



VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

1-2 / 2020

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie



KOMVY 2020

9. ročník
Konferencie mladých
výskumníkov
27. - 29. 4. 2020
Kočovce

kontakt:

komvy.konferencia@gmail.com
iwa-ywp.sk/komvy

Partneri:





Voda a jej ochrana – téma ktorá sa neobnosí

Voda je látka, ktorá sa v nás a v našom okolí bežne nachádza a od jej funkcií a služieb aj náš život a jeho rozmanitosť závisí. Tým že pretvárame okolie a vodu používame na rozličné účely meníme aj stav vôd a živé formy v nich – čo recipročne súvisí.

Zakiaľ je vlhky dostatok, život sa môže rozvíjať a prosperovať, no dlhé trvanie sucha v krajine mnohým skvelé plány prekaží. Veľká voda zas so sebou zoberie všetko čo v ceste jej prekáža – ak človek spozná podstatu javov všetci budú môcť byť víťazi.

Ochrana a zlepšovanie stavu našich vôd je výzvou čo týka sa každého, no aktivity vodohospodárov je treba vnímať z dlhodobej perspektívy. Základom pre dosahovanie environmentálnych cieľov sú vodné plány, a tie sa budú znovu aktualizovať – zodpovedná to práca pre kolektívy.

Nech tento rok je úspešný pre všetkých,
tak v pracovnej oblasti, ako aj v súkromí.
Nech vody v potrebnej kvalite je dosť nie len v domácnostiach,
ale aj v korytách našich riek, na poliach a v prírodnom prostredí.

Milí čitatelia,

prajem Vám veľa zdravia, životného elánu a úspešné napĺňanie Vašich cieľov počas celého roka 2020.

Ing. Ľubica Kopčová, PhD.
predsedníčka Výkonnej rady

© Vodohospodársky spravodajca
dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie / ročník 63

Vydavateľ: Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, IČO: 30 841 721,
tel.: +421 (0)2 59 343 336, www.zzvh.sk

Redakcia: Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, tel.: +421 (0)2 59 343 322, mobil: +421 905 594 435, e-mail: hucko@vuvh.sk, maria.rimarcikova@vuvh.sk

Redakčná rada: Ing. Marián Bocák, Ing. Stanislav Dobrotka, Ing. Ivica Galléová, Ing. Ingrid Grundová, Ing. Pavel Hucko, CSc. (predseda),
doc. Ing. Ľuboš Jurík, PhD., Ing. Juraj Jurica, Ing. Danica Lešková, PhD., RNDr. Oľga Majerčáková, CSc., Ing. Jana Poárová, PhD.,
Ing. Peter Rusina, Ing. Andrej Šille, prof. RNDr. Ivona Škultétyová, PhD., Ing. Gabriel Tuhý, Dr. Ing. Antonín Tůma, RNDr. Andrea Vranovská, PhD.

Dátum vydania: január 2020

Zodpovedný redaktor: Ing. Mária Rimarčíková

Grafické spracovanie a tlač: Polygrafické centrum, www.polygrafcentrum.sk

Príspevky sú recenzované.

Ďalšie šírenie článkov alebo ich častí je dovolené iba s predchádzajúcim súhlasom vydavateľa.

Pravidlá písania do Vodohospodárskeho spravodajcu nájdete na www.zzvh.sk
Informácie o spracúvaní osobných údajov poskytované podľa čl. 13 a 14 Nariadenia nájdete na stránke www.zzvh.sk

Evidenčné číslo: EV 3499/09
ISSN: 0322-886X



Foto na 1. a 4. strane obálky:
Poézia zimy v Devínskej novej Vsi, T. Lencz.
Foto na 3. strane obálky:
Vodopád Skok, P. Hucko.
Autor básne na 3. strane R. Bujnovský

3 Úvodník

Editorial

L. Kopčová

5 XVIII. konferencia s medzinárodnou účasťou PITNÁ VODA

18th International Conference DRINKING WATER

J. Buchlovičová

7 Voda nad zlato

"Water over gold"

A.Šille

8 Festival vody 2019 privítal mladých výskumníkov už desiatykrát

The 2019 Water Festival welcomed young researchers for the tenth time

L. Škamlová

9 Konferencie Vodní nádrže 2019

Water Reservoirs Conference 2019

D. Kosour

10 Súťažné konferencie mladých odborníkov v roku 2019

Competition conferences of young experts in 2019

A. Blahová

13 Možnosti odvodnění plochých střech podtlakovými systémy

Options for draining flat roofs using vacuum systems

D. Fučík, J. Ručka

17 Revízia kaskády Hričov – Mikšová – Považská Bystrica

Revision of Hričov – Mikšová – Považská Bystrica Cascade

D. Fejer

20 Je potrebné manažovať vody z povrchového odtoku?

Is it necessary to manage water from surface runoff?

M. Valúchová

26 Kvalita prvého splachu zo spevnených plôch na území Slovenskej republiky

Quality of the first flush on the territory of the Slovak Republic

J. Hrudka, Š. Stanko, I. Marko

31 Tuzemské nanogeokompozity ako alternatívne adsorbenty polutantov

Domestic nanogeocomposites as alternative pollutant adsorbents

E. Chmielewska

38 Normy STN

Slovak technical standards

D. Borovská

XVIII. konferencia s medzinárodnou účasťou PITNÁ VODA

Ing. Jana Buchlovičová

VodaTím, s. r. o.

KONFERENCIA BOLA ORGANIZOVANÁ POD ZÁŠTITOU
MINISTRA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY LÁSZLÓA SÓLYMOSA



Konferencia **PITNÁ VODA**, ktorá sa konala 8. až 10. októbra 2019 v Kursalóne v Trenčianskych Tepliciach, bola už v poradí 18. konferenciou s medzinárodnou účasťou.

Tento ročník mal vzdelávací charakter a bol určený pracovníkom z odboru vodárenstva, prevádzkovateľom verejných vodovodov, obecných vodovodov a iným dodávateľom pitnej vody, pracovníkom štátnej správy v oblasti životného prostredia a verejného zdravotníctva, vedec-kým, odborným a technickým pracovníkom, zástupcom škôl a študentom, ako i ďalším, ktorí sa zaoberajú problematikou pitnej vody.

Do programu konferencie bolo zaradených 40 vysoko odborných, ale najmä aktuálnych prednášok. Súčasťou odborného programu bola i audiovizuálna prezentácia firiem a dodávateľských organizácií. Okrem toho niektorí účastníci konferencie svoje výsledky a poznatky prezentovali formou posterov.

Počas slávnostného otvorenia sa prítomným účastníkom prihovorili zástupcovia organizátorov a sponzorov konferencie.

Podujatie následne pokračovalo odborným programom, ktorý bol rozdelený do siedmich sekcií:

- právne predpisy v oblasti vodárenstva a pitnej vody,
- koncepčné otázky rozvoja vodárenstva, organizácia a riadenie vodárenských systémov zásobovania pitnou vodou,
- zdravotná bezpečnosť a kvalita pitnej vody – stúpajúce požiadavky,
- zdroje vody a novodobé problémy s ich ochranou,
- VODA 4.0. Digitalizácia vodárenstva,
- technológie úpravy vody, skúsenosti z technologických procesov úpravy vody, praktické riešenie problémov prevádzok,
- distribúcia vody – praktické skúsenosti so zaisťovaním bezpečnej dodávky vody a s využívaním rôznych spôsobov chemickej dezinfekcie vody (výhody/nevýhody).

V úvodnej sekcii konferencie *Právne predpisy v oblasti vodárenstva a pitnej vody* odznali prednášky zamerané na zmeny v právnych predpisoch v oblasti vodárenstva a na ich implementáciu v rezorte životného prostredia i zdravotníctva.

V časti *Koncepčné otázky rozvoja vodárenstva, organizácia a riadenie vodárenských systémov zásobovania pitnou vodou* sa poukázalo na to, že na jednej strane sa stále zvyšujú požiadavky na prevádzkovateľa (zlepšovanie kvality

pitnej vody, posudzovanie zdravotných rizík, monitorovací program...), na druhej strane „V prípadoch, kedy si obce provozujú infraštruktúru samy alebo prostredníctvom svojich provozných spoločností, je lafka kvality posunutá opäť do inej úrovne. Spoločným jmenovateľom tohoto stavu je v mnoha prípadoch cena vodného a stočného.“ „Čím menší lokalita, provozovateľ, vlastník, tým nižšia cena, väčší deficit v tvorbe prostriedkov na obnovu, horšia odbornosť, väčšia devastácia infraštruktúry, väčšie dotácie provozu ze strany vlastníkov a zakrývaní skutočné ceny...“ (L. Bartoš, B. Soukup, Veolia, Česká republika).

K úspešnému priebehu konferencie prispela i sekcia *Zdravotná bezpečnosť a kvalita pitnej vody – stúpajúce požiadavky*, v ktorej odzneli najmä prednášky zástupcov úradov verejného zdravotníctva zamerané na niektoré základné elementy efektívnej komunikácie zdravotných rizík vyskytujúcich sa v zásobovaní pitnou vodou a v jej zdravotnej bezpečnosti (K. Koppová, RÚVZ BB), na dôležitosť biologickej hodnoty pitnej vody, monitoringu distribučných systémov vôd legionelami.

Problematicke výskytu pesticídnych látok v surovej, ale aj pitnej vode sa venovali prednášky v sekcii *Zdroje vody a vodobné problémy s ich ochranou*. Pesticídne látky v pitnej vode získali zvýšenú pozornosť verejnosti po prepuknutí kauzy v novembri 2017, kedy dodávateľ pitnej vody v okrese Dunajská Streda zistil v rámci prevádzkovej kontroly prekročenie limitu pesticídu atrazín v zdrojoch pitnej vody a vo vodovodnej sieti vodovodov na Žitnom ostrove. Tento prípad presiahol lokálnu pôsobnosť a viedol k viacerým systémovým opatreniam na národnej úrovni, ako sú najmä úprava jestvujúcej národnej legislatívy, resp. zavedenie nového právneho

Sekcia VODA 4.0. *Digitalizácia vodárenstva* sa venovala financovaniu infraštruktúry vodovodov, projektovaniu vodovodných sietí pomocou modelu vodovodnej siete, čo umožňuje projektantom rýchlejšie a podrobnejšie vytvoriť projektovú dokumentáciu, smart metering vo vodárenstve, ktorý spravuje namerané dáta a integruje rôzne odpočtové systémy.

„Predstavený bol projekčný model, do nehož jsou nejprve pořízeny všechny potřebné podklady – geodetické zaměření včetně výškopisu, katastrální mapa, průběhy ostatních inženýrských sítí, z nich je následně vytvořen model ostatních sítí, model pozemků a digitální model terénu. Následně projektant vytvoří model projektované sítě, optimalizuje trasu a ivelty a přidává potřebné detaily – šoupátka, hydranty ad. Díky tomu je možné pracovat na modelu sítě jako celku a zobrazovat si všechny souvislosti. Dobrou vlastností představeného software programu SiteFlow, který vyvíjí přednášející, také je, že zapracování změn do modelu je rychlé a projeví se současně ve všech výstupech projektové dokumentace. Model umožňuje velmi dobrou koordinaci s ostatními okolními sítěmi.“ (L. Macek, Aquion, s. r. o.)

Už tradične je na konferencii veľkým počtom prednášok obsadená sekcia *Technológie úpravy vody, skúsenosti z technologických procesov úpravy vody, praktické riešenie problémov prevádzok*.

Z prednášok vyplýva pre mnohých už známa skutočnosť, že bez kvalitne spracovaných predprípravných prác a vysokej odbornosti riešiteľského kolektívu nie je možné pripraviť ekonomicky optimálnu a technicky správnu modernizáciu úpravne, ktorá je určite náročnejšia ako výstavba novej úpravne. Odzneli tu prevádzkové skúsenosti zo zrekonštruovaných a zmodernizovaných úpravni vôd.

V poslednej sekcii *Distribúcia vody – praktické skúsenosti so zaisťovaním bezpečnej dodávky vody a s využívaním rôznych spôsobov chemickej dezinfekcie vody (výhody/nevýhody)* zazneli prednášky zamerané na moderné technológie kontroly kvality pitnej vody, možnosti riadenia kvality vody vo vodovodnej sieti, riadený preplach vodovodnej siete, kvalita vody a vedľajšie produkty dezinfekcie.

Počas konferencie prebiehal aj sprievodný program:

- prezentácia výroby, dodávky a servisu technologických zariadení a výrobkov v oblasti vodárenstva,
- pre všetkých účastníkov konferencie, ako i pozvaných hostí bolo pripravené priateľské stretnutie, kde pokračovala voľná diskusia.

Na prezentovanie firiem a dodávateľských organizácií boli už tradične vytvorené optimálne podmienky. Prezentácie sa realizovali v hornej časti kongresovej sály Kursalónu, pričom každá firma či dodávateľ mali k dispozícii panel a rokovací box.

Všetkým prednášateľom i tým, ktorých mená tu neboli spomenuté, ako aj organizátorom treba poďakovať za prácu na vysoko odbornej úrovni.

Na záver by som chcela v mene celého organizačného výboru vyjadriť vďaka všetkým účastníkom a najmä zástupcom sponzorujúcich firiem, ktorí výrazne pomohli pri zorganizovaní konferencie PITNÁ VODA.

Foto: autor



rámca, príprava materiálu určeného pre dodávateľov pitnej vody, ktorý upravuje problematiku postupu pri kontrole a potvrdení výskytu pesticídov a ich metabolitov v pitnej vode, zvýšený štátny zdravotný dozor a monitoring kvality pitnej vody (K. Jatzová, Z. Valovičová, ÚVZ SR).

Voda nad zlato

Ing. Andrej Šille

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p.



Dňa 17. 10. 2019 zorganizoval Seniorský parlament v spolupráci s Trnavským samosprávnym krajom workshop Voda nad zlato, ktorý sa konal v Piešťanoch.

Na workshope zameranom na problematiku zadržiavania zrážkovej vody v krajine postupne vystúpili bývalí aj súčasní zamestnanci SHMÚ, zástupca Slovenskej komory stavebných inžinierov, krajinná architektka, zástupca za súkromný sektor aj zamestnanec Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p. Vo viac než 10 príspevkoch boli zúčastnená verejnosť, zástupcovia mesta Piešťany, zástupcovia Trnavského samosprávneho kraja, starostovia viacerých okolitých obcí a študenti miestnych stredných škôl oboznámení s vývojom zrážok na Slovensku, možnosťami zachytávania zrážkových vôd v urbanizovanom území, ako aj vo voľnej krajine pri obhospodarovaní pôdy, s možnosťami financovania vodozadržných opatrení z externých zdrojov a s významom a úlohou vodných nádrží pri zadržiavaní vody a následným hospodárením s ňou.

Akciu sprevádzali bohaté a prínosné diskusie k jednotlivým príspevkom, v ktorých sa témy ďalej rozvíjali, a problematiku dopĺňali účastníci o vlastné poznatky, názory a rovnako sa delili o problémy, ktoré sa týkajú ich každodenného života. V závere workshopu vystúpil prof. RNDr. Milan Lapin, PhD., klimatológ FMFI Univerzity Komenského, ktorý zhodnotil príspevky uvedené v zborníku workshopu a doplnil ich o množstvo veľmi podstatných poznámok zo svojich dlhoročných skúseností z praxe.

Organizátori sa spoločne s účastníkmi jednoznačne zhodli, že podobné workshopy aj v ďalších mestách, resp. obciach Trnavského samosprávneho kraja, ale aj ostatných častiach Slovenska, by mali prínos pre obyvateľov pri zoznámení sa so spôsobmi ochrany a zadržiavania vody, ktorá má pre nás cenu zlata.

Foto: T. Hudcovič

Festival vody 2019 privítal mladých výskumníkov už desiatykrát

Mgr. Lucia Škamlová, PhD.

Bratislavská vodárenská spoločnosť, a. s.

Bratislavská vodárenská spoločnosť, a. s. v rámci dlhodobého vzdelávacieho programu Modrá škola – voda pre budúcnosť každoročne organizuje Festival vody – súťažnú prehliadku projektov o vode pre žiakov základných škôl a osemročných gymnázií. Rok 2019 bol o to výnimočnejší, že toto obľúbené podujatie oslávilo už prvú desaťročnicu.

Finále jubilejného desiateho ročníka Festivalu vody sa uskutočnilo 10. 12. 2019 v priestoroch Vodárenského múzea v Bratislave. Zúčastnilo sa ho spolu 21 dvoj až päťčlenných súťažných tímov, celkom 85 žiakov z celého Slovenska. Pretrvávajúci záujem o toto podujatie zo strany škôl, pedagógov a žiakov potvrdzuje, že problematika vody nie je mladej generácii



Cieľom podujatia je rozvoj vedomostí a znalostí detí o pitnej vode – jej výrobe, distribúcii, odvádzaní a čistení odpadových vôd, ale aj o dôležitosti a nenahraditeľnosti vody pre človeka a prírodu. Festival vody pomáha školám aktívne zapájať žiakov do výchovno-vzdelávacieho procesu v oblasti environmentálnej výchovy a osvetu o vode. Keďže jednotlivé témy sú špeciálne zamerané na oblasť vodárenstva a vodného hospodárstva, žiaci si prostredníctvom riešenia projektov pod vedením pedagógov a odborných garantov lepšie uvedomujú význam a dôležitosť vody v našom každodennom živote.

ľahostajná, ale naopak – uvedomuje si jej význam a nenahraditeľnosť v živote každého z nás. Aj tohtoročné témy nám napokon umožnili nahliadnuť do pestrej palety projektov, ktoré poukazovali na mnohé celospoločensky aktuálne otázky z oblasti vodárenstva a vodného hospodárstva. Účastníci sa tak venovali podzemným vodám na Slovensku, virtuálnej vode ukrytej v produktoch dennej spotreby, problematike napojenia na vodárenskú infraštruktúru vo vybraných regiónoch, či potenciálnym problémom, ktoré môžu nastať ak si kanalizáciu budeme zamieňať s odpadkovým košom.

	I. Kategória	II. kategória
1. miesto	Projekt: Kanalizácia nie je odpadkový kôš ZŠ Ľudovíta Štúra, Modra (Nella Kratochvílová, Ester Mia Marlene Herrera)	Projekt: Virtuálna voda – potraviny plné vody ZŠ Malokarpatské námestie 1, Bratislava (Ema Mészárosová, Lenka Szepesi, Adriána Zemanová, Adam Janvars)
2. miesto	Projekt: Múdra kvapka – vzdelávacia hra ZŠ s MŠ Dojč (Lucia Katriňáková, Sofia Amélia Lenárdová, Liliana Pavlusová, Júlia Vymislická, Vanesa Žilínková)	Projekt: Napojenosť na verejný vodovod v okrese Snina Cirkevná spojená škola sv. Cyrila a Metoda, Snina (Amália Surinčáková, Patrícia Rohunová, Terézia Kavčáková, Adrián Hreško, Sebastián Gergelčík)
3. miesto	Projekt: Skoč si s kvapkou – vzdelávacia hra ZŠ Hlavná 45, Nová Dedinka (Ema Eckertová, Viliam Kohutiar, Lara Letková, Viktória Poliaková)	Projekt: Prečo je vhodné a dôležité budovať čistiareň odpadových vôd ZŠ s MŠ Riazanská 75, Bratislava (Matej Marcínek, Cyntia Sartolenová, Tereza Slámová, Denisa Polatseková, Ladislav Rigo)

Jednotlivé tímy už tradične prezentovali svoje výsledky pred hodnotiacou komisiou, ktorú tvorili tí najpovolanejší – odborníci z oblasti vodárenstva, vodného hospodárstva, environmentálneho vzdelávania a vedy. Zastúpenie v nej mali Bratislavská vodárenská spoločnosť (Ing. Michal Novák), Výskumný ústav vodného hospodárstva (Ing. Peter Belica, CSc.), Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity (prof. Ing. Danko Barloková, PhD.), Slovenský hydrometeorologický ústav (Ing. Danica Lešková, PhD.) a Stredisko environmentálnej výchovy SAŽP Dropie (Mgr. Lilla Szabóová).

