



7-8 / 2018

VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie



REG  TRANS - **rittmeyer**

KNOW - HOW
ZO SKÚSENOSTÍ



Myšlienka, návrh, projekt



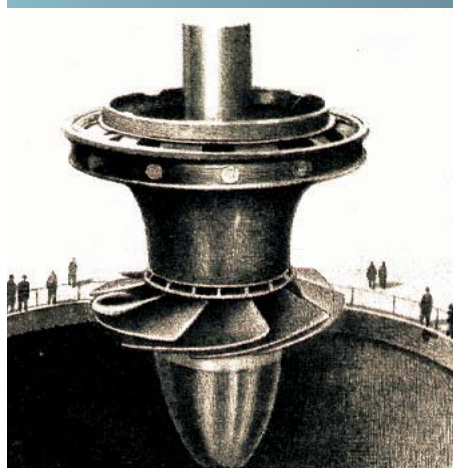
Inžinierska,
projektová
a dodávateľská
spoločnosť
v oblasti merania,
regulácie a riadenia
technologických procesov

Medzi energiou a spotrebiteľom

energetika

životné prostredie

hydrotechnika



Regotrans-Rittmeyer, spol. s r.o.
Pluhová 2
831 03 Bratislava
Slovenská republika

TEL/FAX:
+421-2-444 61612
+421-2-443 71766

E-mail:
office@regotrans-rittmeyer.sk
www.regotrans-rittmeyer.sk



Vážení kolegovia,
myslím, že môžeme spoločne konštatovať, že hydrologických extrémov nie sme ušetrení ani počas tohto leta. Príčinami povodní a sucha sú najčastejšie meteorologické podmienky, ktoré im predchádzajú. Fyziko-geografické a hydrologické podmienky územia môžu tento vplyv meteorologických pravok zosilniť alebo aj zmierniť. Ex-

trémne prejavy počasia v posledných rokoch, no najmä škody, ktoré s nimi súvisia, nútia odborníkov hľadať riešenia účinnej ochrany pred týmito extrémami. Význam takýchto riešení podčiarkuje klimatická zmena a dnes stále viac dokumentovaný nárast početnosti výskytu extrémnych zrážok, ako aj nárast výskytu dlhších bezzrážkových období a následného sucha. Zatiaľ čo v minulosti sme sa s hydrologickými extrémami stretali v plynulých sínusoidách striedania normálnych, suchých a vlhkých období, za posledných zhruba 20 rokov sa tempo striedania týchto období neuveriteľne zrýchlilo. Príkladom môže byť napokon aj tento rok, keď sme zo zimy vhupli priamo do leta a bojovali so suchom aj s povodňami. Ešte vypuklejšie môžeme tento fenomén sledovať, ak rozšírime pohľad zo Slovenska na región centrálnej Európy alebo celej Európy.

Povodne a sucha sú z vodohospodárskeho hľadiska dve najzávažnejšie charakteristiky limitujúce základnú vodohospodársku prax. Významne ovplyvňujú najmä disponibilitu vodných zdrojov a využívanie povrchových vôd. Pri povodniach je to najmä ochrana pred povodňovými škodami súvisiacimi s vybrežením toku a tiež pri ochrane urbanizovaných plôch, pri suchu sú obmedzenia najmä pri odberoch vody pre rôzne účely, pri energetickom a plavebnom využívaní tokov, pri zaúšťovaní kanalizačných výpusť, no problémy

nastávajú najmä pri zabezpečovaní minimálneho bilančného prítoku, teda pri posudzovaní ekologickej a estetickkej funkcie daného toku a tvorbe zdravého a vyváženého životného prostredia.

Ako to teda dnes vyzerá s predpovedaním meteorologických podmienok. Vyspelé predpovedné systémy (ECMWF) už počítajú sezónne výhľady vývoja hydrometeorologických účinkov na najbližších 8 týždňov. Udávajú vysokú/strednú/nízku pravdepodobnosť vysokej alebo nízkej vodnosti pre regióny Európy. Hranicou je 90%, resp. 10% priemernej týždennej vodnosti v danom regióne. Predpovede majú síce pomerne vysokú neistotu, ale slúžia ako podporná informácia pre poľnohospodárov a vodohospodárov. Tieto cenné informácie sa využívajú napr. pri závlahách, žatve, optimalizovaní retenčných priestorov v nádržiach a pod.

Krátkodobé predpovede (uverejňované aj na Internetových stránkach SHMÚ) dokážu predpovedať s predstihom najviac 10 dní, čo možno pomerne presne využiť pri predpovedaní výskytu povodní alebo sucha, a teda s dostatočným predstihom sa pripraví na záchranné práce, najmä v prípade povodní.

Veľmi krátkodobé predpovede (nowcasting) zase môžu odhaliť prítokovú povodeň, avšak s predstihom len 0,5-2 hodiny, čo je krátky čas, na to, aby sa dokázali zmobilizovať záchranné práce. Napomáhajú však pri ochrane zdravia a životov ľudí, pri organizovaní dopravy, špeciálne leteckej.

Najúčinnějšíou ochranou pred povodňami a suchom je prevencia. Napriek tomu nás výkyvy počasia budú čoraz častejšie stavať pred riešenia okamžitej situácie. Boj s počasím a prírodou nevyhráme, no aspoň čiastočne môžeme prispôsobiť svoj život a aktivity očakávaným zmenám a hlavne môžeme poznatky a skúsenosti z minulosti preniesť do ochrany v budúcnosti.

Ing. Danica Lešková, PhD.
Slovenský hydrometeorologický ústav

© Vodohospodársky spravodajca
dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie / ročník 61

Vydavateľ: Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku, Partizánska cesta 69, 974 98 Banská Bystrica, IČO: 30 841 721,
tel.: 048/41 48 742, www.zzv.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. 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., Mgr. Pavel Machava, RNDr. Oľga Majerčáková, CSc., Ing. Ivan Malinka, Ing. Jana Poárová, PhD., Ing. Peter Rusina, doc. RNDr. Ivona Škultétyová, PhD., Ing. Gabriel Tuhý, Dr. Ing. Antonín Tůma, RNDr. Andrea Vranovská, PhD.

Dátum vydania: júl 2018

Zodpovedný redaktor: Ing. Mária Rimarčíková

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

Príspevky sú recenzované.

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

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



Foto na 1., 3. a 4. strane obálky:
fragment banskoštiavnického tajchu
Veľká vodárenská, M. Rimarčíková

3 Úvodník Editorial

5 Projekt Darem Rehabilitačné opatrenia na vodnom toku Dunaj Darem Project Restoration measures on the Danube River I. Grundová, M. Tegelhoffová

8 Vodohospodárska výstavba prispeje k odbornosti vysokoškolákov. Water Management Construction contributes to the university students expertise.

9 Poznáme víťazov súťaže PRE VODU 2018 We know the winners of the FOR WATER 2018 Competition M. Ragalová

10 Zamestnanci VÚVH si aj tento rok prevzali ocenenie z rúk ministra životného prostredia SR László Sólymosa Water Research Institute employees received also this year the prize of the Minister of the Environment László Sólymos. M. Rimarčíková

11 9. výročné Fórum Stratégie Európskej únie pre región Baltského mora The 9th Annual Forum of the EU Strategy for the Baltic Sea Region M. Rimarčíková

11 Odovzdávanie 5. certifikátu EUR-ACE na Slovensku Submission of the 5th EUR-ACE certificate in Slovakia J. Krajčovič

12 Memorandum o spolupráci medzi Výskumným ústavom vodného hospodárstva a Výskumným ústavom vodohospodárskym T. G. Masaryka, v.v.i. Memorandum of cooperation among Water Research Institute in Bratislava and Water Research Institute T. G. Masaryk. M. Rimarčíková

13 Novinka v podobe knižného titulu J. Kriš

15 Odolnosť nádrže při změně klimatického systému Reservoir resistance in a changing climate system S. Paseka

23 Progresívne metódy odstraňovania mikropolutantov z odpadových vôd Progressive methods of micropollutants removal from wastewater D. Žabka, I. Horáková

28 Hybridní lineární stochastický předpovědní model pro řízení zásobní funkce nádrže Hybrid linear stochastic forecasting model for the management of reservoir storage function T. Kozel

35 Jubileum 75. rokov Jubilee 75 years J. Héthaši

36 Normy STN Slovak Technical Standards D. Borovská

Projekt DaReM

Rehabilitačné opatrenia na vodnom toku Dunaj



¹ Ing. Ingrid Grundová, ² Ing. Miroslava Tegelhoffová, PhD.

¹ Vodohospodárska výstavba, š. p., ² Agentúra rozvoja vodnej dopravy

ANOTÁCIA

Ďalším projektom na zabezpečenie plavebnej dráhy na vodnom toku Dunaj je DaReM – Rehabilitačné opatrenia na vodnom toku Dunaj. Projekt DaReM má prispieť k zabezpečeniu bezproblémovej medzinárodnej plavby po Dunaji odstraňovaním sedimentov zo zdrže Hrušov pri Bratislave. Celkový rozpočet projektu je 9 750 000 Eur. Projekt získal v roku 2017 grant z finančného nástroja Connecting Europe Facility vo výške 8 287 500 Eur, čo predstavuje 85 % z celkového rozpočtu projektu. Príspevok štátu je zvyšných 15 % (1 462 500 Eur). Cieľom projektu je rehabilitácia plavebnej dráhy medzinárodnej vodnej cesty, ktorá bola zanesená sedimentmi v dôsledku mimoriadnych povodňových udalostí.

ÚVOD

Medzinárodná vodná cesta Dunaj je súčasťou multimodálnej siete Rýn – Dunaj TEN-T koridoru. Preto má vyžívanie Dunaja ako dopravnej cesty mimoriadny hospodársky význam nielen pre podunajské, ale aj pre ostatné štáty. Medzi hlavné ciele projektu DaReM – Rehabilitačné opatrenia na vodnom toku Dunaj patrí zabezpečenie trvalo udržateľných podmienok plavebnej dráhy a zmiernenie negatívnych vplyvov sedimentácie v zdrži Hrušov v rozsahu rkm 1 845 až rkm 1 868, zvýšenie kvality a bezpečnosti plavby, odstránenie úzkych miest na slovenskej časti vodnej cesty Dunaj a vytvorenie podmienok pre spracovanie a zhodnotenie sedimentov vzhľadom na potreby prostredia a trhu.

SÚČASNÝ STAV

Po niekoľkých extrémnych záplavách sa parametre plavebnej dráhy a podmienky pre plavbu v oblasti zdrže Hrušov výrazne zhoršili. K zvýšeniu sedimentácie v mieste zdrže Hrušov došlo najmä po záplavách v rokoch 2003, 2009 a 2013. Počas týchto troch rokov, kedy boli záplavy obrovské, bola zdrž Hrušov zanesená v priemere počas jednej záplavy 1,91 mil. m³ sedimentmi. Okrem údržby je potrebné začať bagrovanie v oblasti začiatku zdrže Hrušov až po rkm 1 868. Obrovské množstvo sedimentov predstavuje nevládnuteľný problém z dôvodu zastaranosti strojov, ktoré má Slovenská republika. Pre niektoré plavidlá bola plytká voda v zdrži Hrušov príčinou niekoľkých nehôd. Kvôli nedostatočným plavebným parametrom musela byť plavebná dráha v zdrži Hrušov v roku 2016 premiestnená. Na vyriešenie tejto situácie je potrebné vytvoriť komplexné a dlhotrvajúce opatrenia, ktoré budú smerovať k udržateľnosti a pracovať so záplavovými sedimentmi v zdrži Hrušov.

Jedným z hlavných objektov sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros (SVDG-N), v ktorom sa realizuje

medzinárodná plavba na Dunaji je aj Zdrž Hrušov pozostávajúca z nasledovných stavebných objektov:

- pravostranná a ľavostranná hrádza zdrže,
- pravostranná hrádza na pravom brehu Dunaja,
- spojovacia hrádza s 1 odberným objektom Dobrohošť,
- pravostranný priesakový kanál s 8 vzdúvacími objektmi,
- ľavostranný priesakový kanál s 3 vzdúvacími objektmi

Zdrž Hrušov sa začína napojením na Prívodný kanál (PK). VD Gabčíkovo pri obci Kyselica – Dobrohošť a končí približne v rkm 1 860 Dunaja. Hrádze zdrže Hrušov sú vybudované na definitívnu kótu vzdutia 131,10 m Bpv a zabezpečujú odvedenie povodňových prietokov pri max. hladine 131,50 m Bpv pri stupni Čunovo.

Ľavostranná hrádza zdrže začína km 0,00 napojením na ľavostrannú hrádu prívodného kanála. Je situovaná v katastrálnom území obcí Báč, Mliečno, Čilistov, Hamuliakovo a Podunajské Biskupice. Končí v km 25,642 pri prístavisku Bratislava.

Pravostranná hrádza zdrže sa začína napojením na spojovaciu hrádu v km 2,958 a sleduje ľavý breh Dunaja až po rkm 1 851,75, kde je vybudovaný stupeň Čunovo. Tento úsek hrádze je označovaný ako pravostranná hrádza na ľavom brehu Dunaja (PHLBD) a má dĺžku 10,4 km. Súčasťou pravostrannej hrádze na ľavom brehu Dunaja sú aj smerné stavby.

Objekty stupňa Čunovo sú napojené na pravostrannú hrádu zdrže Hrušov prostredníctvom pravostrannej hrádze na pravom brehu Dunaja dl. 500 m. Pravostranná hrádza zdrže Hrušov má dĺžku 17 km a je napojená na pravostrannú ochrannú hrádu Dunaja v lokalite mesta Bratislava (Starý most).

Na odvedenie priesakov sú na vzdušnej strane hrádz vybudované priesakové kanály, ktoré odvádzajú priesakové vody. Charakteristické hladiny, plochy a objemy zdrže Hrušov:

- | | |
|---|--------------|
| • max. povolená hladina | 131,50 m Bpv |
| • max. prevádzková hladina v rkm 1 851,75 | 131,10 m Bpv |
| • min. prevádzková hladina v rkm 1 851,75 | 130,10 m Bpv |



Obr. č. 1 Zdrž Hrušov a Areál vodných športov



Obr. č. 2 Zdrž Hrušov – VD Čunovo

- min. prevádzková hladina v rkm 1 851,75 /výnimočný stav/ 128,20 m Bpv
- plocha zdrže Hrušov pri maximálnej prevádzkovej hladine 2 518 ha
- objem zdrže Hrušov pri maximálnej prevádzkovej hladine 110,831 mil. m³
- objem zdrže Hrušov pri minimálnej prevádzkovej hladine 83,901 mil. m³
- objem zdrže Hrušov + prírodný kanál pri max. prevádzkovej hladine 195,581 mil. m³
- objem zdrže Hrušov + prírodný kanál pri min. prevádzkovej hladine 160,881 mil. m³
- úžitkový objem zdrže Hrušov + prírodný kanál 34,700 mil. m³

V stále sa meniacej rieke Dunaj so štrkovými náplavami na dne sa nedarilo dlho vytvoriť spoľahlivú a bezpečnú plavebnú dráhu. Dunaj sa odkláňa zo zdrže Hrušov cez prírodný kanál, hydrocentrálu Gabčíkovo a odpadový kanál, ktorý sa pri obci Šap opätovne spája so starým korytom Dunaja. V zdrži Hrušov vybudovaná plavebná kyneta zabezpečuje už od kóty hladiny v zdrži 128,20 m Bpv minimálnu plavebnú hĺbku 25 dm. Dĺžka plavebnej kynety v zdrži Hrušov je 13,6 km, so šírkou v dne 180,0 m a je napojená na koryto Dunaja v rkm 1 853,0.

V samotnej zdrži Hrušov sú prietokové rýchlosti menšie ako v pôvodnom koryte Dunaja, čo má za následok pri tak štrkonosnom toku ako je Dunaj, ich prirodzené a roky trvajúce usadzovanie na dne zdrže. Z meraní, ktoré sa v zdrži pravidelne uskutočňujú, vychádza maximálna hrúbka nánosov sedimentov miestami až do 2,5 m. Kvôli bezpečnosti plavebnej dráhy je nutné ich každoročne odstraňovať. Len v priebehu minulého roka bolo z plavebnej dráhy v zdrži Hrušov odbagrovaných cca 300 000 m³ sedimentov a pred samotných objektov vodného diela (VD) Čunovo to bolo 50 000 m³, ktoré boli odstránené priamo pred hydrotechnických zariadení, ktorými je zabezpečované prepúšťanie vody do starého koryta Dunaja.

Práve z tohto dôvodu je odstraňovanie sedimentov z toku Dunaj, či už v zdrži, prírodnom kanáli, odpadnom kanáli alebo priamo pred objektom VD Čunovo a VD Gabčíkovo nevyhnutnou skutočnosťou, ktorú treba každoročne zabezpečovať.

KLÚČOVÉ FAKTY

Projekt DaReM – Rehabilitačné opatrenia na vodnom toku Dunaj v rámci tretej výzvy Nástroja na prepájanie Európy (Connecting Europe Facility) bol schválený 7. 2. 2017. Prijímateľom projektu je Ministerstvo dopravy a výstavby SR, ktoré spolu s implementačnými subjektmi Agentúrou rozvoja vodnej dopravy, VODOHOSPODÁRSKOU VÝSTAVBOU, ŠTÁTNY PODNIK a Slovenským vodohospodárskym podnikom, štátny podnik zabezpečia implementáciu projektu. Celkový rozpočet projektu je 9 750 000 Eur, z toho 85% je financovaných

z nástroja na prepájanie Európy, čo predstavuje 8 287 500 Eur. Príspevok štátu je zvyšných 15% (1 462 500 Eur). Predpokladané trvanie projektu je od 7. 2. 2017 do 31. 12. 2020.

AKTIVITY V RÁMCI PROJEKTU

1. Projektový manažment – táto aktivita pokrýva celkové riadenie projektu, prípravu reportov, komunikáciu a prezentovanie projektu. Tím projektového manažmentu je zodpovedný za koordináciu a realizáciu projektu a pozostáva zo zástupcov prijímateľa a implementačných subjektov.
2. Štúdie – táto aktivita má 2 pod-aktivity. Prvá pod-aktivita sa týka štúdie rehabilitačných opatrení na Dunaji, druhá sa týka štúdie využitia sedimentov. Súčasťou prvej štúdie je aj posúdenie na životné prostredie EIA.
3. Verejné obstarávanie – v rámci projektu DaReM majú byť vyhlásené 3 verejné obstarávania. VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, š. p. dá vypracovať štúdiu rehabilitačných opatrení na Dunaji a Posúdenie na životné prostredie EIA – Environmental Impact Assessment, štúdiu využitia sedimentov a tiež verejné obstarávanie na zariadenia, ktoré budú potrebné pri pilotnej prevádzke rehabilitačných opatrení. Na základe týchto štúdií bude zrejmé, ako sa bude nakladať s vybagrovanými sedimentmi. Štúdia využitia sedimentov bola vyhlásená dňa 6. 3. 2018 vo vestníku verejného obstarávania SR. Verejné obstarávanie pre zariadenia bolo začaté a vyhlásené dňa 11. 4. 2018 v Európskom vestníku a dňa 12. 4. 2018 vo vestníku verejného obstarávania SR. Verejné obstarávanie štúdie rehabilitačných opatrení bude spustené v priebehu mája 2018.
4. Pilotné aktivity a realizácia – cieľom tejto aktivity je realizovať pilotné opatrenia na rehabilitáciu bagrovaním a tým zintenzívniť plavbu v oblasti Hrušovskej zdrže. Druh rehabilitačných prác, ktoré bude potrebné vykonať, bude definovaný v štúdii rehabilitačných opatrení.
5. Hodnotenie a odporúčanie – táto aktivita zahŕňa posúdenie efektívnosti pilotných opatrení. Výsledkom bude plán hodnotenia a posúdenia efektívnosti rehabilitácie bagrovaním na zabezpečenie celoročnej plavby a dobrých podmienok pre plavbu.

ZÁVER

Projekt DaReM – Rehabilitačné opatrenia na vodnom toku Dunaj predstavuje zabezpečenie trvalo udržateľných podmienok plavebnej dráhy a zmiernenie negatívnych vplyvov sedimentácie v zdrži Hrušov, zvýšenie kvality a bezpečnosti plavby, odstránenie úzkych miest na slovenskej časti vodnej cesty Dunaj a vytvorenie podmienok pre spracovanie a zhodnotenie sedimentov vzhľadom na potreby prostredia a trhu.

