

## Soubor vzdělávacích a popularizačních materiálů z oboru závlah

### Pohled na budoucnost závlah v souvislosti se změnami klimatu

#### Autorský kolektiv:

##### VÚV TGM, v.v.i.

Mgr. Martin Caletka

Ing. Miriam Dzuráková

Mgr. David Honek

Ing. Hana Hudcová, Ph.D.

Ing. Miloš Rozkošný, Ph.D.

##### MUNI FF

doc. PhDr. Zbyněk Sviták, CSc.

Mgr. Aleš Vyskočil, Ph.D.

Mgr. Jaromír Florian

##### VÚMOP, v.v.i.

doc. Ing. Zbyněk Kulhavý, CSc.

Mgr. Igor Pelíšek, Ph.D.

Mgr. Petr Karásek

#### Zpracováno v rámci výzkumné aktivity:

Program aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI II) MK ČR

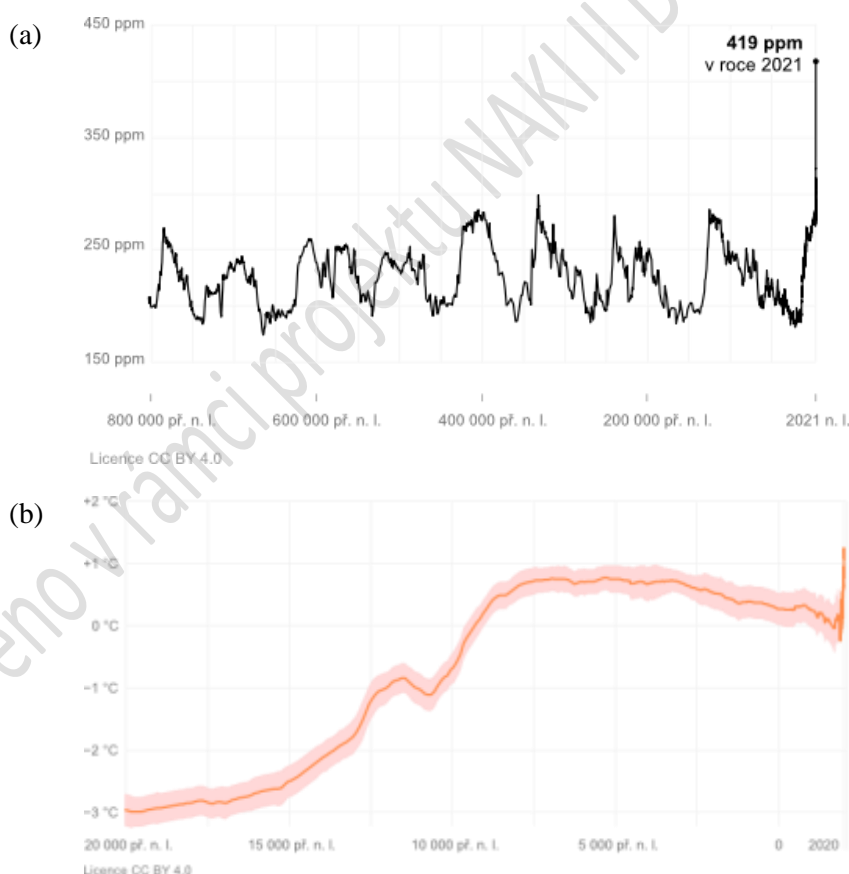
**Projekt DG20P02OVV015** Závlahy - znovuobjevované dědictví, jejich dokumentace a popularizace

## Budoucnost závlah

Mimo socio-ekonomické otázky, legislativní podmínky, aktuální technologické možnosti, ekonomickou náročnost, rentabilitu aj. byly jedním z určujících faktorů rozvoje závlah klimatické, či obecněji přírodní, podmínky dané lokality. Již v 19. století byl při úvahách o budoucím vývoji závlahových systémů zohledňován problém nedostatku vláhy. Problémům spojeným s probíhající změnou klimatu čelíme i v současnosti a podle dostupných predikcí se dá v blízké budoucnosti očekávat další zesilování jejich projevů. Závlahy jako jedna z částí komplexu opatření přitom mohou sehrát pozitivní roli při adaptaci na klimatickou změnu.

