



11-12 / 2022

VODOHOSPODÁRSKY SPRAVODAJCA

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie



30 rokov prevádzky
VD Gabčíkovo



Myšlienka, návrh, projekt

Inžinierska, projektová
a dodávateľská spoločnosť
pre oblasť
Technológií
Monitoringu, merania,
regulácie a riadenia
technologických procesov

energetika

životné prostredie

inžinierske siete



hydrotechnika



Voda je život, chráňme si ju



doprava



riadenie budov

Regotrans, spol. s r.o.
Pluhová 2
831 03 Bratislava

Partner Rittmeyer, AG. Baar/CH-6341

TEL/FAX:

+421-2-444 61612

+421-2-443 71766

E-mail:

office@regotrans.sk

www.regotrans.sk



Vážené čitatelky, vážení čitatelia,

v roku 2022 si Vodohospodárska výstavba, š. p. pripomína významné okružle jubileum 30. výročia Sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros. Pri Sústave vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros sa niesli posledné roky v našom podniku v znamení modernizácie a inovácie plavebných komôr Vodného diela, pričom pravá plavebná komora je v riadnej prevádzke od štvrtého kvartálu roku 2021. Úspešne pokračujú práce na ľavej plavebnej komore, ktoré zahŕňajú dolný prah, suchý dok i búracie práce na hornom a dolnom záhlaví. Zmodernizovali sme horné a dolné vráta, inovovali plniaci a prázdniaci systém, stabilizovali podložie a vytvorili expertný kontrolný systém. V ďalších rokoch sa sústredíme na ďalšiu modernizáciu a inováciu

Vodnej elektrárne Gabčíkovo so zámerom zvýšenia výkonu, ako aj vyššiu ekologizáciu prevádzky.

Rok 2022 bol pre Vodohospodársku výstavbu, š. p. plný mimoriadnych výziev, s ktorými sme sa spoločne dokázali popasovať. Niesol sa v znamení transformácií, ktoré vyplynuli z komplexného zhodnotenia podnikových procesov a vnútornej analýzy aktuálneho stavu podniku.

Vďaka intenzívnej práci na projektoch aj nadnárodného významu získala Vodohospodárska výstavba, š. p. medzi slovenskými, nielen štátnymi, podnikmi prestížne postavenie.

V najbližšom období bude jednou z najdôležitejších strategických priorít celej krajiny zabezpečenie stabilných dodávok elektrickej energie a náš podnik bude pri tom zohrávať nezastupiteľnú úlohu. Pri tejto príležitosti by som sa chcel poďakovať všetkým kolegom za ich prácu a pomoc.

Ing. Vladimír Kollár
generálny riaditeľ
Vodohospodárska výstavba, š. p.

© Vodohospodársky spravodajca

dvojmesačník pre vodné hospodárstvo a životné prostredie / ročník 65

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

Redakcia: Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava, tel.: +421 (0)2 59 343 336, mobil: +421 903 266 136, e-mail: pavel.hucko@vuvh.sk

Redakčná rada: Ing. Marián Bocák, Ing. Ingrid Grundová, Ing. Pavel Hucko, CSc. (predseda), Ing. Tomáš Ič, prof. Ing. Ľuboš Jurik, PhD., Ing. Danica Lesková, PhD., Mgr. Eva Polakovičová, Ing. Jana Poárová, PhD., Ing. Andrej Šille, prof. RNDr. Ivona Škultétyová, PhD., Ing. Danka Thalmeinerová, CSc., Ing. Gabriel Tuhý, Dr. Ing. Antonín Tůma, RNDr. Andrea Vranovská, PhD

Dátum vydania: november 2022

Zodpovedný redaktor: v. z. Ing. Pavel Hucko, CSc

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

Príspevky sú recenzované.

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

Pravidlá písania do Vodohospodárskeho spravodajcu nájdete na www.zzv.sk

Informácie o spracúvaní osobných údajov poskytované podľa čl. 13 a 14 Nariadenia nájdete na stránke www.zzv.sk

Evidenčné číslo: EV 3499/09

ISSN: 0322-886X



3 Úvodník Editorial V. Kollár

5 30 rokov prevádzky sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros a jeho prínosy pre spoločnosť a životné prostredie spoločnosť a životné prostredie 30 year long operation of the Gabčíkovo – Nagymaros Water Structures and their benefit for society and environment K. Kažimír

10 30 rokov výkonu TBD nad VD Gabčíkovo 30 year long technical-safety supervision over the Gabčíkovo Water Structure A. Kasana

18 25 rokov činnosti Národného referenčného laboratória pre oblasť vôd na Slovensku na Výskumnom ústave vodného hospodárstva v Bratislave 25 year long operation of the National Water Reference Laboratory for Slovakia at the Water Research Institute in Bratislava J. Makovinská, M. Kirchner, I. Liška

23 Opravy a investície realizované v roku 2022 na vodnej stavbe Haf Veľké Kozmálovce Repairs and investments carried out in 2022 at the water structure Haf Veľké Kozmálovce T. Ič

28 Stanovenie voľných kyanidov v povrchových a pitných vodách na koncentračnej úrovni požadovanej európskou legislatívou Determination of free cyanides in surface and drinking waters at concentration level required by the European legislation J. Tkáčová, M. Juhás

33 Vodné dielo Gabčíkovo ako zdroj ekoenergie a jeho vplyv na lesný ekosystém Gabčíkovo Water Structure as a source of eco-energy and its impact on forest ecosystem D. Zlatošová

35 Konferencia Akčný plán ochrany vôd v CHVO Žitný ostrov Conference Action Plan for Water Protection in Žitný ostrov protected zone D. Thalmeinerová

38 Normy STN Slovak technical standards D. Borovská

Foto na 1. a 4. strane obálky:
VD Gabčíkovo, archív Vodohospodárska výstavba, š. p.
3. strana obálky: Dunajské rameno (Foto: J. Petrisko)
Preklad názvov článkov: Mgr. A. Kurecová

30 rokov prevádzky sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros a jeho prínosy pre spoločnosť a životné prostredie

Mgr. Karol Kažimír

Vodohospodárska výstavba, š. p.