Foto: archív VV, š. p.

Vodohospodárska výstavba prispeje k odbornosti vysokoškolákov.

Študentov STU zapojí do praxe a získať môžu aj trvalé zamestnanie.

- Štátny podnik VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, š. p. si bude vychovávať odborníkov už počas ich štúdia na vysokej škole.
- Podnik podpísal dodatok k Rámcovej dohode o spolupráci so Stavebnou fakultou Slovenskej technickej univerzity (STU) v Bratislave.
- Študentom a študentkám STU sa tak otvára ďalší priestor na získanie praktických zručností.
- Medzi projektmi, do ktorých sa študenti môžu zapojiť, je napr. modernizácia objektov Vodného diela Gabčíkovo.

Príležitosť pretaviť vedomosti do praxe a možnosť získať trvalú prácu. To je cieľom podniku VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, ŠTÁTNY PODNIK (VV, š. p.). Generálny riaditeľ VV, š. p. Ing. Daniel Kvocera a dekan Stavebnej fakulty STU v Bratislave prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD. dňa 3. mája 2018 podpísali dodatok k Rámcovej dohode o spolupráci, ktorý zefektívni zapájanie študentov do praxe. Študenti môžu získať aj trvalé zamestnanie.

projekty v histórii Vodného diela Gabčíkovo – generálnu opravu Vodnej elektrárne a projekt Inovácia a modernizácia plavebných komôr. Práve práca na týchto projektoch, ale aj ďalších aktivitách v podniku so 65-ročnou tradíciou, môže prispieť k tomu, aby sa zo študentov stali v budúcnosti tí najsú-

senejší odborníci vo svojom odbore. Šikovných a schopných ľudí potrebuje spoločnosť ako vodu. Ak študenti ukážu svoje kvality a chuť pracovať vo vodnom hospodárstve, budem veľmi rád, ak rozšíria naše rady," povedal generálny riaditeľ VV, š. p. Daniel Kvocera.

Rector Slovenskej technickej univerzity prof. Ing. Robert Redhammer, PhD. i dekan Stavebnej fakulty STU prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD. sú takejto spolupráci otvorení.

„Ponuku Vodohospodárskej výstavby na spoluprácu pri výchove odborníkov v oblasti vodných stavieb vítame. Vzdelávanie na Slovenskej technickej univerzite je postavené na praxi, naši študenti riešia v rámci štúdia a záverečných prác praktické zadania, pričom využívajú laboratória fakulty. Silnou stránkou Stavebnej fakulty STU už od jej založenia je expertízna činnosť – od posudzovania kvality stavieb či stavebných materiálov až po výskum inovácií v stavebníctve a do týchto činnos-

tí študentov zapájame. Objemom práce pre prax patrí naša fakulta dlhodobo k najvýkonnejším akademickým súčastiť na Slovensku," povedal dekan Stavebnej fakulty STU Stanislav Unčík.

Študent 2. ročníka inžinierskeho štúdia študijného odboru vodné stavby Adrián Borák začal pracovať vo Vodohospodárskej výstavbe, š. p. popri štúdiu od februára tohto roka. Získanú prax oceňuje.

„Som spokojný, pracujem 2 až 3 dni v týždni, takže mi to vyhovuje aj z hľadiska školských povinností. V rámci práce



Zľava Generálny riaditeľ VV, š. p. Ing. Daniel Kvocera a dekan Stavebnej fakulty STU prof. Ing. Stanislav Unčík, PhD.

Šikovných mladých ľudí, ktorí sa chcú stať odborníkmi vo vodohospodárskej problematike treba podľa generálneho riaditeľa štátneho podniku Vodohospodárska výstavba jednoznačne podporiť.

„Na základe priaznivých skúseností so Stavebnou fakultou Slovenskej technickej univerzity sme sa rozhodli, že možnosť spolupráce s akademickou pôdou rozšírime, sprehladníme a zintenzívňime. Som presvedčený, že Vodohospodárska výstavba má čo mladej generácii vodohospodárov ponúknuť. V súčasnosti máme pred sebou dva najväčšie modernizačné

vykonávam merania týkajúce sa technicko-bezpečnostného dohľadu na Vodnom diele Žilina, ale množstvo cenných poznatkov získavam aj od starších kolegov“.

V rámci nového projektu môžu vysokoškoláci okrem práce na dohodu, požiadať VV, š. p. aj o odbornú stáž, odborné poradenstvo pri príprave diplomovej práce, či o odborné exkurzie. V zmysle Dodatku k Rámcovej dohode platí, že Stavebná fakulta STU v prípade záujmu o odborné aktivity realizované vo VV, š. p. predloží štátnemu podniku písomnú požiadavku minimálne mesiac pred plánovaným začiatkom aktivity študenta.

Obe inštitúcie spolupracovali už v minulosti, najmä pri konkrétnych výskumných či inžinierskych projektoch. Dodatkovo sa však intenzita spolupráce a možnosti pre študentov zásadne rozširujú. Študentom sa tak otvára priestor získať skúsenosti, ktoré ich môžu zaradiť medzi odbornú elitu v oblasti vodného hospodárstva.

Projekt už stihol zaznamenať prvé úspechy – dvoch prijatých absolventov a viacerých študentov so záujmom o prácu v podniku VODOHOSPODÁRSKA VÝSTAVBA, ŠTÁTNY PODNIK.

Foto: archív STU v Bratislave

Poznáme víťazov súťaže PRE VODU 2018

Mgr. Martina Ragalová
Nadácia Ekopolis

Dňa 4. mája 2018 sa uskutočnilo vyhodnotenie súťaže PRE VODU v rámci Ekotopfilm – Envirofilm v Bratislave. Do súťaže sa zapojili v dvoch kategóriách mladí ľudia i školské tímy, dokopy s deviatimi súťažnými návrhmi zodpovedného hospodárenia s vodou. Súťaž organizuje Nadácia Ekopolis s finančnou podporou Nestlé a jej cieľom je prepojiť mladých aktívnych ľudí a absolventov s tými, ktorí hľadajú riešenia konkrétnych problémov s vodou vo svojom okolí.

„Mám radosť, že v letošnom ročníku se opět sešly kvalitně zpracované projekty, které pomáhají řešit problémy s vodou ať už přímo na toku, v obci, či v konkrétní zahradě. Ochrana přírodních zdrojů, jejich efektivní využití a nakládání s nimi je jednou z priorit Nestlé a je také součástí naší společenské zodpovědnosti,“ hovorí Martina Šilhánová, manažérka spoločenskej zodpovednosti Nestlé Česko a Slovensko.

Samosprávy, mimovládne organizácie, školy a iné subjekty mali možnosť prihlásiť ešte v minulom roku konkrétne problémové situácie zo svojho okolia. Tie následne riešili mladí ľudia v dvoch súťažných kategóriách – školské tímy tvorené študentami vysokých škôl a univerzít pod vedením skúseného pedagóga a otvorená kategória pre skupiny i jednotlivcov do 30 rokov. Všetci pracovali na svojich nápadoch až do uzávierky 22. marca 2018. Z prihlásených návrhov vybrala odborná komisia 8 finalistov.

OTVORENÁ KATEGÓRIA:

Attila Tóth: Revitalizácia verejného priestoru s rybníkom v obci Maňa

Júlia Bobříková, Barbora Kubická: Voda pre záhradu, záhrada pre všetkých

Michal Tomlajn: Protipovodňové a vodozádržné opatrenia pre obec Utekáč

Adam Repel: Obnova častí mŕtveho ramena Tice

Ágnes Agócssová: Obnova ramena Hrona pri Rudne

KATEGÓRIA ŠKOLSKÝCH TÍMOV

Návrh vodozádržných opatrení na toku Trnávka, STU Bratislava

Jazierko v ČOV Rakytovce, UMB Banská Bystrica

Analýza príčin povodní v obci Utekáč, FEE TU Zvolen

Finále súťaže sa uskutočnilo 4. mája 2018 v priestoroch hotela TATRA v Bratislave, kde finalisti prostredníctvom prezentácií osobne predstavili svoje súťažné návrhy. Tri najlepšie návrhy mladých ľudí z otvorenej kategórie ocenila odborná porota odmenami 1 000 eur, 500 Eur a 200 Eur. Víťazný tím z kategórie školských tímov získal cenu 1 000 Eur.

VÍŤAZI SÚŤAŽE

Otvorená kategória:

1. miesto: Attila Tóth: Revitalizácia verejného priestoru s rybníkom v obci Maňa

2. miesto: Ágnes Agócssová: Obnova ramena Hrona pri Rudne

3. miesto: Adam Repel: Obnova častí mŕtveho ramena Tice

Kategória školských tímov:

1. miesto: Návrh vodozádržných opatrení na toku Trnávka, STU Bratislava

Po skončení súťaže dostali navrhovatelia zadanie všetky súťažné návrhy, ktoré budú môcť využiť pre riešenie problémov s vodou vo svojom okolí tak, ako budú potrebovať.

Viac informácií o súťaži „Pre vodu 2018“ získate u programovej manažérky Martiny B. Paulíkovej na paulikova@ekopolis.sk, prevodu@ekopolis.sk a na www.sutazprevodu.sk.

Zamestnanci VÚVH si aj tento rok prevzali ocenenie z rúk ministra životného prostredia SR László Sólymosa

Ing. Mária Rimarčíková

Výskumný ústav vodného hospodárstva

Už od roku 1999 sú každý rok oceňovaní tí, ktorí sa svojou prácou, odbornosťou a prístupom významnou mierou podieľajú na zlepšovaní životného prostredia. Môžeme medzi nich zaradiť aj **Ing. Katarínu Holubovú, PhD.**, ktorá bola ocenená cenou ministra v kategórii jednotlivci za dlhodobý prínos v oblasti aplikovaného výskumu hydrológie povrchových vôd, riečnych procesov, morfológie vodných tokov a nádrží, transportu sedimentov, revitalizácii tokov a mokradí.

Čestné uznanie bolo za VÚVH udelené **RNDr. Andrei Vranovskej, PhD.** za prínos v oblasti realizácie medzinárodných projektov a podpory implementácie Stratégie EÚ pre Dunajský región, Prioritnej oblasti 4 „Kvalita vôd“ a **Ing. Angeli-ke Kassai, Ph.D.**, ktorá počas svojej vedecko-výskumnej práce riešila aktuálne úlohy vyplývajúce z potrieb implementácie Rámцovej smernice o vode a ďalších európskych smerníc. Venuje sa organizácii Proficiency testing v oblasti chemických, biologických metód a v oblasti odberu vzoriek vody.

Medzi trinástimi odborníkmi, ktorí získali ďakovné listy boli **Ing. Miroslav Lukáč, PhD.**, za dlhodobý prínos v oblasti aplikovaného výskumu transport sedimentov vo vodných tokoch, zanášanie vodných nádrží, revitalizácie vodných tokov a ochrana pred povodňami a **Ing. Peter Tarábek, Ph.D.**, ktorý sa venuje vývoju, validácii, verifikácii hydroanalytických metód a zavádzaniu najnovších analytických metód a postupov do analytickej praxe v súlade s príslušnými smernicami EÚ, a to v oblasti organickej stopovej analýzy. Zastupuje Slovenskú republiku v pracovnej skupine Európskej komisie „Chemicals“ a zároveň reprezentuje Národné referenčné laboratórium pre oblasť vôd na Slovensku a aktívne pracuje v medzinárodnej asociácii európskych laboratórií Norman.

Všetkým oceneným srdečne gratulujeme.

Foto: M. Calčík



Generálna riaditeľka VÚVH spolu s ocenenými zamestnancami

9. výročné Fórum Stratégie Európskej únie pre región Baltského mora

Ing. Mária Rimarčíková

Výskumný ústav vodného hospodárstva

9. výročné Fórum Stratégie Európskej únie pre región Baltského mora (EUSBSR) sa konalo 4. – 5. júna 2018 v estónskom Tallinne.

Fórum bolo zvolané Ministerstvom zahraničných vecí Estónska spolu s Fórum Baltského rozvoja. Jeho príprava prebiehala v úzkej spolupráci s Európskou komisiou, Ministerstvom životného prostredia a ďalšími partnermi. Stretlo sa približne 770 účastníkov z rôznych oblastí – vlády, medzinárodných a neziskových organizácií, univerzít, regionálnych komerčných inštitúcií – aby diskutovali o výzvach v regióne Baltského mora. Hlavnou témou tohoročného fóra bolo „región Baltského mora po roku 2020“. Diskutovalo sa o tom, ako zlepšiť

implementáciu EUSBSR v rámci budúcej Kohéznej politiky EÚ. Jednou z tém bol aktuálny stav ekosystému v oblasti Baltského mora, ale aj otázka ako posunúť tento región v oblasti globalnej digitalizácie.

Slovenskú časť koordinačného tímu prioritnej oblasti 4 „kvalita vôd“ Dunajskej stratégie reprezentovali Ing. Ľubica Kopčová, PhD., generálna riaditeľka Výskumného ústavu vodného hospodárstva a RNDr. Andrea Vranovská, PhD. tiež z VÚVH, ktorá v rámci workshopu „EÚ makroregionálne stratégie: učíme sa zo skúseností“ prezentovala možnosti spolupráce v rámci Dunajskej stratégie a Stratégie Baltského mora.

Odovzdávanie 5. certifikátu EUR-ACE na Slovensku

Ing. Jozef Krajčovič, CSc.

Zväz slovenských vedeckotechnických spoločností

Zväz slovenských vedeckotechnických spoločností (ZSVTS) získal medzinárodnú licenciu na hodnotenie kvality technických študijných programov podľa kritérií stanovených organizáciou ENAEE (Združenie európskych akreditačných agentúr). Ide o medzinárodnú akreditáciu, ktorou sa potvrdzuje, že predmetný študijný program spĺňa podmienky kladené na obdobné študijné programy v rámci Európy.

Hlavnou podmienkou pre získanie certifikátu bolo vykonanie pilotných akreditácií, ktoré sa úspešne realizovalo na STU Bratislava a TU Košice. **Akreditačné centrum ZSVTS (AC ZSVTS) je 14-ou akreditačnou agentúrou v Európe, ktorá môže vydávať certifikáty so značkou EUR ACE technickým študijným programom nielen na Slovensku, ale aj v Európe.**

Slávnostné odovzdanie, v poradí piateho certifikátu so značkou kvality EUR ACE, sa uskutočnilo dňa 14. 6. 2018 v Bratislave. Tento certifikát získal inžiniersky študijný program Pozemné stavby, ktorý realizuje Stavebná fakulta Technickej univerzity v Košiciach.

Na prevzatí certifikátu sa za Stavebnú fakultu TU v Košiciach zúčastnili a prevzali ho:

prof. Ing. Vincent Kvočák, PhD., dekan fakulty

prof. Ing. Mária Kozlovská, PhD., prodekanka pre vzdelávanie

Podujatia sa zúčastnili zástupcovia menovanej fakulty, ako aj pozvaní zástupcovia ostatných slovenských technických fakúlt, ktoré sú zapísané v Indexe FEANI (Európska inžinierska federácia).

Odovzdávania sa za ZSVTS aktívne zúčastnili členovia Akreditačného centra ZSVTS, členovia Predsedníctva ZSVTS a zástupcovia médií.

Vedenie ZSVTS na podujatí aktívne zastupovali:

prof. Ing. Dušan Petráš, PhD., EUR ING, prezident ZSVTS

Ing. Božena Tušová, viceprezidentka ZSVTS pre vedu, techniku a vzdelávanie

Ing. Pavol Radič, EUR ING, viceprezident ZSVTS pre investičné a rozvojové aktivity

Ing. Anton Bittner, MBA, riaditeľ ZSVTS

Značka EUR-ACE® je Európskou komisiou zahrnutá medzi „**European Quality Labels**“, čo garantuje kvalitu inžinierskeho študijného programu a súčasne zaistuje vedeckú a akademickú kvalitu študijného procesu, pričom potvrdzuje praktické znalosti a zručnosti absolventov pre ich budúce zamestnanie. Medzinárodná akreditácia je trendom, ktorý bol prezentovaný v Programovom vyhlásení vlády SR (časť VŠ) s cieľom zabezpečenia nezávislého hodnotenia úrovne poskytovaného vysokoškolského vzdelávania z pohľadu zaistenia kvality v európskom vysokom školstve.

Memorandum o spolupráci medzi Výskumným ústavom vodného hospodárstva a Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i.

Ing. Mária Rimarčíková

Výskumný ústav vodného hospodárstva

Dňa 31. mája 2018 bolo v Prahe podpísané memorandum o spolupráci medzi Výskumným ústavom vodného hospodárstva a Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i.



Zľava generálna riaditeľka VÚVH Ľ. Kopčová a riaditeľ Výskumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka Tomáš Urban

Memorandum podpísali za Výskumný ústav vodného hospodárstva jeho generálna riaditeľka Ľubica Kopčová a za Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka riaditeľ Tomáš Urban.

Memorandum je výsledkom dohody o vzájomnej spolupráci v nasledovných oblastiach:

- vzájomnej výmeny vedeckých a výskumných informácií,
- tvorby koncepčných, strategických materiálov a konzultačnej činnosti v oblasti vodného hospodárstva,
- transpozície legislatívy EÚ v oblasti vôd do iných krajín,
- organizovania medzinárodných seminárov, konferencií a stretnutí s cieľom riešiť regionálne a medzinárodné problémy v oblasti vôd,
- manažmentu využívania podzemných a povrchových vôd, ich ochrany a návrhov opatrení na dosiahnutie dobrého stavu,
- vývoja metodík na hodnotenie interakcie povrchových a podzemných vôd a hodnotenie vplyvov podzemnej vody na terestrické ekosystémy,
- identifikácie a hodnotenia antropogénnych vplyvov a štúdiu ich dopadov na vodné ekosystémy,
- ochrany pred povodňami,
- revitalizácie vodných tokov, mokradí a krajiny smerujúcich k zlepšeniu kvality vody vo vodných tokoch,
- výmeny skúsenosti v oblasti štúdia vplyvu klimatických zmien na hydrologický režim a využívanie vodných zdrojov,
- analýzy vôd pre rôzne druhy ukazovateľov kvality povrchových, pitných, odpadových, podzemných a iných vôd a s vodou súvisiacich matric,
- vedy, aplikovaného výskumu a vývoja technológií úpravy pitnej vody a čistení odpadových vôd,
- výskumu a odstraňovania nebezpečných látok, prioritných látok a farmaceutík z vôd, v ostatných činnostiach spoločného záujmu.

Foto: M. Calík



Jako, s.r.o.

aktivní uhlí, antracit
UV-dezinfekce

tel.: +420 283 981 432
+420 603 416 043

fax: +420 283 980 127
www.jako.cz
e-mail: jako@jako.cz

Novinka v podobe knižného titulu

prof. Ing. Jozef Kriš, PhD.

Radi by sme Vám predstavili novú publikáciu, ktorá je veľmi aktuálna nielen tematikou, o ktorej pojednáva, ale tiež svojím prvenstvom vo vydání na slovenskom trhu.

Ide o publikáciu „**Úprava vody**“, ktorej autorom je **prof. Ing. Jozef Kriš, PhD. a kolektív**.

