürnberg.

SUPPAN, R. (1995): *Mühlen, Bäche, Wasserräder*. Graz.

SVP (1971): *Státní vodohospodářský plán, Podklady o území chráněném pro navrženou trasu D-O-L*. Praha: Archiv VÚV.

Szlaki kulturowe (2019): Webový portál Szlaki kulturowe – *Szlak Obiektów Dziedzictwa Techniki Przemysłowej*. [online] Dostupné z: <http://www.szlaki.sgpm.krakow.pl/szlak-objektow-dziedzictwa-techniki-przemyslowej-2/> [cit. 2021-10-13].

ŠÁLEK, J. (1996): *Malé vodní nádrže v životním prostředí*. Ostrava: VŠB, TUO, MŽP ČR, 141 s. ISBN: 80-7078-370-2.



ŠPANO, M., OSIČKOVÁ, K., DZURÁKOVÁ, M., HONEK, D., KLEPÁRNÍKOVÁ, R. (2021): *The Application of Cluster Analysis and Scaling Analysis Methods for the Assessment of Dams in Terms of Heritage Preservation*. International Journal of Architectural Heritage, 1–18. DOI: 10.1080/15583058.2021.1899338.

ŠTĚPÁN, L. (1990): *Lidové stavitelství ve stavebních plánech a mapách východočeských archívů I. (Technické a společenské stavby)*. Pardubice – Ústí nad Labem.

ŠTĚPÁN, L., KRÍVANOVÁ, M. (1996): *Stavba vodních motorů a strojů na úrovni lidových technik v regionu východních Čech*. Dějiny věd a techniky 29 (3).

ŠTĚPÁN, L., KRÍVANOVÁ, M. (2000): *Dílo a život mlýnářů a sekerníků v Čechách*. Praha.

ŠTĚPÁN, L., Vařeka, J. (1991): *Klíč od domova. Lidové stavby východních Čech*. Hradec Králové.

ŠTĚPÁN, L., URBÁNEK, R., KLIMEŠOVÁ, H. a kol. (2008): *Dílo mlýnářů a sekerníků v Čechách II*. Praha.

ŠTOLL, C., KRATOCHVÍL, S., HOLATA, M. (1977): *Využití vodní energie*. Praha: SNTL.

ŠVÁCHA, R. (2015): *Od moderny k funkcionalismu. Proměny pražské architektury první poloviny dvacátého století*. Praha.

TAUGBØL, T. (2016): *Vermork and Sårheim Hydroelectric Power Plants, Rjukan. Vodní elektrárny Vermork a Sårheim v Rjukanu*. In: MATĚJ, Miloš – RYŠKOVÁ, Michaela – Gustafsson, Ulf Ingemar. Technical monuments in Norway and the Czech Republic. Technické památky v Norsku a v České republice. Ostrava, s. 119–123.

TLAPÁK, V. HERYNEK, J. (2002): *Malé vodní nádrže*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 198 s. ISBN: 80-7157-635-2.

TREJTNAR, K. a kol. (1975): *Přehrady povodí Labe*. Hradec Králové: Nakladatelství Kruh.

UNESCO (2016): *Operational guidelines for the implementation of the World Heritage Convention*. Paris: World Heritage Centre, 172 s.

UNESCO (2021): *Webový portál UNESCO – Water Management System of Augsburg*. [online] Dostupné z: <https://whc.unesco.org/en/list/1580/> [cit. 2021-10-14].

URBÁNEK, R. (2021): *Slovník starých českých mlýnů*. V tisku.

URBÁNEK, R. (2002): *Vodní mlýny u českých vesnic v rumunském Banátu*. In: Sborník referátů ze semináře Vodní mlýny, Vysoké Mýto, s. 95–104.

VÁVRA, F. (1913): *Vodovod města Tábora*. In: Technický obzor, č. 22, s. 169.

VČE (2000): *Vodní elektrárna Spálov na Jizeře*. Hradec Králové: Východočeská energetika, a.s.