## Změny klimatu

Klima se v geologické minulosti Země mění. Rychlost a míra současných změn se však přirozenému vývoji vymykají. Protože jejich nástup odpovídá počátku průmyslové revoluce, kdy začala být ve velkém množství spalována fosilní paliva, jsou za jejich základní příčinu považovány rostoucí koncentrace skleníkových plynů v atmosféře uvolňovaných právě při spalování fosilních paliv. Vývoj teploty vzduchu a jeho porovnání s koncentracemi skleníkových plynů v atmosféře je uveden na Obr. 1.

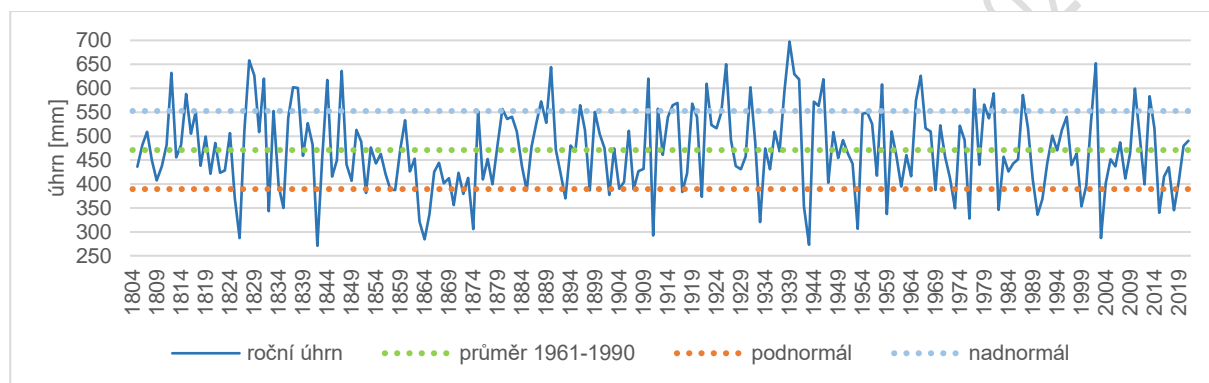


Obr. 1 Vývoj (a) koncentrace  $\text{CO}_2$  v atmosféře za posledních 800 tis. let (převzato od Fakta o klimatu, zdroj dat: NOAA), (b) globální teplotní anomálie vůči průměru referenčního předindustriálního období 1850-1900 za posledních 22 tis. let [převzato od Fakta o klimatu, zdroj dat: Shakun (2012), Marcott (2013), NASA].

Projevy změny klimatu se mohou v jednotlivých částech světa lišit. Přesto je možné uvést hlavní projevy v globálním měřítku: změna četnosti a intenzity výskytu extrémních jevů, jako jsou vlny veder, sucho, přívalové deště, povodně, vznik intenzivních tropických cyklón aj., se všemi důsledky na všechny složky živé a neživé přírody, včetně lidské populace (Klimatická změna, 2022).

Zjednodušený vývoj klimatu na území České republiky za poslední téměř dvě a půl století je možné ilustrovat na časových řadách průměrných sezónních teplot vzduchu a sezónních srážkových úhrnů měřených v pražském Klementinu od roku 1775, resp. 1804. Zajímavostí je, že teplotní je nejdlejší v kontinentální Evropě.

Z pohledu srážek se zdá, že roční úhrny i přes velkou rozkolísanost nevykazují výrazný trend změny (Obr. 2). Ani průměrné rozdělení srážek do jednotlivých ročních období nenaznačuje zásadnější změny (Obr. 3).

