

ČSVH

ČESKÁ SPOLEČNOST VODOHOSPODÁŘSKÁ

VODOHOSPODÁŘSKÝ BULLETIN



2024

OBSAH

1. ÚVODNÍ SLOVO PŘEDSEDKYNĚ Ing. Miloslava Melounová	2
2. DEŠŤOVÉ ZAHRADY V URBANIZOVANÉM PROSTŘEDÍ prof. Ing. Jan Šálek, CSc., Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.	4
3. TRENDY ZÁVLAH VE VYBRANÝCH EVROPSKÝCH METROPOLÍCH Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.	10
4. PŘELOŽKA VODOVODNÍHO ŘADU NA NÁMĚSTÍ PŘEMYSLA OTAKARA II. V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH Ing. Martina Havlová, Ing. Silvie Engelová	22
5. TŘI STALETÍ ČESKOBUDĚJOVICKÉ VODÁRENSKÉ VĚŽE V OBRAZECH Ing. Jiří Lipold	26
6. OBNOVENÍ PROSTUPNOSTI PODÉLNÉHO PROFILU HRANIČNÍ MALŠE Ing. Karolína Zámešková	33
7. MEMBRÁNOVÉ TECHNOLOGIE ENVI-PUR INOVACE PRO ČISTŠÍ BUDOUCNOST VODY Ing. Daniel Vilím	37
ŽIVOTNÍ JUBILEA 2024	38

POZNÁMKA REDAKCE

Za obsah příspěvků odpovídají autoři.

1. ÚVODNÍ SLOVO PŘEDSEDKYNĚ

Miloslava Melounová

Letošní rok nám přinesl mnoho zásadních změn. V oblasti politické na nás dopadá pokračující válka na Ukrajině a s ní spojená energetická krize i posilování obranyschopnosti Evropy, nový válečný konflikt v Izraeli a v Sýrii rozšiřuje další oblast neklidu s dopadem na světovou ekonomiku.

K 1. 7. 2024 vstoupil v platnost nový stavební zákon, který zavádí plnou digitalizaci stavebního řízení. Upozornování odborné veřejnosti včetně ČKAIT na nepřipravenost státní správy na digitalizaci celého stavebního řízení, a to jak z hlediska materiálového vybavení, tak personálního zajištění nebylo bráno dostatečně vážně. V důsledku nepřipravenosti došlo ke kolapsu stavebního řízení. Odborná veřejnost, která předpovídala tento stav, zásobila stavební úřady žádostmi o povolení staveb podle starého zákona do 30. 6. 2024. Hrubé nedostatky digitalizace stavebního řízení měly za následek odvolání ministra zodpovědného za tento stav. Po zjištění rozsahu nedostatků a chyb celého systému vláda nakonec rozhodla o zpracování nového systému digitalizace stavebního řízení s uvedením do praxe nejpozději k 1. 1. 2027. Lze si jen přát, aby nový zpracovatel přizval ke spolupráci skutečné odborníky, kteří stavební řízení ovládají a využívají jako jsou investoři staveb, stavebníci a projektanti.

V polovině září zasáhli Českou republiku vydatné až extrémní srážky. Zvyšující se intenzita několikadenních srážek vedla k postupnému nasycení povodí a vzestupu hladin toků, které v některých místech přesáhly 3. stupeň povodňové aktivity. Nejvíce byly zasaženy Moravskoslezský a Olomoucký kraj. Rozsah povodní a následné škody přesáhly povodně v roce 1997. ČHMÚ včasnou předpovědí a výstrahou umožnil přípravu vodních děl a celého integrovaného záchranného systému na povodeň. V důsledku toho se výrazně zmenšily ztráty na lidských životech oproti povodni v roce 1997.

Povodí Odry postihly mimořádné srážky od 12. 9. do 15. 9. 2024. Byly naměřeny srážkové úhrny přesahující v Jeseníkách 500 mm a v Beskydech téměř 300 mm srážek. Podle ČHMÚ spadlo v povodí Odry za tyto 4 dny 1,46 miliard m³ vody. Na

stanici Švýcárna (rozvodnice mezi povodím Odry a Moravy) bylo dosaženo historicky nejvyšší srážky v ČR ve výši 386 mm za 24 hodin. Protože vodoměrné stanice byly povodní zničeny, lze kulminační průtoky jen odhadnout. Pohybovaly ve výši 450 až 500 m³/s, což odpovídá stoleté až tisícileté vodě.

Obdobná situace nastala na Opavě a Opavici a na dolním toku Odry. Na horní Opavě průtoky významně překonaly stoletou vodu. Vodní díla napomohla k snížení kulminačních průtoků. Kaskáda vodních děl Slezská Harta a Kružberk na řece Moravici ztlumila kulminační průtok ze 183 m³/s na 1,5 m³/s. Ke snížení povodňových průtoků přispěly nádrže Šance na Ostravici, Morávka na Morávce, Žermanice na Lučině a Těrlicko na Stonávce. Odhadem bylo záplavou postiženo kolem 120 tisíc obyvatel, tj. 10 % obyvatel žijících v povodí Odry, 15 tisíc obyvatel muselo být evakuováno. Vedle vodohospodářského majetku byly poškozeny i silnice a železnice. Došlo k poškození majetku osob a podnikajících subjektů. Celkové způsobené škody na vodních dílech a tocích v povodí Odry činí přes 6 miliard Kč.

Povodí Moravy zasáhly největší srážky v období 12. 9. až 16. 9. 2024. Srážkové úhrny v Jeseníkách a Dolní Moravě dosahovaly přes 400 mm. V průběhu povodně byl dosažen 3. stupeň povodňové aktivity na 63 profilech. Průtok dosahující úrovně padesátileté vody a vyšší bylo dosaženo na 12 profilech na vodních tocích. Nádrž Vranov zásadním způsobem transformovala kulminační průtok na Dyji, čímž zabránila ohrožení Znojma. Stejný účinek měla vodní nádrž Vír na řece Svatce, která ochránila města na řece Svatce včetně Brna. Celkové způsobené škody na vodních dílech a tocích v povodí Moravy jsou téměř 3 miliardy Kč.

V Povodí Labe se jednalo především o intenzivní srážky v oblasti Krkonoš, Orlických hor a Jizerských hor. Jejich úhrny převýšily 500 mm (Špindlerovka). To se projevilo vysokými průtoky téměř na všech tocích. Na 44 profilech byl dosažen 3. stupeň povodňové aktivity. Na transformaci povodňových vln se významně podílely

nádrže Labská, Rozkoš, Seč, Les království a další. Nejvyšší povodňové škody vznikly na středním a dolním Labi. Celkové způsobené škody na vodních dílech a tocích v povodí Labe byly vyčísleny na víc než 700 mil. Kč.

V povodí Vltavy bylo nejvíce zasaženo území jižních Čech, zejména povodí Malše, Lužnice a Blatnice. Částečně bylo zasaženo povodí Sázavy a Želivky. Dolní Vltava díky Vltavské kaskádě a opatřením na vodních dílech nepřesáhla za soutokem s Beroučkou 1. stupeň povodňové aktivity. Celkové způsobené škody na vodních dílech a tocích v povodí Vltavy byly vyčísleny na 65 mil. Kč.

Po odeznění povodně se všichni musí potýkat s odstraněním následků a škod. Přichází období vyhodnocení celkových škod a stávajících protipovodňových opatření, poučení z průběhu povodně a navržení nových opatření. Pro vodohospodáře nastává nové období do další povodně.

Ing. Miloslava Melounová
předsedkyně
České společnosti vodohospodářské ČSSI, z. s.
miloslava.melounova@seznam.cz

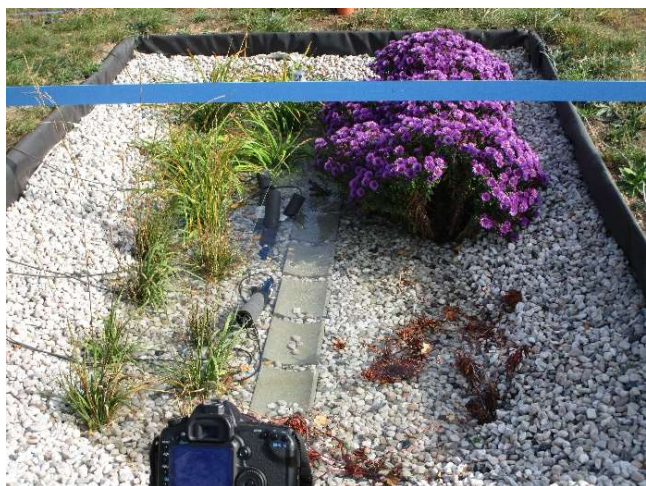
2. DEŠŤOVÉ ZAHRADY V URBANIZOVANÉM PROSTŘEDÍ

Jan Šálek, Pavla Schwarzová

Změna klimatických podmínek posledních let a odborné prognózy o dopadech klimatické změny do budoucna nutí odborníky a veřejnost k novému, udržitelnějšímu pojetí intravilánu. Rozšiřující se zastavěné plochy, růst teplot v městských tepelných ostrovech, intenzivní přívalové srážky střídané delšími obdobími sucha vyžadují v metropolích jiná hydrologická a urbanistická řešení, než na jaké jsme byli dosud zvyklí. Stěžejní je například zvětšení podílu zeleně nebo shromažďování srážkové vody jako cenné suroviny pro nadeplšování zásob podzemních vod, tzv. princip houbového města. Tato adaptační opatření jsou tvořena prvky modrozelené infrastruktury.



Obr. 1. Kvetoucí rostliny v dešťové zahradě ve vídeňské čtvrti Aspern



Obr. 2. Ukázka výzkumného dešťového záhonu v Univerzitním centru energeticky efektivních budov ČVUT v Buštěhradu

Jeden z těchto prvků, dešťové zahrady, jsou zařízením pro vsakování vod z přívalových srážek

(Geiger et al. 2009). Sbírají vodu z okolních zpevněných ploch nebo ze střech, redukuje její znečištění a v intravilánu jsou významné i pro estetické vlastnosti kvetoucích rostlin (obr. 1). Ve světě se navrhuje již více než 20 let. Jsou populárním a často používaným prvkem v USA, Rakousku, Velké Británii, Německu a v Dánsku. Výborně fungují zejména v systematické síti. Jejich výskyt a možné vzory uvádí portál *Počítáme s vodou* (Počítáme s vodou [online]).



Obr. 3. Sedimentační vtoková část dešťové zahrady ve vídeňské čtvrti Aspern



Obr. 4. Sedimentační vtoková část dešťové zahrady ve vídeňské čtvrti Aspern

Konstrukce dešťových zahrad a procesy v nich probíhající jsou dosud předmětem výzkumu (obr. 2). Řeší se druhové skladby rostlin snášejících suchu i dlouhodobé zamokření, změna půdní struktury a hydraulických charakteristik těchto člověkem vytvořených zasakovacích zařízení (Hečková 2018). Dešťové zahrady pomáhají regulovat nápor srážkových vod v ulicích a veřejných prostranstvích. Též se podílejí na vytváření zdravého mikroklimatu v intravilánu. Podobně jako vsakovací průleh nebo vsakovací rýha pod-

porují výpar ze zadržené srážkové vody do ovzduší, jak přímo evaporací, tak i transpirací vegetace (Sýkorová et al. 2022). Navrhují se s ohledem na TNV 75 9011 *Hospodaření se srážkovými vodami* (TNV 75 9011 [online]).



Obr. 5. Schéma navrhovaných dešťových zahrad ve vídeňské čtvrti Aspern



Obr. 6. Dešťová zahrada LIKO-S ve Slavkově u Brna, v centrální části je lávka a pod ní nátok srážkové vody ze střech objektu

Děšťové zahrady

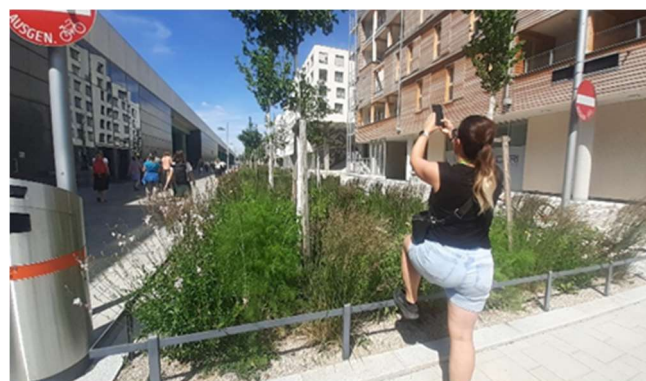
Technicky tvoří dešťové zahrady převážně ploché zemní prohlubně (nádrže) určené k poutání, částečné akumulaci, čištění, úpravě a následnému využívání srážkových vod. Plní funkci akumulační a retardační. Poutají, předčišťují a následně využívají srážkové vody ke zvýšení zásoby podzemních vod. Vytvářejí podmínky pro růst vegetace a příznivě ovlivňují vlhkost ovzduší. Velmi důležitý je jejich estetický účinek v urbanizovaném prostředí. Podle konstrukčního uspořádání je tvoří vodní příkopy, ploché nádrže s těsněným nebo částečně propustným dnem a břehy. Podle použité vegetace se dělí na dešťové nádrže s vodní, mokřadní a suchozemskou vegetací. Většinou se jedná o zařízení uměle budovaná, výjimečně jsou přírodního charakteru. Jako prvek decentralizovaného hospodaření se srážkovou vo-

dou jsou vybavené příslušnými objekty, kterými jsou bezpečnostní přelivy a regulační prvky (obr. 3, 4, 5).

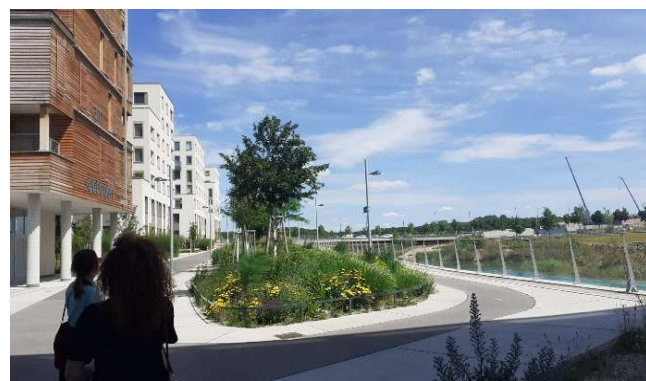
Dešťové zahrady jsou snadno zaměnitelné s jednoduchými vsakovacími prvky ve formě propustných záhonů s oblázkovým mulčováním (obr. 7 až 9). Jedná se o mírné terénní deprese (průlehy), do nichž jsou gravitačně svedeny srážkové vody. Dešťové zahrady mohou být součástí snížených veřejných prostranství, která slouží pro akumulaci vod z přívalových srážek (obr. 10).



Obr. 7. Vsakovací štěrkový záhon – průleh ve vídeňské čtvrti Aspern



Obr. 8. Vsakovací štěrkový záhon – průleh ve vídeňské čtvrti Aspern



Obr. 9. Vsakovací štěrkový záhon – průleh ve vídeňské čtvrti Aspern

Zdroje, množství a složení srážkových vod

Zdrojem vody pro dešťové zahrady jsou převážně vody srážkové, především ze střech, chodníků, dvorků, omezeně z travnatých, zemědělsky užívaných ploch. Výjimečně se užívají vody z podzemních zdrojů.



Obr. 10. Moderní trend uspořádání veřejného prostoru v intravilánu. Zdroj: Počítáme s vodou [online]

Hlavním zdrojem vody pro dešťové zahrady jsou dešťové srážky. Podkladem pro využití srážkových vod je znalost jejich množství a složení. Specifický roční odtok ze zpevněných ploch V (mm) se vypočte ze vztahu $V = \varphi_r \cdot H_r$, kde φ_r je redukovaný odtokový součinitel, H_r – redukovaný roční srážkový úhrn (mm), který se stanoví odečtením všech srážek menších než 1 mm za den od ročního srážkového úhrnu. Přítok srážkových vod Q (l/s) se stanoví ze vztahu $Q = \varphi \cdot S_s \cdot q_s$. V něm je φ – součinitel odtoku, S_s – plocha povodí (ha) a q_s – intenzita směrodatného deště uvažované periodicity (l/s/ha). Hodnoty součinitelů odtoku uvádí ČSN 75 6101 *Stokové sítě a kanalizační přípojky*.