VHS (2021): *Webový portál VHS Olomouc – Z historie zásobování Olomouce vodou*. [online] Dostupné z: <http://vhs-ol.cz/historie/> [cit. 2021-10-13].

VHZ-DIS (2021): *Webový portál VHS-DIS*. [online] Dostupné z: <http://www.vhz-dis.cz> [cit. 2021-10-15].

VONDRÁŠEK, F., BLÜML, J. (2012): *Vorařská kronika Františka Vondráška z Purkarce*. Pelhřimov: Nová tiskárna Pelhřimov, 112 s. ISBN 9788074150609.

VOREL, I., URBANOVÁ, M. a kol. (2000): *Inženýrská díla jako součást krajiny*. Praha.

VOREL, P. (1999): *Páni z Pernštejna*. Praha: Rybka Publishers, 80 s. ISBN: 978-80-87067-21-5.

VOREL, P. (2007): *Zlatá doba českého rybníkářství. Vodní hospodářství v ekonomice 16. století. Dějiny a současnost*. Kulturně historická revue, 29 (8), s. 30–33.

VRÁNA, K., BERAN, J. (2008): *Rybníky a malé vodní nádrže*. Praha: ČVUT.

VRV (1984): *Posílení Ostravského oblastního vodovodu z nádrže Slezská Harta*. Ostrava, 15 s.

VŠB-TUO (2013): *Webový portál Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta – Objekty na vodních cestách*. [online] Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ3/objekty\\_na\\_vodnich\\_cestach.html](http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ3/objekty_na_vodnich_cestach.html) [cit. 2021-10-13].

VV (2021): *Webový portál Věžové vodojemy – Databáze vodojemů*. [online] Dostupné z: <http://vezovevodojemy.cz/?action=diesel.list&table=vodojemy> [cit. 2021-10-15].

VÝBORA, P., PODSEDNÍK, O. (1989): *Navrhování jezů*. Brno: VUT.

Vyhláška č. 428/2001 Sb., § 1a písmeno d.

VYSOKÝ, A. (1961): *Materiál k slovníku technologickému*. Litomyšl.

WANNER, J. (2018): *Vývoj technologie čištění odpadních vod v Praze v oblasti Císařského ostrova*. SOVAK, 27 (9), s. 5–13.

WANNER, J. (2019): *Historie technologie čištění odpadních vod*. Stavebnictví, 3.

WIKI (2021): *Webový portál Wikipedia – Klasifikace evropských vnitrozemských vodních cest*. [online] Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Klasifikace\\_evropských\\_vnitrozemských\\_vodních\\_cest](https://cs.wikipedia.org/wiki/Klasifikace_evropských_vnitrozemských_vodních_cest) [cit. 2021-10-12].

WIKI (2021): *Webový portál Wikipedia – Vodní trkač*. [online] Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Vodn%C3%AD\\_trka%C4%8D](https://cs.wikipedia.org/wiki/Vodn%C3%AD_trka%C4%8D) [cit. 2021-09-12].

Zákon č. 20/1987 Sb., zákon České národní rady o státní památkové péči (památkový zákon). In: *Sbírka zákonů*. 13. 4. 1987.

Zákon č. 254/2001 Sb., zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Sbírka zákonů*. 28. 6. 2001.

Zákon č. 99/2004 Sb., zákon o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské strážní, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství). In: *Sbírka zákonů*. 1. 4. 2004. ISSN.

ZAVADIL, J. (1952): *Odvodnění domů a stokování. Publikace TV 147*. Praha: Technicko-vědecké vydavatelství, 79 s.

ZEISING, H. (1612): *Theatri Machinarum III*. Leipzig.

ZSV (1925): *Hydrocentrála na Jizeře pod Spálovem*. Praha: Zemský správní výbor v Čechách, Technické oddělení pro stavby vodní a využití vodních sil. Dr. Ed. Grégr a syn.



