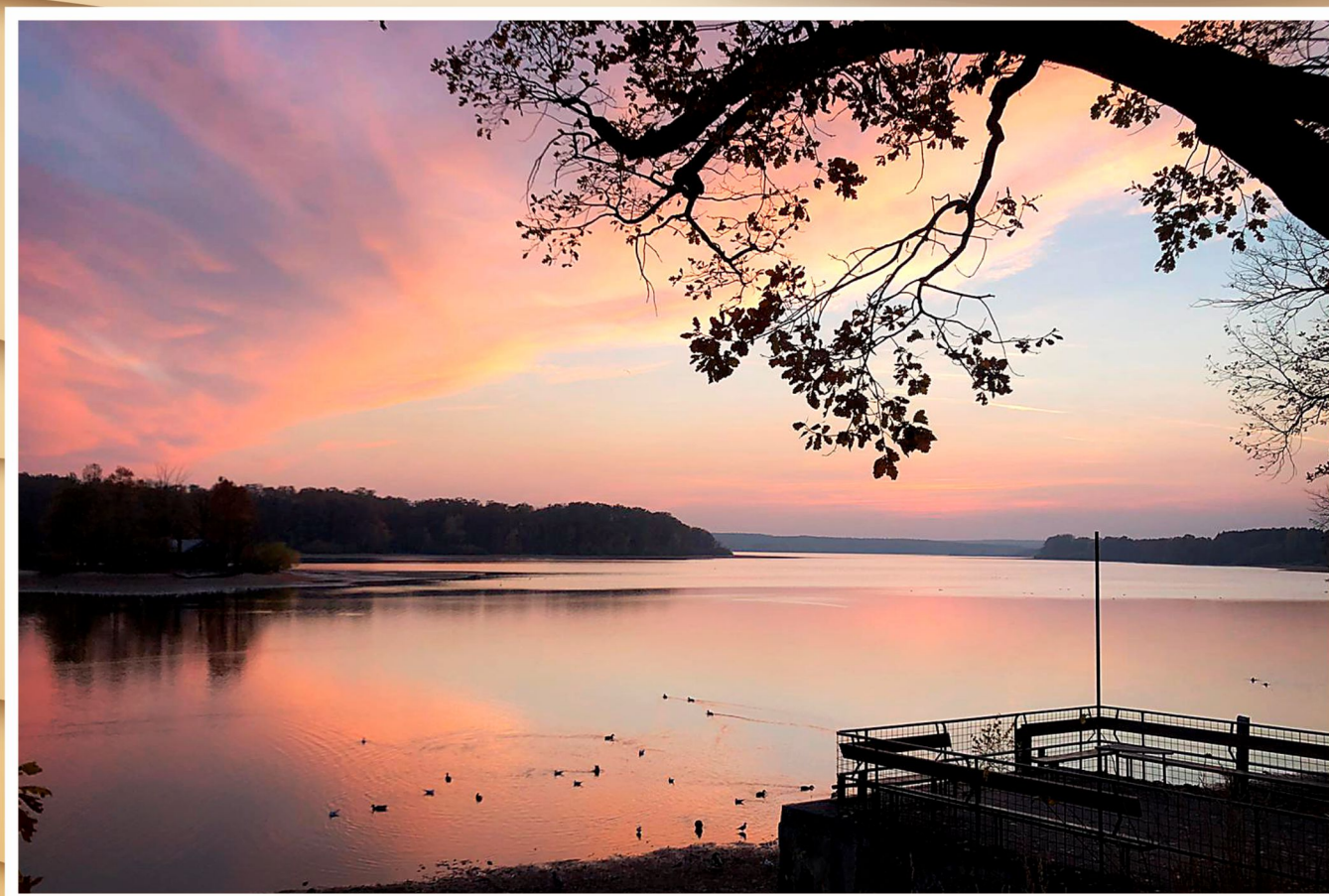


ČSVH

ČESKÁ SPOLEČNOST VODOHOSPODÁŘSKÁ

VODOHOSPODÁŘSKÝ BULLETIN



2022



Fakulta rybnářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice
Czech Republic

Studujte u nás!

Příjem přihlášek do:
31. 3. 2023

Bc.

3 roky p/k*

- Rybnářství**
- Ochrana vod

Ing.

2 roky p/k*

- Rybnářství a
Ochrana vod**

Ph.D.

4 roky p/k*

- Ochrana vodních
ekosystémů
- Rybnářství

**Další benefity
ke studiu:**

- **velkorysá stipendia** již v 1. ročníku studia
- možnost **placené práce** v laboratoři i v terénu
- možnost **využití** vlastního **rybnářského revíru** fakulty

* typ studia: p = prezenční; k = kombinované
** v případě úspěšné akreditace

  @frovju

www.frov.jcu.cz



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Thákurova 7, 166 29 Praha 6
<http://www.fsv.cvut.cz/>

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství
ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
<http://kzei.fsv.cvut.cz/>

Katedra vychovává vodo hospodářské inženýry se zaměřením na projektování, výstavbu a provoz vodovodů a kanalizací, úpraven vody, čistíren odpadních vod, inženýrských sítí, bazénů a lázeňství. Katedra připravuje studenty bakalářského, magisterského a doktorského studia. Vědeckovýzkumná činnost se soustřeďuje na problematiku vodárenských provozů, kanalizací, včetně čistírenských procesů a balneologických zařízení.



OBSAH

1. ÚVODNÍ SLOVO PŘEDSEDKYNĚ Ing. Miloslava Melounová	2
2. 70 LET ČINNOSTI ÚSTAVU PRO HYDRODYNAMIKU AV ČR, V. V. I. doc. RNDr. Martin Pivokonský, Ph.D.	3
3. HISTORIE VÝSTAVBY PŘEČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY DLOUHÉ STRÁNĚ V JESENÍKÁCH Ing. Miroslav Kopřiva, CSc.	8
4. FUNKCE MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ ZÁSOBENÝCH SRÁŽKOVÝMI VODAMI V URBANIZOVANÉM PROSTŘEDÍ prof. Ing. Jan Šálek, CSc., Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.	12
5. ZABEZPEČENÍ VODNÍHO DÍLA ORLÍK PŘED ÚČINKY VELKÝCH VOD Ing. Jiří Švancara, Ing. Ondřej Hrazdira	17
6. VÝVAZIŠTĚ ČESKÉ BUDĚJOVICE Ing. Stanislav Krbec	26
7. FRIEDRICH PASSINI – OSOBNOST ČESKOBUDĚJOVICKÉHO VODÁRENSTVÍ Ing. Jiří Lipold	28
8. VODOHOSPODÁŘSKÉ PLÁNOVÁNÍ V OBDOBÍ KLIMATICKÝCH ZMĚN PO ROCE 1960 RNDR. Pavel Kalenda, CSc., Ing. Miloslav Šír, CSc.	33
9. JUPITERSKÁ KLIMATICKÁ OSCILACE V LETECH 1960–2020 Ing. Miloslav Šír, CSc., RNDR. Pavel Kalenda, CSc., Ing. Miroslav Tesař, CSc.	38
10. FIREMNÍ OZNÁMENÍ: DOMOVNÍ ČISTÍRNY BC BIOCLENER SE STÁTNÍ DOTACÍ PRO KAŽDOU OBEC Petra Volavá	43
11. ŽIVOTNÍ JUBILEA 2022	44

POZNÁMKA REDAKCE

Za obsah příspěvků odpovídají autoři.

1. ÚVODNÍ SLOVO PŘEDSEDKYNĚ

Miloslava Melounová

Letošní rok nám přinesl mnoho změn, kterým musel čelit každý z nás. Po období pandemie COV-19 jsme se museli vypořádat s válečným konfliktem na Ukrajině, s vlnou běženců z Ukrajiny i s dopadem války na každodenní život včetně energetické krize a vysoké inflace.

Po pandemii COV-9 se činnost společnosti opět vrátila k informační a vzdělávací činnosti zaměřené na vodní hospodářství. Českému svazu stavebních inženýrů se konečně podařilo uskutečnit několikrát odkládanou celostátní konferenci VODA, na které se podíleli i naši členové. Záměr ukázat vodu jako nepostradatelnou složku života i jako problémovou složku ve stavebnictví se podařilo. Zajímavé příspěvky s tematikou klimatické změny a vynakládání obrovských finančních prostředků na ochranu životního prostředí zaujalo snad všechny účastníky. Velký prostor byl věnován tématu *hospodaření s vodou* zaměřené na využití dešťové vody.

Naše společnost uspořádala odborný seminář *Vodovodní a kanalizační přípojky*, který se zabýval problematikou vlastnictví přípojek, realizací přípojek i jejich opravami a obnovou v souladu se zákonem č. 274/2001 Sb. Mnoho dotazů k tomuto tématu nás přesvědčilo o různém přístupu provozovatelů vodovodů a kanalizací k této problematice a o nutnosti diskuse k sjednocení požadavků na výstavbu nových přípojek.

Základním problémem při výstavbě kanalizace v obcích bylo zajištění napojení odběratelů na nově vybudovanou kanalizaci. Dotační program SFŽP umožnil využít dotační příspěvek nejen na výstavbu kanalizace, ale i na realizaci kanalizačních přípojek jednotlivých odběratelů. To se stalo podnětem pro rozvoj výstavby tlakových kanalizací, bohužel bez ohledu na nákladově náročný provoz těchto tlakových kanalizací s dopadem do cen stočného. Problematikou spojenou s přípravou, výstavbou a provozem tlakových kanalizací jsme se zabývali na semináři *Tlaková kanalizace* za účasti významných odborníků.

Novela prováděcí vyhlášky č. 428/2001 Sb. k zákonu o vodovodech a kanalizacích a cenový věstník Ministerstva financí přinesl nové požadavky na vlastníky a provozovatele vodohospodářské infrastruktury na způsob kalkulace cen pro vodné a stočné, výpočet zisku a tvorbu a realizaci plánu financování obnovy vodovodů a kanalizací. Seminář *Kalkulace cen pro vodné a stočné* uspořádaný v listopadu tohoto roku byl zaměřen na pomoc vlastníkům a provozovatelům vodovodů a kanalizací při řešení nových legislativních požadavků.

V letošním roce jsme si připomněli i některá významná výročí v oblasti vodního hospodářství. Připomněli jsme si 25 let od ničivých povodní na Moravě a 20 let od povodně v Čechách.

Byla to příležitost ohlédnout se zpět a zhodnotit co se v oblasti ochrany před povodněmi podařilo a co nás v budoucnosti ještě čeká. Uvědomili jsme si, že základem je legislativní příprava na změnu klimatu. Proces předcházení a řešení průvodních klimatických stavů, jako jsou povodně a sucho, jsou základem pro stanovení koncepčních programů. Přijátá patření na ochranu před povodněmi za finanční pomoci státu se postupně realizují. Opatření pro zmírnění dopadů sucha se v souladu s přijetím vládní koncepce postupně připravují. Hospodaření s vodou podzemní i povrchovou se stalo součástí mnoha konferencí a kongresů. Podmínky pro využití srážkových vod pro závlahy i pro podporu rozšíření zeleně ve městech se postupně specifikují na základě praktických zkušeností především v zahraničí. Významným krokem bylo i legislativní ukotvení formulace *šedých vod* a způsobu jejich využití.

Dalším významným výročím je 50 let od zahájení dodávky kvalitní pitné vody pro Prahu. V roce 1972 byla uvedena do provozu Úpravna vody Želivka, která vyrábí pitnou vodu z vodárenské nádrže Želivka s max. výkonem až 7 m³/s a dopravuje ji do vzdálenosti téměř 52 km do VDJ Jesenice a dále do Prahy. Zároveň musíme připomenout i 40 let od zprovoznění úpravní vody Plav s kapacitou výroby 1 m³/s, která odebírá surovou vodu z vodárenské nádrže Římov. Prostřednictvím Vodárenské soustavy Jižní Čechy zajišťuje zásobení pitnou vodou v regionu Jižní Čechy. Díky těmto významným stavbám je v těchto regionech zajištěn dostatek kvalitní pitné vody.

Z významných výročí musíme rovněž připomenout 30. výročí vzniku České komory autorizovaných inženýrů a techniků inženýrů. Počet členů v současné době překročil 30 000. Získaná autorizace vyjadřuje odbornou způsobilost pro projekční práce a vedení stavby ve specializovaných oborech. Komora pro své členy zajišťuje celoživotní vzdělávání, odborné publikace i aktuální informace z legislativy. Vzdělávání specialistů a odborníků přispívá ke zkvalitnění procesu přípravy a realizace staveb.

Při pohledu do minulosti je třeba přiznat, že naši předchůdci udělali pro budoucí generace významné kroky v oblasti zabezpečení akumulace povrchové vody, v zajištění dostatečného množství kvalitní pitné vody a postavili významné stavby na čištění odpadních vod. Nové výzvy dané klimatickou změnou jsou především v oblasti ochrany a udržitelnosti kvality životního prostředí.

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



2. 70 LET ČINNOSTI ÚSTAVU PRO HYDRODYNAMIKU AV ČR, V. V. I.

Martin Pivokonský

ÚVOD

Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v. v. i., oslaví v roce 2023 70 let od svého založení. Za dobu své existence prošel ústav celou řadou změn, které se odehrály především v oblasti odborného zaměření výzkumu. Nicméně ta nejpodstatnější proběhla pravděpodobně v uplynulých cca 5 letech, kdy došlo k jeho kompletní restrukturalizaci, změně odborného zaměření a významné generační obměně vědeckých pracovníků. Nejvýraznější změna nepochybně nastala ve směřování vědecké činnosti ústavu spočívající v koncentraci výzkumných témat v oblasti hydrologie a hydrochemie se zaměřením na úpravu vody. Současné odborné zaměření Ústavu pro hydrodynamiku se tak orientuje výhradně na výzkum v oblasti koloběhu vody v přírodě, její dostupnosti, znečištění, úpravy a kvality v kontextu klimatické změny a znečišťování životního prostředí. O tom, že se jedná o vysoce společensky relevantní a žádaná témata, nelze pochybovat.

PŘEDMĚT ČINNOSTI

Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v. v. i., je součástí Akademie věd České republiky. Předmětem činnosti ústavu je základní i aplikační výzkum v oblasti hydrologie, mechaniky tekutin, hydrochemie a úpravy a technologie vody. Výzkum se orientuje především na problematiku vlivu klimatické změny na hydrologický cyklus (povodně × sucho), hydrologický monitoring, hydroopedologii, hydrologickou a látkovou bilanci území, transport sedimentů, hydrochemii organických látek přírodního i antropogenního původu, procesy úpravy a čištění vody (koagulace, adsorpce, membránová filtrace, oxidační procesy), míchání kapalin a suspenzí, monitoring a odstraňování mikropolutantů, ochranu vodních zdrojů a problematiku ochrany životního prostředí v širším kontextu. V současné době má ústav 60 zaměstnanců, z toho 30 vědeckých a 10 doktorandů. Vedle vlastního sídla Pod Paňankou 30/5, Praha 6, jsou součástí ústavu také dvě terénní pracoviště, Povodí Liz na Šumavě a Poloprovozní laboratoř pitné vody na úpravě vody U Sv. Trojice v Kutné Hoře.

HISTORIE

Ústav pro hydrodynamiku byl zřízen rozhodnutím vládní komise pro vybudování Československé akademie věd (ČSAV) ze dne 29. dubna 1952 jako Laboratoř pro vodní hospodářství ČSAV s účinností od 1. 4. 1953. V roce 1957 byl přejmenován na Ústav pro vodní hospodářství ČSAV a od 1. 1. 1958 na Ústav pro hydrodynamiku ČSAV. Jeho zakladatelem a prvním ředitelem byl akademik prof. Jan Smetana (1953–1962), který byl rovněž jedním ze zakládajících členů Mezinárodního sdružení hydrologických věd a Mezinárodního sdružení hydraulického výzkumu.

Po vzniku samostatné České republiky v roce 1993 se ústav stal pracovištěm Akademie věd České republiky. Po nabytí platnosti zákona č. 130/2002 Sb., o podpoře výzkumu, experimentálního vývoje a inovací, je v současné době ústav veřejnou výzkumnou institucí (v. v. i.).

HLAVNÍ VÝZKUMNÉ SMĚRY

KOLOBĚH VODY

Voda je klíčovým faktorem životního prostředí. Kromě toho, že její dostupnost a kvalita přímo ovlivňuje veškeré organismy, je voda hlavním transportním médiem živin a polutantů v přírodě. Dostupnost vodních zdrojů zároveň limituje hospodářské využití daného území. Informace o koloběhu vody v krajině jsou důležité, a to jak pro studium geochemických procesů, tak pro plánování v oblastech vodohospodářství, zemědělství, lesnictví atd. Náš výzkum se v tomto směru zaměřuje především na problematiku vodní a látkové bilance v krajině, pohyb vody prostředím, její prostorovou distribuci a proměny jejího množství v čase. Značnou pozornost přitom věnujeme výzkumu změn způsobených přirozeným vývojem i činností člověka v kontextu probíhající klimatické změny.

ZDROJE A KVALITA VODY

Lidská společnost využívá vodu pro nejrůznější účely, přičemž klade vysoké nároky na její množství i kvalitu. Stav vodních zdrojů je ale dynamicky ovlivňován řadou antropogenních i přírodních faktorů, od lokálního znečišťování po globální změnu klimatu. Je proto nezbytné zabývat se danými souvislostmi a pokud možno předcházet negativním dopadům lidských aktivit na kvalitu vodních zdrojů. Náš výzkum se v této věci zaměřuje na složení a znečištění povrchových a podzemních vod i na studium procesů vedoucích k přirozené obnově kvality (samočištění) vody. Pozornost přitom věnujeme látkám přírodního původu i látkám antropogenním včetně nově se objevujících polutantů, tzv. *new emerging pollutants* (např. pesticidy, léčiva, mikroplasty, perfluorované organické látky, některé sloučeniny obsažené v produktech osobní péče aj.).

PITNÁ VODA

Klimatická změna, znečišťování životního prostředí a rychlý růst lidské populace způsobují stále silnější tlak na získávání kvalitní pitné vody i ze zdrojů, jejichž kvalita je problematická. Z látek přírodního původu způsobují značné komplikace při úpravě vody stávajícími technologiemi např. organické látky produkované fytoplanktonem, tzv. AOM (AOM – algal organic matter). Velmi problematické jsou také nejrůznější antropogenní mikropolutanty. Náš výzkum se v tomto směru orientuje na objasnění mechanismů odstraňování těchto a dalších látek z vody a v souvislosti s tím na optimalizaci stávajících a vývoj nových technologií úpravy vody, s cílem jejich zavedení do praxe.

VYBRANÁ VÝZKUMNÁ TÉMATA

HYDROLOGIE

Výzkum v oblasti hydrologie se zaměřuje především na objasnění vlivu klimatické změny na hydrologický cyklus, hydrologickou

a látkovou bilanci území, půdní vodu a hydrologický režim rašelinišť. Poslední dvě jmenovaná témata budou představena podrobněji.

Půdní voda

Množství vody v půdě představuje klíčový faktor, který rozhoduje o rozdělení na zem spadlých srážek mezi odtok, evapotranspiraci a doplnění podzemní vody perkolací. Celkový objem vody vázaný v půdě je sice oproti jiným zásobárnám (podzemní voda, ledovce, jezera) nepoměrně menší, ale díky svému významnému vlivu na koloběh vody, energie a na biogeochemické cykly představuje důležitou složku celého systému. Distribuce vody v půdním profilu je přitom ovlivněna celou řadou činitelů, které zahrnují geologické podloží, půdní typ a druh, topografii terénu, využití území, vegetační pokryv i klima oblasti. Právě kombinace těchto faktorů, které jsou samy o sobě značně variabilní, způsobuje vysokou časovou i prostorovou proměnlivost množství vody v půdě. V rámci našeho výzkumu se zabýváme zejména popisem režimu půdní vody pod různými typy porostů s důrazem na odlišné chování území v extrémních situacích, tedy v obdobích sucha a při nadbytku vláhy (obr. 1). Největší pozornost je věnována rozdílu mezi smrkovými a bukovými porosty. Bukové porosty díky postupné změně klimatu nahrazují doposud dominující smrčiny, což s sebou přináší změny ve vodní bilanci lesních porostů (konkrétně ve výparu, retenci vody v půdě a odtoku).

Dosavadní analýzy ukazují, že v bukovém porostu je oproti smrku vyšší transpirace (fyziologický výpar rostlin) a výpar z půdního povrchu. Výpar dešťové vody (intercepce) je naopak vyšší u porostů smrkových, a to zejména díky ztrátě olistění buků v zimních měsících a jiné architektuře koruny smrků způsobující minimální stok po kmeni. Celkově bukový porost spotřebuje více vody na výpar a z těchto ploch tedy dochází k menšímu odtoku do vodních toků a do podloží.



Obr. 1. Povodí Liz na Šumavě – měření vodní bilance v bukovém porostu

Hydrologický režim rašelinišť

Rašeliniště jsou významným krajinným prvkem, na který jsou životně vázány různé druhy rostlin a živočichů. Kromě své nezastupitelné ekologické funkce mohou rašeliniště významně ovlivňovat i hydrologické procesy v krajině. Rozšiřování zamokřených území je považováno za jeden ze způsobů, jak úspěšně zadržovat vodu v krajině a příznivě tak ovlivňovat vodní bilanci území. Hydrologický dopad rašelinišť na okolní krajinu však není

jednoznačný. Rašeliniště dlouhodobě akumulují velké množství vody, ale jejich schopnost zadržet nadbytek vody ze srážek je relativně malá. Náš výzkum je zaměřen na hydrologické procesy v rašeliništích nacházejících se v pramenných oblastech českých řek. Zkoumáme například charakteristiky formování odtoku z rašelinišť v období sucha a při povodních, jejich vliv na hydrochemické vlastnosti vody v tocích, zabýváme se také degradací rašelinišť v kontextu změny klimatu a jejími projevy v hydrologickém režimu území.

Z našich dosavadních výsledků vyplývá, že rašeliniště způsobují výraznou rozkolísanost vodního režimu, zejména zvyšují už tak vysoké průtoky v době nadprůměrných srážek. Při výraznějších srážko-odtokových událostech dochází k vyplavení huminových látek a snížení hladiny pH v toku do té míry, že se navrací do původních hodnot se značným zpožděním. V obdobích nedostatku srážek je naopak dotace toku vodou z rašeliniště spíše nízká, avšak není zanedbatelná, jak se dříve často uvádělo.

HYDROCHEMIE A TECHNOLOGIE VODY

V oblasti hydrochemie a technologie vody se náš výzkum zaměřuje především na objasnění principů koagulace, tvorbu, separaci a transport suspenzí, adsorpci, oxidační procesy, přírodní organické látky a mikropolutanty včetně mikroplastů. Výzkumných tematik je celá řada, nicméně zde budou představeny tři tradiční – koagulace, tvorba a separace suspenze a adsorpce, které mají přímou vazbu na technologie úpravy vody a jejichž poznatky nalézají široké praktické uplatnění.

Koagulace

Koagulace představuje základní technologii v procesu úpravy pitné vody, přičemž její průběh a účinnost ovlivňuje řada faktorů. Kromě kvality a složení surové vody jsou zásadní proměnné chemicko-fyzikální parametry, jako typ a dávka koagulačního činidla, hodnota pH a teplota vody nebo doba a intenzita míchání. V rámci uvedeného se zabýváme optimalizací koagulace pro vodu nejrůznějšího složení a to tak, aby byla vždy dosažena maximální účinnost odstranění nežádoucích znečišťujících látek. Zároveň se věnujeme výzkumu mechanismů koagulace a výzkumu interakcí uplatňujících se mezi znečišťujícími látkami a koagulačními činidly. Získané poznatky pak ověřujeme na poloprovozních modelech a přímo také zavádíme do praxe v provozech technologických linek úpraven pitné vody.

Náš výzkum vedl například k objasnění mechanismů koagulace organických látek produkovaných fytoplanktonem (AOM – algal organic matter), popisu jejich interakcí s koagulačními činidly včetně objasnění jejich inhibičního vlivu na koagulaci pomocí tvorby povrchových komplexů, optimalizaci reakčních podmínek koagulace AOM atd. Všechny tyto dosažené výsledky byly ověřeny nejen laboratorně ale také v praxi na řadě úpraven vody, z nichž mnohé dnes využívají našich poznatků přímo v provozu při úpravě vody.

Tvorba a separace suspenze

S koagulací úzce souvisí také tvorba suspenze (agregace) pomocí flokulace, která je zásadní pro odstraňování koloidních nečistot při úpravě vody. Vlastnosti vznikajících agregátů (velikost, tvar, hustota atd.) jsou přitom ovlivněny nejen chemicko-fyzikálními parametry (např. typ a dávka koagulačního činidla, pH, teplota atd.), ale také hydrodynamickými podmínkami (velikost a distribuce gradientu rychlosti), které jsou primárně určeny

geometrií míchací nádrže a tvarem a rychlostí míchadla. Vlastnosti agregátů mají následně značný vliv na jejich separaci z vody a spolupodílejí se tak na účinnosti, s jakou budou nežádoucí látky z vody odstraněny. Právě problematikou tvorby agregátů, metodami a podmínkami jejich separace a optimalizací procesu úpravy vody z pohledu hydrodynamických podmínek se na ÚH zabýváme. Důraz klademe zejména na identifikaci vlastností odstraňovaných látek zásadně se podílejících na charakteru agregátů a na míru a způsob, jakým ovlivňují metody separace těchto agregátů. Nedílnou součástí je pak i vývoj metod zjišťování vlastností agregátů.

K významným výsledkům, kterých jsme dosáhli, patří např. objasnění vlivu intenzity míchání na strukturu a velikost agregátů a v důsledku toho také na účinnost jejich separace, objasnění vlivu kritických hodnot intenzity míchání na agregaci atd. Výsledky našeho výzkumu jsou využívány pro návrh technologií přípravy suspenze pro konkrétní úpravy vody.

Adsorpce

Adsorpce na aktivním uhlí je při úpravě vody využívána především pro odstraňování koagulací neodstranitelných nízkomolekulárních mikropolutantů, zbytkových organických látek – prekurzorů vedlejších produktů desinfekce vody, tzv. DBPs (DBPs – disinfection by products), sinicových toxinů a látek ovlivňujících organoleptické vlastnosti vody (barva, zápach, chuť). V rámci našeho výzkumu se zaměřujeme především na eliminaci organických látek produkovaných fytoplanktonem (AOM – algal organic matter) a mikropolutantů. Svou pozornost soustředíme na posouzení účinnosti jejich adsorpce na různých druzích aktivního uhlí i na alternativních sorbentech (např. sorbenty na bázi TiO_2), včetně detailní charakterizace těchto sorbentů, dále na zjišťování vlivu různých faktorů adsorpce, zejména vlastností roztoku, na její průběh a účinnost a v neposlední řadě na identifikaci a popis při adsorpci se uplatňujících mechanismů. Zásadní laboratorní zjištění ověřujeme na poloprovozních modelech a následně ve spolupráci s úpravami vody aplikujeme v reálných provozech.

Mezi zásadní výsledky dosažené v rámci tohoto výzkumného tématu patří objasnění inhibičního vlivu nízkomolekulárních organických látek přírodního původu na adsorpci mikropolutantů a objasnění mechanismů adsorpce nízkomolekulárních složek přírodních organických látek na granulovaném aktivním uhlí.

LABORATOŘE A EXPERIMENTÁLNÍ ZÁZEMÍ

Ústav disponuje nejmodernějším přístrojovým vybavením umožňujícím hydrologický a hydrochemický výzkum. Vedle laboratoří v areálu ústavu disponujeme také výzkumným zázemím v povodí Liz na Šumavě a na úpravě vody v Kutné Hoře.