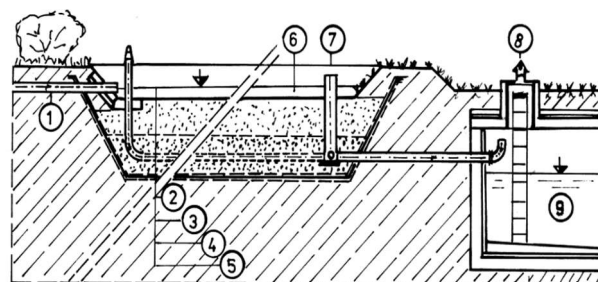
Odtok z nezastavěných ploch, jako jsou zahradní a parkové plochy, závisí na retenční schopnosti půdy, kterou je možné vyjádřit rovnicí:

$$H_{R(c)} = P_{ef(1)}(h_o - H_{R(3)}) + H_{R(3)}(P_{ef(2)} + 1)$$

V ní je $H_{R(c)}$ – celková povrchová a podpovrchová retenční výška pedosféry (mm), $H_{R(3)}$ – retenční výška půdního mikroreliefu (mm), $P_{ef(1)}$ – efektivní pórovitost propustné půdní vrstvy, která je schopna nasycení na bod vadnutí, $P_{ef(2)}$ – efektivní pórovitost svrchní nakypřené půdní vrstvy, která je schopna nasycení na polní vodní kapacitu, h_o – mocnost vegetačně aktivní zóny půdního profilu (mm). Hodnoty $P_{ef(1)}$ pro lehké půdy činí 0,241 až

0,431, pro střední půdy 0,136 až 0,339. Efektivní pórovitost $P_{ef(2)}$ lehkých půd činí 0,12, středních půd 0,16 a těžkých půd 0,08. Zvýšení vsakovací schopnosti půdního prostředí se docílí vhodným kypřením, zatravněním, výsadbou keřových porostů a jejich pravidelnou údržbou.

Znalostí o složení srážkových vod v urbanizovaném prostředí, vycházejících z přímých šetření, je naprostý nedostatek. Pro projekční účely se proto složení srážkových vod musí řešit výzkumem v místních podmínkách. Vlastnosti vod se liší podle místa, času, charakteru a uspořádání povodí. Složení srážkových vod ovlivňuje střešní krytina, topivo, složení kouřových plynů, smyvy z komunikací aj. Srážkové vody z frekventovaných komunikací, ze znečištěných průmyslových ploch, z ploch ošetřených zimním posypem soli, nebo ze střech s nevhodnou krytinou uvolňující toxické látky, jsou pro dešťové zahrady nepoužitelné. Z hlediska znečištění klasifikuje srážkové povrchové vody ČSN 75 9010 *Vsakovací zařízení srážkových vod*.

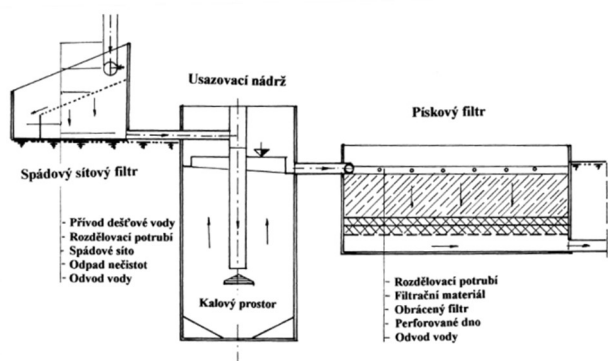


Obr. 11. Schéma půdního filtru používaného na jednoduchou úpravu srážkových vod

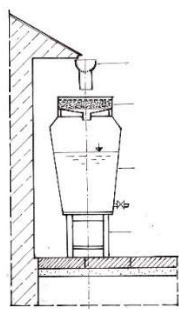
Jímání a úprava srážkových vod

Srážkové vody, vhodné pro další využití, se jímají ze střech, chodníků a jiných poměrně čistých ploch. K zachycování vody ze zpevněných ploch se využívají jímací žlábků a trubní odvody vody. Hrubé nečistoty z povrchových smyvů se zachycují na síťovém filtru. K další úpravě srážkových vod se užívá samočisticí síťový spádový filtr zachycujícího hrubší nečistoty. Usaditelné látky se separují v horizontálních, vertikálních a lamelových usazovacích nádržích. Jemné nečistoty se odstraňují filtrací přes filtry s jemným kamenivem z křemičitého písku, z vodárenského písku, krystalického vápence aj. Příklad jednoduchého půdního filtru je znázorněn na obr. 11, kde je znázorněn přívod předčištěné vody (1), filtr (2–7) a akumulace (8, 9). Schéma náročnějšího zařízení

s vertikální usazovací nádrží je znázorněno na obr. 12. Před úpravárenskou jednotku (obr. 11 a 12) je účelné umístit vyrovnávací nádrž, která odstraní nerovnoměrnosti přítoku. Další případné konstrukce uvádí Šálek, Malá (2001) a Šálek, Tlapák (2006).



Obr. 12. Schéma uspořádání čistícího zařízení s vertikální usazovací nádrží a pískovým filtrem



Obr. 13. Uspořádání malé akumulční nádrže s pískovým filtrem v nálevce



Obr. 14. Pohled na zahradní plochy jako příjemce srážkových vod z okolních staveb

Uspořádání miniaturních dešťových zahrad

Dešťové zahrady tvoří významnou součást komplexního hospodaření s dešťovými srážkami. Je výhodné akumulovat srážkové vody, převádět jejich část infiltrací do podzemních vod, regulovat

odtok a výparem z hladiny zvyšovat vlhkost ovzduší. Srážková voda se filtruje přes filtr v nálevce osazené nad nádrží a akumuluje se např. v plastové nádrži. Schéma plastové nádrže s pískovým filtrem je znázorněné na obr. 13. Po zahradce se tato voda pak rozvádí perforovaným potrubím, čímž se vytváří příznivé podmínky pro růst a vývoj mokřadních rostlin, zvyšuje estetický účinek zahrádky aj. Jednoduchá zařízení u nás byla realizována již před téměř před 50 lety. Uspořádání zahrádky jako příjemce srážkových vod z okolních nádrží je znázorněné na obr. 14 (Šálek et al. 2008).



Obr. 15. Malá vodní nádrž pro sběr srážkové vody, LIKO-S ve Slavkově u Brna



Obr. 16. Ukázka nádrže s infiltračními plochami, LIKO-S ve Slavkově u Brna

Malé vodní nádrže s vegetací

Funkci blízkou dešťovým zahradám mohou plnit v intravilánu také nádrže. Jsou těsněné buď jílovou vrstvou nebo plastovou fólií (obr. 15). Příkopové nádrže jsou po obvodu doplněné o infiltrační plochy, tvořené vrstvou drobného štěrku umožňující vsak nadbytečné vody do půdy v břehové oblasti.

Na obr. 16. je ukázka nádrže s infiltračními plochami. Někdy se používají upravené přírodní pro-

hlubně nebo průlehy. V podmínkách Brna se častěji navrhuje malé částečně těsněné nádrže (obr. 17 a 18). Jsou vybavené trubním přívodem vody s tlumičem energie srážkových vod a výpustným potrubím. Nejčastěji se využívají výškově nastavitelné, trubní šachtové přelivy.



Obr. 17. Celkový pohled na rákosové pole, infiltrační nádrž s mokřadní, resp. vodní vegetací



Obr. 18. Pohled na výpustné zařízení nádrže a bezpečnostní přeliv



Obr. 19. Přírodní zemní nádrž pro akumulaci srážkových vod v Brně-Lužánkách

Na obdobném principu jsou založená koryta toků, resp. podélné nádrže. Budují se většinou těsněné, vybavené vtokovými objekty s regulovatelnou výškou hladiny (obr. 19).

Závěr

Dešťové zahrady jsou v současných klimatických podmínkách přínosným a oblíbeným prvkem modrozelené infrastruktury měst. Pro veřejný prostor jsou zároveň technickým prvkem pro hospodaření se srážkovou vodou. Umožňují její efektivní předčištění a zasakování do podzemních vod. Vyskytují se v intravilánech v různých podobách. Většinou vyžadují poměrně malou údržbu. Jsou tvořeny speciálními rostlinami, snášejícími sucho i dlouhodobé zamokření. Druhovou skladbu rostlin pro dané podmínky (klimatické a půdní) je vhodné konzultovat s botaniky (Hájková 2005, Schimana 2007). V některých metropolích jsou již výzkumně určeny a předepsány konkrétními městskými standardy. Výsadby mají přínos estetický a mikroklimatický (osvěžující) a částečně nahrazují dřívější intenzivní květinové záhony, které vyžadovaly dodávky závlahové vody a zvýšenou péči. Retenční, čistící, estetickou a mikroklimatickou funkcí jsou dešťové zahrady v intravilánu blízké dešťovým nádržím, poldrům, lučným záhonům nebo průlehům.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory projektu TAČR SS02030027 *Centrum Voda: Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu* a projektu Fakulty stavební ČVUT SGS23/155/OHK1/3T/11 *Experimentální výzkum a monitoring srážkoodtokových a erozních procesů na zemědělských půdách*.

Online zdroje

Počítáme s vodou [online]: <https://www.pocitamesvodou.cz/>

TNV 75 9011 [online]: <https://mze.gov.cz/public/portal/-q363041---QOCSTmOG/tnv-75-9011-hospodareni-se-srazkovymi>

Literatura

Geiger, W., Dreiseitl, H., Stemplewski, J. (2009). *Neue Wege für das Regewasser*. Handbuch zum Rückhalt zur Versickerung von Regenwasser in Baugebieten. 3. vollständig überarbeitete Auflage. München: Oldenbourg Industrieverlag GmbH Neue Wege.

Dostupné z: <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/6423/91/L-G-0000642391-0056751678.pdf>

Hájková, M. (2005). *Vodní zahrada*. Brno: CP Books. I
SBN 80-251-0259-9

Hečková, P. (2018). *Fyzikální a hydraulické charakteristiky technogenní půdy pro dešťové zahrady*. Diplomová práce. ČVUT Praha. Dostupné z:
<https://dspace.cvut.cz/handle/10467/77946>

Schimana, W. (2007). *Vodní rostliny*. Praha: REBO Production. ISBN 978-80-7234-652-3

Sýkorová, M., Macháč, J.; Tománek, P., Šušlíková, L. (2022). *Voda ve městě: metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu*. Druhé rozšířené vydání. Praha: České vysoké učení technické (ČVUT). ISBN 978-80-01-07024-6

Šálek, J., Malá, E. (2001). *Stabilizační a dešťové nádrže*. Sborník referátů. Brno: FAST VUT

Šálek, J., Tlapák, V. (2006). *Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod*. Praha: Informační centrum ČKAIT. ISBN 80-86769-74-7

Šálek, J., Žáková, Z., Hrnčář, P. (2008). *Přírodní způsoby čištění a využívání vody v rodinných domech a rekreačních objektech*. Brno: ERA. ISBN 978-80-7366-125-0

prof. Ing. Jan Šálek, CSc.
Česká společnost vodohospodářská ČSSI
Staroměstská 1504/1
37004 České Budějovice

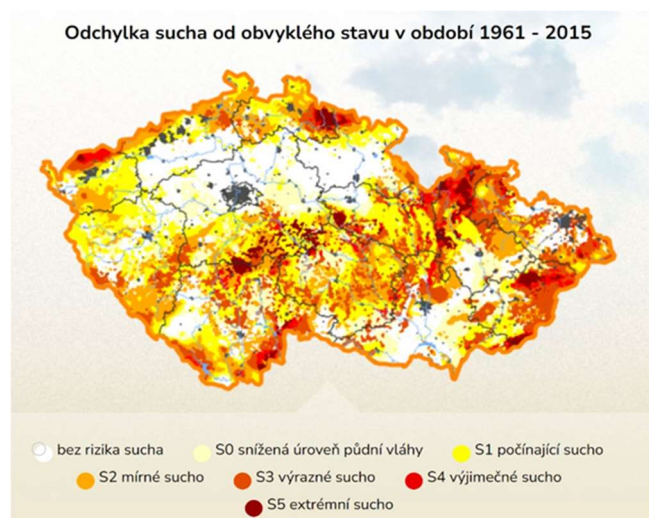
Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.
Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství
Fakulta stavební ČVUT v Praze
Thákurova 7
16629 Praha 6
pavla.schwarzova@fsv.cvut.cz

3. TRENDY ZÁVLAH VE VYBRANÝCH EVROPSKÝCH METROPOLÍCH

Pavla Schwarzová

Obavy o dostatečnost vodních zdrojů v současné době tlumí výstavbu moderních automatizovaných závlahových systémů, která se rozvíjela v České republice na přelomu tisíciletí (1995–2015). Projevy klimatické změny – dlouhodobý nárůst teplot a evapotranspirace spolu s neměnným úhrnem srážek – si však budování závlahových systémů dosud vynucují.

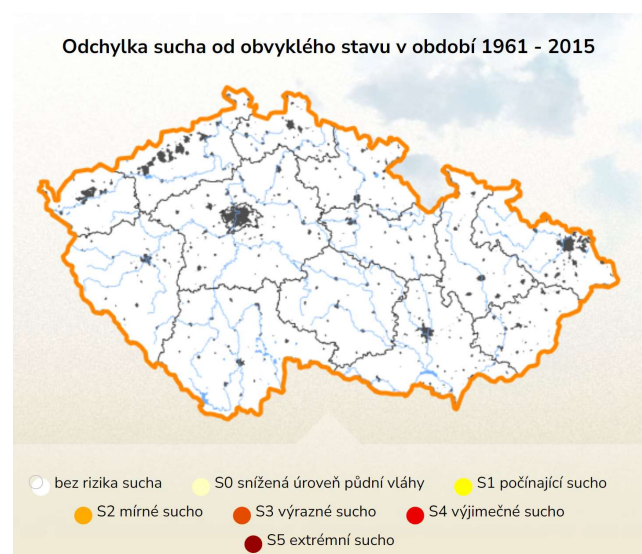
Změnu charakteru srážek (delší periody horka a sucha a následné přívalové deště) lze v malých a středních závlahách kompenzovat budováním akumulčních nádrží na srážkovou vodu. V případě větších závlah je nutné používat úsporné závlahové technologie. Při výstavbě závlah v ČR je nutno pečlivě hospodařit s vodou z přívalových srážek. Obavy z budoucího nárůstu teplot se promítají do scénářů, ve kterých se odhaduje, na jak velké nedostatky vody bychom se měli připravovat (Schwarzová et al. 2023).



Obr. 1. Aktuální stav sucha, situace 8. 9. 2024, odchylka sucha od obvyklého stavu v období 1961–2015. Zdroj: Intersucho [online]

O důsledcích klimatické změny poskytla široké veřejnosti čerstvý důkaz situace letošního léta. Delší periody horka a sucha byly vystřídány přívalovými srážkami. Na meteorologické stanici Strážnice bylo zaznamenáno 47 tropických dnů řazených v dlouhých vlnách horka a téměř bezprostředně poté následovaly v důsledku tlakové níže Boris srážkové úhrny přes 500 mm během dvou vln ve dnech 13.–15. 9. 2024. Prudké změny

zásobení krajiny a půdních profilů vodou dokumentují s odstupem jednoho týdne obr. 1 a 2. Vysoké srážky na velké části České republiky, zejména na severní Moravě, vyvolaly katastrofální povodně. Potvrdila se důležitost zpracovávání varovných systémů před povodněmi, které jsou výstupem dlouhodobých aktivit klimatologů a vodohospodářů. Ve srovnání s povodněmi v letech 2002 a 2013 došlo k výraznému zlepšení předpovědní služby, včasné informovanosti veřejnosti a spolupráce jednotlivých složek integrovaného záchranného systému.



