

Petr Bouška, Pavel Gabriel, Václav Matoušek, Ondřej Motl, Ján Šepelák

VÝZKUM PLAVEBNÍHO STUPNĚ DĚČÍN

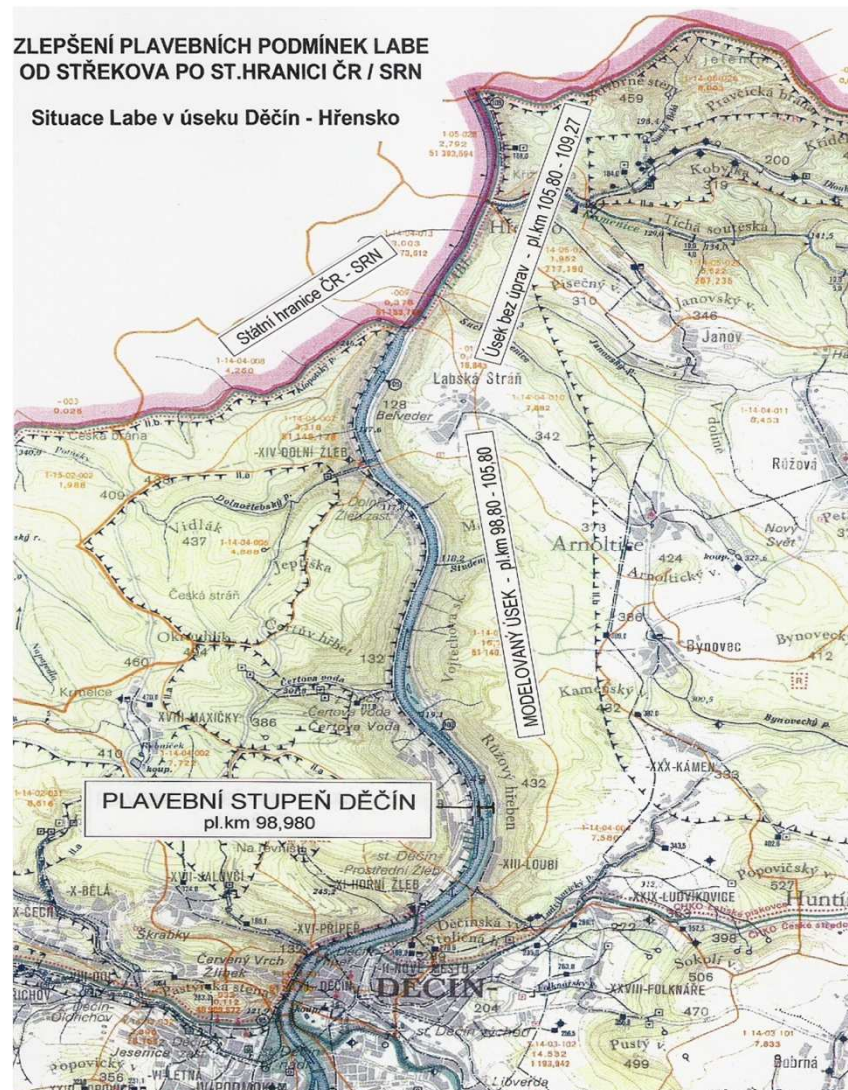
ÚČINNÝ TRANSPORT LEDŮ



SITUACE LABE V ÚSEKU DĚČÍN - HŘENSKO

ZLEPŠENÍ PLAVEBNÍCH PODMÍNEK LABE
OD STŘEKOVA PO ST.HRANICI ČR / SRN

Situace Labe v úseku Děčín - Hřensko



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

ÚČINNÝ TRANSPORT LEDŮ

- Výzkum byl prováděn na hydraulickém modelu v měřítku 1:70, vybudovaném ve velké hale hydraulické laboratoře VÚV TGM, v.v.i.



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

CÍLE VÝZKUMU OPTIMÁLNÍCH MANIPULACÍ

- prokázat, že výstavbou PS Děčín se v dotčeném úseku nezhorší, ale naopaklepší podmínky plavebního provozu i v zimním období, provázeném výskytem ledových jevů.
- podstata spočívá v ovladatelnosti přirozeného režimu toku pomocí souboru vhodných technických a organizačních opatření
- při výzkumu se vycházelo z respektování těchto zásad:
 - manipulacemi na VD a dalšími opatřeními by se neměly vyvolávat výraznější průtokové změny (kladné nebo záporné vlny), které by se propagovaly do úseku pod ním a dále až na německý úsek Labe
 - udržování plavebního provozu a jeho opětné obnovení má prioritu před udržováním provozu MVE
 - při přerušení plavebního provozu má prioritu udržování provozu MVE

VÝSKYT LEDOVÝCH JEVŮ V OBLASTI DĚČÍNA



Souvislý zámrz Labe v Děčíně

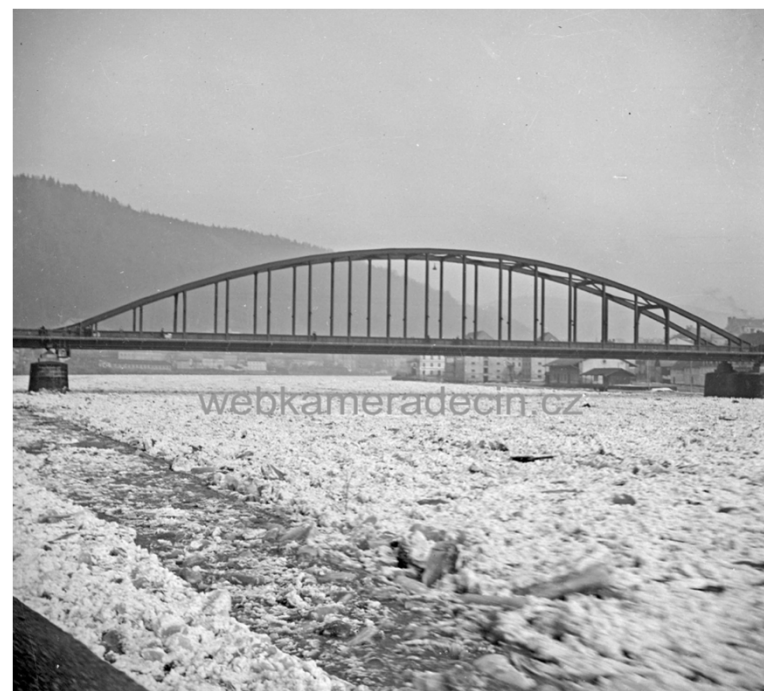


Břehový led

VÝSKYT LEDOVÝCH JEVŮ V OBLASTI DĚČÍNA



Ledová bariéra nad železničním mostem



Souvislý zámrz nad silničním mostem

SKLADBA VÝZKUMNÝCH PRACÍ

(na základě analýzy zimního režimu)

- **SPECIFIKACE VÝZKUMNÝCH PRACÍ**
- **ANALÝZA MOŽNOSTÍ VZNIKU A VÝVOJE LEDOVÝCH JEVŮ**
- **ÚPRAVA HYDRAULICKÉHO MODELU**
 - Úprava modelu biokoridoru
 - Instalace horních vrat plavební komory
 - Doplňující úpravy modelu a příprava experimentů
- **UDRŽOVÁNÍ PLAVEBNÍ DRÁHY NA ZAČÁTKU MRAZOVÉHO OBDOBÍ**
 - Charakteristické ledové situace
 - Výzkum manipulací na hydraulickém modelu
 - Možnosti udržování plavební dráhy
- **UVOLŇOVÁNÍ PLAVEBNÍ DRÁHY NA KONCI MRAZOVÉHO OBDOBÍ**
 - Charakteristické ledové situace
 - Výzkum manipulací na hydraulickém modelu
 - Možnosti uvolňování plavební dráhy
- **OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ BEZPROBLÉMOVÉHO ZIMNÍHO PROVOZU**
 - Stavební a technologické úpravy
 - Monitorování zimního režimu
 - Manipulace na vodním díle při výskytu ledových jevů
- **ZÁVĚRY**

ANALÝZA MOŽNOSTÍ VZNIKU A VÝVOJE LEDOVÝCH JEVŮ

LEDOVÉ SITUACE VE VODNÍM TOKU

Jsou velmi proměnné, a to jak v jednotlivých zimách tak i v průběhu jedné zimy.

Ovlivňuje je průběh počasí a velikost průtoku

KDY DOJDE K PŘEVÁDĚNÍ LEDŮ JEZEM

- Na začátku mrazového období, kdy ledová celina nepřesahuje tloušťku 10 cm a plavidly je udržována volná plavební dráha. Led je odplavován levým jezovým polem.
- Na konci ledového období, kdy dojde k pozvolné oblevě a ledová celina má již malou pevnost. Ledová celina je rozrušována technickými plavidly.
- V případě výskytu prudké oblevy, doprovázené deštěm a prudkým zvýšením průtoků může dojít k transportu ledů řekou.