## 7.2 ARCHIVNÍ ZDROJE

Archiv 1. elektrárenská, s. r. o., České Budějovice

Archiv Metodického centra průmyslového dědictví, NPÚ, ÚOP v Ostravě

Archiv Povodí Labe, s. p.

Archiv Povodí Vltavy, s. p.

Archiv PVK, fond Fotoarchiv PVK, kt. N 8, sign. B 951b

Archiv PVK, fond Fotoarchiv PVK, digi archiv, sign. DV 125

Archiv PVK, fond Fotoarchiv PVK, kt. N 17, sign. B 180/00

Archiv PVK, fond Fotoarchiv PVK, kt. N 11, sig. B 013a/88

Archiv PVK, fond Fotoarchiv, kt. 75, sign. OV-738

Archiv PVK, fond Fotoarchiv, kt. 77, sign. OV-821

Archiv PVK, fond Fotoarchiv PVK, kt. 249, sign. H-1096

Archiv PVK, fond Fotoarchiv PVK, kt. 16, sign. OV-239

Archiv VUT v Brně, FAST

Archiv USBF Technology

SOka Bruntál, fond Okresní úřad Rýmařov, inv. č. 574, karton 334

SOka Opava, fond ONV Opava, inv. č. 904, karton 1143, Nerealizované zatrubnění dolního náhonu v Žimrovicích v letech 1987–1990

SOka Opava, fond Okresní úřad Opava II (1992–2001), prozatímní karton 28

SOka Opava, fond Okresní úřad Opava, inv. č. 873, karton 1052 (1911–1914)

SOka Opava, fond Sonnek Ladislav Mgr., karton 44, kronika Papierfabrik Zimrovitz 1891–1941, 35 s. + přílohy

SOka Šumperk, fond ONV Šumperk, Kouty nad Desnou, PVE Dlouhé Stráně – Souhrnné řešení stavby, Hydroprojekt – odštěpný závod Brno, vh 1611/13

ZAO, fond Vratimovské papírny, Vratimov, závod Žimrovice, nezpracovaný fond, prozatímní karton 36 (1955, 1979–1980)

ZAO, pobočka Olomouc, fond Velkostatek Janovice, inv. č. 9502

## 7.3 MAPOVÉ ZDROJE

DIBAVOD – Digitální báze vodohospodářských dat. 2021. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka.

RÚIAN – Registr územní identifikace, adres a nemovitostí. 2021. Český úřad zeměměřičský a katastrální.

ZABAGED® – vektorová geodatabáze. 2019. Český úřad zeměměřičský a katastrální.

Základní mapa ČR. [1 : 10 000]. 2019. Český úřad zeměměřičský a katastrální.

2. rakouské vojenské mapování. [1 : 28 000]. 1836–1852.

## 7.4 SPOLEČNÁ LEGENDA SCHÉMAT

### LEGENDA:

	Beton		Elektro části, kov, strojní vybavení
	Zdivo		Voda
	Kámen		Podloží
	Zemina		Skalnaté podloží
	Těsnění hráze		