Osvedčená spolupráca s odborníkmi umožnila žiakom nielen konfrontovať vlastné výskumy a zistenia s praxou, ale tiež

ponúkla možnosť nadviazať kontakty s perspektívnou oblasťou ich budúceho profesijného zamerania. Veríme však, že podujatie bolo prínosom nielen pre súťažiacich účastníkov, ale tiež inšpiráciou pre pedagógov do ďalšieho environmentálneho vzdelávania a šírenia osvedy o vode.

Festivalom vody sme zavŕšili rok 2019, avšak aktivity Modrej školy pokračujú aj v roku 2020. V priestoroch Vodárenského múzea realizujeme pre školy celoročne tematické výučbové programy o vode a organizujeme exkurzie do vybraných vodárenských objektov. Viac o našich aktivitách nájdete na stránke www.modraskola.sk a tiež na našom profile na sociálnej sieti Facebook.

Foto: autor

Konferencie Vodní nádrže 2019

Mgr. Dušan Kosour
Povodí Moravy, s.p.

Ve dnech 23. a 24. října proběhl v hotelu Voroněž již 5. ročník vodohospodářské konference Vodní nádrže. Jedná se o akci, která si získala stálé příznivce a pevně se usadila v kalendáři vodohospodářských akcí. Její obliba navíc neustále stoupá, ze 170 účastníků v roce 2012 vzrostl počet přihlášených na 270.

Organizátorům se pro letošní ročník podařilo získat záštitu Ministerstva životního prostředí, Ministerstva zemědělství, Jihomoravského kraje a Města Brna. Odbornou záštitu převzalo Biologické centrum akademie věd, Česká fosforová platforma, Mendelova univerzita, Soil and Water research centre, Vysoké učení technické v Brně a Výzkumný ústav vodohospodářský.

Konference byla tradičně rozdělena do několika odborných bloků: Správa a funkce vodních nádrží; Dopady a sucha a výhledové nádrže; Malé vodní nádrže a péče o krajinu; Sedimenty vodních nádrží a eroze; Povodí nádrží - zdroje znečištění a transport živin; Eutrofizace nádrží - hydrobiologické podmínky a opatření na nádržích a závěrečný blok Vodárenské nádrže a ostatní polutanty.

V úvodním bloku autoři příspěvků prezentovali zejména provozní záležitosti související s funkcemi vodních nádrží. Příspěvky představili kolegové z Povodí Odry a Vltavy. V bloku zazněl i opačný pohled na vodní stavby a ovlivňování vodního režimu: Dr. Šmejkal z BC AV ukázal negativní dopad špičkového režimu pod kajákařským kanálem na populaci bolena. Velmi pěkná přednáška ukázala, že modifikace toků i okolní krajiny nemají jen dopady pro člověka pozitivní, ale i často nečekané dopady negativní.

Další velmi důležitý blok byl sérií přednášek o velmi aktuálních otázkách: o dopadech sucha na vodní toky a nádrže a nutnosti budovat nádrže nové. Jako vždy poutavou přednášku prezentoval dr. Rožnovský z ČHMÚ, který diskutoval

meteorologické podmínky výskytu sucha. Kolega ing. Viskot ukázal, jakou roli hrají nádrže v suchých letech tím, že nadlepšují průtoky pod nimi. Další z kolegů z Povodí Moravy, Ing. Galatík, seznámil účastníky konference s obsáhlou přípravou pro výstavbu nádrže Vlachovice. Výpočet robustnosti zásobního objemu této výhledové nádrže představil doc. Marton z VUT.

V bloku věnovaném malým vodním nádržím představil doc. Doležal postup, jakým v krajině navrhovat malé vodní nádrže. Z návrhu lze vybrat ty nejvhodnější a ty pak realizovat. Malé vodní nádrže jsou účinné pro zadržování vody v krajině a pro zachytávání erozního materiálu hned pod erozními plochami.

Následující blok byl věnován sedimentům a erozi. Množství a stav sedimentů jsou důležitými parametry každé nádrže. Zanášení sedimenty výrazně snižuje objem nádrže a má také silný dopad na kvalitu její vody. V této sekci zazněly hned tři příspěvky slovenských kolegů. Je tedy zřejmé, že s tímto problémem se potýkají i u našich sousedů. Zanášení nádrží nemusí mít jen negativní dopady, v ústí nádrže mohou díky nánosům vznikat zajímavé biotopy.

Další blok, který proběhl pod záštitou organizace Česká fosforová platforma, se věnoval zdrojům živin v povodí a jejich transportu do nádrží. Podrobně zpracovány byly příklady z menších obcí Mgr. Fialou z VUV. Hned tři přednášky poté velmi precizně rozebraly zdroje znečištění a bilanci fosforu v povodí západočeské přehrady Hracholusky. Zvláště zajímavá byla ukázka vlivu dešťových oddělovačů ve městě Stříbro na kvalitu vody v recipientu. Nejen zde bylo prokázáno, že tímto způsobem se dostává velká část všech odpadních vod z města do toku bez jakéhokoli čištění, někdy se jedná o část srovnatelnou s tou, která přejde přes čistiřnu. Problém oddělovacích komor je velmi aktuální a musí být i nadále řešen.

V ďalšej sérii prednášiek autoři pokračovali v tématech eutrofizácie, tentokrát však diskutovali procesy odehrávajúce sa priamo v nádržiach. Kolega dr. Duras z Povodí Vltavy dokončil minisériu o Hracholuskách, kolega Mgr. Geriš ukázal dramatické zmeny, ktoré sa v posledných rokoch odehrávajú v nádrži Landštejn. Do zmien čistých chemických se čím ďalej viac zapojujú i zmeny klímy, ktoré negatívne procesy násobí. Vznikajú spätné väzby, kvôli ktorým sa proces degradácie nádrží výrazne urychľuje. S týmito zmenami budeme musieť do budúcnosti počítať u všetkých vodných nádrží.

Posledný blok bol venovaný ďalším problémom vodárenských nádrží, zejména výskytu pesticídov. Pesticidy sú palčivým problémom v celej ČR, silne sa týkajú i niektorých nádrží ve správe PMO. Vynikajúci príspevok v tejto časti predniesol kolega RNDr. Liška z Povodí Vltavy, ktorý predstavil veľmi pokročilý projekt spolupráce so zemiedelcami v povodí nádrže Švihov, ktorá je najväčším zdrojom pitnej vody pre Prahu.

Mimořádně bohatá byla letos i posterová sekce, autoři zde prezentovali celkem 13 prací, což bylo nejvíce v historii konference. Zmíním např. snahu kolegů z Povodí Ohře o zamezení znečištění nádrže Skalka rtuť, která přichází z německého území. Zajímavý byl i příspěvek Ing. Plotěného z firmy ASIO, který byl zaměřený na možnosti nakládání s odpadními a dešťovými vodami v malých obcích. Toto téma je rovněž velmi aktuální, bez vhodných opatření v malých sídlech se totiž nepodaří vyřešit problém s eutrofizací povrchových vod. Další aktuální téma zvolil dr. Jan z BC AV, který s kolegy zkoumal vliv sedimentů rybníků na kvalitu jejich vody. Tento výzkum je důležitý např. pro zamezení náhlých hromadných úhynů ryb v rybnících, které se poslední roky bohužel odehrávají často.

Z ohlasů, které jsme zaznamenali během konference nebo nám přišly po ní, se zdá, že konference má rostoucí oblibu a že účastníci si odnesli důležité poznatky. Konference svou

pestrostí a širokým spektrem témat nemá mezi vodohospodářskými akcemi obdoby. Důležitý je zejména průnik témat čistě technických, stavebních a hydrologických, s tématy chemickými, biologickými a ekologickými. Pokud jsou odborníci těchto skupin ochotni naslouchat, mohou se naučit pohledům na vodní nádrže z různých stran, nejen ze strany svojí profese. Důležité je to zejména u kontroverzních témat, jako je budování nových vodních nádrží nebo vodních cest. Každá taková akce má mnoho pro a proti, konečné rozhodnutí by nemělo být vyřčeno direktivně, centrálně, ale jako výsledek odborné diskuse napříč dotčenými obory. Navzdory mnoha diskusím v poslední době stále mezi odborníky trvá nepochopení toho, co je vlastně „zadržení vody v krajině“, jaké funkce mají neovlivněné vodní systémy. Na tomto poli je mezi odborníky stále patrné silné nepochopení. Tato témata na konferenci byla diskutována a budou diskutována jistě i v následujících ročnících. Bylo by dobré, kdyby bylo těmto diskusím věnováno ještě více prostoru, např. fosforu panelových diskusí v průběhu obou konferenčních dnů.

Na závěr musím zmínit ještě přednášku speciálního hosta konference, kterým byl Dan Bárta. Náš host je nejenom vynikajícím zpěvákem, který účinkuje např. ve skupinách Alice, Illustatosphere nebo J.A.R. a vystupuje např. v muzikálu Jesus Christ Superstar, ale zároveň se na profesionální úrovni věnuje fotografování a studiu vážek a ochraně životního prostředí vůbec. Jeho přednáška upoutala celý sál. Spolu s kolegou z Ostravské univerzity doc. Dolným představili problémy vzácného vodního biotopu rybníka Borovec na severní Moravě. Diskuse po příspěvku byla velmi dlouhá a vysoce odborná.

Všem, které zmíněná témata zaujala, vřele doporučuji navštívit webové stránky konference vodninadrze.pmo.cz, kde si lze zdarma stáhnout jak celý sborník, tak i jednotlivé prezentace.

Súťažné konferencie mladých odborníkov v roku 2019

Alena Blahová

Slovenský hydrometeorologický ústav

Konferencie mladých hydroológov, vodohospodárov, meteorológov a klimatológov sa uskutočnili 14. 11. 2019 na Slovenskom hydrometeorologickom ústave v Bratislave.

GESTORI KONFERENCIÍ:

- pre hydrologiu: RNDr. Pavol Miklánek, CSc. (Slovenský výbor pre hydrologiu)
- pre vodné hospodárstvo: Ing. Ľubica Kopčová, PhD. (Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku)

- pre meteorológiu, klimatológiu a kvalitu ovzdušia: RNDr. Paulína Valová (Slovenská meteorologická spoločnosť).

Súťaž organizoval Slovenský hydrometeorologický ústav.

Ďalšími organizáciami, ktoré sa podieľali na príprave a priebehu konferencie a ktorí túto konferenciu aj finančne podporili, boli:

- International Hydrological Programme of UNESCO – Slovenský výbor pre hydrologiu,

- Slovenská meteorologická spoločnosť,
- IBL Software Engineering Slovakia,
- Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku,
- Slovenská vodohospodárska spoločnosť,
- Zväz slovenských vedeckotechnických spoločností.
- Odmeny víťazom odovzdali gestori súťaží.

Súťaže boli tri: *súťaž mladých hydroológov*, ktorej sa zúčastnilo 10 súťažiacich s 9 súťažnými príspevkami, *súťaž mladých vodohospodárov* v počte 12 súťažiacich s 11 príspevkami a do *súťaže mladých meteorológov, klimatológov a kvality ovzdušia* sa zapojilo 8 súťažiacich s 8 príspevkami. Z konferencie sme vydali elektronický zborník všetkých zaslaných prác s ISBN 978-80-99929-03-7.

ODBORNÍ GARANTI:

- pre hydrologiu: RNDr. Pavol Miklánek, CSc. (Slovenský výbor pre hydrologiu)
- pre vodné hospodárstvo: Ing. Ľubica Kopčová, PhD. (VÚVH)
- pre meteorológiu, klimatológiu a kvalitu ovzdušia: RNDr. Martin Benko, PhD. (SHMÚ BA)

PREDSEDNÍCTVO:

- pre hydrologiu: RNDr. Pavol Miklánek, CSc. (ÚH SAV BA)
- pre vodné hospodárstvo: Ing. Pavel Hucko, CSc. (VÚVH BA)

- pre meteorológiu, klimatológiu a kvalitu ovzdušia: Mgr. Mária Derková, PhD. (SHMÚ BA)

ODBORNÁ POROTA:

- hydrologia: RNDr. Pavol Miklánek, CSc. (ÚH SAV) – predseda poroty, Ing. Jana Poárová, PhD. (SHMÚ BA), Ing. Zuzana Danáčová, PhD. (SHMÚ BA), RNDr. Gabriela Babiaková, CSc. (GWP), Mgr. Ondřej Ledvinka (ČHMÚ Praha)
- odborní posudzovatelia: RNDr. Pavol Miklánek, CSc. (ÚH SAV) – predseda poroty, Ing. Dana Halmová, PhD. (ÚH SAV BA), Mgr. Kateřina Hrušková, PhD. (SHMÚ BB) – neprítomná, Ing. Michaela Danáčová, PhD. (SvF STU BA) – neprítomná, Ing. Lotta Blaškovičová, PhD. (SHMÚ), Mgr. Ondřej Ledvinka (ČHMÚ Praha)

vodné hospodárstvo:

- odborní posudzovatelia: Ing. Pavel Hucko, CSc. (VÚVH BA) – predseda poroty, Ing. Ingrid Kušniráková (SVP, OZ BB, š. p.) – neprítomná, Ing. Peter Belica, CSc. (VÚVH BA), Ing. Milan Čistý, PhD. (SvF STU BA), Ing. Juraj Jurica (OZ LV, SVP, š. p.), Ing. Kolesárová Eva (OZ KE, SVP, š. p.)

meteorológia, klimatológia a kvalita ovzdušia:

- Mgr. Mária Derková, PhD. (SHMÚ BA) – predsedníčka poroty, RNDr. Paulína Valová (SHMÚ BA), Mgr. Jana Krajčovičová, PhD., (SHMÚ BA)
- odborní posudzovatelia: RNDr. Norbert Polčák, PhD. (SHMÚ BA, KFGG PrF UK BA), Ing. Janka Szemesová, PhD. (SHMÚ BA), RNDr. Pavel Šťastný, CSc. (SHMÚ)

Ocenené práce poroty boli vyhlásené bez udania poradia, uvedení sú v tabuľke podľa abecedy.

KMO 2019			
31. Konferencia mladých hydroológov			
Por. č.	Priezvisko, meno	Názov príspevku	Inštitúcia
1	Janečková, Lucia	Poprúdové zmeny zrnitosti riečnych lavíc Bečvy	SHMÚ BA
2	Mydla, Jakub	Možnosti riešenia povodňových situácií na dolnej Ondave	SvF STU BA, Katedra hydrotechniky
3	Vlach, Vojtěch	Hydrologické sucho v pramenných oblastiach Krušných hor	Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Praha
18. Konferencia mladých vodohospodárov			
Por. č.	Priezvisko, meno	Názov príspevku	Inštitúcia
1	Aleksić, Milica	Data visualization in open-source environment for land consolidation and water management	SvF STU BA, Katedra vodného hospodárstva krajiny
2	Paseka, Stanislav	Optimální návrh zásobního objemu nádrže v podmínkách nejistot	Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny
3	Pavůček, Martin	Analýza vplyvu opevnenia koryta pod hafou VD Hričov na tvorbu výmoľov	SvF STU BA, Katedra hydrotechniky
20. Konferencia mladých meteorológov, klimatológov a kvality ovzdušia			
Por. č.	Priezvisko, meno	Názov príspevku	Inštitúcia
1	Čatlošová, Katarína	Application of Mode-S data in numerical weather prediction at SHMÚ	SHMÚ, BA
2	Šedivá, Tereza	The impact of plume rise on modelled SO ₂ concentration profiles	SHMÚ, BA
3	Štefánik, Dušan	Simple software for preparation CTM emission inputs: emPY	SHMÚ, BA

Súťažné práce môžu autori publikovať v odborných periodikách, a to podľa pokynov, ktoré si jednotlivé periodiká stanovujú.

NOVÉ TRENDY V OBLASTI ÚPRAVY PITNEJ VODY

3. pokračovanie konferencie

29. – 30. apríl 2020,
Atrium Hotel, Nový Smokovec

Tematické zameranie:

- vodárenské zdroje a ich ochrana – právne predpisy pri ochrane vodných zdrojov, trendy vo vývoji ich kvality aj kvantity, monitoring, riziká znečisťujúcich látok, ich vplyv na vodárenské zdroje a následné riešenia vzniknutej situácie
- doprava vody – monitoring, riziková analýza, údržba a čistenie vodovodných sietí, resp. vodárenských objektov, ochrana vodojemov
- praktické riešenie pri kontaminácii zdrojov vôd, vodovodných sietí, vodárenských objektov
- technologické postupy pri úprave a hygienickom zabezpečovaní pitnej vody

Dôležité termíny:

17. 1. 2020 – zaslanie predbežnej prihlášky (názov anotácie príspevku – max. 20 riadkov)
31. 1. 2020 – oboznámenie autorov o prijatí príspevkov a zaslanie pokynov na spracovanie rukopisov
13. 3. 2020 – odovzdanie príspevkov do zborníka, po tomto termíne nebudú príspevky uvedené v zborníku odborných prác
17. 4. 2020 – uzávierka záväzných prihlášok

Odborný garánt konferencie:

Slovenská asociácia vodárenských expertov

Organizačný garánt a sekretariát konferencie:

Ing. Jana Buchlovičová, VodaTím, s. r. o., Zvolenská 27, 821 09 Bratislava
mobil: +421 903 268 508, e-mail: buchlovicova@vodatim.sk

Viac na www.vodatim.sk

Možnosti odvodnění plochých střech podtlakovými systémy

¹ Ing. David Fučík, ² Ing. Jan Ručka, Ph.D.

¹ Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební,

² Ústav vodního hospodářství obcí

ÚVOD

Systémy odvodnění střech slouží obecně k odvádění srážkové vody, která dopadne na plochu střechy. Za posledních 30 let dochází k nárůstu počtu průmyslových i komerčních střešních ploch, u kterých je použitý podtlakový způsob odvodnění. Tento nárůst je převážně ovlivněn výhodami, které podtlakové systémy nabízejí v porovnání s gravitačními systémy.