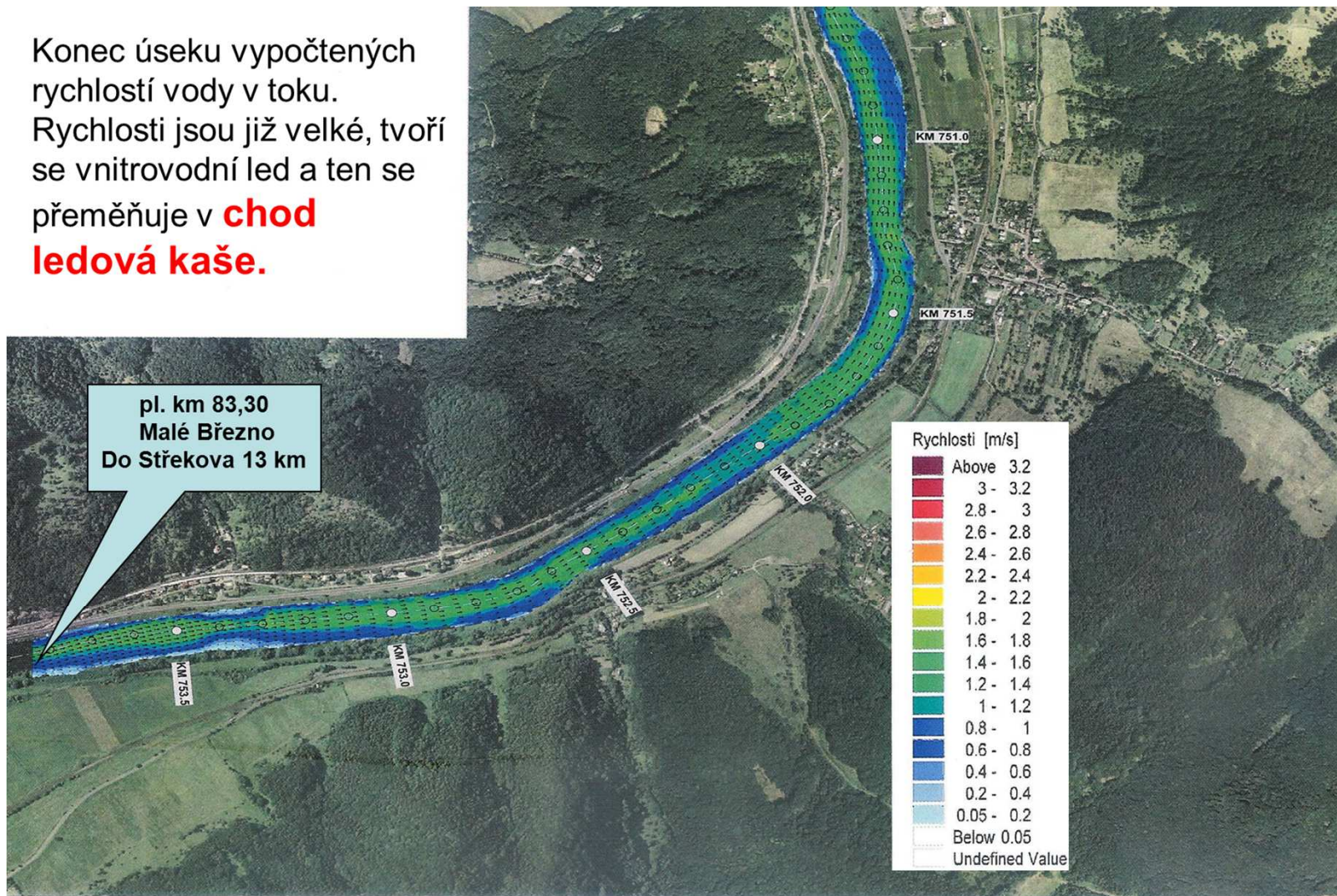
LEDOVÉ SITUACE VE VODNÍM TOKU

- Velikost průtoku ovlivňuje rychlost vody v toku, a ta rozhoduje o tom, jaký druh ledu se v toku tvoří.
- Za **malých průtoků** je malá rychlost vody a tvoří se **povrchový** (hladinový) **led**.
- Za **velkých průtoků** je velká rychlost vody a tvoří se **vnitrovodní led**.

Mapa rychlostí vody vypracovaná DHI a.s.

$Q = 250 \text{ m}^3/\text{s}$

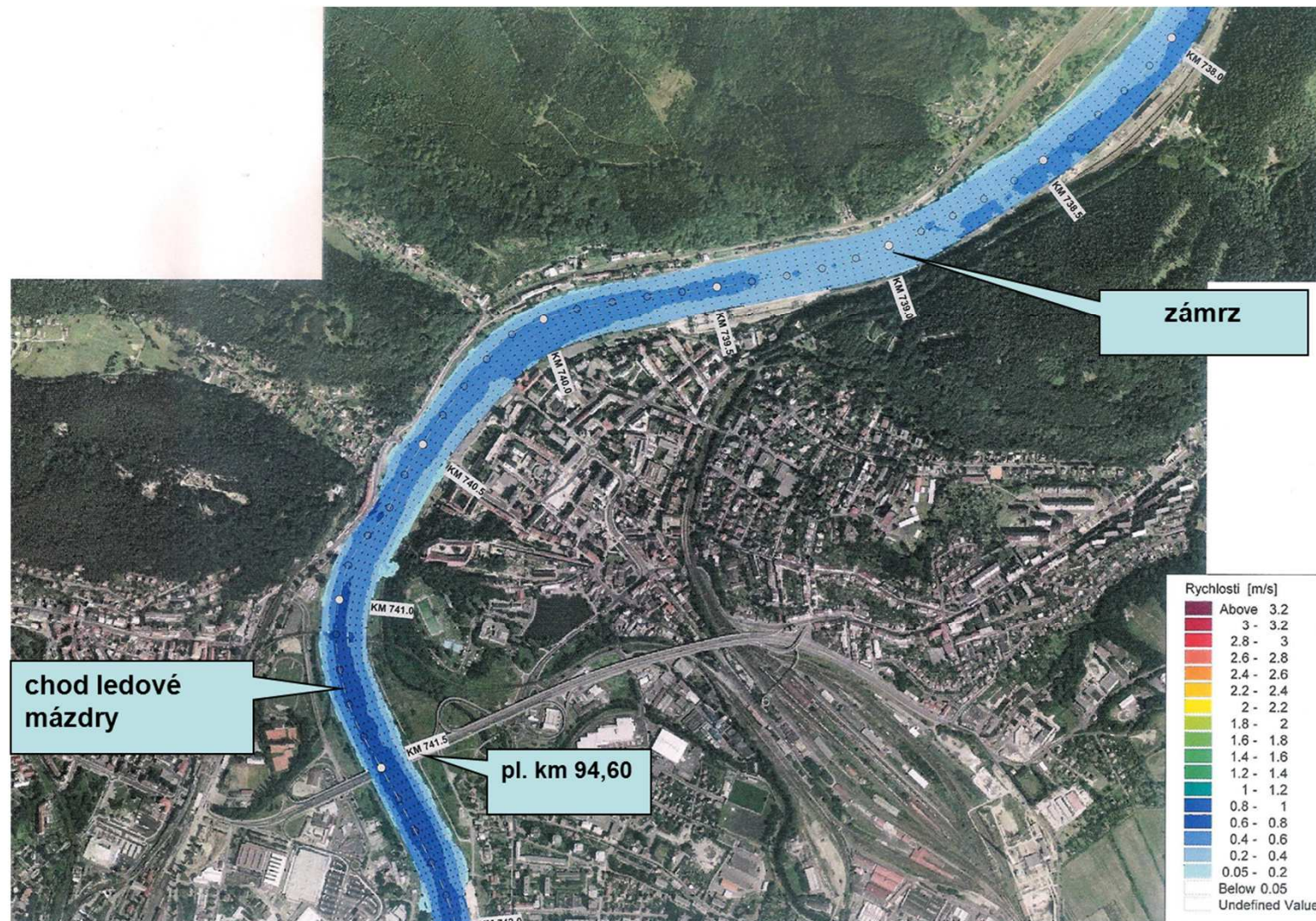
Konec úseku vypočtených rychlostí vody v toku.
Rychlosti jsou již velké, tvoří se vnitrovodní led a ten se přeměňuje v **chod ledová kaše**.



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

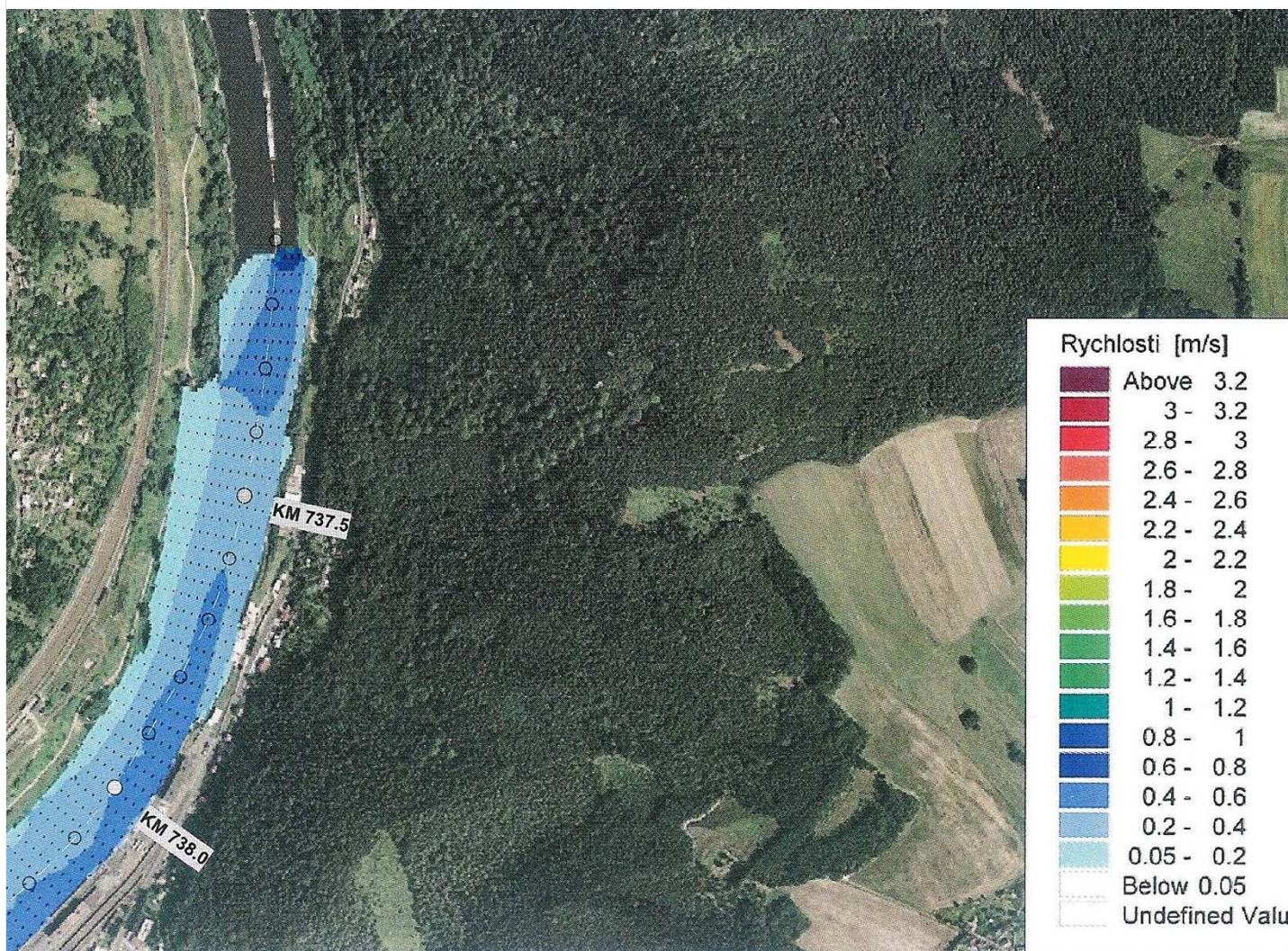
Mapa rychlostí vody vypracovaná DHI a.s.