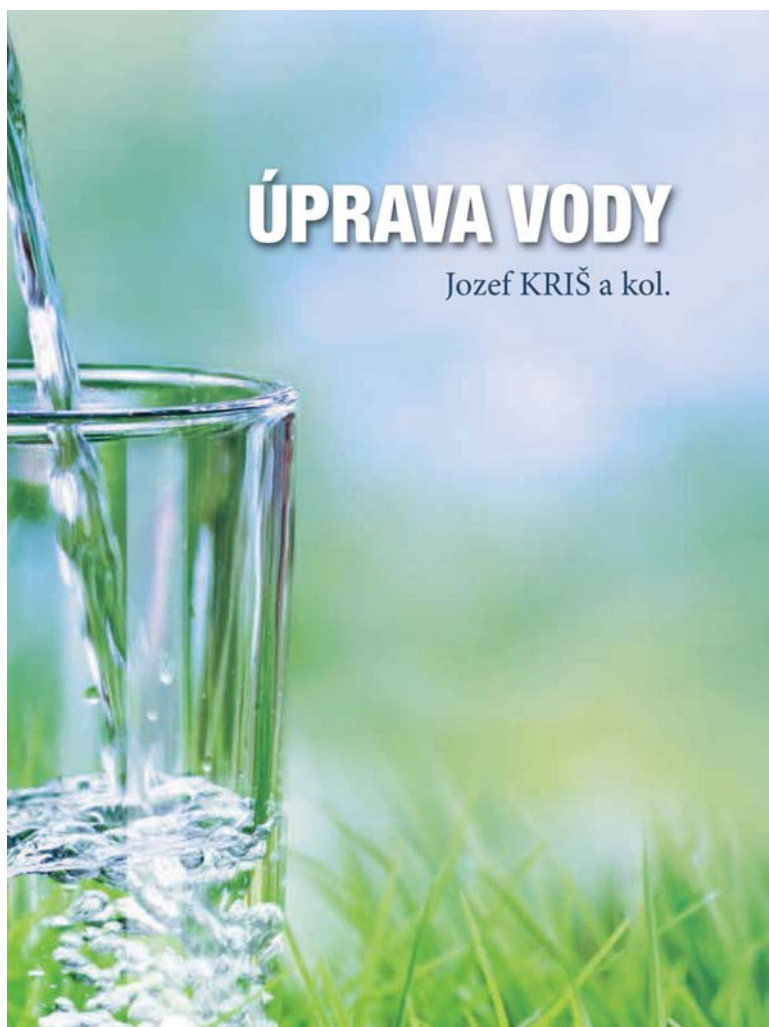
Publikácia podáva prehľad o vývoji v zásobovaní vodou a prezentuje poznatky o súčasne známých spôsoboch úpravy vody.

Dostupnosť spoľahlivých dodávok vhodnej pitnej vody je jedným z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich ľudské zdravie. Viaceré vodárenské zdroje surovej vody nespĺňajú kritériá, ktoré musí mať voda určená na pitné účely. Preto je nevyhnutné ju upravovať. Publikácia predstavuje zdroje vody a väzbu medzi kvalitou surovej vody, klasifikáciou a realizáciou procesu úpravy. Jednotlivé kapitoly sú zamerané na konkrétne procesy úpravy vody s uvedením podrobných princípov stojacich za procesom úpravy. Ilustruje realizácie procesu pomocou schém, fotografií a prípadových štúdií.

Táto kniha poskytuje podrobný prehľad rôznorodých typov fyzikálnych, chemických, biologických a špeciálnych procesov úpravy vody a poskytuje praktické a širokospektrálne informácie v jednom komplexnom zdroji.

Kniha poskytuje množstvo informácií z tejto oblasti, doplnených tabuľkami, náčrtmi a obrázkami. Pri jej zostavovaní boli použité najnovšie poznatky a skúsenosti z dostupnej odbornej literatúry, časopisov, výskumných a vývojových správ z konferencií, internetu a mnohých osobných rokovaní so zástupcami výrobcov zariadení na úpravu vody. Napriek tomu, je však nutné dodať, že danú problematiku nevyčerpáva úplne.

Učebnica je určená hlavne poslucháčom stavebných fakúlt technických univerzít študujúcim odbory Vodné stavby a Vodné hospodárstvo. Je však napísaná tak, aby ju mohli využívať aj projektanti, prevádzkovatelia, výrobné organizácie, orgány štátnej správy, vedeckovýskumné ústavy a v neposlednom rade i široká verejnosť.





Ramenná sústava Dunaja neďaleko obce Bodíky, K. Mravcová

Odolnost nádrže při změně klimatického systému

Ing. Stanislav Paseka

Ústav vodního hospodářství krajiny Vysoké učení technické v Brně

ANOTÁCIA

Cílem příspěvku je ukázat nový přístup návrhu vodní nádrže v možné změně klimatického systému. Hlavními kritérii návrhu různých variant výšek vodní nádrže jsou odolnost nádrže a odběry vody z nádrže. S ohledem na omezování dostupnosti vodních zdrojů a požadavků na odběry vody je žádoucí obě tato kritéria maximalizovat. Výsledky jsou vypočteny pomocí evoluční multikritériální optimalizace a změnu klimatu charakterizují scénáře z regionálních klimatických modelů. Nový přístup výpočtu je aplikován na variantě B plánovaného vodního díla Hanušovice ve vymezeném chráněném území pro akumulaci povrchových vod.

ÚVOD

V posledních letech, kdy se začínají naplňovat předpoklady klimatických změn, vnímáme globálně vážnost této záležitosti. Českou republiku zasáhlo období sucha a jeho následky zřetelně pocítujeme. Stává se pravidlem, že ke konci kalendářního roku meteorologové označují daný rok za nejteplejší rok v historii měření a výjimkou nebyl ani rok 2016. Další vývoj do následujících let s ohledem na četnost a délky suchých období není příliš optimistický a to ani v případě, kdyby se odhady z klimatických modelů neprojevy v plné míře. Je nepochybně zřejmé, že na našem území musíme změnit hospodaření s vodou.

V našem pásmu nezaznamenáváme snížení průměrného množství srážek, ale objevují se změny v rozložení. Jinými slovy zaznamenáváme pokles v počtu srážkových dnů a to znamená, že se prodlužují období výskytu sucha, které se střídají s kratšími, ale intenzivnějšími úhrny srážek. Tyto úhrny, především v období výskytu sucha, mají jen velmi nízký efekt na retenci vody v krajině. Naopak častěji způsobují lokální povodně, voda rychle odtéká pryč a po několika dnech je situace obdobná, jako před srážkami. Je rovněž pozorován nepříznivý vývoj stavu podzemních vod, který se dlouhodobě zhoršuje. Kromě toho stále dochází i k poklesu stavu vodních toků. Zde je ale důležité zmínit, že právě vodní toky pod přehradami, které mimochodem zachytí zmiňovanou rychle odtékající vodu, jsou díky zásobní funkci přehrady nalepšovány a tím částečně eliminují dopady hydrologického sucha.

V našich podmínkách se musíme zaměřit na zvyšování retenční schopnosti vody v krajině, ať už lepším hospodařením ze strany zemědělců, navýšením podílu organické hmoty v půdě například vhodnými dotačními tituly ze strany vlády, ale také především technickými kroky. Mezi tyto kroky řadíme například výstavbu nebo obnovu tůň, mokřadů nebo rybníků, kterých v naší krajině bylo před staletími mnohonásobně více. V neposlední řadě bude zapotřebí postavit nové víceúčelové přehrady.

Reakcí na problematiku sucha a na danou změnu klimatu v České republice začaly vznikat strategické dokumenty řešící sucho. V roce 2015 byl připraven mezíresortní komisi

VODA-SUCHO materiál s názvem Příprava realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody [4], který byl daný rok i schválen vládou. V tomto materiálu je uvedeno mnoho opatření k naplnění cílů ochrany před negativními dopady sucha vždy s uvedenými gestory daného opatření a termínem plnění. Ve stejném roce vláda schválila i dokument Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR [5]. Tato strategie byla připravena Ministerstvem životního prostředí a představuje národní adaptační strategii ČR a také zhodnocuje pravděpodobné dopady změny klimatu včetně návrhů konkrétních adaptačních opatření. Strategie mimo jiné počítá s opatřeními, která povedou k šetření pitné vody, zadržování vody v krajině, k zajištění stability vodního režimu v krajině, ale také například počítá s obnovou malých vodních nádrží a zvyšování jejich spolehlivosti nebo s vytipováním dalších ploch vhodných pro vybudování vodních nádrží. V roce 2017 byl vládou schválen Národní akční plán adaptace na změnu klimatu [2], který je implementačním dokumentem Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Výše zmíněné dokumenty mají za cíl se vypořádat a čelit problémům se suchem, povodněmi, ale například i chránit vodní zdroje a další.

Vodohospodářské výpočty a tím i přesnost provozu samotných nádrží dříve vycházely převážně z deterministického řešení. V dnešní době je trend zavádět stochastické řešení, resp. pravděpodobnostní řešení, kdy jsou do výpočtů zavedeny nejistoty, které mohou výsledky ovlivnit. Nejistoty jsou v tomto případě chápány a zavedeny do následujících výpočtů jako neurčitost, která může vznikat změnou klimatu.

Cílem článku je návrh nové nádrže ve vybrané lokalitě pro varianty výšek tělesa hráze s kladeným důrazem na co největší odolnost (resilienci) nádrže. Respektive udržet v mezích vzniklé poruchy v důsledku poklesu hladiny vody v zásobním prostoru nádrže a zároveň dosáhnout co největších odběrů. Součástí výpočtu je pro každou výšku hráze proveden výpočet ceny hráze podle oceňovací vyhlášky. Cílem je tedy najít nejlepší variantu výšky (ceny) hráze při maximalizování odolnosti nádrže a maximalizování odběrů vody z nádrže pro modelované podmínky z klimatických scénářů.

METODIKA

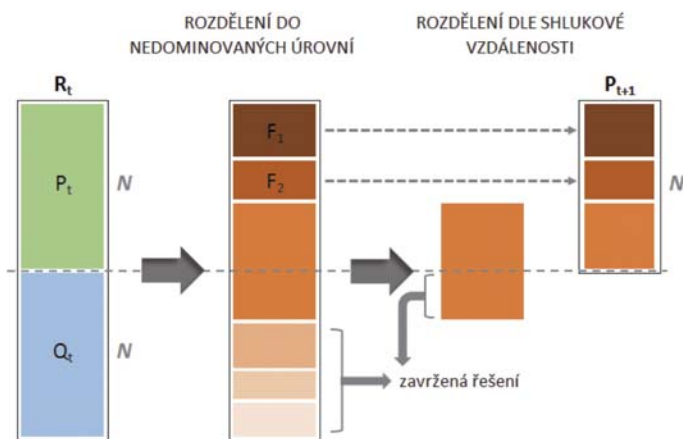
Algoritmus NSGA II

Pro tento typ multikriteriální optimalizace je použit moderní genetický algoritmus NSGA II [1]. Tento algoritmus rozvíjí svého předchůdce NSGA Nondominated Sorting Genetic Algorithm z roku 1994 [14], který byl výpočetně náročný a byl též kritizován z absence elitismu a potřeby vstupního parametru $\sigma\text{-share}$. NSGA vychází z jednoduchého genetického algoritmu podle Goldberga [7].

Princip použitého algoritmu NSGA II je následující. Prvotně je vygenerována tzv. mateřská populace P_t pro $t = 0$, která se podrobuje známým operacím genetických algoritmů, jako je selekce, křížení a mutace. Tyto operace vytvářejí populaci potomků označovány jako Q_t o velikosti N . Z prvotní mateřské a nově vytvořené populace se vytvoří kombinovaná populace $R_t = P_t \cup Q_t$, dolní index t charakterizuje t -tou generaci a vytvořená populace R_t je o velikosti $2N$.

Následuje seřazení členů R_t do tzv. nedominovaných úrovní. Základní myšlenka je taková, že populace se rozdělují do nedominovaných úrovní tak, že v první nedominované úrovni jsou jedinci, kteří nejsou dominováni žádným jiným jedincem v populaci. Tato úroveň nejlepších jedinců se nazývá nedominovaná řešení první úrovně F_1 . K nalezení nedominovaných řešení druhé úrovně F_2 jsou obvykle nedominovaná řešení první úrovně dočasně zanedbána. Takto se pokračuje, dokud všem řešením není přiřazena nedominovaná úroveň.

Přirozeně nastane okamžik, kdy se nedominovaná úroveň F_x nevejde beze zbytku do nové populace P_{t+1} . Vždy je ale nutné, aby byl vybrán takový počet členů z úrovně F_x , aby populace P_{t+1} měla přesně N členů. V tento okamžik přichází na řadu druhotné třídící kritérium, které vybere vhodné jedince z této vzniklé úrovně.



Obr. 1 Schéma výběru N řešení z populace R_t pro populaci P_{t+1}

V NSGA II se jako druhotné kritérium může aplikovat tzv. crowding distance (shluková vzdálenost) nebo možnost ϵ -dominance. Metoda crowding distance používá k zajištění diverzity shlukové vzdálenosti, které jsou získány kombinací vzdáleností od dvou nebo více sousedních (nejbližších) řešení v prostoru kritériálních funkcí. Nejméně vhodné řešení je to,

které má kolem sebe mnoho sousedních řešení, respektive to, které má nejnižší hodnotu shlukové vzdálenosti.

Elitismus nám zajišťuje fakt, že všichni jedinci z předchozí generace jsou v populaci R_t s jedinci z aktuální generace. Díky tomu, že členové v první úrovni F_1 jsou nejlepšími jedinci z populace R_t , měli by být vybráni všichni, pokud není počet členů první nedominované úrovně větší než N . Potom tato nedominovaná úroveň bude součástí populace P_{t+1} . Takto je vybráno N členů pro populaci P_{t+1} z několika nedominovaných úrovní. Jelikož z populace R_t o velikost $2N$ členů se vybírá pouze N členů, ve skutečnosti není nutné provádět třídění do nedominovaných úrovní pro všech $2N$ členů. Rozdělení populace do úrovní nedominovaných množin řešení může být ukončeno tehdy, když v nedominovaných úrovních je dosaženo více jak N členů.

Vzniklá populace P_{t+1} je znova podrobena operacím křížení a mutace a tím se vytvoří populace dalších potomků Q_{t+1} . Tyto dvě populace nám tvoří opět kombinovanou populaci R_{t+1} pro další generaci a celý postup se opakuje podle celkového počtu generací.

Simulační model nádrže

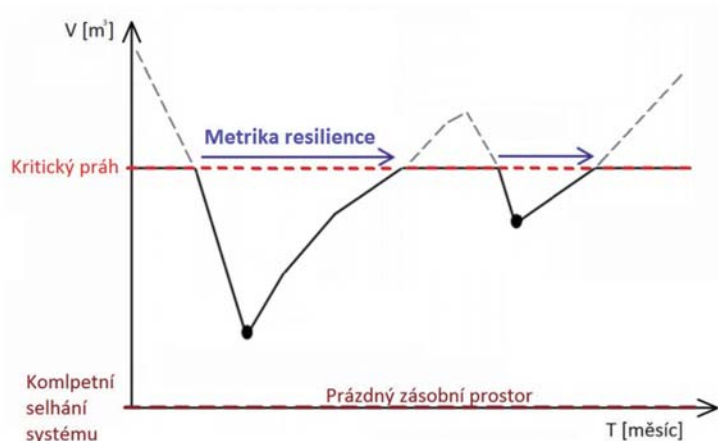
Simulační model nádrže vychází z předpokladu rovnice nádrže v součtovém tvaru, která je upravena do následující nerovnosti (1) [15].

$$0 \leq \sum_{i=0}^k (O_i - Q_i)\Delta t + (O_{i+1} - Q_{i+1})\Delta t \leq V_{z,max} \quad (1)$$

kde O_i značí odtok vody z nádrže, Q_i přítok vody do nádrže pro $i = 1, \dots, n$, Δt je časový krok výpočtu, v tomto případě 1 měsíc. O_{i+1} je odtok vody z nádrže v následujícím časovém kroku, kdy v kroku $i+1$ je hodnota O_{i+1} nejdříve nahrazena hodnotou požadovaného nalepšeného odtoku O_p . Vyčíslovaná suma nám simuluje průběh prázdnění a plnění zásobního objemu nádrže po časových krocích $i = 1, \dots, k$. Pro $i = 0$ je třeba za hodnotu sumy zadat počáteční podmínku řešení. Nerovnost (1) je z levé strany omezena hodnotou 0, což charakterizuje plný zásobní objem a z pravé strany hodnotou $V_{z,max}$ charakterizující prázdný zásobní objem nádrže, který je k dispozici. Vypočtením hodnoty výrazu je získáno aktuální prázdnění a plnění zásobního objemu nádrže, které je dále podrobně testováno. V tomto případě je důležité, jestli nastane stav, kdy se nachází průběh prázdnění a plnění pod předem stanovenou kritickou hladinou. Jestliže dojde k poklesu pod tento tzv. kritický práh, pak nastane porucha v nádrži. Tato porucha může být jako kritérium pro metricky odolnosti (resilience) nádrže.

Odolnost (resilience) nádrže

Definice odolnosti zůstává v současné praxi ve značné míře špatně definována. Odolnost vůči vodním zdrojům byla obecně kvantifikována jako doba trvání (maximální nebo průměrná) dočasně omezení dodávek vody z pohledu dostupnosti vodních zdrojů [8]. Samotný výpočet se v literatuře liší. Resilience byla například použita jako výkonnostní kritérium chování systému [9], jinde byla resilience stanovena



Obr. 2 Znárodněná metrika resilience (doba trvání nejdelšího vodního deficitu v měsících)

jako průměrná doba trvání systému pod dočasným omezením [10] nebo vypočtena jako podíl času v neuspokojivém stavu k celkovému budoucímu času [6]. Roach v [11] a [12] charakterizoval a testoval několik potenciálních metrik resilience.

Pro tuto úlohu byla zvolena metrika resilience v podobě nejdelší vyskytnuté poruchy. Tato metrika resilience je znázorněna na následujícím obrázku, který zobrazuje detail procesu

prázdňení a plnění nádrže. Vodní deficit neboli porucha se v problematice resilience rozumí tehdy, když hladina vody klesne pod předem určený kritický práh. Pokud dojde k vyprázdňení celého zásobního objemu nádrže, potom mluvíme o tzv. kompletním selhání systému.

Cena hráze podle oceňovací vyhlášky

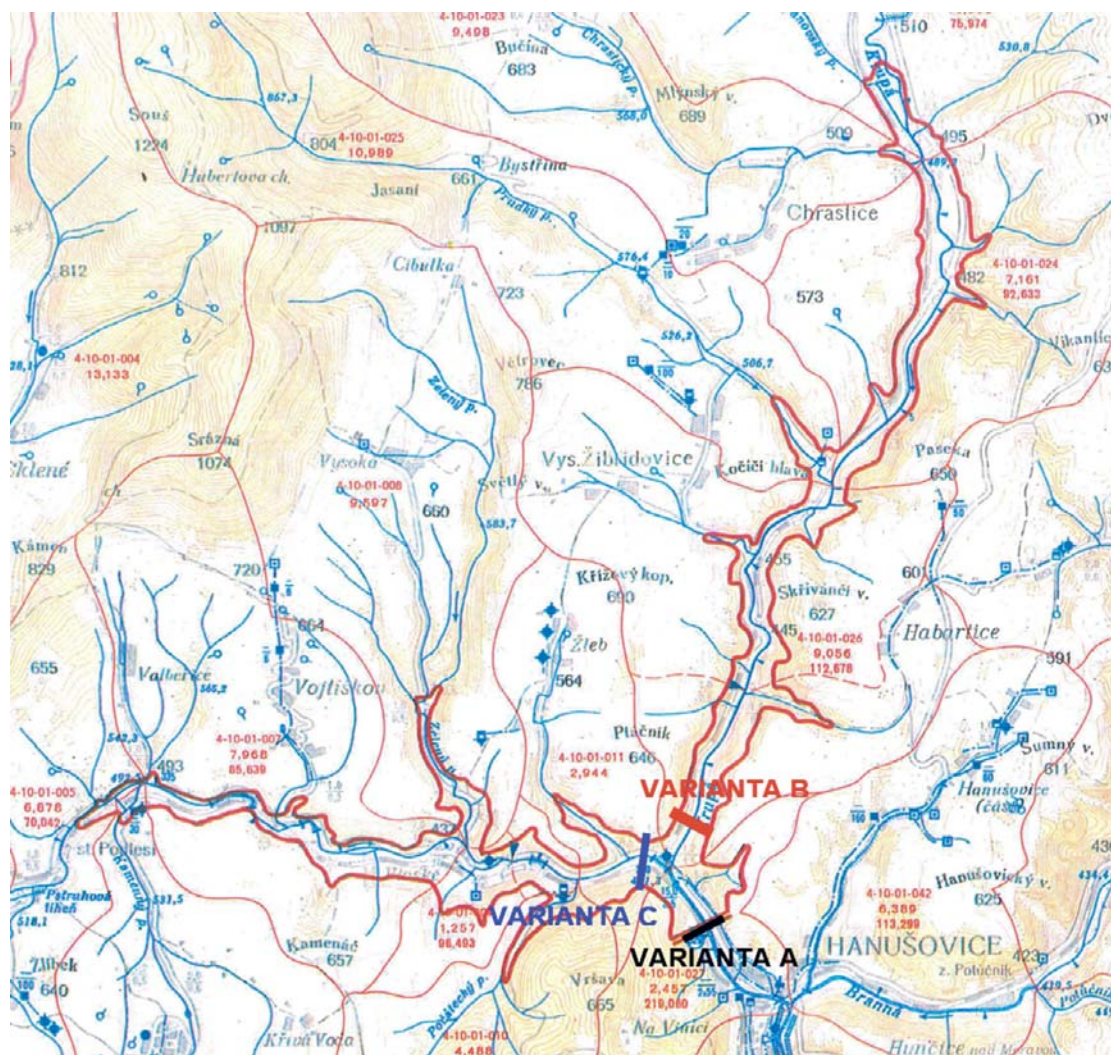
Cena hráze vychází z Vyhlášky č. 441/2013 Sb., tzv. oceňovací vyhlášky [16]. Vodní díla jsou oceňována podle § 17, kde ZCU (základní cena upravená za měrnou jednotku) je rovna ZC (základní cena za měrnou jednotku) upravená koeficientem polohy K_5 a koeficientem změny cen staveb K_i podle rovnice (2).