HYDROPEDOLOGICKÁ LABORATOŘ

Hydropedologická laboratoř je vybavena pro rozborů půdy a vody v ní vázané. Jsou zde využívány klasické pedologické postupy v kombinaci s nejmodernějšími analýzami stabilních izotopů. Stanovení půdních vlastností probíhá pomocí gravimetrických měření (okamžitá hmotnostní vlhkost, okamžitá objemová vlhkost, maximální vodní kapilární kapacita, plná vodní kapacita a nasáklivost), zrnitostních rozborů, stanovení retenčních křivek a určení nasycené hydraulické vodivosti. Půdní voda je extrahována ze vzorků a analyzována laserovou spektroskopií pro určení poměru lehkých a těžkých izotopů kyslíku a vodíku. Součástí

přístrojového vybavení je například laserový spektroskop pro stanovení izotopového složení vody, extraktor půdní vody (vyvinutý na ÚH), přetlakové nádoby, pískové a kaolinové tanky pro stanovení pF křivek, síťovací zařízení, laboratorní permeometr atd.

LABORATOŘE HYDROCHEMIE A ÚPRAVY VODY

Laboratoř hydrochemie a úpravy vody disponuje nejmodernějším vybavením umožňujícím kompletní rozborů složení a kvality vody a také laboratorní optimalizaci, výzkum a vývoj procesů úpravy vody (koagulace-flokulace, adsorpce, membránová filtrace, oxidace aj.). Kromě běžně stanovovaných parametrů kvality vody je laboratoř vybavena i pro analýzu organických mikropolutantů, jako jsou pesticidy, léčiva nebo perfluorované látky, měření vedlejších produktů desinfekce vody, kvantifikaci a charakterizaci mikroplastů, detailní charakterizaci přírodních organických látek aj. Mezi přístrojové vybavení patří například HPLC-MS/MS, GC-MS, ICP-OES, TOC/TN analyzátor (obr. 2), μ -Raman mikroskop, SEM, laboratorní míchací aparatura (vyvinutá na ÚH), Taylor-Couettův reaktor (vyvinutý na ÚH) atd.



Obr. 2. Hydrochemická laboratoř – TOC/TN analyzátor

EXPERIMENTÁLNÍ POVODÍ LIZ

Experimentální hydrologický monitoring a na něj navázaný výzkum patří dlouhodobě na ÚH mezi hlavní výzkumné směry. Stěžejním experimentálním územím je povodí Liz na Šumavě, kde kontinuální monitoring probíhá již od roku 1975. Činnost na povodí Liz byla postupně doplněna o výzkum geochemický a hydropedologický. Počátkem nového tisíciletí byl pak monitoring plně automatizován a vybaven dálkovým přenosem dat. Unikátnost povodí Liz spočívá v dlouhodobém pozorování řady hydrologických veličin (srážky, odtok, výpar, nasycení povodí vodou), které jsou v současné době doplněny o monitoring znečišťujících látek vstupujících do ekosystému formou depozice z větrem hnané nízké oblačnosti a mlhy a detailní monitoring stavu a množství vody v nenasycené zóně půdního profilu a v kmenech stromů. Výzkum je významný zejména z hlediska sledování dlouhodobého vlivu měnících se přírodních podmínek na lesní ekosystémy s důrazem na jejich vodní a látkovou bilanci. Unikátní dlouhodobá data umožňují validaci hydrologických, ekohydrologických a geochemických modelů užívaných pro odhad vlivu měnícího se klimatu na přírodní procesy. Díky kvalitnímu přístrojovému vybavení a množství měřených ekohydrologických procesů je povodí Liz součástí národních i mezinárodních měřících sítí (např. ERB – Euromediterranean Network of Experimental and Representative Basins, GEOMON – GEOchemický MONitoring).



Obr. 3. Poloprovozní model úpravy vody s dvoustupňovou separací suspenze a adsorpcí na GAU

POLOPROVOZNÍ LABORATOŘ ÚPRAVY PITNÉ VODY

Poloprovozní laboratoř úpravy pitné vody (obr. 3) umístěná v areálu úpravně vody U Sv. Trojice v Kutné Hoře provozované VHS Vrchlice Maleč, a. s., umožňuje přímou komunikaci vědeckých pracovníků s provozovatelem úpravně vody a zprostředkovává propojení základního výzkumu s aplikační sférou, a tedy i přenos výsledků výzkumu do praxe. Na základě v praxi ověřených výsledků výzkumu je pak možné vybudovat technologické know-how uplatnitelné i na dalších úpravárnách. Vedle toho plní poloprovozní laboratoř i edukativní cíle – umožňuje studentům vysokých škol propojit teoretické poznatky získané během studia s realitou poloprovozu a provozu, a pomoci tak z nich vyškolit schopné budoucí zaměstnance vodohospodářských společností.

Laboratoř poskytuje také služby vodohospodářským společnostem (provozovatelé úpraven a čištění vody), podnikům zabývajícím se vývojem nebo výrobou zařízení aplikovaných v technologii úpravy a čištění vody, dalším subjektům z komerční, výzkumné a veřejné sféry zainteresovaným v dané problematice (znečištění vodních zdrojů, technologie úpravy vody).

SPOLUPRÁCE S PRŮMYSLOVÝMI PARTNERY

Nedílnou součástí činnosti ústavu je také aplikovaný výzkum ve spolupráci s řadou podniků a soukromých subjektů. Tento výzkum se týká především vývoje a aplikací technologií úpravy vody, čištění odpadní vody a hydrologického monitoringu. Vedle soukromé sféry spolupracuje ústav také s řadou institucí státní správy, a to především v oblasti monitoringu stavu a změn životního prostředí se zaměřením na vodní bilanci a retenci vody

v krajině. Dlouhodobá spolupráce je navázána se Správou Národního parku a CHKO Šumava, kde je činnost zaměřena na sledování hydrologické bilance horských povodí. Se Správou Krkonošského národního parku a obcí Horní Maršov probíhá spolupráce v rámci lokálních výstražných systémů a dopadů kúrovcových kalamit na hydrologický režim území. V rámci sledování vodní bilance s důrazem na rozšíření půdního sucha spolupracujeme se Středočeským krajem, Státním zemědělským intervenčním fondem a obcí Velký Osek. Několik stanic provozovaných ÚH je navíc zařazeno do operativní pozorovací sítě Českého hydro-meteorologického ústavu.

Jako příklady spolupráce se soukromou sférou za posledních 5 let můžeme uvést následující smluvní výzkumy:

- Vývoj a použití nových technologií pro budování systémů včasné výstrahy před bleskovými povodněmi (Fiedler AMS s. r. o.)
- Elektrokoagulační jednotka pro separaci řasové biomasy (EnviPur, a. s.)
- VHS Vrchlice-Maleč, a. s. – Vývoj a použití nových technologií pro intenzifikaci tvorby a separace agregátů při úpravě vody – proces vysokoúčinné flokulace (VHS Vrchlice-Maleč, a. s.)
- Vývoj a použití nových technologií pro monitoring životního prostředí v systému ovzduší-voda-půda (Ekologické služby, s. r. o.)
- Nástroj pro navrhování a optimalizaci provozu dopravního systému kalového hospodářství ČOV a vývoj zařízení pro jeho laboratorní testování (SWECO Hydroprojekt a. s.)

- Odstranění perfluorovaných organických látek při úpravě pitné vody (VHS Vrchlice-Maleč, a. s.)
- Vliv podmínek flokulace (globální smyková rychlost a čas) na tvar a strukturu vytvořených agregátů a účinnost jejich separace sedimentací a filtrací (VHS Vrchlice-Maleč, a. s.)
- Charakterizace organických látek v surové a pitné vodě na úpravě vody Želivka (Želivská, a. s.)
- Analýza pulzací v odtokovém potrubí odpadních vod z jaderné elektrárny Temelín (AQUA-Styl, s. r. o.)
- Reologická charakterizace čistírenských kalů (SWECO Hydroprojekt a. s.)
- Reologická charakterizace kolagenové směsi (Devro, a. s.)
- Optimalizace koagulačního/flokulačního procesu a návrh technologie míchání – Úpravna vody Milence (Čevak, a. s.)
- Optimalizace koagulačního procesu na úpravě vody Březová (Vodárny a kanalizace Karlovy Vary, a. s.)
- Recyklace a znovu využití procesní a odpadní vody z výroby osobních automobilů (Škoda Auto, a. s.)

SPOLUPRÁCE S VYSOKÝMI ŠKOLAMI A ZAHRANIČNÍMI INSTITUCEMI

Ústav pro hydrodynamiku se ve spolupráci s veřejnými vysokými školami také významně podílí na výchově studentů bakalářských, magisterských a doktorských studijních programů. V rámci těchto studijních programů vědečtí pracovníci ústavu odpřednáší více jak 1000 hodin ročně a významně se tak podílejí na zajišťování celé řady oborů. Úzká spolupráce je v tomto směru navázána především s Univerzitou Karlovou v Praze (Přírodovědecká fakulta), Českou zemědělskou univerzitou v Praze (Fakulta životního prostředí), Vysokou školou chemicko-technologickou v Praze (Fakulta chemicko-inženýrská), Českým vysokým

učení technickým v Praze (Fakulta stavební, Fakulta strojní a Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská) a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně (Fakulta technologická). Vedle domácích univerzit spolupracuje ústav také s řadou zahraničních institucí. Pod záštitou této spolupráce vznikají společné publikace a projekty, jsou realizovány výměnné stáže pro studenty i vědecké pracovníky, probíhá zapojení do mezinárodních hydrologických monitorovacích sítí a jsou pořádány mezinárodní konference. Mezi naše nejvýznamnější partnery patří například The University of New South Wales (The bioMASS Lab, School of Chemical Engineering), Western Sydney University (School of Computing, Engineering and Mathematics), nebo Politecnico di Milano.

Ústav je také zapojen v rámci mezinárodní spolupráce do mezinárodních monitorovacích sítí zabývajících se vodním režimem půd a povodí a depozicí vody z větrem hnané mlhy a nízké oblačnosti na vegetační porost, přičemž účelem je zpřesnění vodní a látkové bilance jak v kontextu ČR, tak z hlediska mezinárodních srovnávacích studií. Jedná se například o ERB (Euromediterranean Network of Experimental and Representative Basins), která zabezpečuje sdílení dat sloužících ke zpřesnění vodní a látkové bilance malých evropských povodí a je založená na dlouhodobém monitoringu malého hydrologického cyklu, LTER (Long-Term Ecosystem Research in Europe) zabezpečujícím mezinárodní síť lokalit dlouhodobého ekologického výzkumu a také síť FOG&DEW (Fog, Fog Collection and Dew), který slouží k sledování objemů a koncentrací znečišťujících látek v deponovaných srážkách.

doc. RNDr. Martin Pivokonský, Ph.D.
 Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v. v. i.
 Pod Paňankou 30/5
 166 12 Praha 6, Česká republika
 Tel.: +420 233 109 011, +420 233 109 022
 E-mail: ih@ih.cas.cz
 Datová schránka: 4y6nq76
 www.ih.cas.cz



3. HISTORIE VÝSTAVBY PŘEČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNY DLOUHÉ STRÁNĚ V JESENÍKÁCH

Miroslav Kopřiva

Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně (dále též PVE) je z hlediska instalovaného výkonu 2×325 MW největší vodní elektrárnou v české republice s největším spádem vody a s největším reverzibilním turbosoustrojím v Evropě. Elektrárna je rovněž významnou turistickou atrakcí, kterou každoročně navštíví téměř sto tisíc návštěvníků a díky ojedinělému technickému řešení již v roce 2005 elektrárna získala při elektronickém hlasování titul *Technický div ČR*, následně pak řadu dalších významných ocenění. V tomto článku si dovoluji ve vzpomínkách vrátit několik desetiletí zpět a připomenout si významné okamžiky, které rozhodly o vzniku tohoto technického divu naší republiky tak, jak jsem je jako ředitel její výstavby, jenž byl s historií vzniku tohoto díla spříazen více než 18 let, vnímal.

V poválečném Československu, obdobně jako jinde v Evropě, bylo stále více zřejmé, že naše elektroenergetická soustava bude pro svoji činnost nutně potřebovat výkonné regulační zdroje. První studijní práce související s možností výstavby PVE velkého výkonu byly zahájeny už kolem roku 1957. Avšak teprve v roce 1967 vznikla v bývalém Československu souhrnná studie, která na základě prvních geologických průzkumů vyhodnotila téměř 40 lokalit v naší republice, vhodných pro výstavbu přečerpávací vodní elektrárny. Hodnocení jednotlivých lokalit bylo ukončeno v roce 1968 a závěry potvrdily, že kromě lokalit pro PVE Čierny Vah na Slovensku a PVE Dalešice na Jižní Moravě může být velmi

výhodné umístění nové PVE do oblasti Hrubého Jeseníku na tok Divoké Desné (obr. 1) a s horní nádrží na hoře Dlouhé Stráně s tehdejší nadmořskou výškou 1352 m (obr. 2).

Další vývoj přípravy a realizace PVE Dlouhé Stráně se odehrával v těchto časových milnících, s nimiž se rovněž postupně měnila i koncepce turbosoustrojí díla:

První studie a průzkumy _____	1957
Investiční záměr na společné energetické a vodárenské dílo _____	1965
První projektový úkol na koncepci $6 \times 85,8$ MW _____	1969
Dodatek projektového úkolu na koncepci 4×108 MW _____	1970
Projektový úkol na koncepci 4×150 MW _____	1977
Zahájení přípravných prací a výstavby celé PVE _____	05/1978
Studie nové koncepce s řešením 2×325 MW _____	1981
Schválení dodatku projekt. úkolu č. 4 na koncepci 2×325 MW _____	09/1983
Dodatek úvodního projektu hlavní stavby _____	04/1985
Modelové zkoušky oběžného kola turbíny 325 MW _____	1986
Povolání celé výstavby včetně hlavní stavby _____	1989
Uvedení TG2 do provozu _____	02/1996
Uvedení TG1 do provozu _____	06/1996
Dokončení celé stavby _____	12/1998



Obr. 1. Dolní nádrž PVE Dlouhé Stráně. Zdroj: archiv autora



Obr. 2. Horní nádrž PVE Dlouhé Stráně. Zdroj: archiv autora

Etapa *Přípravné práce* zahrnovala výstavbu komunikací, ubytovacích kapacit v Loučné, hotelový areál v Koutech nad Desnou, zařízení staveniště, zahájení násypu hráze horní nádrže a zejména zpřístupnění prostoru budoucí podzemní elektrárny systémem tunelů a štol.

Do náplně etapy *Hlavní stavba* patřil výlom podzemních kaveren (obr. 3), vystrojení přivaděčů, výstavba obou hrází a dalších objektů, ale zejména dodávka a montáž téměř celé technologické části díla.

Po vydání stavebního povolení v březnu 1978 byla výstavba etapy *Přípravné práce* a tím celé PVE skutečně zahájena, a to dne 11. 5. 1978. Rozdělení na etapy však znamenalo, že se výstavba PVE dostala do podvědomí tehdejších centrálních orgánů na „druhou kolej“, a to způsobilo zásadní zpomalení jejího tempa, což potvrdila tehdejší Státní plánovací komise v roce 1980 schválením objemu výstavby pro léta 1981 až 1985 pouze ve výši 300 mil. Kčs. Finanční objemy v prvních letech výstavby tak činily 27 mil. Kčs v roce 1978, 95 mil. Kčs v roce 1979 a 102 mil. Kčs v roce 1980 a poté klesaly až na 64,8 mil. Kčs v roce 1982. Tento stav mnohdy vedl k názorům výstavbu utlumit nebo dokonce i zastavit. V takovém prostředí se velmi tříbily i lidské charaktery, z nichž se pak rodili noví odborníci a formovaly profesionální týmy pro budoucí rozvinutou výstavbu.

Na základě spolupráce investora a generálního projektanta v době útlumu byla v roce 1981 vypracována *Technicko-ekonomická studie*, která srovnávala tři varianty velikosti a uspořádání soustrojí:

- 4 × 150 MW ve třístrojovém uspořádání se čtyřmi soustrojími,
- 4 × 162 MW ve dvoustrojovém uspořádání se čtyřmi soustrojími,
- 2 × 325 MW ve dvoustrojovém uspořádání se dvěma soustrojími.

Závěr studie ukázal, že dvě jednotky o instalovaném výkonu 325 MW každé z nich a v reverzibilním dvoustrojovém uspořádání mohou na PVE Dlouhé Stráně přinést zjednodušení realizace i provozu se současným snížením investičních i provozních nákladů. Jediným vážným technickým problémem se jevil vývoj a výroba oběžného kola turbíny v té době nevídaných československých parametřů. Přesto schválením *dotatku projektového úkolu č. 4* v roce 1983 bylo rozhodnuto o této zásadní změně koncepce a o realizaci výkonové varianty 2 × 325 MW. K rozhodnutí přispěla i skutečnost, že namísto nákupu licence na výrobu oběžného kola od zahraničních firem se výrobce ČKD Blansko svým dopisem v září 1983 zavázal vyvinout potřebné oběžné kolo reverzibilní turbíny mimořádných parametřů vlastními silami.

V témže roce daly centrální orgány vývoji na stavbě nový impulz, když rozhodly zahájit práce na dodatku úvodního projektu *Hlavní stavby PVE*. Tento dodatek byl pak vypracován v dubnu 1985 a v témže roce také schválen. Ve schvalovacím protokolu byly již zakotveny cílové termíny stavby tak, že turbosoustrojí TG 1 mělo být uvedeno do zkušebního provozu v červnu 1994, turbosoustrojí TG 2 v listopadu 1994 a celá stavba měla být dokončena v prosinci 1995. Výstavba se však stále nacházela v útlumu a pro její rozvinutí bylo nutné ještě absolvovat dlouhou pouť tzv. přeregistrace, neboli v tehdejšímu systému plánování zabezpečit výstavbu celého díla finančními zdroji.

V roce 1986 výrobce ČKD Blansko úspěšně dokončil vývoj oběžného kola turbíny a odpadla tak potřeba devizových prostředků na nákup zahraniční licence pro jeho výrobu. Po dalším tříletém úsilí se investorovi ČEZ, Ostravskokarvinské elektrárny o. z., zastoupenému inženýrským týmem (od roku 1990 výstavbovým závodem) v Loučné nad Desnou, podařilo vyřešit financování stavby včetně nezbytných devizových prostředků, zajistit dodavatele všech dalších technologických celků a v roce

1989 přeregistrovat celou stavbu. Tím skončilo téměř desetileté období útlumu výstavby, která se tak mohla plně rozvinout.

Od 1. 1. 1990 převzal přímé řízení výstavby výstavbový závod investora v Koutech nad Desnou na čele s ředitelem výstavby PVE Dlouhé Stráně a později také prokuristou ČEZ a. s., Ing. Miroslavem Kopřivou, CSc. Tyto významné kroky umožnily úspěšné projití výstavby díla všemi peripetiemi privatizací, restrukturalizací a personálních změn turbulentního porevolučního období. Pevná pozice investora silně a velmi příznivě ovlivnila posílení a stabilitu jednotlivých výstavbových týmů dodavatelů jak stavební, tak i technologické části stavby.

Po dokončení prvního plnění nejprve dolní (1993) a následně horní nádrže (1994) vyvrcholily na díle přípravy na jeho uvedení do provozu. Na výstavbě díla však nastal nečekaný negativní zvrat, který změnil další průběh jejího dokončení, když v červnu 1994 došlo k závadě na turbosoustrojí TG1, která si vyžádala další konstrukční a projekční změny, jež byly promítnuty do rozvinuté

montáže TG2. Po jejich realizaci již celý vývoj na výstavbě směřoval k postupnému uvedení díla do provozu.

Po prvním přifázování soustrojí TG2 a sérii provedených zkoušek bylo soustrojí dne 6. 2. 1996 uvedeno do provozu. Následně pak dne 20. 6. 1996 bylo zprovozněno také turbosoustrojí TG1 a Česká energetika získala jedinečné energetické dílo, jehož význam byl doceněn již v prvních letech po uvedení do provozu. Výstavba celé elektrárny pak byla dokončena posledními terénními úpravami v roce 1998 a složitý vývoj jejího vzniku tak byl úspěšně završen. Přecherčovací vodní elektrárna Dlouhé Stráně se stala nejvýznamnějším dodavatelem špičkové energie, podpůrných služeb a regulátorem odchylek v elektrizační soustavě ČR. Je také důležitým poskytovatelem služby black start (start ze tmy).

Původní technické řešení a popis prostředí, ve kterém se dílo rodilo, podrobně popisují publikace Kopřiva, Höll et al. (1997) a Kopřiva (2009).

NEJVÝZNAMNĚJŠÍ FIRMY A PODNIKY ZÚČASTNĚNÉ NA VÝSTAVBĚ DÍLA

Investor	Energoinvest k. ú. o. Praha (do 12/1983) Ostravsko-karvinské elektrárny k. p. Ostrava ČEZ a. s.
Vykonavatel inženýrských investorských činností, pověřený řízením výstavby	Energoinvest k. ú. o. Praha (do 12/1983) Ostravsko-karvinské elektrárny k. p. Ostrava (do 12/1991) ČEZ a. s. do úplného dokončení výstavby, prostřednictvím firmy ENEROTIS, s. r. o. Šumperk (od 1. 2. 1996 do 31. 12. 1998)
Generální projektant	HYDROPROJEKT n. p. Praha, o. z. Brno AQUATIS a. s. Brno
Vyšší dodavatel stavební části stavby	Ingstav n. p. Brno Ingstav a. s. Opava
Dodavatel podzemních objektů	Výstavba dolů uranového průmyslu Praha, závod Tišnov SUBTERRA a. s. Praha
Dodavatel pancířů přivaděčů	Hutní montáže n. p. Ostrava Hutní montáže a. s. Ostrava
Vyšší dodavatel technologické části stavby	ČKD Blansko n. p. ČKD Blansko a. s. ČKD Blansko Engineering a. s.
Dodavatel generátorů a transformátorů	ŠKODA a. s. Plzeň
Dodavatel elektrotechnologického zařízení a rozvodů	ENERGOVOD a. s. Praha
Dodavatel montážních prací na řídicím systému	Montáže Čakovice, s. r. o.

VYBRANÉ TECHNICKÉ PARAMETRY DÍLA

STAVEBNÍ A VODOHOSPODÁŘSKÁ ČÁST

Horní nádrž:

Objem vody horní nádrže _____ 2 720 000 m³,
stálé nadržení 140 000 m³
Nadmořská výška koruny _____ 1350 m n. m.
Nadmořská výška vrcholu Dlouhé Stráně _____ 1353 m n. m.
Kubatura násypu _____ 2 025 000 m³
Hladina stálého nadržení _____ 1326 m n. m.
Maximální hladina _____ 1348 m n. m.
Maximální zatopená plocha _____ 15,4 ha

Dolní nádrž:

Objem vody dolní nádrže _____ 3 405 000 m³,
stálé nadržení 825 000 m³
Nadmořská výška koruny _____ 824,7 m n. m.
Kubatura násypu hráze _____ 840 000 m³
Hladina stálého nadržení _____ 800,5 m n. m.
Maximální hladina _____ 822,7 m n. m.
Maximální zatopená plocha _____ 16,2 ha
Nejvyšší čistý spád při provozu díla _____ 534 m
(max. výškový rozdíl hladin 547 m)



Obr. 3. Kaverna turbín PVE Dlouhé Stráně. Zdroj: archiv autora

Kaverna turbín se strojovnou:

Rozměry kaverny turbín (d × š × v) _____ 87,15 × 25,5 × 50 m

Kubatura výlomů _____ 93 000 m³

Komora transformátorů:

Rozměry komory transformátorů

(d × š × v) _____ 117 × 16 × 21,7 m

Kubatura výlomů _____ 32 000 m³

Přivaděče:

Počet přivaděčů _____ 2

Průměr přivaděčů _____ 3,6 m

Délky přivaděčů _____ 1 547 m a 1 499 m

INSTALOVANÉ VÝKONY TECHNOLOGICKÝCH CELKŮ

Motogenerátor:

Počet _____ 2

Zdánlivý el. výkon jednotky _____ 355 MVA

Činný výkon jednotky _____ 320 MW

Napětí _____ 22 kV

Otáčky _____ 428,6 min⁻¹

Hmotnost rotoru _____ 400 t

Reverzibilní turbína:

Počet _____ 2

Maximální výkon jednotky _____ 325 MW

Max příkon při čerpání jednotky _____ 301 MW

Otáčky _____ 428,6 min⁻¹

Počet lopat oběžného kola _____ původně 7,

_____ nyní po rekonstrukci OK 9

Provozní doby:

Doba turbinového provozu obou soustrojí _____ 5,23 h

Doba čerpadlového provozu obou soustrojí _____ 7,10 h

Přechodové časy:

Z klidového stavu na max. turbinový výkon _____ do 100 s

Z klidového stavu na čerpadlový výkon _____ do 390 s

LITERATURA

- 1.] Kopřiva, M. (2009): Generace Dlouhé Stráně. Šumperk: Pro společnost Energotis, s. r. o. vydal Jiří Mareček. ISBN 978-80-254-8157-8
- 2.] Kopřiva, M., Höll, J. et al. (1997): Přecherčpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně, historie a výstavba. 1. vydání. Šumperk: Energotis, Reklamní studio PVT

Ing. Miroslav Kopřiva, CSc.

Od r. 1990 do roku 1998 ředitel výstavby PVE Dlouhé Stráně, dříve vedoucí technologického oddělení a hlavní inženýr výstavby, vše v rámci útvaru investora, kterým byly České energetické závody s. p. Praha, resp. ČEZ a. s. Praha

ředitel společnosti
ENERGOTIS, s. r. o.
Rejhovice 72
Loučná nad Desnou
kopřiva@energotis.cz

4. FUNKCE MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ ZÁSOBENÝCH SRÁŽKOVÝMI VODAMI V URBANIZOVANÉM PROSTŘEDÍ

Jan Šálek, Pavla Schwarzová

ÚVOD

Článek navazuje na příspěvek v Bulletinu v roce 2021 zaměřený na *Závlahové hospodaření srážkovými vodami v intravilánu*. Způsob stanovení množství a způsobu jímání srážkových vod a jejich využití v malých vodních nádržích je blízký a autoři na něj navazují. Hlavní pozornost autorů je věnována funkci malých vodních nádrží, které v urbanizovaném prostředí hospodaří (nakládají) se srážkovými vodami. Do této skupiny patří malé vodní nádrže plnící následující dominantní funkce:

- Ochranné nádrže, retencí přívalových srážek chrání níže ležící území před ničivými účinky odtoku z přívalových srážek v urbanizovaném prostředí.
- Akumulační (zásobní) nádrže poutající srážkové odtoky a vytvářející zásobu vody pro další využití k různým účelům.
- Retardační nádrže vyrovnávající odtoky srážkových vod z urbanizovaného území.
- Aktivizační nádrže nadlepšují minimální odtoky v době nedostatku srážek (sucha).
- Klimatizační nádrže příznivě ovlivňující mikroklima v urbanizovaném prostředí.
- Infiltrační nádrže, které infiltrací srážek do půdy zvyšují zásoby podzemních vod.
- Požární nádrže soustřeďující srážkovou vodu pro protipožární účely.
- Malé vodní nádrže vytvářejí přírodní refugia pro vodní a mokřadní rostliny a živočichy.
- Malé vodní nádrže v urbanizovaném prostředí, které využívají srážkové vody po úpravě pro rekreační účely, zejména pro koupací jezírka a bazény.
- Malé vodní nádrže, které vytvářejí místa oddechu a rekreace pro obyvatele.
- Sedimentační, záchytné a biologické nádrže, zachycují a odstraňují znečištění srážkových vod od smyvů.
- Významný je i okrasný účinek malých vodních nádrží v urbanizovaném prostředí.