$Q = 250 \text{ m}^3/\text{s}$



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

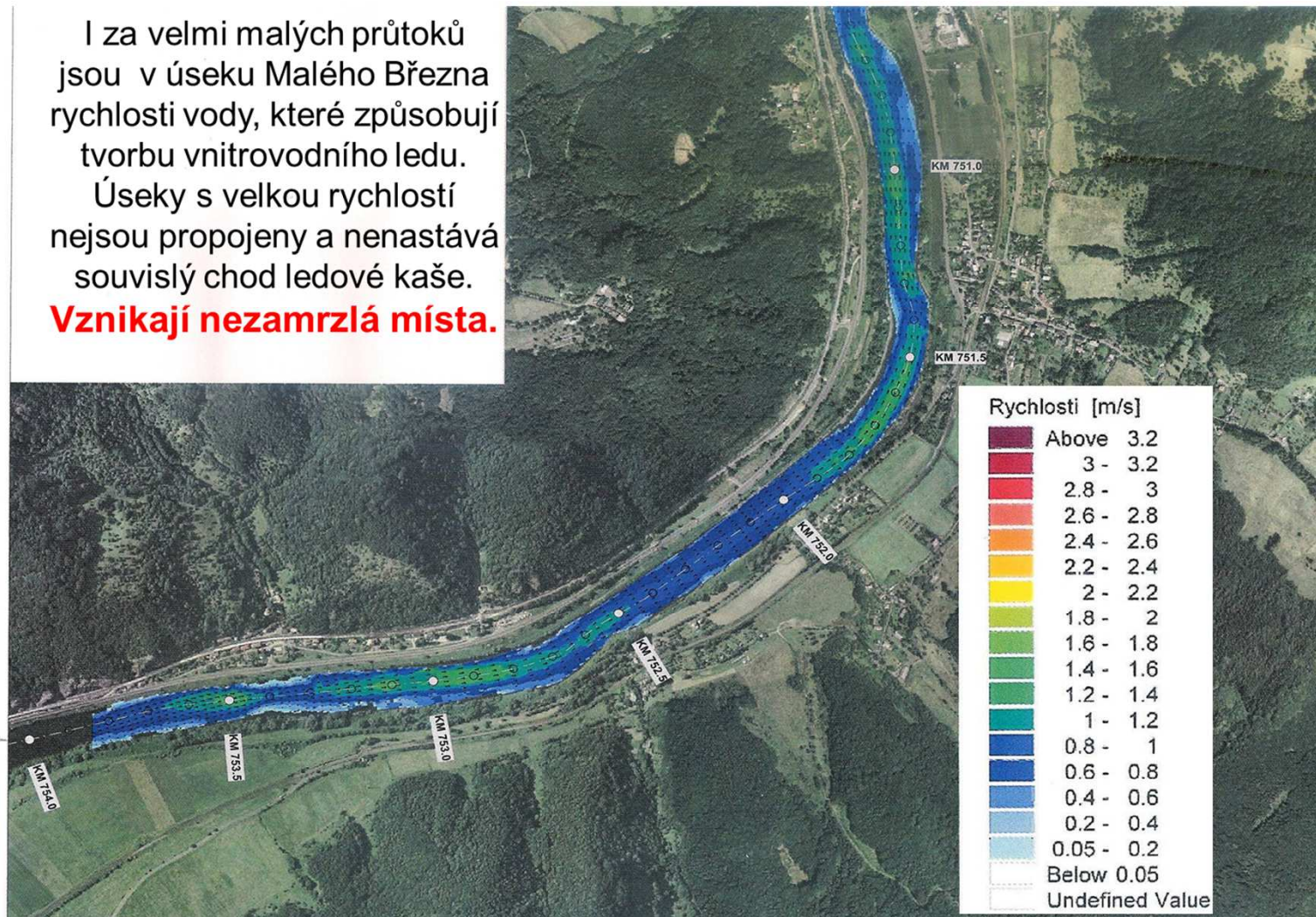
Mapa rychlostí vody vypracovaná DHI a.s. $Q = 250 \text{ m}^3/\text{s}$



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

$Q = 117 \text{ m}^3/\text{s}$

I za velmi malých průtoků jsou v úseku Malého Března rychlosti vody, které způsobují tvorbu vnitrovodního ledu. Úseky s velkou rychlostí nejsou propojeny a nenastává souvislý chod ledové kaše. **Vznikají nezamrzlá místa.**



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

LEDOVÉ POMĚRY ZA MALÝCH PRŮTOKŮ

Za průtoků 117 – 300 m³/s

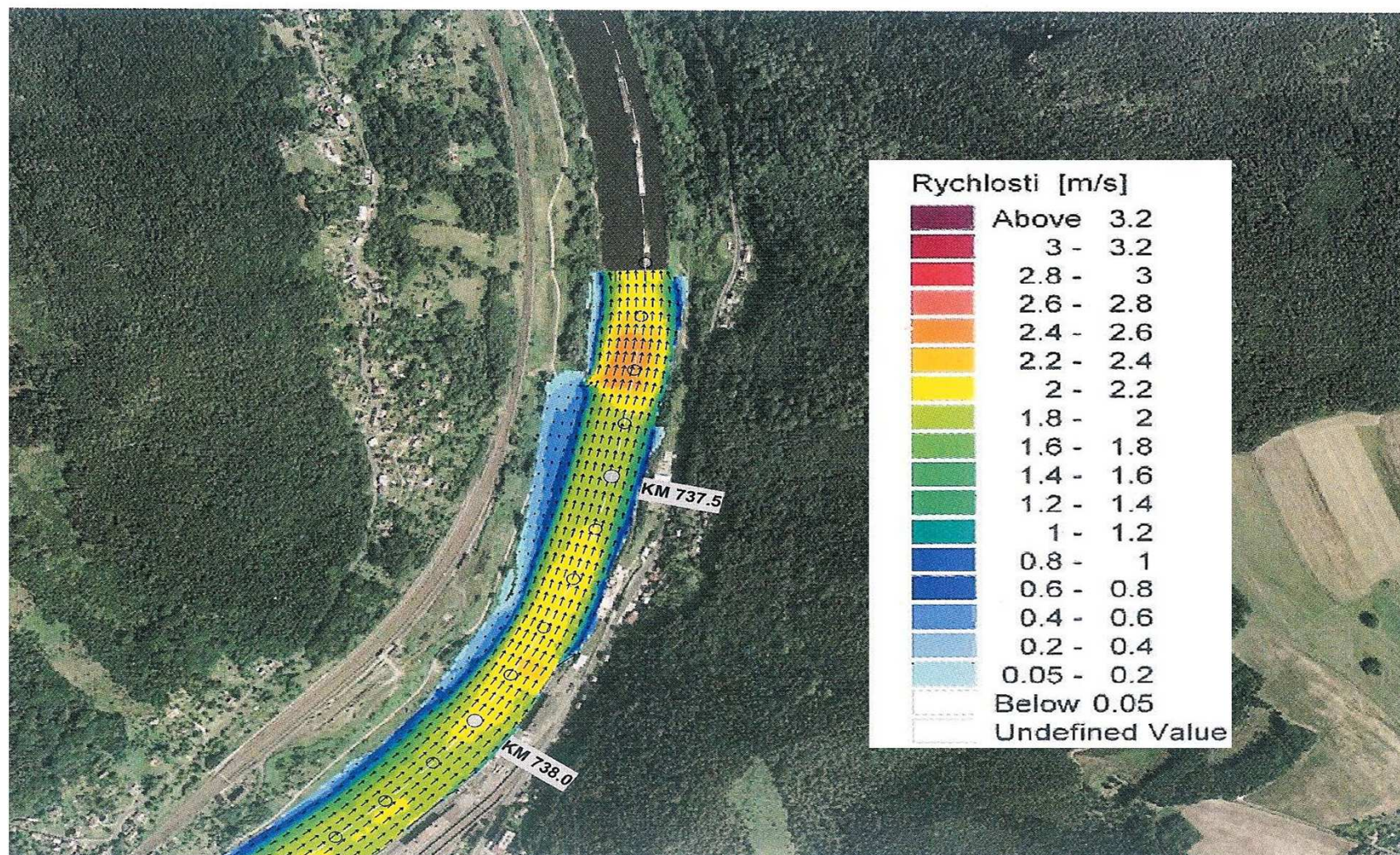
- **dolní úsek zdrže zamrzá** rozšiřováním břehového ledu nebo ucpáním hladiny plovoucí tříští za jejího chodu
- v **horním úseku zdrže a přilehlém úseku** toku se vyskytuje **chod ledové kaše**, který je přerušen ucpáním hladiny v úsecích s menší rychlostí vody a vznikají menší nakupení ledu.

LEDOVÉ POMĚRY ZA VĚTŠÍCH PRŮTOKŮ

Za větších průtoků se výrazně zvětší rychlosti vody a **ledové poměry** na toku jsou **zcela jiné** než za malých průtoků.