ÚVOD

Voda je živel a od dávnych čias bolo úlohou človeka naučiť sa s ním žiť tak, aby slúžil ľuďom bez negatívneho ovplyvnenia životného prostredia. V stále sa meniacej rieke Dunaj so štrkovými náplavami na dne sa nedarilo vytvoriť spoľahlivú plavebnú dráhu dlhý čas. Už v polovici 19. storočia vznikol názor, že najlepšie by bolo plavbu riešiť odklonením sa od pôvodného koryta Dunaja. Následne v 50. rokoch opätovne začali úvahy ako využiť úsek Dunaja medzi Slovenskom a Maďarskom. Rozsiahle záplavy v Maďarsku v roku 1954 a na Slovensku v roku 1956 zdôraznili potrebu vybudovania účinného systému, ktorým ochráni obyvateľstvo pred ničivými dôsledkami povodní.



Obr. 1 Historická fotka z povodni v 50. rokoch 20. storočia

Výskumníci, projektanti, stavbári a technológovia spojili svoje vedomosti a úsilie a pod Bratislavou po podpísaní Zmluvy s MLR začali v roku 1977 budovať najväčšiu vodnú stavbu v strednej Európe.

Vodné dielo Gabčíkovo bolo pôvodne projektované a stavané ako súčasť Sústavy vodných diel Gabčíkovo

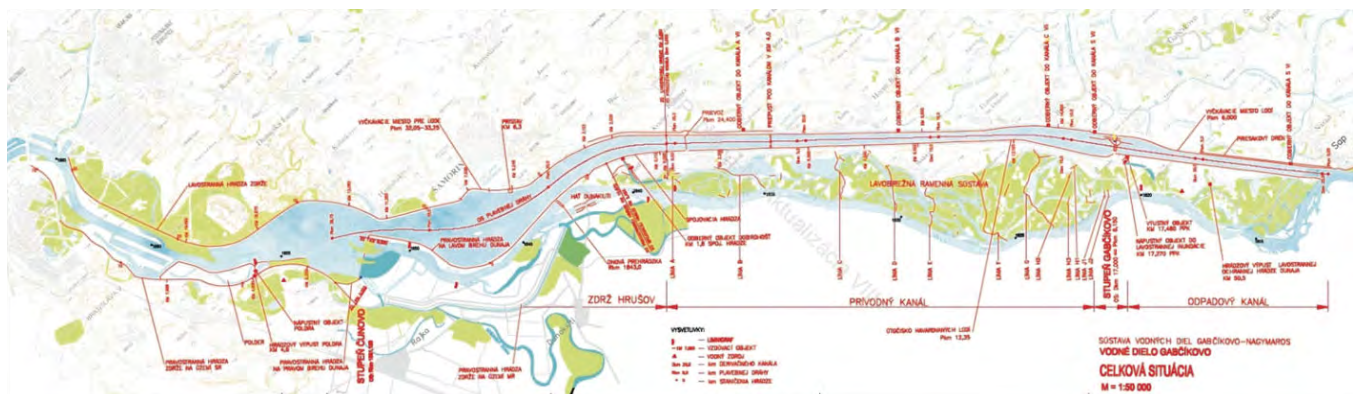
– Nagymaros. Výstavba sa začala v roku 1977 a s určitými prerušeniami sa práce realizovali do roku 1989. Maďarsko v roku 1989 jednostranne a bez toho, aby to oznámilo, ukončilo



Obr. 2 Prehradenie Dunaja 24. októbra 1992

práce na stavbe svojej časti, čím donútilo Česko-Slovensko od novembra 1991 realizovať dielo pod Bratislavou v pozmenenej podobe – náhradné riešenie Variant C, spočívajúce v prehradení koryta Dunaja. Dňa 24. októbra 1992, prehradilo Slovensko Dunaj len na slovenskom území pri Čunove v rkm 1851,750 Dunaja a odklonilo tok z pôvodného koryta, čím sa začal napúšťať Prívodný kanál. Tým bolo uvedené do prevádzky Vodné dielo Gabčíkovo.

Účelom vodného diela je najmä ochrana pred povodňami, ktoré na príľahlom území Dunaja spôsobili viackrát záplavy mimoriadneho rozsahu. Ešte počas výstavby VD Gabčíkovo v roku 1992 povodeň poškodila nedokončené objekty náhradného riešenia. Od uvedenia vodného diela do prevádzky povodňové situácie nastali na Dunaji niekoľkokrát, a to v rokoch 1999, 2002, 2007 a 2013. Len vďaka existencii