Obr. 2. Aktuální stav sucha, situace 15. 9. 2024, odchylka sucha od obvyklého stavu v období 1961–2015. Zdroj: Intersucho [online]

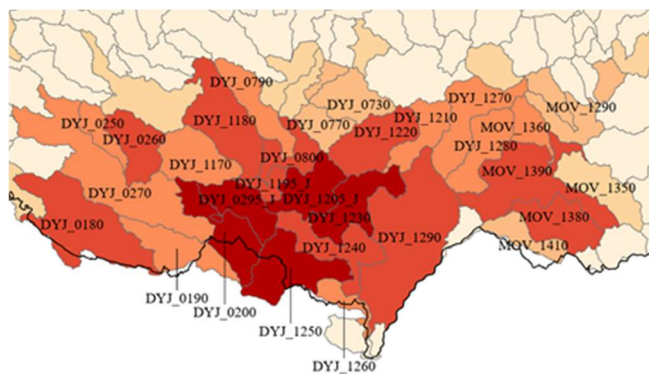
Léto roku 2024 ukázalo, že klimatické změny se souběžně projevují v zemědělské krajině a v intravilánu obcí. V zemědělské krajině v posledních letech došlo ke zmenšení retenční schopnosti půdního profilu a ke zpomalení infiltrace srážek do půdy. Krajina proto trpí suchem a náparem extrémních dešťů, které způsobují rychlý povrchový odtok provázený vodní erozí půd. Intravilány obcí v důsledku zastavěných údolních niv nejsou schopny bezpečně pojmout odtoky z přívalových srážek. Větší zastavěné aglomerace v horkých dnech vytvářejí městské tepelné ostrovy s vysokými teplotami.

Projekt *Počítáme s vodou* (Počítáme s vodou [online]) se od roku 2013 zabývá zdravým a efek-

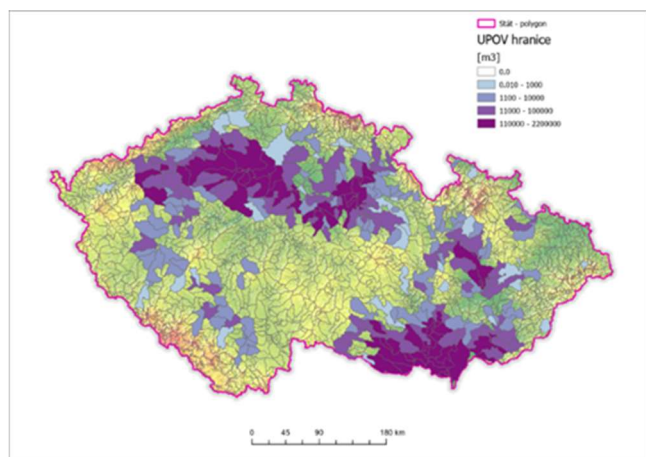
tivním hospodařením se srážkovými vodami v intravilánu obcí. Zaměřuje se na vzdělávání odborníků a odborné veřejnosti v ČR a také studium dobré praxe v zahraničí.

Výhledové zabezpečení zdrojů vody pro závlahy

V podmínkách klimatické změny budoucí zabezpečení vody řeší pod vedením VÚV TGM projekt *Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu – Centrum Voda*. Zabezpečení vody nejen pro rostliny a zemědělství, ale zejména pro obyvatelstvo, průmysl a energetiku bylo zpracováváno v rámci pracovního balíčku WP1 *Predikce vývoje zabezpečení vodních zdrojů v ČR do r. 2050*. V letošním roce projekt spěje do finále.



Obr. 3. Podíl plochy vinic v oblasti jižní Moravy, vztaheno k Útvarem povrchových vod (ÚPOV). Zdroj: Sedláčková (2023)



Obr. 4. Potřeby závlahové vody (m^3) pro jednotlivé ÚPOV. Zdroj: Dlabal et al. 2023

Projekt vytvořil pro ČR scénáře demografických prognóz o změnách počtu obyvatel v obcích, vyhodnotil jak stávající, tak i výhledový podíl odběrů vody pro jednotlivá odvětví i energetiku,

a popsal i trendy spotřeby vody pro průmysl a jeho recyklační technologie (Centrum Voda [online]). Pro závlahy řešil tento projekt spíše zemědělský pohled. Zaměřil se na vhodný závlahový detail umožňující do budoucna efektivní zavlažování, na minimalizaci ztrát závlahové vody a vhodné technologie k řízení přesného dávkování závlahové vody. Ve spolupráci s ČZU a Czech Globe byly vypočteny potřeby závlahové vody pro základní zemědělské plodiny a stávající vybudovanou závlahovou infrastrukturu ČR. Vše bylo řešeno v horizontu roku 2050 v několika scénářích (obr. 3 a 4).

Ze závěrů projektu skupiny WP1 *Centrum Voda* pro hledisko zemědělství a závlah vyplynulo, že je možné, že v horizontu několika let bude české zemědělství efektivnější. Díky změnám klimatu bude schopné poskytnout dvě sklizně ročně při určité kombinaci vhodných odrůd a dnes pěstovaných plodin (Dlabal et al. 2023). Proto bude nutné, nejen pro nejúrodnější zemědělské plochy, pokrýt potřebu vody výstavbou dalších vodních nádrží, respektive úpravou manipulačních řádů nádrží stávajících, pokud mají volnou kapacitu. Spolu s obnovou přírody a úpravou struktury krajiny je tak nutno posílit zadržování vody v krajině a následně nutné hospodaření s ní.

Trendy závlah ve vybraných evropských metropolích

Poznatky z let 2017–2024 z návštěv evropských aglomerací Vídně, Lince, Hamburku, Kodaně, Berlína, ale i ze zdařilých a udržitelných realizací z Prahy a z Brna v rámci projektu *Počítáme s vodou*, není možno rozsahem vtěsnat do tohoto článku. Zaměříme se proto na základní informace týkající se typických realizací závlah a trendu jejich vývoje. Příklady uvádíme zejména z Vídně, která byla navštívena opakovaně v letech 2024 a 2017, a chronologicky tak dokumentuje mimo jiné i trendový posun v závlahových realizacích za posledních 7 let. V adaptačních opatřeních se ukazuje větší rychlost budování závlah v urbanizovaném prostředí než ve volné krajině. Progressivní aglomerace Vídně byla vybrána pro geografickou blízkost k našim podmínkám a také pro fakt, že problematika zdravého a zeleného města zde má značnou důležitost, na zeleň se ve Vídni velmi dbá.

Zahraněční cesty projektu *Počítáme s vodou* byly zaměřeny na přírodě blízké hospodaření se sráž-

kovými vodami v evropských aglomeracích a jejich okolí, na využití adaptačních opatření na změnu klimatu a na decentralizované odvodnění. Závlahy byly v prvních letech exkurzí prezentovány spíše okrajově, téměř ojedinělým příkladem bylo v roce 2017 zavlažování zelených fasád (obr. 5–8).



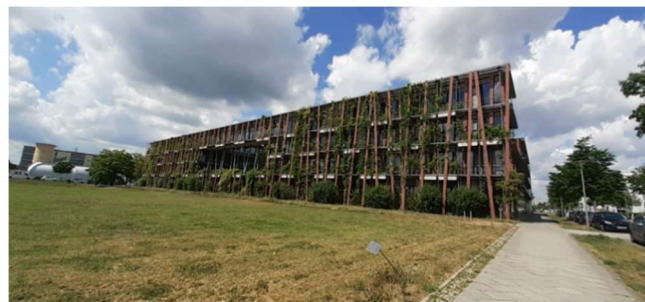
Obr. 5. Zelená fasáda na budově magistrátu ve Vídni, 2017



Obr. 6. Detail zelené fasády na budově magistrátu ve Vídni, 2017

Zelené fasády jako jedno z adaptačních opatření městských tepelných ostrovů (MTO) představil na svých budovách Magistrát města Vídně. Kromě estetické a klimatické funkce prezentovaly ozeleněné magistrátní budovy i názorný příklad pro veřejnost, jak je možné adaptační opatření realizovat na stávajících budovách, a to i v nesnadných případech (truhlíky na pomocné konstrukci při neúnosné fasádě, nebo při nedostatku místa na chodníku v památkové zóně (obr. 8)).

Ozeleněné fasády nejen obohacují metropole o městskou zeleň v místech, kde je nedostatek volných ploch pro jiné formy zeleně, ale též výrazně snižují přehřívání budov a vypařují nemalé množství vody (zlepšují mikroklima). Zároveň s nimi byly na budovách většinou instalovány i zelené střechy, které opět ochlazují, působí esteticky a mikroklimaticky, a slouží jako relaxační prostory pro zaměstnance. Rovněž spolupůsobí v retenci vody ze srážek. Zatímco u zelených fasád byly moderní automatické závlahové systémy nezbytností, zelené střechy na stávajících budovách byly budovány vesměs extenzivní (bez závlahových systémů), pro co nejmenší dodatečné zatížení stávajících budov.



Obr. 7. Zelená fasáda budovy Humboldtovy univerzity v kampusu Adlershof v Berlíně, 2022



Obr. 8. Ozelenění historické budovy v centru Vídně popínavými rostlinami, 2017

Co se týče automatických závlahových systémů na ozeleněných fasádách, byly prezentovány nenápadně provedené systémy s čidly a senzory teploty a vlhkosti, (i v jednotlivých patrech fasády), aby zajišťovaly optimální vlhkost a hnojení. Tyto systémy byly většinou precizně řízené počítačem a každá jednotlivá fasáda obsahovala speciální druhy rostlin, vhodné pro danou lokalitu a míru

oslunění. Často byla zohledňována u vyšších budov i míra zastínění ve spodnějších patrech. Požadavkem většinou bylo, aby byla fasáda zelená i v zimě, což vyžadovalo i zimní režim závlahy. Pro zelené fasády všeobecně platí, že vegetace vertikálních zahrad je zcela závislá na dobře fungující závlaze a výpadky závlahy mohou vést ke stoprocentnímu úhynu rostlin (Burian et al. 2022). Uschnutí je tedy nejčastější příčinou úhynu zeleně na živých stěnách. Absence závlahy nebo porucha závlahového systému je problémem v letním i zimním období, neboť díky teplejším zimám rostliny i ve slunečných zimních dnech v evropských podmínkách transpirují a následně trpí nedostatkem vláhy.



Obr. 9. Pohled na budovu magistrátu se zelenou fasádou ve Vídni, 2024

Z tohoto důvodu se v prvních letech exkurzí (2017, 2018) v drtivé většině případů jednalo o použití pitné vody pro závlahu. Pitná voda byla vhodná nejen pro svou čistotu, ale i pro operativnost, nutnost častého a opakovaného automatického napouštění a vypouštění závlahového systému zelené fasády v zimním období (z důvodu příchodu mrazů). S příchodem mrazů je nutno okamžité vypouštění vody z venkovních plastových rozvodů, neboť hrozí nebezpečí jejich popraskání. Zřejmě je i obtížnost umístění akumulčních srážkových nádrží na stávajících budovách (značné zatížení střech) a také zajištění nutnosti precizní filtrace při použití srážkových a recyklovaných vod. Tehdejší využití pitné vody bylo rovněž odůvodňováno dostatečnými zásobami pitné vody ve Vídni, nebo malou spotřebou zavlažované instalace.

Prezentované zelené stěny byly realizovány různými způsoby. Pokrytím truhlíky s rostlinami se jednalo o *živé stěny* s truhlíky, boxy atd., kdy vegetace je zakořeněna po celé ploše stěny (obr. 5 a 6). Naopak fasády porostlé rostlinami kořenicí-

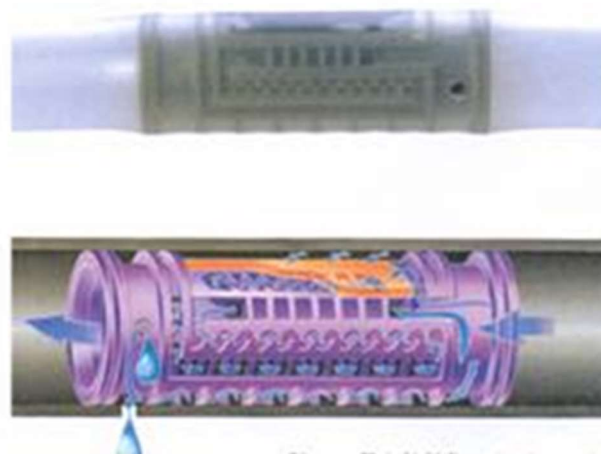
mi v zemině u paty objektu, byly tzv. *zelené fasády* se samopnoucími i nesamopnoucími rostlinami (obr. 8). V obou případech (Hřebcová 2020), byla závlaha realizována kapkovacím potrubím, přičemž zelené fasády, kořenicí v rostlém terénu u paty budov měly výhodu v podpůrné vlhkosti rostlého půdního profilu (obr. 9 a 10).



Obr. 10. Kapkovací potrubí u paty budovy magistrátu ve Vídni, 2024



Obr. 11. Kapkovací potrubí volně položené kolem stromů ve Vídni, 2024



Obr. 12. Detail labyrintu kapkovacího potrubí. Zdroj: Rain Bird [online]

Závlaha kapkovacím potrubím a bodová závlaha Root Zone Watering System

Kapkovací potrubí se stalo postupem doby trendovým závlahovým detailem. Díky tomu, že je kapková závlaha charakterově nízkoprůtoková ($2\text{--}10\text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$) a nízkotlaká ($0,05\text{--}0,4\text{ MPa}$), pomalu dávkuje malá závlahová množství přímo k rostlinám a nezavlažuje nežádoucí mezilehlé prostory. Oproti dalším závlahovým způsobům (postřik, výtopa) vytváří úsporu vody, má minimální ztráty výparem, povrchovým odtokem a průsakem. Kapková závlaha je většinou zajišťována kapkovacím potrubím s vnitřními kapkovači (labyrinty) (obr. 11), nebo potrubím s externími kapkovači (Kulhavý, Kulhavý 2008). Labyrint s malými otvory (obr. 12) je prvek kapkovacího potrubí, který zajišťuje vykapávání závlahové vody k rostlině, na principu tlakové místní ztráty, tj. s nulovým tlakem. Malé velikosti kapkovacích otvorů v labyrintech vyžadují čistotu závlahové vody zajišťovanou dostatečně jemnou filtrací.

Díky nízkému provoznímu tlaku v závlahové trubní síti a také díky malým profilům závlahových prvků nevyžaduje kapková závlaha v menších závlahových systémech vysoké investiční a provozní náklady. Z hlediska výnosů plodin je kvůli přesnému a cílenému dávkování vody, hnojiv a ochranných látek vysoce efektivní. V posledních letech však komplikuje využívání kapkovacího potrubí nedostatek čisté vody, který si vynucuje využívání vody srážkové nebo recyklované.

Jedny z prvních rozsáhlejších zkušeností s moderní kapkovou závlahou z povrchové nádrže v ČR (směs srážkové a vyčištěné odpadní vody v poměru 70 % a 30 % vyčištěná odpadní voda) byly získány na ozeleněné fasádě v Liko-S (Liko-S [online]) ve Slavkově u Brna již v roce 2015 (obr. 13). Kapkovací potrubí je na této fasádě (živé stěně) umístěné ve složitých instalacích. Principiálně se již nemůžeme spoléhat na využití podzemních vod ze studní nebo pitné vody ani v podzemních instalacích kapkovacího potrubí v kořenových systémech rostlin. Podle některých uživatelů právě čistota pitné a podzemní vody umožňovala těmto instalacím bezproblémovou závlahu. Vysoká tvrdost vody, velké množství rozpuštěných látek nebo biologického znečištění působí v kapkovacím potrubí potíže a ucpává kapkovače. Úprava závlahové vody a precizní filtrace je u kapkové závlahy nutná. Investoři ji však pro nákladnost často zanedbávají, a způsobují tím

sníženou životnost prvků. Speciálně úprava povrchových, srážkových, šedých nebo předčištěných vod vyžaduje většinou i odstranění biologického znečištění pískovou filtrací, a přesto tato závlaha nebývá zcela bezproblémová.