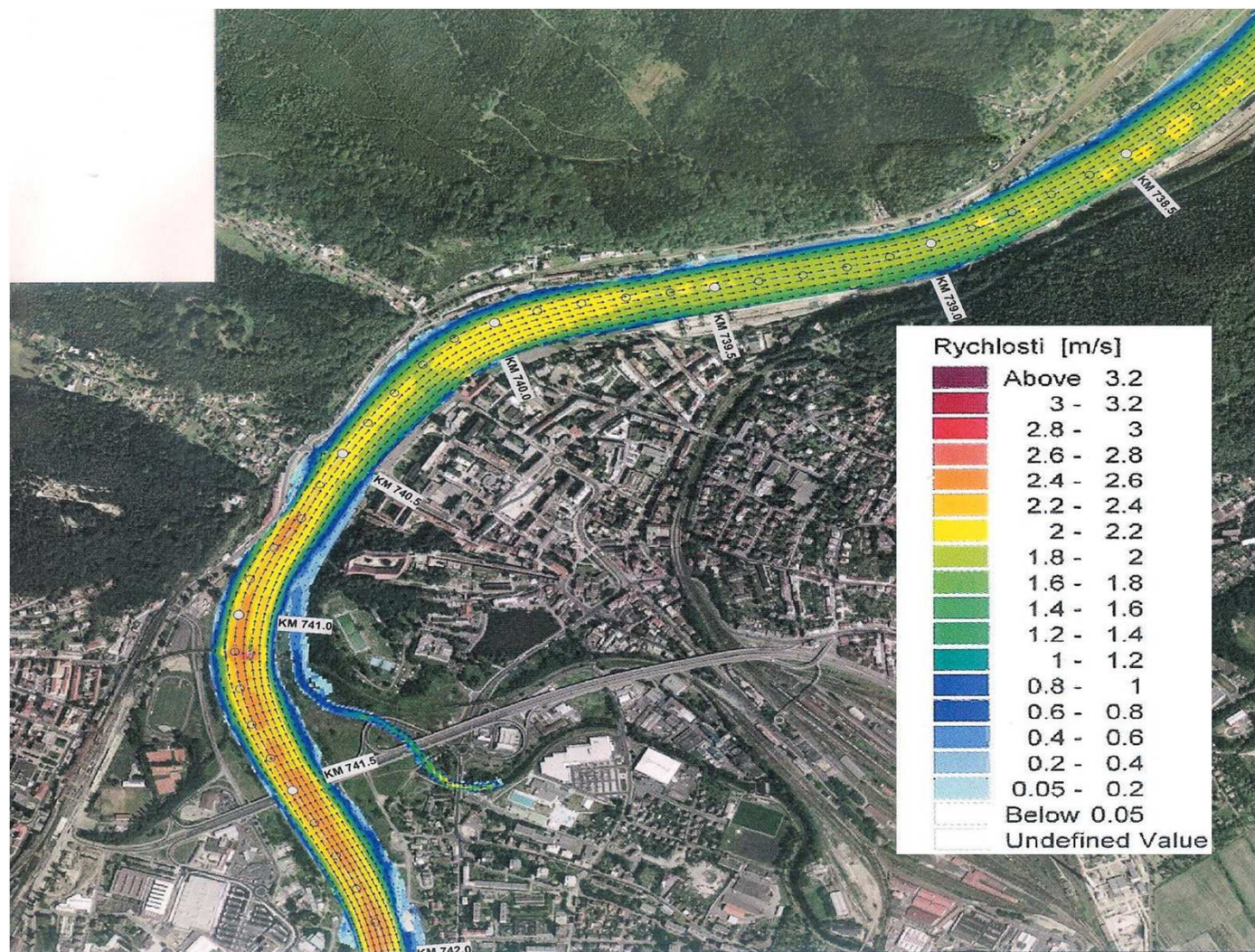
Rychlosti vody za průtoku $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ ukazuje následující mapa vypracovaná DHI a.s.

Mapa rychlostí vody vypracovaná DHI a.s. $Q = 1300 \text{ m}^3/\text{s}$ – jednoletá voda



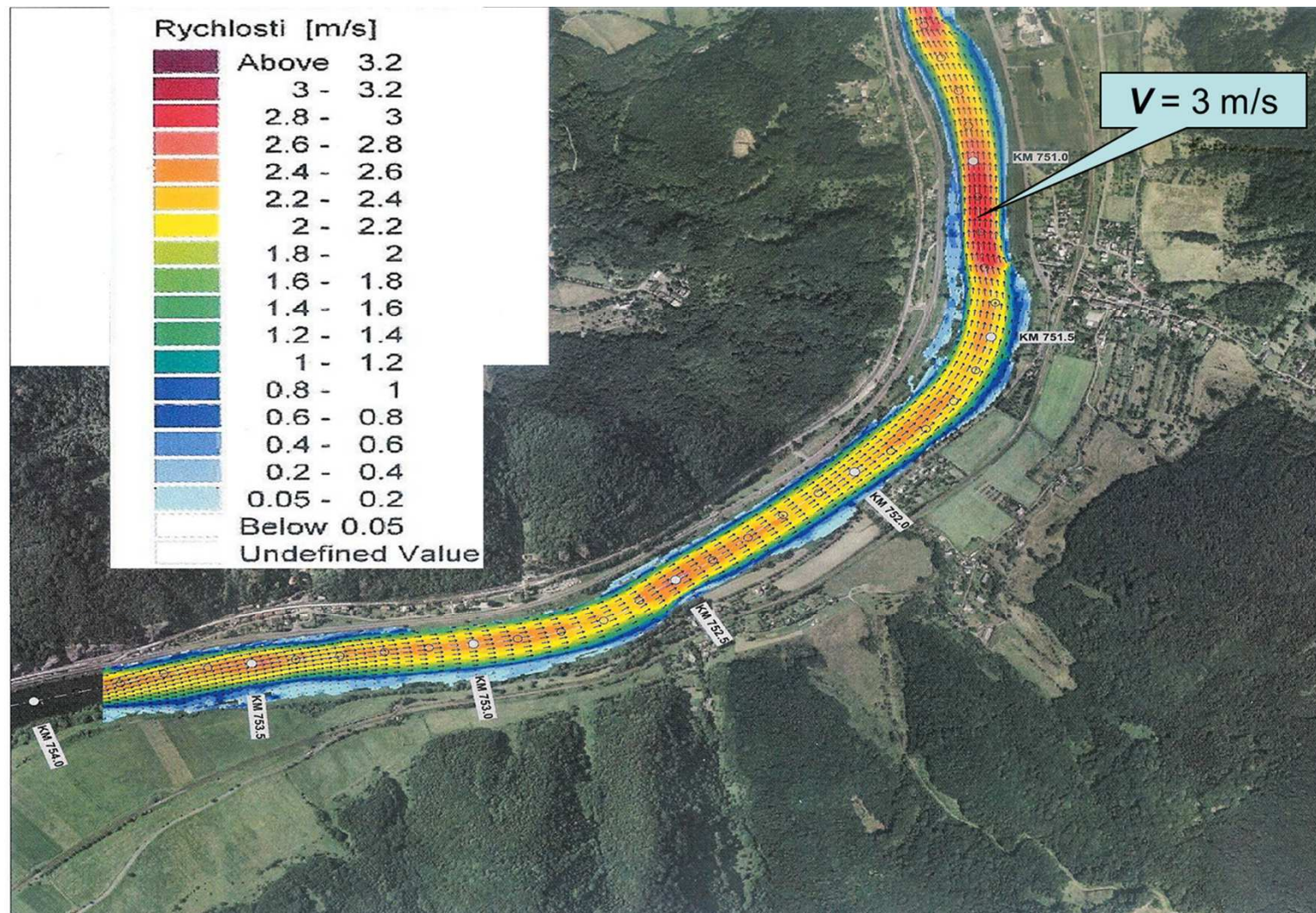
Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

Mapa rychlostí vody vypracovaná DHI a.s. Q = 1300 m³/s – jednoletá voda



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

$Q = 1300 \text{ m}^3/\text{s}$ – jednoletá voda



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

LEDOVÉ POMĚRY ZA VĚTŠÍCH PRŮTOKŮ

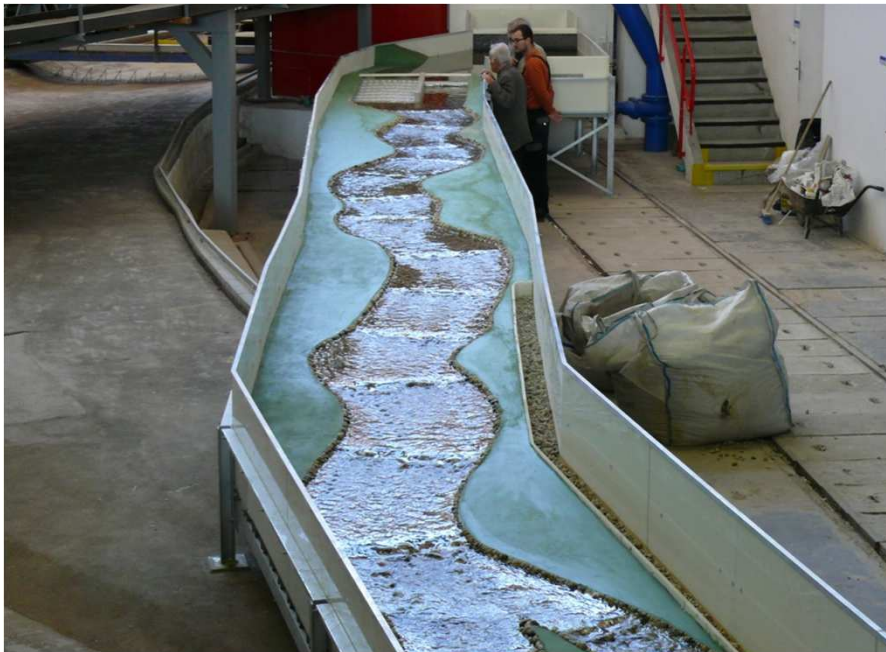
Za průtoků větších než asi 300 m³/s se vyskytuje **chod vznášeného ledu**, který **nedovoluje plavební provoz**. Plavidla obrůstají vnitrovodním ledem.

V dolní části zdrže jsou menší rychlosti vody a vznášený led vyplave na hladinu a vytvoří souvislý **koberec ledové kaše**, který **bude přes jez přecházet**. Při průtoku kolem **350 m³/s** jsou rychlosti vody ve zdrži malé a je pravděpodobné **ucpání hladiny ledem**. Tomu bude nutné čelit **snížením hladiny**.

ÚPRAVA HYDRAULICKÉHO MODELU

- Úpravy hydraulického modelu plavebního stupně Děčín v měřítku 1:70:
 - úprava modelu biokoridoru podle výsledků výzkumu na hydraulickém modelu v měřítku 1:20
 - instalace nových vrat do horního ohlaví plavební komory, umožňující převádění nezámrazného průtoku a ledů plavební komorou
 - úprava pohyblivého dna modelu včetně záhozů do výchozího stavu.
- Přepojení napájení z modelu biokoridoru na hydraulický model 1:70.
- Příprava plovoucího nosníku na zachytávání ledů v horní zdrži plavebního stupně před začátkem každého pokusu.
- Příprava plovoucího nosníku na zachytávání ledů na konci modelu.