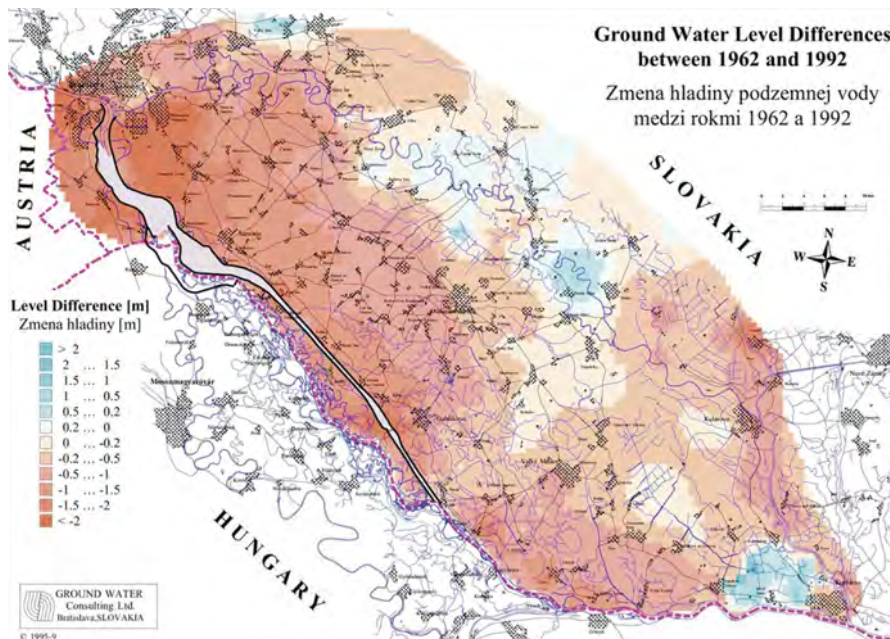
Obr. 3 Situácia VD Gabčíkovo

vodného diela Gabčíkovo boli škody na danom území minimálne čo sa preukázalo aj počas poslednej povodne v roku 2013, kedy vo štvrtok 6. 6. 2013 prietok v Devíne kulminoval na hodnote 10,748 tis. m³.s⁻¹. Prietok do starého koryta Dunaja bol vtedy 7,4 tis. m³.s⁻¹, a cez stupeň Gabčíkovo išlo vyše 3,5 tis. m³.s⁻¹.

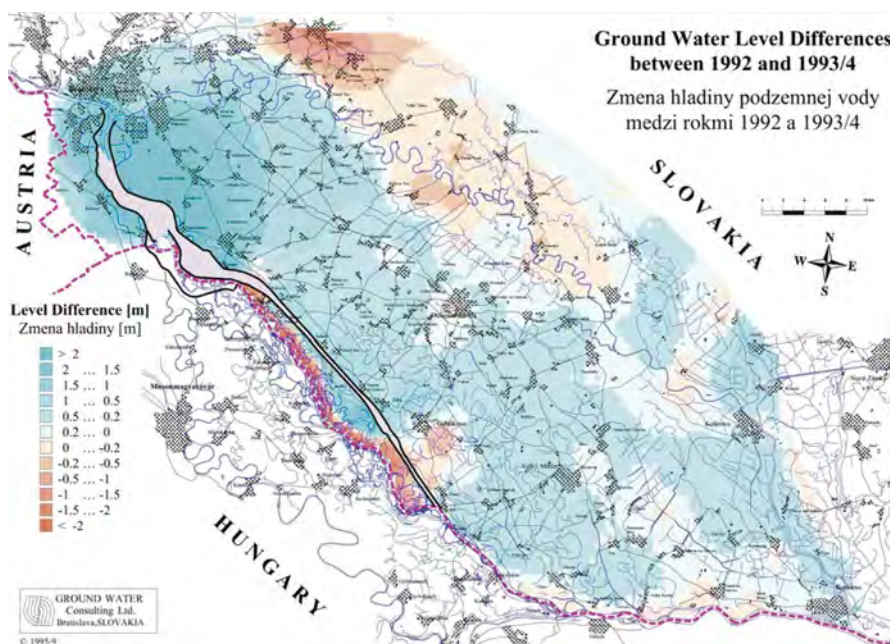
Vodné dielo ďalej zabezpečuje spoľahlivú a plynulú celoročnú plavbu. Nevhodné plavebné podmienky sťažovali prevádzkovanie plavidiel. Zvlášť kritický slovensko-maďarský úsek si vyžadoval pri nízkom vodnom stave odľahčovanie plavidiel pomocou plávajúceho žeriavu, príp. prestavovanie lodných zostáv. Po uvedení VD Gabčíkovo do prevádzky sa zlepšili plavebné podmienky na hornom úseku Dunaja, a tiež v prístavoch Bratislavy. Zároveň VD Gabčíkovo poskytuje elektrickú energiu v množstve cca 11 % ročnej spotreby Slovenskej republiky, stabilizuje koryto Dunaja a vytvára podmienky i možnosti pre rekreačný a športový rozvoj príslušného územia. Hlavnými objektmi vodného diela Gabčíkovo sú Zdrž Hrušov, Stupeň Čunovo, Prívodný kanál, Stupeň Gabčíkovo a Odpadový kanál.

SVD G – N A ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Sústava vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros na Dunaji bola jednou z najväčších realizovaných stavieb na Slovensku a svojím rozsahom predstavovala veľmi intenzívny zásah aj do prírodného a životného prostredia v príslušných územiach pozdĺž Dunaja. Táto skutočnosť vyvoláva potrebu už na úrovni projektovej prípravy súbežne s technickým riešením sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros s plnou vážnosťou vyhodnotiť známe a predpokladané zmeny v biologických pomeroch krajiny a riešiť problematiku tak, aby sa dosiahol nielen očakávaný efekt tohto významného technického diela, ale aby aj rekonštrukcia a usporiadanie biologických pomerov dotknutého územia bolo na novej kvalitatívnej úrovni zodpovedajúcej súčasným a perspektívnym celospoločenským potrebám. Výstavbou VD Gabčíkovo sa zastavila erózia dna časti starého toku Dunaja (len na slovenskom úseku medzi Bratislavou a Čunovom, kde je vytvorená zdrž), zlepšili sa podmienky života vodných živočíchov a lesnej zveri, zvýšila sa kapacita zásob kvalitnej podzemnej vody, zlepšili sa podmienky pre poľnohospodárstvo a lesné hospodárstvo, prívod vody do ramenného systému odvrátil vysychanie lužných lesov. Pre