Vzhledem k tomu, že podtlakové systémy jsou z hlediska navrhování obecně složitější, vyžadují také vyšší úroveň odborných znalostí. I přes fakt, že jsou podtlakové systémy odvodnění střech v poslední době navrhovány stále častěji, stále existují některé nejistoty v jejich funkcionalitě. V případě poruchy funkce bývá také obtížné vyhodnotit, proč k danému selhání systému došlo. Kapacita a spolehlivost těchto systémů může být značně ovlivněna drobnými nepřesnostmi výpočtu nebo chybnými předpoklady v návrhu. Výzkumu odvodnění střech podtlakovými systémy se proto v současnosti věnuje mnoho výzkumných pracovišť. [2]

GRAVITAČNÍ SYSTÉM ODVODNĚNÍ

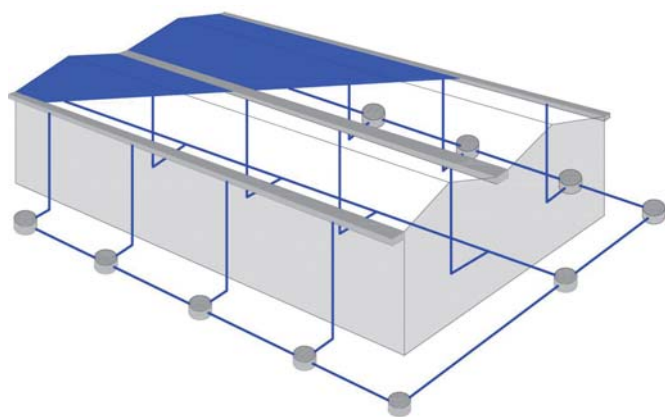
U gravitačního systému odvodnění střech dochází k odvádění dešťové vody z plochy střechy střešními vpustmi a odváděcími potrubí, která jsou konstruována jako částečně zaplněná vodou, a to i při intenzitě srážek na úrovni maximální výpočtové hodnoty. Tento způsob navrhování má za následek

velké průměry svodných a sběrných potrubí, což může u staveb působit konstrukční a estetické problémy. Nevýhodou gravitačních systémů je častý požadavek, aby pro každou střešní vpust byl navržen také samostatný svislý svod. Ležaté potrubí, do kterého jsou připojeny svislé svody, je nutné instalovat ve sklonu, což je nevýhodné především u delších staveb, kde se ležaté potrubí dostává do velkých hloubek, resp. vizuálně narušuje interiér objektu. [5]

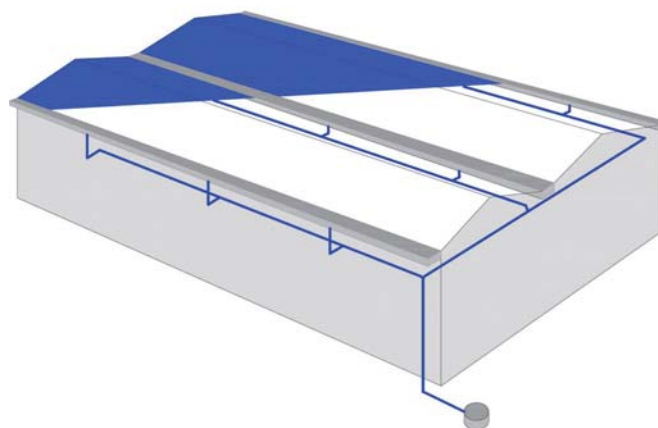
Při gravitačním odvodnění střechy voda proudí vlivem sklonu potrubí. Ve svislém svodném potrubí stéká voda po stěnách potrubí ve tvaru prstence, a to tak, že směrem ke středu se zmenšuje její podíl a zvětšuje se podíl vzduchu. Uprostřed potrubí pak proudí pouze vzduch s velmi malým podílem vody (vzniká tzv. vzduchové jádro). Podíl zaplnění průřezu vodou je závislý na dané části potrubí, pohybuje se v rozmezí asi 40 – 60 %. Zbytek průřezu je zaplněn vzduchem. [6]

PODTLAKOVÝ SYSTÉM ODVODNĚNÍ

Podtlakové odvodnění střech nabízí oproti gravitačním systémům řadu výhod. Principem funkce podtlakových systémů je, že svodné dešťové potrubí jsou zcela zaplněny vodou, což je rozdíl oproti gravitačním systémům. V místech střešních vpustí a v ležaté části potrubí, které se zpravidla vede pod střechou, vzniká podtlak oproti tlaku atmosférickému. Zaplnění potrubí v celém jeho průřezu se dosáhne speciálními střešními vpustmi, jeho vhodným dimenzováním a hydraulickým vyvážením. [6]



Obr. 1 Schéma gravitačního systému odvodnění střechy



Obr. 2 Schéma podtlakového systému odvodnění střechy

Podtlakový princip, tj. při zcela zaplněném průřezu, pracuje při intenzitě deště, která se rovná výpočtové intenzitě deště. V této fázi je tlak v systému nižší než tlak atmosférický. [5]

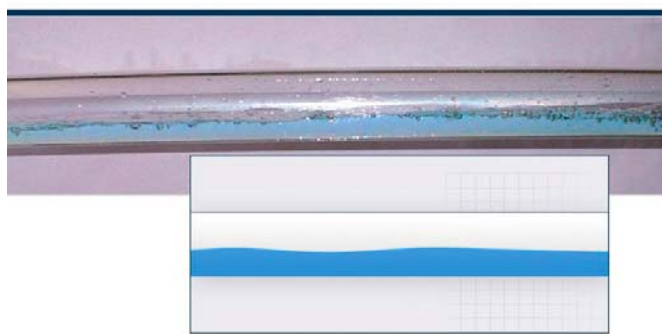
Podtlakové systémy se používají pro odvádění dešťových vod z objektů, které mají dostatečnou konstrukční výšku a dostatečnou odvodňovanou plochu střechy, jedná se např. o výrobní haly nebo velká nákupní centra. Bez dodržení těchto podmínek nemůže podtlakový systém správně fungovat. Potrubí musí být schopno odolávat přetlaku i podtlaku, aby nemohlo dojít k přisávání vzduchu do potrubí a rušení sacího efektu v potrubí. Proto se pro podtlakové odvádění dešťových vod používá převážně svařované potrubí HDPE. [1]

FÁZE PROCESU PLNĚNÍ POTRUBÍ

První fáze proudění s vysokým obsahem vzduchu – při dešti, jehož intenzita je nižší než návrhová, pracuje podtlakový systém stejně jako systém gravitační a voda v potrubí proudí s volnou hladinou. Při deštích s intenzitou návrhovou a vyšší dojde k zaplavení střešní vpusti a celý průřez potrubí se zaplní vodou. Pak nastává v zaplněném potrubí podtlakové proudění, což vede k průtoky vody potrubím ze střechy vyšší rychlostí, nežli by tomu bylo v případě gravitačního systému. [7]

V případě nízké intenzity dešťové srážky vznikne, v podtlakové střešní vpusti, průtok, který se rovná přibližně 15 % z návrhové hodnoty průtočné kapacity dané vpusti. Střešní vpust pracuje identicky jako u gravitačních systémů a proud vody obsahuje velký podíl vzduchu. [8]

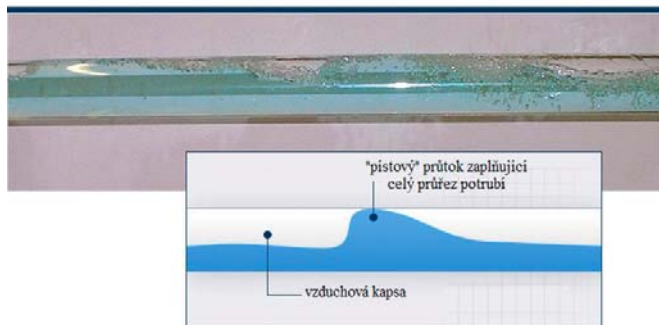
Horizontální potrubí je záměrně navrženo bez podélného sklonu právě proto, aby se rychle zaplňovalo vodou, díky čemuž se vytváří podtlak v systému. [9]



Obr. 3 Gravitační průtok v potrubí [9]

Druhá fáze proudění nastává, když se množství odváděné vody ze střechy pohybuje v rozmezí 15 % až 60 % z návrhové hodnoty intenzity srážek. Průtok vody je v této fázi nespojitý a systém proto kolísá mezi gravitačním a podtlakovým režimem. Při těchto hodnotách srážek voda na střeše zahltlaví střešní vpust, zamezí se přisávání vzduchu do potrubí, a tím se spouští podtlakový režim. Rychlost vody v potrubí se proto zvyšuje, což má za následek pokles vodní hladiny na střeše. Tím se do potrubního systému opětovně dostává vzduch, který naruší podtlakový režim a systém se zase vrací do gravitačního režimu. [8]

Dochází k pulzaci průtoku, která probíhá tak, že se potrubí periodicky plní v krátkých délkách. Vzniká pístový průtok, který následně vytlačuje kapsy vzduchu, které jsou zachyceny mezi plnými profily. [10]



Obr. 4 Pístový průtok v potrubí [9]

Když se množství vody odváděné ze střechy pohybuje v rozmezí 60 % až 95 % návrhové hodnoty intenzity srážek, potrubí je zcela naplněné vodou, i když je v něm stále přítomno velké množství vzduchových bublin. Tento stupeň se nazývá bublinkové proudění. Tato fáze se vyznačuje vysokou rychlostí proudění vody díky vytvořenému podtlakovému efektu. [8]



Obr. 5 Bublínkový průtok v potrubí [9]

Když je stupeň vody odváděné ze střechy větší než 95 % návrhové hodnoty intenzity srážky, podtlakový režim má maximální efekt a dosahuje se maximální rychlosti proudění vody v potrubí bez jakéhokoliv přisávání vzduchu. Tento stupeň se nazývá plné proudění a v tomto režimu v podstatě nevzniká žádný hluk ani vibrace. [8]



Obr. 6 Plný průtok v potrubí [9]

Zamezení přístupu vzduchu umožňuje, aby systém pracoval při 100% naplnění vodou, díky čemuž se využívá celý průřez potrubí, což výrazně zvyšuje průtok.

VÝHODY PODTLAKOVÝCH SYSTÉMŮ ODVODNĚNÍ STŘECH

Mezi výhody podtlakových systémů odvodnění oproti systémům gravitačním patří například nižší počet střešních vpustí v porovnání s gravitačním systémem. Obecně také platí, že se používají menší dimenze potrubí a také jsou nižší instalované délky potrubí. U svislých svodů lze dosáhnout úspory až 80 %. Další výhodou je flexibilní dispoziční řešení, tzn. všechny střešní svody jednoho žlabu jsou napojeny na jedno vodorovné potrubí, tzv. kolektor, který je navržen bez podélného sklonu. Svislé svody mohou být s výhodou umístěny v podstatě kdekoli v obvodových stěnách budovy, což odstraňuje případné omezení v dispozičním řešení budovy. Možnost volby umístění svislých svodů a absence dalších potrubí umožňuje vysokou flexibilitu návrhu podtlakového systému. Při dosažení 100% stupně plnění má rychlost vody za následek samočištění potrubí. [8]

Za zmínku také stojí, že absencí vodorovného potrubí, které by bylo nutno u gravitačního systému instalovat pod podlahou nejnižšího podlaží, vzniká další úspora investičních nákladů, protože odpadají náklady na zemní práce, revizní šachty a prostupy potrubí přes základy. [6]

NEVÝHODY PODTLAKOVÝCH SYSTÉMŮ ODVODNĚNÍ STŘECH

Mezi nevýhody podtlakového systému odvodnění oproti gravitačnímu patří to, že při proudění vody podtlakovými vpustmi při částečném plnění vznikají vibrace vpustí a potrubí, které generují také hluk. Při plném plnění potrubí, kdy je příčný profil vyplněn pouze vodou, jsou zvukové projevy nízké, avšak při částečném plnění potrubí, kdy je příčný profil vyplněn vodou i přisávaným vzduchem, vzniká velmi silný hluk. Při použití potrubí s průhlednou stěnou se plné plnění dešťové

kanalizace projevuje jako průhledné a částečné plnění potrubí se projevuje jako neprůhledné. [4]

Silný hluk vzniká v důsledku přítomnosti vzduchu, který je strháván do potrubí spolu s odtékající vodou ze střechy. Intenzitu hluku lze z části eliminovat tak, že se na vtok do systému osadí horizontální vzduchová přepážka, která zamezí strhávání vzduchu do potrubí. [3]

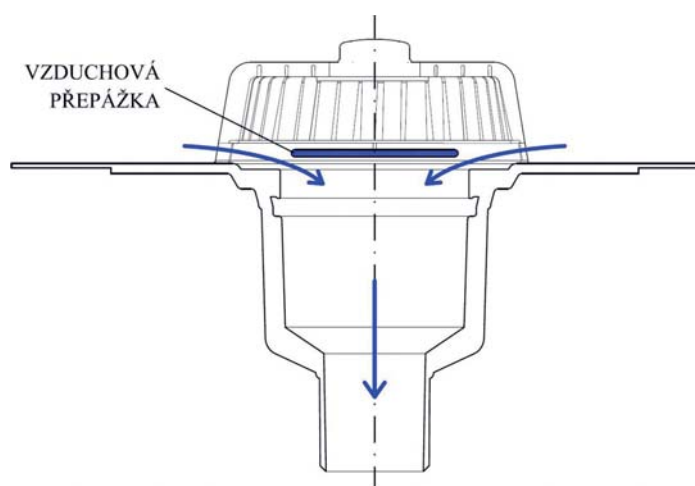
Výše zmíněné vibrace, které vznikají při proudění vody v podtlakovém systému, musí být zachycovány a tlumeny pomocí kotvicích prvků. Tyto prvky jsou kotveny do nosných konstrukcí, do kterých jsou přenášeny nežádoucí účinky sil.

Zásady navrhování [10]

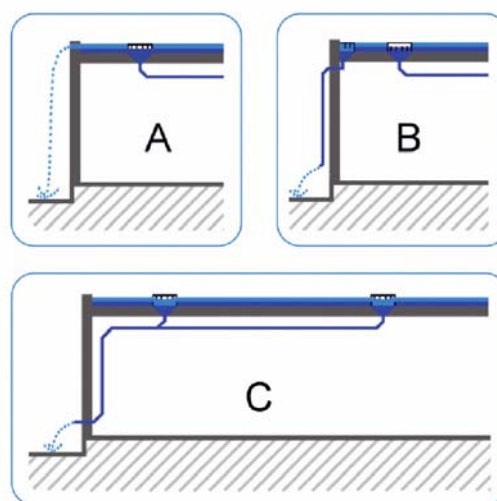
- Plochy střech přes 5 000 m² musí být odvodněny pomocí nezávislých svislých svodů,
- Při odvodnění střech různých úrovní se doporučuje každou z úrovní odvodnit samostatným trubním systémem. Při vyšším rozdílu by mohla voda vytékat na nižší střechu níže umístěnou vpustí. Výjimkou je výškový rozdíl vpustí, který je ≤ 1 m,
- V trase nemohou být překážky, které by měly za následek zánik podtlaku,
- Průměr svodného potrubí nesmí být rozšířen, protože by došlo k porušení podtlakového efektu,
- Pro samočištění efekt je potřebná minimální rychlost proudění vody $v_{\min} = 0,7 \text{ m s}^{-1}$,
- Maximální vzdálenost vpustí je 20 m,
- Při hydraulickém výpočtu nesmí být hodnota podtlaku v potrubí nižší než $p = -9,0 \text{ m v.s.l. } (-0,09 \text{ MPa})$ s ohledem na vznik kavitace a dosažení tlaku nasycených par kapaliny.

NOUZOVÝ PŘEPAD

Při překročení návrhové kapacity navržených vpustí je nutné zajistit bezporuchové odvodnění střechy. Zajišťuje se to nouzovým přepadem, který může být umístěn v atice střechy s kruhovým nebo obdélníkovým průřezem. Také mohou být v atice umístěny speciální vpusti, anebo mohou být osazeny nouzové vpusti. Nouzové vpusti jsou v podstatě klasické střešní vpusti s výškovým odsazením. Tzn., že odtok vody



Obr. 7 Schéma umístění vzduchové přepážky na střešní vpusti



Obr. 8 Typy nouzových přepadů [10]

těmito vpustmi nastává až po dosažení určité výšky vzdu-
tí vody na střeše. Hydraulická kapacita nouzového přepadu
je určena rozdílem průtoků mezi stoletými dešťovými srážkami
(silnými dešti) s dobou trvání 5 minut a maximální kapacitou
klasických vpustí. Důležitou podmínkou je zde to, že potrubí
nouzových systémů nemohou být propojeny s primárním sys-
témem odvodnění a jsou vyvedeny mimo budovu. [10]

POROVNÁNÍ INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ NA VÝSTAVBU OBOU SYSTÉMŮ

Při srovnání gravitačního a podtlakového systému bývají
obvykle náklady na realizaci podtlakového systému nižší. Ne-
musí to však být pravidlem, protože investiční náklady jsou
ovlivněny mnoha faktory. Při srovnání nákladu jednotlivých
částí systémů je evidentní, že náklady na podtlakové střešní
vtoky, jichž je méně než u gravitačního systému, se přibližně
rovnají. Náklady na zemní práce jsou podstatně vyšší u gra-
vitačního systému. U podtlakového systému v porovnání s gra-
vitačním systémem jsou zase potřebné vyšší náklady na kot-
vící prvky. Velký rozdíl v investičních nákladech je zejména
u střeš s plochou 500 m² a 1 000 m². Jejich procentuální rozdíl
ceny dosahuje přibližně 20 % až 40 %. U střešních ploch, které
jsou větší než 5 000 m² se investiční náklady na realizaci obou
systémů začínají postupně přibližovat, viz tabulka 1. [7]

Tab. 1

Plocha střeše v m ²	Odvodňovací systém		Rozdíl	
	gravitační	podtlakový	€	%
500	1 656,21 €	1 291,33 €	364,88 €	22,03
1 000	3 693,74 €	2 223,49 €	1 470,25 €	39,80
5 000	16 538,55 €	13 578,42 €	2 960,13 €	17,90
10 000	33 077,10 €	31 418,57 €	1 658,53 €	5,01
15 000	49 615,65 €	48 750,51 €	865,14 €	1,74

Literatúra:

- [1] Žabička, Z. a kolektiv 2006: *Edice stavíme: odvodnění staveb*, 2. doplněné vy-
dání. Vydavatelství ERA Brno 2006, s. 96, ISBN 80-7366-077-6.
- [2] Arthur, S., Swaffield, J. A. 2001: Siphonic roof drainage: current understanding.
In: *Science Direc.* 2001, Vol: 3, Issue: 1. ISSN 1462-0758.
- [3] Lucke, T., Beecham, S., Zillante, G. 2007: Rainwater harvesting options for com-
mercial buildings using siphonic roof drainage systems—Lessons for Building
Surveyors. International Transitions Conference, Australian Industry of Building
Surveyors, Adelaide, 2007. University of South Australia, School of Natural and
Built Environments, s. 1 – 11.
- [4] Zachoval, Z. 2018: Stanovení kapacity podtlakových a gravitačních vpustí.
Závěrečná zpráva, 2018, s. 54.
- [5] Odvodnění plochých střeš: gravitační, nebo podtlakový systém? [online],
[citované 9. 7. 2019], dostupné na internete: <[https://www.wavinacademy.
cz/wp-content/uploads/2015/10/31_Materialy-pro-stavbu_odvodneni-plo-
chych-strech_150401_FIN.pdf](https://www.wavinacademy.cz/wp-content/uploads/2015/10/31_Materialy-pro-stavbu_odvodneni-plo-
chych-strech_150401_FIN.pdf)>

ZÁVĚR

K odvodnění střeš se používají dva základní systémy od-
vodnění, gravitační a podtlakový. Podtlakový systém má své
některé výhody a pro určité velikosti střeš je jeho výstavba
levnější, avšak jeho návrh vyžaduje přesnější postupy a více
znalostí v porovnání s návrhem gravitačního systému. Z toho
důvodu je nutné, aby jej navrhoval specialista. Podrobnost
a správnost předprojektové přípravy, která je prováděna pro
oba případy, může ovlivnit budoucí správnou funkci a spoleh-
livost celého systému.