## 8. SEZNAM ZKRATEK

APVK	Archiv Pražských vodáren a kanalizací, a. s.	MŽP	Ministerstvo životního prostředí České republiky
ASME	The American Society of Mechanical Engineers	ND	Nové Dvory (webový portál)
AWS	Das Augsburger Wassermanagement-System (webový portál)	NKP	národní kulturní památka
BVK	Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.	NM	Museum.Digital:Deutschland (webový portál)
ČOV	čistička odpadních vod	NPÚ	Národní památkový ústav
ČR	Česká republika	OSU	Ostravská univerzita
ČSN	Česká státní norma	PAMPRAHA	Odbor památkové péče hl. města Prahy
ČT	Česká televize	PK	Památkový katalog
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální	PLA	Povodí Labe, s.p.
ČVVS	Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost	PMO	Povodí Moravy, s.p.
DČ	Druhy čerpadel (webový portál)	POH	Povodí Ohře, s.p.
DN	Diameter nominal (jmenovitá světlost)	PVE	přečerpávací vodní elektrárna
D-O	kanál Dunaj–Odra	PVK	Pražské vodárny a kanalizace, a.s.
DPJ	Digitalisierung des Polytechnischen Journals (webový portál)	PVL	Povodí Vltavy, s.p.
DSK	Dolnoslaskie szlaki kulturowe (webový portál)	SFPD	San Francisco Planning Department
EU	Evropská unie	SMVaK	Severomoravské vodárny a kanalizace, a.s.
FAST	Fakulta stavební	SOkA	Státní okresní archiv
HistoriskAtlas	Dánské kulturní instituce ABM	UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
Hmax	maximální hladina	VČE	Východočeská energetika, a.s.
HN	Hospodářské noviny	VD	vodní dílo
Hv	výšková poloha výpusti	VE	vodní elektrárna
ICOMOS	International Council on Monuments and Sites	VH	vodohospodářský (objekt)
ICOLD	International Commission on Large Dams (Mezinárodní komise pro velké přehrady)	VHS	VHS Olomouc
KČOV	kořenová čistírna odpadních vod	VKČ	vegetační kořenová čistírna
KP	kulturní památka	VRV	Vodohospodářský rozvoj a výstavba,
MCPD	Metodické centrum průmyslového dědictví	VŠB-TUO	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
MMB	Muzeum města Brna (webový portál)	VUT	Vysoké učení technické v Brně
MKH	Montanregion Krušné Hory (webový portál)	VÚV	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
MVE	malá vodní elektrárna	VV	Věžové vodojemy (webový portál)
MVN	malá vodní nádrž	VVN	velmi vysoké napětí
MZE	Ministerstvo zemědělství České Republiky	WIKI	Wikipedia.org (webový portál)
		ZAO	Zemský archiv v Opavě
		ZČE	Západočeská energetika
		ZSV	Zemský správní výbor
		ŽP	životní prostředí



## 9. REJSTŘÍK POJMŮ

### A

aknagloba, 235  
 aktivace, 291  
 aktivovaný kal, 291  
 akumulární objekty, 224  
 americká filtrace, 248  
 anaerobní procesy, 281

### B

balená ČOV, 295  
 Bankiho turbína, 209  
 bezpečnostní přeliv, 66  
   boční, 68  
   hrazený, 66  
   kašnový, 68  
   korunový, 67  
   nehrazený, 66  
   postranní, 67  
   šachtový, 68  
   tunelový, 68  
   žlabový, 68  
 biologické čištění odpadních vod, 281

### Č

čerpací stanice, 244  
 čerpadlo, 245  
   odstředivé, 245  
   pístové, 245  
 česle, 246  
 čiření, 247  
 čistící stroj, 178

čistírna odpadních vod, 280, 282  
 čištění odpadních vod, 280

### D

derivační schémata, 161, 171  
 distribuční objekty, 224  
 domovní čistírna odpadních vod, 295

### F

filtrace, 248  
 Francisova turbína, 207  
 funkční objekty přehrady, 44

### H

horizontální jímací objekty, 241  
   galerie, 241  
   jímací zářezy, 241  
   štoly, 241  
 hrubé česle, 177

### Ch

chemické čištění, 247

### J

jalový příkop, 100  
 jemné česle, 177  
 jez, 132  
 jez pevný, 133  
   betonový, 135  
   dřevěný, 133

kamenný, 134  
 násoskový, 136  
 pilířový, 136  
 zděný, 135  
 jez pohyblivý, 137  
   hradlový a hradidlový, 137  
   hydrostatický, 141  
   poklopový, 138  
   segmentový, 140  
   stavidlový, 138  
   vakový, 142  
   válcový, 140  
 jímací objekty, 224  
 jímadla, 244  
   břehová, 244  
   na dně koryta, 244  
   nade dnem řečiště, 244