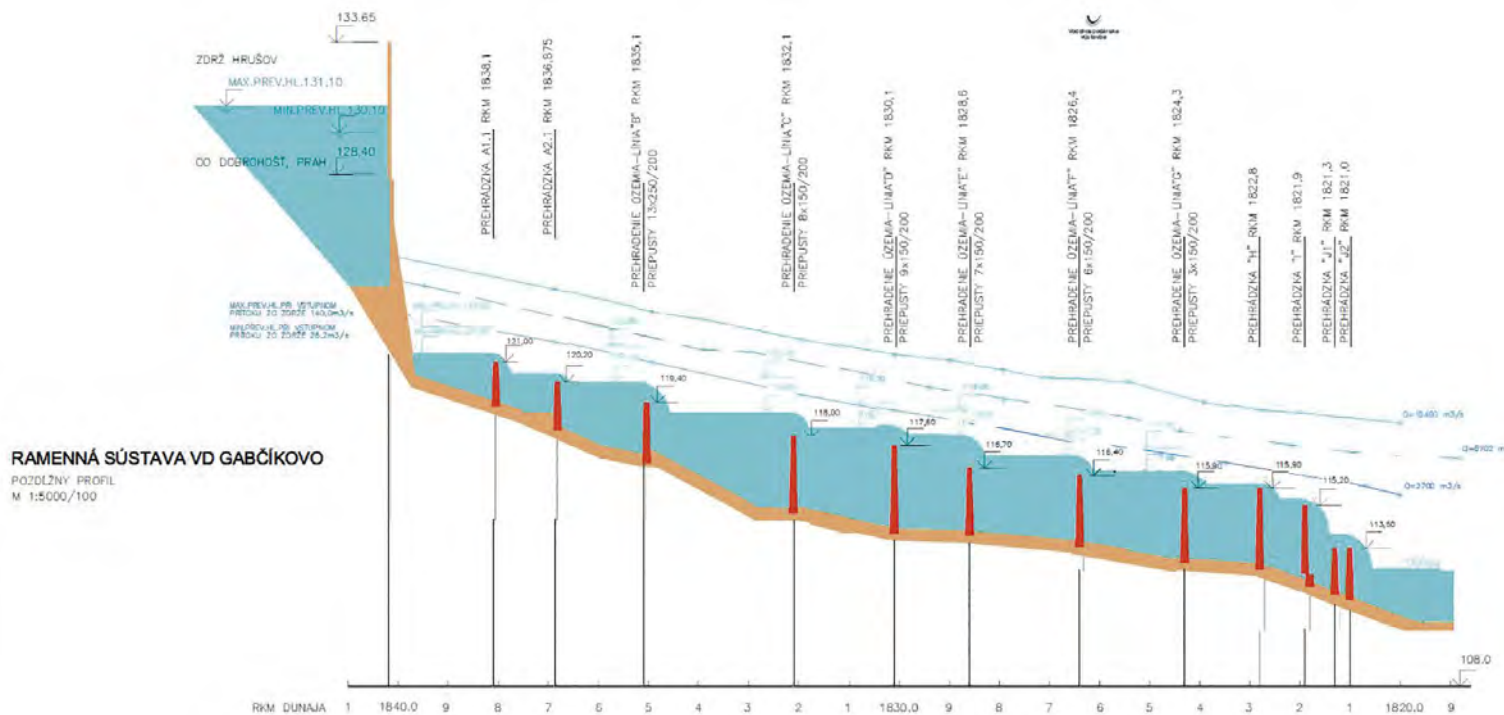
Obr. 4 Hladina podzemnej vody v rokoch 1962 – 1992 (pred spustením VD Gabčíkovo)



Obr. 5 Hladina podzemnej vody v roku 1992 – 1994 po spustení vodného diela Gabčíkovo do prevádzky

preukázanie dopadov VD Gabčíkovo na prírodné a životné prostredie v príslušných územiach pozdĺž Dunaja sa realizuje už od spustenia monitoring životného prostredia, kde sa sledujú a vyhodnocujú jednotlivé zložky životného prostredia a ako ich ovplyvnilo vodné dielo.

V rámci realizácie Sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros boli navrhované riešenia úpravy ramennej sústavy pripravované v spolupráci s odborníkmi v danej oblasti (Ústav experimentálnej biológie a ekológie a Výskumný ústav vodného hospodárstva v Bratislave). Voda do ľavostrannej ramennej sústavy Dunaja je odoberaná zo zdrže Hrušov cez Odberný objekt do ramennej sústavy



Obr. 6 Pozdĺžny rez ramennou sústavou

– Dobrohošť v množstve 17,5 až 40 m³.s⁻¹ pri bežnej prevádzke a 60 – 90 m³.s⁻¹ pri krátkodobých záplavách. Odberný objekt do ramennej sústavy je vybudovaný v km 1,8 spojovacej hrádze zdrže. Jeho účelom je zabezpečiť dotáciu vody do ľavostrannej ramennej sústavy pozdĺž koryta Dunaja v rkm 1840,0 – 1820,0. Dotačné prietoky v rozsahu 17,5 m³.s⁻¹ – 25,0 m³.s⁻¹, okrem sanačného prietoku, sú spracovávané v MVE Dobrohošť, ktorá bola uvedená do prevádzky v roku 2012 a získala Cenu Slovenskej komory stavebných inžinierov za najlepšie projektové riešenie.