OPTIMALIZOVANÝ BOKORIDOR NA MODELU 1:20



ÚPRAVY HYDRAULICKÉHO MODELU 1:70 přestavba biokoridoru

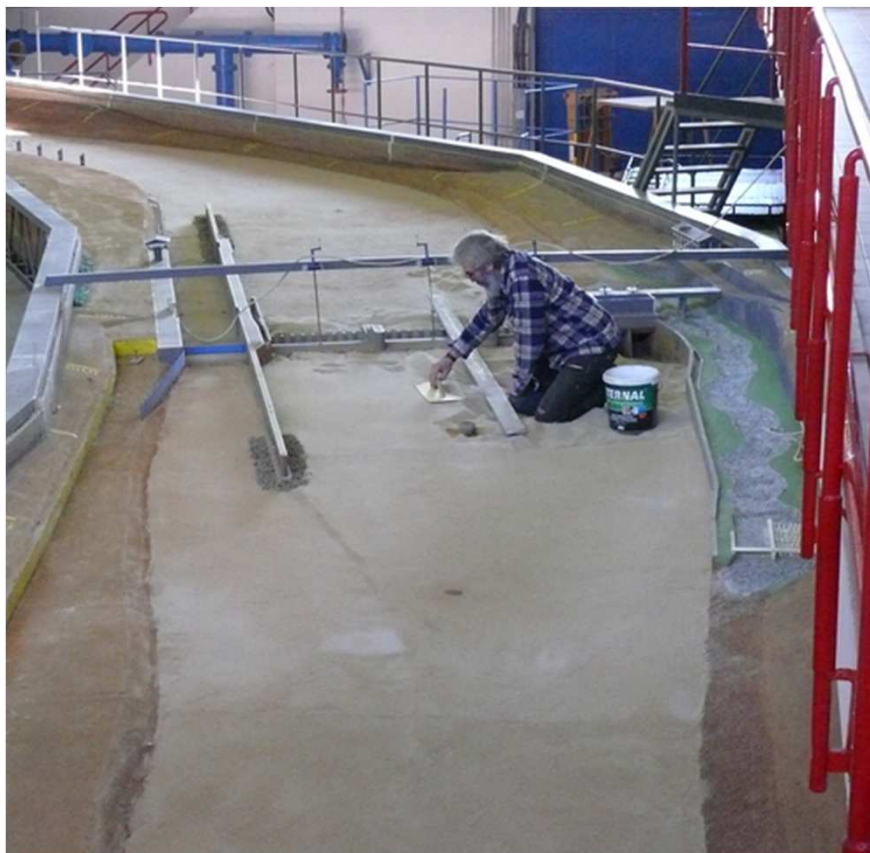


ÚPRAVY HYDRAULICKÉHO MODELU 1:70 instalace nových vrat do horního ohlaví PK



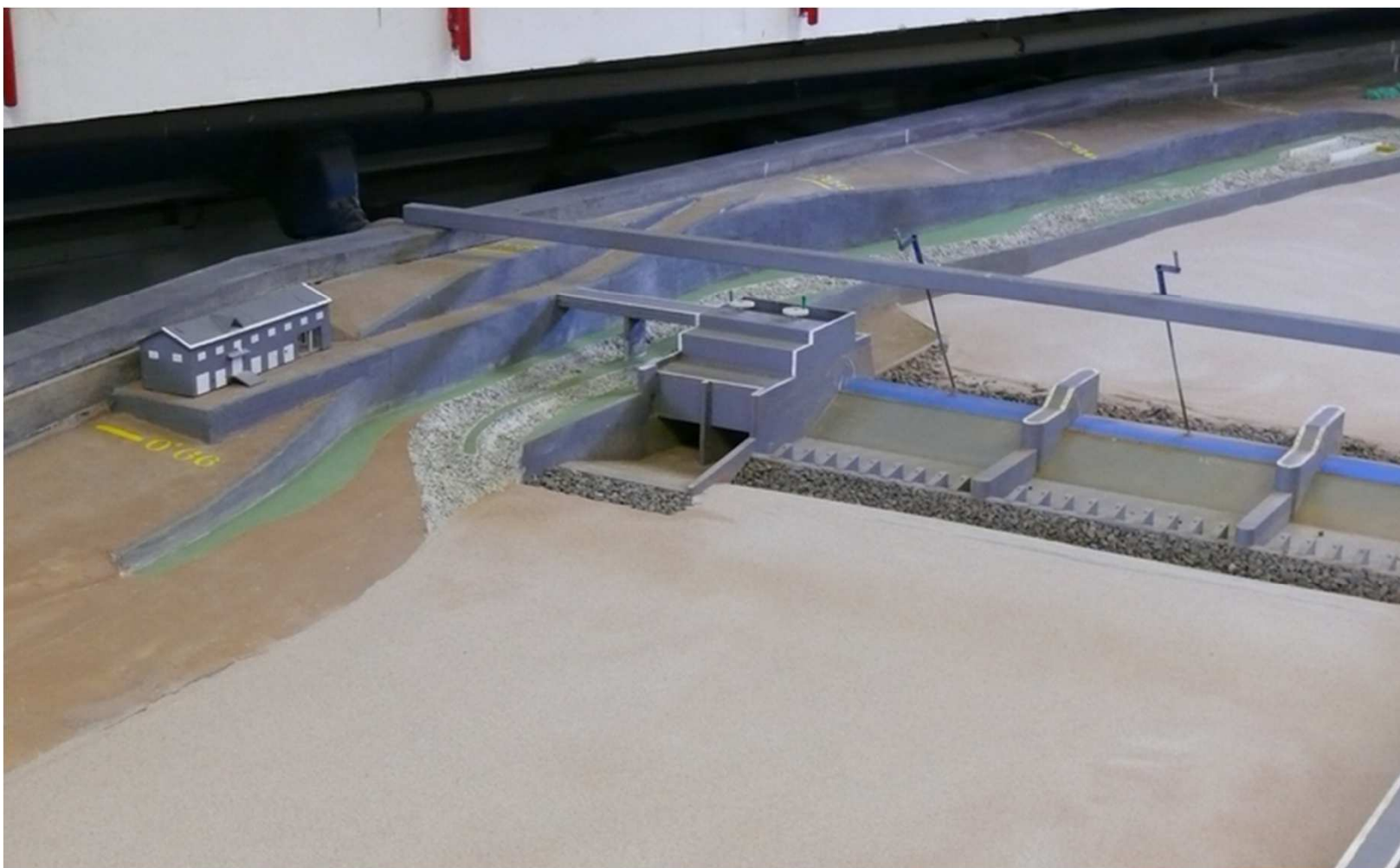
ÚPRAVY HYDRAULICKÉHO MODELU 1:70

úprava pohyblivého dna modelu



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

ÚPRAVY HYDRAULICKÉHO MODELU 1:70



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

ÚPRAVY HYDRAULICKÉHO MODELU 1:70



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

1. UDRŽOVÁNÍ PLAVEBNÍ DRÁHY NA ZAČÁTKU MRAZOVÉHO OBDOBÍ

- předmět výzkumu = vyšetření optimálních manipulací na PS za účelem udržování volné plavební dráhy v horní zdrži a účinného transportu ledů do říčního úseku pod plavebním stupněm
- souvislá zamrzlá hladina v HZ mimo volnou plavební dráhu = tenké desky z polystyrenu o tloušťce 10 mm
- ledové kry = destičky z polypropylenu a tloušťce odpovídající ve skutečnosti tloušťce ledu 7 až 10 cm
- problém udržování volné plavební dráhy v horní zdrži a transportu ledů PS byl zkoumán při čtyřech charakteristických průtocích $Q_{345d} = 117 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{270d} = 169 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{180d} = 248 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a $Q = 350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- při všech pokusech byla MVE odstavena z provozu

LEDOVÁ POKRÝVKA HLADINY HORNÍ ZDRŽE



MODELOVÁNÍ LEDŮ NA HYDRAULICKÉM MODELU 1:70



Byly odzkoušeny dva způsoby modelování ledů pro pokusy na hydraulickém modelu - pomocí destiček z parafínu o přibližné tloušťce 0,35 m (5 mm) a z polypropylenu o přibližné tloušťce 0,07 až 0,10 m (1 mm).

TECHNIKA PROVÁDĚNÍ EXPERIMENTŮ



Obr. 1 - Sypaní ledových ker do modelu



Obr. 2 - Zdrž naplněná ledovými krami



Obr. 3 - Foto - a video snímání pokusu



Obr. 4 - Vybírání ker na konci modelu

UDRŽOVÁNÍ PLAVEBNÍ DRÁHY NA ZAČÁTKU MRAZOVÉHO OBDOBÍ



Zamrzlá zdrž s volnou plavební dráhou



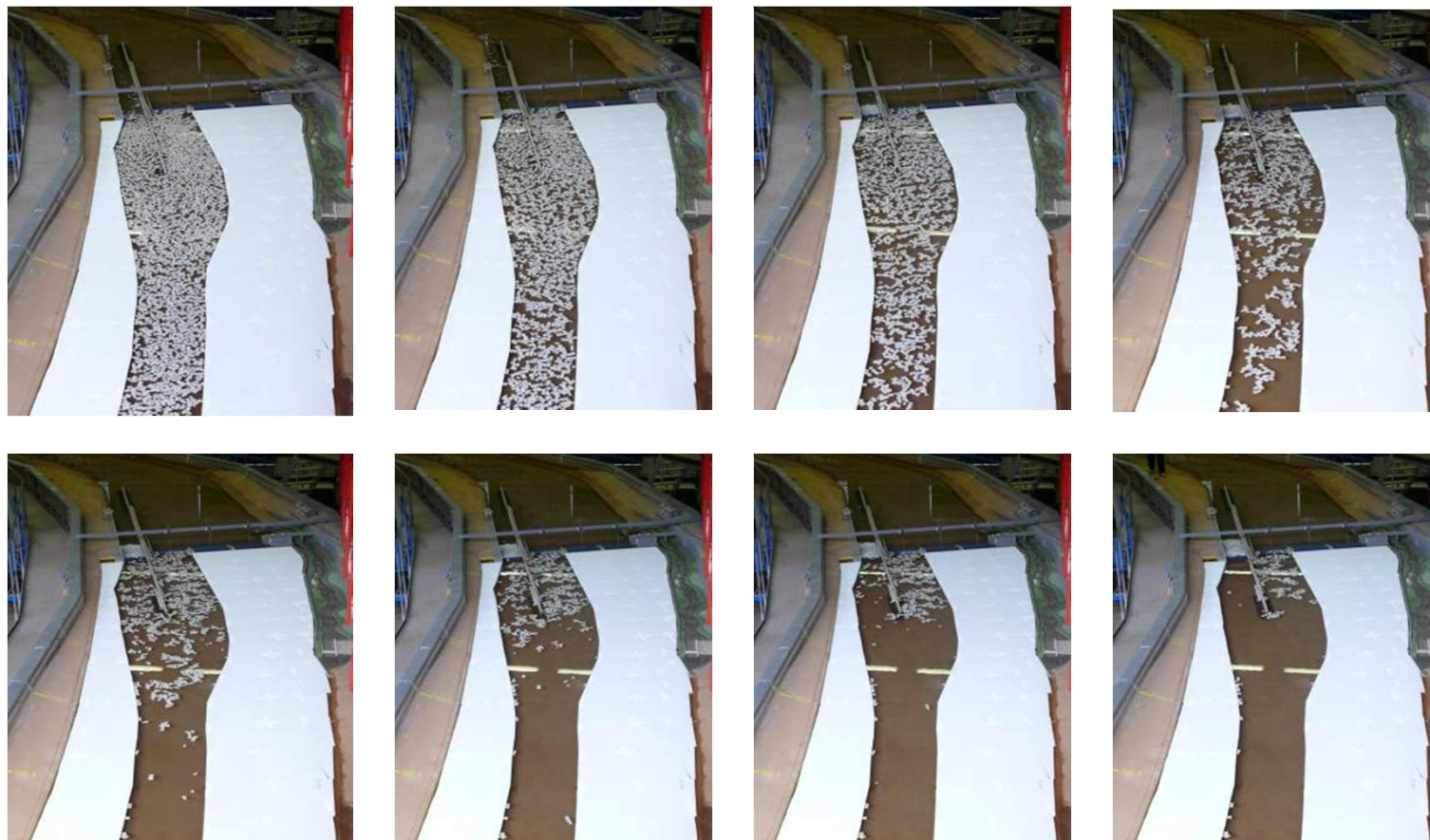
Foto a video dokumentace pokusu

TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM

Udržování plavební dráhy v horní zdrži s hladinou na kótě 124,50 m n.m.