Většina těchto nádrží plní funkci dominantní a často mnoho vedlejších, často důležitých funkcí.

OCHRANNÉ NÁDRŽE

Ochranné (retenční) nádrže patří k základním vodohospodářským stavbám v urbanizovaném prostředí. Funkci ochrannou tvoří přesně definovaný ochranný prostor, řízené výpustné zařízení a bezpečnostní přelivy. Tuto funkci plní, částečně až úplně, značná část malých vodních nádrží s ovladatelným a neovladatelným ochranným prostorem. Do skupiny ochranných nádrží patří také suché ochranné nádrže, které zachycují a transformují odtok vody z přívalových srážek. Jejich základní úkol spočívá ve vyhodnocení a přesné definici vztahu mezi povodňovým srážkovým přítokem, objemem ochranného prostoru, intenzitou vsaku a sníženým, tzv. neškodným odtokem. Způsoby vodohospodářského řešení uvádějí Starý (1990), Šálek (1991) a řada dalších.

Ochranné nádrže v urbanizovaném prostředí se navrhují otevřené, zemní s travnatým povrchem, opevněné a případně

těsně s betonovým obkladem, železobetonové nádrže a z předpjatého betonu. K hlavním objektům ochranných nádrží patří regulovatelná výpustná zařízení, bezpečnostní přeliv, případná odběrná zařízení, vjezd do nádrže za účelem údržby a odvozu sedimentů. Podrobnější způsob řešení jednotlivých objektů, používaných u ochranných nádrží, uvádějí Šálek (1996), Šálek, Mika, Tresová (1989) aj. Příkladem řešení je uspořádání historické kombinované ochranné nádrže, umístěné v mírně sklonitém terénu v Brně-Řečkovících. Náпустný objekt je znázorněn na obr. 1. Pohled na ochrannou nádrž po doznívající přívalové srážce je znázorněn na obr. 2.

Z úsporných důvodů se dříve výlučně budovaly zemní, netěsně nádrže. V Brně jsou doposud v provozu ochranné nádrže v Brně-Komíně, Lužáneckém parku a výše uvedená nádrž v Brně-Řečkovících, která tvoří současně ochranu před velkými vodami na říčce Ponávce. K novým stavbám patří ochranná nádrž v Brně-Lišni znázorněná na obr. 3 a zejména podzemní



Obr. 1. Náпустný objekt historické zemní ochranné nádrže Brně-Řečkovice



Obr. 2. Ochranná nádrž v členitém terénu v Brně-Řečkovících po dešťové srážce



Obr. 3. Ochranná nádrž v členitém terénu v Brně-Lišní chránici Mariánské údolí



Obr. 4. Krytá kruhová a víceúčelová ochranná nádrž v Brně-Komárově

železobetonová víceúčelová krytá nádrž v Brně-Komárově, zobrazená v obr. 4, rovněž zajišťující poutání splavenin a jejich odstraňování.

AKUMULAČNÍ SRÁŽKOVÉ NÁDRŽE

Akumulační srážkové nádrže slouží k poutání, akumulaci a postupnému využití dešťových srážek. Před vtok vody do akumulčních nádrží se předřazuje minimálně mechanické čištění, které tvoří česle, hrubá síta, lapák písku a usazovací nádrže. Způsob jímání, stanovení množství srážkových vod a jejich úpravu uvádějí Šálek a Schwarzová (2021), Šálek (2001) aj. Akumulační nádrže se navrhují zemní, výjimečně podzemní, opevněné a těsněné.

Uspořádání malé akumulční nádrže (cisterny) s čerpacím zařízením je uvedeno v práci Šálek a Schwarzová (2021). Uspořádání různých typů akumulčních nádrží a objektů na nich uvádí Šálek (1996). Příklad řešení městské nádrže v SRN s funkcí akumulční i retenční je uveden na obr. 5 až 7. Nádrž nacházející se na frekventovaném Postdamer Platz v Berlíně má plochu 12 000 m², jeho sofistikované řešení primárně pro zachycení srážkové vody bylo navrženo před 30 lety a již více než 25 let spolehlivě funguje. Požadavkem bylo, aby prostor náměstí s okolními budovami neodváděl do kanalizace více vody než předchozí řešení tohoto prostoru. Proto vznikla nádrž s maximální hloubkou

1,85 m a kolísáním hladin 30 cm, ve které je akumulováno 70 % objemu návrhových intenzivních srážek. Voda je sbírána z okolních ploch, střech a zelených střech a přes mechanický filtr je sváděna do jezera (Potsdamer Platz [online]).

Akumulovaná voda v nádrži slouží nejen pro splachování toalet v okolních kancelářských budovách (má zde být zajištěn 70% podíl srážkové vody na splachování), ale je i plochou pro dostatečné odpařování vody v intravilánu (a tím i ochlazování mikroklimatu) a slouží i jako zásoba vody požární. Občas tu dokonce plavou lidé. Protože se jedná o prostor s velkou dopravní zátěží v bezprostředním okolí a s podzemními garážemi, byly při její výstavbě obavy z případných průsaků. Tyto se naštěstí díky třem vrstvám kvalitních švýcarských membrán nepotvrdily. K dnešní oligotrofní kvalitě vody přispívají sedimentační procesy v nádrži, cirkulace vody i litorální pásmo, které čistí vodu na principu kořenových čistíren bakteriemi na kořenech rostlin. Mechanismus pohybu vody zajišťují dvě podzemní patra sofistikované technologie s podzemními nádržemi, filtrací, řadou potrubí a kontrolními systémy (obr. 7). Kvalita vody je zpravidla na jaře horší, ale celkově je filtrace nižší, než bylo původně plánováno (přefiltrování vody jednou za dva dny). V současné době nádrž výparem ochlazuje mikroklima a v suchých obdobích je již do nádrže přiváděna další voda, neboť vlivem klimatické změny již často převažuje výpar nad srážkami. Akumulovaná srážková voda se upravuje (obr. 7) a využívá k řadě účelů.



Obr. 5. Městská nádrž na náměstí Postdamer Platz, Berlín



Obr. 6. Úprava okolí nádrže a vegetace v nádrži. Postdamer Platz, Berlín



Obr. 7. Technologie a podzemní nádrže, Postdamer Platz, Berlín

INFILTRAČNÍ NÁDRŽE SRÁŽKOVÝCH VOD

Umělé infiltrační nádrže se využívají k převodu (filtraci) srážkových vod do podzemních vod. K nejstarším zařízením v ČR patří infiltrační nádrž s rákosovou kulturou v Brně-Židenicích. Nádrž je víceúčelová, kromě dotace podzemních vod, plní sedimentační, čisticí a částečně i akumulaci funkci, převádí značnou část vody evapotranspirací do ovzduší a příznivě takto upravuje mikroklima. Uspořádání této nejstarší kombinované infiltrační, akumulaci a čisticí nádrže v Brně s porostem rákosy a bezpečnostním přelivem je znázorněna na obr. 8.

Novější je uspořádání infiltrační nádrže v plochem terénu. Příklad tohoto řešení je nově vybudované zařízení v Brně-Černovicích, které je znázorněné na obr. 9. Před infiltrační plochu



Obr. 9. Schéma uspořádání sedimentační a infiltrační nádrže v Brně-Černovicích

uvádí Šálek (2001). Z retenčního prostoru nádrže srážková voda pozvolna filtruje břehovým filtrem na infiltrační plochu s travním porostem. Další podrobnosti týkající se infiltrace srážkových vod uvádí ČSN 75 9010 *Návrh, výstavba a provoz vsakovacích zařízení srážkových vod*.

DEŠŤOVÉ ZAHRADY

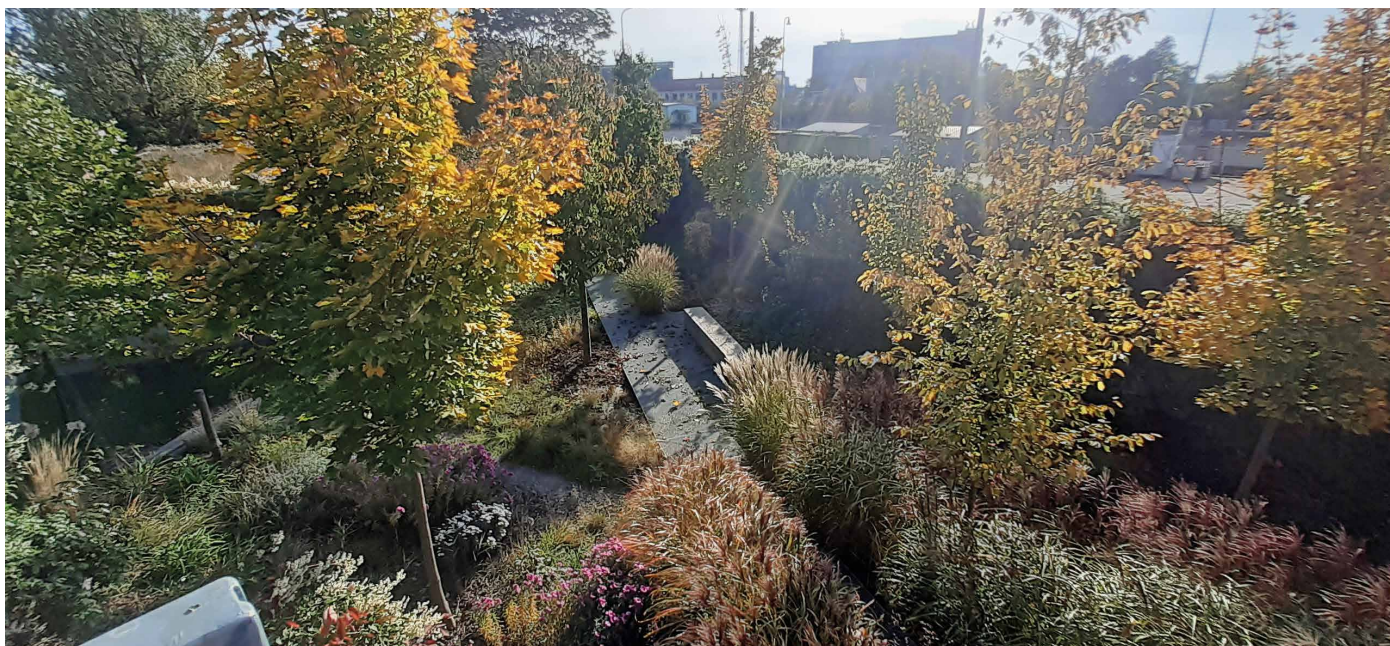
V současné době se značná pozornost věnuje *dešťovým zahradám* znázorněným na obr. 10. Jedná se o propustné půdní prostředí, kam natékají srážkové vody ze střech nebo neznečištěných zpevněných povrchů. Mírná prohlubeň s propustným ložem je vytvořena pro bezpečné zasakování srážkové vody a obsahuje vegetaci snášející jak několikadenní zaplavení přívalovými dešti, tak i déle trvající sucho. Dešťové zahrady, někdy také označovány jako bioklimatické, by měly umožnit odtok dešťové vody infiltrací do půdy do 48 hodin, ochlazují mikroklima a zvyšují biodiverzitu. V zahraničí (např. Albany Park [online], Tanner Springs Park [online]) se s oblibou používají jako lokální a levnější řešení modrozelené infrastruktury v zastavěných oblastech. Tato přírodní vodozádržná opatření přispívají k řešení bezpečného zasakování vody z přívalových srážek, jejich primárnímu čištění půdním profilem a vegetací a v rámci klimatické změny šetrněji hospodaří s dešťovou vodou a nadlepšují zásoby podzemní vody.



Obr. 8. Uspořádání infiltrační nádrže s porostem rákosy v Brně-Židenicích

je vložena těsněná, usazovací nádrž, která zachycuje smyvy z přívalových srážek. Dno této nádrže je betonové, což umožňuje poměrně snadné odstraňování sedimentů příslušnou shrabovací technikou a snadný odvoz.

Alternativním řešením je kombinace malé vodní nádrže s filtrační plochou, umístěnou vedle nádrže. Podrobnosti řešení



Obr. 10. Dešťová zahrada Liko-S, Slavkov u Brna, v centrální části je lávka a pod ní nátok srážkové vody ze střech objektu

KLIMATIZAČNÍ FUNKCE

Klimatizační funkce malých vodních nádrží v urbanizovaném prostředí spočívá v příznivém ovlivnění vývoje mikroklimatu, zejména snížením teploty ovzduší v horkých letních dnech a ve zvýšení ovzdušné vlhkosti. Využití klimatizační funkce malých vodních nádrží má mnohasetletou tradici a setkáme se s nimi zejména kolem panských sídel. Příklad toho řešení je znázorněn na obr. 11., nachází se za zámečkem v Budkově, který nyní slouží jako domov důchodců. Uprostřed nádrže rybničního typu je vybudován ostrůvek, sloužící v letním období k oddechu a je spojen jednoduchou lávkou s urbanizovaným prostředím. Rekreační nádrž s altánkem, zásobovanou srážkovou vodou, je možné situovat v centru města. Uspořádání v Ledči nad Sázavou je znázorněno na obr. 12.

Nádrže tohoto typu jsou převážně víceúčelové. V řadě případů se využívají k rekreačním účelům, jako koupací jezírka a koupací bazény. Podrobnosti uvádějí Lhotáková a Trnková (2011) a řada dalších autorů.

POŽÁRNÍ NÁDRŽE

Požární nádrže se navrhují v místech, kde je třeba vytvořit zásobu vody k protipožárním účelům. Jedním z významných zdrojů protipožární vody jsou dešťové srážky. Při návrhu velikosti požární nádrže se vychází z potřeby požární vody, doby předpokládaného trvání požáru a kapacity vodního zdroje, který obsah nádrže bude doplňovat. Potřeba požární vody se stanoví v souladu s ČSN 73 6622 *Voda pro bytovou výstavbu, veřejné budovy*



Obr. 11. Rekreační ostrůvek v malé vodní nádrži v Budkově

a průmyslové závody. Uspořádání a konstrukci požárních nádrží uvádějí Šálek, Mika, Tresová (1989). Požární nádrže se navrhují nejčastěji u menších obcí a objektů vyžadujících značná množství vody na hašení.

ZÁCHYTNÉ, ASANAČNÍ, SEDIMENTAČNÍ A BIOLOGICKÉ NÁDRŽE

Nádrže tohoto typu zachycují, poutají a odstraňují znečištění, které přináší odtok srážkových vod smyvem z urbanizovaného prostředí. Kromě klasických zachytných a sedimentačních nádrží,



Obr. 12. Uspořádání oddechové nádrže s altánkem v Ledči nad Sázavou



Obr. 13. Sedimentační nádrž s lapákem tuků a olejů v Brně-Ivanovicích

používají se asanační vodní nádrže, které tvoří sedimentační nádrže doplněné lapákem tuků a olejů, poutajícím tyto látky ve smyvcích z komunikací a parkovišť. Příklad tohoto zařízení u obchodního domu Globus v Brně-Ivanovicích je znázorněn na obr. 13. K odstranění znečištění se využívají aerobní biologické nádrže. Podrobnosti navrhování biologických nádrží uvádějí Šálek, Kujal, Doležal (1990), Šálek a Oujezdský (1994) aj.

OKRASNÉ NÁDRŽE

Okrasné nádrže plní především estetickou funkci a v podstatě většinu vedlejších funkcí. V mnoha případech jsou zásobné srážkovými vodami. Příkladem je řešení okrasné nádrže



Obr. 14. Uspořádání okrasné nádrže u administrativní budovy Veletrhy Brno

u administrativní budovy Brněnských veletrhů v Brně-Pisárkách (obr. 14). Uspořádání okrasných nádrží je rozmanité, jejich úprava a uspořádání vyžaduje samostatný referát.

ZÁVĚR

Problematika malých srážkových vodních nádrží v urbanizovaném prostředí je značně široká a podrobněji zvládnutelná by byla v publikaci o větším rozsahu. Vzhledem k rozsahu zaměřili se autoři na výběr podstatných okolností, které jsou náplní této problematiky. Malé vodní nádrže i dočasné vodní plochy podporující vsak srážkové vody jsou nedílnou součástí modrozeleňé infrastruktury měst. V současných podmínkách klimatické změny a čtenějších výskytů sucha pomáhají ke zlepšení mikroklimatu, hospodaření s dešťovou vodou a cennému nadlejšování vodní bilance.

LITERATURA

- 1.] Albany Park [online]: Wikipedia [cit. 24. 10. 2022]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Albany_Park,_Bexley
- 2.] Kabelková, I.: Jak Berlín hospodaří s dešťovou vodou. Listy CZWA č. 5, In. Vodní hospodářství č. 9, 2022, s. 24–29
- 3.] Kavka, P., Müller, M. et al.: Krátkodobé srážky pro hydrologické modelování a navrhování drobných vodohospodářských staveb v krajině. Praha: ČVUT, 2018, 80 s.
- 4.] Lhotáková, Z., Trnková, K.: Bazény – kompletní průvodce. Brno: Computer Press a. s., 2011, 120 s.
- 5.] Potsdamer Platz [online]: Potsdamer Platz in Berlin Becomes a Sustainable Ecofriendly Urban Square [cit. 24. 10. 2022]. Dostupné z: <https://land8.com/potsdamer-platz-in-berlin-becomes-a-sustainable-ecofriendly-urban-square/>
- 6.] Starý, M.: Nádrže a vodohospodářské soustavy. Brno: Nakladatelství FAST VUT, 1986, 165 s.
- 7.] Šálek, J., Mika, Z., Tresová, A.: Rybníky a účelové nádrže. Praha: SNTL, 1989, 267 s.
- 8.] Šálek, J., Kujal, B., Doležal, P.: Rybníky a účelové nádrže. Návody ke komplexnímu projektu, ES VUT Brno, 1990
- 9.] Šálek, J.: Malé vodní nádrže v životním prostředí. Technická universita Ostrava, 1996, 139 s.
- 10.] Šálek, J., Oujezdský, M.: Čištění a dočišťování znečištěných povrchových a odpadních vod v aerobních biologických nádržích. ÚVHK FAST VUT Brno: 1994, 48 s.
- 11.] Šálek, J.: Rybníky a účelové nádrže. Brno: Vutium, 2001, 121 s.
- 12.] Šálek, J., Tlapák, V.: Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. Informační centrum ČKAIT, Praha: 2006, 283 s.
- 13.] Šálek, J., Schwarzová, P.: Závlahové hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu. Vodohospodářský Bulletin 2021, s. 24–28
- 14.] Tanner Springs Park [online]: Wikipedia [cit. 24. 10. 2022]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Tanner_Springs_Park

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

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

5. ZABEZPEČENÍ VODNÍHO DÍLA ORLÍK PŘED ÚČINKY VELKÝCH VOD

Jiří Švancara, Ondřej Hrazdira

ÚVOD

Přehrada Orlická je součástí kaskády vodních děl na řece Vltavě, která je tvořena celkem devíti vodními díly. VD Orlická se nachází 91 km nad Prahou, a je největší (co do zadržovaného objemu) přehradou nejen vltavské kaskády ale i Česka. Se stavbou vodního díla bylo započato na podzim roku 1954 a do provozu bylo vodní dílo Orlická uvedeno v roce 1962. VD Orlická je ve vlastnictví státu a správu na něm zajišťuje státní podnik Povodí Vltavy.

V posledních desetiletích postihly území České republiky extrémní povodně, jejichž velikost překročila dosud zaznamenaná maxima. Přestože významné přehradní stavby v průběhu těchto povodní obstály, byly v ČR na základě vyhodnocení situace na jednotlivých vodních dílech zavedeny nové, podstatně přísnější předpisy pro posuzování bezpečnosti vodních děl za povodní. Na významné části přehrad byl následně zahájen program opatření pro zvýšení bezpečnosti, jejichž podstatou je požadavek, aby přehrady bezpečně převedly stanovenou tzv. kontrolní povodeň s uvážením potenciálních následků havárie vodního díla. V řadě případů vyvolala aplikace nových bezpečnostních standardů požadavky na převedení významně větších průtoků, než na které byly přehrady původně navrženy.

Tento příspěvek přináší informace o postupu přípravy rekonstrukce VD Orlická s cílem zvýšit jeho bezpečnost za extrémních povodní. Článek dokumentuje soubor analýz, uskutečněných přípravných prací, zvažované technické koncepce i současný stav realizace projektu.

INFORMACE O VD ORLÍK

HISTORIE VODNÍHO DÍLA

Přehradní těleso VD Orlická tvoří přímá, tížná, betonová hráz s délkou v koruně 450 m. Výška koruny hráze nade dnem je 81,5 m. Celkový objem betonu hráze je přes 1 milion m³. Po koruně hráze vede veřejná komunikace.

K převádění vody slouží korunový hrazený přeliv o třech polích a v blocích pod přelivy jsou situovány dvě spodní výpusti. V podhráží při levém břehu je umístěna vodní elektrárna s instalovaným výkonem 364 MW, osazená čtyřmi soustrojími. Vodní dílo Orlická jako hydroenergetické dílo pracuje ve vzájemné spolupráci s vyrovnávací nádrží přehrady Kamýk, jež se nachází níže po toku. Při pravém břehu překonává výšku přehradní hráze plavební zařízení pro malá sportovní plavidla, přeprava je řešena plošinovým



Obr. 1. VD Orlická – pohled na hráz



Obr. 2. Povodeň v srpnu 2002 – výtoky z větracích otvorů po zaplnění vnitřních prostor hráze

vozíkem. Plavební zařízení pro lodě do výtlačku 300 tun je řešeno jako šikmé lodní zdvihadlo, dokončena byla pouze jeho stavební část a jeho dovybavení technologií probíhá až v současné době.

Přípravné stavební práce byly zahájeny v roce 1954, v dubnu 1957 započala výstavba přehrady. V roce 1960 bylo zahájeno napouštění nádrže a poslední 4. turbogenerátor elektrárny byl spuštěn v březnu 1962. Až do roku 1966 byly dokončovány některé rekultivační práce. Vybudováním hráze vzniklo na Vltavě přehradní jezero délky 68 km, zasahující i přítoky, řeky Otava a Lužnice. Plocha nádrže je 27,3 km², objem nádrže je 716,5 mil. m³.

V současné době jsou hlavními účely vodního díla Orlík akumulace vody pro nadlepení průtoků na spodním toku Vltavy a Labe, dále částečná ochrana před povodněmi území níže po toku a výroba elektrické energie. K těmto hlavním účelům se přidružují další využití, jako je rekreace, vodní sporty, rybí hospodářství a plavba v nádrži, které s ohledem na blízkost hlavního města mají velký význam.

PŘEHLED ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ VODNÍHO DÍLA

Vodní tok – Vltava, plocha povodí: 12 106 km²
 Průměrný dlouhodobý roční průtok $Q_a = 83,5 \text{ m}^3/\text{s}$
 Kulminační průtok stoleté povodně $Q_{100} = 2 180 \text{ m}^3/\text{s}$

Přehradní hráz betonová, tížní, přímá, délka koruny hráze: 450 m

Kóta vozovky na koruně hráze: 361,10 m n. m.
 Kóta přelivné hrany bezpečnostního přelivu: 345,60 m n. m. (ref. 0,00 m)
 Max. hladina zásobního prostoru: 351,20 m n. m. (+5,60 m)
 Max. hladina retenčního prostoru: 353,60 m n. m. (+8,00 m)
 Hydrotechnická koruna hráze: 354,60 m n. m. (+9,00 m)
 Výška hráze nade dnem údolí: 81,50 m

Dvě spodní výpusti – maximální kapacita 371 m³/s každá.
 Průměr 4 000 mm, regulační uzávěr (Johnson) na vzdušné straně, návodní tabulový revizní uzávěr.
 Bezpečnostní přelivy: 3 pole, korunové, přelivy hrazené segmentem, šířka každého pole 15 m, max. celková kapacita: 2 183 m³/s.
 Elektrárna: počet soustrojí: 4, instalovaný výkon: 364 MW, max. hltnost: 4 × 150 m³/s, pracovní rozsah spádu: 45,0–71,5 m.

POVODEŇ V SRPNU ROKU 2002

Při extrémní povodni v srpnu 2002 bylo vodní dílo zatíženo povodní větší, než na jakou bylo navrženo. Hladina vody v nádrži při povodni dosáhla kóty 355,17 m n. m. (+9,57 m nad korunou bezpečnostního přelivu), odtok z nádrže dosáhl 3 100 m³/s. Při nástupu povodně dílo beze zbytku plnilo svůj účel a svou akumulační kapacitou zajistilo čas pro uskutečnění zabezpečovacích a evakuačních prací v obcích na toku pod ním, zejména v hlavním městě Praze.

POUČENÍ Z POVODNĚ

Povodeň v srpnu 2002 byla největší povodní v historii vodního díla. Přítok do nádrže výrazně překročil hodnotu stoleté povodně. Hladina v nádrži přesáhla návrhovou hladinu. V důsledku toho došlo k zatopení vnitřních prostor hráze a ovlivnění odvodňovacího systému s negativním vlivem na stabilitní poměry. Systém měření poskytl data pro vyhodnocení chování hráze. Hráz VD Orlík spolehlivě odolala, vodní dílo však utrpělo značné škody, převážně na objektech přiléhajících k hrázi. Poškození na vodním díle byla v následujících letech opravena. Jako součást operativních nápravných opatření byly na návodní straně hráze provedeny úpravy proti vniknutí vody do vnitřních prostor s využitím mobilních protipovodňových zábran a vodotěsných hrazení vstupů výšky 1,1 m nad úroveň hydrotechnické koruny hráze až po kótu 355,70 m n. m., tedy výše, než odpovídalo situaci v roce 2002.

Na základě vyhodnocení situace za povodně 2002 byl sestaven a zahájen program analýz a přípravných prací pro budoucí rekonstrukci VD Orlík, který měl komplexně řešit kapacity funkčních objektů a strukturální a stabilitní analýzy hráze včetně podloží s uvažováním v úvahu připadajících zatěžovacích stavů.

KONCEPCE REKONSTRUKCE VD ORLÍK

VÝVOJ KONCEPCE

Z hlediska dohledu nad bezpečností dle platných právních předpisů náleží VD Orlík mezi nejpřísněji hodnocená vodní díla, tedy do I. kategorie. Předpisy ČR vyžadují, aby obdobná vodní díla vyhověla při průchodu desetitisícileté povodně. Velká pozornost byla věnována analýze hydrologických parametrů [1] a [2]. Pro další analýzy byla potvrzena desetitisíciletá povodeň s kulminacním průtokem 5 300 m³/s a objemem 1 900 mil. m³.

V roce 2005 bylo provedeno posouzení bezpečnosti VD Orlík za povodní [3]. Ani s účinkem operativních nápravných opatření proti vniknutí vody do vnitřních prostor hráze provedených v období po povodni 2002 nevyhoví VD Orlík aktuálně platným zákonným předpisům a technickým standardům ČR.

V roce 2008 bylo provedeno výchozí kontrolní přezkoušení stability vodního díla Orlík [4]. Pro zatěžovací stavy odpovídající hladinám při nově stanovených hodnotách průtoků bylo konstatováno, že u kritických hrázových bloků by stabilita byla pod normovou hodnotou.

V roce 2009 byl sestaven fyzikální model tělesa hráze a funkčních objektů [5] s cílem ověřit charakteristiky funkčních objektů a extrapolovat je pro hladiny odpovídající extrémním povodním a pro průchod desetitisícileté povodně.

V roce 2010 byla zpracována studie zabezpečení VD před účinky velkých vod [6], v rámci které byl řešen soubor variant pro zvýšení kapacity odtoku a bezpečné převedení PV_{10 000}. Studie se zabývala následujícími variantami:

- Nový hrazený bezpečnostní přeliv při stejné kótě přelivné hrany;
- Nový hrazený bezpečnostní přeliv při stejné šířce přelivného pole;
- Tři nová hrazená přelivná pole;
- Snížení prahu polí současných přelivů;
- Nový nehrazený bezpečnostní přeliv;
- Nový obtokový tunel;
- Nové střední výpusti;
- Nový hrazený bezpečnostní přeliv v kombinaci s tunely;
- Nové střední výpusti v kombinaci s tunely.