Územie ľavostrannej inundácie Dunaja v rkm 1 840 – 1 820 je rozdelené do siedmich sekcií ohraničených ľavostrannou hrádzou Dunaja, zvýšeným ľavým brehom Dunaja a priečnymi prehradeniami inundácie. Jednotlivé línie sú znázornené na obrázku 6.

SVD G – N REKREÁCIA A VODNÉ ŠPORTY

Vodné dielo Gabčíkovo vytvorilo ideálne podmienky pre rozvoj vodných športov, turistiky a rekreácie. Areál vodných športov v Čunove, ktorý je unikátny vo svete a vychoval mnoho úspešných športovcov, ktorý reprezentujú Slovensko na najvyššej úrovni a získavajú medaily z najprestížnejších športových podujatí (olympsky víťazi a pod.), ponúka príležitosti pre športovcov (kanoistika, rafting) ako aj širokú verejnosť. Hrádze VD Gabčíkovo využíva široká verejnosť pre cyklistiku, korčuľovanie a pod. Oblúbené sú aj prírodné jazerá v okolí obcí Vojka n/Dunajom a Bodíky, ktoré vznikli vyťažením materiálu pre výstavbu Prívodného kanála. V okolí Šamorina je často navštevovaná rekreačná oblasť „lagúny“ pri Čilistove.



Obr. 7 Rekreačné možnosti VD Gabčíkovo (Foto: B. Molnár)





Obr. 8 Príklady realizovaných projektov prostredníctvom projektu LIFE

SVD G – N A ENVIRONMENTÁLNE PROJEKTY

Vodohospodárska výstavba, š. p., ako správca časti objektov vodného diela Gabčíkovo, tak ako v minulosti, tak aj v súčasnosti pripravuje a realizuje opatrenia na zlepšenie stavu prírodného prostredia, ako aj elimináciu dopadov vodného diela na životné prostredie. Pri príprave a realizácii projektov využíva nové vedecké poznatky a široký dialóg s dotknutými subjektami a organizáciami. VV, š. p., dlhodobo spolupracuje pri príprave a realizácii projektov LIFE, ktorého hlavným cieľom bolo zlepšenie stavu v dunajských luhoch. V rámci

projektov boli obnovené vybrané mokrade a obnovené napojenia vybraných riečnych ramien a mŕtvych ramien.

V spolupráci s SVP, š. p., realizujeme projekt Zlepšenie stavu vybraných mokradí v lavostrannej ramennej sústave rieky Dunaj – ACC04P06, ktorého cieľom je zlepšenie stavu a obnova prirodzených biotopov mokradí lužných lesov v ramennej sústave Dunaja v oblastiach Bačianskeho, Bodického a Gabčíkovského ramena.

Pre Vodohospodársku výstavbu, š. p., ako rezortnú organizáciu Ministerstva životného prostredia SR je veľmi dôležitá aj skutočnosť, že pripravované a zrealizované opatrenia



Obr. 9 Záujmové územie projektu ACC04P06



Obr. 10 Vizualizácia projektu mosta

napomohli plniť požiadavky Európskej únie definované v Rámцovej smernici o vodách.

Vodohospodárska výstavba, š. p. v spolupráci s partnerom z Maďarska pripravuje projekt Výstavba mosta pre peších a cyklistov Dobrohošť – Dunakiliti. Cieľom projektu je prepojenie dvoch pohraničných obcí – Dobrohošť a Dunakiliti za účelom práce alebo činností vo voľnom čase (kultúra, šport, rekreácia, atď.) a napomáhanie ďalšiemu rozvoju turizmu v oblastiach.

ĎALŠIE VÝZVY PRI PREVÁDZKE SVD G – N

Počas 30 ročnej prevádzky preukázalo vodné dielo Gabčíkovo svoje opodstatnenie a jeho prínosy, a VV, š. p. ako správca objektu realizuje a pripravuje ďalšie projekty, na zabezpečenie jeho bezpečnej prevádzky aj v budúcnosti a elimináciu negatívnych dopadov vodného diela. V súčasnosti prebieha realizácia projektu Inovácia a modernizácia plavebných komôr na Vodnom diele Gabčíkovo, ktorého cieľom je zvýšenie bezpečnosti a intenzity dopravy na Dunaji a je realizovaný v spolupráci s Európskou úniou. Na plavebných komorách sa realizuje komplexná inovácia a modernizácia jednotlivých objektov plavebných komôr ako aj stabilizácia podlažia komôr. Inovácia by mala zabezpečiť ďalších 153 000 cyklov naplnenia a vyprázdnenia komôr, čo prestavuje 30 ročnú prevádzku.

Pripravuje sa projekt na inováciu a modernizáciu všetkých vodných elektrární na vodnom diele Gabčíkovo po viac ako 30 ročnej prevádzke. Cieľom projektu je zabezpečenie bezpečnej prevádzky vodných elektrární na ďalších 30 rokov. Zároveň je cieľom projektu aj zvýšenie výroby elektrickej energie z obnoviteľného zdroja z rovnakého objemu vody, úspora emisií CO₂, zníženie objemu skleníkového izolačného plynu SF₆ používaného v elektrotechnických zariadeniach a zníženie objemu oleja používaného v hydraulickom systéme turbogenerátorov. Zároveň sa pripravuje aj dobudovanie novej vodnej elektrárne, ktorá bude využívať jalové prietoky cez stupeň Čunovo do starého koryta Dunaja na výrobu ekologicky čistej elektrickej energie. Zároveň sa pripravuje projekt na odstraňovanie sedimentov z vodného diela Gabčíkovo.