Při přívalemých deštích vzniká na ploše střešy retenova-
ný objem vody o určité výšce hladiny. Statickým výpočtem je
potřeba posoudit, zda by mohlo dojít k přetížení střešy. Jako
pojistka pro případ selhání podtlakového systému se vždy na-
vrhuje nouzový přepad, který zabrání překročení nejvyšší po-
volené hladiny vody na střeše.

PODĚKOVÁNÍ

Článek byl zpracován v rámci řešení projektu „Vybrané
problémy systémů veřejného zásobování pitnou vodou“, re-
gistrační číslo FAST-S-18-5526, který je financován z progra-
mu Specifického vysokoškolského výzkumu Vysokého uče-
ní technického v Brně a dále v rámci řešení projektu „Vý-
voj a inovace prvků podtlakových systémů odvodnění
plochých střeš“, reg. číslo: CZ.01.1.02/0.0/0.0/18_213/0015
466, který je financován v rámci Operačního programu Pod-
nikání a inovace pro konkurenceschopnost – Partnerství zna-
lostního transferu IV.

- [6] Odvodnění střeš. [online], [citované 9. 7. 2019], dostupné na internete:
<<http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps4/2.html>>
- [7] Investiční náklady na gravitační a podtlakový systém. [online], [citované 9.
7. 2019], dostupné na internete: <[https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/stre-
cha/investicni-naklady-na-gravitacni-a-podtlakovy-system](https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/stre-
cha/investicni-naklady-na-gravitacni-a-podtlakovy-system)>
- [8] Podtlakové odvodňovací systémy TOPWET. [online], [citované 9. 7. 2019], do-
stupné na internete: <[https://www.strecharska-mapa.cz/strecharska-mapa/
podtlakove-odvodnovaci-systemy-topwet/](https://www.strecharska-mapa.cz/strecharska-mapa/
podtlakove-odvodnovaci-systemy-topwet/)>
- [9] How does hydromax siphonic drainage work. [online], [citované 9. 7. 2019],
dostupné na internete: <[http://www.hydromax.com/144_HowdoesHydroMa-
xSiphonicDrainageWork.html](http://www.hydromax.com/144_HowdoesHydroMa-
xSiphonicDrainageWork.html)>
- [10] Siphonic Roof Drainage. [online], [citované 9. 7. 2019], dostupné na internete:
<<http://www.learning-siphonic-roof-drainage.com/>>

Revízia kaskády Hričov – Mikšová – Považská Bystrica

Ing. Dušan Fejer

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p.

Ako plynie voda v riekach, tak ubieha čas aj nám. Takmer pred 55 rokmi bola uvedená do prevádzky sústava vodných stavieb (VS) Hričov – Mikšová – Považská Bystrica, ktorá mala za úlohu pokryť energetické nároky prudkého rozvoja priemyslu a výstavby v povojnovom období a zároveň ochrániť obyvateľstvo pred povodňami na toku Váh v takmer 30km úseku. V roku 1958 sa začalo s výstavbou a v rokoch 1962 – 1964 sa do prevádzky postupne uvádzali jednotlivé stupne kaskády.

Na rok 2019 naplánoval Slovenský vodohospodársky podnik, š. p., (SVP, š. p.) Odštepňý závod Piešťany (OZ Piešťany) ďalšiu revíziu kaskády tejto strednovážskej kaskády, a to na obdobie september – november. Prípravu bolo potrebné začať už koncom roku 2018, keďže išlo o akciu, ktorá sa mala dotknúť viacerých subjektov. V prípravnej fáze sa venovala pozornosť legislatívno-administratívnym prácam, ktoré spočívali vo vypracovaní projektovej dokumentácie s naplánova-



Obr. 1 Pohľad na vypustenú vodnú nádrž Hričov

Prvá väčšia oprava sústavy vodných diel bola v roku 1988, kedy sa okrem opráv na kanálovej sústave vybudovala stieracia stena vodnej elektrárne (VE) Hričov na účel ochrany nátokov pred naplaveninami, čím sa zabezpečila väčšia plynulosť výroby elektrickej energie v období povodňových prietokov. Posledná revízia bola v roku 2002, počas ktorej sa práce sústredili na opravu betónového tesnenia kanálovej sústavy a celkovú opravu povrchov betónových konštrukcií.

ním rozsahu a druhu prác a výberom vhodného materiálu. Prebiehali rokovania s dotknutými účastníkmi a celé toto úsilie vyvrcholilo vydaním vodoprávneho rozhodnutia na predmetnú stavbu. V zmysle schváleného harmonogramu sa začali prípravné práce už v mesiaci august (zámočnícke a zemné práce).

Samotné vyprázdnenie kanálovej sústavy prebiehalo od 12. do 30. 8. 2019. Dňa 2. 9. 2019 sa začali naplánované



Obr. 2 Aplikovaná geomembrána a zaliate dilatačné škáry na návodnej stene kanála

práce za pomoci všetkých 6 Správ povodí OZ Piešťany. Celkovo pracovalo 213 pracovníkov kategórie „R“, čo predstavuje 31 % z celkového počtu kategórie „R“, a 21 pracovníkov THP. Spoločne odpracovali 43 859 hodín. Postupne sa začali práce na 21 stavebných objektoch, ktoré bolo potrebné zrealizovať za 47 kalendárnych dní. Pracovníci SVP, š. p., pracovali na čistení poškodených úsekov betónového návodného tesnenia, ktoré následne sanovali podľa miery poškodenia sanačnými maltami (54 t) a asfaltovými hmotami (23 t). Dodávateľsky boli zabezpečené zálievky dilatačných škár s modifikovaným asfaltom liatym za horúca.

Celkovo bolo zaliatych 20 027 m² priečných dilatačných škár. Na miestach s evidovanými priesakmi boli navrhnuté tri technológie celoplošnej opravy návodného betónového tesnenia. Prvým riešením bola geomembrána, ktorej montáž zabezpečovali dve pracovné čaty pracovníkov SVP, š. p. Spolu sa položilo 30 000 m² v dĺžke 2 500 m. Druhým riešením bol nástrek polymércementovým materiálom. Celkovo bolo aplikovaných 22 200 m² nástreku. Tretia technológia predstavovala montáž cementového koberca na miesta s veľmi poškodeným betónovým tesnením (nesúdržný betón). Takto vytvorená škrupina z betónového koberca nahradila

pevnostne a hydroizolačne starý nevyhovujúci betón. Celkovo bolo položených 1 000 m² v dĺžke 100 m. Na VS Hričov sa uskutočnila dodávateľsky renovácia poškodených zvislých plôch nátokových krídel a pilierov hate Hričov. Celkovo sa opravilo 600 m².

Ďalším stavebným objektom bolo odstránenie nánosov pred VE Považská Bystrica. Práce sa realizovali dodávateľsky a celkovo bolo odvezených 26 560 m³. Odstraňovanie nánosov sa realizovalo aj z usadzovacích nádrží vodných tokov, ktoré ústia priamo do kanálovej sústavy. Boli vyčistené usadzovacie nádrže na Dlhopolke (2 125 m³), Rovňanke (7 477 m³), Papradňanke (6 652 m³). Nánosy boli tiež odstránené pred stieracou stenou (3 272 m³) VE Hričov na účel opravy oceľovej konštrukcie a v mieste zaústenia vodného toku Divinka do vodnej nádrže Hričov (5 000 m³). Uvedené práce vykonali pracovníci SVP, š. p.

Nasledujúcim stavebným objektom bola oprava schodov betónového tesnenia kanálovej sústavy, ktoré sa počas prevádzky dostali do havarijného stavu a vykazovali miesta vniku vody do hrádzneho tela. Po technickom prehodnotení sa navrhlo, aby boli predmetné schody odstránené prebetónovaním a len v rozkyve prevádzkových hladín nahradené



Obr. 3 Renovácia betónových plôch pilierov na VS Hričov – pred a po



Obr. 4 Odstránenie sedimentov z priestorov pred VE Považská Bystrica

novými, monolitickými. Celkovo bolo takto opravených 48 schodísk. Pracovná skupina, ktorá pracovala na oprave schodov, zabezpečovala aj plošnú betónáž poškodených betónových tesnení. Celkovo bolo spotrebovaných 200 m³ betónu. Súčasťou VS Hričov je aj čerpacia stanica (ČS) Strážov, ktorá zabezpečuje prečerpávanie priesakových vôd z vodnej nádrže Hričov. Na ČS Strážov bola dodávateľsky opravená celá technologická časť s čerpadlami, potrubiami, spätnými klapkami, uzávermi a mazaním. Bol vyčistený usadzovací a sací bazén a po stavebnej stránke boli vymenené okná na obvodovej stene. Dodávateľsky bol realizovaný ďalší stavebný objekt VS Mikšová II., kde sa práce sústredili na opravu dnového výpustu a provizórneho hradenia. Opravené bolo návodné tesnenie hrádzneho telesa. Na stavebnom objekte bola opravená mostovka, zábradlie, omietky a strecha. Uvedené práce si vyžadovali úplné vypustenie nádrže Beňov. Ďalším objektom revízie kaskády Hričov – Mikšová – Považská Bystrica bola oprava ovládania Staroveckej výpuste na prívodnom kanáli Mikšová. Boli vymenené elektrické a elektronické zariadenia, ktoré zabezpečovali ovládanie horného a dolného uzáveru výpuste. V zmysle záverov technicko-bezpečnostného dohľadu (TBD) sa uskutočnilo prečistenie

a navŕtanie nových pozorovacích sond na hrádznom telese prírodných kanálov. Ďalším zo záverov a návrhov opatrení TBD bolo vybudovať na hati Hričov dodatočné kotvenie pilieľrov. Práce sa uskutočnili v zmysle spracovaného projektu, kde je možné sledovať ONLINE stav napätosti v kotvách. Na hati Hričov bola uskutočnená výmena tesnení na dvoch hradiacich dvojsegmentoch, ktoré boli následne doplnené elektronickým ovládaním – synchronizáciou, ktorá zabezpečuje plynulú manipuláciu hradiacej konštrukcie bez spriečenia. Práce na jednotlivých objektoch prebiehali podľa harmonogramu a vďaka priaznivému počasiu sa mohli ukončiť 18. 10. 2019. Dňa 21. 10. 2019 sa začalo plnenie kaskády v zmysle plánu plnenia a počas tohto obdobia sa uskutočňovali každodenné merania sond, ktoré vykonávali naši porieční pracovníci. Plnenie bolo ukončené dňa 6. 11. 2019, kedy prevádzkovanie prevzali Vodné elektrárne Trenčín. Záverom chcem poďakovať všetkým zúčastneným na revízii kaskády Hričov – Mikšová – Považská Bystrica, ktorí svojím pracovným nasadením zabezpečili hladký priebeh prác a ich kvalitu, ktorá sa bude prezentovať prevádzkovaním bez obmedzenia a suchým vzdušným svahom energetických hrádzí.

Foto: archív SVP, š. p.



Obr. 5 Odstraňovanie sedimentov z priestorov pred stieracou stenou VS Hričov



Obr. 6 Pred zahájením opravy stieracej steny VS Hričov

Je potrebné manažovať vody z povrchového odtoku?

Mgr. Magdaléna Valúchová

Slovenský vodohospodársky podnik, š. p.

Anotácia

Vody z povrchového odtoku, teda zrážkové vody, ktoré nevsiakli do podlažia, ale odtekajú po povrchu do kanalizačných systémov alebo recipientov, boli doteraz skôr na okraji záujmu. Cieľom bolo čo najskôr ich odviesť preč systémom kanalizačných sietí. Zmenu pohľadu na zrážkové vody, a teda aj vody z povrchového odtoku, prináša otepľovanie a vysušovanie krajiny, deficit vody vo vodných útvaroch i ohrozenie povodňami počas privalových dažďov. Zatiaľ nedostatočná pozornosť sa však venuje hodnoteniu vplyvu vôd z povrchového odtoku, vypúšťaných už ako odľahčovaných vôd z jednotnej kanalizačnej siete sídiel, na kvalitu vôd recipientov. Odľahčované vody už totiž nie sú vodami z povrchového odtoku, ale klasickými odpadovými vodami so zmenenou kvalitou. Problematika sa v požadovanom rozsahu neobjavuje vo Vodných plánoch Slovenska ani v Plánoch rozvoja verejných vodovodov a verejných kanalizácií. Sú pritom významným faktorom ovplyvňujúcim nielen hydrologické charakteristiky povodí, realizáciu protipovodňových a revitalizačných opatrení, vysušovanie krajiny a jej klímu atď., ale aj kvalitu vody v tokoch a zrejme i ekologický stav príslušných vodných útvarov. Cieľom príspevku je na pár príkladoch ukázať ich vplyv a dôvod, prečo im venovať viac pozornosti.

ÚVOD

Podľa § 2 písm. i) vodného zákona (zákona 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov) voda z povrchového odtoku je voda zo zrážok, ktorá nevsiakla do zeme a ktorá je odvádzaná z terénu alebo z vonkajších častí budov do povrchových alebo podzemných vôd. V prírode blízkom prostredí bez zásahu človeka zrážková voda väčšinou vsiakne do pôdy, odparí sa a odteká z neho v minimálnom množstve. V urbanizovanom území so spevnenými nepriepustnými povrchmi človek narušil prirodzenú rovnováhu medzi zrážkami, ich vsakovaním a odparom. Vsakovanie a odpar sú výrazne redukované a vďaka tomu významne vzrástol odtok zrážkových vôd, teraz už vôd z povrchového odtoku, vo forme odtokových špičiek odchádzajúcich v sýdlach väčšinou do jednotnej kanalizácie. V jednotnej kanalizácii sa už charakter a znečistenie vôd z povrchového odtoku menia a stávajú sa vodami, ktoré treba pri vyčerpaní hydraulikkej kapacity siete odľahčovať cez odľahčovací komory. Vody z povrchového odtoku sa teda stávajú odľahčovanými odpadovými vodami nesúcimi znečistenie z vôd kanalizačnej siete. Zrážková voda sa rýchlo stala odpadom, ktorý je potrebné bezpečne zlikvidovať. Za vody z povrchového odtoku môže teda hlavne človek a jeho aktivity. Sladká voda sa pritom stáva stále vzácnejšou vplyvom otepľovania prinášajúceho vysušovanie krajiny v dôsledku registrovaných zmien klímy. Vodná bilancia útvarov povrchových a podzemných vôd je stále častejšie napätá alebo pasívna, pretože nárast nepriepustných plôch vedie k poklesu intenzity prirodzenej infiltrácie vody zo spadnutých zrážok do pôdy, čo môže prispievať k zníženiu hladín podzemných vôd.

Pri vypúšťaní odľahčovaných vôd dochádza k vypúšťaniu zmesi surových odpadových vôd a vôd z povrchového

odtoku. Vody z povrchového odtoku sú zodpovedné aj za vodnú eróziu a jej následky. Preto by sa mal zmeniť pohľad na vody zo zrážok. Lokálnym vsakovaním sa totiž dajú stlmiť odtokové špičky a ich negatívne vplyvy na recipient. Ak totiž voda z povrchového odtoku vteká do jednotnej kanalizačnej siete v takom množstve, že sa hydraulická kapacita stoky vyčerpá, prebytok vody zo stoky sa musí odviesť formou odľahčovania do recipientov. Vtedy sa stáva nesledovaným zdrojom znečisťovania vodných tokov, často významným.

POPIS PROBLEMATIKY

Na úrovni EK sa problematika odľahčovaných vôd objavuje iba v európskej smernici o čistení odpadových vôd [7], kde v prílohe I A je uvedené, že zberné kanalizačné systémy zohľadnia požiadavky na čistenie odpadových vôd, pričom návrh, výstavba a údržba systémov sa vykoná v súlade s najlepšimi technickými vedomosťami a zameria sa na obmedzenie znečistenia recipientov vypúšťaním dažďových vôd z odľahčovacích objektov. V poznámke pod čiarou č. 1 prílohy č. 1 tejto smernice sa uvádza: „Nakoľko nie je možné stavať stokové siete a čistiť odpadových vôd tak, aby bolo možné čistiť všetky odpadové vody počas nezvyklých situácií, ako napr. počas privalových dažďov, jednotlivé členské štáty majú zaviesť opatrenia na zníženie znečistenia z odľahčovacích objektov.“ Takéto vypúšťanie odľahčovaných vôd bude založené na miere riešenia alebo určení prijateľného počtu odľahčení za rok. Uvedené ustanovenia boli prevzaté do našej národnej legislatívy, vodného zákona a vykonávacích predpisov.

Legislatívne sa v Slovenskej republike týmto vodám venuje vodný zákon [1] a nariadenie vlády 269/2010 Z. z. [4]. Paragraf 36 ods. 13 vodného zákona uvádza, že odpadové vody

z odľahčovacích objektov možno vypúšťať z verejnej kanalizácie do povrchových vôd počas privalových dažďov a pri výstavbe a prevádzke stokovej siete treba s prihliadnutím na miestne pomery vykonať opatrenia na zmiernenie nepriaznivého vplyvu vypúšťaných vôd na recipient. Privalový dážď je dážď s krátkodobým trvaním a vysokou intenzitou, ktorý má plošný rozmer. Pri jednotných stokových sieťach sa za privalový dážď považuje dážď, ktorý spôsobí taký prítok vôd z povrchového odtoku do kanalizácie, že riediaci pomer medzi objemom splaškovej odpadovej vody v bezdažďovom období a vody z povrchového odtoku je 1:4. Vtedy sa môže začať odľahčovanie, ale vypúšťanie vôd z povrchového odtoku možno povoliť len vtedy, ak sú vybudované zariadenia na zachytávanie plávajúcich látok, a ak tieto vody obsahujú znečisťujúce látky, majú sa vybudovať aj zariadenia na ich zachytávanie (§ 36 ods. 17 vodného zákona).

Nariadenie vlády 269/2010 Z. z. [4] v § 6 definuje odpadové vody **z odľahčovacích objektov** ako časť odpadových vôd, ktoré sú zo stokovej siete hydraulicky oddelené a odtiekajú do povrchových vôd cez odľahčovací objekt, ktorý musí byť vybavený zariadením na zachytávanie plávajúcich látok. Ich vypúšťanie okrem odstránenia plávajúcich látok musí spĺňať základné kritériá, ktorými sú minimálny riediaci pomer 1:4, v miestach so sprísnenými požiadavkami 1:8 a taktiež sa musia preukázať počty prípadov odľahčovania. V § 9 nariadenia vlády sú definované aj požiadavky na vypúšťanie **vôd z povrchového odtoku**, ktoré môžu byť odvádzané do podzemných i povrchových vôd priamo alebo nepriamo po prechode zariadením na zachytávanie plávajúceho znečistenia, resp. zariadením na zachytávanie znečisťujúcich látok (napr. odľučovač ropných látok atď.).

Jeden z hlavných koncepčných plánovacích dokumentov, ktorým je Plán rozvoja verejných vodovodov a verejných kanalizácií pre územie SR do r. 2021 [3], uvádza, že proklamované ciele pri rozvoji verejných kanalizácií sú v súlade s vecnými požiadavkami vyplývajúcimi z legislatívy EÚ a SR na vytvorenie podmienok na dosiahnutie dobrého stavu vôd a požaduje prioritne zabezpečiť v súlade s národným programom na vykonávanie smernice Rady 91/271/EHS [7] okrem iného „realizáciu opatrení na zmiernenie negatívneho dopadu odľahčovania a odvádzania odpadových vôd na ekosystém recipientu“, čo si vyžaduje skĺbenie ekologických, technických a ekonomických faktorov.