Studie [6] byla v průběhu zpracování rozšířena o prověření opatření ke zlepšení stabilitních poměrů:

- Nová injekční clona z injekční chodby;
- Nová injekční clona z nově ražené chodby pod základ. spárou;
- Kotvení hrázových bloků do podloží z revizní a injekční štol.

V roce 2012 byla provedena digitalizace archivní projektové dokumentace [7], která se následně stala podkladem pro další přípravné práce.

V letech 2013 až 2015 proběhly komplexní strukturální výpočtové analýzy metodou konečných prvků [8], pro které byl nejdříve zajištěn inženýrsko-geologický průzkum materiálů skalního podloží a zejména kontaktu na základové spáře mezi tělesem hráze a podložím. Postupně byly zpřesňovány zatěžovací stavy odpovídající variantám v souběžně zpracovávané studii proveditelnosti. Strukturální analýzy vedly ke klíčovým doporučením týkající se maximální bezpečné hladiny, požadavků na funkci drenážního systému a vhodnosti zvažovaných opatření.

Rozpracování vybraných perspektivních variant bylo provedeno v roce 2013 ve studii proveditelnosti [9]. Varianty byly hodnoceny z hlediska technické proveditelnosti, nákladů, provozních a bezpečnostních hledisek i podle dopadů na provoz VD v průběhu výstavby. Dle zadání provozovatele vodního díla studie řešila vybrané náměty na zvýšení kapacit a zlepšení stability, a to:

- Nová pole bezpečnostního přelivu v tělese hráze;
- Nová pole bezpečnostního přelivu mimo těleso hráze, a to ve variantě hrazeného a nehrazeného přelivu a také ve variantě odvedení vody raženým tunelem a nebo skluzem po povrchu;
- Posílení stability hráze provedením injekční clony z nové injekční chodby;
- Posílení stability hráze provedením nové injekční clony z existující injekční chodby;
- Posílení stability hráze kotvením hrázových bloků do podloží.

VÝBĚR VÝSLEDNÉ VARIANTY

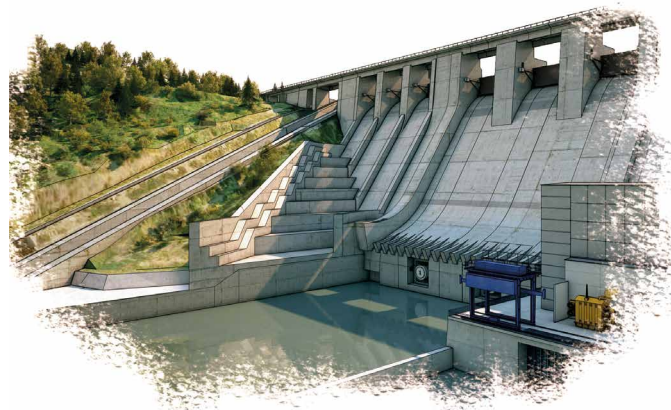
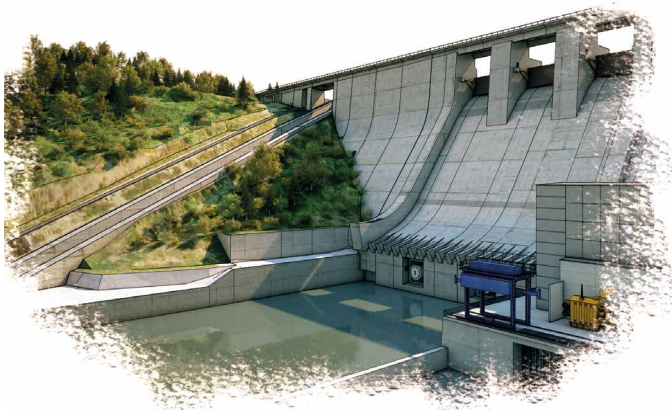
Vyhodnocení realizovatelnosti a dalších podstatných aspektů umožnilo, aby objednatel rozhodl o zúžení zadání na nejperspektivnější varianty. Současně byly s uvažováním výsledků strukturálních analýz upřesněny přípustné úrovně hladiny v nádrži a podle vývoje požadavků na ochranu před povodněmi v území pod vodním dílem (zejména v Praze) také upřesněny požadavky na kapacity funkčních objektů. Pro další přípravu bylo požadováno, aby při kontrolní desetitisícileté povodni nebyla překročena kóta hladiny vodohospodářské koruny hráze 354,60 m n. m. a při tisícileté povodni nebyla překročena administrativně stanovená maximální hladina vody v nádrži 353,60 m n. m.

V navazující studii vybraných variant z roku 2014 [10] byly zpřesněny koncepce dvou vybraných variant.

- Nové hrazené bezpečnostní přelivy v tělese hráze;
- Nové hrazené bezpečnostní přelivy mimo hráz se skluzem.

NOVÉ HRAZENÉ BEZPEČNOSTNÍ PŘELIVY V TĚLESE HRÁZE

Bylo navrženo vybudovat 3 nová přelivná pole obdobného typu, jako jsou původní přelivy. Pro umístění polí by byly využity hrázové bloky č. 26, 27 a 28 (nové přelivy byly umístěny vpravo od původních). Kóta pevného prahu přelivů je 345,60 m n. m., hrazený profil 3 × 11 × 8,5 m (hrazená výška stejná jako u existujících přelivů). Kapacita přelivů by byla 3 × 607 m³/s (při hladině



Obr. 3. Výchozí stav a varianta s novými přelivy v hrázi (viz [10])

354,60 m n. m. pro převedení $PV_{10\,000}$) a při administrativně stanovené maximální hladině $3 \times 504 \text{ m}^3/\text{s}$ pro převedení $PV_{1\,000}$.

Pro odvedení vody od přelivu by bylo využito nově vytvořeného kaskádového spadiště umístěného mezi dráhu lodního zdvihadla malé plavby. Spadiště by bylo zaústěno zprava do vodohospodářského vývaru.

Hydrotechnické 3D modely (CFM) vedly k postupné úpravě tvaru kaskádového spadiště. Model identifikoval obtížné proudové poměry spočívající zejména v nasměrování proudu na dělicí zeď mezi vodohospodářským a energetickým vývarem a naznačil nutnost řešit ovlivnění provozu nových a původních zařízení. Varianta přinášela značný zásah do přehradní hráze a významné ovlivnění provozu díla v období výstavby včetně uzavření komunikace na koruně hráze.

NOVÉ HRAZENÉ BEZPEČNOSTNÍ PŘELIVY MIMO HRÁZ SE SKLUZEM

V této variantě byla navržena dvě nová přelivná pole umístěná v prostoru pravobřežního zavázání hráze v místě současné manipulační plochy pro obsluhu VD. Výchozí návrh předpokládal přelivy hrazené segmentovými uzávěry s pevným prahem na kótě 346,60 m n. m., hrazený profil každého pole by byl $19 \text{ m} \times 7,5 \text{ m}$. Kapacita přelivů byla stanovena na $2 \times 883 \text{ m}^3/\text{s}$ (při hladině 354,60 m n. m. pro převedení $PV_{10\,000}$) a při administrativně stanovené maximální hladině (při převedení $PV_{1\,000}$) $2 \times 705 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pro odvedení vody od přelivu by bylo vystavěno spadiště a uzavřený skluz procházející profilem hráze, v další části skluzu by vycházel skluz na povrch terénu a pokračoval by po pravobřežním svahu jako železobetonový žlab obdélníkového profilu a odváděl by vodu až za současný vývar.



Obr. 4. Výchozí stav a varianta s novými přelivy mimo hráze se skluzem (viz [10])

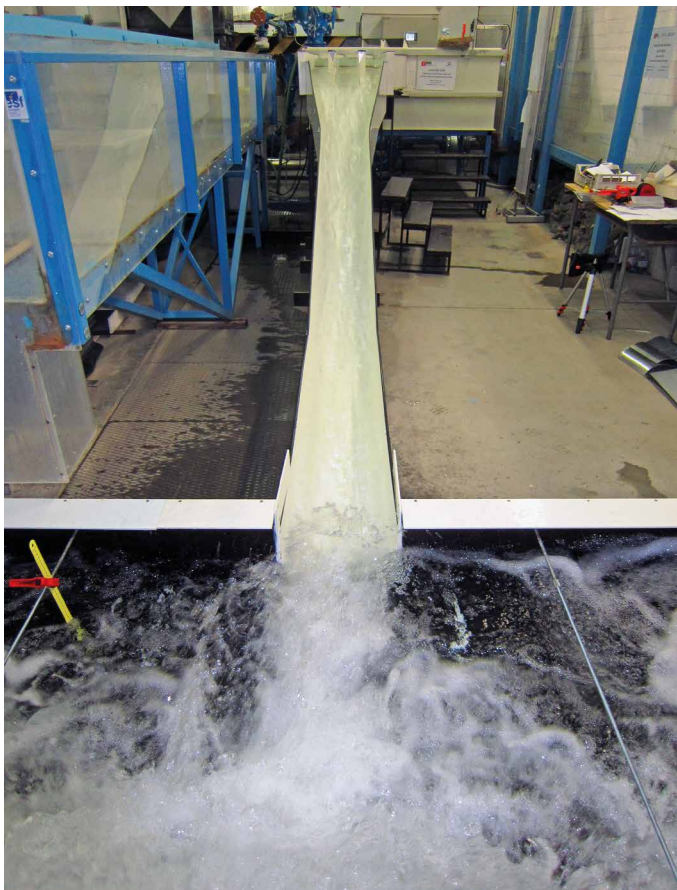
Při posuzování a optimalizaci proudění CFM modelem a s uvážením provozních podmínek se v průběhu další přípravy projektu dospělo k rozhodnutí, že původní dvě pole budou rozčleněna na tři, což umožní lépe přizpůsobit tvar konstrukcí místním podmínkám a vytvoří předpoklady pro zlepšení proudových poměrů za přelivem při dodržení výše uvedených kapacit.

I tato varianta přináší otázky ochrany staveniště při realizaci přelivných polí a nutnost uzavření komunikace na koruně hráze. Bylo by však méně zasahováno do přehradní hráze a ovlivnění provozu díla by bylo nižší.

VÝSLEDNÁ KONCEPCE

Studie [10] potvrdila realizovatelnost obou prověřovaných variant a ani očekávané finanční náklady variant nebyly natolik rozdílné, aby jednoznačně rozhodla finanční výhodnost. Pro podporu rozhodovacího procesu investor stavby oslovil skupinu expertů v oborech přehradního stavitelství a betonových konstrukcí. V listopadu 2015 skupina expertů významnou většinou doporučila variantu s novými hrazenými bezpečnostními přelivy mimo hráze se skluzem a tato varianta se stala zadáním pro další přípravu projektu.

Okamžitě po rozhodnutí investora o výběru výsledné koncepce bylo zadáno zpracování dalších potřebných podkladů, zejména podrobné inženýrsko-geologické průzkumy, geodetická zaměření a průzkumy betonových konstrukcí. Nejvýznamnějším upřesněním byl návrh tří přelivných polí bezpečnostního přelivu, což umožnilo vhodně začlenit přelivný objekt do omezeného prostoru, jež je k dispozici mezi dvojicí lodních zdvihadel a objektem správy vodního díla. S využitím 3D modelování (CFM) byl



Obr. 5. Hydrodynamický model ve výzkumné laboratoři VUT v Brně 1 (viz [11])

upřesněn návrh, jež byl následně prověřován a optimalizován s využitím fyzikálního modelu [11]. Fyzikální modelový výzkum byl ukončen v březnu 2017.

PROJEKTOVÁ PŘÍPRAVA

DOKUMENTACE PRO ÚZEMNÍ ŘÍZENÍ

Dokumentace pro územní řízení (DUR) dokončená v r. 2016 [12] již využila všechny obstarané podklady pro přizpůsobení návrhu na konkrétní podmínky, zejména zastižené geologické poměry a technický stav existujících konstrukcí. Dokumentace stabilizovala skladbu stavebního záměru, do kterého byly zařazeny jak hlavní stavební objekty (přeliv, skluz), vyvolané stavby (rekonstrukce přemostění na koruně), tak další související dílčí části.

V průběhu územního řízení byly na podkladu DUR zpracovány požadavky na další etapy inženýrsko-geologického průzkumu, geodetického zaměření, stavebně-technického průzkumu a další průzkumné práce, již přesně zaměřené na konkrétní dotčené konstrukce tělesa stávající hráze, geologii svahu apod. V rámci projednání DUR byly vypořádány podmínky a připomínky subjektů dotčených výstavbou. Územní rozhodnutí pro stavbu je platné od září 2016.

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

Dokumentace pro stavební povolení [13] byla dokončena v červnu 2018. Upřesňuje technické řešení stavebních objektů a technologických provozních souborů. Stavební povolení nabylo účinnosti v září 2018.

ZADÁVACÍ DOKUMENTACE

Zadávací dokumentace (ZD) [14] byla zpracována v podrobnosti dokumentace pro provedení stavby v roce 2019. Stanovuje konstrukční řešení a podrobné zadání pro provedení dílčích částí stavby a technologických souborů a specifikuje požadavky



Obr. 6. Začlenění nového skluzu do prostoru pravého břehu dle DUR (vizualizace AQUATIS a. s.)



Obr. 7. Nový přeliv a skluz v prostoru pravého břehu na podkladu dokumentace pro provedení stavby (vizualizace AQUATIS a. s. – viz [14])



Obr. 8. Začlenění přelivu a skluzu do prostoru pravého břehu (vizualizace AQUATIS a.s. viz [14])

na jejich provádění. ZD byla podkladem pro zadání zakázky na stavební práce a obsahuje rovněž výkazy výměr se soupisy prací a zadává podmínky pro organizaci výstavby a časový plán.

VÝSLEDNÉ PARAMETRY HLAVNÍCH STAVEBNÍCH OBJEKTŮ

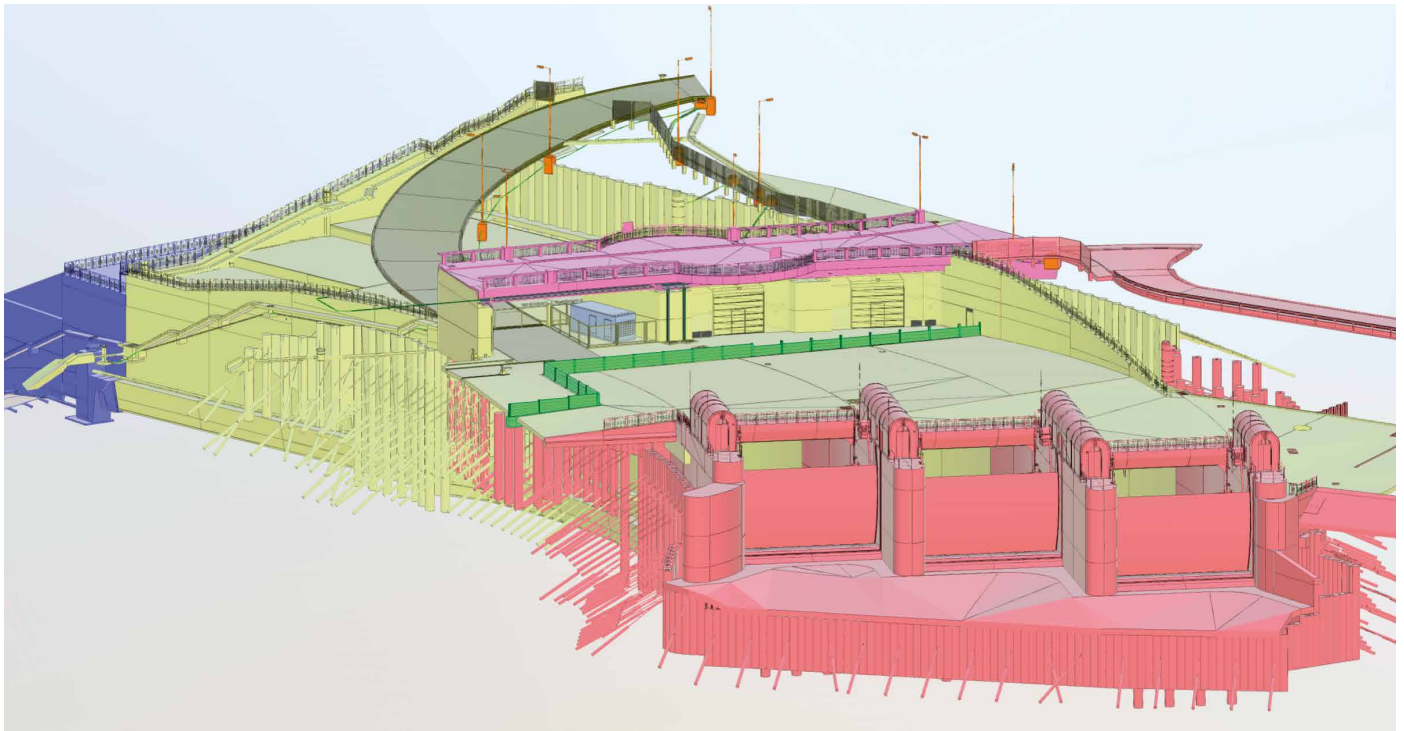
Zabezpečení vodního díla proti účinkům velkých vod bude vyřešeno vybudováním dodatečného přelivu a skluzu s vysokou kapacitou. Hlavní objekty přelivný objekt a navazující skluz jsou v souladu s výstupy přípravných prací a vydanými povoleními umístěny v pravobřežním zavázání. Nový bezpečnostní přeliv o třech polích je hrazen segmentovými uzávěry. Hrazený profil je $3 \times 13,3 \times 8,15$ m. Kóta pevného prahu přelivu je 346,45 m n. m. Kapacita nových přelivných polí při referenční hladině 354,60 m n. m. je 3×588 m³/s.

Na přeliv navazuje krytá část skluzu v podélném spádu cca 5 % – tři železobetonové rámy 13×9 m, v délkách 53 m, 66 m a 72 m od jednotlivých polí. Navazující otevřený skluz má délku 235 m, šířku 16 m a hloubku 6 m, tvoří je železobetonové koryto v podélném sklonu až 40 %.

SPECIFIKA VÝSTAVBY

Investor využije pro řízení výstavby 3D model stavby v kombinaci se standardní projektovou dokumentací a informační systém pro management stavby. Tento záměr byl projektantem zohledněn při přípravě projektové dokumentace stavby.

Vodní dílo Orlické bude v průběhu rekonstrukce v provozu. V harmonogramu jsou vymezena období a limity možného snížení hladiny vody v nádrži. Pro zajištění bezpečnosti bude VD v období výstavby pod zvýšeným dohledem. Před zahájením



Obr. 9. Ukázka prostorového modelu betonových konstrukcí přelivu a skluzu (3D model – AQUATIS a. s.)

výstavby byla zahájena měření pro zjištění srovnávacích hodnot u dotčených konstrukcí.

Staveniště se nachází v příkrém svahu a klade na zhotovitele mimořádné požadavky na vybavení staveniště, organizaci práce a dodržení harmonogramu. Velkou výzvou je provádění masivních železobetonových konstrukcí v pracovních postupech přesahujících objem 200 m³. Celkový objem konstrukčních betonů přesahuje 50 tisíc m³. Pro objasnění podmínek realizovatelnosti masivních betonů byl zrealizován výzkumný úkol [15] zaměřený na technologii betonové směsi, betonáže, vývin hydratačního tepla a objemové změny. S ohledem na velmi vysoké rychlosti proudění vody ve skluzu jsou zadány přísné podmínky pro kvalitu betonu a rozměrovou přesnost.

SOUČASNÝ STAV PROJEKTU

Na základě výběrového řízení se zhotovitelem stala společnost Metrostav, a. s. Pro řízení projektu ze strany investora byl sestaven tým expertů, poskytující podporu při řízení výstavby a při



Obr. 10. Snížení hladiny na přehradě Orlik za účelem zahájení prací na novém přelivu, 25. 8. 2022

řešení specializovaných témat (dozor projektanta, geotechnický dozor, specialista pro trhací práce a seismicitu, specialista na provádění železobetonových konstrukcí, technickobezpečnostní dohled nad prováděním rekonstrukce vodního díla, geodet investora, biolog).

Dne 18. 10. 2021 bylo staveniště předáno zhotoviteli a výstavba byla zahájena 20. 10. 2021.

Předpokládané náklady stavby činí 1.780 mil. Kč bez DPH. Doba realizace stavby je dle smlouvy o dílo 1710 dní od předání staveniště zhotoviteli. Po uzavření smlouvy zhotovitel neprodleně zahájil potřebné přípravné práce, které zahrnovaly zejména

- návrh specifické betonové směsi pro železobetonové konstrukce přelivu a skluzu,
- přípravu zařízení staveniště, zahrnující betonárnu pro přípravu betonové směsi, staveništní komunikace a příjezdy,
- přípravu území (odstranění vegetace a pod).

Ještě před zahájením výstavby zrealizoval investor rozšíření systému měření a pozorování vodního díla a zahájil na něm referenční měření.

Stavba sestává z 21 stavebních objektů. Rozhodující objemy prací jsou soustředěny do tří hlavních stavebních objektů: SO 01 Vtokový objekt, přeliv, SO 02 Skluz (uzavřený profil v průchodu prostorem hráze), SO 03 Skluz (otevřený profil).

Výstavba je specifická tím, že probíhá za provozu vodního díla. Pro zahájení prací na vtokovém objektu a přelivu musela být snížena hladina vody v nádrži (obr. 10).

Po vybudování ochranné jímky dojde k opětovnému vzestupu hladiny. Poté, co bude dokončena vtoková část přelivu a dojde k jeho provizornímu zahrazení, má být přehrada po zbývajícím období výstavby provozována bez omezení. K návratu hladiny na normální úroveň dojde v dubnu 2023. Práce, které souvisí se snížením hladiny, intenzivně probíhají (obr. 11).

Neprodleně po provedení nezbytných přípravných prací byly zahájeny výlomy pro založení nového skluzu. Rozhodující rozsah výlomových prací pro skluz byl proveden v r. 2022, v jeho spodní části jsou od října 2022 betonovány koncové bloky (obr. 13).



Obr. 11. Práce na novém přelivu – zakládání stavební jámy, 11. 10. 2022



Obr. 12. Výlom skluzu, 28. 7. 2022

Na kvalitu betonových konstrukcí jsou kladeny vysoké nároky. Před zahájením betonáže byly návrhy receptury betonové směsi a navržené technologické postupy ověřeny pokusnou betonáží v měřítku 1:1. Pokusem byl ověřen vývin hydratačního tepla, napjatost, velikost smrštění, detaily provádění, kvalita povrchů, provedení dilatačních a pracovních spár atd. Zkušební pole je vybaveno příslušnými zařízeními a výsledek pokusu byl určující pro zahájení betonáže hlavních konstrukcí. Pokus byl zahájen v říjnu 2022. Na obr. 13 je viditelné zkušební pole, jež bylo připraveno v koncové části skluzu a zaujímá část objemu výplňových betonů, které jsou zde (z důvodů daných geologickými podmínkami) velmi objemné.

Otázky spojené s bezpečností přehrady v období výstavby jsou sledovány s mimořádnou pozorností. Systém měření a sledování vodního díla byl před zahájením výstavby rozšířen a velká pozornost je věnována tomu, aby stavební práce neovlivnily negativně bezpečnost konstrukcí přehrady a tím ani bezpečnost území níže po toku. I vlastní výstavba je pod pozorným dohledem. Vliv provádění stavebních jam je monitorován pomocí dynamometrů na kotvách, systémem inklinometrických vrtů a extenzometrických profilů a geodetickými metodami s 3D laserovým scanováním.

Obr. 14. Zajištění stavební jámy SO 03 převrtávanými pilotami s dvěma úrovněmi kotvení a systémem monitoringu, 15. 6. 2022 ►



Obr. 13. Prostor připravený pro zkušební betonáž, 14. 9. 2022



SHRNUTÍ

Časový plán výstavby předpokládá, že stavba bude dokončena v listopadu 2026. Pro dodržení časového plánu bude v následujícím období rozhodující, aby se podařilo nejpozději v plánovaném termínu dokončit vtokovou část přelivu, která oddělí prostor nádrže od staveniště navazujících objektů. Následně již stavební činnost nebude provozem přehrady přímo ovlivňována.

Po provedení hlavních objemů výlomů je zřejmé, že geologické podmínky jsou velmi proměnlivé, a je proto nezbytné operativně přijímat vhodná opatření v místech anomálií.

Velmi významný byl výsledek zkušební betonáže. Výsledky pokusu byly promítnuty do postupů, které jsou uplatňovány při betonáži hlavních konstrukcí přelivu a skluzu.

Dalším významným milníkem výstavby je obnovení provozu na hrázi. Po koruně hráze přechází veřejná komunikace, jejíž provoz bude při výstavbě skluzu přerušen. Teprve po dokončení nového mostu přes vybudovaný skluz bude možné provoz na hrázi obnovit.

V průběhu stavby je nutné vytvářet podmínky pro všechny činnosti, které vlastník přehrady provádí pro zajištění jejího provozu. Požadavky na koordinaci stavebních činností a zajištění provozu přehrady budou trvat po celou dobu výstavby.

Výstavba probíhá v obtížném období. Financování stavby je zajištěno s podporou státních prostředků a prostředků Evropské unie – programu Národního plánu obnovy.

LITERATURA

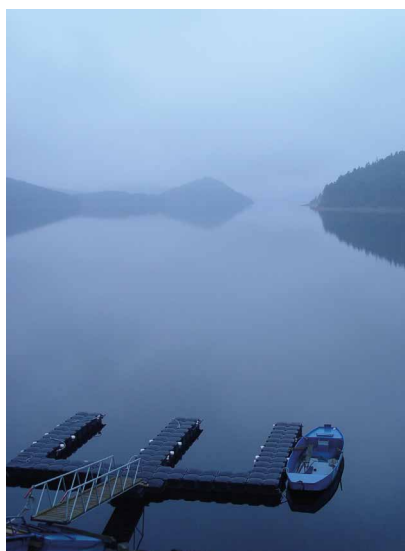
- 1.] Hydrologická studie pro VD Orlik – Průběhy teoretických povodňových vln + rozšíření studie 2005. Český hydrometeorologický ústav, 2005
- 2.] Posúdenie hydrologických veličín vodného diela Orlik – Závěrečná správa Slovenská technická universita, Stavebná fakulta, 2008.
- 3.] VD Orlik Posouzení bezpečnosti VD při povodních. Vodní Díla TBD a. s. 2005.
- 4.] Kontrolní přešetření stability vodního díla Orlik. České vysoké učení technické v Praze, 2008

- 5.] Hydrotechnický výzkum VD Orlik. České vysoké učení technické v Praze, 2009
- 6.] Vodní dílo Orlik zabezpečení VD před účinky velkých vod. Studie proveditelnosti. České vysoké učení technické v Praze, 2010, rozšíření studie 2012
- 7.] Vodní dílo Orlik – digitalizace archivní výkresové dokumentace, Pöyry Environment a. s., 2012
- 8.] VD Orlik – Posouzení stability. Postupně etapy 1 až 4. Pöyry Environment a. s., 2013-2015
- 9.] VD Orlik – zabezpečení VD před účinky velkých vod, Rozpracování vybraných variant, Pöyry Environment a. s., 2013
- 10.] VD Orlik – zabezpečení VD před účinky velkých vod. Studie proveditelnosti. Pöyry Environment a. s., 2014
- 11.] VD Orlik, Fyzikální model nového bezpečnostního objektu, zabezpečení VD před účinky velkých vod, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Laboratoř vodo hospodářského výzkumu Ústavu vodních staveb, 2017
- 12.] VD Orlik – zabezpečení VD před účinky velkých vod. Dokumentace pro územní řízení, AQUATIS a. s., Brno, 2016
- 13.] VD Orlik – zabezpečení VD před účinky velkých vod. Dokumentace pro stavební povolení. AQUATIS a. s., Brno, 2018
- 14.] VD Orlik – zabezpečení VD před účinky velkých vod. Dokumentace pro provádění stavby. AQUATIS a. s., Brno, 2019
- 15.] Individuální návrh technologie železobetonových konstrukcí ve vztahu k ČSN EN 1992-1-1, VD Orlik – zabezpečení VD před účinky velkých vod, Kloknerův ústav, České vysoké učení technické v Praze, 2019

Fotografie: Povodí Vltavy, státní podnik

Ing. Jiří Švancara
AQUATIS a. s., Brno, Česká republika
jiri.svancara@aquatis.cz

Ing. Ondřej Hrazdira
Povodí Vltavy, státní podnik
Ondrej.hrazdira@pvl.cz



6. VÝVAZIŠTĚ ČESKÉ BUDĚJOVICE

Stanislav Krbec

ÚVOD

V roce 2017 byly završeny práce na prodloužení vltavské vodní cesty o 33 km až do Českých Budějovic. Menší plavidla do výtlačku 3,5 t a šířky 3 m mohou nyní doplout do Českých Budějovic z Prahy i z celé evropské sítě vodních cest. Počátečním bodem vodní cesty je nyní přístaviště Lannova loděnice na levém břehu Vltavy ř. km 239,300. Přístaviště bylo nově vystavěné a zprovozněné roku 2010 jako součást první etapy *Dokončení vltavské vodní cesty*.