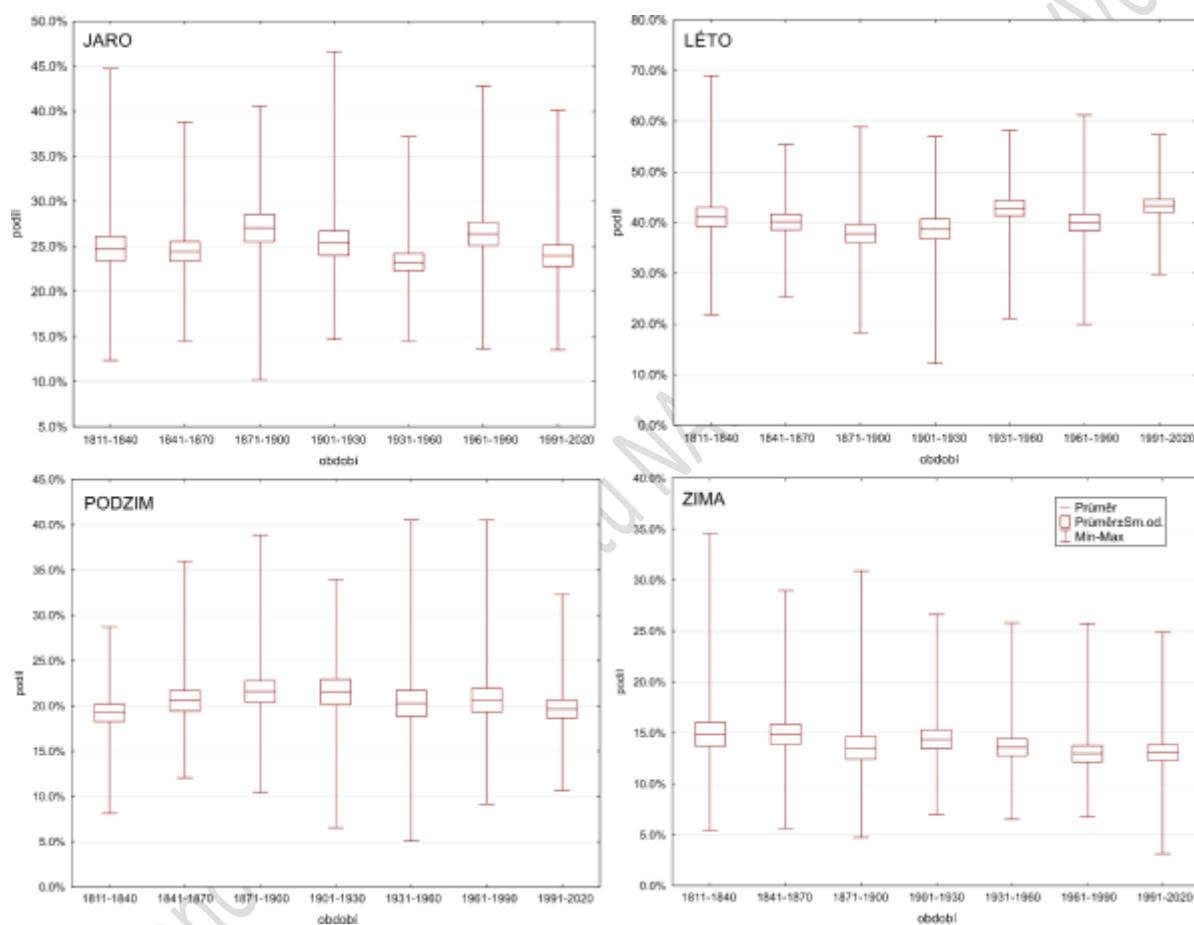


Obr. 2 Průběh ročních srážkových úhrnů v Praze-Klementinu v období 1804-2021, porovnání vůči průměru, pod-normálu a nad-normálu (průměr +/- směrodatná odchylka) za období 1961-1990 (zdroj: ČHMÚ).

Průměrné teploty vzduchu oproti srážkám vykazují za posledních přibližně 40 let výrazně rostoucí tendenci. Z porovnání průměrných ročních teplot vzduchu vyplývá, že z patnácti nejteplejších roků jich bylo hned dvanáct zaznamenáno po roce 1999. Mimo roky 1794, 1834 a 1994 se jednalo o roky 2000, 2007, 2008, 2009, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019. Obdobně je tomu také u všech ročních období (Obr. 4). Je však nutné doplnit, že stanice Praha-Klementinum je ovlivněna efektem tepelného ostrova města souvisejícím s rozšiřováním zastavěného území Prahy. Nicméně i přesto má klementinská časová řada pro ilustraci probíhajících klimatických změn na našem území u nás díky své délce dobrou vypovídající hodnotu.