$$ZCU = ZC \cdot K_5 \cdot K_i \quad (2)$$

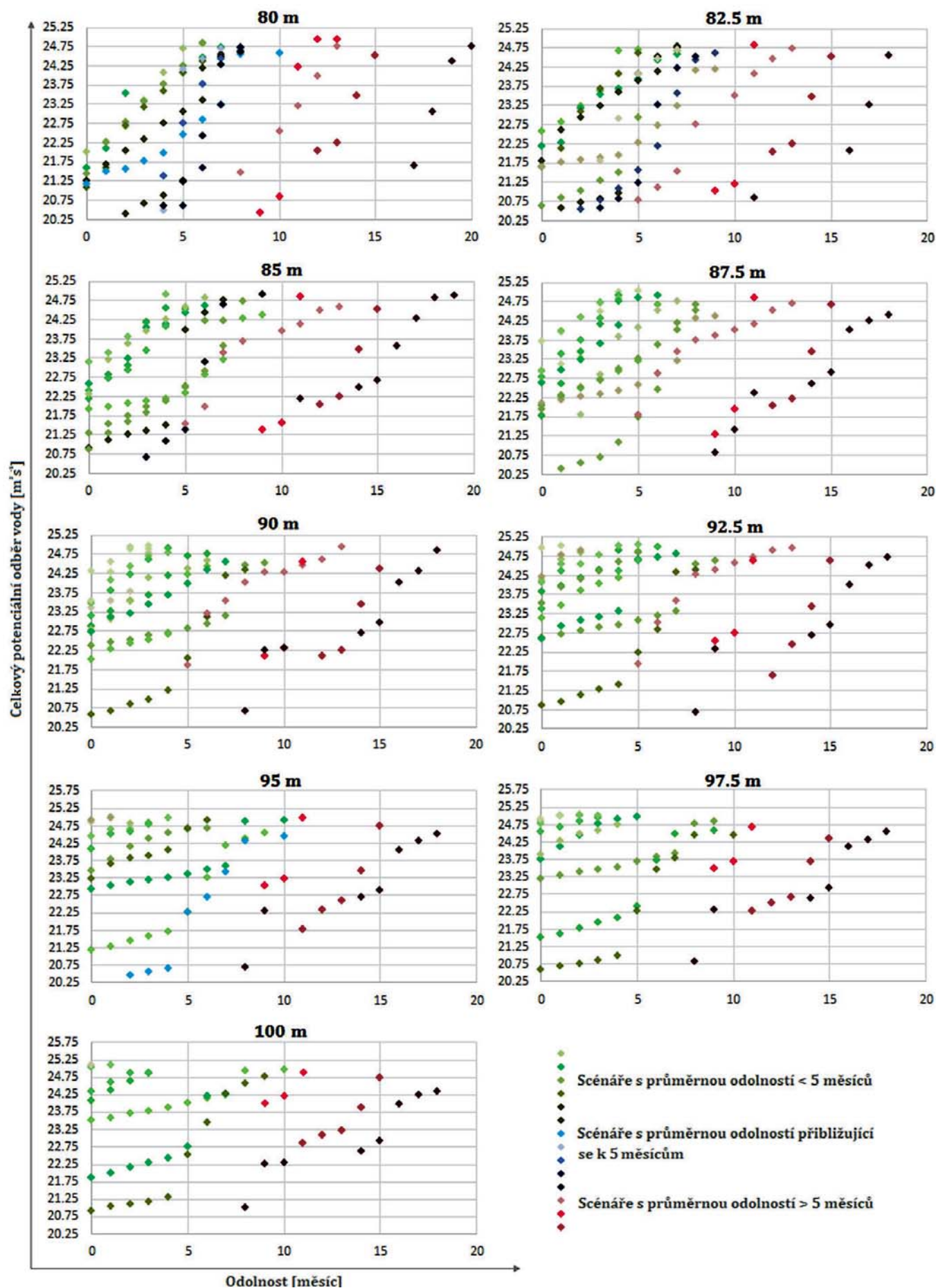
Pro přehradní hráz zemního typu je $ZC = 333 \text{ Kč} \cdot \text{m}^3$, pro město Hanušovice je $K_5 = 1.0$ a pro přehradu a nádrže na tocích je $K_i = 2.084$. ZCU se potom rovná hodnotě $694 \text{ Kč} \cdot \text{m}^3$.

PRAKTICKÁ APLIKACE

Výše zmíněná metodika je použita na připravovaném vodním díle Hanušovice, konkrétně na profilu varianty B na řece



Obr. 3 Varianty možných profilů plánovaného vodního díla Hanušovice [17]



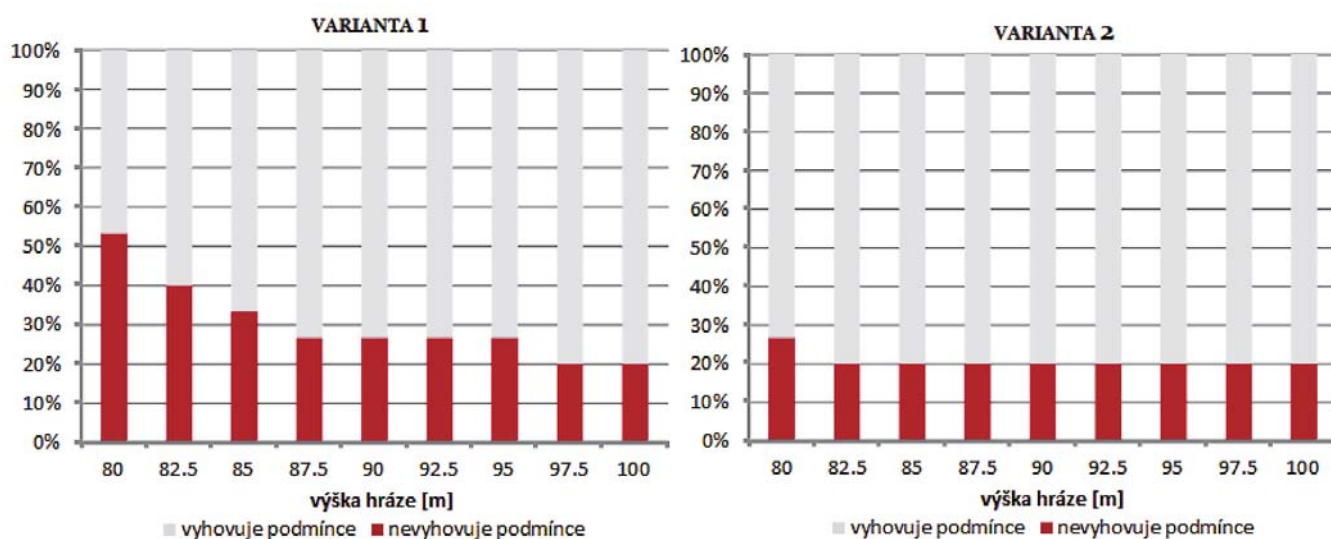
Obr. 4 Pareto optimální body jednotlivých variant výšek hráze a scénářů z klimatických modelů

Krupá. Vodní dílo Hanušovice se objevuje v různých strategických dokumentech již mnoho let. V blízkosti vybraného profilu B je umístěn vodoměrný profil Habartice, který spravuje podnik ČHMÚ. Údaje z tohoto profilu jsou následující, dlouhodobý průtok Q_0 je $2.15 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, ekologický průtok je dán hodnotou Q_{355} odpovídající průtoku $0.41 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Batygrafie pro tuto polohu připravovaného vodního díla byly stanoveny z digitálního modelu terénu.

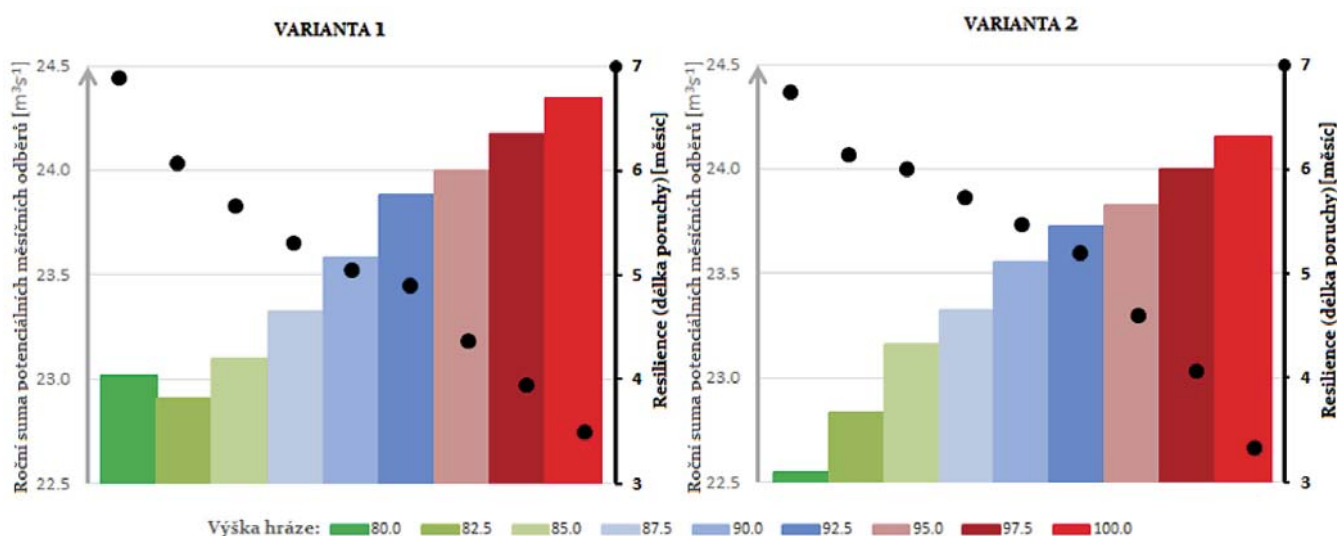
Objem stálého nadržení byl stanoven jako u stávajících vodárenských nádrží, kde se pohybuje v rozmezí od 12 do 18 m. Zde byla uvažována výška 15 m, která odpovídá objemu 0.35 mil. m^3 . Retenční prostor nádrže byl zjednodušeně určen

pro střední výšku hráze nádrže s návrhem parametrů výpočtu tak, aby byl schopen převést povodňovou vlnu o velikosti $Q_{10\,000}$. K transformaci povodňové vlny byla použita Kleměšova metoda, pomocí ní byl získán celkový retenční objem nádrže 7.72 mil. m^3 . Tento objem nám určuje dosažení maximální mezní hladiny. Dále byla zavedena bezpečnostní rezerva výšky hráze proti přelití tělesa hráze v důsledku možného zvednutí výšky hladiny vlnobitím při kritických rychlostech větru. Výška hráze byla navýšena nad stanovenou maximální mezní hladinu o 2 m.

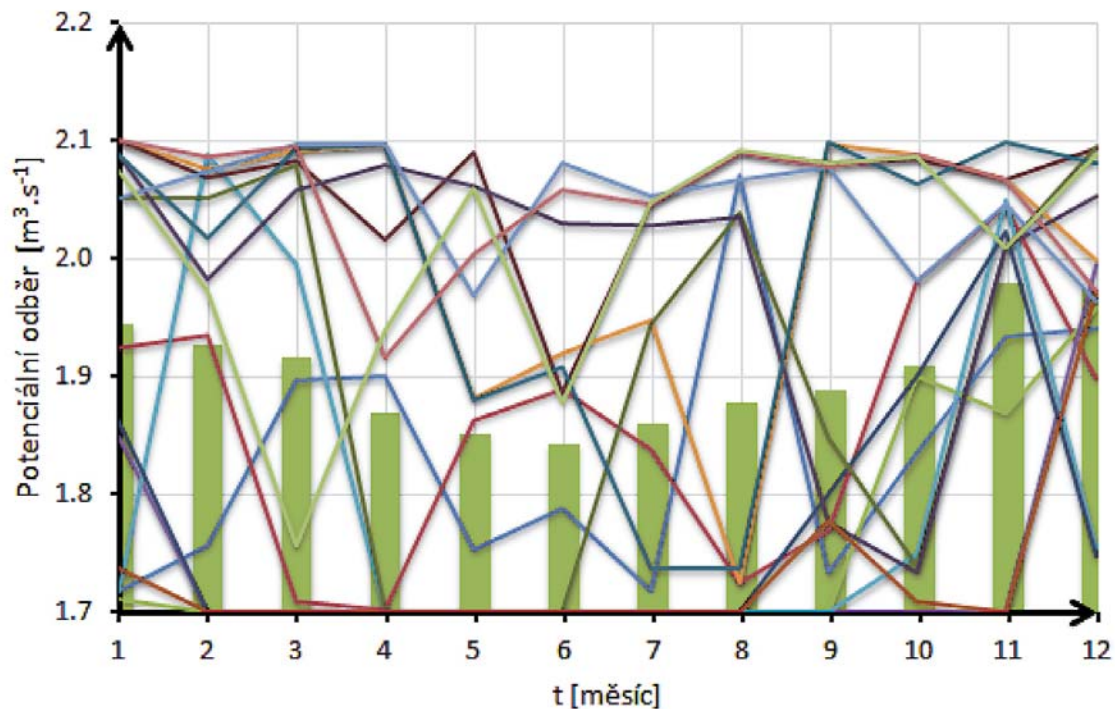
Pro výpočet objemu tělesa hráze je uvažováno se zemním typem hráze o šířce koruny hráze 5 m, délky dna hráze 100 m,



Obr. 5 Procentuální vyjádření vyhovujících a nevyhovujících scénářů pro jednotlivé výšky hráze



Obr. 6 Závislost možného odběru a odolnosti nádrže pro jednotlivé výšky hráze



Obr. 7 Potenciální měsíční odběry vody při výšce hráze 82.5 m

sklonem návodního svahu 1:3, sklonem vzdušného svahu 1:2 a sklony údolí (boků hráze) 1:1 levého a 1:1.8 pravého. Výška hráze byla počítána pro 80 až 100 m s krokem 2.5 m.

Přítoky vody do nádrže jsou stanoveny odvozením z průtokových řad získaných z 15 regionálních klimatických modelů. Výsledky modelů vychází ze čtvrté zprávy IPCC AR4 (Mezivládni panel pro změnu klimatu), přesněji pro konzervativní emisní scénář A1B. Vyhodnocované období z projektu „Podpora dlouhodobého plánování a návrhu adaptačních opatření v oblasti vodního hospodářství v kontextu změn klimatu“ od RSCN VUV [3] je pro roky 2015 až 2100. Minimální velikost nalepšeného odtoku vody z nádrže Op byla uvažována konstantní pro všechny měsíce v roce a pro celé období. Tato hodnota byla stanovena jako suma požadovaného minimálního zůstatkového průtoku v toku, která je $0.54 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, požadavků na odběry vody pro zásobování obyvatelstva ($1/4$ z celkového potenciálního odběru obyvatelstva pro zásobování lokality středního Pomoraví), tedy $0.56 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ a odběrů pro průmysl a zemědělství o požadovaném odběru $0.7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Výsledná hodnota požadovaného odtoku je tedy $1.8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Pokud ovšem nastane porucha, stav kdy voda v nádrži klesne pod stanovenou kritickou úroveň, bude požadovaný odtok snížen o odběry vody pro průmysl a zemědělství na hodnotu $1.1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Výpočty byly spočteny optimalizační metodou NSGA II v softwaru SolveXL [13]. Nastavení výchozích parametrů a kritérií pro jednotlivé scénáře bylo dáno velikostí populace 100 jedinců, selekcí dle turnajového výběru, jednobodovým křížením o velikosti 0.90, náhodnou mutací o velikosti 0.05 a celkovým počtem generací 200. Vždy se jednalo o více-kritériální optimalizaci s cílem maximalizovat odolnost nádrže a maximalizovat odběry vody z nádrže pro různé varianty výšek hráze a scénářů z klimatických modelů.

VYHODNOCENÍ A ZÁVĚR

Ve vyhodnocených grafech v obr. 4 jsou zobrazeny výsledky pro všechny počítané varianty výšek tělesa hráze od 80 do 100 m s krokem 2.5 m v podobě tzv. Pareto optimálních řešení pro dostupné regionální klimatické scénáře.

Všechny získané Pareto body jsou svým způsobem optimálním řešením daných závislostí. Na svislé ose je zobrazena suma odběrů vody v $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ za 12 měsíců a na vodorovné ose odpovídající odolnost (délka největší poruchy) v měsících pro budoucí období od roku 2015 do roku 2100. Každý bod Pareto křivky pak reprezentuje jedno konkrétní řešení vzešlé z optimalizace.

Pro stanovení nejlepšího řešení musíme ještě určit přípustnou délku poruchy. Jinými slovy takovou délku poruchy, se kterou jsme schopni se vypořádat pro období od roku 2015 do 2100. Pokud výsledek bude nižší nebo roven přípustné délce poruchy, tak můžeme říci, že takový návrh je odolný.

Nastavení této hodnoty záleží především na určení kritického prahu a na omezeních při vzniklé poruše. Například ve Velké Británii při použití tohoto typu resilience zavádějí pro řízení vodních systémů limitní hodnotu okolo 5 měsíců. Pro náš případ, kdy při poklesu pod kritickou hladinu bude požadovaný odtok snížen o odběry vody pro průmysl a zemědělství, bude akceptovatelná délka poruchy taktéž 5 měsíců.

Na obr. 4 jsou vykresleny Pareto optimální body a můžeme pozorovat, kolik scénářů lze uřdit na hranici resilience 5 měsíců pro jednotlivé výšky hráze a také, jak tento počet z narůstající výšky hráze klesá. Dále vidíme závislost, že s klesající sumou odběrů klesá resilience (nádrž je odolnější vůči poruše).

Následující prezentace výsledků je ve dvou variantách. 1. varianta je úvaha, že z každé křivky Pareto bodů vezmeme

průměrnou hodnotu a 2. varianta vybírá konkrétní Pareto bod vyhovující podmínce 5 měsíců nebo nejbližší možnou délku.

Na obr. 5 je procentuální vyjádření vyhovujících a nevyhovujících podmínek 5 měsíců všech scénářů pro testované výšky hráze a obě varianty vyhodnocení.

Na obr. 6 je vykreslen průměrný možný odběr vody a průměrná odolnost (max. délka poruchy) nádrže všech scénářů pro testované výšky hráze a obě varianty vyhodnocení.

Z obr. 5 a varianty 1 je patrné, že do výšky hráze 87.5 m dochází ke zlepšení v poměru vyhovujících a nevyhovujících scénářů, potom je další skok až při výšce 97.5 m. Pro variantu 2 dochází ke zlepšení pouze u výšky hráze 82.5 m.

Na obr. 6, kde jsou vykresleny celkové průměrné možné odběry a průměrné odolnosti nádrže vidíme, že největší pokles v délce max. poruchy je právě při výšce 82.5 m jak u varianty 1 tak u varianty 2. K dalším výrazným snížením délky poruchy dochází u výšek hráze nad 95 m. U těchto výšek je už z ekonomického hlediska výrazně vyšší cena, než u výšky hráze 82.5 m. Konkrétně cena hráze podle oceňovací vyhlášky pro výšku 82.5 m je asi 100 mil. € a pro výšku 95 m pak přibližně 140 mil. €.