### K

Kaplanova turbína, 207  
 koruna hráze, 44  
 kořenová čistírna, 296

### L

lopatník, 195, 198  
 loviště, 101

### M

malá vodní nádrž, 86  
   asanační, 88  
   boční, 90  
   břehová, 90  
   hospodářská, 88  
   hrázová, 90  
   kopaná, 90

krajinotvorná a urbanistická, 88  
 nebeská, 89  
 neprůtočná, 90  
 obtoková, 90  
 ochranná (retenční), 88  
 potoční/říční, 89  
 pramenná, 89  
 provozní, 88  
 průtočná, 90  
 rekreační, 88  
 rybochovná, 88  
 upravující vlastnosti vody, 88  
 zásobní, 88  
 malé vodní elektrárny, 175  
 mechanické čištění, 281  
 mechanické lodní zdvihadlo, 117  
 mechanické předčištění, 246

### N

nádrž (zátopa), 44  
 normá clona, 177

### O

objekty pro jímání povrchové vody, 244  
 objekty úpravy vody, 224  
 odpad VE, 185

### P

Peltonova turbína, 208  
 plavební komora, 115  
 plošné jímací objekty, 241  
 poldr, 88  
 prostor nádrže, 86  
 provizorní hrazení, 185  
 průmyslové odpadní vody, 280



průtočná díla, 175  
 přečerpací stanice, 245  
 přečerpávací schémata, 161, 175  
 přehrada, 44  
   betonová, 55  
   členěná, 62  
   desková členěná, 62  
   kamenitá (rockfillová), 48  
   klenbová, 60  
   klenbová členěná, 62  
   klenbová s tížným účinkem, 60  
   kombinovaná, 57  
   kotvená, 63  
   kupolová, 60  
   kupolová členěná, 62  
   pilířová, 59  
   předpjatá, 63  
   s podélnými dutinami, 59  
   s širokými výpustmi, 63  
   se širokými spárami, 59  
   tížná (gravitační), 59  
   tížná vylehčená, 59  
   z dílců, 63  
   z lomového zdiva, 51  
   z místních materiálů, 47  
   zemní, 48  
   zonální smíšená, 49  
 přehradně derivační schémata, 171  
 přehradní vodní elektrárny, 171  
 přivaděč VE, 185

**R**

regulační díla, 175  
 rybník, 86  
   Dubraviův, 91  
   Křcínův, 91

**S**

sedimentace, 246  
 Semi-Kaplanova turbína, 207  
 shrabky, 246  
 shybka, 128  
 síto, 246  
 spodní výpust MVN, 96  
   s otevřeným odpadem, 96  
   s uzavřeným odpadem, 96  
 strojovna, 191, 245  
   horní stavba, 194  
   spodní stavba, 194  
 střední vodní elektrárny, 175  
 svislé lodní zdvihadlo, 117

**Š**

šikmé lodní zdvihadlo, 117

**T**

těleso hráze, 44  
 Thomannova turbína, 207

**U**

úpravna vody, 246  
 usazování, 246  
 usměřňovací pilíř, 177

**V**

velké vodní elektrárny, 175  
 vertikální jímací objekty, 241  
   studny trubkové, 241  
   studny trubní, 241  
   šachtové, 241  
 vodárenská soustava, 263

místní, 263  
 nadřazená, 263  
 vodárenství, 224  
 vodárna, 224  
 vodní cesta, 109  
 vodní kolo, 195  
   horizontální, 202  
   korečník na vrchní vodu, 196  
   na spodní vodu povodňové, 198  
   na spodní vodu s voletem, 199  
   na spodní vodu typu hřebenáč, 198  
   na spodní vodu typu hubenáč, 198  
   na spodní vodu typu lopatník, 198  
   na spodní vodu typu vlk, 199  
   na střední vodu s kulisou, 199  
   na střední vodu s vnitřním nátokem, 200  
   na vrchní vodu s kulisou, 197  
   na vrchní vodu se zadním dopadem, 197  
   Ponceletovo, 200  
   Sagebienovo, 201  
   Zuppingerovo, 201  
 vodní turbína, 203  
   axiální, 205  
   Bankiho, 209  
   diagonální, 205  
   Francisova, 207  
   horizontální, 206  
   Kaplanova, 207  
   Peltonova, 208  
   přetlaková (reakční), 204  
   radiálně axiální, 205  
   radiální, 205  
   rovnotlaká (akční), 204  
   s dvojnásobným průtokem, 205  
   se šikmým průtokem, 205  
   šikmá, 206  
   tangenciální, 205