Lannova loděnice je areál ve čtvrti Čtyři Dvory na levém břehu řeky Vltavy v Českých Budějovicích. Jeho součástí je soubor tří památkově chráněných staveb (rodinný dům Lannů, budova bývalých lodních dílen, zahradní dům s oranžerií) s přílehlou zahradou.

Nové přístaviště nemělo již brzy po výstavbě dostatečnou kapacitu pro stání plavidel, neboť vodní cesta mezi Hlubokou nad Vltavou a Českými Budějovicemi se stala turistickým tahákem. Kapacita přístaviště byla velice omezená, neboť umožňovala kotvení max. 5 malých plavidel v omezeném čase. Proto byla v roce 2021 vybudována na protilehlém pravém břehu nová přístavní hrana.

Obslužné molo přístavní hrany je zároveň chodníkem, který navazuje na obou koncích na vyhlídkovou pěšinu po hraně břehu řeky. Pěšina tvoří spojnici do centra Českých Budějovic. Město

začlenilo novou přístavní hranu do projektu *Město a voda*, jehož cílem je zpřístupnění břehů a zpříjemnění okolí vodních toků.

ÚČEL STAVBY

V období listopad 2020 až prosinec 2021 proběhla v Českých Budějovicích realizace stavby s názvem *Vltava ř. km 239,120 – 239,380 PB Vývaziště České Budějovice*, jejímž investorem bylo Povodí Vltavy, státní podnik. Účelem stavby je zajištění dostatečných kapacit pro krátkodobé stání malých plavidel v cílové destinaci hornovltavské vodní cesty v Českých Budějovicích (obr. 1).

Stavba byla provedena bez větších změn oproti zadávací dokumentaci a požadavkům Povodí Vltavy. Zhotovitelem stavby byla stavební firma VHS – Vodohospodářské stavby, spol. s r. o., která stavbu realizovala podle projektové dokumentace od projektové kanceláře VH-TRES spol. s r. o. Finanční náklady na tuto stavbu činily 25,844 mil. Kč bez DPH a byly uhrazeny ze zdrojů Povodí Vltavy, státní podnik.

ARCHITEKTONICKÉ, VÝTVARNÉ, MATERIÁLOVÉ A DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

Záměrem novostavby vývaziště bylo vytvoření přístavní hrany *historického vzhledu*, kde obslužné molo plní zároveň funkci



Obr. 1. Pohled na vývaziště a na přístav na protilehlém břehu



Obr. 2. Celkový pohled na přístavní hranu

chodníku navazujícího na obou koncích na stávající vyhlídkovou pěšinu po hraně pravého břehu řeky. Přístavní hrana byla vytvořena kotvenou štětovou stěnou s dřevěným trámem v hraně a opeřením. Prostor za hranou tvoří chodník mola zadlážděný kamennými vazáky v rastru dřevěného roštu z dubových trámů. Svah nad přístavní hranou je řešen přírodním způsobem, tzn. osetím z tradičních travin a výsadbou malých keřových vrb (obr. 2).

Součástí svahu jsou přístupové schody navazující na stávající sousední parkoviště a pobytové rekreační schody, které jsou ve vodorovných sedacích plochách obloženy dřevěnými fošnami, což umožňuje využít tyto schody jako lavičky pro sezení (obr. 3). Dokončená stavba umožňuje vyvážení menších i větších rekreačních plavidel v rámci 255 m volné přístavní hrany (obr. 4).

Přístavní hrana je rozdělena na *vyšší část* s délkou 107,5 m a s volnou výškou 0,9 m nad hydrostatickou hladinou (pro plavidla do šířky 6 m) a na *nižší část* s délkou 147,5 m a s volnou výškou 0,6 m nad hydrostatickou hladinou (pro plavidla šířky do 4 m). Plavidla, která toto vývaziště využijí jsou vyvazována přímo k přístavní hraně, kde jsou k danému účelu osazeny vyvazovací prvky – 29 ks malých a 17 ks velkých pacholat.

Ing. Stanislav Krbec
 Povodí Vltavy, státní podnik
 Holečkova 3178/8, 150 00 Praha 5 – Smíchov
 stanislav.krbec@pvl.cz



Obr. 3. Pobytové rekreační schody využitelné jako lavičky



Obr. 4. Vyvazovací prvky na přístavní hraně – pacholata na přístavní hraně

7. FRIEDRICH PASSINI – OSOBNOST ČESKOBUDĚJOVICKÉHO VODÁRENSTVÍ

Jiří Lipold

Někdy lze najít podobnosti na místech zcela překvapivých. Existence obdobných litinových pítek na snímcích ze začátku 20. století v Českých Budějovicích a Sarajevu však má prosté vysvětlení. Autorem prvních novodobých vodovodů v obou těchto městech byl tehdejší znamenitý technik a vodohospodář, inženýr **Friedrich Passini**.

F. Passini se narodil ve Vídni 25. prosince 1839 v ryze umělecké rodině italského původu. Friedrichův otec Johann Nepomuk Passini (1798–1874) byl



Obr. 1: Č. Budějovice, ul. Hroznová, kolem r. 1900



Obr. 2: Sarajevo, kolem r. 1900



Obr. 3: Kresba – Johann Nepomuk Passini: Nosiči vody ve Vídni, r. 1826

známým malířem epochy *biedermeier* v rakouské Vídni. Taktéž Friedrichův bratr Ludwig (1832–1903) zvolil uměleckou malbu jako své poslání. A rovněž dvě ze čtyř dětí F. Passiniho, Rita a Paul byli malíři a výtvarní umělci.

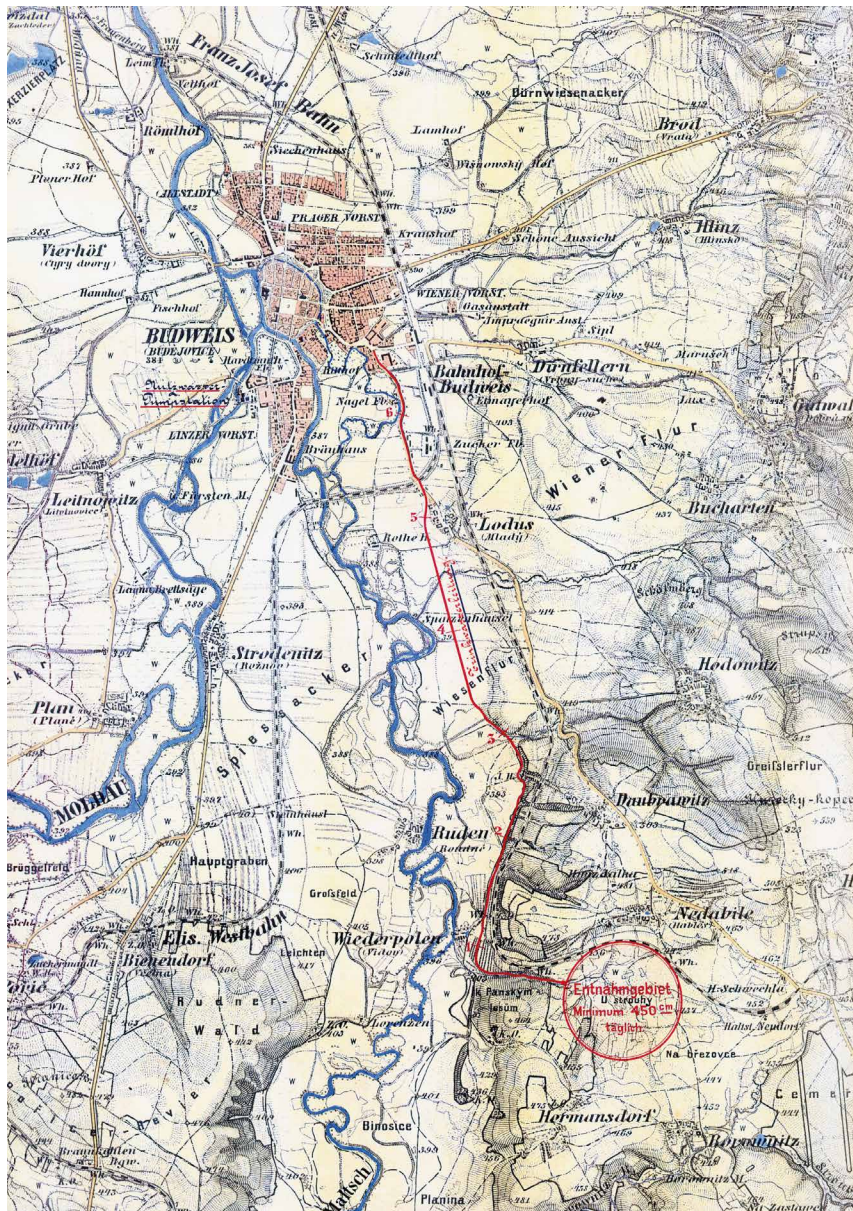
Naštěstí pro obyvatele Českých Budějovic se F. Passini nevydal cestou umění, ale po maturitě vystudoval Technickou univerzitu ve Štýrském Hradci (Graz). Poté se řadu let zásadním způsobem podílel na výstavbě železničních tratí v Rakousku-Uhersku a železničních vodovodů. Pro parní lokomotivy bylo totiž nezbytné, aby na nádražích byl k dispozici vydatný zdroj vody. Tato odbornost ho svedla dohromady se slavným stavitelem železničních tratí baronem Karlem Schwarzem (1817–1898), rodákem z Nového Jičína, který se vypracoval z chudého krejčovského synka v jednu z nejvýznamnějších podnikatelských osobností své doby.

A právě na doporučení barona Schwarze byl do Českých Budějovic dne 9. října 1879 povolán F. Passini, aby se seznámil s problematikou zásobování města vodou. Město se tehdy totiž již desítky let marně snažilo najít uspokojivé řešení tohoto úkolu. F. Passini si v den svého příjezdu nechal předložit veškerou dosavadní dokumentaci. Druhý den pak vyjel s místními průvodci do okolí města na obhlídku. A již tohoto 10. října

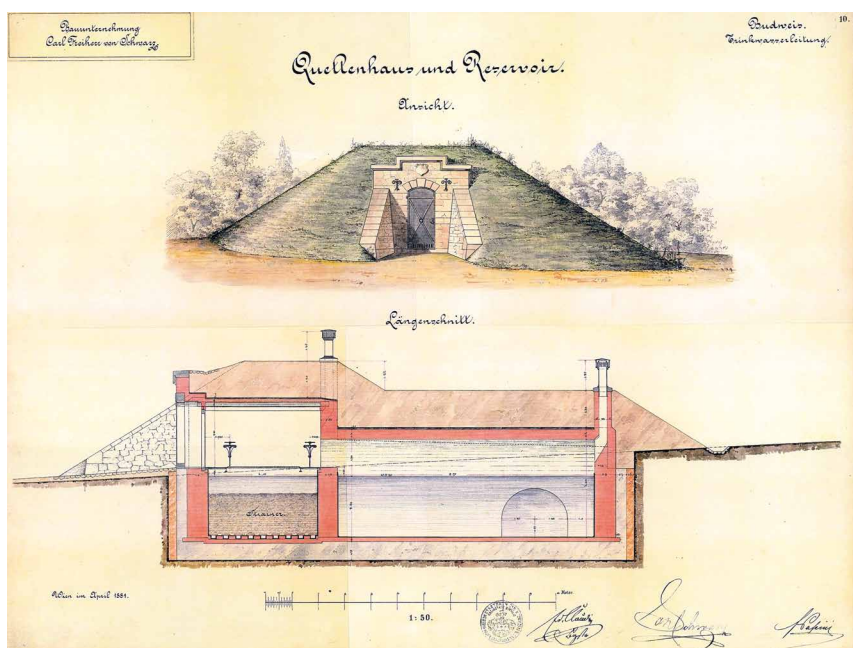
1879 téměř zázračně vytipoval pramenišť v údolí pod obcí Nedabyle jako nadějný zdroj pitné vody pro město. Následné průzkumy a rozbory jeho odborný odhad potvrdily a tak se již 13. října 1882 mohla uskutečnit slavnost uvedení do provozu nového vodovodu vody pitné, včetně vodojemu Nedabyle, 13 km vodovodních sítí a 32 litinových pítek. Dodavatelem byla stavební firma barona Schwarze, která zároveň uskutečnila rekonstrukci vodovodu užitkové vody, včetně zvýšení barokní vodárenské věže o 6 m a zřízení dvou usazovacích nádrží vltavské vody o celkovém objemu 4000 m³. Živou připomínkou tohoto díla, je kromě současného vzhledu



Obr. 4: Kresba – baron Karel Schwarz



Obr. 5: Projekt českobudějovického vodovodu z dubna 1881 – situace vodovodního přiváděče z prameniště Nedabyle



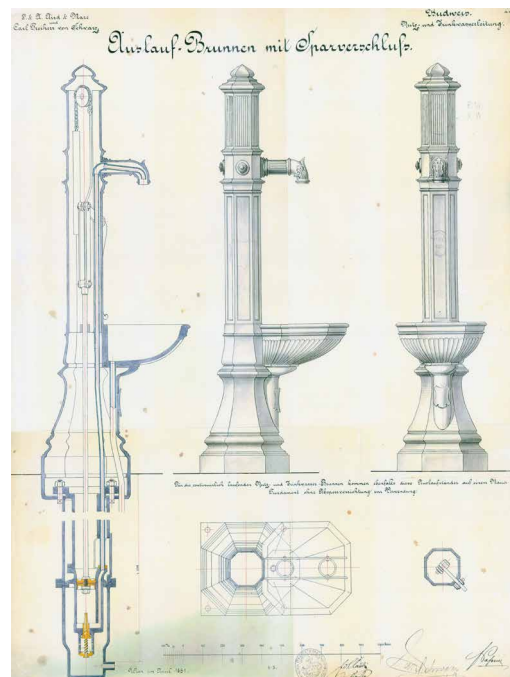
Obr. 6: Projekt českobudějovického vodovodu z dubna 1881 – vodojem Nedabyle, podpis F. Passiniho vpravo dole



Obr. 7: Fotografie – vodojem Nedabyle, který 100 let sloužil k zásobování Českých Budějovic pitnou vodou v letech 1882 až 1981



Obr. 8: Dobová kolorovaná pohlednice kašny v parku Na Sadech u ulice Jírovцова – dar barona Schwarze městu České Budějovice v rámci stavby vodovodů v letech 1881 až 1882



Obr. 9: Projekt českobudějovického vodovodu z dubna 1881 – litinové pítko, podpis F. Passiniho vpravo dole

českobudějovické vodárenské věže i kašna v parku Na Sadech u ulice Jírovцова. Tuto kašnu baron Schwarz městu České Budějovice daroval jako výraz vděčnosti za možnost uskutečnit celou uvedenou zakázku.

Zmíněná českobudějovická secesní pítko jsou stejného typu jaké nechal F. Passini, jako vysoký představitel stavební státní správy v Bosně

a Hercegovině, instalovat v rámci výstavby jím navrženého vodovodu pro město Sarajevo v letech 1889 až 1897. Pítka byly v Sarajevu oblíbeným místem setkávání a brzy se zde ujalo rčení „vidimo se kraj željezne česme“ (uvidíme se u železné fontány). V roce 1894 bylo pak F. Passinimu za jeho zásluhy o rozkvět města uděleno čestné občanství Sarajeva.

V Bosně a Hercegovině F. Passini působil v letech 1886 až 1909 a byl autorem vodovodu i pro Mostar, Travnik a mnohá další místa. Rovněž měl na starosti výstavbu železničních tratí v Bosně a Hercegovině.

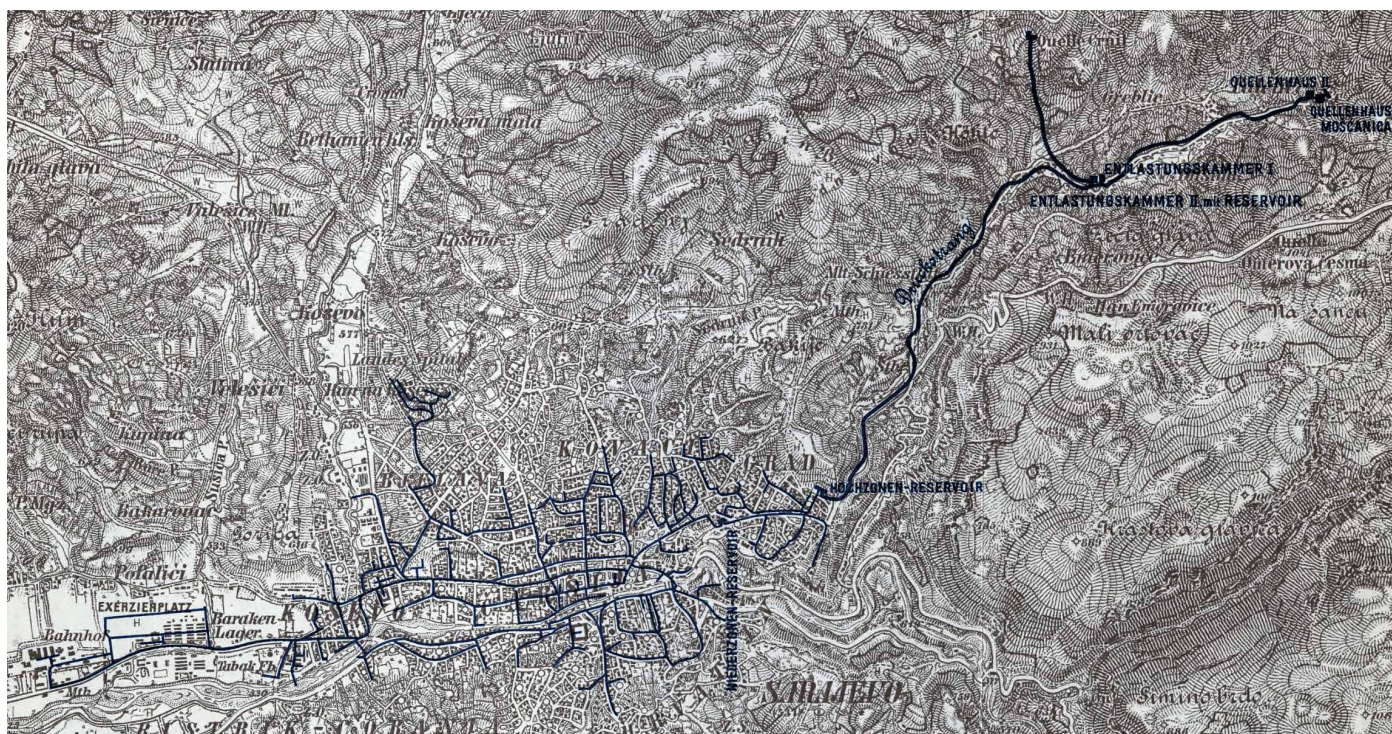
Závěr svého nesmírně plodného života F. Passini strávil ve Štýrském Hradci, kde mu za jeho odborné zásluhy Technická univerzita roku 1911 uděluje čestný doktorát a kde 5. prosince 1915 zesnul na zápal plic.



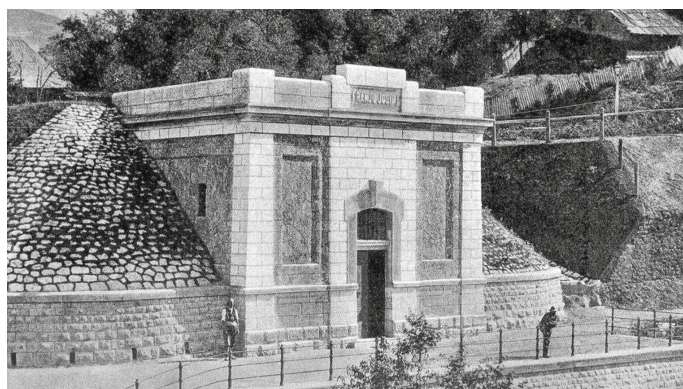
Obr. 10: Sarajevo, kolem r. 1900 – výřez fotografie – chlapec, muslimka a křesťanské ženy u pítka



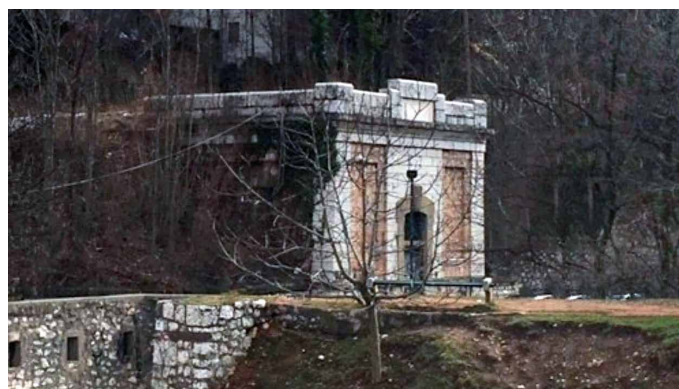
Obr. 11: Sarajevo – dívka u pítka – fotografie z 20. let 20. století



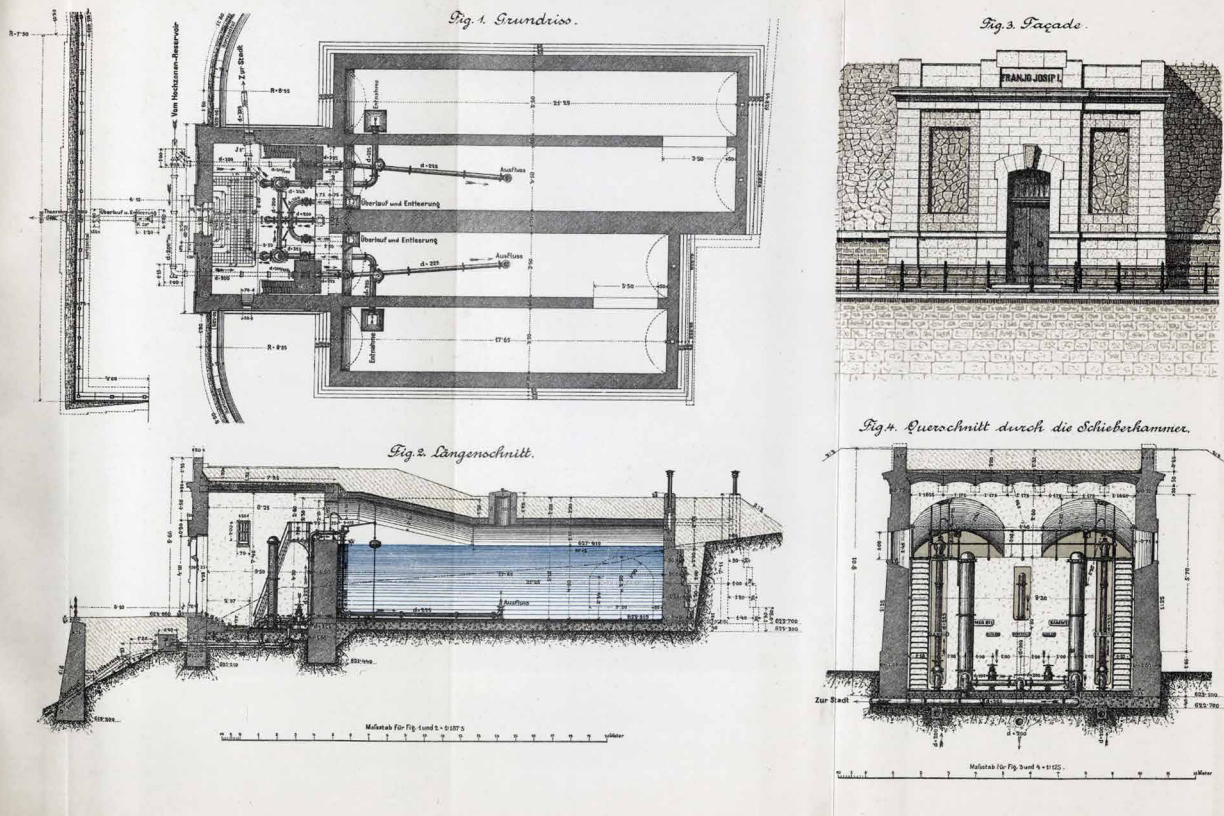
Obr. 12: Situace z projektu vodovodu pro Sarajevo – realizován v letech 1889 až 1897