Už v čase prípravy vodného diela bolo zrejmé, že postupne počas prevádzky vodného diela Gabčíkovo bude dochádzať k zanášaniam dna zdrže Hrušov. K zvýšeniu sedimentácie a zmeny morfológie dna došlo najmä po povodniach v rokoch 2009 a 2013 a po spustení projektu Súhrnný vodohospodársky úpravny projekt Dunaj na východ od Viedne.

Podľa záverov monitorovacích prác, dochádza v zdrži Hrušov ku každoročnému prírastku sedimentov na úrovni cca 300 000 až 500 000 m³, v prípade výskytu povodní blízkych Q100 sa pohybuje prírastok sedimentov v množstve 1,5 až 1,9 mil. m³. Zvýšené zanášanie a kolmatácia zdrže predstavuje riziká z hľadiska bezpečnosti a plynulosti vodnej plavby, ako aj riziká spojené v nedostatočnosti bezpečného prevedenia povodňových prietokov cez objekty stupňa Čunovo. Taktiež je problematické zabezpečenie požadovanej plavebnej hĺbky pri minimálnej prevádzkovej hladine (130,10 m n. m. v Čunove). Pripravované odstraňovanie sedimentov vychádza z projektu Danube Rehabilitation Measures (DaReM), ktorý rieši odstraňovanie sedimentov z priestoru nad stupňom Čunovo v zdrži Hrušov za účelom zvýšenia účinnosti prevedenia extrémnych prietokov a sedimentov počas povodní do starého koryta Dunaja. Ďalšia výzva pri prevádzke vodného diela Gabčíkovo je spriechodnenie migračnej bariery, ktorú vodné dielo vytvorilo. Z dôvodu, rozmerov vodného diela Gabčíkovo a požadovaných cieľových druhov rýb ide o problém, ktorý si bude vyžadovať technické riešenie na ktorom budú spolupracovať výskumníci, projektanti, stavbári ako aj ochranári.

ZÁVER

Vodné dielo Gabčíkovo počas svojej prevádzky preukázalo svoje opodstatnenie a svoje prínosy. Významným podielom prispieva, k výrobe elektrickej energie z obnoviteľného zdroja a tým aj energetickej bezpečnosti na Slovensku, čo pri súčasných udalostiach vo svete je nezanedbateľný prínos. Zároveň zabezpečuje bezpečnú plavbu po Dunaji a v neposlednom rade protipovodňovú ochranu územia, čo viackrát preukázalo pri prechode povodňových prietokov.

**Fotografie použité v článku:
Archív Vodohospodárska výstavba, š. p.**

30 rokov výkonu TBD nad VD Gabčíkovo

Ing. Andrej Kasana, PhD.

Vodohospodárska výstavba, š. p., Bratislava

ÚVOD

30 rokov výkonu odborného technicko-bezpečnostného dohľadu (ďalej aj ako „TBD“) nad VD Gabčíkovo (ďalej aj ako „VDG“) a nad jeho objektami znamená do roku 2022 reálne nielen 30 rokov výkonu meraní a pozorovaní po uvedení objektov VD Gabčíkovo do prevádzky v roku 1992, ale aj o cca 10 rokov meraní a pozorovaní realizovaných počas výstavby objektov v etape výstavby vodnej stavby (jednalo sa hlavne o realizáciu základných meraní hneď po osadení merných zariadení – napr. geodetických bodov v osemdesiatych rokoch) a taktiež o cca 10 rokoch prác na návrhu typov merných zariadení, ich rozmiestnení a návrhu systému meraní a pozorovaní (ďalej aj ako „MaPZ“) v etape prípravy výstavby vodnej stavby v sedemdesiatych rokoch dvadsiateho storočia. Čiže skutočný výkon TBD nad VD Gabčíkovo prebieha už cca 50 rokov a počas prvých dvadsiatich rokov sa musel vysporiadať s nástupom automatizácie MaPZ a hlavne so zmenou koncepcie výstavby objektov pôvodnej sústavy SVD G – N na objekty „iba“ VD Gabčíkovo, z ktorých niektoré boli realizované ako náhradné riešenie, pripravené a realizované zrýchlene (pri týchto objektoch bolo menej času nielen na návrh MaPZ, ale aj na realizáciu prieskumných a prípravných prác).

Návrh systému meraní a pozorovaní TBD na VD Gabčíkovo vychádzal z I. kategórie, do ktorej bolo VD Gabčíkovo zaradené na základe škôd vyvolaných povodňou na Dunaji v roku 1965 (prietrž dunajskej hrádze pri obci Medveďov z roku 1965 sa nachádza len pár kilometrov pod sútokom odpadového kanála so starým korytom Dunaja). V rámci zaradenia VD Gabčíkovo do I. kategórie boli určené aj tzv. stupne dôležitosti hlavných objektov (alebo ich častí) z hľadiska rizika a potenciálnych škôd, ktoré by vznikli v prípade ich havárie. Z hľadiska prioritizácie boli za najdôležitejšie určené: ľavostranná hrádza Zdrže Hrušov, obojstranné hrádze Prívodného kanála, Stupeň Gabčíkovo a ľavostranná hrádza Odpadového kanála. Z geotechnického hľadiska je možné považovať za unikátne zakladanie objektov VDG, nakoľko v lokalite výstavby sa nachádza unikátna vnútrozemská delta Dunaja, kde Dunaj za predchádzajúce tisícročia nasedimentoval stovky metrov štrkopieskov a len lokálne aj ílovité a hlinité materiály. V prípravných fázach výstavby SVD bola preto pre hlavné objekty vodnej elektrárne a plavebných komôr v Gabčíkove veľká pozornosť venovaná hlbokým stavebným jamám v hrubej vrstve veľmi priepustných štrkovitých zemín s vysokou hladinou podzemnej vody. Jednalo sa o návrh vhodnej konštrukcie, zabezpečenie účinného odvodňovania stavebných jám a aj o zabezpečenie stability svahov a stien stavebných jám.