Pokus 17 - převádění průtoku $Q = 117 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ plavební komorou

Celková doba transportu ledů z úseku o délce - $l_s \approx 0,78 \text{ km}$ trvala $t_s \approx 3,5 \text{ hod.}$

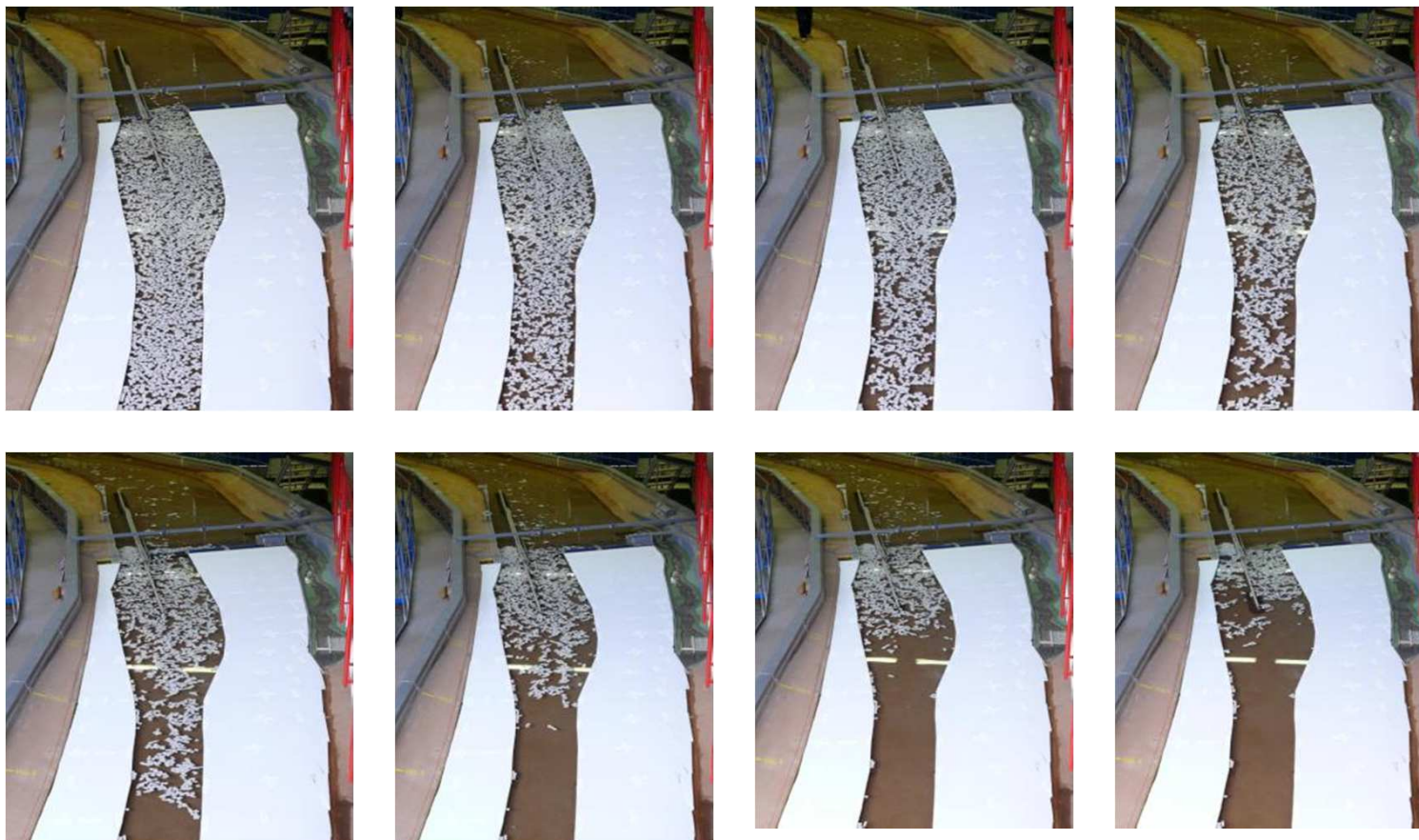


TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM

Udržování plavební dráhy v horní zdrži s hladinou na kótě 124,50 m n.m.

Pokus 19 - převádění průtoku $Q = 117 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ plavební komorou a levým jezovým polem

Celková doba transportu ledů z úseku o délce - $l_s \approx 0,78 \text{ km}$ trvala $t_s \approx 2,3 \text{ hodin}$

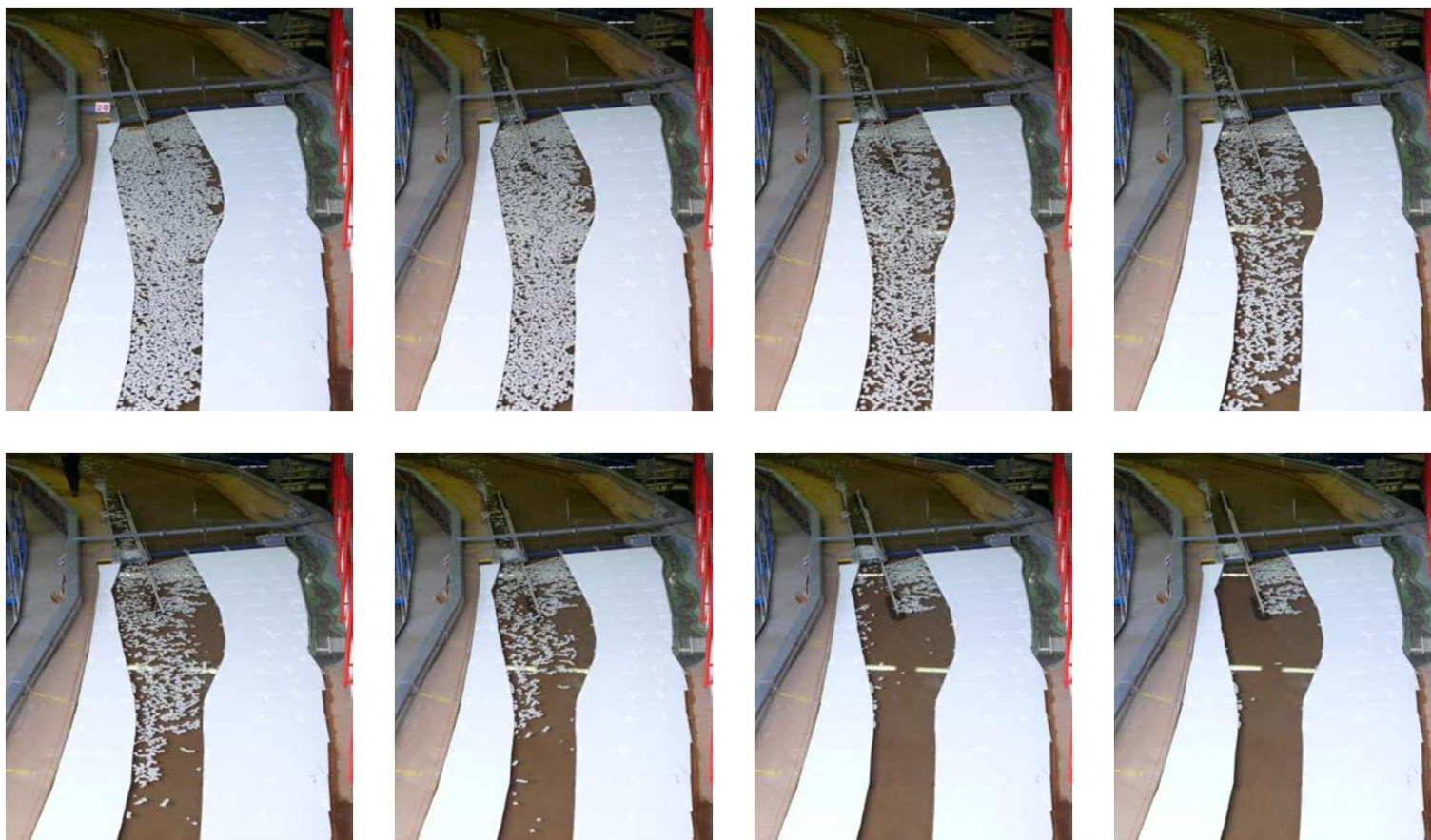


TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM

Udržování plavební dráhy v horní zdrži s hladinou na kótě 124,50 m n.m.