Vodný plán Slovenska [5] vody z povrchového odtoku a odľahčované odpadové vody samostatne nerieši. Hoci odľahčované vody odtiekajú výustami z verejných kanalizačných sietí (odľahčovacie komory sú buď na kanalizačnej sieťi, alebo pred čistiarnou odpadových vôd (ČOV), kde nie sú žiadne merania), nie sú zahrnuté do bilancií bodových zdrojov znečistenia, preto na ne nie sú ani navrhované žiadne opatrenia. Iba model Moneris, používaný na odhad emisií živinami z difúzných zdrojov pre Vodný plán, zahŕňa v sebe sídla „s odľahčovaním dažďových vôd“ ako jednu z položiek pri výpočte odhadu difúzneho znečisťovania. Vodný plán SR aj preto uvádza ako neistotu hodnotenia v pláne napr. nedostatok informácií, s čím musíme len súhlasiť, a preto vznikol tento príspevok. Vyvstáva tiež otázka, či sú odľahčované odpadové vody bodovým či difúznym zdrojom znečistenia.

Vodný plán ani iné koncepčné a plánovacie materiály neobsahujú bilanciu, koľko odľahčovacích komôr je na verejných kanalizačných sieťach a do ktorých vodných útvarov odtiekajú odľahčované odpadové vody, koľko odľahčovaniu za rok sa na nich deje, či je kanalizačná sieť dostatočne vybavená zariadeniami na zachytávanie plávajúcich látok, koľko retenčných a retenčných nádrží je vybudovaných pri bodových zdrojoch znečistenia, aké konkrétne opatrenia sú navrhované na lepšie hospodárenie s vodami z povrchového odtoku v aglomeráciách, koľko je takýchto odľahčení, resp. nádrží situovaných v chránených vodohospodárskych oblastiach, prípadne na vodárenských tokoch či v iných chránených územiach atď. Ak je napr. v roku 16 odľahčení, nevyhodnocuje sa, koľko trvalí. Hodinu, deň, niekoľko dní? Nepoznáme teda a ani nevieme odhadnúť vplyv odľahčovania vôd na kvalitu vody recipientov.

Plány manažmentu povodňového rizika (ďalej PMPR) obsahujú všeobecné opatrenia zamerané na zníženie povrchového odtoku z urbanizovaných oblastí a všeobecné návrhy opatrení na zadržiavanie vody v danom území rôznymi prírodnými blízkymi vodozadržnými i technickými opatreniami zameranými hlavne na reguláciu odtoku z územia na hodnotu, akú malo územie pred zástavbou. Opatrenia sa však neuvádzajú konkrétne vo vzťahu k ochrane kanalizačného systému verejnej siete pred prípadným odľahčovaním. Napríklad v meste Myjava je 13 odľahčovacích komôr na verejnej kanalizačnej sieťi. V PMPR navrhnuté opatrenia, úpravy vodných tokov a budovanie poldrov sú však primárne opatreniami na ochranu pred privalovými vodami z extravilánu. Odtoku z vlastného územia mesta sa týka všeobecná požiadavka „komplexne riešiť odtokové pomery v povodiach s dôrazom na spomalenie odvedenia povrchových vôd z územia v súlade s ekologickými limitmi využívania územia a ochrany prírody“ [15].

Na lepšiu predstavu, ako vyzerá odľahčovacia komora a čo z nej odtieká, uvádzam niekoľko obrázkov:



Obr. 1 Odľahčovacia komora na verejnej kanalizácii vybavená zariadením na zachytávanie plávajúcich látok



Obr. 2 Voda v odľahčovacej komore pred jej odľahčením



Obr. 3 Hrablice v odľahčovacej komore zachytávajú časť plávajúceho znečistenia pred odtokom odľahčovaných vôd do recipientu



Obr. 4 Niektoré staré odľahčovacie komory rozvoju miest už kapacitne nevyhovujú, preto osadenie zariadení na zachytávanie plávajúcich látok nezabezpečuje zachytenie niektorých mechanických nečistôt, ktoré odtekajú do recipientu

V momente vstupu vôd z povrchového odtoku do jednotnej verejnej kanalizačnej siete sa všetky zrážkové vody, teda aj tie „čisté“ zo striech a chodníkov, miešajú so splaškovými, priemyselnými a inými odpadovými vodami a vzniká zmes komunálnych odpadových vôd transportovaných kanalizačnou sieťou do ČOV. Problém nastáva v momente, ak dôjde vplyvom veľkého prítoku vôd z povrchového odtoku k dočasnému hydraulickému preťaženiu kanalizačnej siete, ktoré, ak nie je na sieti či pred ČOV vybudovaný dostatočný retenčný či retenčný priestor (tzv. dažďové nádrže), sa musí riešiť vypustením časti objemu odpadových vôd do najbližšieho recipientu cez odľahčovaciu komoru. Toto odľahčovanie na kanalizačnej sieti, ktoré umožňuje vodný zákon i príslušné vykonávacie predpisy, však už znamená nie odvádzanie čistých alebo len málo znečistených vôd z povrchového odtoku do recipientov, ale vypúšťanie riedených surových odpadových vôd obsahujúcich nielen klasické organické znečistenie a živiny pochádzajúce z hygienických zariadení a toaliet, ale aj choroboplodné zárodky, baktérie a vírusy, hormóny, liečivá, drogy, čistiace a pracie prostriedky, chemické zlúčeniny z miestneho priemyslu a služieb, mechanické nečistoty typu toaletného papiera, vlhčených obrúskov, plienok, vložiek, handier, PET fliaš a pod. Podľa vodného zákona počet odľahčení za rok pri krátkych a strmých sieťach s trvaním dotoku do 15 min. môže byť 20/rok, pri sieťach s trvaním dotoku 15 a viac min. najviac 15/rok v dlhodobom priemere.

Ak prečerpávací stanica na kanalizačnej sieti nestačí, v čase dažďov vyrazí zmes splaškovej vody a vody z povrchového odtoku na ulice a chodníky aj cez nadvihnuté kanalizačné poklopy. A tentoraz to nie sú ani vody zbavené plávajúcich látok, a tak na ulici môžeme potom vidieť, čo všetko sa splachuje... Situáciu by pritom zlepšilo oddelenie zrážkových vôd od kanalizačnej siete.

Na ilustráciu možnej bilancie odľahčovaných vôd, počtu odľahčení, možného množstva, počtu odľahčovacích komôr, pomeru riedenia vypúšťaných odľahčovaných vôd uvádzam príklad z Bratislavy v tabuľke č. 1.

Keďže vplyv na kvalitu vody recipientov je pri odľahčovaní vždy negatívny, silnejší hlavne na malých a menších tokoch s nízkymi alebo nulovými prietokmi, v rámci Európskej únie sa snaha o zlepšenie manažmentu vôd z povrchového odtoku zapracovala do opatrení zahrnutých v tzv. zelenej infraštruktúre. Zelená infraštruktúra má prioritne poskytnúť nástroje na zlepšenie manažmentu zrážkových vôd a na odľahčenie kanalizačných systémov, sekundárne taktiež poskytnúť nástroje na vytvorenie lepšieho mestského prostredia atď. v súlade s princípmi integrovaného manažmentu povodí a plánmi manažmentu povodňových rizík. Na zmysluplné používanie a tvorbu zelenej infraštruktúry je však potrebný dôsledný zber údajov, identifikácia problémov a stanovenie konkrétnych cieľov s pomocou územného plánovania koordinovaného s vodohospodárskymi plánmi a plánmi ochrany prírody.

Problematike prírody blízkeho zadržiavania vody v krajine sa venuje veľa európskych dokumentov, napr. [10, 11, 12, 13, 14]. V budúcnosti sa totiž očakáva zvýšenie napätia vyvolávaného nedostatkom vody a častejším a dlhším obdobím výskytu sucha. Preto treba použiť vyváženú kombináciu technickej a zelenej infraštruktúry na výber prostriedkov



Obr. 5 Stav hrabíc na otvorenej odlahčovacej komore po prechode jedného z dažďov ukazuje, čo sa môže dostávať do recipientu, ak sa vyčerpá kapacita



Obr. 6 Odlahčovacia komora po prechode odlahčovaných vôd



Obr. 7 Hydraulicky preťažená a vyplavená prečerpávacía stanica na jednotnej kanalizačnej sieti



Obr. 8 Hydraulický pretlak v kanalizačnej sieti spôsobuje vytlačenie odpadovej vody aj cez kanalizačné poklopy

Tab. 1 Odlahčovacie komory verejnej kanalizačnej siete v Bratislave a ich základné charakteristiky

Odlahčovacia komora	Lokalita	Recipient	Hraničný prietok pred začiatkom prepadu (l/s)	Pomer riedenia	Predpoklad [M1] [BM2] počet odlahčení za rok	Množstvo vypúšťaných odpadových vôd pri odlahčení (l/s)
OK-AVIII	Karlova Ves	Dunaj	1 248,0	1:8	14	11 427,5
OK-2A	Mlynská dolina	Vydrica	692,0	1:8	14	11 591,4
OK-AXII	Staré Mesto	Dunaj	320,0	1:28	3	1 679,5
OK-1A	Vrakuňa	Malý Dunaj	3 406,0	1:8	14	10 270,2
OK-1E	Vrakuňa	Malý Dunaj	71,0	1:16	7	693,4
OK-G	Vrakuňa	Malý Dunaj	70,0	1:8	14	3 916,1
OK-A	Dev. Nová Ves	Mláka	1 859,0	1:21	6	4 240,2
OK-2E	Rača	Šúrsky kanál	1 676,0	1:8	14	6 948,9
OK-R1	Rača	Pieskový pot.	1 405,0	1:16	7	5 778,9
OK-R2	Rača	Pieskový pot.	835,0	1:20	6	5 230,3
Zdroj: POYRY Environment, a. s.					Spolu: cca	61 730

a spôsobov na dosiahnutie cieľov EÚ v oblasti vodnej politiky, teda aj na dosiahnutie dobrého ekologického stavu vôd.

Oveľa menšia alebo takmer žiadna pozornosť sa nevenuje vplyvu znečistenia, ktoré prinášajú vody z povrchového odtoku, ktoré sa cez kanalizačný systém dostávajú do recipientu ako odľahčované vody. Odtok vody z nepriepustných spevnených povrchov aj odtok vody z pôdy spôsobuje vodnú eróziu a prináša so sebou predovšetkým znečistenie organického pôvodu a živinami, netreba však zabúdať ani na mikroplutanty, tak ako to bolo uvedené vyššie. Zvýšený prítok vôd do kanalizácie spôsobí zrýchlenie prúdenia vody v nej a v dôsledku toho je kanalizačný systém vodou z povrchového odtoku doslova vypláchnutý. Prvé vlny odľahčovaných vôd sú v dôsledku toho najznejššie, ale ani znečistenie ďalších vln pri odľahčovaní nezaostáva. Zmierňujú ho opatrenia, ktoré boli uskutočnené na kanalizačnej sieti v zmysle vodného

podniku, ležiaceho na ploche cca 2 347 350 m², kde vybudovali 10 retenčných systémov (retenčné nádrže, retenčná kanalizácia a suchý polder), každý s objemom 10 000 m³. Vďaka nim sa podarilo znížiť množstvo vôd z povrchového odtoku odvádzaných do jedného z blízkych recipientov z povolených 7 300 l/s na priemernú hodnotu 327 l/s a do druhého z 1 800 l/s na priemerne 37 l/s, pričom sa stáva, že v niektorých rokoch túto vodu vôbec nevypúšťajú, pretože sa z retenčných zariadení odparí. Týmito opatreniami sa podarilo znížiť odtok vôd zo striech a spevnených plôch tak, že sa priblížil takmer na úroveň prirodzeného odtoku z nespevnených plôch. Ako vyzerajú niektoré recipienty, do ktorých sa odvádzajú vody z povrchového odtoku, ukazujú nasledujúce obrázky. Posledný z obrázkov ukazuje pomer veľkosti recipientu a možnej veľkosti odľahčovania podľa rozmeru odľahčovacej komory.



Obr. 9 Obrázky A, B, C ukazujú vzhľad niektorých recipientov prijímajúcich odľahčované vody. Obr. D je ukážkou pomeru veľkosti odľahčovacej stoky k recipientu v meste Myjava

zákona a vykonávacích predpisov – t. j. spôsob a úroveň zachytávania plávajúcich látok, spôsob a úroveň prevádzkovej kontroly, čistenia a údržby zariadení na zachytávanie plávajúcich látok, ale aj stupeň znečistenia odpadových vôd v danom kanalizačnom systéme a hlavne stupeň nariadenia komunálnych odpadových vôd pred ich odľahčením. Pri povolení vypúšťania odľahčovaných odpadových vôd nie je limitované množstvo znečistenia, ktoré môže byť vypustené pri odľahčovaní, limituje sa iba množstvo vypustenej vody hlavne s ohľadom na technické parametre jednotlivých stavebných objektov a stokových sietí a možnosti recipientu prijať takéto množstvo vody bez ohrozenia preliatím koryta.

Ako zariadenia na zachytávanie plávajúcich látok priamo v odľahčovacích komorách sa zvyknú používať hrablice či sitá, ale aj sedimentačné priestory pred prepádovou hranou, a ak sú na to priestorové možnosti, využívajú sa tzv. dažďové nádrže, ktoré majú funkciu buď detencie, alebo retencie. Ako môžu takéto retenčné nádrže pomôcť, ukazuje príklad z jedného veľkého priemyselného

ZÁVER

Manažmentom vôd z povrchového odtoku možno nazvať snahu o riadenie ich odtoku budovaním vodozádržnej infraštruktúry v sídlach a podporu vsakovania zrážkovej vody v mieste dopadu, teda systémov zadržiavania zrážkovej vody v krajine (napr. infiltračných pásov, priekop, mokradí, poldrov, zmenou nepriepustných povrchov na pórovité, výsadbou stromových alejí a zelených plôch atď.). Tieto aktivity pomáhajú znížiť súčiniteľ odtoku zrážkových vôd v urbanizovaných územiach, nakladanie a hospodárenie s týmito vodami, čo vo svojej podstate prinesie obmedzenie znečisťovania povrchových vôd vplyvom odvádzania vôd z odľahčovacích objektov a redukciu negatívnych vplyvov vodnej erózie na kvalitu vôd recipientov. To by mohlo viesť k zlepšeniu ochrany kvality vôd a ekologického stavu vôd vodných útvarov a priblížiť sa k cieľu, ktorým je dosiahnutie dobrého ekologického stavu a ochrana vodných biotopov. Totižto napriek masívnym opatreniam na úrovni čistenia odpadových vôd zo všetkých



Obr. 10 Možné vodozádržné prvky v aglomerácii

bodových zdrojov znečistenia sa zatiaľ nedarí dosahovať tento cieľ požadovanou rýchlosťou a v požadovanom rozsahu.

Aby sa dosiahol pokrok v oblasti odvádzania zrážkových vôd verejnou kanalizáciou, zrejme by bolo vhodné aktualizovať aj legislatívne predpisy, v ktorých by uvedená problematika bola podrobnejšie rozpracovaná a správcovia kanalizácií by mali v rukách legislatívne nástroje na vyžadovanie plnenia a plnenie jej cieľov by bolo lepšie vymáhatelné. Určite by bolo tiež vhodné venovať oveľa viac energie a času osвете a výchove k téme hospodárenia so zrážkovou vodou s cieľom ozrejmiť nielen ekologické aspekty tohto procesu, ale aj ekonomické faktory a ukázať aj vplyvy na zlepšenie lokálnych podmienok životného prostredia a možnosti využiť dažďovú vodu ako prvok krajinskej architektúry.

Odvedenie vôd z povrchového odtoku mimo verejnej kanalizácie uvoľňuje kapacitu stoky a príslušnej čistiare odpadových vôd pre nové pripojenia skutočných odpadových vôd, neznižuje čistiaci efekt ČOV a takéto riešenie nevyvoláva potrebu investovať vysoké náklady do zväčšovania kapacity stôk.

Aj keď trendom súčasnosti je už oddelené odvádzanie odpadových vôd a vôd z povrchového odtoku v rozvojových lokalitách na okrajoch sídiel, ostáva vyriešiť mnoho jestvujúcich území staršej zástavby, kde toto rozdelenie nie je možné zabezpečiť z rôznych, ale hlavne z priestorových dôvodov.

Využitie zelených opatrení by mohlo viesť k redukcii finančných nákladov potrebných na rekonštrukciu sietí s cieľom zvýšenia ich kapacity. Taktiež nezanedbateľný je aj efekt ochrany územia pred zatopením, pretože aj recipienty majú definovanú kapacitu koryta, čerpacích staníc, priepustov, mostov a iných telies. Veď už len zmena spôsobu spevnenia plochy výrazne zníži súčiniteľ odtoku. Napríklad súčiniteľ 0,9 platný pre strechy a málo priepustné spevnené plochy s betónovými a asfaltovými povrchmi sa použitím dlažby zaškárovej pieskom zníži o viac ako o polovicu na 0,4 a dobre priepustné plochy pokryté vegetáciou ako napr. trávniky majú súčiniteľ odtoku len 0,05...

Ak sa mám vrátiť k téme môjho príspevku, myslím si, že manažment vôd z povrchového odtoku je nevyhnutný nielen preto, aby sa zabezpečila ochrana pred povodňami, ochrana krajiny pred vysušovaním a otepľovaním, ale aj preto, aby sa ochránila kvalita vody recipientov pred negatívnym vplyvom odľahčovaných vôd, a tým sa prispelo k dosiahnutiu dobrého ekologického stavu vôd vodných tokov. Recipienty, ktoré nebudú každých pár týždňov znečisťované odľahčovanými vodami, sa časom môžu stať vodami vhodnými na kúpanie a rekreáciu či vodami vhodnými pre život a reprodukciu pôvodných druhov rýb v zmysle [12].

Foto: archív SVP, š. p.

Literatúra:

- [1] Zákon č. 364/2004 Z. z. Zákon o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon), aktuálne znenie 2018.
- [2] Zákon č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách a o zmene a doplnení zákona č. 276/2000 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach v znení neskorších predpisov.
- [3] Plán rozvoja verejných vodovodov a verejných kanalizácií pre územie SR, MŽP SR, 2015.
- [4] Nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd (v znení č. 398/2012 Z. z.).
- [5] Vodný plán Slovenska aktualizácia 2015, MŽP SR 2015.
- [6] SMERNICA 2000/60/ES EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY z 23. októbra 2000, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva, úradný vestník európskych spoločenstiev, 22. 12. 2000.
- [7] Smernica rady 91/271/EHS o čistení komunálnych odpadových vôd, ochrane vôd pred škodlivými účinkami znečistenia alebo pred nedostatočne čistenými komunálnymi odpadovými vodami, 1991.
- [8] Technické podmienky – Nakladanie s dažďovými vodami odvádzanými z pozemkov pozemných komunikácií a parkovísk. Ministerstvo dopravy a výstavby SR, 2019.
- [9] Príroda blízke odvodnenie dopravných plôch v sídlach, Bavorský zemský úrad pre ŽP, 2005.
- [10] Európska komisia. 2014, Technická správa – 2014 – 082 Dokument politiky EÚ týkajúcej sa opatrení na prirodzené zadržiavanie vody (spracovaná tímom autorov WFD CIS pracovná skupina, Program opatrení (WG PoM)).
- [11] Koncepcia na ochranu vodných zdrojov Európy, Blueprint.
- [12] Smernica EP a R 2006/44/ES o kvalite sladkých povrchových vôd vyžadujúcich ochranu alebo zlepšenie kvality na účely podpory života rýb.
- [13] Oznámenie Komisie COM(2013) 249 final Zelená infraštruktúra – Zveladovanie prírodného kapitálu Európy.
- [14] Metodický dokument „Prírodné opatrenia na zadržiavanie vody“ (2014-082) – Katalóg opatrení na zadržiavanie vody dostupný na web stránke www.nwrn.eu.
- [15] Plán manažmentu povodňového rizika v čiastkovom povodí Moravy, Ministerstvo životného prostredia SR 2015.