Thomannova, 207  
 vertikální, 206  
 vodojem, 249  
   věžový, 253  
   zemní, 249  
 vodovodní síť, 262  
 vole, 196, 199  
 vtok na turbínu, 177  
 vtokový objekt, 176  
   beztlakový s volnou hladinou, 176  
   derivačních VE, 181  
   jezových VE, 177  
   přehradních VE, 184  
   tlakový, 176  
 vtokový práh, 177, 181  
 vtokový uzávěr, 178  
 výpusti přehrady, 64  
   horní, 65  
   spodní, 64  
   střední, 65  
 vyrovnávací komora VE, 189  
 vzdouvací schémata, 161, 165



## 10. PŘÍLOHA – HODNOTICÍ FORMULÁŘ VODOHOSPODÁŘSKÝCH STAVEB

PRO ÚČELY PAMÁTKOVÉ PÉČE

**Název stavby:**

**Lokalita (katastr):**

**Typ vodohospodářské stavby/objektu:**

**GPRS:**

**Datum hodnocení:**

---

**Časové určení/Doba vzniku**

Konkrétní časový údaj, kdy byla dokončena výstavba, případně zahájen provoz.

---

**Autorství**

---

---

**Památková ochrana**

---

---

---

**Rekonstrukce**

Výčet a popis důležitých rekonstrukcí, včetně datace.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**1. POPIS SOUČASNÉHO STAVU****1.1. STAVEBNÍ STAV**

Hodnotí se celkový stavební stav, zda je stavba zcela nepoškozená, částečně poškozená, chátrající, ruina nebo archeologický relikt.

---



---



---

Nepoškozená stavba	Částečně poškozený	Chátrající	Ruina	Archeologický relikt
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**1.2. STAV VE VAZBĚ NA TECHNOLOGII**

Hodnotí se, zda je stavba kompletně zachovaná s veškerou svojí technologií nebo pouze s částečným zařízením, případně stavba postrádá veškeré technické vybavení.

---



---



---

Stavba zachována	Stavba s nekompletním zařízením	Stavba bez technických zařízení
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**1.3. STÁVAJÍCÍ FUNKČNOST**

Stavba nebo objekt může být plně funkční, částečně funkční nebo nefunkční. Zde se neuvažuje, zda došlo ke změně funkce.

---



---



---

Funkční	Částečně funkční	Nefunkční
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**2. HODNOTA TYPOLOGICKÁ****2.1. PRVNÍ SVÉHO DRUHU**

První stavba svého druhu na lokální až nadnárodní úrovni nebo například v rámci povodí.

---



---



---

Nadnárodní	Národní	Regionální	Lokální
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**2.2. NEJSTARŠÍ DOCHOVANÁ SVÉHO DRUHU**

Nejstarší dochovaná stavba svého druhu na lokální až nadnárodní úrovni nebo například v rámci povodí.

---



---



---

Nadnárodní	Národní	Regionální	Lokální
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**2.3. JEDINÁ DOCHOVANÁ SVÉHO DRUHU**

Jediná dochovaná stavba svého druhu na lokální až nadnárodní úrovni nebo například v rámci povodí.

---



---



---

Nadnárodní	Národní	Regionální	Lokální
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X



**2.4. VÝJIMEČNÉ PARAMETRY STAVEBNÍ A TECHNOLOGICKÉ ČÁSTI**

Výjimečné parametry stavby svého druhu na lokální až nadnárodní úrovni nebo například v rámci povodí.