Pokus 20 - převádění průtoku $Q = 248 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ plavební komorou

Celková doba transportu ledů z úseku o délce - $l_s \approx 0,78 \text{ km}$ trvala $t_s \approx 1,0$ hodinu



UDRŽOVÁNÍ PLAVEBNÍ DRÁHY NA ZAČÁTKU MRAZOVÉHO OBDOBÍ



*Hromadění ledů pod horním ohlavím
plavební komory při průtoku 117 m³/s*



*Hromadění ledů pod horním ohlavím
plavební komory při průtoku 248 m³/s*

PROPLOUVÁNÍ UDRŽOVANOU PLAVEBNÍ DRÁHOU V HORNÍ ZDRŽI NA ZAČÁTKU MRAZOVÉHO OBDOBÍ



Plavba MNL 11600 směrem proti proudu



Plavba MNL 11600 směrem po proudu

PROPLOUVÁNÍ UDRŽOVANOU PLAVEBNÍ DRÁHOU V HORNÍ ZDRŽI NA ZAČÁTKU MRAZOVÉHO OBDOBÍ



Plavba tlačného soulodí směrem proti proudu



Plavba tlačného soulodí směrem po proudu

POZNATKY O MOŽNOSTECH UDRŽOVÁNÍ PLAVEBNÍ DRÁHY NA ZAČÁTKU MRAZOVÉHO OBDOBÍ

- lze očekávat, že po 2 až 3 dnech tuhých mrazů se v horní zdrži PS vytvoří za obvykle nízkých nebo středních průtoků souvislá ledová celina
- podle dosavadních provozních zkušeností bude možné zachovat nepřerušovaný plavební provoz do té doby, pokud tloušťka ledové pokrývky nepřesáhne hodnotu 0,1 m
- v době, kdy bude ledová pokrývka ještě tenká
 - plavidla ji budou rozlamovat a vytvoří si v ní při dostatečné intenzitě plavebního provozu volnou plavební dráhu,
 - resp. při menší intenzitě i s pomocí dostatečně silného remorkéru (s ledoborcovým nástavcem)
- výzkumem bylo prokázáno, že rozlámaný led lze z plavební dráhy účinně odvádět levým jezovým polem do dolní říční tratě pod PS (MVE musí být v té době odstavena z provozu).
- experimenty na modelu potvrdily schůdnost plynulé plavby MNL 11600 i tlačného soulodí volnou plavební drahou vytvořenou v ledové celině za současného transportu ledů, a to v obou směrech

2. UVOLŇOVANÍ PLAVEBNÍ DRÁHY NA KONCI MRAZOVÉHO OBDOBÍ

Předmět výzkumu

Výzkum optimálních manipulací jezovými uzávěry za účelem účinného uvolňování ledů z horní zdrže plavebního stupně a jejich transportu do říčního úseku pod plavebním stupněm.

Problematika transportu ledů byla zkoumána při dvou provozních situacích

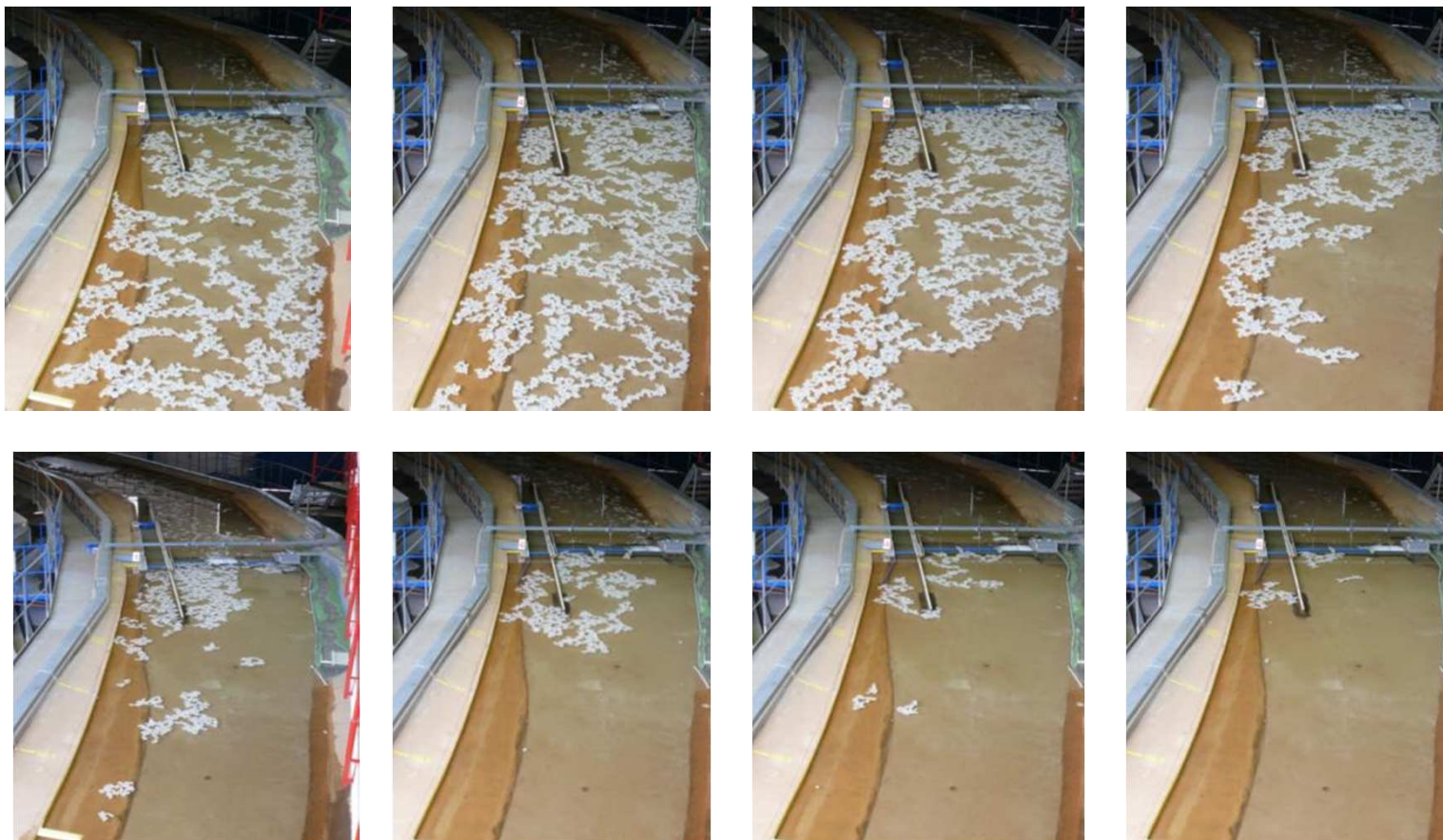
- 1) Uvolňování ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m. různými manipulacemi jezovými uzávěry - při šesti charakteristických průtocích Labem - $Q_{345d} = 117 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{270d} = 169 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{180d} = 248 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a $Q = 350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{30d} = 690 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a $Q = 1140 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; bylo zkoumáno i převádění ledů plavební komorou přes částečně spuštěná vrata v horním ohlaví komory.
- 2) Převádění ledů PS při úplně vyhrazených uzávěrech jezu - při dvou charakteristických průtocích Labem - $Q_{30d} = 690 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a $Q = 1140 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM
Uvolňování ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m.
Pokus 2 - převádění průtoku $Q = 250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ středním jezovým polem
Celková doba proplavení ledů z plochy $72\,000 \text{ m}^2$ - $t_s \approx 2,07$ hodin



TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM

Uvolňování ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m.
Pokus 4 - převádění průtoku $Q = 250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pravým jezovým polem
Celková doba proplavení ledů z plochy $72\,000 \text{ m}^2$ - $t_s \approx 2,38$ hodin



TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM

**Uvolňování ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m.
při nízkých průtocích - postupně středním, pravým a levým jezovým polem**



Komentář:

- Výchozí stav: MVE odstavena z provozu
- Mezi transportem ledů středním, pravým nebo levým jezovým polem není významný rozdíl, nicméně transport středním polem lze označit za nejefektivnější, a to zejména z těchto důvodů:
 - umožňuje v krátkém čase odplavit veškerý led z předpolí jezu a MVE
 - dochází k nejmenšímu hromadění ledů ve vývaru a nejplynulejšímu odplavování ledů do dolní zdrže.

TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM
Uvolňování ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m.
Pokus 9 - převádění průtoku $Q = 250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ plavební komorou
Celková doba proplavení ledů z plochy $72\,000 \text{ m}^2$ - $t_s \approx 2,37$ hodin



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM

Uvolňování ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m.

Pokus 11 - převádění průtoku $Q = 350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ levým jezovým polem a plavební komorou

Celková doba proplavení ledů z plochy $120\,000 \text{ m}^2$ - $t_s \approx 2,23$ hodin



Plavební stupeň Děčín – účinný transport ledů

TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM

Převádění ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m. plavební komorou při nízkých a středních plavebních průtocích



Komentář:

- V horní zdrži jsou ledy transportovány rovnoměrně po celé její šířce. Poté ledy směřují především do horní rejdy plavební komory, ale postupují i před jez.
- Ledy procházejí rejdou a přepadají přes vrata do vývaru, kde se kupí. Vývar se zaplňuje ledy, které z něho postupně odplouvají do dolní zdrže.
- Z horní zdrže nelze odvést ledy pouze plavební komorou, ledy zůstávají i před vtokem do MVE a před jezovými poli.
- Při větších průtocích zůstává plavební komora plná ledů, je účelné odvádět ledy pouze z horní rejdy. Problém bude třeba řešit na modelu PK ve větším měřítku.

TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM

Uvolňování ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m.
 Pokus 10 - převádění průtoku $Q = 350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ středním jezovým polem
 Celková doba proplavení ledů z plochy $120\,000 \text{ m}^2$ - $t_s \approx 2,30$ hodin



TRANSPORT LEDŮ PLAVEBNÍM STUPNĚM

Uvolňování ledů z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m.

Pokus 12 - převádění průtoku $Q = 350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ středním a levým jezovým polem

Celková doba proplavení ledů z plochy $120\,000 \text{ m}^2$ - $t_s \approx 2,23$ hodin



POZNATKY O MOŽNOSTECH UVOLŇOVÁNÍ PLAVEBNÍ DRÁHY NA KONCI MRAZOVÉHO OBDOBÍ

- manipulacemi na vodním díle by se neměly vyvolávat výraznější průtokové změny, které by se propagovaly do úseku pod ním a dále až na německý úsek Labe.
- pro včasné obnovení plavby je nezbytné provést ve zdrži rozrušení ledové pokrývky technickými plavidly; přistupuje se k němu obvykle po 2 až 3 dnech trvání oblevy, kdy teplé počasí a sluneční záření vyvolá v ledové pokrývce vnitřní tání a pevnost pokrývky významně poklesne
- za nízkých Q se ukázal jako účinný soustředěný transport ledů středním jezovým polem z horní zdrže s hladinou na kótě 124,50 m n.m., který umožňuje v krátkém čase plynule odplavit veškerý led z předpolí jezu a MVE
- za středních Q bude vhodné převádět ledy přes 2 jezová pole při hladině v horní zdrži na kótě 124,50 m n.m.
- za vysokých Q bude nutné převádět ledy všemi třemi jezovými poli

POZNATKY O MOŽNOSTECH UVOLŇOVÁNÍ PLAVEBNÍ DRÁHY NA KONCI MRAZOVÉHO OBDOBÍ

- při převádění ledů jezovými poli hrozí riziko hromadění ledů ve vývaru; dimenze resp. úpravu vývaru by bylo proto žádoucí ověřit výzkumem na 2D hydraulickém modelu v dostatečně velkém měřítku
- uvolňování ledů z horní zdrže PS na konci mrazového období pouze PK se ukázalo jako nedostatečně účinné - ledy je třeba převádět jezem,
- uvolňování ledů pouze PK je vhodné využít pro odvedení ledů z prostoru horní rejdy
- při transportu ledů PK dochází k jejich hromadění v prostoru pod horním ohlavím. (Tento problém bude třeba řešit spolu s úpravou celého ohlaví na modelu plavební komory ve větším měřítku, např. přepouštěním přídavného průtoku obtoky.)

3. OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ BEZPROBLÉMOVÉHO ZIMNÍHO PROVOZU

Stavební a technologické úpravy

Současný návrh plavebního stupně Děčín - varianty 1b zohledňuje požadavky bezpečného provozu v podmínkách zimního režimu toku zejména ve dvou směrech:

- jez o třech polích je umístěn do středu plavebního stupně kolmo na hlavní proudnici toku, což vytváří příznivé proudové poměry v horní i dolní zdrži
- jako hradící konstrukce jezu byly navrženy sektorové uzávěry, které jsou odolné proti namrzání a umožňují plynulé převádění ledových ker i vnitrovodního ledu

Při soustředěném převádění ledů jezovými poli (jedním, dvěma) se však mohou ukázat dimenze vývaru jako nedostatečné; tento problém by bylo vhodné řešit výzkumem na 2D hydraulickém modelu v dostatečně velkém měřítku.

OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ BEZPROBLÉMOVÉHO ZIMNÍHO PROVOZU

Úprava horního ohlaví plavební komory

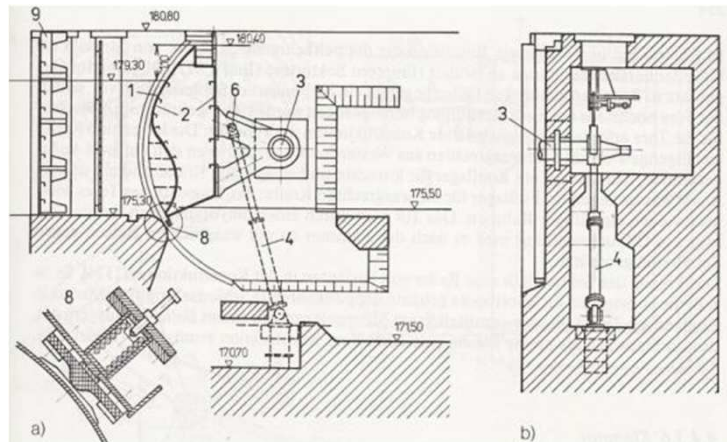
V horním ohlaví plavební komory je třeba navrhnout takové konstrukční řešení vrat, které bude umožňovat (kromě bezpečného a plynulého proplavování lodí):

- převádění části povodňového průtoku při jejich úplném vyhrazení
- převádění nezámrzného průtoku přepadem přes vrata
- převádění ledových ker a vnitrovodního ledu přepadem přes vrata
- doplňování plavební komory v poslední fázi jejího plnění
- náhradní přímé plnění plavební komory při případné havárii na systému obtoků a jeho uzávěrů

Uvedené požadavky nejlépe splňují vhodně konstrukčně řešená **jednodílná zdvižně-spustná segmentová vrata, popř. obdobná vrata stavidlová.**

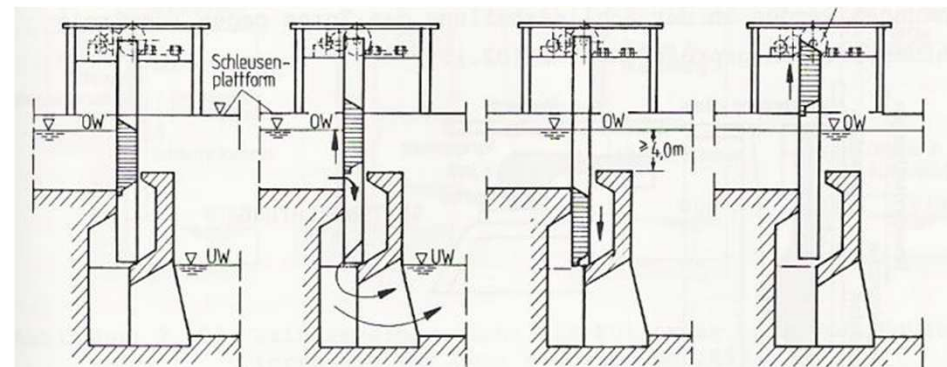
OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ BEZPROBLÉMOVÉHO ZIMNÍHO PROVOZU

Příklady řešení horního ohlaví plavební komory



a) Podélný řez plavební komorou b) Příčný řez horním ohlavím

Zdvíže-spustná segmentová vrata

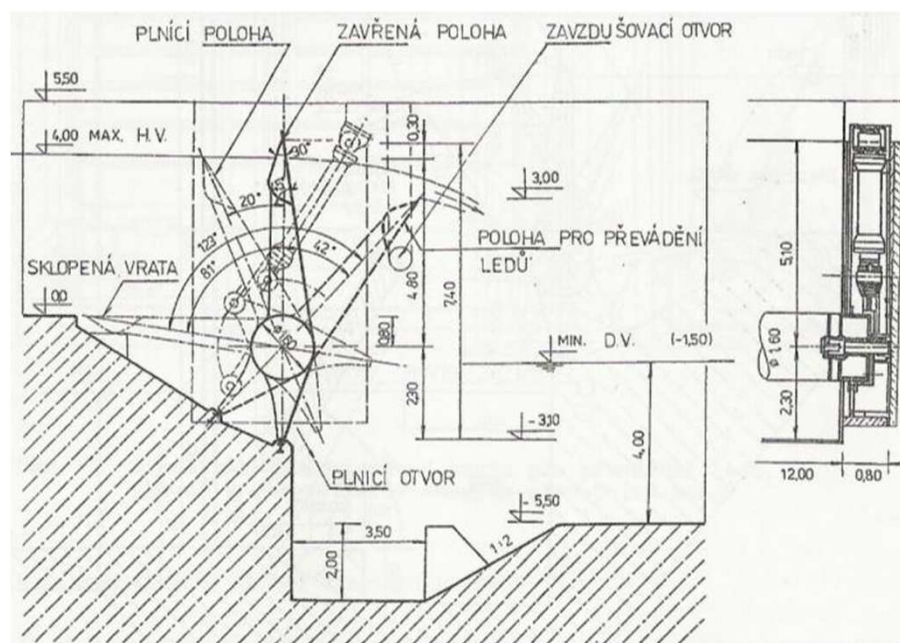


Jednodílná zdvíže-spustná stavidlová vrata

OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ BEZPROBLÉMOVÉHO ZIMNÍHO PROVOZU

Příklady řešení horního ohlaví plavební komory

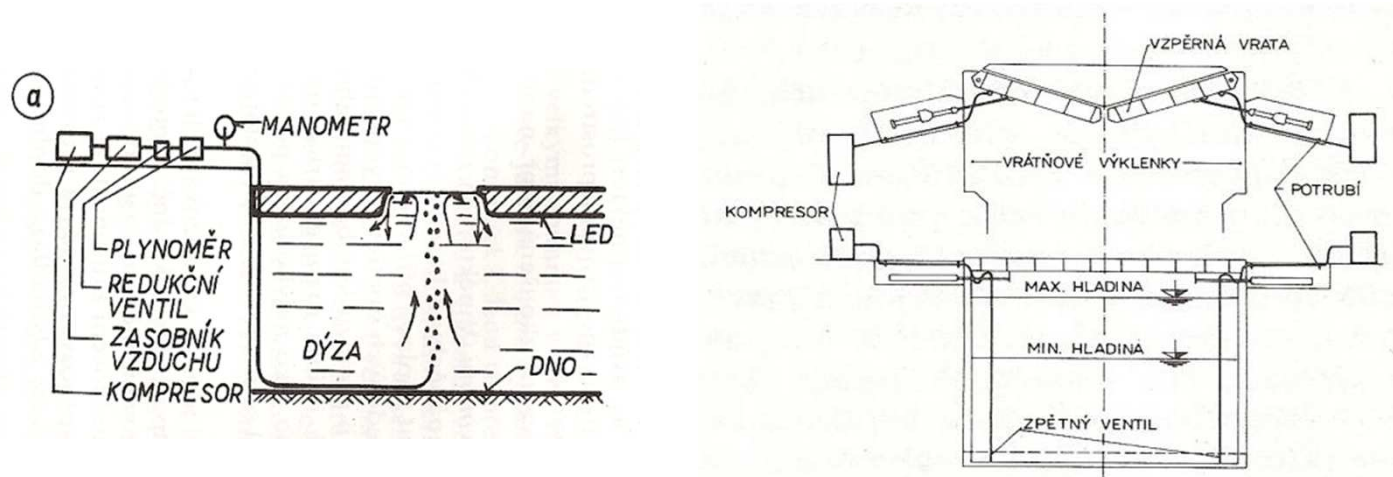
Předem nelze vyloučit ani variantní řešení pomocí pokloповých vrat Čábelkova typu v poslední úpravě, umožňující nejen plnění resp. doplňování plavební komory výtokem pod nimi, ale i převádění průtoků a ledů přepadem po jejich naklopení směrem po vodě.



Pokloповá vrata Čábelkova typu upravená pro převádění ledů

OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ BEZPROBLÉMOVÉHO ZIMNÍHO PROVOZU

Některá provozní opatření



- Pro ochranu hradicích konstrukcí jezu a horních vrat PK před namrzáním ledu ze strany horní vody se doporučuje použít rozmrazování ledu bublinkováním.
- U vzpěrných vrat ve středním a dolním ohlaví PK bude vhodné nainstalovat - pro zachování jejich plné funkčnosti a zabránění přimrzání k ledové celině - zařízení vhánějící stlačený vzduch potrubím s tryskami do vrátňových výklenků.



DĚKUJI ZA POZORNOST

VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T.G. MASARYKA

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. | Podbabská 30/ 2582, 160 00 Praha 6 | +420 220 197 111
info@vuv.cz, www.vuv.cz, **Pobočka Brno** | Mojmírovo náměstí 16, 612 00 Brno-Královo Pole | +420 541 126 311
info_brno@vuv.cz, **Pobočka Ostrava** | Macharova 5, 702 00 Ostrava | +420 595 134 800 | info_ostrava@vuv.cz