Kvalita prvého splachu zo spevnených plôch na území Slovenskej republiky

Ing. Jaroslav Hrudka, PhD., Ing. Štefan Štanko, PhD., Ing. Ivana Marko, PhD.

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta

ÚVOD

V súčasnosti krajiny ako napr. Nemecko a Česká republika zavádzajú zmeny v legislatíve v zmysle, že vytvárajú podmienky na zadržiavanie, vsakovanie a využitie dažďových vôd v mestských zástavbách. Hlavným cieľom týchto zmien je vytvorenie decentralizovaného systému odvodnenia, ktorý zaručí preventívnu ochranu územia a obyvateľstva pred potenciálnymi rizikami a prírodnými katastrofami v území, ako sú záplavy, zosuvy pôd, urban heat islands, erózia atď. [3]

V súčasnej dobe je vsakovanie (samozrejme, ak to umožňujú miestne podmienky) riešením, ktoré najviac zodpovedá požiadavkám na likvidáciu dažďových vôd. Do podzemného vsakovacieho objektu sa zaústia dažďové zvody, ktoré sú opatrené mechanickými filtrami, a voda vsakuje cez filtračnú vrstvu priamo do podlažia. Dažďové zvody nie sú nijak napojené na kanalizáciu a riešenie je z hľadiska zníženia povrchového odtoku kanalizáciou plne vyhovujúce. [4]

Podľa spôsobu vsakovania môžeme rozdeliť dané objekty na povrchové alebo podzemné. Medzi podzemné objekty patria ryhy vyplnené štrkom alebo vsakovacími blokmi a vsakovacie šachty. Výhodou takýchto opatrení je minimalizácia zastavanej plochy a čiastočná akumulácia schopnosť. Tento spôsob vsakovania je výhodný najmä pre oblasti s hustou zástavbou, kde sa veľká časť dažďovej vody privádza zo striech budov. [5]

Vsakovanie dažďovej vody môže prebiehať aj povrchovým vsakovaním napríklad cez pôdny profil alebo technické prvky. Ide o jednoduchý a bezproblémový spôsob infiltrácie vody do podlažia napr. zatravnými plochami, zatravnovacími tvárniciami alebo aj priepustnou dlažbou. Takýto spôsob vsakovania je výhodný pri veľkých spevnených parkoviskách na cestnej komunikácii. [5]

S narastajúcou výstavbou sa čoraz častejšie pristupuje k budovaniu intenzívnych zelených striech. Zelené strechy dažďovú vodu zadržiavajú a využívajú ju ako závlahu pre rastliny, pričom sa uvažuje, že odtečené množstvo vody z takejto strechy predstavuje len zlomok z celkových spadnutých zrážok. Intenzívne zelené strechy taktiež prispievajú k ochladzovaniu ovzdušia a zabraňujú vzniku mestských tepelných ostrovov. [5]

METODIKA

Voľbu záujmových oblastí s cieľom odoberania vzoriek ovplyvňovali viaceré faktory, pričom dôležité bolo vybrať a porovnať rôzne lokality v urbanizovaných územiach v katastráli Bratislavy, Trnavy, Trenčína, Žiliny, Popradu, Kežmaruku a pod. Z dôvodu jednoduchej prístupnosti boli vybrané

záujmové miesta, ako sú cestné komunikácie a parkoviská, na ktorých boli odobraté vzorky dažďovej vody. Každá lokalita obsahuje stručný popis danej oblasti, dátum, čas, prípadne fotografiu miesta odberu vzorky.

Primárne a sekundárne znečistenia predstavujú zmeny kvalitatívnych parametrov zrážok z povrchového odtoku. Primárne znečistenie vzniká prechodom zrážkovej vody cez atmosféru (aerosóly, CO_2 , prachové častice), pričom druhotné znečistenie vzniká po dopade zrážok na zem a je ovplyvnené materiálmi nachádzajúcimi sa v danom prostredí. [6]

Samostatná zrážková voda obsahuje látky, ako sú chloridy, sírany, dusičnany, draslík, vápnik a magnézium. Ióny týchto látok sú poväčšine prítomné v koncentráciách pod 10 mg/l. V zrážkovom odtoku sa nachádzajú už aj ťažké kovy ako Cd, Cu, Ni, Pb, Zn obvykle v koncentráciách 1 mg/l. Presné hodnoty koncentrácií ťažkých kovov a organických zlúčenín sú dané miestnymi podmienkami. Dôvodom sú rôzne znečistenia a emisie v daných lokalitách a takisto rôznorodé materiály vplývajúce na kvalitu dažďového odtoku (povrch ciest, povrch striech, frekvencovanosť premávky, priemyselné znečistenie). [6]

Tab. 1 Zdroje znečistenia zrážkových vôd

Zdroj znečistenia	Znečisťujúce látky
Výfukové plyny	Pb, Ni, zlúčeniny N, fenoly, uhľovodíky, PCDD, PCDF
Oder brzdových obložení	Cr, Ni, Cu, Pb, Zn,
Oder pneumatík	Cd, Zn, organické zlúčeniny, S, Pb, Cr, Cu, Ni,
Oder povrchu komunikácií	Si, Ca, Mg, asfalt, Pb, Cr, Cu, Ni, Zr
Oder značení komunikácií	TiO_2 , rozpúšťadlá
Únik motorových olejov	Pb, Ni, Zn, organické látky, oleje, tuky, uhľovodíky, Cu, Cr
Korózia, obrus	Al, Cu, Fe, Co, Mn, Cd, Zn
Stavebné hmoty	Minerálne látky, spojivá (asfalt, vápno, cement)

Na rozpustnosť a prenos ťažkých kovov zo vsakovacej zóny do podzemných vôd vplývajú pH hodnoty. Zároveň ovplyvňujú aj priebeh rozkladu solí, ktoré sú prítomné vo vode. Pôdy s nižšími hodnotami pH majú napriek rovnakým vlastnostiam menšie koncentrácie ťažkých kovov. Veľký význam pre rozpustnosť spomenutých ťažkých kovov má taktiež oxidačno-redukčný potenciál vody, hlavne teda na zlúčeniny železa a mangánu. Pri negatívnom oxidačno-redukčnom potenciáli tvoria poväčšine kovy a málo rozpustné sulfidy. Zvýšenie prenosu niektorých ťažkých kovov môže dočasne zvýšiť koncentráciu chloridov, ktorá môže nastať predovšetkým v zimnom období pri použití NaCl a CaCl vo forme posypových rozmrazovacích solí.

Nariadenie vlády č. 269/2010 legislatívne upravuje vypúšťanie vôd z povrchového odtoku do podzemných a povrchových vôd. Ustanovuje požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu týchto vôd v § 9 v bodoch 1 – 3, avšak v nariadení vlády nie sú priamo určené jednotlivé limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia pri vypúšťaní vôd z povrchového odtoku. Na hodnotenie kvality zrážkovej vody sme porovnali hodnoty, ktoré boli namerané v záujmových lokalitách na Slovensku, s kritériami kvality podzemných vôd, ktoré uvádzajú dän-ske a európske orgány pre životné prostredie.

Tab. 2 Kritériá kvality podzemných vôd [7]

	Groundwater Quality Criteria ¹ [µg/L]	Short-Term Conc. Criteria for Surface Freshwater Bodies ² (in Parenthesis the Long-Term Conc. Criteria) [µg/L]
Reference	[11]	[12]
Cadmium (Cd) ³	0.5	<0,45-1.5(<0.08-0.25)
Chromium (Cr)		
Cr(III)+Cr(VI)	25	124 (17)
Cr(VI)	1	4.9 (3.4)
Copper (Cu)	100	2 (1)
Nickel (Ni)	10	34 (4)
Lead (Pb)	1	2.8 (1.2)
Zinc (Zn)	100	8.4 (7.8)
Acenaphthene	No criterion	3.8 (3.8)
Benzo(a)pyrene	0.01	0.027 (0.00017)
Fluoranthene	0.1	0.12 (0.0063)
Naphthalene	1	130 (2)
Phenanthrene	No criterion	4.1 (1.3)
Pyrene	No criterion	0.023 (0.0046)
Sum of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)	0.1	No criterion
Single pesticide	0.1	No criterion
Sum of pesticides	0.5	No criterion
Linear alkylbenzene sulfonate (LAS)	No criterion	160 (54)

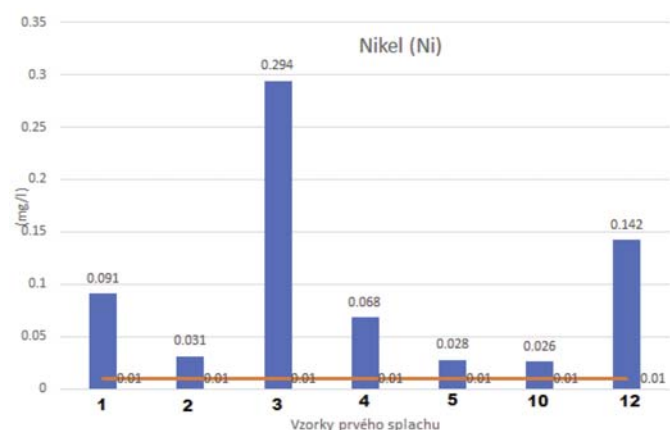
Hlavným cieľom práce bolo porovnať kvalitu zrážkových vôd v jednotlivých záujmových oblastiach na Slovensku, pričom sme sa zameriavali na rozdiel medzi prvým splachom a splachom po určitom čase. Chemická analýza vôd (získaných počas daždivých dní) bola uskutočnená v laboratóriu Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave v rozsahu: CHSK, Al³⁺, Ni, Pb, Cu, Zn, Cr, Cd, Fe, a to štandardnými metódami (kyvetovými testami firmy HachLange),

spektrofotometrické stanovenia boli vykonané na UV-VIS spektrofotometri firmy HachLange (DR 6000).

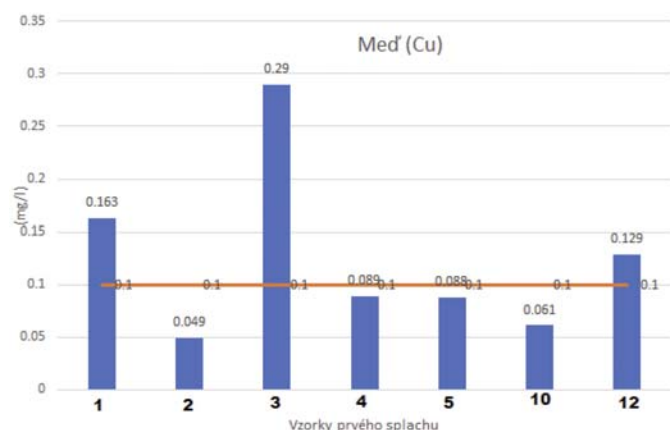
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Cieľom bolo vypracovať analýzu prvého splachu kvalitatívnych parametrov infiltrovanej vody pre záujmové lokality a porovnať hodnoty koncentrácie ťažkých kovov obsiahnutých v daných oblastiach.

Predmetná norma udáva limitné hodnoty na vypúšťanie povrchového splachu do horninového prostredia pre meď 0,1 mg/l, nikel 0,01 mg/l, olovo 0,001 mg/l, zinok 0,1 mg/l a chróm 0,001 mg/l.



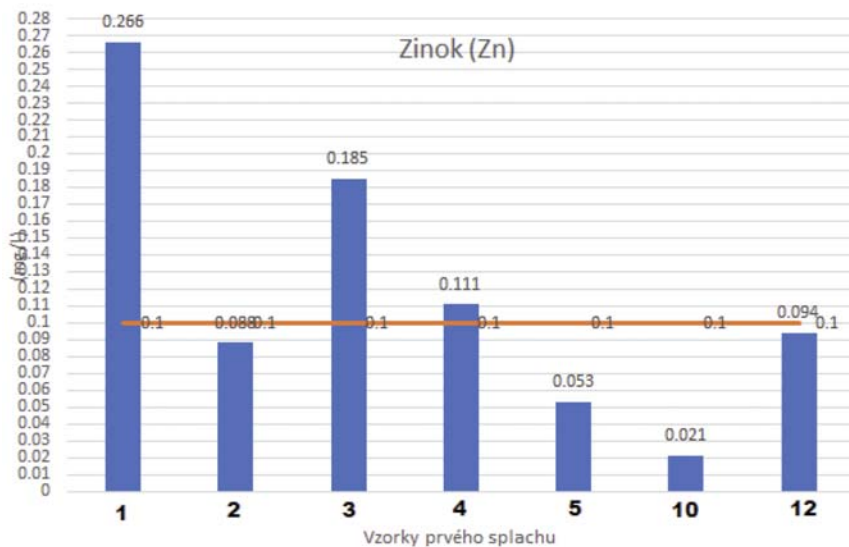
Obr. 1 Limitná hodnota niklu (Ni) bola prekročená vo všetkých záujmových oblastiach, najviac v oblasti 1, 3 a 12



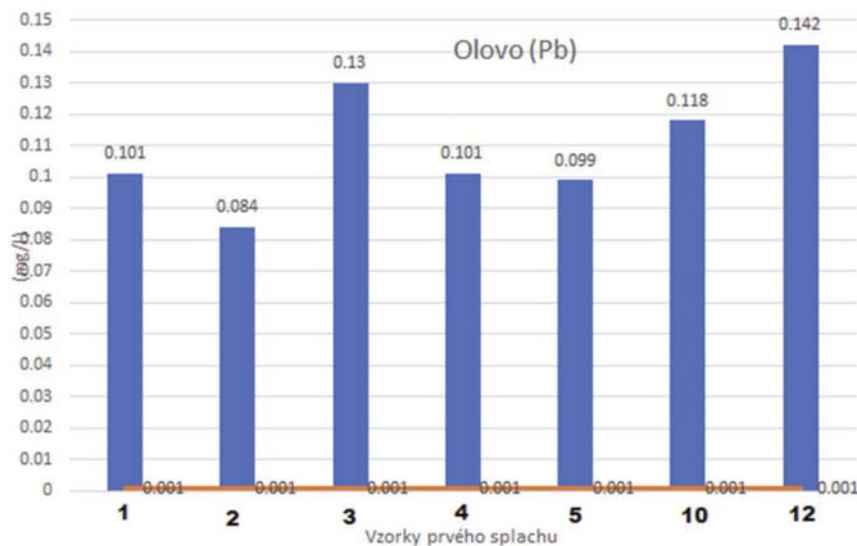
Obr. 2 Limitná hodnota medi (Cu) bola prekročená v záujmových oblastiach 1, 3 a 12

Tab. 3 Analýza hodnôt ťažkých kovov prvého splachu

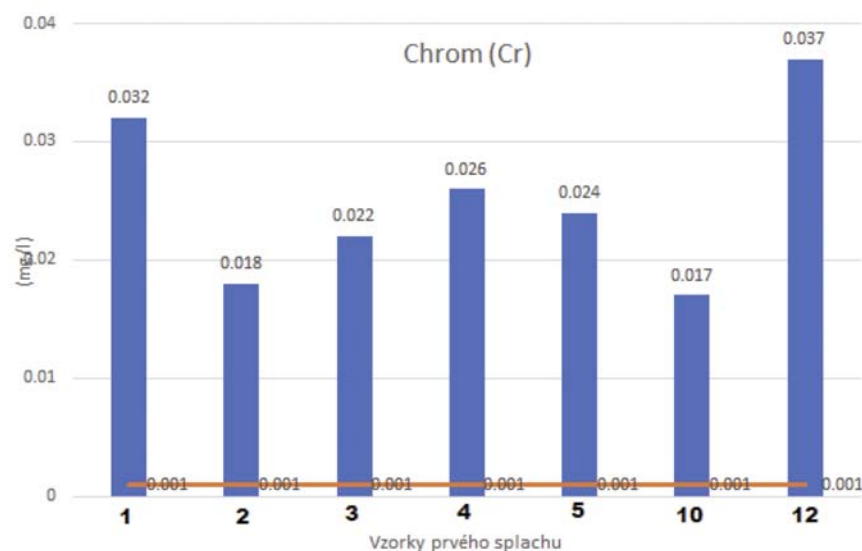
Analýza koncentrácie ťažkých kovov prvého splachu							
(mg/l)	Vzorka č.1	Vzorka č.2	Vzorka č.3	Vzorka č.4	Vzorka č.5	Vzorka č.10	Vzorka č.12
Hliník (Al ³⁺)	0,043	0,011	0,048	0,014	0,009	0,063	0,011
Nikel (Ni)	0,091	0,031	0,297	0,068	0,028	0,026	0,142
Olovo (Pb)	0,101	0,084	0,13	0,101	0,099	0,118	0,142
Meď (Cu)	0,163	0,049	0,29	0,089	0,088	0,061	0,129
Zinok (Zn)	0,266	0,088	0,185	0,111	0,053	0,021	0,094
Chrom (Cr)	0,032	0,018	0,022	0,026	0,024	0,017	0,037
Cadmium (Cd)	0	0	0	0	0	0,014	0
Železo (Fe)	0,16	0,15	0,57	0,09	0,08	0,08	0,26



Obr. 3 Limitná hodnota zinku (Zn) bola prekročená v záujmových oblastiach 1, 3 a 4



Obr. 4 Prekročená limitná hodnota olova (Pb) vo všetkých záujmových oblastiach



Obr. 5 Prekročená limitná hodnota chrómu (Cr) vo všetkých záujmových oblastiach

Možnosť vsakovania povrchovej vody z chodníkov a cesty v okolí budov je podľa odporúčaní na vsakovanie z citovanej dánskej normy nevhodné a presahuje povolené limity takmer vo všetkých zisťovaných ukazovateľoch. Na základe výsledkov je potrebný návrh vsakovacích objektov na redukciiu pritekajúcich dažďových vôd do kanalizačných sietí záujmových oblastí. Táto redukcia povrchových vôd má následne aj pozitívny vplyv na dotovanie podzemných vôd v daných lokalitách.

ZÁVER

Vo výskumnej práci sme sa zameriavalí na analýzu dažďových povrchových vôd s ohľadom na ich možný vsak do podzemných vôd. Dôvodom sú rôzne emisie a znečistenie v daných lokalitách a taktiež rôzne materiály vplývajúce na kvalitu dažďového odtoku (povrch ciest, povrch striech, frekvencovanosť premávky, priemyselné znečistenie). Zameriavalí sme sa na jednotlivé záujmové oblasti Slovenska, kde boli odobraté vzorky z povrchu cestných komunikácií a parkovísk počas daždivých dní. Chemická analýza vôd sa uskutočnila v laboratóriu Fakulty chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave v rozsahu: CHSK, Al^{3+} , Ni, Pb, Cu, Zn, Cr, Cd, Fe, a to štandardnými metódami.