---



---



---

Nadnárodní	Národní	Regionální	Lokální
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**2.5. VÝJIMEČNÉ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ/POUŽITÍ DANÉ TECHNOLOGIE**

Výjimečné použití dané technologie svého druhu na lokální až nadnárodní úrovni nebo například v rámci povodí.

---



---



---

Nadnárodní	Národní	Regionální	Lokální
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**2.6. VÝJIMEČNOST DLE POČTU VÝSKYTU V RÁMCI ČR/NA NADNÁRODNÍ ÚROVNI**

Hodnocení výjimečnosti stavby dle počtu výskytu daného typu v rámci ČR nebo v mezinárodním kontextu.

---



---



---

1-2	3-5	6 a více
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**3. HODNOTA TECHNOLOGICKÉHO TOKU**

Stavba je součástí širšího funkčního celku nebo pouze ucelené fáze technologického toku, případně je součástí nějakého technického celku nebo bez jakýchkoliv vazeb.

---



---



---

Techn. celek - širší soustava	Techn. celek - celý techn. tok	Techn. celek - ucelená fáze toku	Samostatná stavba - součást techn. celku	Samostatně stojící stavba bez jakýchkoliv vazeb
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**4. HODNOTA SYSTÉMOVÝCH VAZEB**

Stavba je součástí technologického celku v širších souvislostech, tzn. s přesahem vazeb do dalších odvětví průmyslu, dopravy či energetiky.

---



---



---

Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X



## 5. HODNOTA AUTENTICITY

### 5.1. AUTENTICITA FUNKCE

Posuzuje se, zda stavba stále slouží původnímu účelu, nebo má zcela nové využití. Stavba slouží původnímu účelu, je v provozu a autentická funkce je zachována. Technická zařízení jsou v provozuschopném stavu, ale mimo provoz nebo technická zařízení jsou zachována, ale ve stavu neprovozuschopném. Případně došlo k novému využití objektu (absence autentické funkce).

---



---



---

Slouží původnímu účelu, v provozu	Původní účel byl rozšířen nebo mírně pozměněn	Provozuschopný stav, mimo provoz	Neprovozuschopný stav	Nové využití
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

#### 5.1.1. HODNOTA NOVÉHO VYUŽITÍ

Hodnotí se v případě, že předchozí bod je hodnocen jako absence autentické funkce. V případě nového využití stavby se posuzuje, zda je významné, či nikoliv.

---



---



---

Výjimečné využití díla	Významné	Nevýznamné	Žádné
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

### 5.2. AUTENTICITA TECHNICKÉHO A TECHNOLOGICKÉHO ZAŘÍZENÍ

Hodnotí se míra dochovanosti technických nebo technologických zařízení stavby, zda je zařízení původní, zda prošlo rozsáhlými rekonstrukcemi nebo technické zařízení chybí, případně bylo vyměněno za nové.

---



---



---

Původní zařízení	Původní zařízení s rozsáhlými opravami	Bez technických zařízení nebo nové zařízení
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

### 5.3. AUTENTICITA TECHNOLOGICKÉHO POUVEDENÍ

Hodnotí se, zda byla zachována a respektována autenticita technologického provedení i během oprav a rekonstrukcí nebo došlo k provedení oprav a rekonstrukcí současnými postupy, nikoliv původními.

---



---



---

Autentické provedení oprav a rekonstrukcí (původními postupy)	Provedení oprav a rekonstrukcí částečně původními, částečně novými postupy	Provedení oprav a rekonstrukcí současnými postupy
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

### 5.4. AUTENTICITA FORMY

Hodnotí se, zda je celkový tvar (forma) stavby autentický, částečně změněn novějšími přístavbami (pozitivně nebo negativně), výrazně přestavěn, autenticita formy zanikla.