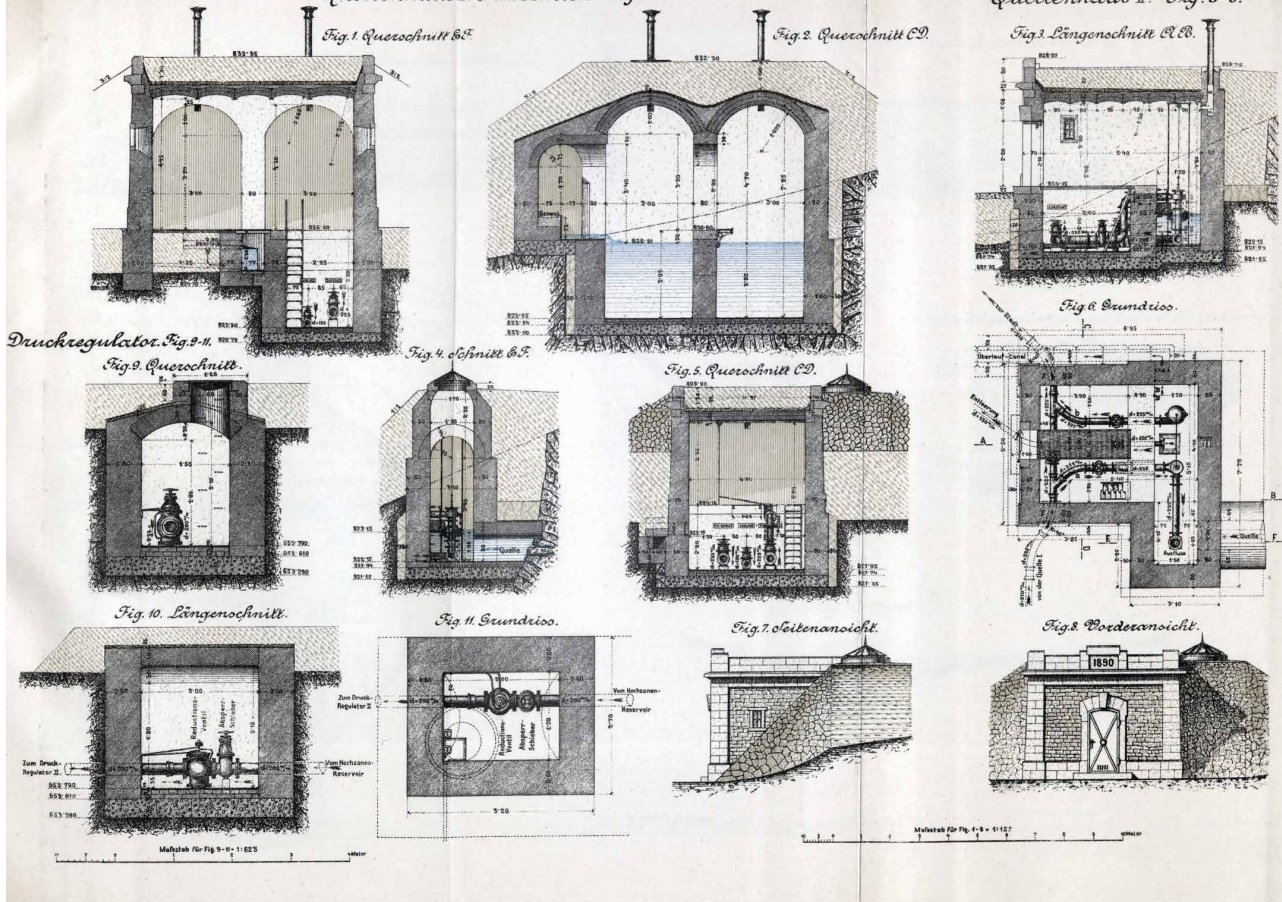
Obr. 13: Sarajevo – Jekovac – ul. Pod bedemom – vodojem pro nízké tlakové pásmo – fotografie před r. 1899



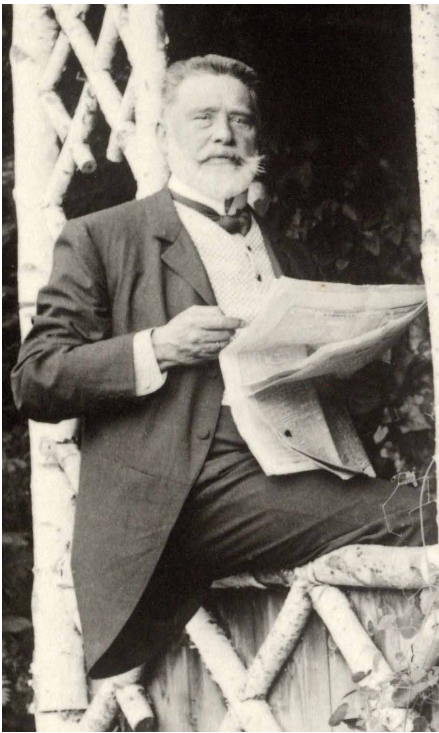
Obr. 14: Sarajevo – Jekovac – ul. Pod bedemom – vodojem pro nízké tlakové pásmo



Obr. 15: Sarajevo – Jekovac – ul. Pod bedemom – vodojem pro nízke tlakové pásmo – projekt



Obr. 16: Sarajevo – vodní zdroj Mošćanica – projekt



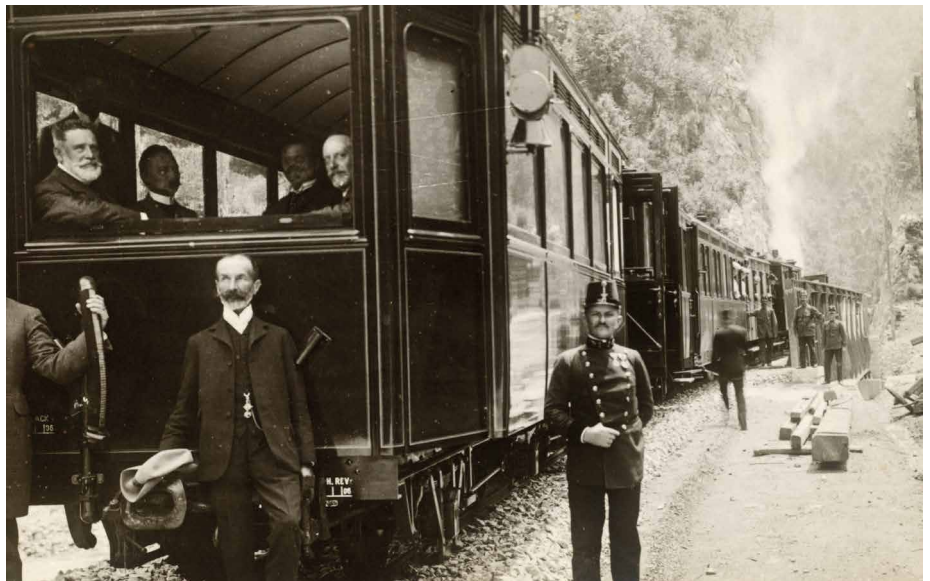
Obr. 17: F. Passini roku 1906



Obr. 18: Sarajevo – vodní zdroj Mošćanica – dobová fotografie z počátku 20. století



Obr. 19: Sarajevo – vodní zdroj Mošćanica



Obr. 20: F. Passini sedící první zleva při kontrole nové železniční trati v Bosně v r. 1906



Obr. 21: F. Passini uprostřed skupinového snímku při slavnostním otevření železniční trati v Bosně v r. 1906

Ing. Jiří Lipold
ČEVAK a. s.
Severní 2264/8
37010 České Budějovice

8. VODOHOSPODÁŘSKÉ PLÁNOVÁNÍ V OBDOBÍ KLIMATICKÝCH ZMĚN PO ROCE 1960

Pavel Kalenda, Miloslav Šír

ÚVOD

Plánování v oblasti vod v ČR je podstatně ovlivněno skutečností, že území státu se nachází na střeše Evropy, kde jediným zdrojem vody jsou srážky aktuální či minulé, zaplňující zásobníky povrchové, půdní a podzemní vody. Chod srážek a teplot vzduchu je velice nepravidelný v čase a prostoru, protože území leží v přechodovém pásmu, ve kterém cyklicky kolísá klima mezi oceánským a kontinentálním.

Pro dnešní celosvětové klimatické změny je charakteristické, že v období po roce 1960 se zvyšuje (1) globální zemská teplota (se zdánlivě nevysvětlenými pauzami v období 1940–1980, 1998–2013 a 2015–dosud), (2) koncentrace CO₂ v atmosféře, (3) hladina světového oceánu, (4) extremalizace počasí a klimatu (Brázdil 2002, Moberg et al. 2005, Jevrejeva et al. 2008, Blöschl et al. 2020).

Vodní hospodářství je založeno na dlouhodobém plánování, jehož základem je představa o budoucím vývoji přírodních zdrojů vody (tedy klimatických poměrů – zejména chodu srážek a teplot vzduchu) a budoucích potřeb vody. Kolísání klimatu je proto v centru pozornosti vodo hospodářů. Zásadní otázkou je, zda v současnosti probíhá klimatická změna (vývoj klimatu probíhající v uvažovaném časovém měřítku po dlouhou dobu jednostranně, např. směrem k oteplení nebo ochlazení) nebo kolísání klimatu (vývoj klimatu ve formě nepravidelných, případně periodických víceletých výkyvů klimatu v klimatických cyklech kolem průměrného stavu).

Hledání odpovědi na tuto otázku vychází ze dvou diametrálně odlišných přístupů: (1) Antropogenní hypotéza o příčině klimatických změn – údajně se jedná o v zásadě již nevratnou klimatickou změnu v důsledku globálního oteplování způsobeného antropogenním zvyšováním skleníkového efektu atmosféry (IPCC 1998). (2) Astronomická teorie klimatických změn – jde o kompozici několika víceletých astronomicky podmíněných klimatických cyklů, ve kterých se mění množství dopadajícího slunečního záření na Zemi a proudění oceánů a atmosféry (Mörner 2018, Scafetta 2021).

Jak na klimatické změny reagovat v rámci vodního hospodářství? Pro hledání účinného receptu je třeba jasně určit, zda jsou příčiny klimatických trendů antropogenní (lze je ovlivnit změnou lidského chování) nebo astronomické (na lidském chování nezávislé). Náš článek se věnuje analýze obou možných příčin klimatických změn.

TRENDY V KLIMATICKÝCH A HYDROLOGICKÝCH DATECH V ČR PO ROCE 1960

Celoplanetární klimatické změny se promítají i do počasí a klimatu na území ČR. Podle Koncepce [online] byly prokázány nespécifické trendové změny (periodicita nebyla testována):

- Je pozorován trend nárůstu zimních i letních teplot.
- Po roce 1980 je nárůst letních teplot výraznější.
- Průměrné roční hodnoty teplot vzduchu se v posledních desetiletích neustále zvyšují.
- Letní teploty narůstají rychleji než zimní či roční, zimní extrémy jsou generálně vyšší než letní extrémy.

- Se změnami průměrných hodnot souvisí i zvýšená extremální teplota.
- Počty tropických, letních dnů i tropických nocí v posledních letech narůstají.
- Počty mrazových i ledových dnů klesají.
- Roční srážkové úhrny na území Čech vykazují nepatrný nárůst (zřetelnější v zimě), obecně pro celou ČR lze konstatovat, že roční úhrny srážek se nemění, avšak výrazně poklesl počet dní se srážkami a ubyly počty dlouhotrvajících srážek s nízkou intenzitou.
- V létě mají roční srážkové úhrny trend mírně klesající.
- Na Moravě se projevuje výraznější rozdíl mezi zimou (vzestup srážek) a létem (pokles srážek), přičemž celkový trend je slabě klesající.

Cyklické změny (periodicita byla prokázána) vykazují:

- Sluneční aktivita 1965–2019: pět cca 11letých period sluneční aktivity (Šír, Kalenda 2020).
- Srážky 1965–2019: v souladu s cykly sluneční aktivity se pětkrát vystřídaly dvojice suchých a mokrých období. Dvojice trvaly 8–15 let (Šír, Kalenda 2020).
- Synoptické situace 1946–2019: Na území střední Evropy byly rozpoznány cyklické změny.
- Na nejvýraznějších typech synoptických situací byly zjištěny základní periody blízké 62,5 rokům (Kalenda, Šír 2020, 2021).
- Průtoky na Labi v Drážďanech 1806–2019: perioda 62,5 let (Kalenda, Šír 2020, 2021).

Změny hydrologického cyklu a jakosti vody, plynoucí z těchto klimatických trendů, by mohly způsobit nedostatečnost vodo hospodářské infrastruktury, zejména kvůli zvýšeným nárokům na odběry vody. Rostoucí požadavky na vodní zdroje mohou vést ke střetům zájmů mezi odběrateli i ke střetům se zájmem ochrany vodních ekosystémů a ekosystémů vázaných na vodní prostředí (MŽP 2015).

ANTROPOGENNÍ HYPOTÉZA O PŘÍČINĚ KLIMATICKÝCH ZMĚN

Spekulativní hypotéza o nebezpečnosti CO₂ pro klima Země byla publikována v roce 1959 (Bolin, Eriksson 1959). Tedy v období, kdy oteplování planety ještě nebylo registrováno a kdy se spekovalo o riziku nebezpečného ochlazení (Haas 2008). V roce 1979 se stala hypotéza o vlivu koncentrace CO₂ v ovzduší na skleníkový efekt atmosféry tématem diskuse na první Světové klimatické konferenci v Ženevě. V roce 1988 byl založen Mezinárodní panel pro klimatickou změnu IPCC. Jeho založení je oficiálně vydáváno za iniciativu Generálního shromáždění OSN ve spolupráci se Světovou meteorologickou organizací WMO a Environmentálním programem spojených národů UNEP. Podle Kremlíka (2019) vyšla iniciativa ze Světové banky a impulz k založení IPCC dal Maurice Strong, který vybral meteorologa Berta Bolina za prvního předsedu v období 1988–1997 (Rodhe 2013).

IPCC prohlásil hypotézu o nebezpečnosti CO₂ pro klima Země za základ své činnosti: *Úkolem IPCC je komplexně,*

objektivně, otevřeně a transparentně vyhodnocovat vědecké, technické a socioekonomické informace důležité pro pochopení vědeckého základu rizika změny klimatu způsobené lidskou činností, jejich možných dopadů a možností přizpůsobení a zmírnění (český překlad článku 2, IPCC 1998). IPCC vydává v několikaletém intervalu tzv. hodnotící zprávy o rozsahu tisíce stran. Globální oteplování bylo zmíněno již ve zprávě z roku 1994. Ještě před tím však bylo v kurzu globální ochlazování, a snad i proto zprávy z předchozích let (1990, 1992 a 1994) na webových stránkách IPCC nejsou (Haas 2008).

Z dokumentu *Principles governing IPCC work* (IPCC 1998) plyne, že IPCC (1) neprovádí nezávislý vědecký výzkum, (2) shromažďuje zprávy o (domněle) lidských vlivech na klima, (3) jiné vlivy na vývoj klimatu jsou mimo záběr pozornosti IPCC. IPCC není profesionální vědeckou institucí, proto se nemusí řídit pravidly, která omezují šíření neprokázaných domněnek ve vědecké komunitě. Jen tak je možné, že s jasně deklarovanou preferencí sbírá data, která podporují předem vybranou hypotézu. IPCC je mezivládní organizací, jejímiž členy jsou experti delegovaní svými vládami a participujícími organizacemi. Antropogenní hypotéza o příčině klimatických změn je tedy dílem politiků (Haas 2008, Kremlík 2019). Vědci a inženýři se od ní opakovaně důrazně distancovali (CLINTEL [online]).

IPCC prosazuje názor, že primární příčinou dnešních klimatických změn je antropogenní nárůst koncentrace CO_2 v atmosféře způsobený lidskou činností (IPCC 1998), zejména spalováním fosilních paliv během industriálního období. Tím údajně dochází k setrvalému nárůstu skleníkového efektu atmosféry, což má vést k nárůstu tepelné energie akumulované v atmosféře, a tudíž ke vzrůstu globální zemské teploty. A navíc, zvětšení tepelné energie atmosféry má způsobovat poruchové změny cirkulace atmosféry, které se projevují extremizací všech projevů počasí (proudění vzduchu, deště a teploty). Tudíž IPCC zaujímá postoj, že dnešní extrémní počasí a klimatické změny jsou převážně dílem člověka.

ASTRONOMICKÁ TEORIE KLIMATICKÝCH ZMĚN

Jedním z nejvelkolepějších pokusů o zařazení každodenní klimatické skutečnosti do vesmírného měřítka sluneční soustavy jsou astronomické teorie klimatických změn (Cílek 1995). V jejich rámci vykrystalizovalo poznání, že primární příčina klimatických změn je extraterestrická, neboť je dána kolísáním sluneční aktivity (spolu s akumulací sluneční energie v zemském tělese a jejím zpětným vyzařováním do atmosféry a do kosmu) a gravitačním působením planet na pohyb zemské atmosféry a hydrosféry (Mörner 2015, 2018).

Astronomická teorie klimatických změn je dílem vědců. Dílčí části teorie byly nezávisle publikovány v mnoha vědeckých časopisech, kde prošly náročným posuzováním s cílem vyloučit publikaci neprokázaných hypotéz. Je třeba připomenout i řadu vynikajících českých odborníků, kteří se věnovali extraterestrickým vlivům na zemské klima v dobách, kdy to zdaleka nebylo běžné téma. K zakladatelským osobnostem v našem regionu se řadí Ivanka Charvátová, Václav Kopecký, Rudolf Brázdil, Václav Cílek, Václav Bumba, Vladimír Brůžek, Václav Bucha a Jaroslav Štřeštík.

V posledních letech se podařilo do řetězce poznatků o sluneční aktivitě a klimatu zařadit několik zásadních článků, čímž došlo k fyzikálně jasnému propojení celého řetězce příčin a následků v astronomické teorii klimatických změn:

- První zásadní poznatek o vlivu planet Sluneční soustavy na sluneční aktivitu přinesly práce Zharkové (Zharková et al. 2015, 2019, Shepherd, Zharkova 2014), která rozložila mag-

netické pozadové pole Slunce na vlastní vektory (eigenvektory) a ukázala, že první dva dominantní eigenvektory (spolu 39 % celkového pole) mají souvislost s rázy planet tak, jak je rozpoznala již Charvátová (1990) v pohybech Slunce okolo barycentra Sluneční soustavy. Z prací Zharkové vyšel Kalenda (2020), který ukázal, že první eigenvektor magnetického pozadového pole ukazuje na gravitační vlivy planet, umožňující přenášet rotační momenty mezi planetami a Sluncem, a druhý eigenvektor ukazuje na slapové vlivy planet, řídicí přepólování dipólového magnetického pole Slunce a velikost tohoto pole.

- Druhý poznatek (Kalenda et al. 2018) říká, že v dlouhodobém měřítku dochází k významné akumulaci dopadajícího slunečního záření v horninách, a následně i hlubokém oceánu. Ukázalo se, že globální zemská teplota je přímo úměrná akumulovanému anomálnímu teplu (odchylky aktuálního příkonu slunečního záření od dlouhodobého průměru sumované za nějaké dlouhé předchozí období). Vyzařování Země zpět do kosmu je v souladu se Stefanovým-Boltzmannovým zákonem (Stefan 1879) přímo úměrné globální zemské teplotě. Mechanismus akumulace a zpětného vyzařování slunečního energie způsobuje fázové zpoždování aktuální globální teploty Země za sluneční aktivitou, tedy velikostí dopadajícího slunečního záření na povrch Země.
- Třetí poznatek přináší učebnice klimatologie (Salby 2012), ve které se dovozuje, že koncentrace CO_2 v atmosféře závisí především na výměně CO_2 mezi oceánem a atmosférou, která je řízena podle Henryho zákona (Henry 1803) teplotou tak, že změna koncentrace CO_2 v atmosféře je přímo úměrná anomální teplotě (rozdíl aktuální globální teploty od střední globální teploty). Z toho vyplývá, že aktuální koncentrace CO_2 je úměrná integrálu anomálních globálních teplot za určité předchozí období, a tedy že se musí fázově opožďovat za aktuální globální teplotou.

V tomto fyzikálně jasně zdůvodněném řetězci příčin a následků je antropogenní vliv na klima nicotný.

KLIMATICKÉ PERIODY ZPŮSOBENÉ EXTRATERESTRICKÝMI VLVY

Kratší klimatické periody souvisí především se změnami zářivého výkonu Slunce, který je modulován planetárními vlivy (Charvátová 1990, Kalenda 2020a). Jednou z nejdelších period, způsobených planetárními vlivy, je Xapos/Burkeho perioda cca 6256,5 let (Xapos, Burke 2009, Kalenda et al. 2017). Vrcholu této periody odpovídá současná nebývale vysoká intenzita slunečního záření, stejně jako tomu bylo na konci poslední doby ledové (würm) před cca 12 500 lety a v době rozvoje prvních městských států před cca 6 000 lety (Němec, Beran 1997).

V nejkratších 11letých Schwabeho cyklech probíhá nejvýraznější kolísání zářivého výkonu Slunce až o 2 W/m^2 (Soon et al. 2015). Tento cyklus, ani dvojnásobný 22letý Haleho cyklus, se v klimatu výrazně neprojevují, protože zemský klimatický systém má velkou setrvačnost. Oba cykly se však projevují v charakteru počasí, například ovlivňují střídání pluvialů a interpluvialů (Šír, Kalenda 2020).

Delší cykly kolísání sluneční aktivity, jako 208letá Suess-de Vriesova klimatická perioda (Wagner et al. 2001), 179letá perioda (Jose 1965), 88letá Gleisbergova perioda (Peristikh, Damon 2003), 60letá (Čínský astrologický kalendář (White 1987)) jsou velice výrazně pozorovatelné jak v klimatu, tak v kolísání počasí. Například výpar vody z oceánů je předurčen kolísáním povrchových teplot oceánů a směry a rychlostmi proudění atmosféry.

Proto v těchto periodách také kolísá množství srážek a kumulativní odtoky vod z povodí, případně extrémní srážek (Kalenda, Šír 2021).

V důsledku složitějšího skládání více cyklických vlivů o různých periodách dochází ve střední Evropě ke střídání krátkých několikaletých shluků těžkých povodní v přibližně 179leté Josefovi periodě s dlouholetými suššími obdobími povodňového klidu s nevýznamnými povodněmi (Elleder 2016). Dochází tak k extremizaci srážkové činnosti, jak ukazuje vodní pluviál, který způsobil katastrofální povodně v ČR v letech 1997 a 2002 (Kalenda, Šír 2020, 2021).

Z pohledu klimatu a také počasí je nejvýraznější cyklus s periodou 62,5 let, která je periodou změn excentricity orbity Jupitera (Scafetta 2018). Vliv tohoto cyklu spočívá v tom, že Jupiter předává svůj rotační moment nejenom Slunci a řídí tak jeho aktivitu a tím i zářivý výkon, ale část tohoto momentu předává přímo Zemi, její atmosféře a oceánským proudům (Mörner 2018, Wilson 2013). S periodou 62,5 let se tak střídají polohy tlakových útvarů v atmosféře (Kalenda, Šír 2021), což se také projevuje v Atlantické meridionální oscilaci AMO (Wilson 2006) a Pacifické dekádní oscilaci PDO (Mantua et al. 1997). Tato perioda je pozorovatelná v řadě fyzikálních parametrů Země, například v délce dne, nebo rotačním momentu atmosféry, a také ve výškách hladin světového oceánu (Jevrejeva et al. 2008, Mörner 2015) nebo v teplotních řadách (Scafetta 2018). Protože ve stejném rytmu dochází ke změnám aktivity Slunce (Usoskin et al. 2002, Usoskin 2013), mají polární záře přibližně stejnou periodu (Křivský, Pejml 1988). V ČR byl vlivem Jupitera způsoben výrazně suchý interpluviál v letech 2014–2019 (Kalenda, Šír 2020).

AKUMULACE SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ V ATMOSFÉŘE, OCEÁNECH A HORNINÁCH

Jaký je vztah mezi dopadajícím slunečním zářením na Zemi a globální zemskou teplotou?

Z krátkodobého pohledu je lokální denní maximum teploty opožděno za maximem slunečního osvětlení o 1–2 hodiny, protože během této doby se ohřívá přívěšková vrstva atmosféry na rovnovážnou teplotu (rovnováha mezi dopadajícím slunečním zářením a vyzařováním tepla do kosmu). Z ročního pohledu je maximum teplot opožděno za slunovratem o 1–2 měsíce, což je doba, za kterou se prohřeje přívěšková vrstva oceánu (oceán a atmosféra).

Z dlouhodobého pohledu je střední globální teplota opožděná za maximem středního příkonu slunečního záření o pár desítek až prvních set let, během nichž dochází k prohřátí hornin na pevninách do hloubek několika set metrů. Horniny mají tak velkou tepelnou kapacitu a současně malou teplotní vodivost, že ze skokového zvýšení sluneční energie dopadající na Zemi se za 270 let polovina této „extra“ energie uloží v horninách. A zase naopak, když se sníží tok energie ze Slunce, tak se za stejných 270 let uvolní polovina „extra“ akumulované energie z hlubin (Kalenda et al. 2018). Akumulace tepla v kůře integruje a tím opožďuje klimatické změny za sluneční aktivitou.

Z toho důvodu je globální zemská teplota závislá na akumulovaném anomálním teplu (odchylky aktuálního příkonu slunečního záření od dlouhodobého průměru sumované za nějaké předchozí období), a nikoliv na okamžité hodnotě příkonu slunečního záření.

IPCC (2007) uvádí, že v oceánech a kontinentální kůře je absorbováno až 51 % z dopadajícího slunečního záření, přičemž větší část (odhadem až 49 %) je absorbována oceány v důsledku větší tepelné kapacity vody než kontinentů a pouze menší část

(odhadem maximálně 4 % a minimálně 1 %) je absorbována zemskou kůrou kvůli její malé tepelné vodivosti. Protože rychlost výměny energií mezi oceány a atmosférou je velká (v řádu několika měsíců, jak je pozorováno již v ročním cyklu), je obvykle v krátkodobých bilančních úvahách zanedbávána akumulace dopadajícího záření v kontinentální kůře. Z dlouhodobého hlediska se však při dlouhodobě větším příkonu slunečního záření musí zákonitě zvýšit množství akumulovaného tepla v horninách, což následně způsobuje v souladu se Stefanovým-Boltzmannovým zákonem (Stefan 1879) větší vyzařování tepla z povrchu Země zpět do atmosféry a do kosmu. Tudíž se zákonitě zvyšuje i globální rovnovážná teplota mezi Zemí a kosmem. Povrchová teplota Země, která je vlastně touto rovnovážnou teplotou mezi Zemí a kosmem, proto závisí nejen na příkonu slunečního záření a vyzařování do vesmíru, ale také na akumulaci tepla v atmosféře, oceánech a kontinentech. Povrchová teplota Země není proto bezprostředně časově svázaná s aktuální sluneční aktivitou ale s anomálním teplem ze slunečního záření akumulovaném v zemské kůře v nějakém předchozím období (Kalenda et al. 2018).

Zemská kůra není dobrý teplotní vodič, proto doba mezi příkonem sluneční energie a akumulací této energie ve formě tepla a energie pružnosti v horninách je velice dlouhá, odhadem polovina energie se akumuluje až za cca 270 let (Kalenda et al. 2018). Obdobně dlouhá je také doba, za kterou se polovina akumulovaného tepla vyzáří zpět do kosmického prostoru. Proto není možné porovnávat přímou aktivitu Slunce a dlouhodobé variace klimatu ve stejném čase, ale je potřeba uvažovat s fázovým zpožděním desítek až stovek let. Od vrcholu přibližně v roce 1958 dochází k poklesu sluneční aktivity, přesto byl až do roku 2016 pozorován nárůst globálních teplot. Důvodem je vysoká sluneční aktivita od konce Malé doby ledové v roce 1850 až do konce 24. slunečního cyklu v roce 2014, která byla největší za posledních cca 1200 let (Solanki et al. 2004, Usoskin et al. 2006). Rychlost nárůstu sluneční aktivity byla dokonce největší za posledních cca 2000 let (Steinhilber et al. 2009, Steinhilber, Beer 2011).

ZÁVISLOST KONCENTRACE CO₂ V ATMOSFÉŘE NA TEPLOTĚ OCEÁNŮ

IPCC prosazuje názor, že nárůst koncentrace CO₂ v atmosféře po roce 1850 je dán rozvojem průmyslu a spalováním fosilních paliv s příchodem průmyslové revoluce (IPCC 2007). Faktem je, že vypouštěním CO₂ do atmosféry přispívá lidstvo pouze přibližně 7 % k celkovému obrátu CO₂ mezi atmosférou a oceánem, který je jeho hlavním zdrojem a úložištěm (Salby 2012). Navíc je tato výměna dynamická a závisí (v rámci oběhového cyklu, který je několik roků) na parciálním tlaku plynu ve vodě a atmosféře. Podle Henryho zákona (Henry 1803) je parciální tlak plynu rozpuštěného v kapalině roven parciálnímu tlaku plynu nad hladinou. Z tohoto zákona vyplývá, že zahřívání kapaliny vede k uvolňování plynu z kapaliny do atmosféry a rychlost uvolňování je přímo úměrná anomální teplotě (rozdíl od průměrné teploty, za které byla dosažena rovnováha tlaků plynů na hladině kapaliny) (Salby 2012). Z toho vyplývá, že koncentrace CO₂ v atmosféře je úměrná integrálu anomálních teplot globálního oceánu za určité předchozí období. A protože teploty od konce Malé doby ledové 1850 až do roku 2016 rostly téměř lineárně, tak úměrně jejich integrálu téměř kvadraticky narůstala i koncentrace CO₂ v atmosféře. Za posledních cca 100 let tak narostla na stanici Mauna Loa koncentrace CO₂ o více než 100 ppm (NOAA [online]). Protože koncentrace CO₂ je integrálem anomálních teplot, musí se fázově opožďovat za globální teplotou

(Salby 2012). A za sluneční aktivitou se opožďuje ještě více v důsledku dvou následných integrací: intenzita slunečního záření – globální teplota – koncentrace CO₂ v atmosféře. Nárůst koncentrace CO₂ tedy skončí, až se světový oceán ochladí na dlouhodobě průměrné hodnoty.