Obr. 13. Ozeleněné fasády objektu LIKO-S ve Slavkově u Brna a povrchový zdroj vody pro jejich kapkovou závlahu, 2019



Obr. 14. Mobilní zavlažovací vaky na principu kapkové závlahy pro stromy

Zatímco v roce 2017 (Vídeň, Rakousko) a 2018 (Kodaň, Dánsko) zajišťovaly doplňkovou závlahu výsadeb převážně mobilní zavlažovací vaky (obr. 14 a 15), v roce 2024 již byla ve výsadbách Vídně často používána speciální podzemní bodová závlaha *Root Zone Watering System* RZWS (Hunter [online]), napojitelná na automatické závlahové systémy (obr. 16 a 17). Různé dimenze prvků této bodové závlahy (tři různé vydatnosti s průtoky $0,9\text{--}1,9\text{ l/min}$) přivádějí ke kořenům stromů jak vodu, tak i živiny a současně odvětrávají kořenový systém. Komponenty RZWS jsou vhodné pro zavlažování menších stromů a ke každému stromu se umísťují 2–3 kusy. Systém má mírně vyšší průtoky než kapková závlaha, a proto patří

katalogově mezi prvky bodové závlahy. Plastové prvky RZWS jsou v automatických závlahových systémech řízeny ovládací jednotkou a klasickými elektroventily.



Obr. 15. Mobilní zavlažovací vaky na principu kapkové závlahy pro keře



Obr. 16. Závlaha kořenového systému stromů a keřů bodovou závlahou. Zdroj: Irimon [online]



Obr. 17. Automatická podzemní bodová závlaha pro stromy

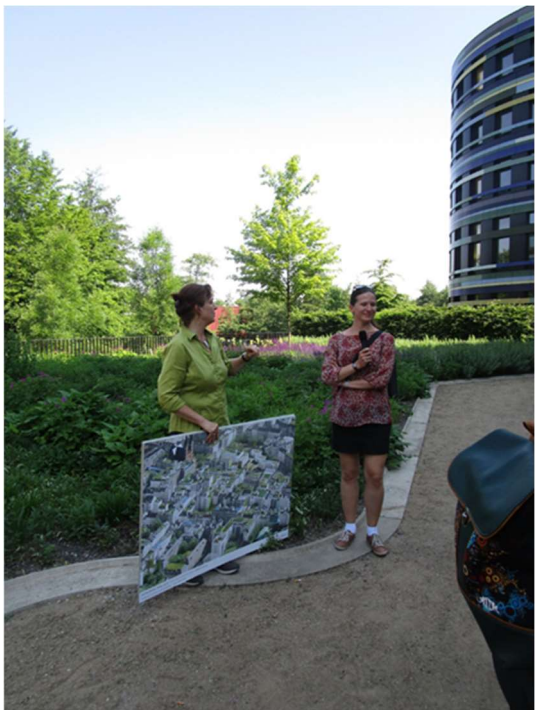
Zelené vegetační střechy

Jak již bylo uvedeno, v prvních letech exkurzí *Počítáme s vodou* se jednalo zejména o závlahy zelených stěn a použití zavlažovacích vaků. Zelené střechy ve Vídni a v Hamburku byly v tehdejší době spíše extenzivní (obr. 18), bez závlahových systémů, s rozchodníky, suchomilnými bylinami, levandulovými porosty, travinami apod. Na pochozích střechách již byla často umístěna včelstva nebo fotovoltaika.



Obr. 18. Pochozí extenzivní zelená střecha na budově Magistrátu města Vídně, 2017

Unikátní intenzivní zavlažovaná zelená střecha na ploše 10 000 m² byla představena v roce 2018 na střeše garáží nově postaveného Ministerstva životního prostředí a energetiky v Hamburku. Realizována byla v roce 2013. Je místem pro odpočinek zaměstnanců a veřejným parkem (obr. 19). Závlaha zde probíhá automatizovaným závlahovým systémem, podzemním kapkovacím potrubím dotovaným srážkovou vodou. Pokud se projeví nedostatek této srážkové vody, je doplňována vodou z vodovodu. Vzhledem k tomu, že je vodohospodářská situace Hamburku z hlediska povodňových událostí komplikovanější, díky poloze v blízkosti moře, významnému toku Labe v centru města, a ještě změnou charakteru přívalových srážek posledních let, rozhodlo se vedení města ve větší míře podpořit budování zelených střech. V roce 2018 bylo v Hamburku 50 % všech střech plochých a jejich ozelenění umožní lokální infiltraci srážkové vody – nahradí plochu zabranou výstavbou. Představen byl proto koncept Hamburku v roce 2025, kdy bude platit povinnost realizovat zelené střechy na všech plochých střechách (obr. 20).



Obr. 19. Intenzivní zelená střecha na budově podzemních garáží pro areál Ministerstva životního prostředí a energetiky v Hamburku, 2018

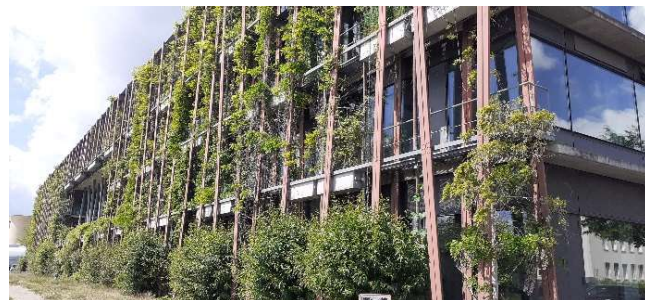


Obr. 20. Koncept Hamburku v roce 2025, kdy bude platit povinnost realizovat na plochých střechách zelené střechy

Změna pojetí závlah

Jak již bylo řečeno, výskyt závlahových realizací byl během uplynulých osmi let exkurzí spíše sporadický. Rozsáhlejší závlahovou realizací byla dominantní výzkumná zelená fasáda Humboldtovy univerzity v Adlershofu poblíž Berlína (obr. 21). Kombinace *zelené fasády* se samopnoucími rostlinami, a *živé stěny* s truhlíky ve vyšších patrech, (obr. 22), řešila pokrytí celé výšky fasády. Část rostlin tedy roste v zemi a část v truhlíku a spolupůsobí na jižní straně budovy jako

efekt žaluzií. Kombinace různých druhů rostlin pak zohledňovala estetiku a barevnost fasády (vistárie, popínavá hortenzie, barevný břečťan), rychlé pokrytí fasády po dokončení stavby (divoké víno) a také dosah rostlin (některé vyrostou pouze do omezené výšky). Z důvodu zdejší ochrany podzemních vod poprvé zazněla priorita odpařování srážkové vody před jejím vsakováním.



Obr. 21. Detail pokrytí fasády rostlinami, budova Humboldtovy univerzity v kampusu Adlershof v Berlíně, 2022



Obr. 22. Detailní pohled na rozvod kapkové závlahy do truhlíků na fasádě budovy Humboldtovy univerzity v kampusu Adlershof v Berlíně, 2022



Obr. 23. Podzemní zázemí závlahového systému zelené fasády v budově Humboldtovy univerzity v kampusu Adlershof v Berlíně, 2022

Moderní automatický závlahový systém pro kapkovou závlahu zde má důmyslné podzemní zázemí, sofistikovaný velín (obr. 23) a dostatečně kapacitní suterénní akumulční nádrž, která zachycovala srážkové vody ze střech univerzity. Množství čidel a měřených dat bylo adekvátní

výzkumnému objektu, ale přesto, stejně jako ve Vídni (2017), došlo finálně k závlaze pitnou vodou. Po prvních měsících provozu se totiž ukázalo, že akumulované vody z objektů univerzity jsou kontaminovány čistícími přípravky z údržby střech a fasád (herbicid proti růstu hub apod.) a viditelně poškozují rostliny na zelené fasádě. Znamenalo to, že musí být podniknut další výzkum a technologické kroky tak, aby znovu využívaná akumulovaná voda mohla být k závlaze využita dle původního plánu.

Udržitelné způsoby hospodaření se závlahovými vodami:

- volba suchomilných rostlin,
- stínění travních ploch a výsadeb proti enormnímu vysychání,
- přirozené vsakování srážkové vody do zelených ploch (přirozená závlaha trávníků),
- užití dešťových zahrad s rostlinami snášejícími jak sucho, tak delší dobu zaplavení,
- realizace povodňových parků a vsakovacích zatravněných poldrů.

Pokud byly větší travní plochy součástí intravilánu (plochy pro volný čas), péče o ně spočívala zejména ve vyšší výšce sekání a snížené frekvenci kosení, nikoliv v zavlažování. V roce 2024 při návštěvě Vídně již dokonce byly nekosené luční trávníky součástí prostorů sídlišť (obr. 24 a 25).



Obr. 24. Nekosené luční porosty ve vídeňské čtvrti Aspern, 2017

Hledání vhodných rostlinných druhů, dobře snášejících sucho, je samozřejmou součástí adaptačních opatření (obr. 26). Exkurze do zahradnické školy a výzkumné zahrady v Schönbrunnu pod vedením dr. Stefana Schmidta nám ukázala experimentální záhony, stanovující pro tento region nároky výsadeb na vodu (obr. 27). Časté bylo používání oblázkového mulče u výsadeb, které občas schovávalo umístění kapkovacího potrubí, případně RZWS.



Obr. 25. Nekosené luční porosty ve vídeňské čtvrti Aspern, 2017



Obr. 26. Rostliny snášející sucho jako doplněk odpočinkových prostor ve vídeňské čtvrti Aspern, 2017



Obr. 27. Výzkumná zahrada zahradnické školy v Schönbrunnu ve Vídni testuje výsadby tolerantní ke klimatické změně, 2024

Důsledné zastínění travních ploch vzrostlými stromy proti enormnímu vysychání bylo prezentováno již v roce 2018 v městské čtvrti SolarCity v rakouském Linci (SolarCity [online]). Energeticky úsporná obytná čtvrť v Linci-Pichlingu s udržitelnými principy (využívání sluneční energie, hospodaření se srážkovou vodou a omezení automobilové dopravy v centru města) byla navržena v roce 1998 Ateliérem Dreiseitl a budována již v letech 1999–2005. V projektu SolarCity se

zdůrazňovalo v první řadě stínění zelených ploch velkými korunami stromů (obr. 28), trávniky v intravilánu města byly významným místem pro vsak srážkové vody a rezidenční zatravněná parkoviště (trávbetonové dlaždice) odváděla přebytečné vody do zatravněných průlehů (obr. 29). Doplňkové zavlažování trávníků nebylo v tehdejší době v *SolarCity* řešeno a nebyla využívána ani redistribuce vody přes akumulací nádrže.



Obr. 28. Zastínění tramvajové trati proti výparu v linecké čtvrti SolarCity, 2017



Obr. 29. Svedení srážkové vody z rezidenčních parkovišť do průlehů a zastínění trávníků vzrostlou zelení v linecké čtvrti SolarCity, 2017

Díky znatelnému oteplování klimatu 2017–2024 a rostoucí míře realizovaných adaptačních opatření, však souhlasně s trendem, se úsporné závlahové systémy vyskytovaly postupem let na stále větším podílu instalací. Výskyt kapkové závlahy v záhonech, RZWS u výsadeb nebo i závlahy postřikem na pobytových trávnicích formou automatizovaných závlahových systémů AZS, byly téměř vždy doprovázeny výroky průvodců o časové omezenosti použití závlahy: *V záhonech je závlaha AZS a chceme ji vbrzku opustit, protože je to velmi cenná pitná voda.* Udržované pobytové

trávniky v centru intravilánu (plochy pro volný čas) byly zavlažovány klasickými výsuvnými postřikovači se středním dostřikem a rekreační trávniky byly občas zároveň i *povodňovými parky* (obr. 30–32) a umožňovaly v době přívalových dešťů nátok, retenci a bezpečný vsak vody.



Obr. 30. Pobytový trávník s automatizovaným závlahovým systémem v centru vídeňské čtvrti Aspern, 2024



Obr. 31. Snížení úrovně pobytového trávniku umožňuje vsak přívalových srážek v centru vídeňské čtvrti Aspern, 2024



Obr. 32. Snížení úrovně pobytového trávniku umožňuje vsak přívalových srážek na náměstí Sankt Annæ Plads v Kodani (pod povrchem jsou akumulací nádrže na závlahu), 2018

Vídeň 2024

V roce 2024 byla návštěva Vídně typická zejména svými průvodci z řad krajinných architektů, kteří řeší aglomeraci principem *houbového města*. Pracují po vzoru již desetiletých zkušeností *Stockholmské strategie pro zeleň* (Björn Embrén [online]) a snaží se vytvořit město jako *houbu*, která zadrží ve svém profilu maximální množství vody a postupně je uvolňuje. Jako prostředek pro lepší prospívání výsadby v hustě zastavěném prostředí se využívá typického strukturálního substrátu pro výsadbu stromů. Strom je uznáván jako veřejná klimatická jednotka a do budoucna je potřebné zajistit 50% zastínění měst stromovou vegetací. Protože jsou stromy pro klimatický efekt přínosné od cca 20. roku života, je cílem jejich zdravý růst tak, aby mohly kvalitně plnit ekosystémové služby.



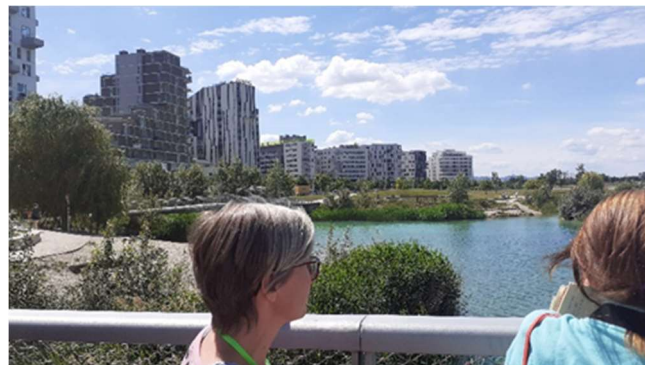
Obr. 33. Schéma výsadby stromů do strukturálního substrátu ve vídeňské čtvrti Aspern (Arch. Daniel Zimmermann), 2024



Obr. 34. Ukázka zavlažení stromu osazeného ve strukturálním substrátu ve vídeňské čtvrti Aspern (Arch. Daniel Zimmermann), 2024

Strukturální substrát zabezpečuje kořenům stromu v uličních a zpevněných profilech potřebný nezhuťnutý prostor 35 m³ (obr. 33). Skladbou se tento substrát mírně mění podle lokality použití a jejich hydrologických podmínek. V základu obsahuje hrubý materiál (kamenivo), které v uličním

parteru tvoří prostor pro růst kořenů, pro přítomnost půdního vzduchu, ale také pro dostatečnou zásobu vody. Strukturovaný substrát zároveň obsahuje i biouhel, rostlinné uhlí, obohacené o dusík, které dodává rostlině výživu a díky tomu není nutno další přihnojování. Umožněním infiltrace srážkové vody není nutné většinou ani přidávání závlahy. Uvádí se, že strukturální substrát zadrží až 160 l dostupné srážkové vody, což je zásoba na zhruba 5–6 týdnů (obr. 34).



Obr. 35. Pohled na vídeňskou čtvrt' Aspern, 2024



Obr. 36. Průleh ve vídeňské čtvrti Aspern, 2024

I u stromů platí prioritně nutnost výběru vhodných rostlinných druhů, dobře snášejících sucho. Klasické zavlažování stromů je tradičně potřebné zejména v prvních letech po výsadbě, kdy probíhá proces zakořenění. Podle dr. Stefana Schmidta ze zahradnické školy Schönbrunn již ve Vídni, v Grassu, Innsbrucku a dalších metropolích Rakouska, Německa nebo Maďarska existují projekty a experimentální realizace, kde je monitorováno, které stromy by zvládaly klimatickou změnu. Jsou testovány aleje, ve kterých probíhají pozorování a měření ve spolupráci s výzkumnými centry, testuje se využití různých druhů vody ze střech, anebo pítek. Problémem těchto vod je sůl, potenciální nebezpečí pro podzemní vody. Při zasakování je nutno zajistit, že hladina podzemní vody musí zůstat čistá. Sůl porézním strukturálním substrátem velmi rychle klesá dolů, neboť

výsadbová jáma pro strom (hluboká až 1,5 m) je jako vana, ve které se sůl usazuje. Řešením tedy je využití přirozeného zdroje vod (ze střech, z vodních prvků atd.), ale vodu je nutné předčistit nebo omezovat dodatečné závlahy stromů, neboť bude stále méně vody.