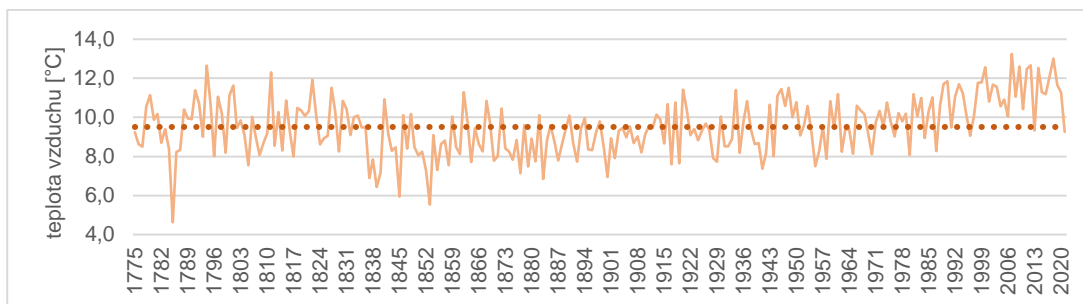
Pro území České republiky se dají klimatické změny zjednodušeně zobecnit tak, že zatímco množství srážek se i přes výskyt suchých period – např. v letech 1921, 1932-1934, 1947, 1953-1954 aj. (Brázdil a kol., 2015) – v dlouhodobém měřítku příliš nemění, průměrné teploty vzduchu narůstají. A právě rostoucí teplota vzduchu je primární příčinou sucha, protože s růstem teplot se pojí vyšší intenzita výparu. Významnou roli však hraje také změna časoprostorové distribuce srážek, kdy zejména v letním období padá rozhodující část úhrnu během několika intenzivních srážkových epizod, které často zasahují jen plošně malé území. Hovoříme o fenoménu přívalových srážek, kdy velké množství vody během velmi krátké doby dopadá na zemský povrch a rychle odtéká údolnicemi a sítí vodních toků a pouze velmi malá část srážkových vod vsakuje do půdy a hlubších

vrstev. Kromě škod na majetku a zdraví obyvatelstva může povrchový odtok působit výraznou vodní erozi orné půdy (Obr. 5). K erozi přispívá také delší doba, kdy je orná půda bez vegetačního pokryvu z důvodu dřívější sklizně z důvodu rychlejšího dozrávání plodin díky vyšším teplotám. Z hlediska zásob podzemní vody je rozhodující tvorba sněhové pokrývky v zimním období a charakter jejího odtávání na počátku jara. Z důvodu klesajícího počtu tzv. ledových dnů (maximální teplota vzduchu během celého dne nepřesáhne bod mrazu) klesá vodní hodnota sněhu, v důsledku čehož je dotace tavných vod do půdního profilu a podzemních vod deficitní.

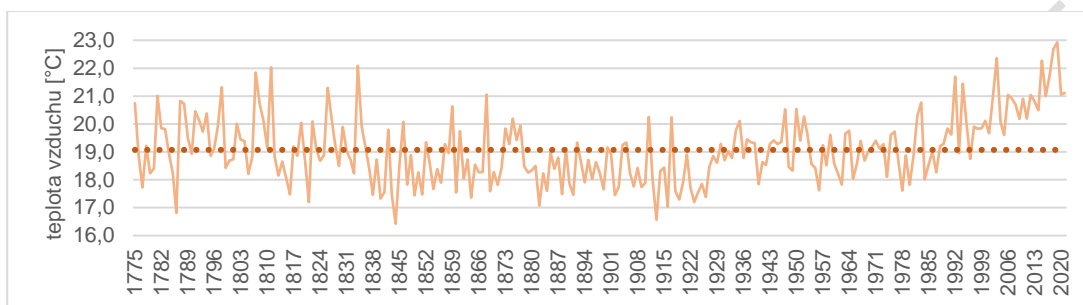


Obr. 3 Rozložení sezónních srážkových úhrnů měřených v Praze-Klementinu pro celá třicetiletá období v letech 1811-2020 (zdroj: ČHMÚ).