GLOBALNÍ CO₂ EXPERIMENT COVID-19

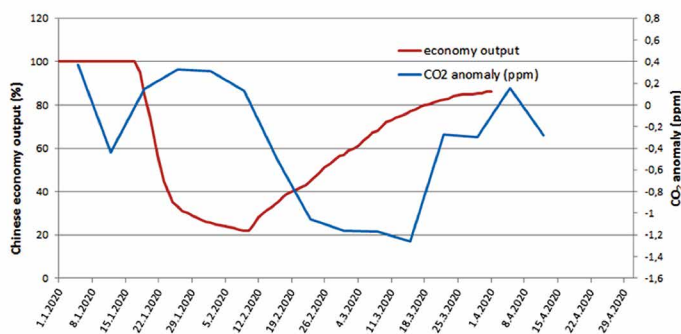
IPCC prosazuje a prostřednictvím klimatických *odpuštěk* (Hansen 2009) na vládách vynucuje snížení antropogenní produkce CO₂ a dalších skleníkových plynů jako panaceu, která zajistí pevné zdraví planety Země. V roce 2020 byl zcela nechtěně vykonán celoplanetární experiment, v němž se ověřila účinnost této panacey, když se ukázalo, jak moc se projeví snížení průmyslové emise CO₂ do atmosféry na koncentraci CO₂ v atmosféře.

V důsledku pandemie Covid-19 po čínském Novém roce následoval lockdown celé čínské ekonomiky, kdy se po dobu téměř dvou měsíců průmyslová výroba v Číně podle agentury Bloomberg propadla až o 80 % (Bloomberg [online]). Dnes čínská ekonomika, co se vypouštění CO₂ týče, představuje cca 20 % celosvětové produkce (West, Lansang 2018), takže pandemický pokles průmyslové produkce CO₂ v Číně byl celosvětově významný. Po přibližně 15 dnech po začátku lockdownu dorazila bublina nižší koncentrace CO₂ až na stanici Mauna Loa v Tichém oceánu (ESRL [online]), kde byl změřen pokles asi 1,6 ppm oproti výchozí lockdownem neovlivněné koncentraci CO₂ asi 415 ppm (obr. 1). Dlouhodobý trend zvyšování koncentrace CO₂ v atmosféře se v důsledku omezení průmyslové produkce v roce 2020 a ani v dalších letech nijak nezměnil. Nárůst 2,43 ppm CO₂ za rok 2020 zůstal na hodnotách nárůstu v předchozích letech (obr. 2).

DISKUZE

Roční výměna CO₂ mezi oceánem a atmosférou činí zhruba 150 gigatun C/rok (Salby 2013). Lidská produkce CO₂ činí nyní asi 7 gigatun C/rok, to je jedna dvacetina. Přesně v tomto poměru je příspěvek lidstva k nárůstu skleníkového efektu atmosféry, který se projevuje zvýšením teploty Země. Jestliže za posledních 100 let globální zemská teplota narostla asi o 1 °C, tak lidský příspěvek k oteplování je nicotných a téměř neměřitelných 0,05 °C.

Vzhledem ke vzdálenosti od Slunce by na povrchu Země měla být průměrná teplota -18 °C, skleníkový efekt atmosféry však zvyšuje průměrnou teplotu na Zemi na +14 °C. Většina skleníkového efektu připadá na molekuly vody a asi 10 % na molekuly CO₂. Tedy dnešní koncentrace 400 ppm CO₂ ohřívá povrch



Obr. 1. Závislost koncentrace CO₂ v atmosféře měřené na stanici Mauna Loa na výkonnosti čínské ekonomiky v době lockdownu Covid-19 v roce 2020. Červená čára – výkonnost čínské ekonomiky, modrá čára – měřená koncentrace CO₂ (odstraněn lineární trend). Zdroj: Kalenda (2020b)

Země asi o 3 °C. Při zdvojení CO₂ na 800 ppm by další oteplení již nebylo 3 °C, ale mnohem méně, cca 1,5 °C, neboť skleníkový efekt roste se zvyšující se koncentrací CO₂ logaritmicky, kdy každému zdvojnásobení koncentrace CO₂ odpovídá stejný nárůst teploty, ale jen do tzv. fáze nasycení. Nárůst teploty při zdvojení koncentrace CO₂ v atmosféře (klimatická citlivost) je vědci odhadován na hodnotu mezi 0,25 °C a 1,5 °C, nejpravděpodobněji na 1,25 °C (Monckton 2018), IPCC se přiklání k hodnotám mezi 1,5 °C a 5,5 °C (Monckton 2018). Ani spálení všech fosilních paliv by nevedlo ke zdvojení CO₂ v atmosféře, neboť oceán velkou část pohltí podle Henryho zákona. Ale i kdyby se úroveň CO₂ zdvojnásobila, teplota by v důsledku toho vzrostla o méně než 3 °C, asi jen o 1,5 °C (Monckton 2018).

Snížení průmyslové výroby v roce 2020 v důsledku pandemie Covid-19 experimentálně dokázalo, že lidstvo by bylo schopno snížit koncentraci CO₂ až o 10 ppm za předpokladu, že by přestalo úplně vypouštět CO₂ do atmosféry, ale stávající trend nárůstu koncentrace CO₂ by přesto zůstal nezměněn. Prokázalo se tak, že vliv spalování fosilních paliv na globální zemskou teplotu je skutečně nicotný a má jen lokální a časově omezené důsledky (Kalenda 2020b). Potvrdily se tak již dříve vyslovené zásadní pochyby o skutečné roli CO₂ ve skleníkovém efektu atmosféry (Salby 2013, Marvan, Marvan 2019, Schnell 2019).

Dnešní klimatické změny lze vysvětlit, aniž by bylo nutné se uchýlovat k dohadům o lidském podílu na nich. Změny po roce 1960 jsou vysvětlitelné extratestrickými vlivy:

Zvyšování globální zemské teploty je důsledek vyzařování anomálního tepla akumulovaného v zemském tělese v období vysoké sluneční aktivity v letech 1850–2010.

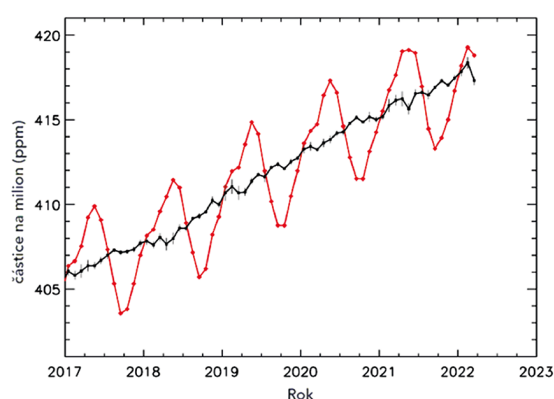
Zvyšování koncentrace CO₂ v atmosféře je způsobeno uvolňováním CO₂ z oceánu v důsledku vyšší než průměrné teploty.

Zvyšování hladiny světového oceánu je projevem převážně teplotní expanze vody v důsledku vyšší teploty.

Extremalizace klimatu je důsledek gravitačního působení Jupiteru (perioda 62,5 let) a všech planet sluneční soustavy (perioda 179 let) na atmosféru a hydrosféru Země a také na Sluneční aktivitu, tedy změny velikosti slunečního záření dopadajícího na povrch Země.

ZÁVĚR

Nárůst teplot na Zemi, pozorovaný v posledních dekadách, je možno vysvětlit zvýšeným vyzařováním tepla z kontinentů a oceánu. Teplu se v kontinentech a oceánu akumulovalo v předchozím období zvýšeného příkonu slunečního záření 1850–2010



Obr. 2. Vývoj koncentrace CO₂ na stanici Mauna Loa mezi lety 2017 a 4/2022. Červená čára – měsíční koncentrace, černá čára – trend bez roční variace. Zdroj: NOAA [online]

s maximem okolo roku 1958, kdy byla největší sluneční aktivita za posledních cca 1200 let. Vysoká sluneční aktivita byla způsobena extraterestricky v důsledku planetárních vlivů na intenzitu termojaderných reakcí na Slunci. Nárůst teplot přízemní atmosféry je o několik desítek let zpožděný za nárůstem sluneční aktivity v důsledku malé tepelné vodivosti hornin, která způsobuje, že poločas akumulace tepla v horninách má délku cca 270 let. Obdobně doposud stále roste teplota oceánů, proto se v důsledku teplotní expanze vody také následně zvyšuje hladina oceánů.

Důsledkem nárůstu teplot oceánů je vzrůstající koncentrace CO_2 v atmosféře, neboť tu určuje zejména dynamická výměna plynů mezi oceánem a atmosférou na hladině, která je řízena teplotou tak, že zvýšená teplota vody vede k uvolňování CO_2 rozpuštěného v oceánech do ovzduší. Důsledkem je zvětšování koncentrace CO_2 v atmosféře. Tato koncentrace závisí na sumě anomálních teplot (odchylek teplot od dlouhodobého průměru), nikoliv pouze na aktuální teplotě. Proto je časový vývoj koncentrace fázově zpožděný oproti časovému vývoji globálních teplot až o desítky let. Dnešní růstový trend koncentrace CO_2 je tedy možno fyzikálně vysvětlit jako důsledek rostoucí střední teploty atmosféry a oceánů, tedy jako dvěma následnými mechanismy (akumulace a vyzařování tepla z kontinentů a oceánu, akumulace CO_2 v atmosféře) zpožděný důsledek zvýšeného slunečního záření v období 1850–2010.

Názor IPCC o dominantním vlivu spalování fosilních paliv na zvyšování zemské teploty byl experimentálně falsifikován v roce 2020, kdy v důsledku pandemie Covid-19 došlo k významnému omezení průmyslové produkce. Přičemž v roce 2020 a ani v dalších letech se nijak nezměnil setrvalý nárůst globální zemské teploty a tím také růstový trend koncentrace CO_2 v atmosféře.

Klimatické změny po roce 1960 jsou dominantně způsobené přírodními extraterestrickými vlivy – planetárním ovlivňováním

termojaderné reakce ve slunečním tělese a gravitačním působením planet na zemskou atmosféru a hydrosféru. Hypotéza o dominantních antropogenních příčinách klimatických změn byla experimentálně falsifikována, neboť se prokázalo, že vliv lidské činnosti, spalování fosilních paliv, na globální zemskou teplotu je nicotný.

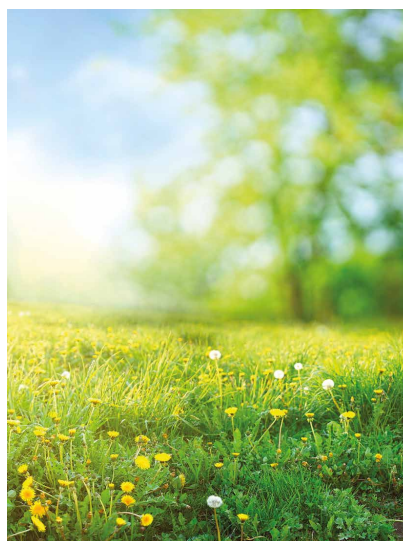
Vodohospodářské plánování v období dnešních klimatických změn proto nemůže spoléhat na to, že omezení produkce CO_2 a dalších skleníkových plynů automaticky způsobí, že se kolísání klimatu zmírní. Je třeba se mu přizpůsobit a při dlouhodobém vodohospodářském plánování počítat s pokračujícím střídáním suchých a mokrých období, případně i s nárůstem povodňové aktivity v nejbližších desetiletích (díky většímu výparu z oceánů při zvýšené globální teplotě), později lze očekávat mírné ochlazení (cca do roku 2060–2070).

LITERATURA ONLINE

www.csvh.cz

RNDr. Pavel Kalenda, CSc.
CoalExp, Pražmo 129
739 04 Pražmo
pkalenda@seznam.cz

Ing. Miloslav Šír, CSc. Česká společnost vodohospodářská
ČSSI, z. s., Staroměstská 1504/
37004 České Budějovice
milo_sir@yahoo.com



9. JUPITERSKÁ KLIMATICKÁ OSCILACE V LETECH 1960–2020

Miloslav Šír, Pavel Kalenda, Miroslav Tesář

ÚVOD

Současné celosvětové kolísání klimatu vyvolává velkou pozornost. V ČR se projevuje zřetelnými odlišnostmi v chodu počasí oproti době před rokem 1960. V zimě je méně mrazivých dnů a dnů se sněhem, v létě více tropických dnů, více přívalových dešťů a delší období bez deště (Konceptce [online]).

Rané příznaky kolísání klimatu byly zaznamenány již před dvaceti lety na malých povodích na Šumavě, v Tatrách a v Alpách, kde se prokázalo zvětšení meziročních rozdílů srážkových a odtokových úhrnů v letech 1988–96 oproti předchozímu období (Šír et al. 2004, Holko et al., 2003). Tehdy však nebyly odhaleny možné příčiny této změny.

V měřítku lidského života se v zemském klimatu nejzřetelněji projevuje kolísání s periodou o délce asi 60 let. V kolektivní paměti lidstva se proto udržuje vzpomínka na jiný roční chod počasí, než který právě zažíváme. Dnešní kolísání klimatu je globální, neboť se synchronně projevuje ve všech měřítcích od malého povodí až po měřítko celoplanetární (Kalenda, Šír 2021, Kalenda et al. 2021). Na území ČR došlo v krátké době ke katastrofálním srážkám a povodním v letech 1997 a 2002 a následně k mimořádně dlouhému období sucha 2014–2019. Mohl tak snadno vzniknout dojem, že dochází k nevratné klimatické změně, případně až ke globálnímu klimatickému rozvratu (Hansen [online]).

Kolísání klimatu v letech 1960–2020 analyzujeme z pohledu astronomické teorie, v jejímž rámci se za jeho příčinu pokládá kompozice několika víceletých astronomicky podmíněných klimatických cyklů, kdy se mění (1) proudění oceánů a atmosféry (Kalenda, Šír 2021) v důsledku změn rychlosti zemské rotace a rotačních momentů vodstva a atmosféry (obr. 1), (2) množství slunečního záření dopadajícího na Zemi (obr. 2). Pozornost věnujeme zejména cyklickému působení Jupiteru na Zemi. Testujeme, zda se kolísání klimatu projevuje synchronně ve více prostorových a časových měřítcích.

GRAVITAČNÍ PŮSOBENÍ JUPITERU NA ZEMI

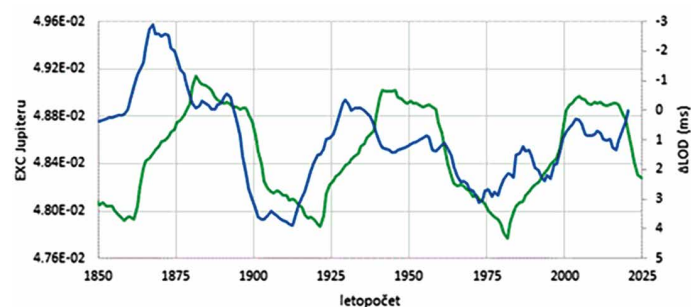
Tělesa Sluneční soustavy navzájem mění své polohy (obíhají se) a gravitačně se ovlivňují prostřednictvím *slapových sil* (Slapové síly [online], Slapové jevy [online]). Slapy vznikají tím, že těleso není hmotný bod, a proto gravitační zrychlení způsobené ostatními tělesy není na všech místech povrchu tělesa zcela stejné co do velikosti i co do směru. Tedy zdrojem slapových sil na obíhaném tělese jsou gravitační odchylky způsobené obíhajícími tělesy, jako je např. rozdíl větší gravitace na straně bližší k obíhajícímu tělesu a menší gravitace (ale stejná odstředivá síla) na straně vzdálenější od obíhajícího tělesa. Vlivem slapových sil působících mezi tělesem obíhaným a obíhajícím dochází (1) ke zpomalování rotace obou těles okolo osy a (2) zvětšování excentricity orbity obíhajícího tělesa, tudíž k růstu průměrné vzdálenosti obou těles (Vázaná rotace [online]). Na Zemi nejvíce slapově působí Měsíc, Slunce, Venuše a Jupiter. Na Slunce má největší vliv Jupiter a Venuše, menší pak Země a Merkur, vliv ostatních planet je nepatrný (Střeštík [online]).

Slapové síly způsobují *slapové změny rychlosti zemské rotace*. V důsledku skládání gravitačního vlivu jednotlivých těles Sluneční soustavy a více dalších vlivů (Křížek [online]) nepravidelně kolísá trvání jedné otáčky Země okolo osy (obr. 1). V měřítku staletí (za posledních 2700 let) se však rotace Země zpomaluje o 1,7 ms za století (Stephenson et al. 2016). *Rychlost zemské rotace* se udává pomocí odchylky ΔLOD (milisekund) od standardní rotační doby 86400 sekund (LOD je zkratka souloví Length Of Day). Tedy doba rotace je $86400 + \Delta\text{LOD}$ sekund. Roční měřené průměry ΔLOD jsou veřejně přístupné (IERS [online]).

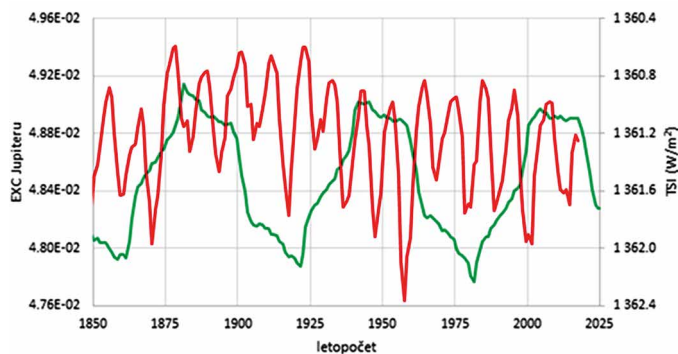
Důsledkem zemské rotace je také *Coriolisův efekt*, který se projevuje tím, že atmosféra a vodstvo, pohybující se ve směru poledníků, se odklání na severní polokouli doprava, na jižní polokouli pak doleva. Coriolisův efekt tak ve velkém měřítku ovlivňuje oceánské a atmosférické proudy. Coriolisův efekt je mj. úměrný rotační rychlosti Země. Proto změny rychlosti zemské rotace mění i působení Coriolisova efektu na pohyb zemské atmosféry a hydrosféry.

Při *změnách rychlosti zemské rotace* dochází k pohybům mezi různými souvrstvími a vrstvami hornin, následkem čehož se mění *seizmická a vulkanická aktivita* (Kalenda, Neumann 2013, Huda, Souchay 2021). Poslední období vysoké vulkanické aktivity začalo v roce 1982 výbuchem El Chicon (index sopečné výbušnosti VEI 5). Po něm následovala perioda 1982–1994 silných výbuchů o VEI 4 (Sopky20 [online]). Vrcholem vulkanické aktivity byl výbuch Pinatubo 1991 (VEI 6) a erupce podmořského vulkánu Hunga-Tonga (VEI 6+) dne 15. 1. 2022 (Sopky21 [online]).

Jupiter generuje ve Sluneční soustavě významné slapové síly, neboť jeho hmotnost je téměř 2,5krát větší než hmotnost všech ostatních planet sluneční soustavy dohromady a je 318krát větší než hmotnost Země. Oběžná doba Jupiteru okolo barycentra sluneční soustavy je 11,86 let. Průměrná vzdálenost mezi Jupiterem a Sluncem je 778 milionů km. Jupiter má oběžnou excentricitu rovnou 0,048, tudíž jeho vzdálenost od Slunce mezi perihéliem a aféliem se mění zhruba o 75 milionů km. V důsledku slapových sil působících mezi všemi tělesy Sluneční soustavy mění Jupiter excentricitu své orbity s více periodami, je to cca 750, 60–63 (obr. 1), 30 a 20 let (Scafetta et al. 2019, 2020). V důsledku



Obr. 1. Excentricita orbity Jupiteru o periodě 60–63 let (zelená čára) a odchylka ΔLOD od standardní rotační doby Země (modrá čára) za období 1850–2020. Zdroj dat: VSOP87 [online], IERS [online]



Obr. 2. Excentricita orbity Jupiteru o periodě 60–63 let (zelená čára) a intenzita slunečního záření dopadajícího na zemskou atmosféru TSI (modrá čára) za období 1850–2020. Zdroj dat: VSOP87 [online], TSI [online]

toho kolísá vzdálenost mezi Jupiterem Sluncem, ale také mezi Jupiterem a Zemí v době jejich konjunkcí i opozic, tudíž se mění velikost vzájemného gravitačního působení. Proměnlivá gravitace Jupitera se na Zemi projevuje změnami rotačních momentů atmosféry, oceánů i pevné země, kdy způsobuje změny oběžné rychlosti Země. Tyto faktory výrazně ovlivňují pohyb vodstva, atmosféry a litosféry. Fyzikální mechanismus přenosu rotačních momentů z jednoho tělesa na druhé popisuje například Wilson et al. (2008) a Wilson (2013).

Jupiter působí podobně také na Slunce a významně se spolu s ostatními vlivy podílí na změnách jeho svítivosti. To se projevuje v cyklických změnách intenzity slunečního záření dopadajícího na zemskou atmosféru (Total Solar Irradiance TSI) jak v 11leté periodě, tak i dalších periodách. Cyklus je synchronizován zejména planetami s velkým slapovým vlivem na Slunce (Venuše – Země – Jupiter) (Stefani et al. 2019). Obr. 2 ukazuje rekonstruovaný průběh TSI v období 1850–2020 (Kopp et al. 2016). Z něj je zřejmé, že v obdobích maximální excentricity orbity Jupiteru dochází ke snižování TSI.

V souhrnu řečeno:

- Jupiter přímo ovlivňuje (a) parametry polohy Země vůči Slunci, což má za následek kolísání příkonu slunečního záření na Zemi v mnoha periodách, (b) tvar a pohyb ionosféry, atmosféry (atmosférické slapy), hydrosféry (mořské slapy) a litosféry (dmutí zemské kůry a pláště), (c) rotační momenty atmosféry, vodstva a pevné Země, (d) rotaci Země.
- Jupiter nepřímou prostřednictvím změn rychlosti zemské rotace (a) mění působení Coriolisova efektu na pohyb atmosféry a vodstva, (b) budí zvýšenou seizmickou a vulkanickou aktivitu.
- Jupiter spolu s dalšími planetami působí na zářivý výkon Slunce, tudíž i na příkon slunečního záření na Zemi.

Přehled vlivů Jupiteru na zemské klima přinášejí práce Kalenda, Šír (2020, 2021) a Kalenda et al. (2021). Ve střednědobém měřítku se v zemském klimatu výrazně projevuje jupiterská perioda 60–63 let v jevech souvisejících

- se sluneční aktivitou – globální teplota a zejména teplota oceánů, oblačnost, výška hladin oceánů (závislost na změně teplot a roztažnosti vody), polární záře.
- se změnami rotačních momentů atmosféry, oceánů i pevné země – Atlantická multidekádní oscilace AMO, Pacifická dekádní oscilace PDO, Golfský proud, synoptické situace, délka dne LOD, seismicita.
- s oběma příčinami – srážky, průtoky řek, povodně, sucha.

SRÁŽKY A ODTOKY NA POVODÍ LIZ V OBDOBÍ 1976–2018

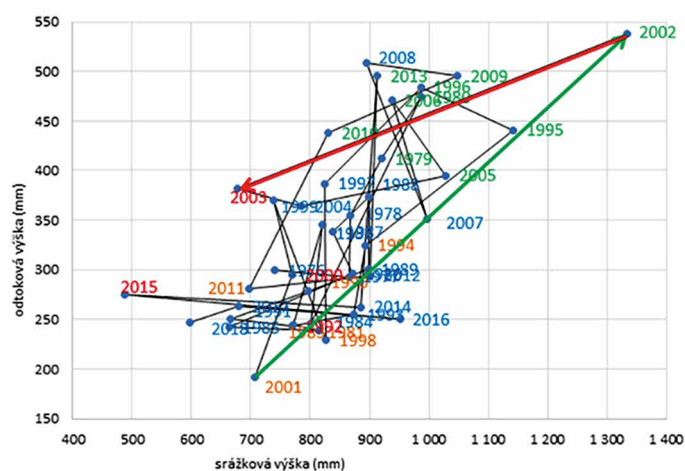
Kolísání klimatu, které bylo zaznamenáno na povodí Liz (Šír et al. 2004), analyzujeme pomocí 43 let dlouhé řady srážek a odtoků v období 1976–2018 s cílem určit jeho astronomické příčiny.

Povodí Liz leží v katastru obce Zdíkov v podhorské oblasti Šumavy, na závětrné straně od Atlantiku. Uzávěrový profil povodí na Zdíkovském potoce má polohu 49,0697603N, 13,6820850E. Plocha povodí činí 0,998 km², povodí leží na svahu ve výšce 828 až 1024 m n. m. se středním sklonem 16,56 %. Páteřní tok má délku 1,35 km a střední sklon 12,7 %. Geologické podloží je tvořeno pararulou, půdní pokryv je tvořen kambizemí dystrickou. Povodí je porostlé dospělým smrkovým lesem. V období 1. 11. 1975 až 31. 10. 2011 byla průměrná roční teplota 6,5 °C a průměrná teplota ve vegetační sezóně (1. 5. až 30. 10.) dosahovala 13,4 °C. V období 1. 11. 1975 až 31. 10. 2018 činil průměrný roční srážkový úhrn 846 mm a ve vegetační sezóně 434 mm. Průměrný roční specifický odtok činí 10,71 s⁻¹ km² a ve vegetační sezóně 5,81 s⁻¹ km².

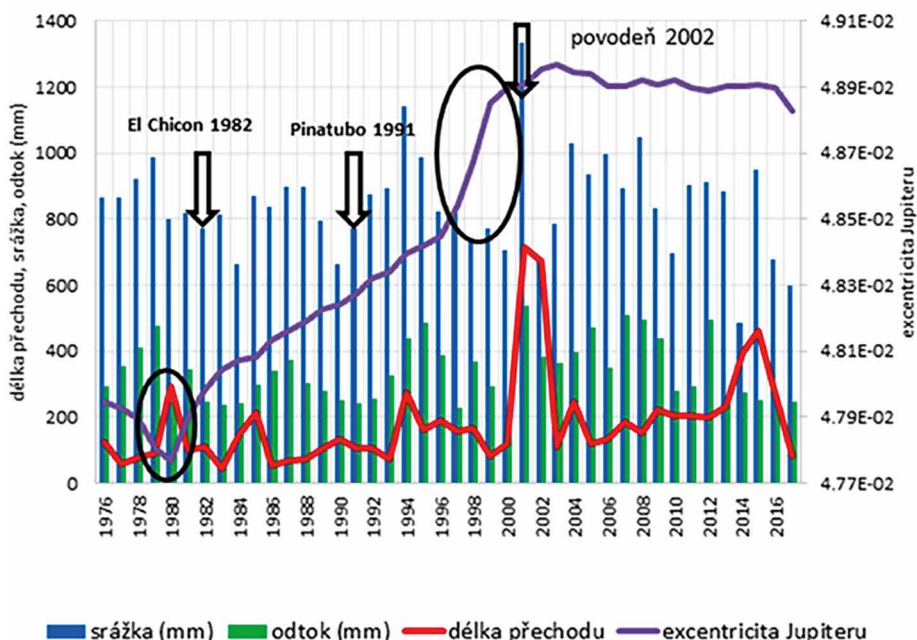
Hydrologický rok (od 1. 11. předchozího kalendářního roku do 30. 10. aktuálního kalendářního roku) je v ČR stanoven tak, aby všechny spadlé srážky v témže hydrologickém roce odtékly z krajiny sítí vodních toků, případně se zadržely v půdě a podloží. Jeho počátek 1. 11. předchozího kalendářního roku plyne z toho, že před tímto termínem je krajně nepravděpodobné, že by případné sněhové srážky zůstaly ležet a neroztály a neodtekly. Odtok vody z tajících sněhových zásob se tak vždy uskuteční v témže hydrologickém roce.