Cieľom bolo posúdenie zrážkového odtoku a koncentrácie ťažkých kovov v jednotlivých záujmových lokalitách na Slovensku. Zároveň sme porovnávali prvý povrchový splach s odberom dažďovej vody po určitom čase, pričom boli viditeľné rozdielne výsledné hodnoty ťažkých kovov.

Druhotným cieľom bolo posúdiť hodnoty prvého splachu zrážkovej vody a ich koncentrácie ťažkých kovov, ktoré niekoľkonásobne presahujú limitné hodnoty, ktoré uvádza európska/dánska legislatíva pre kvalitu podzemných vôd. Zvýšenú hodnotu mali napríklad častice Fe, Al, Cu, Cr, Pb a Zn, ktoré môžu pochádzať z oderu pneumatík, povrchu komunikácií a parkovacích plôch.

Nakoľko sú hodnoty koncentrácie ťažkých kovov obsiahnuté vo vzorkách odobratých zo záujmových lokalít príliš vysoké, je potrebné navrhnúť pred filtrovaním dažďovej vody do podlažia

Tab. 4 Celkové posúdenie prekročených limitných hodnôt koncentrácií ťažkých kovov

Zájumová oblasť	Nikel	Olovo	Meď	Zinok	Chróom
	[mg/l]				
	Prekročenie limitných hodnôt				
	0,01	0,001	0,1	0,1	0,001
Spišská Stará Ves	0,091	0,101	0,163	0,266	0,032
Ružomberok	0,081	0,084	0,049	0,088	0,018
Bratislava – Slnecnice	0,294	0,13	0,29	0,185	0,022
STU – Imricha Karvaša	0,068	0,101	0,089	0,111	0,026
STU – Radlinského	0,028	0,099	0,088	0,053	0,024
Žilina	0,026	0,118	0,061	0,021	0,018
Bernolákovo	0,142	0,142	0,129	0,094	0,037

odlučovač ťažkých kovov a ropných látok. Na základe výsledkov zrážkovej vody a posúdenia ťažkých kovov sme vytvorili aj návrh vsakovacej ryhy, kde je zrejmá možnosť využitia vsakovacích objektov na redukcii prítokajúcich dažďových vôd do kanalizačnej siete z vybranej lokality v Bratislave. Táto redukcia povrchových vôd má následne aj pozitívny vplyv na dotovanie podzemných vôd v danej lokalite.

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla na základe podpory Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-18-0203 a podpory Vedeckej grantovej agentúry MŠVVaŠ SR a SAV projektu č. 1/0574/19.

Literatúra:

- [1] Stránský, D. a iní: Koncepte nakládání se srážkovými vodami v urbanizovaných povodích a východiska při plnění evropské a české legislativy [online]. Máj/2013. Dostupné na: h.dokumenty/pdf/f151_12-00-kabelkova-stransky-destove-vody.pdf <http://www.vystavavodka.cz/prezentace/zakaznici/vystavavodkal>
- [2] Novotná, J., Lubas, M., Kabelková, I.: Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR [online]. September/2015. Dostupné http://www.povis.cz/mzp/132/vsak_destovych_vod.pdf
- [3] Asociace čistírenských expertů České republiky, odborná skupina odvodňování urbanizovaných území. Metodická příručka posudzení systému urbanizovaných povodí.....[online].....Máj/2009.....Dostupné..na:http://www.opzp20072013.cz/souborkeztazeni/17/523701052009_metodicka_priučka_stokovy_system_090604.pdf
- [4] Česká společnost vodohospodářská ČSŠI za pomoci a spolupráce Jihočeského kraje. Vodní hospodářství obcí příručka pro obce. [online]. Jún/2016. Dostupné na: https://www.researchgate.net/profile/Miloslav_Sir/publication/25919380200/Vodni-hospodarstvi-obci-Handbook-of-water-management.pdf
- [5] Standard DWA-A 138E. April 2005. Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water
- [6] Vyhláška Ministerstva životného prostredia SR č. 532/2002 Z. z.
- [7] Vyhláška č. 268//2009 o technických požiadavciach na stavby (ČR)
- [8] Závěrečná správa geologických prieskumných prác pre objekt Technicom – TU Košice
- [9] DR6000 UV-VIS spektrofotometer s technológiou RFI https://sk.hach.com/dr6000-uv-vis-spektrofotometer-s-technologie-rfid/product?id=26370528091&fbclid=IwAR11ZMWrtNjtKDnWjE_6T-cL-c00kOn3e6CLMw0XQmMCvfZaoT7UskMmszo
- [10] Hlavínek, P., Mičín, J. a kol. 2006: Stokování a čištění odpadových vod. Brno: VÚT v Brně, 2006.



Zimná nálada, Peter Pokorný

Tuzemské nanogeokompozity ako alternatívne adsorbenty polutantov

prof. Ing. Eva Chmielewská, CSc.

Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského

ÚVOD

Amoniakálny dusík je primárnym produktom rozkladu väčšiny organických dusíkatých látok živočíšneho a rastlinného pôvodu. Antropogénnym zdrojom amoniakálneho dusíka organického pôvodu sú predovšetkým splaškové a poľnohospodárske odpadové vody a kalová voda z anaeróbnej stabilizácie čistiarenských kalov, ale aj priesaky z dusíkatých hnojív, priemyselné exhaláty a pod. Amónne zlúčeniny potenciálne vznikajú aj sekundárne v hlbších horizontoch chemickou redukciou dusičnanov pri styku vody s Fe(II) a Mn(II) minerálmi. Naopak, odstrániť amoniakálny dusík z vôd možno oxidáciou na vyššími oxidmi mangánu pokrytých povrchoch vodárenských filtrov. Katalyticky pôsobiaci MnO_2 v slabo alkalickom prostredí vôd teda zvyšuje jeho zachytávanie. Na obnovovanie tejto aktívnej vrstvy sa niekedy pridáva do upravovanej vody KMnO_4 . Amoniak pôsobí toxicky na ryby a zooplanktón (nie však vo forme NH_4^+), pretože preniká cez bunčné membrány (Pitter, 2009). Takmer všetky kovy a metaloidy sú prirodzene obsiahnuté minimálne v stopových množstvách v prírodných vodách v závislosti od geologického pozadia. Ich hlavným zdrojom sú odpadové vody z ťažby a spracovania rúd, hŕt, valcovní, fotografického, textilného a garbiarskeho priemyslu, ale aj z agrochemikálií, algicídnych preparátov, atmosférických exhalátov a z materiálov, s ktorými voda prichádza do styku v rozvodových potrubiach. S výnimkou alkalických kovov, vápnika a horčíka, stopové kovy podliehajú pomerne rýchlo hydrolýze za vzniku hydratovaných oxidov a môžu sa potom vylučovať ako karbonáty, fosforečnany a sulfidy. Väčšina kovov má komplexotvorné schopnosti, pričom ich značná časť býva viazaná v organických komplexoch.

S prehĺbujúcim poznaním nespočetných funkcií biologických systémov v poslednom čase významne narastá počet technologických postupov imitujúcich prírodné procesy. Uvedené štúdium biomineralizácie pomáha pochopiť aj princípy potenciálne využiteľné pri syntéze pokročilých adsorbentov alebo tzv. biomimetik. Takým biogénnym substrátom s hydrofilnými a permeabilnými vlastnosťami, ktoré pripomínajú mäkké tkanivá živočíchov, sú hydrogély. Preto sa povrchovo-aktívne látky (tenzidy) a polyelektrolyty ako oktaedecylamin (ODA alebo iné kvartérne amóniové bázy) používajú na hydrofobizáciu rôznych povrchov tuhých nosičov vrátane zeolitového, aby nenáročnou technikou LbL a samo usporiadaním svojich uhlíkovitých refazcov vytvorili buď jednovrstvové hydrofóbne, alebo viacvrstvové hydrofilné adsorbenty. Hore uvedené know-how sa špecificky na podmienky Slovenska a tuzemského tuфу aplikovalo už pred niekoľkými rokmi a získali sa cenné poznatky o degradovateľnosti

CHx refazcov vplyvom slnečného žiarenia a fotolýzy, preto sa odporúčili najmä ODA-hydrofobizované formy tuфу na budovanie podpovrchových izolačných bariér. Najďalej v pilotnom meradle pokročila v ich budovaní US-Bowmanova škola (Li & Bowman 1996, Sullivan et al. 1997). Kombinované zeolitové filtre pre selektívne vlastnosti klinoptilolitu ku toxickým kovom a anorganickým nutriénom (amoniaku a fosfátom) po ich hydrofobizácii prispievajú k výraznejšej valorizácii tohto prírodného zdroja pri alternatívnej úprave vôd (Chmielewská 2016) – obr. 1. EÚ Smernica 2013/39/EÚ odporúča sledovať vo vodách už 45 prioritných látok, v rámci ktorých sa spomínajú aj lieky ako diklofenak a antibiotiká. Biologický spôsob čistenia vôd aktivovaným kalom v závislosti od jeho veku a ďalších parametrov môže čiastočne znížiť koncentráciu farmaceutík vo vodách, nie však dostatočne. Ani membránové procesy nie sú na základe dobrej rozpustnosti týchto polutantov vo vodách dostatočne účinné, preto niektoré nemecké čistiare odpadových vôd (ČOV) už využívajú na ich odstránenie kombináciu ozonizácie a adsorpcie na aktívnom uhlí, čo je ekonomicky veľmi náročné (Dyachenko et al. 2017). Aj keď zamorenie povrchových vôd mikroplastmi nie je podľa EÚ projektu SAPEA pre človeka v súčasnosti akútne, treba perspektívne hľadať postup na ich odstránenie a rýchle stanovenie (Lares et al. 2018). V literatúre je ešte dosť rozporuplných údajov, avšak problém s intoxikáciou potravných refazcov obzvlášť u morských živočíchov je známy niekoľko rokov. Na základe nedávnych štúdií tráviaceho traktu ľudí, požívajúcich vody z PET fliaš a potraviny balené v plastoch, ako aj morské ryby, sa v 10 g ich stolice identifikovalo až niekoľko desiatok mikroplastov. Organizmy nižších foriem živočíchov osidlujúcich ČOV alebo moria majú údajne potvrdený výskyt tohto znečistenia v tráviacom trakte a zmeny behaviorálnych vlastností (Browne et al. 2011).

Vzhľadom na to, že v literatúre nebolo doposiaľ publikované rozsiahlejšie porovnanie adsorpčných vlastností našich dvoch najvýznamnejších zeolitových tufov (klinoptilolitu a mordenitu), ktoré sa v tomto prípade považujú za nanogeokompozity alebo matrice pokročilých adsorbentov, predmetom príspevku je stručné zhodnotenie výsledkov uskutočnených laboratórnych skúšok, ktoré objednal GP Banská Bystrica v rezorte vodného hospodárstva (Horváthová 1989, 1990). Ako modelové polutanty vôd sa zvolili amónny ión a širšie spektrum kationov kovov (Ag, Zn, Cs, Ba, Co, Hg, Pb, Cu). Z pohľadu využiteľnosti mordenitového tuфу na úpravu vody objednal Výskumný ústav vodného hospodárstva v Bratislave aj hygienickú expertízu tohto zeolitu vo Výskumnom ústave preventívneho lekárstva (VÚPL) v referenčnom laboratóriu pre prašnosť.

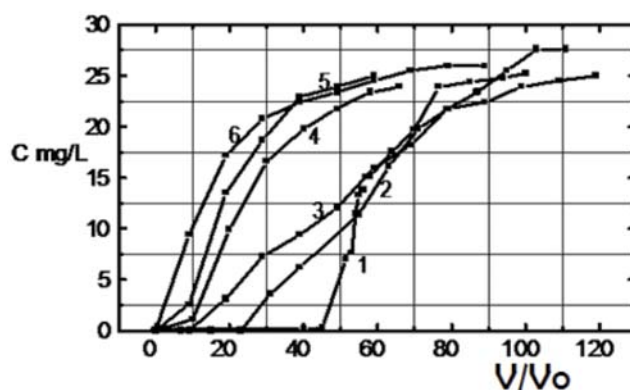
MATERIÁL A METÓDY

Prášková rtg analýza sa uskutočnila na prístroji Bruker D8 Advance s Cu antikatódou, Ni K_β filtrami a detektorom LynxEye pri napätí 40 kV a prúde 40 mA. IČ spektrá vzoriek sa zmerali na FTIR spektrometri Nicolet 6700 (Thermo Scientific) v transmisnom mode – technikou lisovania KBr tabletiiek. SEM snímky sa získali pomocou rastrovacieho elektrónového mikroskopu SEM, Hitachi TM 3000 s integrovaným EDS spektrometrom (EDS Oxford Instruments) a TG analýzy na prístroji SDT 2960, T. A. Instruments. Analýza amónnych iónov v modelových roztokoch sa vykonávala kolorimetricky s Nesslerovým činidlom pri vlnovej dĺžke 420 nm. Koncentrácia prevažnej väčšiny kovov ako Ag, Zn, Cu, Pb, Co a chromanu vo vodných roztokoch sa analyzovala plameňovou technikou na atómovom absorpčnom spektrometri AAS Perkin Elmer (Na⁺ a K⁺ emisnou spektrometriou), obsah Ca²⁺ a Mg²⁺ komplexometricky a Cs, Ba pomocou rádioindikátrovej metódy (spektrometrická sústava EG & G Berthold Ortec, USA) so scintilačným detektorom NaI (TI). Koncentrácia dusičnanu, síranu a chloridu sa stanovila pomocou izotachofórie (ITF) na prístroji ZKI 02 (Villa Labeco Spišská N. Ves). Adsorpčné experimenty v stacionárnom aj dynamickom režime sa realizovali konvenčným laboratórnym postupom.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

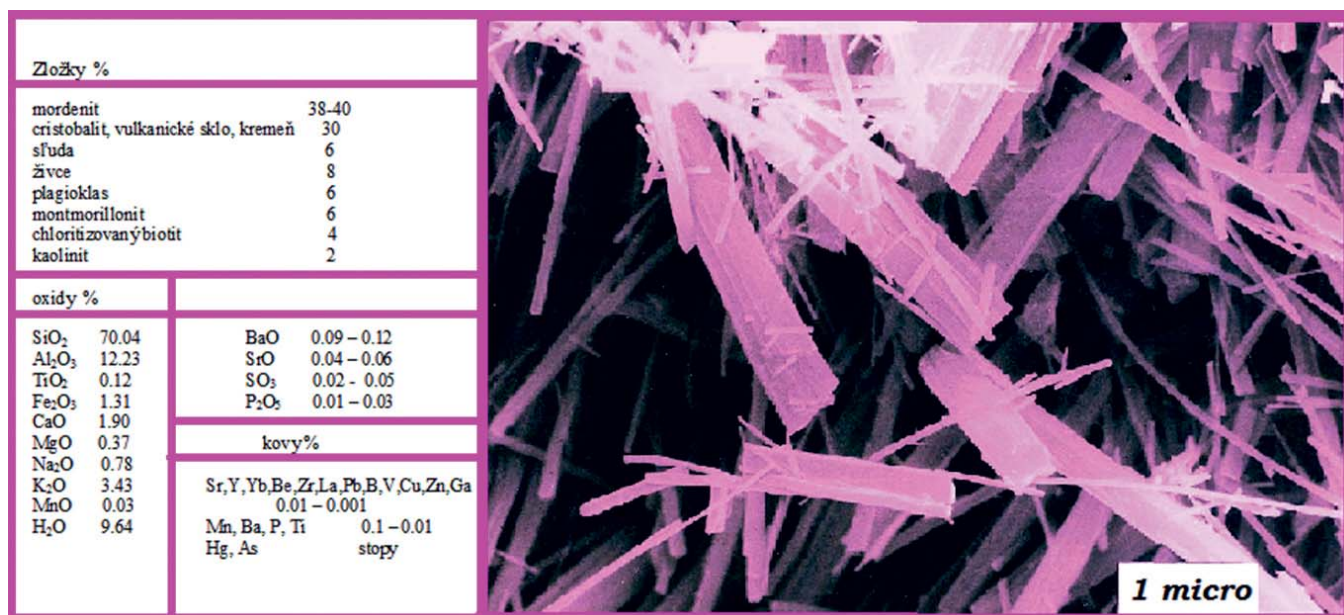
Tak ako povrch rastlinných a živočíšnych buniek pokrýva pre živé organizmy fyziologicky významná membrána, tak sa dnes v rámci novej vednej disciplíny biomimetiky (biomimiky) hľadajú možnosti, resp. z prírody sa imitujú nové návrhy analogických povrchov pri výrobe pokročilých adsorpčných materiálov. Takto funkcionalizované povrchy nanosené zväčša na anorganické matrice (jadro) sú budované prevažne z biopolymérnych látok tak, aby svojím zložením napodobnili funkcie membrán živých buniek, ako napr. superhydrofóbne, samočistiace, reologické, senzorické, anizotropné

a rezistentné voči tepelným a mechanickým vplyvom. Kým rastlinné membrány sú oproti živočíšnym podstatne jednoduchšie a takmer 10- až 100-násobne tenšie, vykazujú vyššiu pevnosť a stacionárnosť než tvarovateľné živočíšne membrány. V oboch prípadoch majú membrány živých organizmov okrem ochrannej funkcie aj funkciu selektívnej bariéry pre obojstranný prechod rôznych mechanicko-fyzikálnych stimulov, živín, exkrétov a bunkových metabolitov. Napríklad v súčasnosti aktuálne nanomateriály (biomimetiká sa považujú za 3. generáciu nanomateriálov) prestupujú údajne do cytosolu buniek aj iónovými kanálmi prostredníctvom proteínových prenášačov, tzv. akvaporínov. V posledných rokoch vo výskumnej oblasti rezonujú veľmi často nanomateriály, ktoré v kombinácii s tradičnými vodárenskými produktmi môžu potenciálne obohatiť sortiment adsorbentov a zefektívniť súčasné technológie.