Obr. 1 Realizácia geodetického merania Vodorovných posunov na plavebnej komore v Čunove (júl 2022)



Obr. 2 Prehradovanie Dunaja (zdroj TASR, autor Peter Brenkus, 25. októbra 1992)

Po návrhu a projekte MaPZ a po ich vybudovaní (napr. v prípade vrtov do telesa a podlažia objektov vodnej stavby) alebo po ich osadení (napr. v prípade geodetických bodov alebo dilatometrických skôb) a po zrealizovaní základných meraní bol pre etapu overovacej prevádzky vypracovaný program dohľadu, kde bola stanovená nielen periodičita meraní a realizovania obchôdzok a obhliadok, ale aj zodpovednosť jednotlivých organizácií prevádzkujúcich objekty VD Gabčíkovo (Povodie Duanaja – neskôr SVP, š. p., Slovenské elektrárne, a. s. a VV, š. p.) pričom hlavne pozícia VV, š. p. spočívala nielen v prevádzke objektov VD Gabčíkovo, ale aj v kompetencii štátnej organizácie poverenej výkonom odborného technicko-bezpečnostného dohľadu. Potreba nezávislosti výkonu TBD na prevádzke vodnej stavby sa prejavila nielen v tom, že úsek TBD (v minulosti aj ako Závod TBD) sídlil v samostatných priestoroch v Bratislave, ale aj v Gabčíkove. Napriek tomu je určitým špecifikom VD Gabčíkovo, že na rozdiel od iných priehrad, hatí a vodných elektrární, na VD Gabčíkovo zamestnanci úseku TBD zabezpečujú nielen kontrolné merania a obhliadky, ale aj väčšinu pravidelných meraní a obchôdzok.

TECHNICKO-BEZPEČNOSTNÝ DOHĽAD POČAS DOTERAJŠEJ PREVÁDZKY VD GABČÍKOVO

Postupne s dokončováním objektov VD Gabčíkovo boli osadzované aj zariadenia pre pozorovanie a meranie a na všetkých vybudovaných zariadeniach boli čo najskôr vykonané základné merania a následne zahájené aj pravidelné a kontrolné merania podľa

Programu TBD a jeho neskorších aktualizácií. Za termín prvého zaťaženia konštrukcie vodou a tým aj začatia overovacej prevádzky VD Gabčíkovo považujeme symbolický termín začatia prehradovania koryta Dunaja v Čunove 24. októbra 1992, po ktorom došlo k presmerovaniu väčšiny prietokov do prírodného kanála k Vodnej elektrárni Gabčíkovo a k začatiu napúšťania zdrže.

Hladina v prírodnom kanáli (ďalej aj PK) nad stupňom Gabčíkovo stúpla zo 122,75 m n. m. dňa 25. 10. 1992 na 130,10 m n. m. dňa 01. 12. 1992. Hladina v odpadovom kanáli pod stupňom Gabčíkovo stúpla z 111,71 m n. m. dňa 15. 11. 1992 na 115,00 m n. m. dňa 25. 11. 1992 pri prietoku



Obr. 3 Prehradenie Dunaja a napúšťanie zdrže (zdroj TASR, autor Vladimír Benko, 29. októbra 1992)

stupňom Gabčíkovo (vodná elektrárňa + plavebné komory) od $0 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ dňa 26. 10. 1992 do $3\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ dňa 25. 11. 1992 (Vadkert, 2017).

Napriek tomu, že už od 25. 10. 1992 prebiehala overovacia prevádzka, súbežne s ňou prebiehalo aj dokončovanie a dobudovanie objektov dočasného riešenia a ich postupné uvádzanie do prevádzky spolu s ich odovzdávaním prevádzkovateľovi vodohospodárskych objektov. Hrádza zdrže, prírodného kanála a ľavostranná hrádzka odpadového kanála boli odovzdané Povodiu Dunaja (od decembra 1996 SVP, š. p. OZ Bratislava) a od novembra 1996 boli z hľadiska TBD tieto objekty uvedené do trvalej prevádzky. Objekty stupňa Čunovo, stupňa Gabčíkovo a pravostranná hrádzka odpadového kanála, ktoré zostali v správe VV, š. p., boli z hľadiska TBD uvedené do trvalej prevádzky až od 01. 11. 1999. V tomto období taktiež došlo k oddeleniu výkonu TBD nad VD Gabčíkovo od výkonu TBD nad Ochrannými opatreniami VD Nagymaros, ktorý bol pôvodne koncipovaný spoločne a aj spoločne pripravovaný a realizovaný.

Na rozdiel od iných vodných stavieb, ktorých etapa trvalej prevádzky býva prerušovaná etapami rekonštrukcií a následných overovacích prevádzok, nebola na VD Gabčíkovo doteraz ani raz prerušená trvalá prevádzka, napriek tomu, že počas doterajšej trvalej prevádzky boli realizované viaceré rekonštrukčné a sanačné práce a taktiež bola realizovaná dodatočná dostavba viacerých objektov (napr. MVE Dobrohošť, Čerpacia stanica Dedinský ostrov, Čerpacia stanica Drény a aktuálne napr. objekty sprietochenia Biskupického ramena vybudované ako kompenzačné opatrenia rýchlostných ciest D4/R7). Uvedená skutočnosť je do veľkej miery podmienená tým, že doterajšie rekonštrukčné a sanačné práce sa realizovali vždy len na niektorom z hlavných objektov a ani raz nedošlo k prerušeniu zafarženia vodnej stavby ako celku vzdutou vodou a je v tejto súvislosti potrebné zdôrazniť, že usporiadanie objektov a ich konštrukcie ani neumožňujú úplné vyprázdnenie Zdrže a Prírodného kanála.