Přechodový graf je spojnice bodů, jejichž x-souřadnice jsou roční úhrny srážek (mm) a y-souřadnice jsou roční úhrny odtoků (mm). Přechodová délka je délka (mm) spojnice dvou v časové řadě následujících bodů v přechodovém grafu (obr. 3).

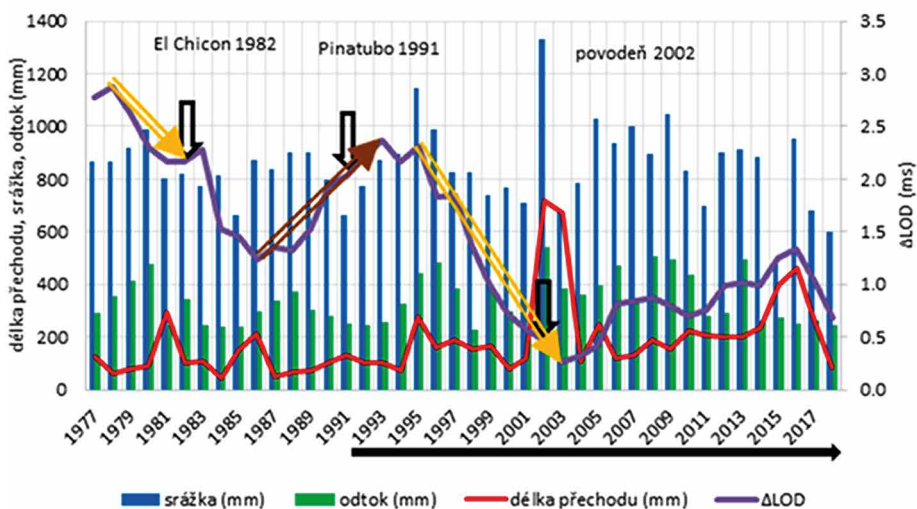
Podobnost hydrologických roků lze kvantifikovat pomocí přechodové délky. Čím je přechodová délka menší, tím více podobné jsou si hydrologické roky z hlediska sumárních srážek a odtoků. Nejvíce podobné jsou roky 2005 (srážka 548 mm, odtok 186 mm) a 2006 (srážka 525 mm, odtok 196 mm), jejichž přechod má délku pouze 25 mm. Naopak nejméně se podobají roky 2001



Obr. 3. Přechodový graf na povodí Liz v období 1976–2018. Srážková výška (odtoková výška) značí úhrn srážek (odtoku) za hydrologický rok 1. 11.–30. 10., zelená šipka – přechod mezi hydrologickými roky 2001–2002, červená šipka – přechod 2002–2003. Zdroj dat: ÚH [online]



Obr. 4. Meziroční přechody srážka – odtok na povodí Liz a excentricita oběžné dráhy Jupiteru v hydrologických letech 1976–2018 (ovály označují významné změny excentricity). Modrý (zelený) sloupec – úhrn srážek (odtoku) za hydrologický rok 1. 11.–30. 10., červená čára – délka meziročního přechodu, prázdné šipky – rok výbuchu El Chicon 1982 a Pinatubo 1991 a povodeň 2002. Zdroj dat: ÚH [online], VSOP87 [online]



Obr. 5. Meziroční přechody srážka – odtok na povodí Liz a Δ LOD v hydrologických letech 1976–2018. Modrý (zelený) sloupec – úhrn srážek (odtoku) za hydrologický rok 1. 11.–30. 10., červená čára – délka meziročního přechodu, prázdné šipky – rok výbuchu El Chicon 1982 a Pinatubo 1991 a povodeň 2002, oranžová šipka – zrychlování zemské rotace, hnědá šipka – zpomalování zemské rotace, černá šipka – zvětšení směrodatné odchylky délky přechodu po roce 1992. Zdroj dat: ÚH [online], IERS [online]

(srážka 375 mm, odtok 84 mm) – 2002 (srážka 730 mm, odtok 208 mm) – 2003 (srážka 249 mm, odtok 80 mm), neboť přechody mezi roky 2001–2002 (376 mm) a 2002–2003 (597 mm) jsou výrazně delší než délky 40 ostatních meziročních

přechodů v období 1976–2018 (obr. 4, obr. 5). V přechodovém grafu na obr. 3 vyznačuje zelená šipka přechod od srážkově průměrného roku 2001 k srážkově mimořádně bohatému roku 2002 a červená šipka dále přechod k suchému roku 2003.

Přechodovou délku v souvislosti s excentricitou orbity Jupiteru ukazuje obr. 4. Na obrázku je patrné, že výbuchu El Chicon 1982 předcházelo výrazné snížení a opětovný růst excentricity v období 1979–1982 s minimem v roce 1981. Povodni v roce 2002 předcházelo prudký nárůst excentricity od roku 1998. Obě epizody výrazných změn excentricity oběžné dráhy Jupiteru jsou vyznačeny ovály. Excentricita oběžné dráhy Jupiteru okolo barycentra Sluneční soustavy je spočítána z eferid pomocí programu VSOP87 [online], v ročním kroku k pololetí.

Přechodovou délku v souvislosti s rychlostí zemské rotace (LOD) ukazuje obr. 4. Oranžové šipky označují období zrychlování zemské rotace 1978–1982 a 1995–2003, hnědá šipka zpomalování zemské rotace v letech 1986–1993. Výbuchu El Chicon 1982 předcházelo 5leté zrychlování rotace a výbuchu Pinatubo 1991 zase 6leté zpomalování rotace. Povodni 2002 předcházelo 7leté zrychlování rotace.

V obr. 5 vyznačuje černá šipka nástup delších mezisezónních a meziročních přechodů po roce 1992, kdy došlo k silnému výbuchu Pinatubo (VEI 5), v jehož důsledku došlo k celoplanetárnímu snížení průzračnosti atmosféry až do roku 1996 (Keen 2008, 2019). Směrodatná odchylka délky přechodu v období 1976–1991 je 47,8 mm a v období 1992–2018 je 112,4 mm.

Z analýzy srážkových a odtokových řad na povodí Liz v souvislosti s excentricitou oběžné dráhy Jupiteru a rychlostí zemské rotace plyne, že:

- Kolísání klimatu se projevilo zvětšením meziročních rozdílů ve srážkových, a tudíž i odtokových úhrnech po roce 1992 (obr. 4, 5).
- Příčinou kolísání klimatu byl *zvrát* v rychlosti zemské rotace od zpomalování v období 1985–1992 ke zrychlování v období 1993–2004 (obr. 5).
- Výbuchy El Chicon 1982 a Pinatubo 1991 byly s největší pravděpodobností rovněž způsobeny změnami rychlosti zemské rotace (obr. 5), a tím i změnami napětí mezi litosférickými deskami a souvrstvími.
- Výbuchy El Chicon 1982 a Pinatubo 1991 a katastrofální povodeň 2002 se odehrály na vzestupné větvi excentricity oběžné dráhy Jupiteru.

ODTOKY Z POVODÍ ŘEKY INN V PROFILU PASOV A Z POVODÍ LIZ V OBDOBÍ 1976–2020

Kolísání klimatu analyzujeme pomocí 100 let dlouhé řady odtoků v období

1920–2020 z povodí řeky Inn v profilu Pasov s cílem zjistit, zda zvrát charakteru odtoků, tudíž i srážek, proběhl synchronně na obou povodích.

Povodí řeky Inn v profilu Pasov a povodí Liz odděluje dunajské zlomové pásmo, tudíž se výrazně odlišují v geografických, přírodních a hydrologických charakteristikách, i když jejich uzávěrové profily jsou od sebe vzdušnou čarou vzdáleny pouze 60 km. Povodí řeky Inn se nachází na pravé straně a povodí Zdíkovského potoka na levé straně Dunaje ve směru toku.

- Měrný profil Passau-Ingling na řece Inn má nadmořskou výšku 289 m n. m., řeka je dlouhá 517 km, pramení ve výšce 2564 m n. m. Povodí má rozlohu 26084 km², dvě třetiny plochy povodí leží na území vápencových Alp. Průměrný specifický odtok je 32,6 l/s/km², což je hodnota charakteristická pro středoevropské horské oblasti (GRDC [online]).
- Měrný profil Liz na Zdíkovském potoce leží v nadmořské výšce 828 m n. m., potok má délku 1,43 km, pramen leží ve výšce 1074 m n. m. Plocha povodí činí 0,99 km². Zalesněné povodí leží ve Vimperské vrchovině na závětrné straně horského pásma Šumavy (Šír et al. 2004). Průměrný specifický odtok z povodí je proto nízký, činí 10,5 l/s/km², a bude proto více odrážet informaci o změnách směru proudění atmosféry než o změnách výparu z moře, který by měl být v případě obou povodí velice blízký.

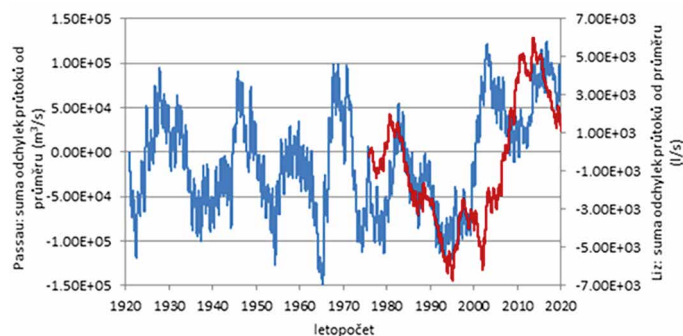
Obr. 6 ukazuje takřka synchronní zvrát v chodu průtoků na řece Inn v profilu Passau-Ingling a na Zdíkovském potoce v profilu Liz (Kalenda et al. 2021). Měření průtoků v profilu Liz započalo roku 1975, proto není na průtokové řadě v obr. 6 (červená čára) znázorněn počátek snižování průtoků v roce 1970. Nejprve od roku 1970 docházelo ke snižování průtoků a poté asi od roku 1995 opět k jejich zvyšování na předchozí úroveň v roce 2010. Odtokově, tudíž i srážkově přelomovým rokem byl tedy rok 1995, jak ukazuje také obr. 4 pro povodí Liz.

Z velké podobnosti odtoků z obou tak vzdálených a odlišných povodí (obr. 6) plyne, že příčinou zvrátu v chodu odtoků v roce 1995 musela být shodná změna charakteru srážek, jako tomu bylo na povodí Liz, kde se kolísání klimatu projevilo zvětšením meziročních rozdílů ve srážkových a odtokových úhrnech po roce 1992 (obr. 4, 5). Kolísání klimatu tedy probíhalo synchronně na území o ploše desítek tisíc čtverečních kilometrů. Pravděpodobnou příčinou mohlo být zrychlování zemské rotace počínaje rokem 1995 (obr. 1), a tedy i změny v charakteru proudění atmosféry.

DISKUSE

Testováním projevů kolísání klimatu ve více měřících (tab. 1) bylo zjištěno:

- Projevy kolísání klimatu jsou na povodích Liz na Šumavě a Innu v Pasově synchronní s periodou asi 60 let. Této periodě odpovídá 60–63letá perioda excentricity oběžné dráhy Jupiteru okolo barycentra Sluneční soustavy (Scafetta et al. 2019, 2020). Protože bylo prokázáno, že prostřednictvím gra-



Obr. 6. Součtová čára odchytek denních průměrných průtoků na Zdíkovském potoce v profilu Liz (pravá svislá osa) od průtoků 10,4 l/s (červená čára) v období od 1. 1. 1975 do 31. 10. 2020 a součtová čára odchytek denních průměrných průtoků na Innu v profilu Passau-Ingling (levá svislá osa) od průtoků 737,7 m³/s (modrá čára) v období 1920–2020. Zdroj dat: ÚH [online], GRDC [online]

vitačního působení Jupiteru na Zemi dochází ke kolísání zemského klimatu se stejnou periodou (Kalenda, Šír 2020, 2021, Kalenda et al., 2021), můžeme pokládat za příčinu klimatické oscilace v letech 1960–2020 působení Jupiteru.

- V evropských srážkových řadách o délce 101–215 let a průtokových řadách dlouhých 132–206 let na povodích o ploše 12–576 tisíc čtverečních kilometrů se specifickým odtokem 0,45–1,17 l/s/ha byly identifikovány cykly s dominantními periodami 28–35, 62,5–65, 88, 120, 179 a 208 let. Přičemž průtokové extrémy vykazují cca 60letou periodu (Kalenda et al. 2021).

Extrémní projevy kolísání klimatu v letech 1960–2020 byly důsledkem interference tří astronomických cyklů:

- 179letý cyklus (Jose 1965): Ke katastrofálním srážkám a povodním v letech 1997 a 2002 dochází v období neuspořádaného pohybu Slunce 1990–2030, kdy má Slunce nižší než průměrnou aktivitu (Charvátová 1990). Tendence ke hromadění povodní do období neuspořádaného pohybu Slunce byla prokázána na vltavských průtocích v Praze (Elleder 2016).
- 60letý jupiterský cyklus (Scafetta et al. 2019): Katastrofální srážky a povodně 1997 a 2002 proběhly v období prudkého nárůstu excentricity orbity Jupiteru (obr. 1) a zrychlování rotace Země (obr. 5). Vrcholy suchých období 1944–1947 a 2014–2019, v letech 1947 a 2017 odpovídají minimu excentricity orbity Jupiteru (obr. 1). V mimořádně dlouhém interpluviálu 2014–2019 dochází k dalšímu zpomalování již tak nízké rychlosti zemské rotace (obr. 5).
- 11letý sluneční cyklus (Schwabe 1843): Mimořádně dlouhý interpluviál 2014–2019 se kryje s obdobím mimořádně nízké sluneční aktivity, a tím i nízkého toku slunečního záření dopadajícího na zemskou atmosféru (obr. 2) ve 24. slunečním cyklu (Sluneční cykly [online]).

Plocha (km ²)	Trvání (let)	Období	Jevy	Území	Obrázek
1	43	1976–2018	srážky, odtoky	povodí Liz na Šumavě	obr. 4
26 tisíc	140	1880–2020	srážky, odtoky	povodí Inn v Pasově	obr. 6

Tabulka 1. Plocha povodí a trvání testovaných projevů kolísání klimatu

ZÁVĚR

Analýza projevů a příčin současného kolísání klimatu ukázala, že:

- Pravděpodobnou příčinou mohl být zvrat v rychlosti zemské rotace od zpomalování v období 1985–1992 ke zrychlování v období 1993–2004. Dominantní příčinou změny rychlosti rotace byly pravděpodobně změny excentricity orbity Jupiteru (obr. 1).
- Kolísání klimatu se projevilo zvětšením meziročních rozdílů ve srážkových, a tudíž i odtokových úhrnech po roce 1992 (obr. 4, 5).
- Ke změně charakteru srážek došlo synchronně na území Bavorska a jižních Čech o rozloze desítek tisíc čtverečních kilometrů (obr. 6).

Protože se ukázalo, že kolísání klimatu (1) se projevuje ve více prostorových a časových měřítcích a (2) cyklicky opakuje, považujeme astronomickou teorii kolísání klimatu za vysoce pravděpodobnou. K extrémnímu kolísání klimatu v letech 1960–2020 došlo v důsledku souběhu tří astronomických cyklů o délce 179, 60 a 11 let. Dovožujeme, že dominantní příčinou kolísání klimatu byly změny rychlosti zemské rotace a změny rotačních momentů atmosféry a oceánů způsobené proměnami excentricity orbity Jupitera okolo barycentra Sluneční soustavy s periodou asi 60 let. Ke zřetelně cyklickému kolísání klimatu na území ČR proto dochází opakovaně v přibližně 60letém intervalu.

ZDROJE DAT

LOD: <https://www.iers.org/IERS/EN/DataProducts/EarthOrientationData/eop.html>

NAO: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/nao/nao.dat>

PDO: https://oceanview.pfeg.noaa.gov/erddap/tabledap/cciea_OC_PDO.html

TSI: <https://spot.colorado.edu/~koppg/TSI/>

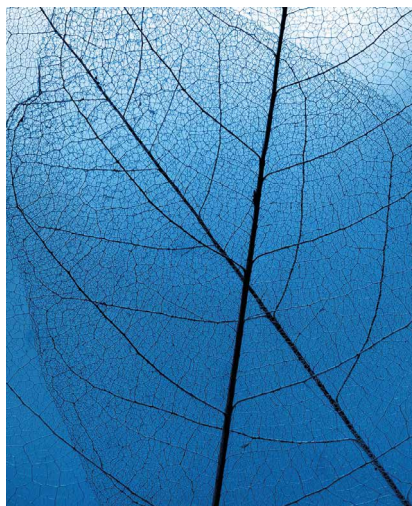
LITERATURA ONLINE

www.csvh.cz

Ing. Miloslav Šír, CSc.
Česká společnost vodohospodářská ČSSI, z. s.
Staroměstská 1504/1, 37004 České Budějovice
milo_sir@yahoo.com

RNDr. Pavel Kalenda, CSc.
CoalExp, Pražmo 129, 739 04 Pražmo
pkalenda@seznam.cz

Ing. Miroslav Tesař, CSc.
Ústav pro hydrodynamiku AVČR, v. v. i.
Pod Paňankou 30/5, 166 12 Praha 6



10. FIREMNÍ OZNÁMENÍ

DOMOVNÍ ČISTÍRNY BC BIOCLEANER SE STÁTNÍ DOTACÍ PRO KAŽDOU OBEC

Petra Volavá

Mnoho obcí, které se snaží přilákat nové obyvatele prodejem cenově dostupných pozemků, může být postaveno před otázkou, jak se vypořádat s napojením těchto nových domů na stávající kanalizaci. V případě, že vybudování nové kanalizace nebo napojení dalších částí obce na centrální čistírnu odpadních vod je technicky složité nebo ekonomicky náročné přichází na řadu řešení v podobě domovních čistíren odpadních vod.

Aby se předešlo znečišťování povrchových a podzemních vod nevhodně zvoleným nebo provizorním řešením, vypsalo ministerstvo životního prostředí prostřednictvím Státního fondu životního prostředí ČR výzvu č. 7/2021 k předkládání žádostí o poskytnutí podpory ke zřízení domovních čistíren: https://www.mzp.cz/cz/vyzva_npzp_podpora_domovnich_cistiren.

Tato výzva je určena obcím, pro které je ekonomicky a technologicky náročné vybudovat kanalizaci s následným napojením na centrální čistírnu odpadních vod. Cílem dotace je zamezení znečišťování povrchových a podzemních vod podporou realizace soustavy individuálních čistíren odpadních vod. Dotace je jednou z cest, jak zabezpečit efektivní, ekologické a k přírodě šetrné čištění odpadních vod. Proto je ze strany starostů o tuto dotaci velký zájem.

Pro tuto výzvu je vyčleněno 300 mil. Kč, které budou rozděleny mezi žadatele v pořadí, v jakém byly jejich žádosti doručeny. Žadatelem může být pouze obec ve smyslu zákona č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení), v platném znění. Maximální výše podpory na jeden projekt činí 80 % z celkových způsobilých výdajů. Jedná se především o náklady na nákup zařízení, jeho instalaci a zprovoznění, a to:

- při kapacitě čistírny 1–15 EO maximálně 150 tisíc,
- při kapacitě čistírny 16–50 EO maximálně do 300 tisíc.

Podporovány jsou pouze čistírny do kapacity 50 EO pro budovy určené pro trvalé bydlení a pro budovy ve vlastnictví obce. Čistírny musí nést označení CE a splňovat parametry dané výzvou.

- Výzvou č. 7/2021 jsou stanoveny tyto základní podmínky pro získání dotace:
- projekt řeší území, kde není z technického či ekonomického hlediska výhledová možnost připojení ke stokové síti zakončené čistírnou,
- navržená soustava individuálních čistíren musí řešit napojení minimálně 30 % z celkového počtu EO v rámci řešeného území,
- na domovní čistírnu bude napojen rodinný dům, bytový dům, stavba pro rodinnou rekreaci, pokud je využívána pro trvalé bydlení, objekt k bydlení nebo zemědělská usedlost,
- u bytových domů musí jít o komplexní řešení,
- udržitelnost projektu musí být minimálně 10 let.

Žádosti, včetně všech povinných i nepovinných příloh se podávají elektronicky. Každý žadatel může v rámci této výzvy podat pouze jednu žádost. Žádost musí být úplná a formálně správná. Příjem žádostí bude ukončen 31. 12. 2023 nebo s vyčerpáním alokace. Následně musí být projekt realizován do 31. 12. 2026.

Společnost ENVI-PUR, s. r. o. má dlouholeté zkušenosti a znalosti získané při realizacích čistíren a požadavky dotačního titulu byly promítnuty do vývoje nových, úsporných a kvalitních čistíren, které splňují požadavky výzvy. Čistírny BC biocleaner (obr. 1), určené pro dotační titul, od společnosti ENVI-PUR, s. r. o. nesou označení CE, mají akumulaci přitékajících odpadních vod, oddělený prostor pro akumulaci kalu, jejich provoz je řízen automaticky a nepřetržitě vzdáleně monitorován. Parametry vyčištěné odpadní vody splňují výzvou požadované hodnoty pro vypouštění jak do vod podzemních, tak povrchových.

S poslední dotační výzvou byly úspěšně realizovány stovky DČOV v osmi obcích – Běleč u Tábora, Mítov u Nových Mitrovic, Dvory nad Lužnicí, Nechvalice, Litohošť, Kletečná u Velemína, Albrechtice nad Vltavou a Osečany.

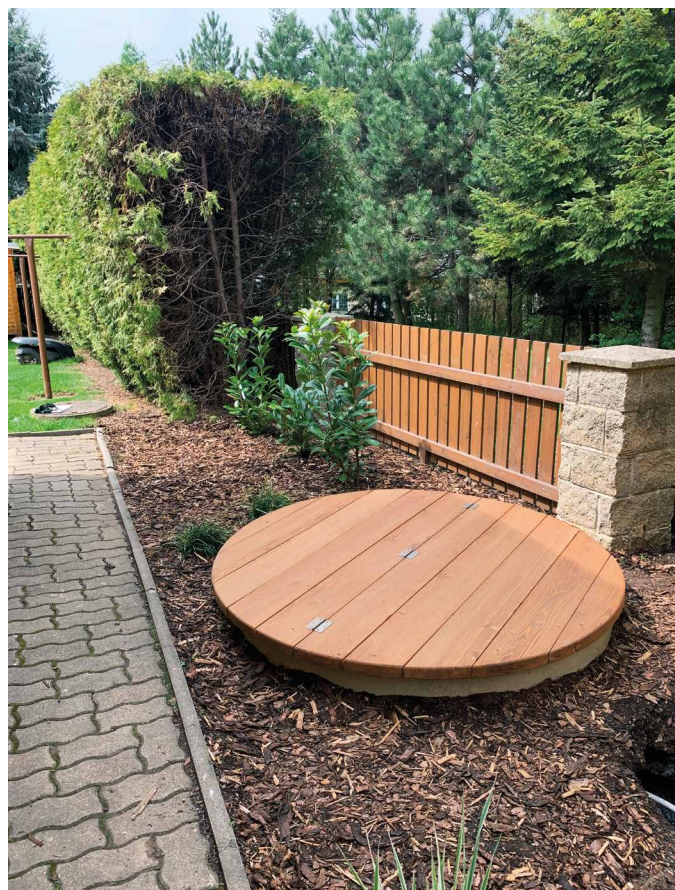
Čistírny jsou dodávány obcím na klíč, od projektové dokumentace, přes stavební a montážní práce, po uvedení do provozu, zaškolení obsluhy a následný servis, s možností administrace celého procesu podání žádosti na Státní fond ŽP.

Mnoho výzev je za námi a na další, které jsou před námi, se již připravujeme.

Petra Volavá

ENVI-PUR, s. r. o.

Na Vlčovce 13/4, 160 00 Praha 6, Dejvice
marketing@envi-pur.cz



Obr. 1. Domovní čistírna BC biocleaner

11. ŽIVOTNÍ JUBILEA 2022

40. výročí

Ing. Josef Filip, Ph.D.

Ing. Jan Richter

50. výročí

Ing. Jiří Müller

55. výročí

Ing. Jiří Lipold

Ing. Radek Mára

60. výročí

Ing. Daniel Vaclík

65. výročí

Ing. Ivan Ingeduld

Ing. Petr Jerhot

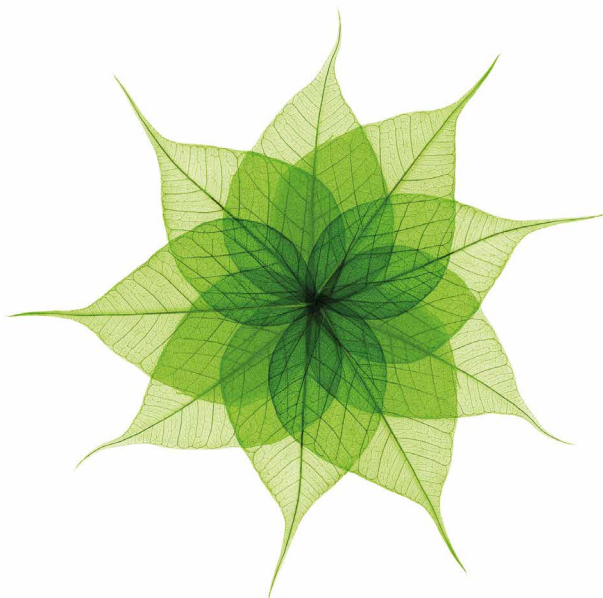
70. výročí

Ing. Vladimír Fürth

Ing. Jiří Pudil



Do dalších let přejeme vše nejlepší, hlavně pevné zdraví.



2023

Povodí Vltavy, státní podnik, přeje všem kolegům a čtenářům Bulletinu České společnosti vodohospodářské ČSSl, z.s. klidné prožití Vánoc ve společnosti blízkých a přátel, a do nastávajícího roku 2023 pevné zdraví, životní optimismus, štěstí a spokojenost v osobním i pracovním životě.

A nezapomínejme, že bez vody to nepůjde...



POVODÍ VLTAVY

STAVÍME NA NÁPADECH



swietelsky.cz

Adresa ČSVH: Česká společnost vodohospodářská ČSSI, z.s., Staroměstská 1, 370 04 České Budějovice, IČ: 75122031,
bankovní účet ČSOB 218 395 308 / 0300, www.csvh.cz, e-mail: cssi@csvh.cz

Redakční rada: Ing. Miloslava Melounová - předseda, Ing. Miloslav Šír, CSc., Ing. arch. Martin Malec, jazyková korektura: Mgr. Jana Kadlecová.

Foto na titulní straně: archiv Ing. arch. Martin Malec. Vydání prosinec 2022, 14. ročník, ISSN: 1805-1022