Z hlediska závlah bychom příklady dobré praxe ve vídeňské čtvrti Aspernu (obr. 35) ještě měli doplnit využitím zasakovacích průlehlů a dešťových zahrad. Nejsou to prvky s typickými závlahovými systémy, obsahují však travní plochy a výsadby, které jsou přívalovými dešti (a jejich akumulací) přirozeně zavlažované. Zatímco průlehy (obr. 36) jsou v centru Aspernu budovány jako protipovodňové opatření (zasakování přívalových srážek), jsou zároveň i rekreačními travními plochami. Voda se z nich vypařuje a zlepšuje mikroklima. Totéž platí i o řadě dešťových zahrad (obr. 37).



Obr. 37. Dešťová zahrada k transformaci odtoku z přívalových srážek ve vídeňské čtvrti Aspern, 2024

Tyto vodohospodářské záhony jsou šetrnou likvidací odtoku z přívalových srážek, vsakem předčistí srážkové vody přes vegetační vrstvu půdy a obsahovaly bezpečnostní přeliv do kanalizace. Dešťové zahrady jsou zároveň působivými estetickými květinovými záhony jednotně vytvářenými podle městských standardů i podpůrným prostorem pro růst stromů.

Závěr

Příklady dobré praxe z evropských metropolí navštěvované v rámci projektu *Počítáme s vodou* jsou cenným vzdělávacím systémem pro odborníky i odbornou veřejnost ČR. Komentované prohlídky pod dohledem Ing. Jiřího Vítka (praxe a projekce odvodnění, vytváření strategických dokumentů a městských standardů) a docentky Dr. Ing. Ivany Kabelkové (legislativa hospoda-

ření s dešťovou vodou) transformují zahraniční zkušenosti na situaci v ČR. Oba odborníci často pomáhají řešit konkrétní situace i dotazy účastníků z české praxe a státní správy. Motivací z exkurzí jsou dlouhodobě pozitivní přístup nejen rakouské metropole k adaptačním opatřením na klimatickou změnu, ale i příklady a poučně vysvětlované nezdary z ostatních navštívených měst, které jsou špičky v rámci svých zemí. Inspirují příkladem i osvětou, ukazují udržitelný přístup a v přátelském prostředí poskytují cenné rady. Prioritou metropolí je v současné době HDV, zvýšení podílu zeleně, omezení dopravy v centrech měst a zlepšení mikroklimatu.

Z hlediska závlah jsou zahraniční exkurze cennou ukázkou pilotních projektů a výzkumných řešení. Srovnáme-li vývoj v rámci let 2017–2024, vzrostl podíl používání závlah v soukromém i veřejném prostoru. Významná je role vegetace ve městě, její podpora kapkovou závlahou a RZWS. Zelené město je boom. Město vegetací dostatečně zastíněné (50 %) je cíl do budoucna, městská zezeň je opatření proti přehřívání, přírodní klimatizace. Intenzivní je zejména počáteční závlahová podpora výsadby pro zakořenění. Důsledná je akumulace srážkové vody a její opětovné využívání. Udržitelné ozeleněné fasády, zelené střechy a dešťové zahrady apod. jsou často výzkumnými zařízeními. Ve městech jsou optimalizovány extenzivní výsadby a vegetace tolerantní vůči suchu.

Poděkování

Príspevek vznikl za podpory projektu TAČR SS02030027, *Centrum Voda: Vodní systémy a vodní hospodářství v ČR v podmínkách změny klimatu* a projektu Fakulty stavební ČVUT SGS23/155/OHK1/3T/11 *Experimentální výzkum a monitoring srážkovodtokových a erozních procesů na zemědělských půdách*.

Online zdroje

Björn embren [online]: https://www.tdag.org.uk/uploads/4/2/8/0/4280686/22.06.15_the_stockholm_system_bjorn_embren.pdf

Centrum voda [online]: <https://www.centrum-voda.cz/>

Hunter [online]: <https://www.hunterindustries.com/en-metric/irrigation-product/micro-irrigation/root-zone-watering-system>

Intersucho [online]: <https://www.intersucho.cz/>

Irimon [online]: <https://www.irimon.cz/>

Liko-s [online]: <https://www.zivestavby.cz/>

Počítáme s vodou [online]: <https://www.pocitamesvodou.cz/exkurze/>

Rain bird [online]: https://www.ittec.cz/cs/site/download_zavlazovani/zavlahy_katalog/zavlahy_katalog_rb_2011_12.pdf

Solarcity [online]: <https://urbangreenbluegrids.com/projects/solar-city-linz-austria/>

Literatura

Burian, S., Dubský, M., Vejvara, L. (2022): *Ozelenění fasád, metodika*. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, z. s. Dostupné z: https://opzp.cz/files/documents/storage/2024/06/07/1717761181_Oze-len%C4%9Bn%C3%AD%20fas%C3%A1d_metodika.pdf

Dlabal et al. (2024): *Scénáře budoucí potřeby vody do roku 2050: Sektorové analýzy a prognózy*. Scénáře budoucí potřeby vody do roku 2050: sektorové analýzy a prognózy. Vodohospodářské technicko-ekonomické informace, 2024, roč. 66, č. 6. ISSN 0322-8916. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2024/10/scenare-budouci-potreby-vody-do-roku-2050-sektorove-analyzy-a-prognozy/>

Hřebcová, S. (2020): *Zavlažované zelené stěny a zelené fasády a jejich přínos pro modrozelenou infrastrukturu*.

Bakalářská práce. Praha: ČVUT. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/88945>

Kulhavý, F., Kulhavý, Z. (2008): *Navrhování hydromelioračních staveb*. Praha: ČKAIT. ISBN: 978-80-87093-83-2

Schwarzová, P. et al. (2023): *Analýza databáze odběrů vody pro závlahy v ČR*. Vodohospodářský Bulletin 2023, roč. 15, s. 22–27. ISSN 1805-1022. Dostupné z: <https://csvh.cz/clanky/vodohospodarsky-bulletin.html>

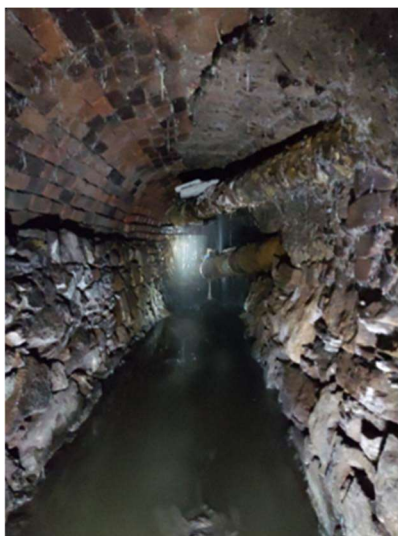
Sedláčková, I. (2023): *Posouzení vývoje hodnot vláhové bilance vybraných zemědělských plodin v ČR*. Bakalářská práce. Praha: ČVUT. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/handle/10467/110339>

Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.
Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství
Fakulta stavební ČVUT v Praze
Thákurova 7
166 29 Praha 6
pavla.schwarzova@fsv.cvut.cz

4. PŘELOŽKA VODOVODNÍHO ŘADU NA NÁMĚSTÍ PŘEMYSLA OTAKARA II. V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Martina Havlová, Silvie Engelová

V jihozápadním rohu nám. Přemysla Otakara II. v Českých Budějovicích, u křižovatky ulic Biskupská a Radniční, je vedený vodovod DN 200. Ocelový vodovodní řad DN 200 z poloviny 20. století byl historicky umístěn uvnitř zděné stoky vejčitého tvaru 1100/1400 vybudované v roce 1873. Délka prostupu vodovodu stokou byla v délce cca 6,5 m a činila tak výraznou překážku při průtoku odpadních vod. V agresivním prostředí docházelo na ocelovém potrubí ke korozi a k stále častějším poruchám. Během průzkumu uvnitř stoky bylo navíc zastiženo další již dávno zrušené vodovodní potrubí OC 125, které bylo ve stoce ponecháno. Prostup vodovodního potrubí stokou je zachycen na obr. 1 a 2. Průzkum stoky probíhal v prosinci se svátečně laděným náměstím a s dominantním vánočním stromem (obr. 3).



Obr. 1. Vodovod OC DN 200 procházející vejčitou kanalizační stokou

Vlastník vodovodu se rozhodl radikálně stav řešit a vymístit vodovodní řad ven z kanalizace. Účelem stavby bylo tedy přeložení stávajícího vodovodu OC 200 mimo zděnou vejčitou stoku a propojení vodovodu DN 200 s vodovodem Li 100 vedoucím z ulice Radniční a podél jižní strany náměstí, který stoku také křížil. Propojením obou vodovodů bylo zajištěno zlepšení ovladatelnosti vodovodní sítě a došlo ke snížení počtu křížení vodovodu se stokou. Oba vodovodní řady byly propojeny na dvou místech – před a za výškovou

přeložkou vodovodu (shybkou), vodovod DN 200 mezi oběma propoji byl veden ve stávající trase vodovodu Li 100. Potrubí Li 100 bylo mezi propoji zrušeno a vyjmutο z výkopu. Mezi propoji tak došlo ke zkapacitnění vodovodu DN 100 na DN 200. Rozsah stavby a poloha vodovodu ve stoce jsou patrné z obr. 4.



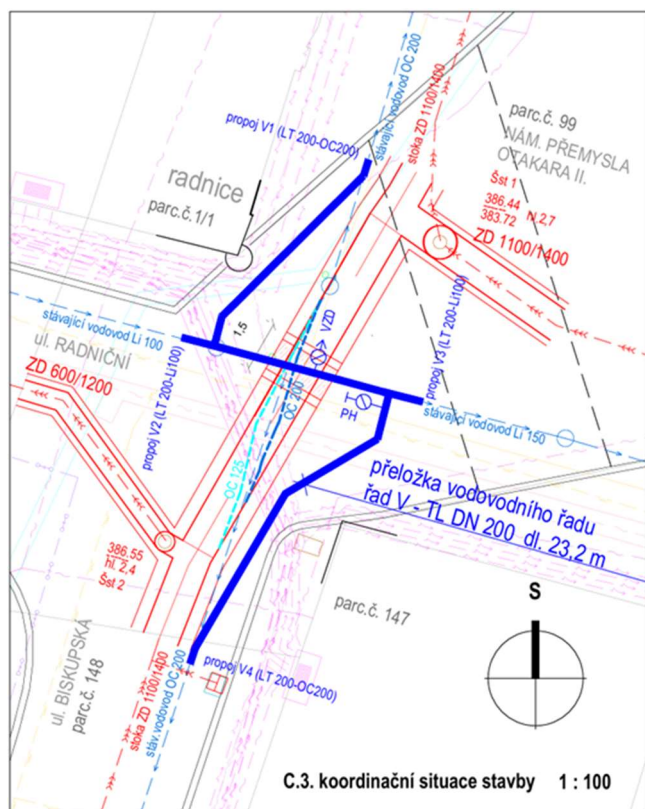
Obr. 2. Opravný třmen na stávajícím vodovodu OC 200



Obr. 3. Vánočně laděný průzkum zděné stoky

Na počátku stavby bylo nutné provést kopanou sondu pro ověření hloubky vnější strany klenby stoky a zjištění polohy vodovodu Li 100. Protože se v řešeném místě na vodovodních řadech nenachází žádné vodovodní přípojky, bylo možné všechny čtyři konce vodovodních řadů zaslepit.

Nebylo proto nutné zřizovat provizorní vodovod. Ve výkopu se nacházelo velké množství ostatních inženýrských sítí, které komplikovaly výkopové práce, ale také pokládku a montáž litinových trub.



Obr. 4. Situační výkres přeložky vodovodního řadu

V projektové dokumentaci bylo uvažováno o nutnosti rozebrání zděné klenby vejčité kanalizační stoky. Během výkopových prací se však prokázalo, že vrchní část klenby se nachází hlouběji, než se předpokládalo na základě geodetického zaměření a ručního měření provedeného uvnitř stoky před zahájením projekčních prací. Nebylo proto nutné klenbu rozebírat, zaslepovat stoku v místě stavby balónováním a následně stoku dozdívat. Klenba stoky byla pod shybkou dobetonována do roviny, čímž vznikla konstrukce plnicí zároveň funkci nosné desky pro potrubí a zároveň funkci opěrného bloku pod spodními kolenem shybky.

Protože nedošlo k otevření klenby stoky v místě křížení s vodovodem, bylo nutné uvnitř provést uvolnění průtočného profilu vyřezáním rušeného vodovodního potrubí. Potrubí bylo řezáno po částech a bylo následně vyjímáno vstupní šachtou. Potrubí ve stěnách bylo ponecháno a bylo zaslepeno. Okolní zdivo bylo sanováno. Během řezacích a sanačních prací byl do stoky vhnán nekon-

taminovaný vzduch. Sanace stoky byla provedena pomocí dvousložkové antikorozi cementové malty a pomocí rychletvrdnoucí vlákniny vyztužené tixotropní cementové malty s omezeným smršťováním třídy R4 odolné proti síranům.



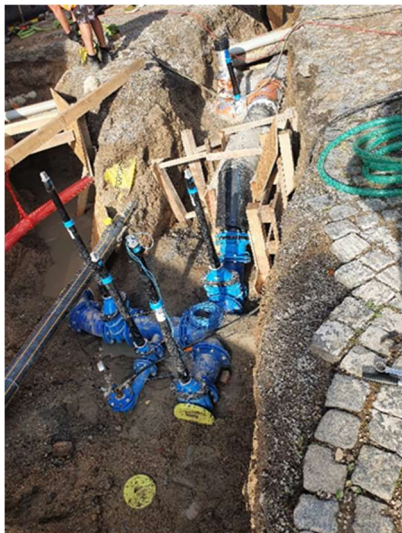
Obr. 5. Odstraněné ocelové vodovodní potrubí



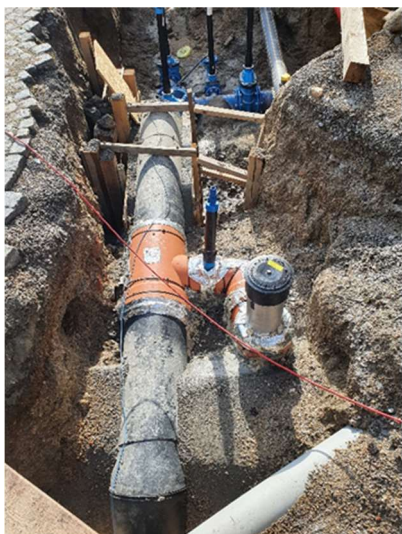
Obr. 6. Postup výstavby shybky – montáž shybky

Přeložka vodovodu byla navržena a realizována z potrubí z tvárné litiny DN 200. Navržena byla v délce 23,2 m. Během stavby došlo k rozšíření stavby v důsledku zjištění skutečné polohy vodovodu a v důsledku spojení stavby s dříve probíhající opravou na vodovodu v ulici Biskupská – vodovodní řad byl obnoven až k místu opravy a k nefunkčnímu šoupěti na náměstí, které bylo vhodné během stavby také vyměnit. Celková délka překládaného vodovodu DN 100, DN 150

a DN 200 byla pak 38,04 m (vodovodní řád z tvárné litiny DN 200 – dl. 28,53 m, vodovodní řád z tvárné litiny DN 150 – dl. 5,64 m, vodovodní řád z tvárné litiny DN 100 – dl. 2,05 m). Protože poloha míst napojení na stávající vodovodní řady se lišila jak situačně, tak hloubkově, bylo nutné do sestavy doplnit kolena k dosažení požadované trasy vodovodu.