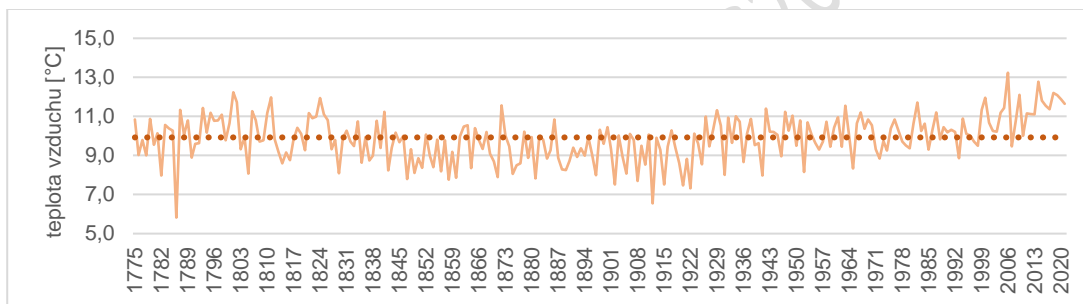
JARO



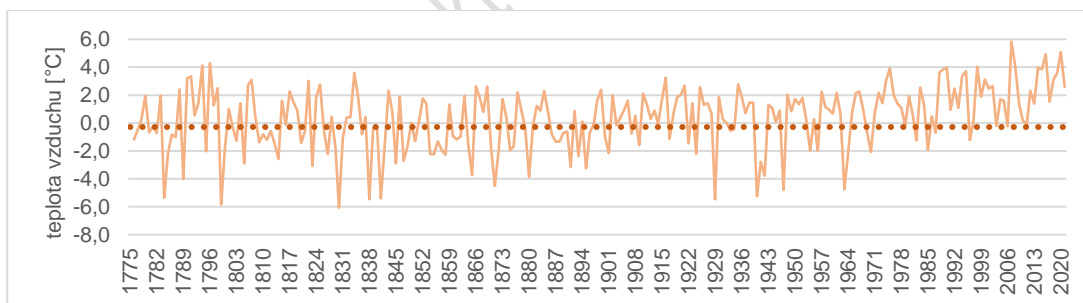
LÉTO



PODZIM



ZIMA



Obr. 4 Průběh průměrných sezónních teplot vzduchu v Praze-Klementinu v období 1775-2021 a porovnání s průměrem za období 1961-1990 (červeně) (zdroj: ČHMÚ).



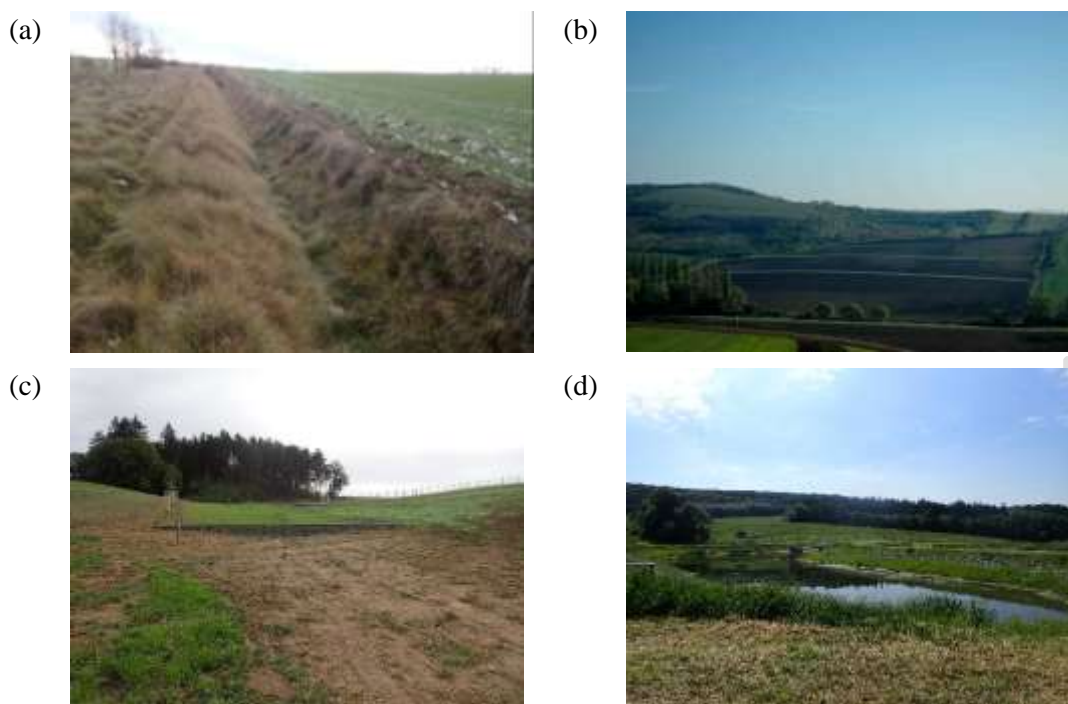
*Obr. 5 Erozní rýhy na orné půdě poblíž Vratislávky vyvolané intenzivními srážkami v červnu 2020 (foto VÚV TGM, Radek Bachan, 23. 6. 2020).*