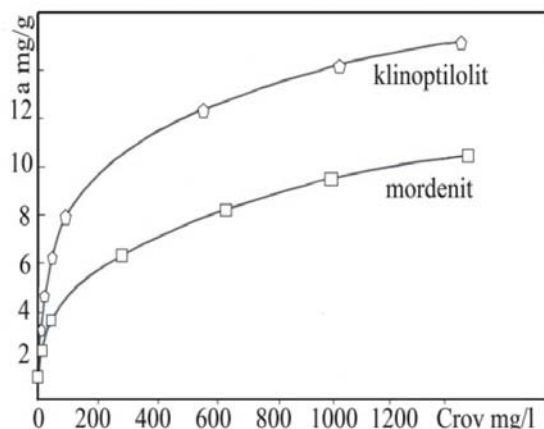


Obr. 1 Prienikové krivky pre odstraňovanie chromanu z vôd na ODA-klinoptilolite, (1) prvý cyklus, (2) spolu chroman a chlorid, (3) chroman a dusičnan, (4) druhý cyklus na chroman, (5) spolu chroman a síran, (6) spolu chroman, síran, dusičnan a chlorid

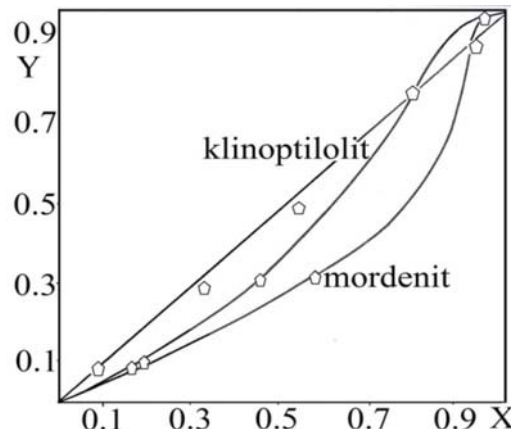
Žiaľ, vo výskume nanomateriálov je ešte stále mnoho nejednotných a rozporuplných výsledkov. Nanomateriály však získali atribút najpokročilejších materiálov storočia a do ich



Obr. 2 Mineralogicko-chemické zloženie a SEM snímka mordenitu Bartošova Lehôtka – Paseka



Obr. 3 Adsorpčné izotermy pre klinoptilolit a mordenit a vodný roztok NH_4Cl , $T = 23^\circ\text{C}$



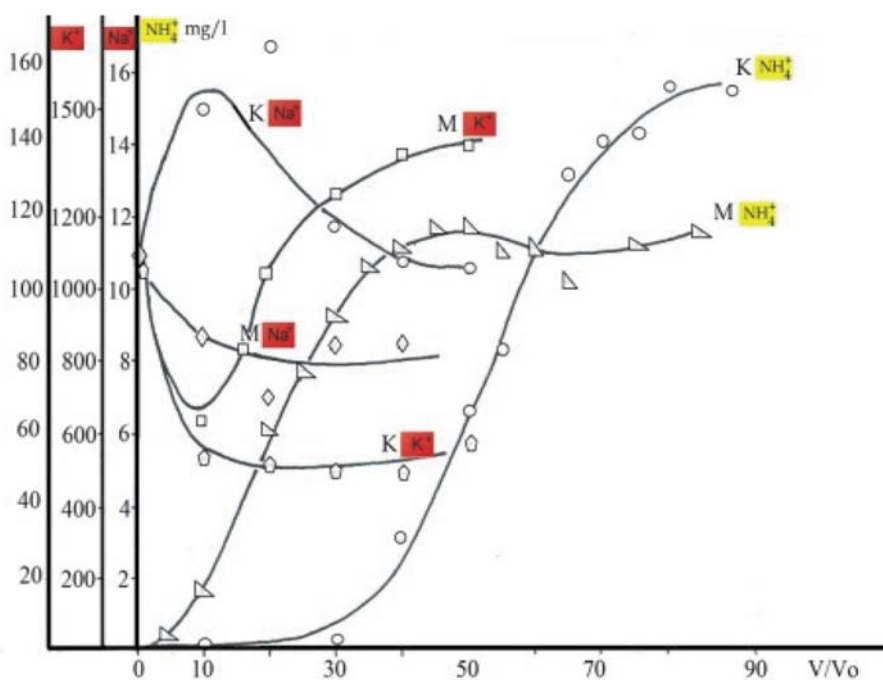
Obr. 4 Bezrozmerné izotermy iónovej výmeny pre zeolit a NH_4^+

výskumu sa už investovali miliardy US \$. V Európskej únii (EÚ) napr. program Horizon 2020 alokoval 110 miliárd US \$ len za obdobie 7 rokov, z toho 92 mil. na výskum vody. Spoločným cieľom týchto projektov je nájsť takú technológiu úpravy, resp. získavania pitnej vody, ktorá by bola čo najefektívnejšia a vykazovala by nízke výrobné náklady (No 1907/2006 of the European Parliament, Gehrke et al. 2015).

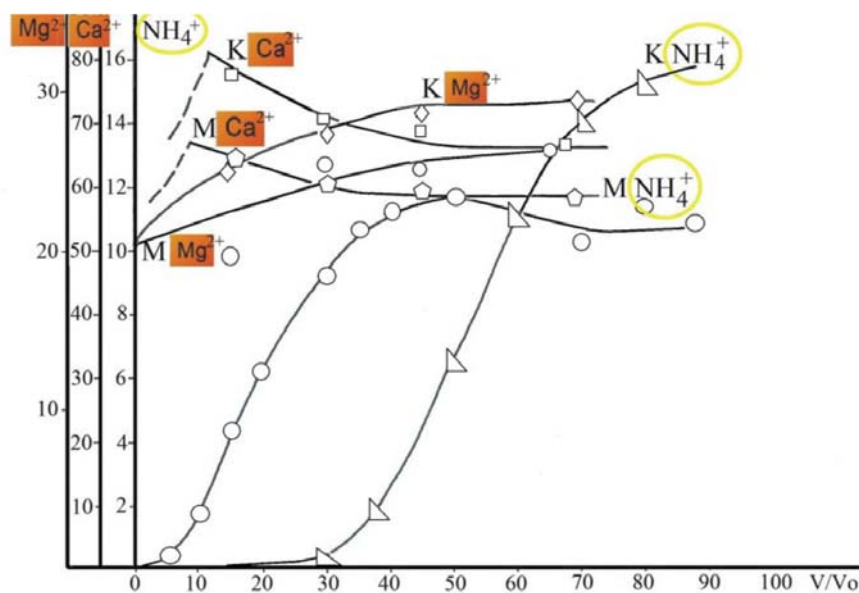
Zeolitové tufy na základe nanometrických veľkostí pórov a prítomnosti sprievodných minerálov nazýva vedecká komunita nanogeokompozitmi. Na Slovensku sa vyskytuje v ložiskovej akumulácii predovšetkým cca 50 rokov priemyselne využívaný klinoptilolit, ktorý sa odhaduje pre celú oblasť Nižný Hrabovec – Majerovce – Kučín na 150 mil. ton, a mordenit Bartošova Lehôtka – Paseka, ktorý podľa údajov (Zámeru, 2007) obsahuje cca 200 000 ton. Byšta, Sklené Teplice, Veľká Trňa a iné sú ložiskovo nevýznamné lokality. Tab. 1 (obr. 2) uvádza priemerné hodnoty mineralogicko-chemického zloženia mordenitového tufu z ložiska Bartošova Lehôtka – Paseka a SEM snímku jeho charakteristickej ihličkovitej morfológie. Pri porovnaní tohto zloženia

s klinoptilitovým tufom (Chmielewská, 2014) možno konštatovať, že mordenit zo stredného Slovenska (okr. Žiar n. Hronom) je o 30% až 40% chudobnejší na aktívnu zložku, navyše pomerne hojne obohatený o íly (obr. 2). S uvedeným zníženým obsahom mordenitu v tufe korešponduje aj jeho nameraná adsorpčná kapacita k amónnym iónom, ktorá v porovnaní s klinoptilolitom dosahuje viac ako o 30% nižšiu kapacitu (obr. 3). Bezrozmerné izotermy pre oba zeolity (obr. 4) poukazujú na rovnakú tendenciu selektivity k NH_4^+ , pričom táto je asi 2-násobne nižšia pre mordenit.

Pri určovaní fibrogénnych vlastností tufu sa v hornine stanovil obsah voľného kryštalického SiO_2 vo forme kremeňa pomocou rgt, IR a DTA analýz. Z expertízy vyplynulo, že posudzovaný mordenit neobsahoval viac ako 3% voľného kremeňa, resp. jeho modifikácií, a tak sa neklasifikoval ako fibrogénny. Na posúdenie karcinogenity tufu je rozhodujúci výskyt vlákien respirabilnej veľkosti s dĺžkou viac ako 5 a hrúbkou menej ako 3 mikrometre s ich vzájomným pomerom vyšším ako 3:1. Takéto vlákna sú svojou agresivitou porovnateľné s azbestom (krocidolitom). Na základe dokumentovaného výskytu vlákien



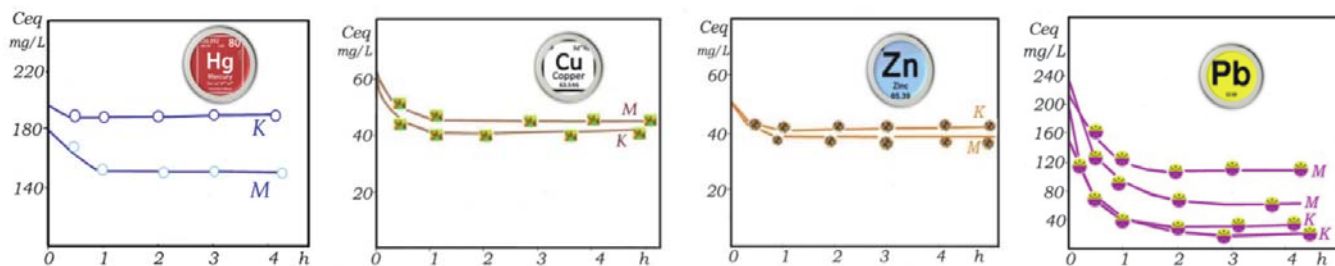
Obr. 5 Iónová výmena v roztoku NH_4Cl a elúcia Na^+ a K^+ počas filtrácie zeolitom (M – mordenit, K – klinoptilolit)

Obr. 6 Iónová výmena v roztoku NH_4Cl a elúcia Ca^{2+} a Mg^{2+} počas filtrácie zeolitom

respirabilnej veľkosti (SEM analýzy), ktoré výrazne pripomínali amfibólové azbesty (amozit, krocidolit), môže mať mordenit výrazný karcinogénny účinok.

Z metríky získaných vlákien sa však nepotvrdilo % prekročenia definovaných hodnôt respirability, t. j. mikrometrický podiel vlákien vo vzorke bol nízky, pričom podstatnú časť vytvárali častice v rozmedzí 0,2 – 0,6 mm. Napriek tomu podľa hygienickej expertízy (Juck, 1989) suchá manipulácia s mordenitom môže predstavovať isté riziko (norma na pitnú vodu pripúšťa vyšší výskyt azbestových vlákien než norma na ovzdušie – o cca 300-krát). Podľa publikovaných údajov (Smernica EÚ, 2003) býva najdôležitejším faktorom pre vznik rakoviny a mesotheliomu veľkosť a priemer vlákna. Všeobecne sa

z obr. 5, 6 v dynamickom (kolónovom) režime skúšok prejavil mordenit v porovnaní s klinoptilolitom podobné percentuálne zníženie kapacity k NH_4^+ , čo je v kvantitatívnej zhode s vyhotovenými izotermami. Na základe elúcie katiónov alkalických kovov a kovov alkalických zemín a ich koncentračnej zostupnosti z dynamického režimu oba zeolity možno klasifikovať ako $\text{Na} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg}$ formy, t. j. v roztoku NH_4Cl najintenzívnejšie dochádza k vylúhovaniu Na^+ iónov a k najslabšej elúcii Mg^{2+} iónov, pričom zastúpenie všetkých iónov okrem draslíka je pri klinoptilolite vyššie. Z ďalšieho sledovania selektívnych vlastností oboch tufov ku kovom (obr. 7) vyplýva, že mordenit preukázal vyššiu sorpčnú aktivitu ku Hg^{2+} a mierne vyššiu aj k Zn^{2+} než klinoptilolit.

Obr. 7 Závislosť rovnovážnej koncentrácie $\text{Hg}(\text{II})$, $\text{Cu}(\text{II})$, $\text{Zn}(\text{II})$ a $\text{Pb}(\text{II})$ z vodných roztokov od času na sledovaných vzorkách zeolitu (K – klinoptilolit, M – mordenit)

pokladajú dlhé vlákna za škodlivejšie než krátke, pričom tie s menším priemerom súvisia s mesotheliomom a dlhšie a širšie vlákna spôsobujú predovšetkým rakovinu pľúc. Ako vyplýva

Kým prírodný klinoptilolit vykazuje selektivitu v poradí: $\text{Cs}^+ > \text{Ag}^+ > \text{Pb}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{NH}_4^+ > \text{Zn} > \text{Co}^{2+}$, u prírodného mordenitu je selektívny rad nasledovný: $\text{Ag}^+ > \text{Zn}^{2+} > \text{Cs}^+$, $\text{Ba}^{2+} > \text{Co}^{2+}$.

ZÁVER

Voda je jednou z najdôležitejších zložiek životného prostredia a jej spotreba neustále rastie nielen so zvyšujúcim sa štandardom obyvateľstva, ale aj s demografickým prírastkom populácie na Zemi. Závažným problémom sa stáva eutrofizácia povrchových vôd spôsobená najmä dusičnanmi a fosforečnanmi, ktoré majú pôvod v intenzifikácii poľnohospodárskej výroby a používaní priemyselných agrochemikálií. Dávkovaním týchto priemyselných produktov, ale aj vplyvom samotnej priemyselnej činnosti sa do životného prostredia dostávajú mnohé cudzorodé látky a zlúčeniny ako napr. skleníkové plyny, freóny, perzistentné organické polutanty (POP), ťažké kovy, pesticídy, prašnosť, fotochemický smog, detergenty, nitrozoamíny, polyaromatické uhľovodíky (PAU) a podobné syntetické organohalogeny. Fenolické zlúčeniny

ako chlórphenol, trihalogénmetány a iné, ktoré môžu byť produktmi reakcií dezinfekčných prostriedkov a humínových látok, resp. iných živočíšnych metabolitov, sú preukázateľne karcinogénne.

Uvedený stručný prehľad výsledkov z porovnania adsorpčných vlastností dvoch prírodných zeolitov slovenského pôvodu – klinoptilolitu a mordenitu, ktorých pridaná hodnota sa môže zvýšiť ich modifikáciou, poukázal na viac ako 30% rozdiel v hodnotách iónovymennej kapacity k NH_4^+ v prospech klinoptilolitu, pričom kvantitatívne zhodnotenie adsorpcie kovov okrem Pb^{2+} a Hg^{2+} nebolo natoľko rozdielne. Mordenit dokázal odstrániť z vody dokonca podstatne viac kationov Hg^{2+} než klinoptilolit. Kým v prírodnej forme zeolit aniónové polutanty, okrem fosfátov, odstraňuje minimálne, hydrofobizovaný ODA-zeolit potvrdil vysokú účinnosť na širšie spektrum znečistenia.

Literatúra:

- Li, Z.; Bowman, R. S. 1996: Environ. Sci. Technol. 29, 2400.
- Sullivan, E. J., Hunter, D. B., Bowman, R. S. 1997: Clays and Clay Miner. 45, 42.
- Chmielewská, E. 2016: Biomimetika – synergia fyziologických procesov z prírody a súčasného biomolekulárneho inžinierstva pri vývoji proenvironmentálnych adsorbentov. In *Chemické Listy* 110, 563 – 569.
- Dyachenko, A., Mitchell, J., Arsem, N. 2017: Extraction and identification of microplastic particles from secondary wastewater treatment plant (WWTP) effluent. *Anal. Meth* (9), 1 412 – 1 418.
- Lares, M., Chaker Ncibi, M., Sillanpää, M., Sillanpää, M. 2018: Occurrence, identification and removal of microplastic particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology, *Water Research* 133, 236 – 246.
- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R. 2011: Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol.* 45 (21), 9 175 – 9 179.
- Horváthová, E. 1989: Modelové skúšky na úpravu a čistenie vôd mordenitom. B-PÚ-DOD-940.00.00. Záverečná správa úlohy Bartošova Lehôtka – Paseka č. 1188 1091 3232912561.
- Horváthová, E. 1990: Aplikovaný výskum úpravy fyz.-chemických vlastností pitných, resp. úžitkových vôd mordenitom. B-PÚ-DOD-869.00.00. Záverečná správa úlohy Bartošova Lehôtka – Paseka č. 1188 1091 3232912561.
- Chmielewská, E. 2014: Environmental zeolites and aqueous media. Examples of practical solutions. Bentham Science Publishers (Bentham eBooks), ISBN: 978-1-60805-933-1, 220 p.
- Pitter, P. 2009: *Hydrochemie*. 4. Aktualizované vydání. Vydavatelství VŠCHT Praha, ISBN 978-80-7080-701-9. 571 str.
- Zámer činnosti „Bartošova Lehôtka – Paseka – zeolit, príprava, otvárka a ťažba ložiska“, PKZ Keramika, Velké Leváre a ObÚŽP v Banskej Štiavnici, ENVIGEO, a. s., Banská Bystrica, č. j. 33-1104/465/Hu-Go/2007.
- Juck, A. 1989: Hygienické posúdenie prírodného zeolitu (mordenitu) z lokality Bartošova Lehôtka – Jastrabá, VÚPL Bratislava.
- Smernica EÚ č. 2003/18/ES o zákaze ťažby a spracovaní azbestu.
- Gehrke, I., Geiser, A., Somborn-Schulz, A. 2015: Innovations in nanotechnology for water treatment. Nanotechnology, Science and Applications. Dovepress 8, 1 – 17.
- European Parliament and Council. Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), <http://eur-lex.europa.eu/legal> Accessed July 24, 2014.

Zveme všechny biology, hydrology, hydrochemiky, pracovníky ve vodárenském průmyslu,
zástupce laboratoří, vědecké pracovníky a pracovníky vysokých škol
i vysokoškolské studenty uvedených odborů
k účasti na již tradiční konferenci

VODÁRENSKÁ BIOLOGIE 2020

5. – 6. února 2020
Interhotel Olympik, CONGRESS sál Artemis
U Sluncové 14A, Praha 8, 186 76

HLAVNÍ BLOKY KONFERENCE:

- Legislativa a normy, ukazatele kvality vod
- Biologické a mikrobiologické metody, metody molekulární biologie (teorie a praxe)
- Mikroskopie, digitální fotografie, analýza obrazů v technologii vod
- Detekční systémy a screeningové metody v hygieně vody
- Sucho, péče o zdroje vody, polutanty, pesticidy, sinice
- Nádrže, rybníky a koupaliště, vodní toky
- Biologie ve vodárenské praxi
- Biologie v čistírenské praxi, šedé vody
- Rezistentní organismy, geny rezistence
- Aplikovaná hydrobiologie a mikrobiologie
- Technologické procesy (ve vodárenství, čistírenství)
- Riziková analýza (WSP, HACCP) ve vodárenství
- Posterová sekce

Cirkulář s předběžnou přihláškou naleznete na stránkách www.ekomonitor.cz

Za programový a organizační výbor, kontaktní osoba: Bc. Alena Pecinová



Informácie o nových STN

Mgr. Daša Borovská

Výskumný ústav vodného hospodárstva

V novembri a decembri 2019 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN EN 14702-3: 2019 (75 7917) Charakterizácia kalov. Usadzovacie vlastnosti. Časť 3: Stanovenie zonálnej usadzovacej rýchlosti

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

STN EN ISO 9697: 2019 (75 7630) Kvalita vody. Celková objemová aktivita beta. Skúšobná metóda na hrubej vrstve

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN ISO 9697: 2019 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN ISO 9697: 2018.

STN EN ISO 8199: 2019 (75 7810) Kvalita vody. Všeobecné požiadavky a pokyny na stanovenie mikroorganizmov kultivačnými metódami

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

Vydáním STN EN ISO 8199: 2019 v slovenskom jazyku sa zrušilo vydanie tejto normy z mája 2019 v anglickom jazyku (normy sú identické, ide o preklad do slovenčiny).



Vodná stavba Ružiná, Pavel Hucko