Obr. 7. Postup výstavby shybky – zateplení A kusu a betonáž podkladní desky



Obr. 8. Postup výstavby shybky – zateplení A kusu a betonáž podkladní desky

U shybky bylo použito izolovaného potrubí z tvárné litiny, které bylo na stavbu dodáno již smontované a izolované pomocí PIP130 přímo od výrobce izolace. Automatický vzdušník a odbočovací kus byly doizolovány přímo na stavbě pomocí rychle tuhnoucí izolační pěny PUR A-662-1 a PUR B-10115-2 vpravené přímo do speciálně upravené tvarovky, která posloužila jako forma. Návaznost kusů byla následně zajištěna proti

vnikání vody k izolaci. Nad shybkou bylo poté nutné po obsypání potrubí vybetonovat roznášecí železobetonovou desku chránící PUR izolaci před deformacemi.

Na shybce byl s ohledem na malé krytí vodovodu osazen automatický vzdušník (do boku přes šoupě), který bylo nutné zkrátit na stavbě na min. výšku 655 mm. V nejnižším místě vodovodu ve východním propoji byl osazen podzemní hydrant s funkcí kalníku.

Spoje trub byly převážně hrdlové (včetně izolované části potrubí). U přechodů na armatury byly použity spoje přírubové (otočné příruby). Zámkové spoje byly oproti návrhu v projektové dokumentaci použity u všech hrdlových spojů. Navíc byly použity i betonové opěrné bloky u T kusů pro větší zajištění tlakových sil v potrubí.



Obr. 9. Postup výstavby shybky – betonáž roznášecí desky nad izolovaným potrubím

Přeložka vodovodu byla po tlakové zkoušce a prochlorování napojena na čtyři konce stávajících vodovodů, které byly zaslepeny na počátku stavby. Vodovod byl následně uveden do provozu. Postup výstavby je zřejmý z obrázků 5 až 9.

Závěr

Jednalo se poměrně složitou stavbu s mnoha proměnnými, předem nebyly známy hloubky napojovacích bodů a skutečná hloubka vrchu zděné stoky nebo šířka klenby. Pro co nejpřesnější návrh bylo nutné předem tuto stísněnou stoku řádně prozkoumat a zaměřit. Tento nelehký úkol byl pro

naši ženskou projekční kancelář výzva, kterou jsme s nadšením přijaly. Jak často se někomu podaří podívat se do vnitřností náměstí Přemysla Otakara II.?

Identifikační údaje stavby

Název stavby:

České Budějovice, náměstí Přemysla Otakara II. – přeložka vodovodního řadu

Investor a vlastník vodovodu a kanalizace:

Statutární město České Budějovice

Dodavatel stavby a provozovatel vodovodu a kanalizace:

ČEVAK a. s.

Zodpovědný projektant:

Ing. Martina Havlová

Hlavní projektant:

Ing. Silvie Engelová

Ing. Martina Havlová, Ing. Silvie Engelová

MyHYDRO s.r.o.

Žižkova tř. 309/12, České Budějovice 6

370 01 České Budějovice

mhavlova@myhydro.cz

5. TŘI STALETÍ ČESKOBUDĚJOVICKÉ VODÁRENSKÉ VĚŽE V OBRAZECH

Jiří Lipold

V březnu 2024 uplynulo rovných 300 let od dokončení Vodárenské věže v Českých Budějovicích. Tato úctyhodná barokní stavba poctivě sloužila mnoha generacím obyvatel města. Společnost ČEVAK a. s., jako majitel této technické památky, jí věnuje nejvyšší péči.

Roku 1716 městská rada dospěla k rozhodnutí postavit na náměstí kašnu, z níž by se voda dále rozváděla do ulic. Po poradách se státním geometrem Janem Rappou měla být kašna situována na střed náměstí na místo původního pranýře. Přívod vody měl být řešen tradičním způsobem, a tak se roku 1719 začalo s hloubením nového rybníka východně od města na pozemcích Suchého Vrbného. Na doporučení jindřichohradeckého jezuita Františka Bauguta (1668–1726) však byly práce zastaveny a roku 1720 přijato rozhodnutí o zřízení vodárny s odběrem z řeky Vltavy. Také k původnímu Rappovu nákresu kašny vznesl Baugut připomínky s požadavkem většího zásobního objemu a zvýšení terénu náměstí o dva lokty. Dekretem ze dne 3. května 1720 pověřila tehdejší městská rada Jana Daudlebského ze Šterneku zajištěním výstavby nového vodovodu. Praktické provedení bylo nejprve svěřeno mlynáři Dominiku Cochmanovi z Hluboké nad Vltavou. Ten vyhledal místo pro zřízení Vodárenské věže v těsné blízkosti starobylého Lučního mlýna ve vzdálenosti 900 m od středu města proti proudu řeky Vltavy. Plány Vodárenské věže zhotovil swarzenberský stavitel Pavel Kolečný z Třeboně. V únoru 1721 byla zahájena stavba Vodárenské věže a dokončena po třech letech, v březnu 1724. Její výstavbu prováděli Jakub Ploner a Pavel Doleženi, který také řídil zednické práce. Vodárenská věž o půdorysném rozměru 8,5 x 8,5 m měla měděný vodojem osazený ve výši 32 m. Čerpací zařízení zhotovil pak ve Vídni studnař Andreas Reich a tamní zvonář Johan Duval. Pohon vodárenského zařízení byl zajištěn vodním kolem, osazeným na náhonu Lučního jezu. Odebíraná vltavská užitková voda byla vytlačována do vodojemu ve vodárenské věži odkud samospádem odtékala do města.

Dřevěné trouby pro rozvod vody vyráběl studnařský mistr Bartl a po jeho smrti dokončil výrobu i položení trub studnař Reich, se svými pracovníky,

kteří si přivezl z Vídně. Poslední a nejnáročnější část vodovodu – shybka pod korytem řeky Malše – byla provedena z olověných trub. Současně s výstavbou vodovodu bylo zřízeno 19 menších dřevěných nádrží, které v roce 1739 vystřídaly nádrže kamenné.

Vyhotovení samotné kašny bylo městskou radou objednáno u místního kamenického mistra Zachariáše Horna (1679–1738) a sochaře Josefa Dietricha (1677–1753), rovněž z Českých Budějovic. Vedle ústřední postavy Samsona, bojujícího se lvem na dekorativním soklu se čtyřmi maskarony ve funkci chrličů, jsou její součástí čtyři figury atlantů, kteří nesou kamennou mušli. Bazén má půdorys bohatě zalamovaného oktagonu a zdobí jej čtveřice dekorativních váz. Na schodišťovém soklu je série kamenných patníků. Práce na Samsonově kašně probíhaly v letech 1721–1727.

Po dokončení stavby vodovodu tak město získalo nejen vydatný přívod užitkové vody z Vltavy (jejíž kvalita byla rozhodně lepší než závadná voda z městských studní), ale i působivou dominantu rozsáhlého náměstí a nový městský symbol.

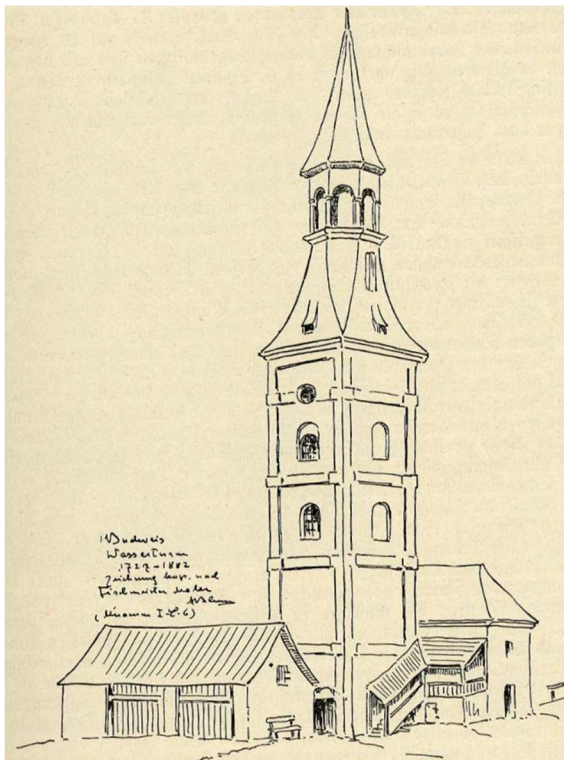
Samotná Vodárenská věž prošla stavebními úpravami v letech 1881–1882 v rámci tehdejšího nového kompletního řešení zásobování města pitnou vodou z prameniště Nedabyle a užitkovou vodou z řeky Vltavy.

Obrázky 1 až 34 na následujících šesti stranách poskytl autor článku.

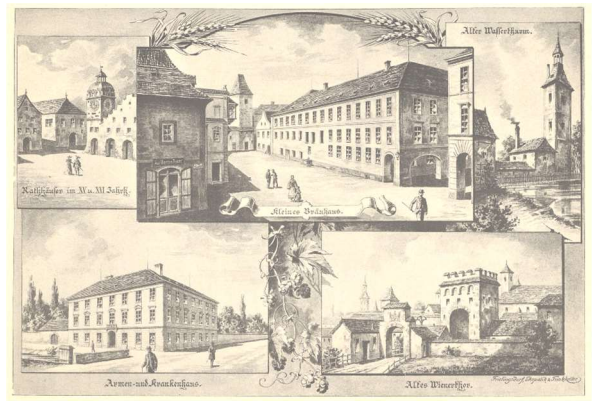
Ing. Jiří Lipold
ČEVAK a. s., Severní 2264/8, 37010 České
Budějovice
jiri.lipold@cevak.cz



1) Vizualizace původní podoby Vodárenské věže (2015)



2) Rekonstrukční kresba F. Blumentritta (1879–1951) podoby věže před 1882 z knihy *Heimatbuch der Berg- und Kreisstadt Böhmisches-Budweis*, 1930



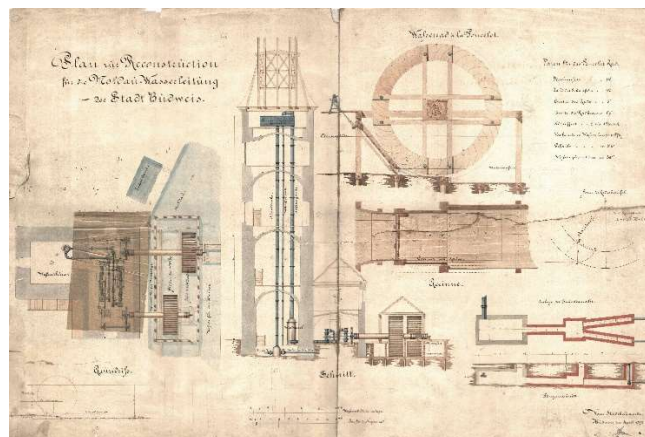
3, 4) Výřez kresby staré Vodárenské věže z knihy *Geschichte des Bräuwesens in Budweis (Historie pivovarnictví v Českých Budějovicích)* z r. 1895, autor knihy: Reinhold Huyer (1850–1928)



5) Plán Českých Budějovic a nejbližšího okolí z roku 1799, jehož autorem je Heinrich Kirchgassner, se zákresem modré linie trasy barokního vodovodu od Vodárenské věže v ul. Mánesova k Samsonově kašně na náměstí Přemysla Otakara II.



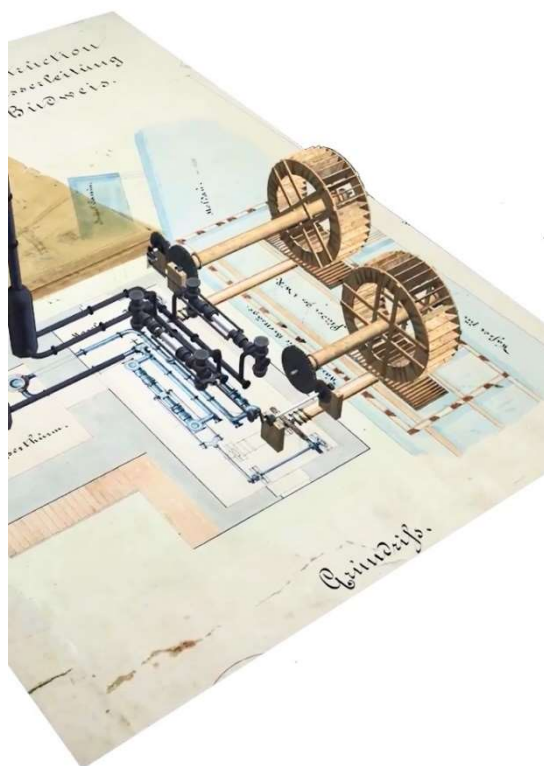
6) Kresba náměstí Českých Budějovic z r. 1839 s barokní Samsonovou kašnou, autor: Eduard Gurk (1801–1841)



9) Technický pasport barokní Vodárenské věže z r. 1872



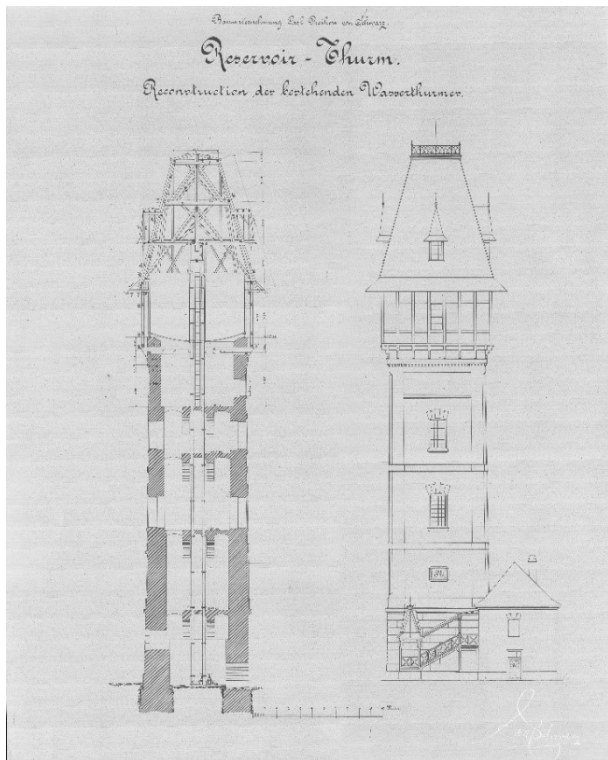
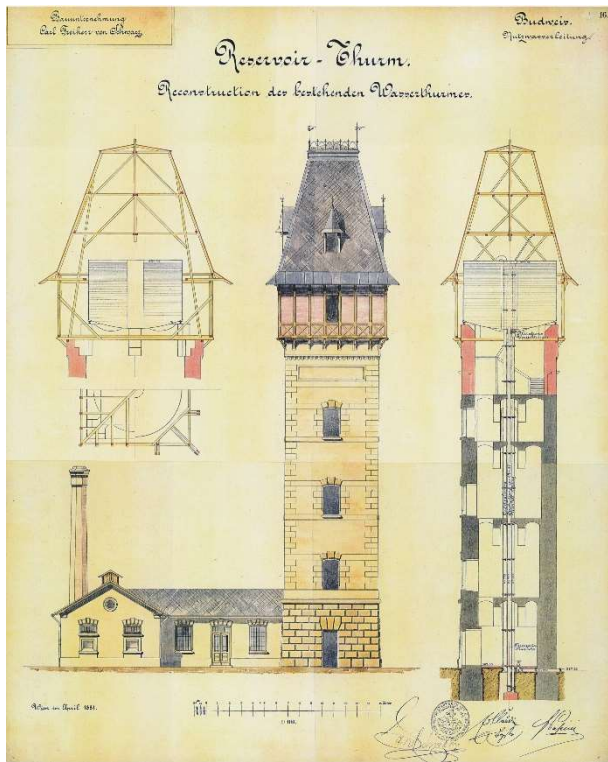
7) Pohled na České Budějovice od východu v knize Topographie des Königreichs Böhmen, Budweiser Kreis (Místopis Království českého, Budějovický kraj) z r. 1789, autor knihy: Jaroslav Schaller (1738–1809)