---



---



---

Autentická forma	Částečně změněna novějšími přístavbami	Výrazně přestavěna (ztráta původní formy)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X



**5.5. AUTENTICITA HMOTY/MATERIÁLU (MÍRA DOCHOVANOSTI STAVBY)**

Hodnotí se, zda je materiál autentický, částečně autentický nebo nový/nepůvodní. Souvisí s rozsahem a použitým materiálem případných provedených rekonstrukcí.

---



---



---

Autentický materiál	Částečně autentický, částečně nepůvodní materiál	Nepůvodní materiál
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**6. HODNOTA ARCHITEKTONICKÁ****6.1. VÝZNAMNÝ AUTOR**

Hodnocení významného architekta, projektanta, firmy či výrobce.

---



---



---

Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**6.2. REPREZENTANT STYLU**

Jedná se o reprezentativní stavbu daného stylu/slohového období nebo o běžnou stavbu dané doby.

---



---



---

Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**6.3. ARCHITEKTONICKÁ KONTINUITA**

Stavba odpovídá době vzniku nebo došlo k propojení více kvalitních stavebních fází či se jedná pouze o původní jádro s nedobovými přístavbami.

---



---



---

Stavba odpovídá době vzniku	Více kvalitních stavebních fází	Pouze původní jádro s přístavbami
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X



**7. HODNOTA UMĚLECKOHISTORICKÁ****7.1. UMĚLECKÁ A UMĚLECKO-ŘEMESLNÁ DÍLA**

Přítomnost sochařských děl, umělecko-řemeslných děl (vitráže, kování, umělecky zpracovaná zábradlí, skleněné tvarovky, keramika, klempířské prvky – chrliče, korouhve apod.).

---



---



---

Každý typ	Bez
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**7.2. ARCHITEKTONICKÉ A VÝTVARNÉ DETAILS**

Přítomnost výtvarných detailů (štuky, sgrafita, speciální omítky, skleněná mozaika, kamenné detaily nebo obklady, keramické obklady a dlažby) z doby výstavby objektu.

---



---



---

Každý typ	Bez
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**8. HODNOTA KRAJINNÁ/URBANISTICKÁ****8.1. POHLEDOVÁ DOMINANTA**


---



---



---

Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**8.2. SOUČÁST PANORAMATU**


---



---



---

Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**8.3. VYTVÁŘÍ IDENTITU MÍSTA/MĚSTA**


---



---



---

Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X

**8.4. KRAJINOTVORNÝ PRVEK/MÍRA ZAČLENĚNÍ DO PROSTŘEDÍ**


---



---



---

Ano	Ne
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*hodící se zaškrtně X







**Metodika klasifikace  
a hodnocení průmyslového  
dědictví z pohledu památkové péče  
VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ**

**Vydal:**

Národní památkový ústav, územní odborné pracoviště v Ostravě  
Metodické centrum průmyslového dědictví  
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.

**Autoři textů:**

*Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.*

Martin Caletka, Aleš Dráb, Miriam Dzuráková, Milena Forejtníková, David Honek, Hana Hudcová, Tomáš Julínek,  
Radka Račoch, Miloš Rozkošný, Karel Kuča (Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v v. i.)

*Národní památkový ústav*

Alena Borovcová, Kryštof Drnek, Miroslav Kolka, Miloš Matěj, Michaela Ryšková, Radim Urbánek

*Univerzita Palackého v Olomouci*

Jindřich Frajer, Aleš Létal, Renata Pavelková

*Historický ústav AV ČR, v. v. i.*

Sixtus Bolom-Kotari, Zbyněk Sviták, Aleš Vyskočil

**Editoři:** Michaela Ryšková, Miriam Dzuráková, Radka Račoch, David Honek

**Grafické zpracování:** Martin Feikus

**Tisk:** TISKÁRNA GRAFICO, s. r. o.

**Vydání:** první

**ISBN 978-80-88240-28-0 (Národní památkový ústav)**  
**ISBN 978-80-87402-98-6 (Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.)**

Ostrava ©2022  
www.npu.cz  
www.vuv.cz



**ISBN 978-80-88240-28-0**

**ISBN 978-80-87402-98-6**