Jako nejlepší varianta je tedy zvolena výška hráze 82.5 m za cenu hráze 100 mil. €. Při tomto návrhu je suma potenciálních měsíčních odběrů $22.84 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ pro každý rok. Pro tuto variantu u 12 scénářů z 15 lze nádrž uřídit s maximální poruchou 5 měsíců. Konkrétní průběhy potenciálních odběrů pro každý rok jsou na následujícím obrázku.

Pro variantu B plánovaného vodního díla Hanušovice ve vymezeném chráněném území pro akumulaci povrchových

vod se nejlépe jeví návrh přehradní hráze o výšce 82.5 m. Pro tento návrh je zásobní objem nádrže přibližně 39.4 mil. m^3 a celkový objem nádrže 47.6 mil. m^3 . Nakonec na obr. 7 byly pro zvolený návrh výšky prezentovány průběhy potenciálních možných odběrů všech modelovaných scénářů z klimatických regionálních modelů.

V budoucnu by bylo vhodné otestovat výpočty se závažnou vstupních parametrů optimalizace. Pokusit se získat ještě lepší výsledky jinou velikostí populace, počtem generací nebo počtem jedinců vstupujících do křížení a mutace. Pro tento přístup by mohla být použita i jiná vícekriteriální optimalizace, která by mohla posloužit k porovnání výsledků.

V dalším poznání by bylo přínosné rozdělit a vyčíslit potenciální měsíční odběry vody podle potřeb a stanovit například návratnost samotné přehrady. Další možností je zavést scénáře na potřebu vody např. podle vývoje obyvatel v dané lokalitě, potřeb vody pro podniky, pro výrobu elektřiny malou vodní elektrárnou, zajištění minimálního průtoku v toku, napojení dosud nenapojených obyvatel v systému apod. V dalším výzkumu by bylo žádoucí zapojit nebo vygenerovat další scénáře z klimatických modelů.

PODEKOVÁNÍ

Tento příspěvek je výsledkem specifického výzkumu FAST-J-17-4214 „Nové pojetí ekonomického návrhu nádrže v podmínkách hlubokých nejistot s použitím multikriteriální optimalizace“.

Reference:

- [1] DEB, K., PRATAP, A., AGARWAL S. a MEYARIVAN, T. A fast and elitist multiobjective genetic algorithm: NSGA-II. IEEE Transactions on Evolutionary Computation. 2002, 6(2), 182-197.
- [2] Dokument: Národní akční plán adaptace na změnu klimatu. Ministerstvo životního prostředí [online]. 2015 [cit. 2017-10-05]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu/\\$FILE/OEOK-NAP_cely_20170127.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu/$FILE/OEOK-NAP_cely_20170127.pdf)
- [3] Dokument: Podpora dlouhodobého plánování a návrhu adaptačních opatření v oblasti vodního hospodářství v kontextu změn klimatu [online]. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.: Praha, 2014. [cit. 2017-06-20]. Dostupné z: <http://rscn.vuv.cz/>
- [4] Dokument: Příprava realizace opatření pro zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody. Meziresortní komise VODA-SUCHO [online]. 2015 [cit. 2017-10-05]. Dostupný z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/negativni_dopad_sucha_opatreni/\\$FILE/OOV-Sucho_20150806.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/negativni_dopad_sucha_opatreni/$FILE/OOV-Sucho_20150806.pdf)
- [5] Dokument: Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Ministerstvo životního prostředí [online]. 2015 [cit. 2017-10-05]. Dostupný z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)
- [6] FOWLER, H. J., KILSBY, C. G., O'CONNELL, P. E. Modeling the impacts of climatic change and variability on the reliability, resilience, and vulnerability of a water resource system. Water Resources Manage. 2003, 39(8), 1222.
- [7] GOLDBERG, David E. Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. Reading, Mass.: Addison-Wesley Publishing Company, 1989. ISBN 0-201-15767-5.
- [8] HASHIMOTO, T., J. R. STEDINGER and D. P. LOUCKS. Reliability, resiliency, and vulnerability criteria for water resource system performance evaluation, Water Resources Research, 1982, 18(1), 14-20.
- [9] MATROSOV, E. S., PADULA, S., HAROU, J. J. Selecting portfolios of water supply and demand management strategies under uncertainty-contrasting economic optimisation and „Robust decision making“ approaches. Water Resources Manage. 2012, 27(4), 1123-1148.
- [10] PATON, F. L., DANDY, G. C., MAIER, H. R. Integrated framework for assessing urban water supply security of systems with non-traditional sources under climate change. Environ. Modelling Software, 2014, 60, 302-319.
- [11] ROACH, T., KAPELAN Z., LEDBETTER, R. Comparison of Info-gap and Robust Optimisation Methods for Integrated Water Resource Management under Severe Uncertainty, Procedia Engineering, Volume 119, 2015. Pages 874-883, ISSN 1877-7058
- [12] ROACH, T. Decision Making Methods for Water Resources Management Under Deep Uncertainty. Exeter, 2016. Doctoral Theses. University of Exeter. Advisor Prof. KAPELAN, Z.
- [13] SolveXL: Genetic Algorithm Optimization, software [online]. Exeter, 2013. [cit. 2017-09-15]. Dostupný z: <http://www.solvexl.com/>
- [14] SRINIVAS, N. a DEB, K. Multiobjective Optimization Using Nondominated Sorting in Genetic Algorithms. Evolutionary Computation. 1994, 2(3), 221-248
- [15] STARÝ M. Nádrže a vodohospodářské soustavy (MODUL 02). Brno: VUT v Brně - Fakulta stavební, 2006, 117 s.
- [16] Vyhláška č. 441/2013 Sb., Vyhláška k provedení zákona o oceňování majetku (oceňovací vyhláška)
- [17] Zadání Technicko-ekonomické studie variant Morava, Krupa – VD Hanušovice. Povodí Moravy, s.p. Smlouva o dílo [online]. 2015 [cit. 2017-10-05]. Dostupné z: https://zakazky.eagri.cz/document_31234/586757eff8fed432f-smlouva-o-dilo-pdf



Progresívne metódy odstraňovania mikropolutantov z odpadových vôd

Ing. Dušan Žabka, Ing. Ivana Horáková
Slovenská technická univerzita v Bratislave

Anotácia

V tejto práci sme sa zaoberali metódami, ktorými by sme mohli byť schopní odstrániť mikropolutanty, ako napríklad drogy a liečivá, z odpadových vôd. Jednou zo skúmaných metód bola schopnosť vodných rastlín odstraňovať xenobiotiká zo životného prostredia pomocou koreňovej sústavy. Pomocou laboratórnych testov sme sa snažili potvrdiť, že naše zvolené vodné rastliny sú schopné absorbovať kontrastné médium (iohexol) z vody. Taktiež sme sledovali vplyv vybraných rastlín na koncentráciu mikropolutantov v reálnej odpadovej vode z odtoku čistiare odpadových vôd. Druhou metódou bolo použitie bórom dopovaných diamantových elektród, schopných generovať vysoko reaktívny hydroxylový radikál. Sledovali sme vplyv elektródy na koncentráciu kontrastného média (iohexol) v čistej vode ale aj v odpadovej vode.

Dokázali sme, že vodné rastliny sú schopné absorbovať kontrastnú látku za vzniku rôznych metabolitov detegovaných v listoch aj koreňoch. Experimenty na odpadovej vode môžeme považovať za úspešné. Značné zníženie koncentrácie mikropolutantov nastalo už po 46 hodinách od začatia experimentu.

Bórom dopované diamantové elektródy boli schopné kontrastnú látku čiastočne zdegradovať avšak najvyššia dosiahnutá účinnosť bola 57%. Čo sa týka poklesu koncentrácie mikropolutantov v odpadovej vode, môžeme potvrdiť schopnosť elektródy pracovať rýchlo a efektívne hlavne pri látke *venlafaxin* a *oxazepam*.

TEORETICKÁ ČASŤ

Typy drog a liečiv

Najznámejšie mikropolutanty vyskytujúce sa v odpadových vodách sú drogy a liečivá. Po konzumácii drogy alebo liečiva sa z tela vylúči zvyšok v podobe moču a exkrementov ako zmes pôvodnej látky a jej metabolitov. Okrem pôvodných zlúčenín a metabolitov sa v prostredí častokrát nachádzajú aj degradačné produkty týchto látok, ktorých vplyv na životné prostredie nie je mnohokrát známy. Niektoré metabolity a degradačné produkty dokonca môžu vplývať na životné prostredie negatívnejšie ako pôvodná látka. Môžu vznikáť dvomi spôsobmi, a to z in vivo reakcií ako redukcia, biochemická oxidácia či hydrolýza. Druhý spôsob metabolitov vzniká biochemickou reakciou, pri ktorej dochádza k adícii na pôvodnú látku. Vo vode sa veľa z nich rozpadne na pôvodnú látku a sú detegované aj v povrchových vodách [1].

Patria sem:

- | | |
|----------------------|------------------------|
| • Antibiotiká | • Antivirotiká |
| • Regulátory lipidov | • Lieky proti rakovine |
| • Analgetiká | • Kontrastné látky |
| • Antidepresíva | • Stimulanty |
| • Beta blokátory | • Estrogény |
| • Statíny | • PCPs |
| • Antidiabetiká | • Ilegálne drogy |
| • Anestetiká | |
- a mnoho iných.

Zdroje drog a liečiv

Najčastejším zdrojom mikropolutantov v komunálnych odpadových vodách sú ľudia. Jedná sa najmä o konzumentov liečiv ale aj o užívateľov ilegálnych drog. Vysoké koncentrácie mikropolutantov pribúdajú hlavne z nemocničných či zdravotníckych zariadení, kde sa liečivá konzumujú vo väčšom množstve. Toxicita odpadovej vody z nemocnice môže byť až 15-krát vyššia ako v komunálnej odpadovej vode [2]. V období festivalov a koncertov sledujeme nárazové zvýšenie koncentrácie tanečných drog. Zvýšená koncentrácia antibiotík v odpadových vodách je hlavne počas chrípkových epidémií. K znečisteniu prispievajú v značnej miere aj domovy dôchodcov, kde sa užívajú rôzne typy liečiv aj 3-krát denne [1].

Dôsledky znečistenia mikropolutantmi

Rezistencia baktérií

Prítomnosť viacerých antibiotík v odpadovej vode môže vyvolať vznik multi-rezistentných baktérií. Túto novonadobudnutú schopnosť si potom baktérie medzi sebou vymieňajú a stávajú sa pre nás nebezpečnejšími. Pacient musí užiť viacero rôznych typov antibiotík práve z toho dôvodu, že baktéria už interagovala s danou látkou a vybudovala si voči nej imunitu. Napríklad rod *Aeromonas*, ktorý žil vo vodnom prostredí, kde sa chovali ryby a elektrické úhory vykazoval zvýšenú rezistenciu voči viacerým antibiotikám a ťažkým kovom [3].

Toxicita

Pod pojmom toxicita rozumieme potenciál látky otráviť organizmus. V našom prípade sa jedná o vodné organizmy. Testy sa robia najmä na baktériách (*Vibrio fischeri*), dafniách, rybách aj riasách. Toto je ale len prvý indikačný stupeň toxicity, nedostávame informácie o genotoxicite, neurotoxite a podobne. U ilegálnych drog je zdrojom toxicity ich chiralita. Kokaín má cyto-genotoxický efekt a poškodzuje primárnu DNA. Diklofenak má tiež toxické účinky a to hlavne na pečeň, obličky, žiabre a vajčka rýb. Niektoré ryby sa rodia bez schopnosti plávať nahor a sú odsúdené na smrť. Táto látka tiež pôsobí toxicky na mušle, tie strácajú schopnosť prichytiť sa na povrch [1].

Estrogénna aktivita

Cudzorodé látky vykazujúce estrogénnu aktivitu, nazývané tiež endokrinné disruptory, sú schopné narušovať prirodzenú funkciu hormónov v tele. Existuje niekoľko rôznych mechanizmov účinku. Niektoré xenoestrogény pôsobia na hormonálne receptory chemicky tak, že ich aktivujú, iné ich inaktivujú a ďalšie narušujú metabolizmus hormónov. Zo skupiny antropogénnych chemikálií vykazujú endokrinný účinok mnohé pesticídy, ako napríklad eldrin, lindan, dieldrin a DDT (dichlorodifenyltrichloroetán), taktiež kontaminanty z chemického priemyslu ako polychlórované dioxíny (PCDD) a látky im podobné [1].

Mutácie

Lieky proti rakovine sú známe tým, že sú schopné vyvolať rôzne mutácie. Dokonca aj samotný kokaín je schopný vyvolať mutagénne zmeny v organizme. Ryby z rodu *Danio rerio* trpeli defektom génov, ktoré ovplyvňujú dopaminergické signalizovanie na očnej sietnici a mozgu [4].

Metódy degradácie mikropolutantov

Dodnes sa nevynašla technológia, ktorá by vo všeobecnosti vyriešila problém so znečistením odpadových vôd. Každá odpadová voda tečúca do riek má iné zloženie a obsahuje koncentrácie rôznych látok. Práve toto je dôvod prečo sa vedci snažia vynájsť nové a efektívnejšie metódy čistenia. Najskúmanejšie sú metódy založené na chemickej reakcii a biodegradácii pomocou rôznych rastlín, siníc alebo baktérií.

- Bórom dopované diamantové elektródy (BDD elektródy) pozostávajú z termicky stabilného nosiča – kvôli dostupnosti je často využívaný kremík – väčšinou v tvare pliešku, na ktorom je niekoľko nanometrov hrubá vrstva bórom dopovaného diamantu. Dopovanie diamantu bórom zabezpečuje vodivosť materiálu zmenšovaním valenčných vodivostných pásov, čím sa dokonalý izolant mení na vodič. BDD elektródy sú po takejto úprave schopné na svojom povrchu rozkladať molekuly vody na radikály, peroxid vodíka a ozón [5,6]. Vznikajúce reaktívne produkty sú schopné rozkladať takmer všetky organické molekuly až na konečné produkty – oxid uhličitý a vodu. Vznikajúce reaktívne častice sú navyše schopné narušovať cytoplazmatickú membránu baktérii a tým nielen eliminujú baktérie žijúce

vo vodnom prostredí, ale aj zabráňujú vzniku a šíreniu rôznych druhov rezistencie na antimikrobiálne prípravky.

- Železany: Železo sa nachádza voľne v prírode väčšinou v oxidačnom čísle +3, no v prípade železanov má oxidačné číslo až +6. V kyslom prostredí sa ich oxidačný potenciál zvyšuje, čiže oxidujú nežiadúce látky rýchlejšie. Vysoký oxidačný potenciál má však aj negatíva – železany sú nestabilné a veľmi zle sa skladujú. Jednou z metód skladovania sú vzduchotesné kapsule, ktoré keď sa dostanú do kontaktu s vodou sa rozpustia a železany môžu vykonať svoju prácu [7].
- Fentonova reakcia: Niektoré kovy sú schopné generovať hydroxylové radikály. Katalýza peroxidu vodíka železom je jeden z príkladov. Táto reakcia sa nazýva Fentonova reakcia. Reakcia prebieha najlepšie pri pH 3 až 5. Ak je pH vyššie dochádza k uvoľneniu kyslíka a tvorbe oxidu železitého. Fentonovou reakciou sa najčastejšie odstraňujú fenoly, formaldehydy a pesticídy [8].
- Ozonizácia: Ozón sa vyskytuje najčastejšie v plynnom skupenstve. Degradáciou získavame molekulu kyslíka a kyslíkový radikál. Oproti chlóru sa vo vode rozpúšťa slabšie a je potrebné pridať rôzne prímеси na zvýšenie rozpustnosti. Táto metóda je finančne náročná a taktiež je potrebné mať dobre zaškolený personál [9].
- Biodegradácia: Vodné rastliny sú schopné nasávať rôzne látky z vody pomocou koreňového systému, ktorý je v nej ponorený. Na ich rozhraní dochádza k difúzií a dochádza k prieniku mikropolutantov do koreňa odkiaľ sú distribuované do celého tela rastliny. Rastlinám však často chýba katabolická dráha na úplný rozklad xenobiótik a teda dochádza k akumulácii v častiach tela rastliny [10]. Čo sa týka rias, tie sú schopné rásť na niektorých látkach obsahujúcich organický uhlík. Pri riasách je veľmi podstatná prítomnosť kyslíka a svetla. Často sa používajú na odstránenie azofarbív, fenolov či konkrétnych liečiv. Na zvýšenie efektivity sa používa aj viac druhov rias naraz [11].

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Ciele práce

Naším cieľom bolo poukázať na potrebu odstraňovania mikropolutantov zo životného prostredia, konkrétne z vodného ekosystému. Popísať ich účinky na faunu a flóru, ktorá je im v značnej miere vystavená. Tiež sme chceli priblížiť metódku využívanú na degradáciu a odstránenie mikropolutantov z odpadových vôd.

Hlavným cieľom bolo dokázať, že bórom dopované diamantové elektródy a rastliny *Iris pseudacorus*, *Pistia stratiotes* a *Hygrophila siamensis* sú schopné odstraňovať kontrastné médium z vody za laboratórnych podmienok. Ďalším cieľom bolo zistiť vplyv elektród a vodných rastlín *Iris pseudacorus*, *Egeria najas* a *Cabomba caroliniana* na koncentráciu liečiv vo vode na odtoku z ČOV.

Materiály a metódy

- Analýza vzoriek metódou HPLC
Chemická analýza vzorky sa vykonávala na prístroji

HPLC s PDA detektorom (YoungLin 9100). Mobilná fáza použitá na analýzu bola metanol : voda, pričom pomer týchto dvoch fáz sa postupne v priebehu analýzy menil z počiatočného pomeru 10 : 90 až na 90 : 10 v 16. minúte na konci analýzy. Teplota vzorky bola 25 °C. Použitá kolóna: GraceSmart, RP-18, dĺžka 150 mm, ID 4.6 mm, prietok mobilnej fázy: 1 ml/min, vlnová dĺžka PDA detektora bola 222, 210, 200, 235 nm.

- V našej práci bol následne realizovaný aj monitoring reálnej odpadovej vody. Teplota pritekajúcej vody sa pohybuje v rozsahu 12 až 15 °C a analýza na viaceré mikropolutanty bola získaná z bodovej vzorky a z 24-hodinovej zlievanej vzorky. Získané vzorky boli zamrznuté pri teplote -4 °C a následne prevezené do laboratória na rozbor. Analýzy vzoriek boli realizované za pomoci systému LC MS/MS. Použitý postup popisuje podrobne štúdia Fedorová a kolektív [12].
- **Omnipaque®**
Pri deštručných experimentoch sa použila komerčná kontrastná látka Omnipaque 300. V medicíne sa používa ako RTG-kontrastná látka, na vizualizáciu ciev a mäkkých tkanív. Účinnou látkou tohto prípravku je iohexol, IUPAC: N,N'-Bis(2,3-dihydroxypropyl)-5-[N-(2,3-dihydroxypropyl)-acetamido]-2,4,6-triiodoizoftalamid.

Laboratórne testy na kontrastnej látke Omnipaque®

Najskôr sa pripravil roztok iohexolu. Jeden mililitr liečiva Omnipaque® sa doplnil na objem jeden liter pitnou vodou z vodovodu. 1 ml injekčného roztoku obsahuje: 647 mg iohexolu a pomocné látky. Následne sa zmeral retenčný čas iohexolu a plocha píku pre známu koncentráciu (647 mg/l) metódou HPLC.

Degradácia pomocou vodných rastlín prebiehala v troch sklenených nádobach, pričom v každej bol zásobný roztok. Do nádob sme následne vložili očistené rastliny. Po 12-tich dňoch sme prešli k extrakcii iohexolu z rastlín. Extrahovali sme korene aj listy. Na extrakciu sme použili metanol, ktorý je schopný dobre naviazať organické látky. Získaný extrakt sa následne prefiltraval a testoval na HPLC. Porovnaním plochy píkov sme získali informácie o koncentrácii iohexolu v danej časti tela rastliny.