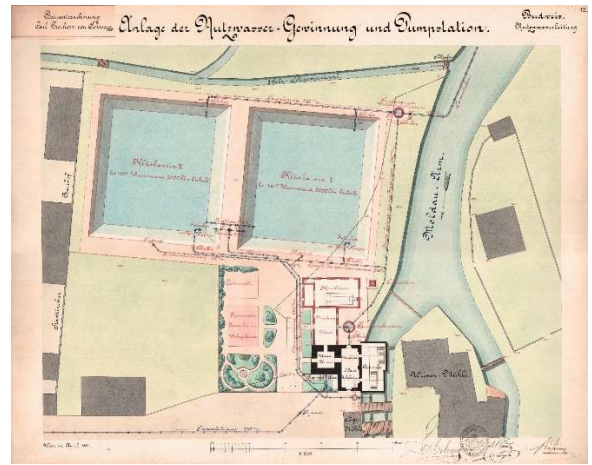
10) Vizualizace původního čerpacího zařízení ve Vodárenské věži



8) Výřez nejstarší kresby Vodárenské věže s charakteristickou zúženou horní částí



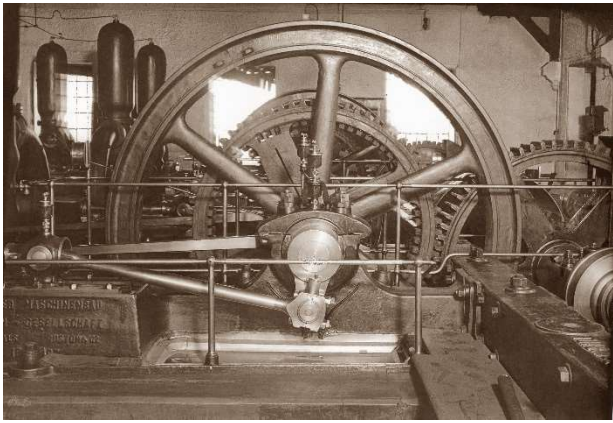
11,12) Projekt přestavby Vodárenské věže z r. 1881 stavební firmy barona Karla Schwarze



13) Projekt z přestavby staré vodárny užitkové vody s Vodárenskou věží na náhonu řeky Vltavy z r. 1881 u Lučního mlýna. Součástí stavby byly i dvě usazovací nádrže, každá o objemu 2000 m³.



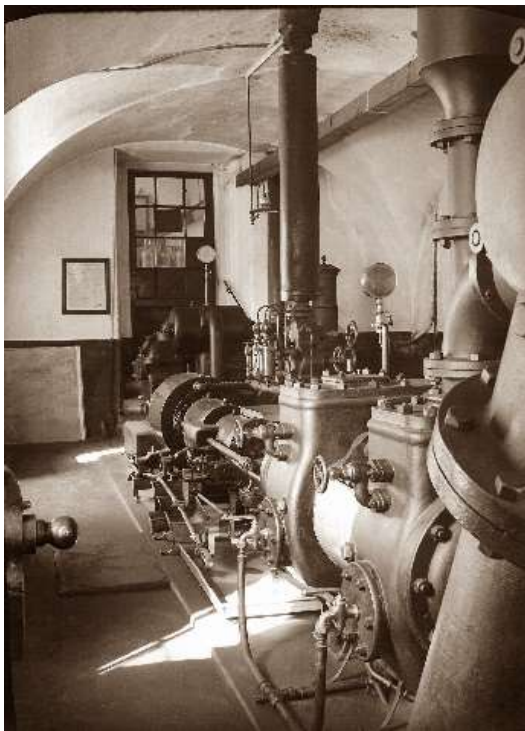
14) Začátek 20. století, pohled od jihu



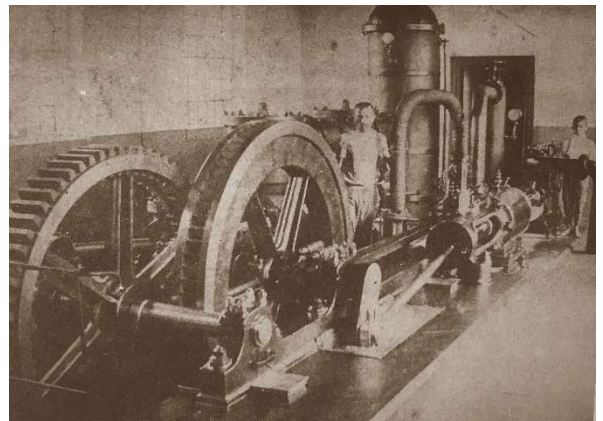
15) Strojovna z konce 19. století



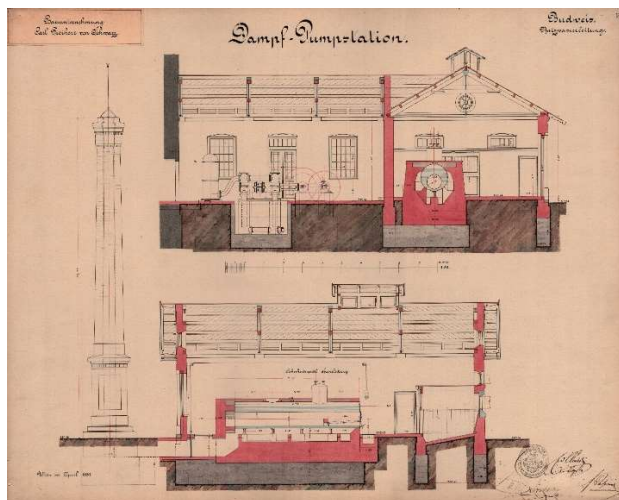
18) Vodní náhon do čerpací strojovny



16) Strojovna



19) Obsluha staré vodárny



17) Projekt přestavby Vodárenské věže z r. 1881 – kotelná a strojovna



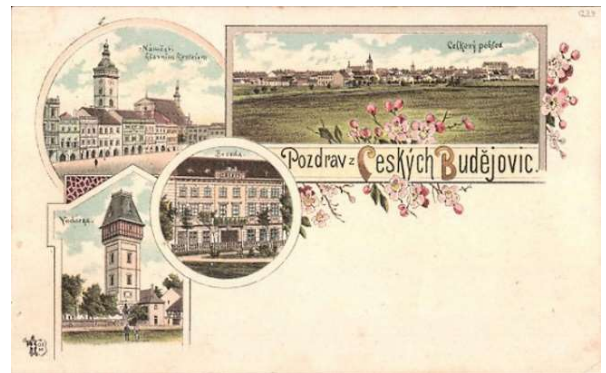
20) Začátek 20. století



21) 30. léta 20. století



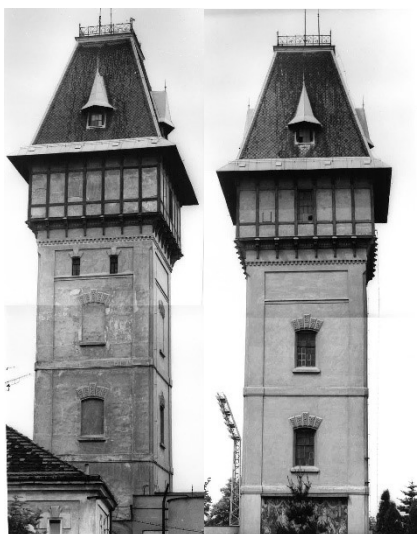
22) Rok 1938



23, 24, 25, 26) Vodárenská věž na pohlednicích ze začátku 20. století

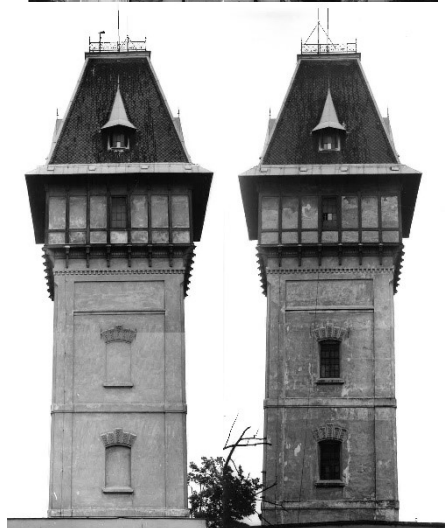


27) 60. léta 20. století



28)

29)



30)

31)

28) strana: západní

29) východní

30) jižní

31) severní

Fotografie Vodárenské věže z r. 1987



32) V roce 2015 prošla Vodárenská věž citlivou obnovou této kulturní památky industriálního dědictví a byla zpřístupněna veřejnosti. Projektant obnovy Vodárenské věže: Ing. arch. Lucie Stierandová, investor: ČEVAK a. s., Severní 2264/8, České Budějovice



33) Pohled od jihovýchodu



34) Interiér věže

6. OBNOVENÍ PROSTUPNOSTI PODÉLNÉHO PROFILU HRANIČNÍ MALŠE

Karolína Zámešková

Pro většinu vodních živočichů platí, že jejich životní cyklus a vývoj je založen na možnosti migrace, což příčné překážky ve vodních tocích omezují nebo zcela znemožňují. Cílem přípravy a realizace česko-rakouského záměru na hraničním úseku Malše bylo odstranit či zprůchodnit příčné stavby (překážky) a vytvořit přirozený podélný profil vodního toku. Celkem se podařilo zprůchodnit 10 příčných překážek. Tato přeshraniční akce, zastřešená Česko-rakouskou komisí pro hraniční vody, prohloubila zkušenosti z přípravy i realizace projektů na mezinárodní úrovni.

Zájmové území

Zájmovým územím byl hraniční vodní tok Malše (IDVT 10100031) v úseku, kde probíhají státní hranice mezi Rakouskem a Českou republikou. Záměrem řešený úsek na hraniční Malši se nachází mezi ř. km 79,223 a 88,060, čhp 1-06-02-0010-0-00, 1-06-02-0030-0-00 a 1-06-02-0050-0-00, v k. ú. Cetviny, Mikulov a Dolní Příbraní, obce Dolní Dvořiště a Pohorská Ves, okres Český Krumlov. Na rakouské straně tomu odpovídá k. ú. Leopoldschlag a Windgandg, obce Leopoldschlag a Windgandg bei Freistadt, okres Freistadt.



Obr. 1. Zájmové území

Řešený úsek Malše je na české straně součástí Evropsky významné lokality (EVL) soustavy Natura 2000 CZ0314022 – Horní Malše. Z hlediska potřeby řešení migrační průchodnosti příčných objektů na vodním toku je předmětem ochrany této EVL perlorodka říční (Margaritifera margaritifera), která je v rámci svého životního cyklu vázána na pstruha obecného (*Salmo trutta*) na jehož žábrách larvy perlorodky říční (glochidie) po určité části svého vývoje parazitují. Pod řešeným úsekem v ř. km 71,450 v oblasti jezu Stiegersdorf se nachází jedna z posledních reprodukce schop-

ných populací perlorodky říční na území České republiky. Odhady se pohybují kolem 400 jedinců.

Přípravná fáze

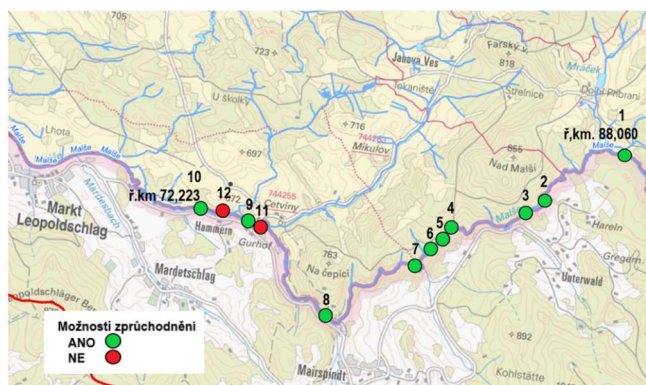
Výběr příčných staveb, vhodných k odstranění, proběhl na základě studie zpracované společností Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a. s. v roce 2017. Na studii navázala rakouská strana zpracováním projektové dokumentace. Zadavatelem studie u VRV a. s. i nositelem všech povolení k záměru na české straně byl státní podnik Povodí Vltavy. Partnerem na rakouské straně byl Úřad hornorakouské zemské vlády, oddělení vodního hospodářství, které pověřilo vypracováním projektové dokumentace a dokumentů pro podání žádosti za rakouskou stranu kancelář blattfisch e. U. Tato rakouská technická kancelář, zabývající se ekologií vody, dopracovala na základě české studie od VRV a. s., v roce 2020 projektovou (dle rakouské terminologie technickou) dokumentaci. V letech 2019 a 2020 probíhaly výrobní výbory mezi českou a rakouskou stranou za aktivní účasti Povodí Vltavy, státní podnik. Potřebná povolení byla vydána v roce 2021.

Postup při odstraňování překážek

V hraničním úseku řeky Malše dlouhém asi 24 km se původně nacházelo 13 příčných překážek (jezů). Z toho 10 příčných překážek vyřešil popisovaný projekt. Další příčná překážka (zbytky bývalého jezu Stiegersdorf v ř. km 71,450) byla zprůchodněna a nahrazena širokým balvanitým skluzem někdy kolem roku 2004. Zbývající dvě příčné překážky (jezy) se zatím zprůchodnit nepodařilo.

Příčné překážky řešené tímto projektem byly odstraňovány popořadě, počínaje od nejhořejšího jezu Sklíčky. V případě horních sedmi jezů šlo především o odstranění kamenných rovnanin a uspořádání kamenných bloků podle přirozené skladby vodního toku, tak aby byl obnoven přirozený podélný sklon Malše. U těchto překážek se záměr realizoval bez podrobné technické dokumentace. Výjimkou byl horní jez Unterwald, kde byla situace komplikovanější a vyžadovala zpra-

cování projektové dokumentace. Malše zde byla zúžena opevněnými břehy a k úpravě podélného sklonu bylo zapotřebí odstranit dva balvanité prahy. Kromě přemísťování kamenů, byly do vodního toku začleněny také pařezy pro zvýšení přirozené členitosti dna. Kvůli maximálně šetrnému přístupu v této lokalitě (Natura 2000) bylo použito kráčivé rypadlo, čímž se omezilo poškození okolních luk a zcela se eliminovaly jízdy nákladních vozidel pro odvážení a přivážení materiálu.



Obr. 2. Zákres všech příčných překážek (popisovaných v projektu) v řešeném úseku Malše

Tabulka 1. Seznam zprůchodněných překážek s kilometráží na české straně

Číslo	Název příčné překážky	Říční km
1	Jez Sklípky – Dolní Příbrání	88,060
2	Unterwald horní jez	86,500
3	Unterwald dolní jez	86,090
4	Mikulov střední jez	84,710
5	Mikulov dolní jez	84,390
6	Waschenberg horní jez	84,250
7	Waschenberg dolní jez	83,910
8	jez Mairspindt	82,020
9	jez Celnice Cetviny	79,800
10	Starý jez Geierhammer	79,223

Tabulka 2. Seznam překážek, které nebylo možné v řešeném úseku zprůchodnit, s kilometráží na české straně

Číslo	Název příčné překážky	Říční km
11	jez u Cetvin (Lexmühle)	79,990
12	jez v Geierhammeru (Litschauer – Hammern)	79,480

V případě třech dolních jezů Mairspindt, Celnice Cetviny a Geierhammer se jednalo o větší stavby, které vyžadovaly projektovou dokumentaci. V korytě Malše, kde se kromě odstranění překážek počítalo i s odstraněním usazeného sedimentu v jezových zdržích, byly pro dosažení přiroze-

ného spádu nezbytné i některé větší stavební zásahy. Nově vytvořené zprůchodněné úseky vodního toku probíhají střídavě po českém a po rakouském státním území.