### **Možná řešení**

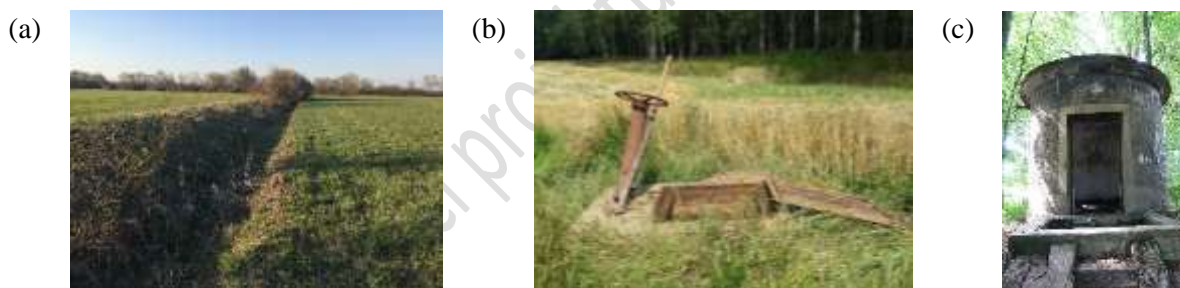
Většina problémů související s projevy změny klimatu je zesilována nerozumným využíváním krajiny. Původně pestrá zemědělská krajina tvořená mozaikou malých zemědělských ploch vzala za své při kolektivizaci v rámci socialistického zemědělství. Během desetiletí, po která zemědělská půda byla obhospodařována jednotnými zemědělskými družstvy, došlo ke zprůtrhání vazby k půdě a i po navrácení majetku rodinám původních majitelů v rámci restitucí je často zemědělská půda pronajímána velkým zemědělským společnostem. Přestože existuje řada výjimek, zemědělství má většinou průmyslový charakter, který ne vždy zohledňuje potřeby péče o krajinu, potažmo půdu.

Řešení naznačených problémů umožňuje realizace přírodně blízkých, organizačních i čistě technických opatření (Obr. 6), obvykle v rámci pozemkových úprav prováděných Státním pozemkovým úřadem (VÚV TGM, 2018; Burian a kol., 2011; Zákon č. 139/2002 Sb.). Snahou zmíněných opatření je zlepšit hospodaření se srážkami, tedy upravit vodní režim krajiny tak, aby byla posílena její schopnost zpomalovat povrchový odtok. Tím je možné do určité míry zmírňovat jeho negativní důsledky v době nadbytku srážek na straně jedné a zároveň vytvářet zásobu vláhly pro sušší období na straně druhé. Vhodným doplňkem systému opatření mohou být také závlahové systémy. Ty přitom byly u nás po roce 1989 v masové míře opouštěny a likvidovány. Mnoho objektů i celých soustav zcela zaniklo, z jiných se dochovaly pouze stavební konstrukce bez strojního vybavení, nebo s poškozenými technologickými částmi (Obr. 7).





Obr. 6 Příklady opatření ke zpomalení povrchového odtoku: (a) svodný travnatý příkop v k. ú. Brodek u Konic (okr. Prostějov), (b) zasakovací pásy v k. ú. Bohumilice (okr. Břeclav), (c) přehrážka, (d) krajinná malá vodní nádrž v lokálním biocentru Závaška, k. ú. Zástřizly (okr. Kroměříž) (převzato z: VÚV TGM, 2018).



Obr. 7 Pozůstatky závlahových soustav: (a) závlahový kanál u Veselí nad Moravou (okr. Hodonín), (b) regulační šachta u Uherčic (okr. Břeclav), (c) objekt čerpací stanice bez strojního vybavení u Selmic (okr. Pardubice) (zdroj: VÚV TGM).

Případná obnova závlahových systémů se musí vypořádat s pozitivními i negativními aspekty. Důležitou výchozí podmínkou je vždy lokalizace z hlediska potřeb pro zemědělskou činnost a míra dochování nejdůležitějších prvků závlahových systémů, kterými jsou odběrná místa, čerpací stanice a páteřní rozvody. Ze šetření vyplývají jako důvody zdrženlivosti v otázce obnovení především složité majetkoprávní vztahy, nezbytná domluva se všemi aktéry a nezáměr konečných uživatelů závlah podmíněný nedostatečně garantovaným odbytem pěstovaných plodin, rizikem návratnosti investic vzhledem k nastavené zemědělské politice, konkurencí zahraničních dodavatelů s dumpingovými cenami, nepříznivou dotační strategií a

ekonomickými podmínkami provozu závlah (finanční náročnost z důvodu ceny energií, vody, vybudování závlahových systémů, nákupů nových technologií atd.). Dalším negativním faktorem je otázka zabezpečení majetku a s tím související možnosti pojištění. V některých případech může být problémem nedostatek vodních zdrojů v okolí, popř. nemožnost přístupu ke zdroji, omezení velikosti odběru, popř. též špatná kvalita závlahové vody.