Tab. 2 Roztok iohexolu vo vode

trvanie exp. [min]	napätie [V]	koncentrácia [mg.l ⁻¹]	účinnosť [%]
-	-	647	-
60	10	561,07	13,28
30	20	573,73	11,32
60	20	608,81	5,90
30	30	541,57	16,30
60	30	580,46	10,28

Tab. 3 Roztok iohexolu vo vode + 0,1g NaCl

trvanie exp. [min]	napätie [V]	koncentrácia [mg.l ⁻¹]	účinnosť [%]
-	-	647	-
30	30	833,97	-
60	30	1 148,17	-

Na degradáciu pomocou BDD elektród sa použil najskôr rovnaký roztok. V ďalšom kroku sa pripravili nové roztoky, ktoré obsahovali rovnaké množstvo kontrastnej látky, avšak v prvom bol pridaný chlorid sodný, v druhom síran sodný a v treťom bola ako médium použitá odpadová voda. Samotná degradácia prebiehala v odmernom valci (200 ml roztoku), za stáleho miešania, pričom BDD elektróda bola zapojená ako katóda aj ako anóda. Na elektródy sa vkladalo napätie 10 až 30 V.

Testy na odpadovej vode z ČOV

Zlievanie vzorky trvalo od siedmej rána do siedmej rána nasledujúceho dňa. Pre rastliny *Cabomba caroliniana* a *Egeria najas* sme použili reaktor o objeme 5 litrov, do ktorého sme naliali 1 liter odpadovej vody. Experimenty prebiehali paralelne 72 hodín. Pre rastlinu *Iris pseudacorus* sme použili desať litrový reaktor, do ktorého sme naliali 5 litrov odpadovej vody. Zloženie odpadovej vody sa analyzovala po 48 a 96 hodinách. Zloženie odpadovej vody sme merali na LC-MS/MS.

Na degradáciu pomocou BDD elektród sa použila bodová vzorka z odtoku psychiatrickej liečebne na severe Slovenska. Odobraná reálna vzorka z odtoku psychiatrickej liečebne bola analyzovaná pomocou LC MS/MS. Na degradáciou nájdených mikropolutantov sa použilo 200 ml roztoku a napätie 30 V. V prvom kroku sa použilo usporiadanie ako v predchádzajúcich experimentoch, teda BDD elektróda bola použitá ako katóda aj anóda. V druhom experimente sa ako anóda použila taktiež BDD elektróda a ako katóda sa použila uhlíková elektróda. Doba experimentu bola v oboch prípadoch 60 minút.

Výsledky a diskusia

- degradácia roztokov iohexolu

Tab. 1 Porovnanie plochy píkov deštručného produktu v koreňoch rastlín

Koreň	Plocha píku / mV.s
<i>Hygrophila siamensis</i>	17 300
<i>Pistia stratiotes</i>	446
<i>Iris pseudacorus</i>	1287

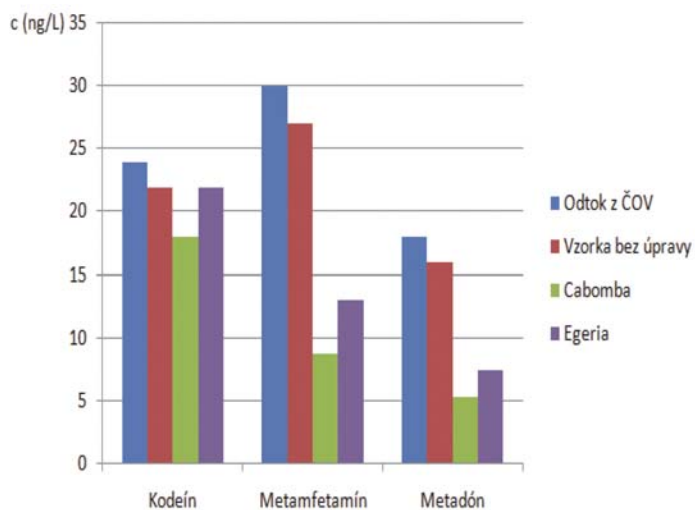
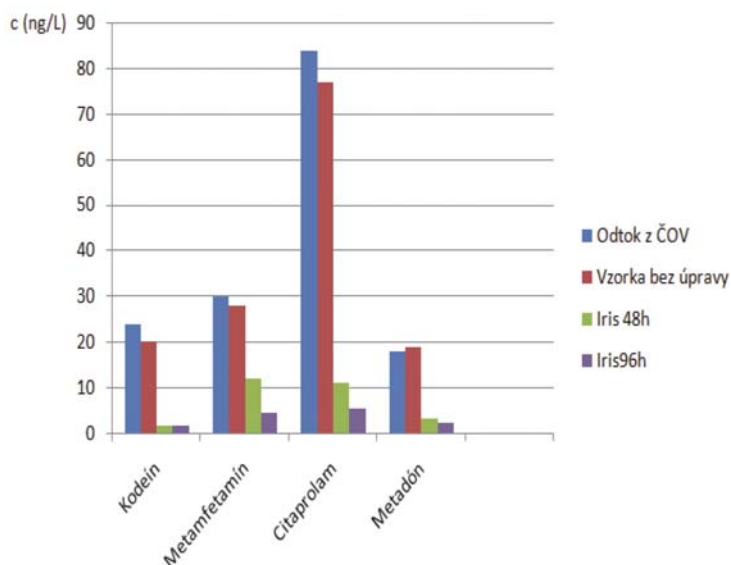
Tab. 4 Roztok iohexolu vo vode + 0,1g Na₂SO₄

trvanie exp. [min]	napätie [V]	koncentrácia [mg.l ⁻¹]	účinnosť [%]
-	-	647	-
30	20	584,69	9,63
60	20	525,29	18,81

Tab. 5 Roztok iohexolu v odpadovej vode

trvanie exp. [min]	napätie [V]	koncentrácia [mg.l ⁻¹]	účinnosť [%]
-	-	647	-
30	10	488,80	24,45
60	10	361,67	44,10
30	20	385,78	40,37
60	20	280,12	56,70

- Analýza reálnej vzorky



Tab. 6 Analýza reálnej vzorky

Mikropolutant	Pôvodná koncentrácia [ng/l]	BDD+BDD 60 min. [ng/l]	Účinnosť [%]	BDD+C 60 min. [ng/l]	Účinnosť [%]
2-oxy-3-OH-LSD	< 6,3	< 4,2	-	< 4,2	-
Benzoylecgonín	< 7,2	< 5,0	-	< 5,9	-
Kofeín	42 400	28 000	34,0	31 000	26,9
Katínón	< 8,1	< 3,8	-	< 4,6	-
Kokaín	< 8,4	< 4,5	-	< 5,7	-
Kodeín	< 16	< 5,9	-	< 7,1	-
Kotínín	248	164	33,9	191	23,0
Ketamín	< 5,0	< 4,5	-	< 5,0	-
MDA	< 11	< 6,1	-	< 6,7	-
MDEA	< 8,1	< 5,0	-	< 5,9	-
MDMA	< 13	< 8,5	-	< 9,5	-
Meklozín	< 8,7	< 3,1	-	18	-
Metadód	< 3,0	< 3,4	-	< 4,2	-
Metamfetamín	< 10	< 6,8	-	< 6,7	-
Norketamín	< 8,3	< 5,6	-	< 6,2	-
Oxazepam	1 180	905	23,3	301	74,5
Oxykodon	< 12	< 6,6	-	< 7,1	-
Risperidon	< 13	< 7,5	-	< 9,3	-
THC-COOH	< 2,0	< 1,0	-	< 1,1	-
Tramadol	< 7,9	11	-	11	-
Venlafaxin	1 030	509	50,5	126	87,8

Na laboratórnych testoch s kontrastnou látkou sme dokázali, že vybrané vodné rastliny sú schopné absorbovať mikropolutanty do svojho tela pomocou koreňovej sústavy. Iohexol však v žiadnej rastline nebol detegovaný, zato jeho metabolity a degradačné produkty áno. Spoločný metabolit bol nájdený v koreňoch rastlín. V koreni rastliny *Hygrophila siamensis* bolo až 13-krát viac tejto látky ako v koreni *Iris pseudacorus* a 40-krát viac ako v koreni *Pistia stratiotes* (pozri tabuľku 1). V listoch sme však našli iný metabolit, ktorý bol tiež spoločný pre viaceré rastliny. V tomto prípade bolo metabolitu 4-krát viac v rastline *Iris pseudacorus* oproti *Pistia stratiotes*. Z dosiahnutých výsledkov môžeme tvrdiť, že dochádza k bioakumulácii metabolitov degradačných produktov kontrastnej látky a teda sú vhodné na odstraňovanie tejto látky z vodného ekosystému.

Testy na odpadovej vode z ČOV môžeme považovať tiež za úspešné. *Iris pseudacorus* si poradil so všetkými testovanými liečivami: citalopram, metamfetamín, kodeín, metadón, venlafaxín a tramadol (pozri graf 1). Úspešnosť degradácie po 96 hodinách testovania bola minimálne 70%, čo je veľmi dobrý výsledok. Za zmienku stojí aj *Cabomba caroliniana*, ktorá odstránila 71 % metamfetamínu. Sklamaním bola *Egeria najas*, ktorá nebola schopná odstrániť žiadne liečivo s účinnosťou nad 60% (pozri graf 2).

Degradácia iohexolu vo vode pomocou BDD elektród bola veľmi málo účinná (pozri tabuľku 2), koncentrácia poklesla v priemere o 10% len s malými rozdielmi v závislosti od napätia. Dôvodom zrejme bola veľmi nízka vodivosť roztoku.

V roztoku s NaCl došlo ku zdanlivému nárastu koncentrácie iohexolu. Po analýze výsledkov sa meranie zopakovalo pre 30 V s rovnakým výsledkom (pozri tabuľku 3). Dôvodom tejto anomálie mohlo byť viacero, mohlo dôjsť ku zníženiu rozpustnosti iohexolu v dôsledku pridania NaCl a počas elektrolýzy sa mohla rozpustnosť zvyšovať. Taktiež mohlo dôjsť k vytvoreniu komplexu, ktorý sa v dôsledku degradácie rozpadal a uvoľňovala sa pôvodná zlúčenina. Toto vysvetlenie však nie je natoľko pravdepodobné vzhľadom k nízkej reaktivite iohexolu a iných kontrastných látok. Stanovenie koncentrácie mohlo byť taktiež rušené prítomným jódom v soli. V druhom pokuse o zvýšenie iónovej sily roztoku sa teda použil síran sodný. Po hodine experimentu pri 20 V bola dosiahnutá účinnosť takmer 20% (pozri tabuľku 4). Táto účinnosť ešte nie je postačujúca, ale podarilo sa nám aspoň čiastočne preukázať,

že po zvýšení vodivosti roztoku neostáva iohexol indiferentný voči degradácii. Tento fakt bol preukázaný aj pri degradácii roztoku iohexolu v odpadovej vode. Vodivosť tohto roztoku bola rádovo vyššia a tvrdenie podporujú aj účinnosti. Napríklad už pri 20 V bola po hodine dosiahnutá účinnosť 57% pozri tabuľku 5).

Podarilo sa nám teda preukázať, že BDD elektródy môžu byť použité na degradáciu aj tak perzistentných polutantov ako sú kontrastné látky. Problémom však naďalej ostávajú degradačné produkty, ktoré neboli identifikované a ako naznačujú zdroje, mohlo ísť len o transformáciu bočných refazcov.

Pri analýze reálnej vzorky bolo identifikovaných množstvo liečiv, ale aj kofeín, dokonca metabolit THC-COOH (pozri tabuľku 6). Pri použití BDD elektród ako katódy aj anódy bola degradácia najúčinnnejšia pre venlafaxín (nad 50 %). Pri použití uhlíkovej elektródy ako katódy bola dosiahnutá najvyššia účinnosť taktiež pre venlafaxín (88 %).

ZÁVER

Vedcov aj širokú verejnosť dnes trápí výskyt mikropolutantov vo vode. Preto sa vedci snažia nájsť efektívne a lacné riešenie tohto celosvetového problému. My sme sa zaoberali práve touto problematikou. Robili sme testy na kontrastnej látke aj na často sa vyskytujúcich liečivách v našich vodách. Skúšali sme vodné rastliny aj bórom dopované diamantové elektródy. Vodná rastlina *Iris pseudacorus* dosiahla výborné výsledky v oboch prípadoch. Výhodou vodných rastlín je to, že nepotrebujeme dodávať žiadnu energiu do siete a taktiež nie sú žiadne potrebné náklady na ich prevádzku. Problémom je však potrebná dlhá doba pôsobenia rastliny na mikropolutanty. Tento problém však môžu vyriešiť bórom dopované diamantové elektródy, ktoré sú schopné za krátky čas zdegradovať veľké množstvá polutantov. Veríme, že kombináciou týchto dvoch metód by sa dala odstrániť z vodného ekosystému drvivá väčšina mikropolutantov tak, aby bol opäť obývateľný pre organizmy bez fatálnych následkov na ich zdraví.

POĎAKOVANIE

Radi by sme poďakovali Doc. Ing. Tomášovi Mackulakovi PhD. za odborné vedenie a cenné rady.

Použitá literatúra:

- EVGENIDOU, E. – KONSTANTINO, L. – LAMBROPOLOU, L. Occurance and removal of transformation products of PPCPs and illicit drugs in wastewaters: A review. In *Science of the Total Environment* 2015, vol. 505, 905-926 s.
- EMMANUEL, E. a i. Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: Health risk assessment for drinking water consumers. *Environment International* 2009, vol. 35, 718-726 s.
- MIRANDA, C. – CASTILLO, G. a i. Resistance to antibiotic and heavy metals of motile aeromonads from Chilean freshwater in *Science of the Total Environment* 1998, vol. 224(1-3): 167-76 s.
- DARLAND, T. – DOWLING, J. E. a i. Behavioral screening for cocaine sensitivity in mutagenized zebrafish. *PNAS* 2001, vol. 98, 11691-6 s.
- MACKULAK, T. – MOSNÝ, M. – GRABIC, R. a i. Fenton-like reaction: A possible way to efficiently remove illicit drugs and pharmaceuticals from wastewater. In *Environmental Toxicology and pharmacology* 2015, vol. 36, 483-486 s.
- YUNLONG, L. – WENSHAN, G. – HUI HAO, N. a i. A review on the occurrence of micropolutants in the aquatic environment and their fate and removal during wastewater treatment In *Science of the Total Environment* 2014, vol. 473-474, 619-641
- http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2015_09_714-717.pdf
- WANG, S. A comparative study of Fenton and Fenton-like reaction kinetics in decolorisation of wastewater in *Dyes and Pigments* 2008, vol. 76, 714-720 s.
- <https://www3.epa.gov/nepdes/pubs/ozon.pdf>
- MACKULAK, T. – MOSNÝ, CH. a i. Fate of psychoactive compounds in wastewater treatment plant and the possibility of their degradation using aquatic plants in *Environmental Toxicology and Pharmacology* 2015, vol. 39, 969-973 s.
- CHAN, S. – LUAN, T. Removal and biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by *Selenastrum capricornutum* in *Environmental Toxicology and Chemistry* 2006, vol. 25, 1772-1779 s.
- FEDOROVA, G. a i. Comparison of the quantitative performance of a Q-Exactive high resolution mass spectrometer with that of a triple quadrupole tandem mass spectrometer for the analysis of illicit drugs in wastewater. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 2013, vol. 27, 1751-1762 s.



Ramenná sústava Dunaja neďaleko obce Bodíky, K. Mravcová

Hybridní lineární stochastický předpovědní model pro řízení zásobní funkce nádrže

Ing. Tomáš Kozel

Ústav vodního hospodářství krajiny, Vysoké učení technické v Brně

ÚVOD

Hlavním cílem výzkumu bylo sestavení stochastického předpovědního modelu (generátoru krátkých umělých řad) pro řízení zásobní funkce nádrže. Výhodou stochastické předpovědi je věřit možných budoucích průtoků vody v měrném profilu (přítoků vody do nádrže), které jsou schopny lépe popsat budoucí vývoj náhodných procesů, mezi které může být zařazen průtok v měrném profilu.

Předpovědní model je vytvořen pro předpovídání přítoků vody do izolované vodní nádrže se zásobní funkcí, které je řízena s měsíčním krokem. Základním požadavkem na předpovědní model je schopnost předpovídat dlouhá málovodná období, která jsou kritická pro řízení zásobní funkce nádrže. Povodňové průtoky nepůsobí problémy při řízení zásobní funkce, a proto model může při jejich předpovídání dosáhnout větších chyb.

DATA

Pro kalibraci a validaci modelu byl zvolen měrný profil Bílovice nad Svitavou. Reálná řada je 90 let dlouhá. Měrný profil je velmi málo ovlivněn řízením nádrže a je velmi blízký neovlivněnému toku. Prvních 75 let reálné řady je použito pro kalibraci předpovědního modelu a posledních 15 let je použito pro validaci. S daty se pracovalo na úrovni měsíců. Každý měsíc má jiné rozdělení pravděpodobnosti, a proto bylo přistoupeno k práci s daty na úrovni hladiny normálního normovaného rozdělení (hladina Z). Všechna data byla pomocí dvoustupňové transformace převedena z hladiny Q (hodnoty reálné řady).

První krokem transformace bylo odstranění asymetrie, ke kterému byl použit Box-Coxův [1] vztah

$$Y_{i,j} = \frac{x_{i,j}^{r_j} - 1}{r_j}, \quad (1)$$

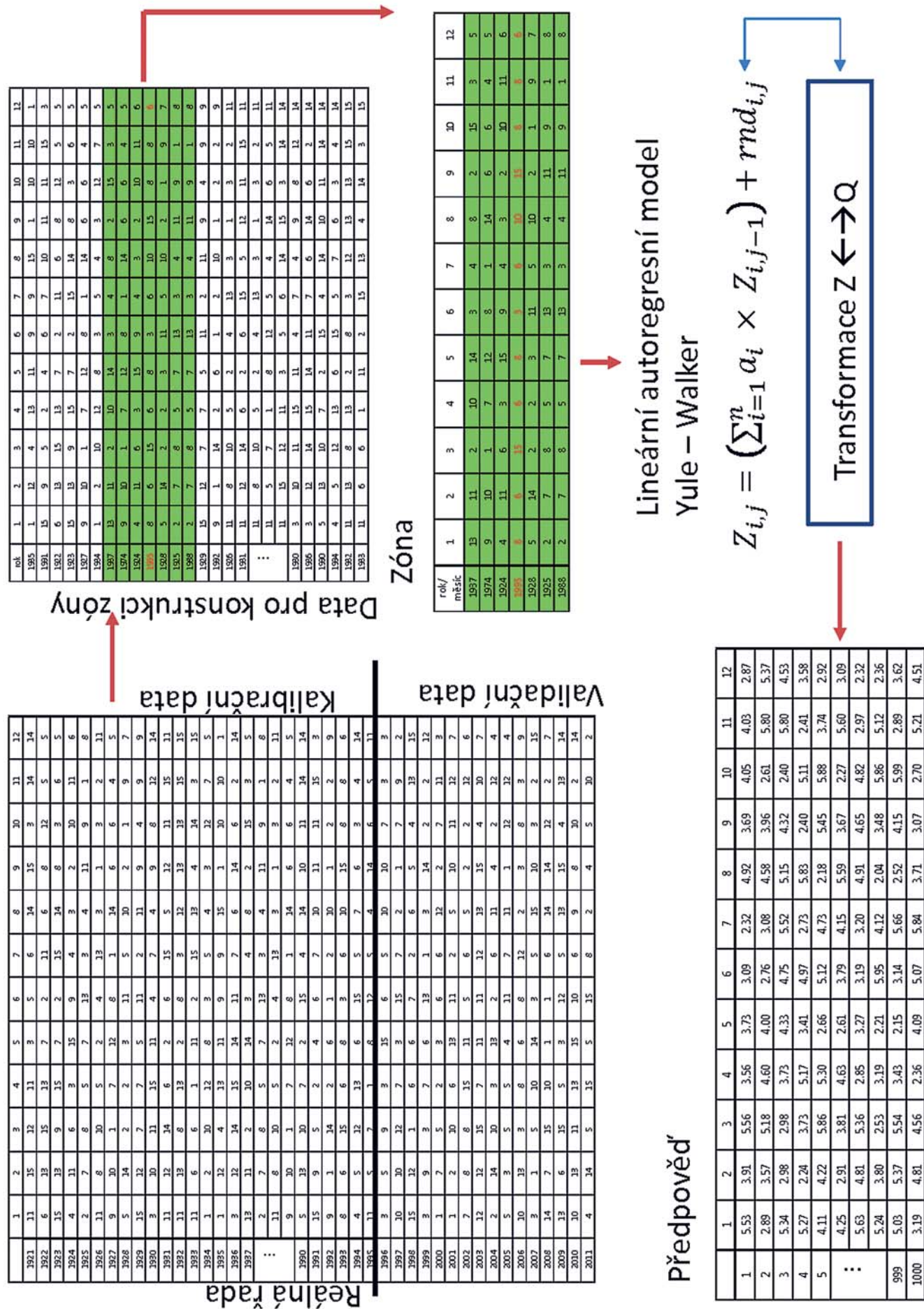
kde $Y_{i,j}$ je transformovaný člen reálné řady na rozdělení bez asymetrie, $x_{i,j}$ je člen reálné řady, který je transformován rovnicí, r_j je transformační koeficient pro příslušný měsíc, i je číslo měsíce a j je číslo pořadí členu v i -tém měsíci (roky). Na hladině Y je předpoklad normálního rozdělení, a proto druhý stupeň transformace je proveden pomocí tradičních transformačních vztahů mezi normálním rozdělením (hladina Y) a normálním normovaným rozdělením (hladina Z).