Jez Mairspindt byl původně cca 20 m dlouhý jez z kamenné rovnaniny. Záměr předpokládal zrušení jezu a přeměnu Malše na tři až pět metrů široké přirozené koryto. Rovnanina měla být odstraněna a podle projektové dokumentace mělo být dosaženo přirozeného spádu Malše 2–2,5 % proti proudu nad jezem a po proudu pod jezem. Vzhledem k výšce příčné překážky 1,6 m se předpokládalo dotvoření přirozeně stabilizovaného koryta v délce cca 65 m.



Obr. 3. Foto původního místa jezu Mairspindt před zásahem



Obr. 4. Foto původního místa jezu Mairspindt po provedeném zásahu

Do koryta Malše měly být také začleněny pařezy a kmeny stromů pro zvýšení přirozené členitosti dna vodního toku. Na základě protestních dopisů rakouských obyvatel z blízkého okolí rušeného jezu Mairspindt, adresovaných na Úřad hornorakouské zemské vlády i na úřad Jihočeského kraje, bylo nakonec zvoleno jiné (upravené) řešení a na žádost místních občanů zůstala zachována část

původní konstrukce jezu. Migrační prostupnost byla oproti původnímu návrhu v projektové dokumentaci vytvořena pouze ve střední části jezu a u obou břehů zůstaly zachovány zbytky historické jezové konstrukce, aby místo jezu zůstalo i nadále zřetelné a připomínalo historickou tradici užívání vodního toku.

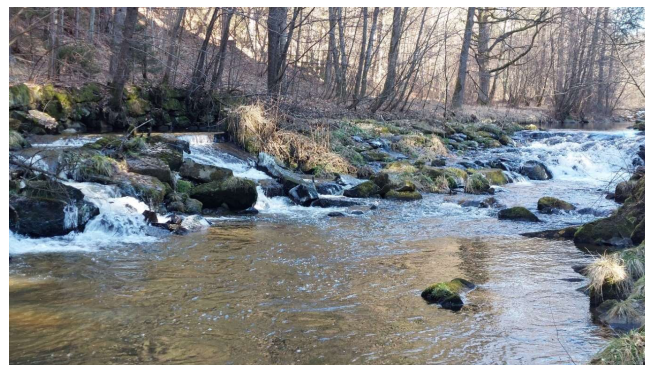
Jez Celnice Cetviny byl také původně pevný jez z kamenné rovnaniny. Tato rovnanina byla odstraněna a aby bylo dosaženo přirozeného spádu Malše v tomto úseku 1–1,5 % při výšce původního jezu 1,2 m, bylo dotvořeno přirozeně stabilizované koryto vodního toku v délce cca 90 m (z toho cca 60 m proti proudu nad původní příčnou překážkou). V blízkosti jezu byla také využita stará zdrž Malše a trasa vodního toku byla vedena širokým levostranným obloukem podél stávajícího břehu, aby se co nejvíce snížil rozdíl výšek v oblasti původní příčné stavby a nemuselo se zasahovat příliš daleko do přirozeného vodního toku. Do konkávního břehu bylo nezbytné umístit dodatečné kamenné opevnění, aby se zajistila hranice pozemku a průběh státních hranic mezi Českou a Rakouskou republikou. Stromy, které bylo nezbytné odstranit kvůli stavebním strojům, měly být podle projektové dokumentace využity jako záměrně položené překážky (stromy či pařezy) pro zvýšení přirozené členitosti dna vodního toku. Vlastní realizace nakonec ukázala, že pokácených stromů bylo jen minimum, stejně tak potřeba náhradní břehové výsadby.

Starý jez Geierhammer se stejně jako dva předchozí jezy původně skládal z kamenné rovnaniny, která byla odstraněna a Malše v tomto úseku přeměněna na tři až pět metrů široké přirozené koryto.

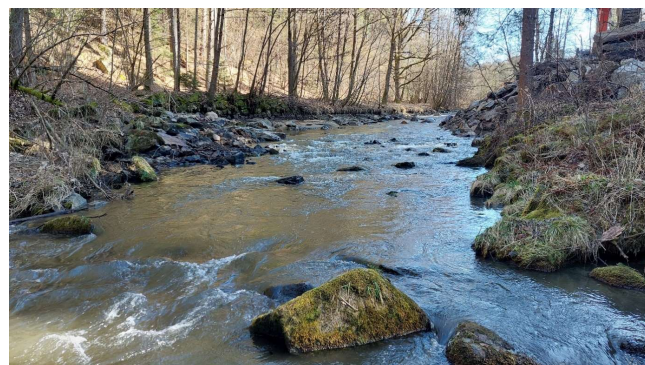
Z přepadové výšky 1,4 m původní příčné překážky, k vytvoření přirozeného spádu v tomto úseku Malše cca 1–1,5 %, bylo nezbytné nově naplánovat trasu vodního toku v délce cca 100 m (z toho cca 60 m proti proudu nad původní příčnou překážkou). Kamenné bloky bývalého jezu byly částečně využity jako nové opevnění břehů směrem k silnici, jelikož toto opevnění se ukázalo jako nezbytné. Část kamenů, jak je to typické pro ploché řečiště, měla být nepravidelně začleněna do nového průběhu vodního toku, stejně tak stromy a pařezy. Při realizaci ale k tomu příliš nedocházelo, jelikož byla více využívána původní přirozená kamenitá skladba dna koryta řeky Malše.



Obr. 5. Foto během zásahu – odbourání původní jezové hrany jezu Starý jez Geierhammer



Obr. 6. Foto původního místa Starý jez Geierhammer před zásahem



Obr. 7. Foto původního místa Starý jez Geierhammer po provedeném zásahu

Neřešené lokality

Nad Starým jezem Geierhammer proti proudu se nachází provozovaná vodní elektrárna Geierhammer / Litschauer, která má platné rakouské vodoprávní povolení. Další platné rakouské vodoprávní povolení existuje nad jezem Celnice Cetviny pro vodní elektrárnu u jezu Cetviny / Lexmühle – Hammern. Jedná se o dvě příčné stavby (překážky sloužící ke vzdouvání hladiny vody), které v rámci tohoto záměru nebylo možné zprůchodnit. Společným problémem obou příčných překážek jsou vodoprávní povolení pro odběr vody na malé vodní elektrárny bez omezené doby

platnosti a bez stanovení minimálního zůstatkového průtoku. Nadějí na zlepšení situace pak může být, že vlastníci vodních elektráren obdrželi od Úřadu hornorakouské zemské vlády písemné upozornění vyplývající z Plánování v oblasti vod, na povinnost vybudovat na vlastní náklady rybí přechody v případě obou těchto překážkách do konce roku 2027.

Realizace záměru

Práce na odstranění příčných staveb (překážek) a vytvoření přirozeného podélného profilu na Malši byly zahájeny dne 10. ledna 2022. Během ledna 2022 byla provedena opatření na malých stavbách v horním úseku toku (příčné překážky č. 1 až 7). V únoru a v březnu 2022 byly provedeny práce na jezích Mairspindt, Celnice Cetviny a Geierhammer. Práce byly dokončeny 24. března 2022.

Vlastní práce prováděla rakouská strana z pověření Úřadu hornorakouské zemské vlády, oddělení vodního hospodářství. Ekologický dozor za rakouskou stranu zajišťovala společnost blattfisch e. U. a na české straně společnost BIVALVIA s. r. o. V obou případech (za českou i rakouskou stranu) byla ekologickým dozorem i odborným ekologickým koordinátorem pro Povodí Vltavy, státní podnik, pověřena společnost BIVALVIA s. r. o. (p. Robert Ouředník). Vždy před každým odstraňováním příčné překážky (jezu) došlo k pečlivé prohlídce nadjezí a podjezí kvůli možnému výskytu perlorodky říční. Byly také prováděny odlovy ryb a mihulí. V průběhu prací byly také měřeny základní fyzikální vlastnosti vodního toku podle vydaných pravidel a vydaných rozhodnutí orgánů ochrany přírody. Všechny stavby (překážky) byly odstraněny tak, aby v daném místě nezůstaly žádné části vyžadující případnou následnou údržbu nebo zásah techniky. Sedimenty u horních sedmi překážek byly ponechány ve vodním toku, naopak sedimenty nad třemi spodními velkými překážkami (jezy) byly šetrně odstraněny z vodního toku na mezideponii a následně odvezeny. Po odstranění sedimentů z jezových zdrží se podařilo odkryt přirozeně stabilní kamenné dno řeky Malše, a nebylo tak zapotřebí příliš dotvářet členitost koryta pomocí kamenů, pařezů či stromů podle technické dokumentace.

V korytě vodního toku byly po odkrytí přirozeného dna vytvořeny na několika místech kamenné výhony pro usměrnění vodního proudu Malše.

Původní rozpočet byl odhadnut ve výši 125 tisíc EUR. Finální cena záměru činila jen asi 90 tisíc EUR, z toho na českou stranu připadl 50% podíl. Konečné náklady se snížily především proto, že po odstranění sedimentů byla objevena původní stabilní přirozená kamenná vrstva dna a příliš se tedy do struktur vodního toku, který prokázal i jinak poměrně dobrý morfologický stav, nemuselo zasahovat. Kromě minimalizace zásahů (oproti návrhům v technické dokumentaci) se také minimalizovaly pojezdy techniky.

Dne 14. března 2024 se uskutečnila závěrečná kontrolní prohlídka za účasti české i rakouské strany a následně dne 22. března 2024 vydal Úřad hornorakouské zemské vlády, oddělení vodního hospodářství, kolaudační rozhodnutí.

Závěr

Odstranění příčných staveb (překážek) nabídlo vzácnou příležitost opět mezi sebou propojit dlouhé úseky Malše, aby byly průchodné pro organismy a umožnily tak znovuobnovit přirozený stav části hraničního vodního toku.

Informační zdroje

Herstellung der Durchgängigkeit an der Maltsch, rakouská technická dokumentace, blattfisch e. U., září 2020

Studie migrační prostupnosti hraniční Malše, VRV a. s., RNDr. Milan Hladík, PhD a kol., duben 2017

Závěrečná zpráva ekologického dozoru stavby „Vytvoření prostupnosti na Malši v hraničním úseku mezi Rakouskem a Českou republikou“, BIVALVIA s. r. o., Robert Ouředník, březen 2022

Fotodokumentace Roberta Ouředníka (BIVALVIA s. r. o.), provádějícího v řešeném úseku Malše po dobu stavby ekologický dozor

Ing. Karolína Zámešková
Povodí Vltavy, státní podnik, závod Horní Vltava
Litvínovická silnice 5
370 01 České Budějovice
karolina.zamisova@pvl.cz

7. MEMBRÁNOVÉ TECHNOLOGIE ENVI-PUR INOVACE PRO ČISTŠÍ BUDOUCNOST VODY

Daniel Vilím

ENVI-PUR: 30 let zkušeností v oblasti vodohospodářství

<https://www.envi-pur.cz/>

Společnost ENVI-PUR, s. r. o., působí na českém trhu již od roku 1997 a patří mezi klíčové hráče v oblasti čištění odpadních vod, úpravy, znovuvyužití a recyklace vody. Kromě českého trhu jsme aktivní i v zahraničí, například ve Švédsku, na Slovensku či v Maďarsku.



Membránové technologie: moderní řešení pro úpravu a čištění vody

Jednou z našich specializací je využití tlakových membránových procesů, jako jsou mikrofiltrace, ultrafiltrace, nanofiltrace a reverzní osmóza.

Membránové moduly – keramické nebo polymerní, podtlakové či přetlakové – nacházejí uplatnění např. při úpravě vody z povrchových nebo podzemních zdrojů nebo při intenzifikaci čistíren odpadních vod bez potřeby navyšování objemů stávajících nádrží. Další velmi důležitou oblastí využití membránové separace jsou průmyslové aplikace.

Na základě velmi rozsáhlých provozních a polo-provozních zkušeností jsme schopni pro každou

individuální aplikaci najít řešení na míru. Vyhodnocujeme provozní, ekonomický a technologický potenciál a hledáme optimální řešení. Poskytujeme kompletní rozsah služeb, včetně laboratorních testů, technologických návrhů studií, vodních auditů, softwarových simulací, předprojektových příprav, poloprovozních testů a projektových prací. Zajišťujeme zprovoznění, supervizi provozu a servisní činnost. Samozřejmostí je dodávka vlastních technologických celků pro úpravu, čištění, znovuvyužití a recyklaci vody.

Výzkum, vývoj a spolupráce s univerzitami

Součástí našeho týmu je technologické oddělení, které se věnuje výzkumu a vývoji (R&D) ve spolupráci s univerzitami a výzkumnými institucemi. Naše výsledky, včetně mezinárodního projektu AMADEUS, již byly úspěšně implementovány v praxi. Díky vlastním výrobním prostorům dokážeme všechny technologie a zařízení konstruovat přímo na místě, čímž garantujeme jejich vysokou kvalitu a spolehlivost.

Voda je nenahraditelná.

Věnujeme jí maximální pozornost.

Membránové technologie v naší společnosti hrají klíčovou roli nejen při úpravě odpadních vod, ale také při recyklaci a úpravě vody na pitnou. Naším cílem je poskytovat udržitelná řešení, která respektují fakt, že voda je jedním z nejcennějších zdrojů naší planety.

Ing. Daniel Vilím
ENVI-PUR s.r.o.
Wilsonova 420
392 01 Soběslav
vilim@envi-pur.cz

ŽIVOTNÍ JUBILEA 2024

50. výročí

Ing. Miloš Kotek

55. výročí

Ing. Martina Havlová

60. výročí

Ing. Jaroslav Černý

65. výročí

Ing. Jiří Heřman

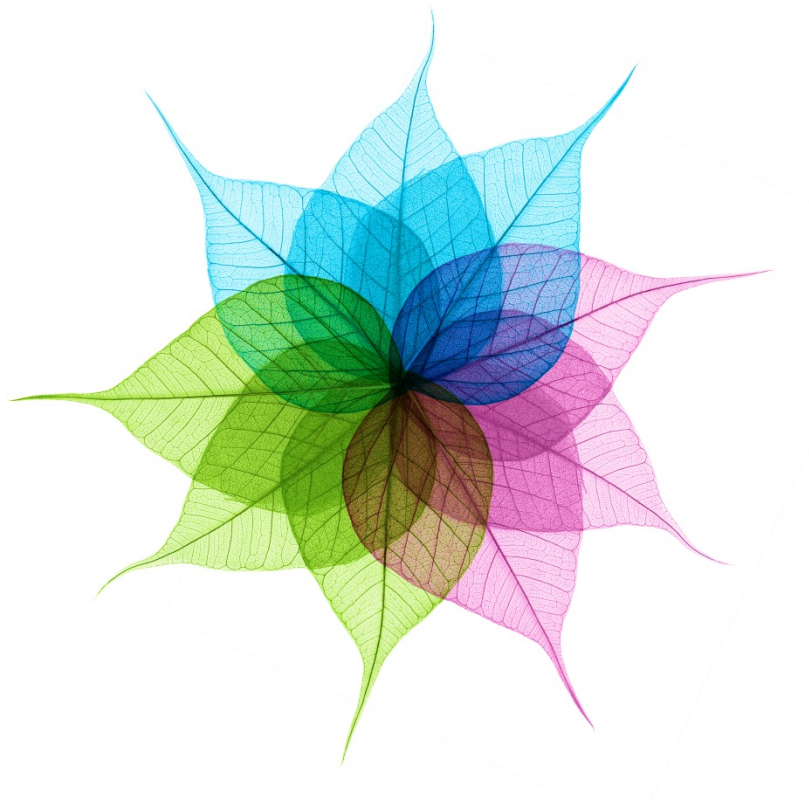
70. výročí

Ing. Jan Jindra, CSc.

90. výročí

Prof. Ing. Jan Šálek, CSc.

Do dalších let přejeme vše nejlepší, hlavně pevné zdraví.



P F 2 0 2 5



Povodí Vltavy, státní podnik, přeje
všem čtenářům Bulletinu České společnosti
vodohospodářské ČSSI, z.s., příjemné prožití vánočních
svátků a do nového roku 2025 pevné zdraví, životní
optimismus a osobní i profesní štěstí.