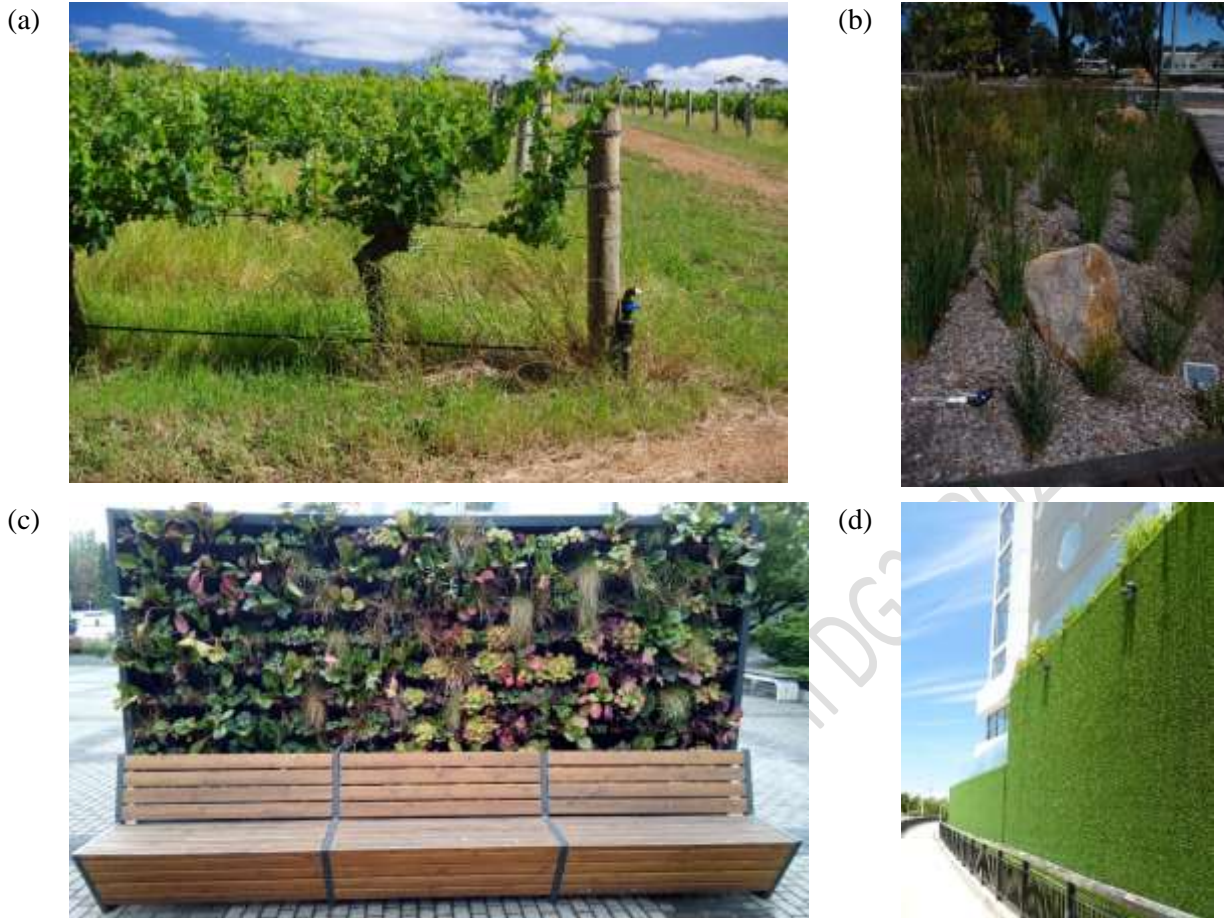
Základním podkladem pro navrhování závlahových systémů u nás je norma ČSN 75 0434 Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu, která byla rozpracována Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy do komplexní webové aplikace [Kalkulačka vláhové potřeby](#).

### **Technologie budoucnosti**

V České republice i v Evropské unii jsou řešeny otázky související s ubýváním povrchových i podzemních vodních zdrojů a vyrovnání nedostatku těchto zdrojů prostřednictvím dostatečně vyčištěných odpadních vod (Zavadil, 2008). Ostatně problematika využívání odpadních vod pro zavlažování není nová (Vrbenský, 1957; Zavadil, 1967; Šálek a Tlapák, 2006; Zavadil a Krátký, 2009; Šálek a kol., 2012; Plotěný, 2012).