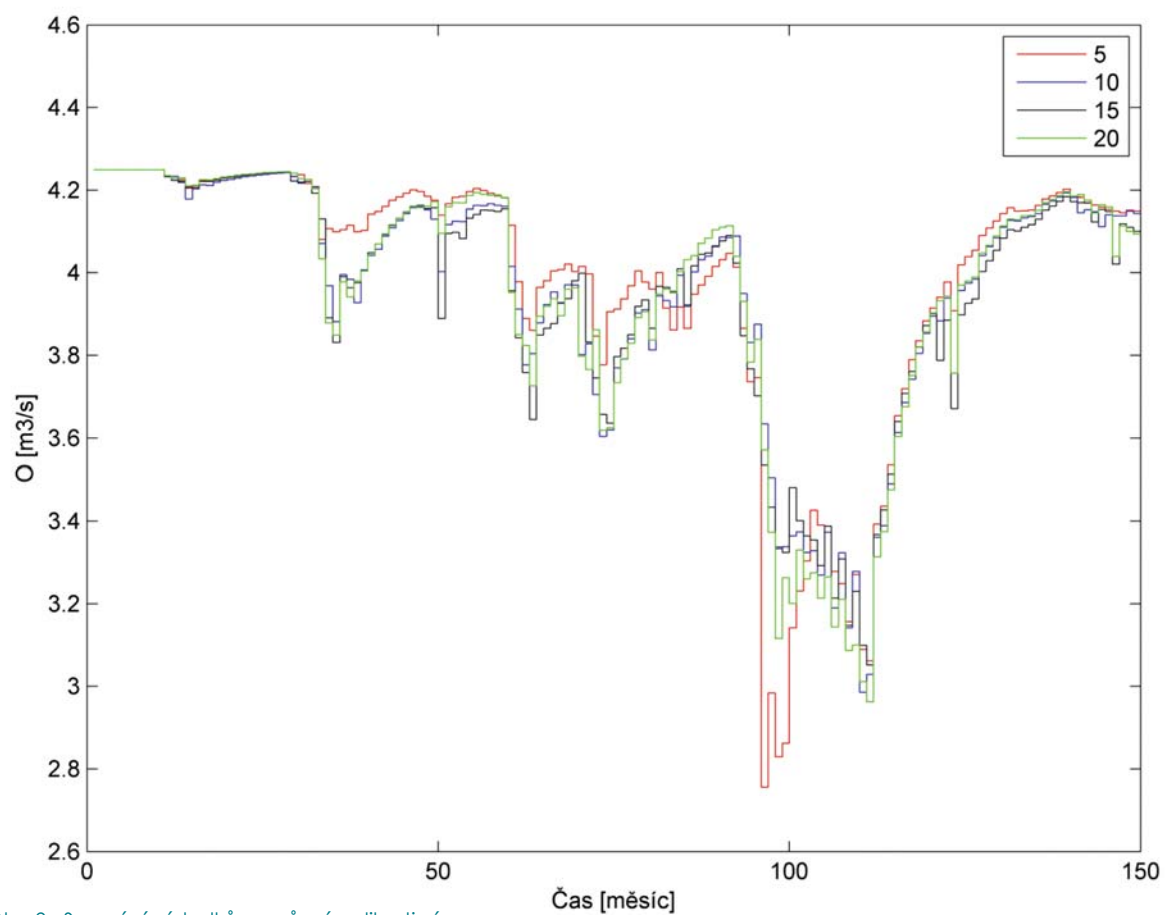
MODEL

Předpovědní model je hybridem mezi lineárním regresním modelem a zonálním modelem [2,3]. Běžný zonální model nemusí mít dostatek dat v jednotlivých zónách, a proto je výhodnější sestavit zónu v okolí zvolené hodnoty. Do zóny je uvažován stejný počet dat z okolí hodnoty, která jsou menší (větší) než zvolená hodnota. Uniformně rozdělený počet dat v jednotlivých zónách v zonálním modelu, může způsobit nepřesné nalezení závislosti, protože v okolí vybrané hodnoty může být jednostranně nakloněno v případě, že vybraná hodnota je okrajovou hodnotou v zóně. Uvedený problém je opět vyřešen s pomocí plovoucí zóny, protože zvolená hodnota je uprostřed zóny (medián zóny). Výjimka je tvořena okrajovými zónami, kde není možné zajistit, aby zvolená hodnota byla mediánem zóny. V uvedeném případě lze model prohlásit za zonální.

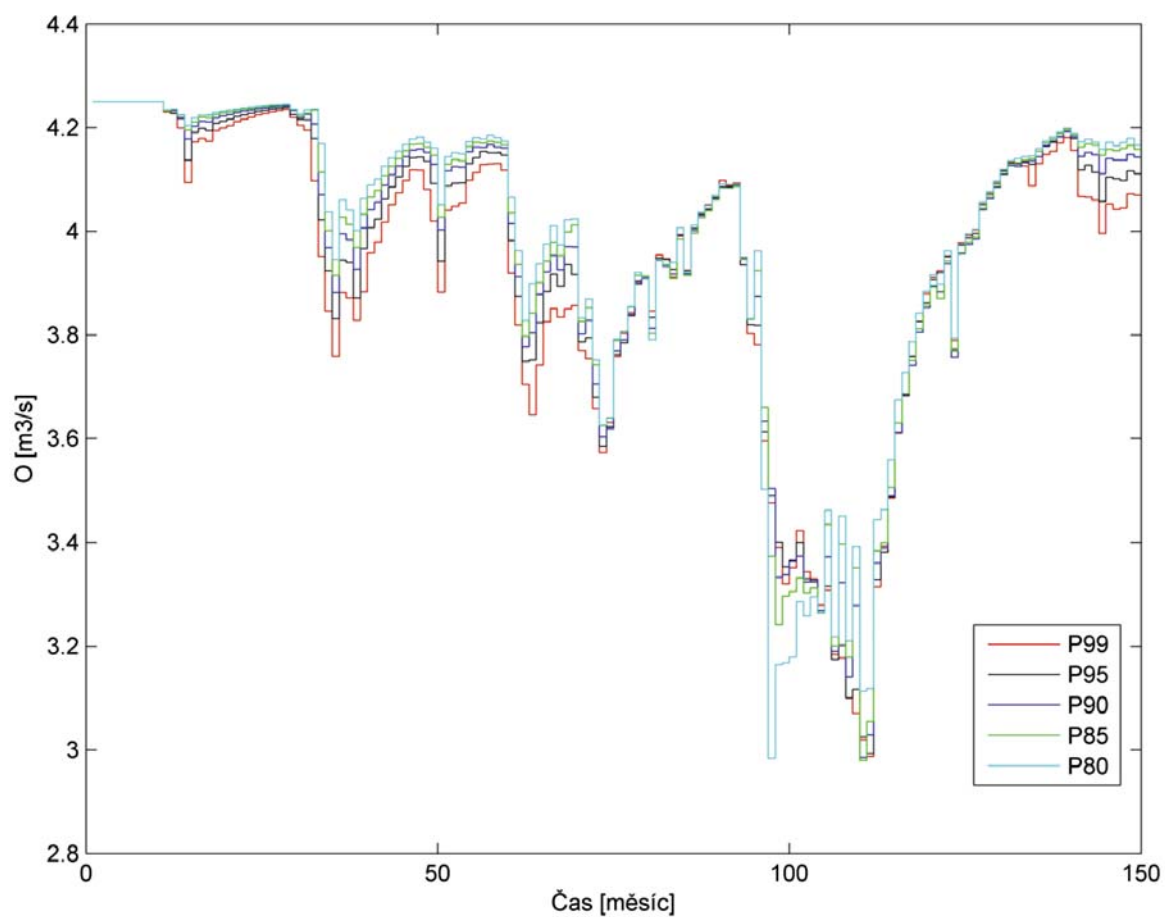
Samotné vytvoření modelu je provedeno ve dvou krocích. Před započítím konstrukce zóny je potřeba provést transformaci dat z hladiny Q na hladinu Z pomocí výše uvedeného postupu. Veškerá data jsou seřazena podle zvoleného měsíce (poslední reálný průměrný měsíční průtok vody v měrném profilu) od nejmenšího po největší. Poté je sestavena zóna v okolí zvolené hodnoty. Druhým krokem je nalezení regresních koeficientů lineárního modelu, který je aplikován na data ze sestavené zóny.

V druhém kroku je aplikován lineární autoregresní model, který předpovídá hodnoty průměrných měsíčních průtoků na základě lineární kombinace hodnot předchozích průměrných měsíčních průtoků (hladina Z), autoregresních koeficientů a náhodných čísel. Pro stanovení autoregresních koeficientů byly použity Yule-Walkerovy rovnice [4,5]. Po jejich vyřešení dostaneme koeficienty, které spolu s průtoky transformovanými na normované normální rozdělení tvoří dvojice, s jejichž pomocí podle rovnice (2) dostaneme předpovídaný průtok. Při samotném výpočtu model použije předepsaný počet měsíců zpětně ($2 - 11$) a vypočte rekurentní předpověď na požadovaný počet měsíců dopředu ($1 - 12$). Při opakování je měněna pouze hodnota $md_{i,j}$ v rovnici (2). Uvedená veličina je náhodně generována, proto dostaneme pokaždé jinou hodnotu předpovědi (myšlenka metody Monte-Carlo). Předpovědi jsou následně zpětně transformovány na rozdělení, které odpovídá měsíci, pro který byla předpověď vypočtena. Na obrázku 1 je uvedeno schéma modelu. Pokud je požadovaná předpověď delší než 1 měsíc, předpověď se posune o jeden krok (měsíc) vpřed a celý výpočet opakuje. Z výše uvedeného textu vyplývá, že pokud je požadována delší předpověď než 1 měsíc, dostávají se do modelu mimo data reálné řady

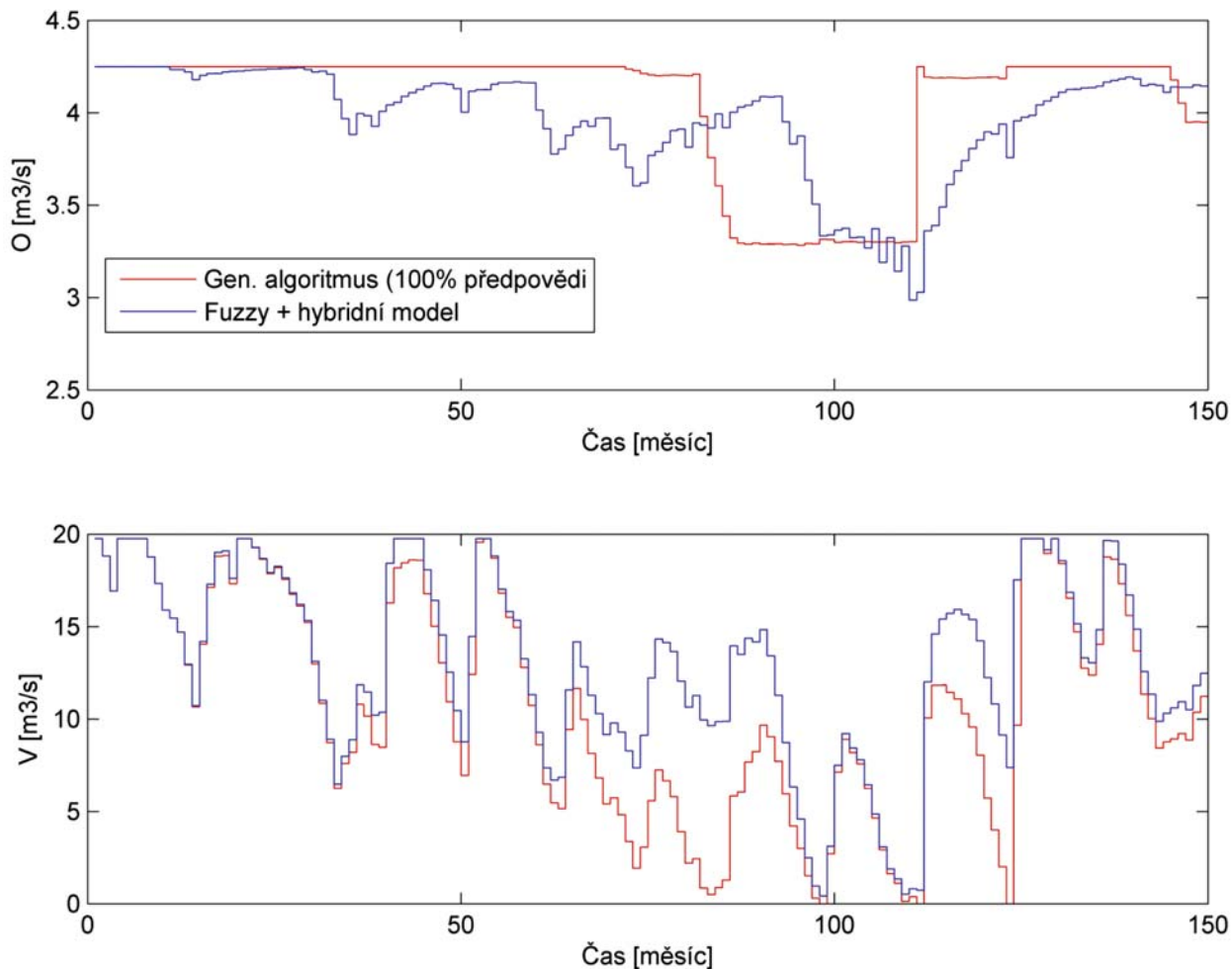




Obr. 2 Srovnání výsledků pro různé velikosti zón



Obr. 3 Srovnání výsledků pro různé pravděpodobnosti



Obr. 4 Srovnání výsledku stochastického řízení a ideálního řízení

i předpovědi poskytnuté modelem rovnice (2). Model nemění velikost matice vstupující do Yule-Walkerovy rovnice.

Základní rovnice lineárního autoregresního modelu má tvar:

$$Z_{i,j} = a_1 \cdot Z_{i,j-1} + a_2 \cdot Z_{i,j-2} + a_3 \cdot Z_{i,j-3} + \dots + a_k \cdot Z_{i,j-k} + rnd_{i,j}, \quad (2)$$

v uvedeném vztahu značí a_1 až a_k regresní koeficienty, $Z_{i,j}$ až $Z_{i,j-k}$ jsou předchozí hodnoty průměrných měsíčních průtoků transformované na hladinu Z , $rnd_{i,j}$ je náhodné číslo generované z normovaného normálního rozdělení, j je pořadí měsíce (pokud předpovědi přímo navazují na reálnou řadu a $Z_{i,j-1}$ až $Z_{i,j-k}$ jsou posledními členy reálné průtokové řady transformované na hladinu Z) a i je číslo vydávané předpovědi Yule-Walkerovy rovnice

$$\begin{pmatrix} 1 & \rho(1) & \dots & \rho(k-2) & \rho(k-1) \\ \rho(1) & 1 & \rho(1) & \dots & \rho(k-2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho(1) & \dots & \rho(1) & 1 & \rho(1) \\ \rho(k-1) & \rho(k-2) & \dots & \rho(1) & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_{k-1} \\ a_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho(1) \\ \rho(2) \\ \dots \\ \rho(k-1) \\ \rho(k) \end{pmatrix}, \quad (3)$$

kde a_1 až a_k jsou hledané regresní koeficienty a $\rho(1)$ až $\rho(k)$ jsou příslušné korelační koeficienty.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Model byl sestaven pro účel řízení zásobní funkce nádrže, a proto bylo přistoupeno k jeho vyhodnocení pomocí aplikace na řízení zásobní funkce nádrže. V měřném profilu Bílovice nad Svitavou se však žádná nádrž nenachází, a proto bylo přistoupeno k vytvoření fiktivní nádrže. Nádrž byla sestavena, tak aby vykazovala poruchy v podobě nedodávek vody. Nádrž má jeden přítok Q , jeden odtok vody O a objem vody v nádrži na počátku každého kroku řešení V_{t-1} (počáteční podmínka) pro všechny kroky řešení. Přítok Q (okrajové podmínky) a odtok O jsou popsány řadou přítoků Q_t ($Q_1, Q_2, \dots, Q_N$) a řízených odtoků O_t ($O_1, O_2, \dots, O_N$), N kde je délka předpovědi a t je časový krok předpovědi. Chování nádrže je popsáno rovnicí, protože je řešení prováděno s měsíčním krokem je vhodné použít diferenční tvar rovnice

$$Q^t - O^t = \frac{V^t - V^{t-1}}{\Delta t}. \quad (4)$$

Řízení je prováděno na řídicí hodnotu odtoku O_p , která byla zvolena jako konstanta řízení pro všechny měsíce. Odtok vody leží v intervalu $<0, O_p>$, nižší hodnoty odtoku než O_p způsobí poruchu v řízení. Cílem řízení je vytváření dlouhých a mělkých poruch, které jsou výhodnější při řízení zásobní

funkce nádrže než poruchy krátké a hluboké. Okrajové podmínky Q jsou při výpočtu nahrazeny krátkými předpověďmi. Na konci každého kroku je spočtena nová hodnota objemu, která v následujícím kroku použita jako počáteční podmínka V_{t-1} .

Hlavním kritériem pro posouzení úspěšnosti řízení byla zvolena suma odchylek druhých mocnin od ideálního řízení. Jako ideální průběh řízení jsou uvažovány výsledky řízení poskytnuté genetickými algoritmy, které používají jako předpovědi výskyty reálné řady (100% přesnost předpovědi) a používaly pro optimalizaci rovnici 5, π kde je hodnota optimalizovaného kritéria [6].

$$\pi = \sum_{\tau=1}^N (O_p - O^r)^2 \rightarrow \text{MIN}. \quad (5)$$

Samotné stochastické řízení využívá adaptivní fuzzy model [7]. Pouze první člen řady řízených odtoků je použit pro vlastní řízení. Pro řízení byla použita délka předpovědi 4 měsíce a celkový počet předpovědí pro každý časový krok výpočtu byl 500. Fuzzy model byl zvolen z důvodu velké časové náročnosti potřebné genetickými algoritmy pro stochastické výpočty.

Během procesu vyhodnocování byla hledána vhodná velikost zóny a počet měsíců, které byly použity pro sestavení matice korelace. Výsledky na obrázku 2 ukázaly, kde na vertikální ose je řízený odtok vody O a na horizontální ose je uveden čas v měsících, že je velmi vhodné použít pro tvorbu předpovědi velikost zóny 10 – 15. Výsledky poskytnuté velikostí zóny podle uvedeného intervalu si byly velmi podobné, a proto byly prohlášeny za kvalitní. Pokud byla použita velikost zóny mimo uvedený interval, došlo ke zhoršení průběhu řízení. Nejlepší výsledky byly dosaženy při použití 4 měsíců zpětně pro tvorbu korelační matice. V poslední kroku vyhodnocení byla hledána vhodná pravděpodobnost překročení řízeného průměrného měsíčního odtoku vody z nádrže označovaného v obrázku 3 například jako P90. Výsledky na obrázku 3 ukázaly, že popis os je shodný s obrázkem 2 a že nejlepších výsledků bylo dosaženo pro pravděpodobnost P90.

Výsledky na obrázku vykreslují srovnání výsledků stochastického řízení fuzzy modely pro předpovědi poskytnuté hybridním modelem (4 měsíce zpětně, velikost zóny 12) a výsledků poskytnutých genetickými algoritmy používající 100%

přesnost předpovědi. Na horním grafu obrázku 3, popis os je shodný s obrázkem 2 a 3, jsou srovnány jednotlivé průběhy řízení. Z obrázku 3 je patrné, že stochastické řízení vytváří výrazně více poruch, oproti ideálnímu průběhu řízení. Na spodním grafu obrázku 3 je uveden průběh plnění a prázdnění fiktivní nádrže, na vertikální ose je uveden poměrný objem vody v nádrži a na horizontální čas v měsících, ze kterého jsou patrné příčiny jednotlivých poruch vytvořených navíc oproti ideálnímu průběhu řízení. Fuzzy model spolu s hybridním předpovědním modelem zavádí agresivnější způsob řízení, který se snaží udržet vyšší objemy vody.

ZÁVĚR

Výsledky ukázaly, že hybridní předpovědní model spolu s fuzzy modelem jsou schopny provést efektivní řízení zásobní funkce nádrže. Při použití velikosti plovoucí zóny z intervalu $<10,15>$ a čtyř měsíců zpětně při konstrukci předpovědního modelu. Pokud zóna byla větší, byly závislosti zašuměny ve větším množství dat. U nižšího počtu dat v zóně model nedokázal nalézt vhodné závislosti z důvodu nedostatku dat. Řízení vykazovalo velmi dobré výsledky pro pravděpodobnost překročení řízeného odtoku 0.9.

Samotné výsledky řízení fuzzy modelem používajícího předpovědi vytvořené hybridním předpovědním modelem byly agresivnější než v případě ideálního průběhu řízení. Uvedená vlastnost by mohla být velmi přínosná, při zachování trendu poklesů průtoků, který by vedl k vytvoření vyšší napjatosti mezi přítoky a nadlepšeným odtokem vody z nádrže. Skutečnost, že řízení má tendenci udržovat vyšší hladinu vody v nádrži, by mohla být s výhodou využita při řízení hydroenergetické funkce nádrže.

Závěrem lze prohlásit, že hybridní model s plovoucí zónou je schopen v kombinaci s fuzzy modelem provést řízení zásobní funkce logicky, a proto jej lze doporučit pro další testování či použití.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek vznikl za podpory výzkumu FAST-J-17-4044 Řízení zásobní funkce nádrží při uvažování nejistot hydrologických vstupech s použitím metod umělé inteligence s podporou stochastických předpovědních modelů.

Použitá literatura:

- [1] Box, G. E. P. and Cox, D. R. (1964). An analysis of transformations, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 26, 211-252.
- [2] MENŠÍK, P.; STARÝ, M.; MARTON, D., Using Predictive Models of Mean Monthly Flows for Operative Outflows Control from Large Open Reservoirs, příspěvek na konferenci Proceedings ITISE 2014, International work-conference on Time Series, ISBN 978-84-15814-97-9, Copicentro Granada S.L, Spain, Granada, 2014
- [3] MARTON, D.; MENŠÍK, P.; STARÝ, M., Using Predictive Model for Strategic Control of Multi-reservoir System Storage Capacity, článek v *Procedia Engineering*, ISSN 1877-7058, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 2015
- [4] Yule, G. Udny (1927) "On a Method of Investigating Periodicities in Disturbed Series, with Special Reference to Wolfer's Sunspot Numbers", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. A*, Vol. 226, 267-298.
- [5] Walker, Gilbert (1931) "On Periodicity in Series of Related Terms", *Proceedings of the Royal Society of London, Ser. A*, Vol. 131, 518-532.
- [6] HAUPT, R. L. and HAUPT, S. E. (2003) Appendix II: MATLAB Code, in *Practical Genetic Algorithms*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA. doi: 10.1002/0471671746.app2
- [7] KOZEL, T.; STARÝ, M., STOCHASTIC MANAGEMENT OF THE OPEN LARGE WATER RESERVOIR WITH STORAGE FUNCTION WITH USING FUZZY LOGIC, příspěvek na konferenci SGEM Conference Proceedings, ISSN 1314-2704, ISBN 978-619-7105-61-2, STEF92 Technology Ltd., 51 Alexander Malinov Blvd., 1712, Sofia, Bulgaria, 2016

XXXVI. PRIEHRADNÉ DNI 2018

pod záštitou podpredsedu vlády a

ministra životného prostredia

Slovenskej republiky

Ing. Lászlóa Sólymosa

24. - 26. október 2018

Témy:

Starnutie priehrad

Bezpečnosť priehrad a riziková analýza

Priehrady a geológia

Malé vodné nádrže

Vodné nádrže a extrémne hydrologické javy

Konferencia s medzinárodnou účasťou

Odborný garant:

Prof. Ing. Emília Bednárová, PhD. - Stavebná fakulta, STU Bratislava

Na stránke organizátora sú priebežne zverejňované potrebné pokyny a informácie k pripravovanej konferencii.

www.svp.sk/sk/pd2018

Jubileum 75. rokov

Ing. Pavel Jech sa narodil 14. 5. 1943 v Brne, vyrastal v juho-moravskom Znojme, kde v roku 1960 úspešne ukončil štúdium na vtedajšej jedenásťročnej strednej škole. V rokoch 1960 – 1965 absolvoval štúdium na Chemicko-technologickej fakulte SVŠT v Bratislave so špecializáciou Organická technológia. Ako absolvent vysokej školy krátky čas pracoval ako technológ v Slovenských lučobných závodoch Hnúšťa – Likieri. V rokoch 1966 – 1967 pracoval ako vedúci laboratória vo Vinárskych závodoch v Košiciach.

Od roku 1967, keď nastúpil na inšpektorát vtedajšej Štátnej vodohospodárskej inšpekcie v Košiciach, bolo jeho ďalšie celoživotné profesijné zameranie orientované na problematiku životného prostredia. Inšpekčnou činnosťou v teréne a pri riešení havarijných znečistení vôd prispieval k riešeniu ochrany vôd pred znečistením v regióne východného Slovenska. Prírodu veľmi obdivoval. Cez vzťah k horolezectvu spoznával prírodu nielen v jej kráse, ale všimol si aj jej poškodzovanie ľudskou činnosťou, čo sa stalo pre neho motiváciou k vypracovaniu Analýzy znečisťovania vôd v Tatranskom národnom parku (ŠVI 1973). Tá, ako prvý súhrnný materiál zdokumentovala túto problematiku a bola mu inšpiráciou pre ďalšie výskumné práce realizované vo VÚVH.

V rokoch 1976 – 1977 sa na Ministerstve lesného a vodného hospodárstva SR podieľal na koncepčných prácach súvisiacich s ochranou vôd pred ich znečisťovaním a hospodárnym využívaním.

Po návrate k inšpekčnej činnosti v rokoch 1977 – 1990 ako zástupca hlavného inšpektora na Ústredí Slovenskej vodohospodárskej inšpekcie v Bratislave spolupracoval na riadení činnosti inšpektorátov, organizovaní činnosti ÚSVI, pri príprave právnych predpisov súvisiacich s ochranou vôd a ich hospodárnym využívaním a pri príprave koncepčných vodohospodárskych dokumentov. V tomto období sa rozvíjala jeho prednášková činnosť na rôznych odborných podujatiach s problematikou ochrany vôd. Vo viacerých prípadoch bol na základe nadobudnutých poznatkov prizývaný na oponentúru odborných a vedeckých prác rôznych odborných inštitúcií, vrátane VÚVH. Za Slovenskú republiku sa zúčastňoval rokovaní odborných pracovných skupín k témam ochrany vôd a hospodárenia s vodou v rámci RVHP. Odborný prehľad v uvedených témach využíval aj ako lektor odborného pomaturitného vzdelávania podnikových vodohospodárov, organizovaného Energetickým inštitútom v konzultačnom strede v Bratislave.

Za výrazný podiel na plnení úloh vodného hospodárstva mu v roku 1985 minister lesného a vodného hospodárstva SR udelil rezortné vyznamenanie Budovateľ vodného hospodárstva. Pri príležitosti 30. Konferencie vodohospodárov v priemysle v roku 1998 MŽP SR a MP SR ocenili jeho výsledky dlhoročnej práce pri rozvoji vodného hospodárstva a ochrane životného prostredia.



V rokoch 1992 – 1995 sa podieľal na zriadení a počiatkoch činnosti Asociácie priemyselnej ekológie na Slovensku (ASPEK). V rokoch 1995 – 2014 z pozície generálneho riaditeľa postupne profiloval a realizoval aktivity ASPEK, zamerané na spoluprácu pri tvorbe environmentálnej legislatívy, organizovanie odborných konferencií a seminárov. Má výrazný podiel na zriadení súťaže o Národnú podnikateľskú cenu za životné prostredie v SR, ktorá umožnila Slovenskej republike prístup do súťaže o Európske ceny za životné prostredie v podnikaní, organizovanej Európskou komisiou. Zaviedol tradíciu organizovania významnej konferencie Priemyselné emisie. Počas pôsobenia v ASPEK pokračoval v prednáškovej činnosti na viacerých odborných podujatiach

na Slovensku a v Českej republike. Niekoľko rokov bol členom komisie pre štátne záverečné skúšky na Strojníckej fakulte TU v Košiciach.

Pod jeho vedením sa ASPEK vyprofiloval za akceptovaného partnera MŽP SR, ďalších ústredných orgánov a dôveryhodného predstaviteľa podnikovej sféry na Slovensku. Činnosť ASPEK bola v roku 2003 ocenená Cenou ministra životného prostredia SR.

Pri príležitosti 40. Konferencie vodohospodárov v priemysle v roku 2008 mu bolo udelené ocenenie ministra životného prostredia SR za mimoriadne výsledky a dlhoročný prínos v starostlivosti o životné prostredie.

V roku 2014 odchodom do dôchodku ukončil svoju dlhoročnú pracovnú kariéru zameranú na aktívne riešenie negatívnych civilizačných vplyvov na životné prostredie. Napriek pokročilému veku sa naďalej aktívne podieľa na činnosti prípravného výboru a priebehu každoročných Konferencií vodohospodárov v priemysle.

Do pokračujúcich profesionálnych aktivít a ďalšieho života mu prajeme všetko dobré, veľa šťastia a hlavne zdravia.

Ing. Július Héthaši, CSc

Informácie o nových STN

Mgr. Daša Borovská

Výskumný ústav vodného hospodárstva

V máji a júni vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN EN ISO 9696: 2018 (75 7610) Kvalita vody. Celková objemová aktivita alfa v neslanej vode. Skúšobná metóda na hrubej vrstve

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN ISO 5667-4: 2018 (75 7051) Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 4: Pokyny na odber vzoriek z jazier a umelých vodných nádrží

Vydáním STN ISO 5667-4: 2018 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN ISO 5667-4: 1999.

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

STN EN ISO 5667-16: 2018 (75 7051) Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 16: Pokyny na biologické skúšanie vzoriek

Vydáním slovenského znenia STN EN ISO 5667-16: 2018 sa od 1. 6. 2018 zrušilo identické vydanie tejto normy v anglickom jazyku.

Norma vyšla v slovenskom jazyku.

STN EN ISO 19340: 2018 (75 7557) Kvalita vody. Stanovenie rozpusteného perchlorátu. Metóda iónovej chromatografie

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN ISO 6416: 2018 (75 1301) Hydrometria. Meranie prietoku ultrazvukovou metódou s meranou dobou prechodu

Vydáním STN EN ISO 6416: 2018 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN ISO 6416: 2006.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

STN EN 1406: 2018 (75 8301) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Modifikované škroby

Vydáním STN EN 1406: 2018 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 1406: 2010.

Norma vyšla v anglickom jazyku.

TNI CEN/TR 17179: 2018 (73 6742) Potrubné a ochranné rúrové systémy z termoplastov. Vsakovacie a retenčné systémy pre zrážkovú vodu. Pokyny na podzemné inštalovanie

Norma vyšla v anglickom jazyku.

SEMINÁR: PESTICÍDY A MIKROPOLUTANTY VO VODÁCH

Termín konania: 2. október 2018

Miesto konania: Hotel SOREA Máj, Liptovský Ján

Tematické zameranie seminára: aktuálna i pripravovaná legislatíva v oblasti pesticídov a mikropolutantov vo vodách, ich monitoring a výskyt, dopad na vodárenské zdroje, možnosti eliminácie kontaminantov, praktické skúsenosti s ich odstraňovaním

Odborný garanter seminára: Slovenská asociácia vodárenských expertov

Sekretariát seminára: Ing. Jana Buchlovičová, Slovenská asociácia vodárenských expertov

Zvolenská 27, 821 09 Bratislava

mobil: +421 903 268 508; e-mail: info@savesk.sk

Materiál na stiahnutie: www.savesk.sk



50. MEDZINÁRODNÁ KONFERENCIA VODOHOSPODÁROV V PRIEMYSE

12. – 14. novembra 2018, Hotel Sitno, Vyhne



Revitalizovaná mokraď v ramennej sústave Dunaja, K. Mravcová

Ako písať do Vodohospodárskeho spravodajcu

Vaše príspevky nám posielajte v textovom editore Word.

Štandardná dĺžka príspevku je 5 normalizovaných strán, čo zodpovedá cca 1 časopiseckej dvojstrane. (1 normalizovaná strana: cca 34 riadkov. **Okraj:** horný, dolný, pravý, ľavý: 2,5. **Zarovnanie:** do bloku. **Riadkovanie:** 1,5. **Písmo:** Times New Roman, 12 bodov.)

Používajte iba „hladký“ text, t. j. bez preddefinovaných odstavcov, nadpisov, štýlov, záhlavia, zápätia, ap. Pre zvýraznenie niektorých slov a viet možno použiť tučné písmo.

1. Štruktúra príspevku:

- Názov – krátky a výstižný
- Anotácia

Názov a anotáciu (cca. 10 riadkov) dodávajte v slovenskom a anglickom jazyku (v prípade potreby zabezpečíme preklad v redakcii).

- Úvod
- Samotný text (jednotlivé hlavné časti oddelené medzitolkami)
- Závery
- Literatúra

Literatúru uvádzajte na konci príspevku v poradí ako je citovaná v texte (napr. [1] HUCKO, P.: ...).

2. Písanie zoznamu literatúry:

• Kniha

Pitter, P. 2009: *Hydrochemie*. Vydavatelství VŠCHT Praha 2009. s. 568, ISBN 9788070807019.

• Kapitola v knihe

Melioris, L., Mucha, I. 1986: *Podzemná voda – metódy výskumu a prieskumu*. 1. Vyd. Alfa – SNTL Bratislava, 1986, kap. 8. Hydrogeologický výskum minerálnych a termálnych vôd, s. 303-331, ISBN 87-556-90452.

• Článok v časopise

Bačík, M., Halmo, N., Lichnerová, O., Verčíková, S. 2010: Nová právna úprava ochrany pred povodňami. In: *Vodohospodársky spravodajca*. 2010, roč. 53, č. 3-4, s. 8-12. ISSN 0322-886X.

• Príspevok v zborníku

Hucko, P., Kušnír, P., Shearman, A. 2007: Hodnotenie procesov prebiehajúcich v dnových sedimentoch – ťažké kovy vodného diela Ružín. In: *Sedimenty vodných tokov a nádrží. Zborník prednášok z konferencie so zahraničnou účasťou, Bratislava, Bratislava 16. – 17. mája 2007*. Vyd. Slovenská vodohospodárska spoločnosť ZSVTS pri VÚVH, 2007, s. 169-181, ISBN 978-80-89062-51-5.

• Monografia

Weltonová, J.: *Impresionizmus : Obrazový sprievodca základnými dielami impresionistických maliarov a období, v ktorom sa zrodili*. Prel. Stanislav Kacík. 1. vyd. Bratislava : Perfekt, 1996. 64 s. Umenie z blízka. Prekl. z angl. orig. Eyewitness Art – The Impressionism. ISBN 80-8046-020-5.

• Časť monografie

Hudec, I. et al.: *Úrazová chirurgia*. 1. vyd. Ilustroval Štefan Chlumecký. Martin: Osveta, 1986, časť C, kap. III. Poranenie chrbtice a miechy, s. 508-579.

• Zdroj z internetu

The European Curriculum vitae. [online], [citované 7.3.2004], Dostupné na internete: <<http://www.cedefop.eu.int/transparency/cv.asp>>

3. Citácie v texte príspevku:

Odkazy na literatúru v príspevku uvádzajte v hranatých zátvorkách [1] atď.

4. Obrázky (t. j. fotografie, grafy, schémy, tabuľky, atď.):

Nevkladajte ich do textu, ale zasielajte originály v samostatných súboroch. V texte vyznačte ich približné umiestnenie.

Odporúčame takéto rozlíšenie pri posielaní obrázkov: celostranový obrázok, A4 (210 × 297 mm) = rozlíšenie 2480x3508 Pixel

½ strany – A5 (148 × 210 mm) = rozlíšenie 1748x2480 Pixel

¼ strany – A6 (105 × 148 mm) = rozlíšenie 1240x1748 Pixel

Pri fotografiách sa snažte o čo najvyššiu kvalitu; najvhodnejší je formát .jpg; rozlíšenie 300 dpi. Tabuľky a grafy dodávajte farebne.

Všetky obrázky označte (očísľujte) a výstižný popis k nim uveďte na konci príspevku.

5. Súčasťou každého príspevku musí byť:

- celé meno a titul autora (autorov)
- úplná adresa pracoviska, telefónne číslo, e-mail
- úplná adresa bydliska
- rodné číslo
- číslo účtu (v prípade, ak chcete zaslať honorár na bankový účet)

Autor tým zároveň dáva súhlas vydavateľovi časopisu – Združeniu zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve na Slovensku – so spracovaním osobných údajov v zmysle zákona č. 428/2002 Z. z. o ochrane osobných údajov.

6. Posielajte nám iba originálne práce:

Ak bol Váš príspevok uverejnený v inej publikácii, alebo odznel na konferencii, seminári, ap., uveďte to na konci príspevku.

O publikovaní jednotlivých príspevkov rozhoduje redakčná rada a v prípade potreby ich postupuje na odborné lektorovanie.

Prosíme Vás o dôsledné dodržiavanie týchto pokynov pre formálnu úpravu príspevkov, ušetríte nám tak mnoho času, ktorý môžeme venovať tvorivejšej práci.

Tešíme sa na spoluprácu s Vami na stránkach Vášho Vodohospodárskeho spravodajcu.

Všetky ďalšie otázky Vám radi zodpovieme telefonicky alebo mailom:

tel.: 02/593 43 322

e-mail: hucko@vuvh.sk, maria.rimarcikova@vuvh.sk

Dodávateľ technologických celkov
čistiarní odpadových vôd a úpravní vôd

envi-pur

ČOV s membránovým bioreaktorom MBR pre zaistenie ešte lepšej kvality vyčistenej vody

Technológia MBR je vhodná

- » Pre objekty v národných parkoch a chránených oblastiach
- » Pre vypúšťanie do podzemných vôd
- » Pre využitie vyčistenej vody ako úžitkovej
- » Pre rekonštrukcie a intenzifikácie ČOV

Výhody technológie MBR

- » Vysoká kvalita vyčistenej vody
- » Takmer nulové koncentrácie nerozp. látok, baktérií a vírusov
- » Nižšie požiadavky na objemy nádrží a zastavanú plochu

Ponúkané ČOV s MBR

- » Domové a kontajnerové ČOV s MBR
- » Kompaktné obecné ČOV s MBR
- » Priemyselné ČOV s MBR



envi-pur

ENVI-PUR.SK, s.r.o.

Obchodná kancelária:
Zvolenská 27
821 09 Bratislava
Slovenská republika

www.envi-pur.sk

Milan Drda, konateľ
telefon: +421 911 897 897
e-mail: info@envi-pur.sk



VodaTím

VodaTím s.r.o.

Zvolenská 27, 821 09 Bratislava
e-mail: vodatim@vodatim.sk
www.vodatim.sk

Bezpečná pitná voda zdravie a ekológia

- » výskum a prieskum vo vodnom hospodárstve
- » odber a analýza vzoriek vody
- » návrh technológie úpravy vody
- » poloprevádzkové a prevádzkové overenie navrhnutých technológií a technologických zariadení na úpravu vody
- » dodávka technologických zariadení
- » prevádzkovanie verejných vodovodov a kanalizácií
- » organizovanie konferencií a seminárov v oblasti pitných vôd
- » činnosť podnikateľských, organizačných a ekonomických poradcov
- » dodávka biodegradovateľných a ekologických výrobkov na čistenie, pranie