Lze očekávat, že budou využívány nové technologie (moderní a energeticky úspornější vybavení čerpacích stanic, novější pivotové a další širokozáběrové zdroje, nová generace pásových zavlažovačů, kapková závlaha) a realizovány moderní a úsporné způsoby provedení závlah (řízené kapkové a postřikovací závlahy a mikrozávlahy) cílené od speciálních polních kultur (zelenina) a ovocných sadů, přes plochy s energetickými rychlerostoucími dřevinami, skleníky, zelené plochy sídel (parky) až po zelené střechy a fasády.





Obr. 8 Příklady užití moderních závlahových systémů: (a) kapkový závlahový systém s optimalizací provozu pomocí řídicího automatizovaného systému, (b) závlaha zelené plochy jako součásti modro-zelené infrastruktury hospodaření s vodami v prostředí sídel, (c), (d) exteriérové zelené stěny, jejichž součástí jsou rozvody závlah pro zajištění růstu vegetace, která pozitivně přispívá k ovlivnění mikroklimatu v městském prostředí (foto Miloš Rozkošný, 2021).

## Použitá literatura

- Brázdil, R., Trnka, M. a kol. (2015): Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost. Centrum výzkumu globální změny, Brno, 401 s.
- Burian, Z., Váchal, J., Němec, J., Hladík, J., ed. (2011): Pozemkové úpravy. Consult, Praha, 207 s.
- ČHMÚ, (2022). Praha Klementinum – Denní data ze stanice Praha Klementinum. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/praha-klementinum#> (cit. 20. 12. 2022).
- Fakta o klimatu (2022). Cykly koncentrací CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub> v atmosféře. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/cykly-koncentrace-co2> (cit. 20. 12. 2022).
- Fakta o klimatu (2022). Světová teplotní anomálie za 22000 let. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/teplota-22000-let> (cit. 20. 12. 2022).
- Klimatická změna, (2022). Dopady změny klimatu – Extrémní jevy. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/dopady-zmeny-klimatu-extremni-jevy/> (cit. 20. 12. 2022).
- NASA, GISTEMP Team, (2020): GISS Surface Temperature Analysis (GISTEMP). NASA Goddard Institute for Space Studies. Dostupný z: <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/> (cit. 20. 12. 2022).
- Marcott, S. A., Shakun, J. D., Clark, P. U., Mix, A. C. (2013). A Reconstruction of Regional and Global Temperature for the Past 11,300 Years. *Science*, 339, 6124, s. 1198-1201.
- Plotěný, K., Kliková, A. (2012): Závlaha vyčištěnou odpadní vodou – selským rozumem. *Listy CzWA*, č. 2, Příloha časopisu *Vodní hospodářství* 62, 3, s. 113–114.
- Shakun, J. D., Clark, P. U., Marcott, S. A., Mix, A. C., Liu, Z., Otto-Bliesner, B., Schmittner A., Bard, E. (2012). Global warming preceded by increasing carbon dioxide concentrations during the last deglaciation. *Nature*, 484, s. 49-54.
- Šálek, J., Tlapák, V. (2006). Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. Praha, Informační centrum ČKAIT, 283 s.
- Šálek, J., Kriška, M., Pírek, O., Plotěný, K., Rozkošný, M., Žáková, Z. (2012). *Voda v domě a na chatě*. Praha, Grada Publishing, a.s., 144 s.
- Vrbenský, V. (1957). Budeme zavlažovat odpadními vodami? *Vodní hospodářství*, 7, 3, s. 81-82.
- Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i. (2018). Katalog přírodně blízkých opatření pro zadržení vody v krajině. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 110 s. Dostupný z: [https://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1\\_katalog\\_opatreni\\_0.pdf](https://www.suchovkrajine.cz/sites/default/files/vystup/p1_katalog_opatreni_0.pdf) (cit. 19. 12. 2022).
- Zákon č. 139 ze dne 21. března 2002, o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů ČR*. 2002, částka 57. Dostupný online z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-139> (cit. 5. 12. 2022).
- Zavadil, J. (1967). Využití odpadních vod k závlahám. *Vodní hospodářství* 17, 6, s. 270–271.
- Zavadil, J. (2008). Kritéria využití městských odpadních vod k závlaze zemědělských plodin. *Metodika*. Praha: VÚMOP, 69 s.
- Zavadil, J., Krátký, M. (2009). Městské odpadní vody – významný zdroj vody pro závlahy. *Vodní hospodářství* 69, 5, s. 168–172.