MERANIA A POZOROVANIA TBD

Návrh druhov meraní a pozorovaní vychádzal z typov konštrukcií, ktoré boli na VDG vybudované a vzhľadom na význam VDG a rôznorodosť typov konštrukcií, boli pred výstavbou VDG navrhnuté všetky v tom čase na našom území dostupné druhy meraní. Návrh počtu jednotlivých merných zariadení vychádzal z rozmerov a jednotlivých objektov s ohľadom na skutočnosť, že VDG je plošne jednou z najrozsiahlších vodných stavieb v celej Európe.

Vysoká hladina podzemných vôd a priepustné prostredie v lokalite výstavby sa spolu s efektivitou monitorovania priesakov a podzemných vôd vo vrtoch (obzvlášť pre líniové vodné stavby) podieľali na návrhu vysokého počtu pozorovacích sond vo vrtoch do telies a podložia hrádzí, ktoré je možné využiť aj na meranie rýchlostí prúdenia podzemných vôd a na monitorovanie možných sufózných procesov, ktoré by sa prejavovali zvýšeným zanášaním vrto. Rovinaté územie v lokalite VDG si spolu so skutočnosťou, že nie je možné úplne vypustiť nielen Zdrž, ale ani Prírodný kanál, vyžiadali, aby bol pre VDG a jeho okolie vybudovaný automatizovaný systém

vyrozmene a varovania (ďalej aj ako „ASVaV“), ktorého súčasťou sú sirený v obciach v okolí VDG a automatizované snímače vybraných javov. Keďže pôvodná zdrž s hafou v Dunakiliti mala zabezpečovať špičkovú prevádzku s dennou akumuláciou prietokov Dunaja, mala mať zdrž výrazne väčší objem a v etape prípravy existovali obavy, či naplnením takejto veľkej zdrže nedôjde k takej lokálnej zmene zafarženia v zemskej kôre, ktoré by indukovalo vznik lokálnych seizmických otrasov podobne, ako bolo zaznamenané pri napustení veľkých nádrží vybudovaných v 20. storočí napr. v Afrike. Tieto obavy si vyžiadali návrh osadenia akcelerometrov seizmických vlín. Havária dolných vrát plavebných komôr si vyžiadala nielen výmenu samotných vrát, ale upozornila aj na potrebu monitorovania stavu nových vrát, preto došlo k osadeniu tenzometrických snímačov v dolných vrách plavebných komôr (ďalej aj ako „PLK“), ktoré informujú obsluhu plavebných komôr o možnosti prefarženia vrát pred zahájením plnenia PLK a o prekročení povolených odchýlok.

Postupne s dokončovaním objektov boli osadzované aj zariadenia pre pozorovanie a meranie a po dokončení výstavby VDG bolo na jednotlivých objektoch vybudovaných viac ako 5 300 zariadení pre pozorovanie a meranie, pričom do tohto počtu nezaraďujeme merania, ktoré sú realizované z čisto technologických dôvodov a nevyužívajú sa pre TBD (napr. snímače systému VIBROCONTROL, snímače tlakov a priesakov na prvkoch turbín a pod.). Zariadenia využívané pre meranie a pozorovanie v rámci TBD pozostávajú najmä z:

- objektov na monitorovanie hladín a parametrov podzemných vôd, ktoré je možné rozdeliť na:
 - 1 211 pozorovacích sond vybudovaných vo vrtoch na monitorovanie hladín podzemných vôd (ďalej aj HPV),
 - 242 drenážnych studní a 30 šácht drénu pri ľavostrannej hrádzke odpadového kanála, v ktorých sa monitorujú drenážne vody,
 - limnigrafy a snímačov hladín vôd v korytách a kanáloch, ktoré sú umiestnené:
 - v koryte Dunaja, v zdrži, v prírodnom a odpadovom kanáli a na objektoch a elektrárnach v Čunove, Dobrohošti a v Gabčíkove,
 - pri 12 vzdúvacích objektoch na priesakových kanáloch zdrže,
 - pri 7 vzdúvacích objektoch na priesakových kanáloch prírodného kanála,
 - 67 merných prípadov na meranie množstva priesakových vôd,
 - 52 vztlakomerných vrto v betónových objektoch,
- geodetických bodov pre meranie polohových a výškových posunov, ktoré pozostávajú z:
 - 131 vzťažných výškových bodov a 68 vzťažných združených a vzťažných polohových bodov,
 - 2 036 pozorovaných výškových bodov,
 - 426 pozorovaných polohových bodov,
 - 64 profilov výškomerných skatúl na meranie deformácií vo vnútri objektov,
 - 205 párov dilatometrických skôb na meranie vzájomných relatívnych posunov betónových blokov na ich dilatáciách,
 - 49 merných miest náklonov objektov,



Obr. 4 Merania GPR na haľových poliach v Čunove (02. 08. 2022)

- 920 strunových snímačov pre meranie napätia výstuže a pomerných deformácií betónov,
- 107 snímačov SCPg pre meranie tlaku násypu na základovú škáru a zasypané múry objektov,
- 104 snímačov teploty betónu,
- akcelerometrov vln seizmického zrýchlenia,
- deformetrických vrtov pri plavebných komorách v Gabčíkove,
- teplomerov, zrážkomerov, barometrov, snímačov rýchlosti a smeru vetra a pod.

Väčšia časť meraní je dokonca zabezpečená nielen manuálnymi meraniami, ale aj automatizovanými snímačmi s prenosom nameraných dát na dispečing a s možnosťou exportu dát pre ich ďalšie analyzovanie a zálohovanie.

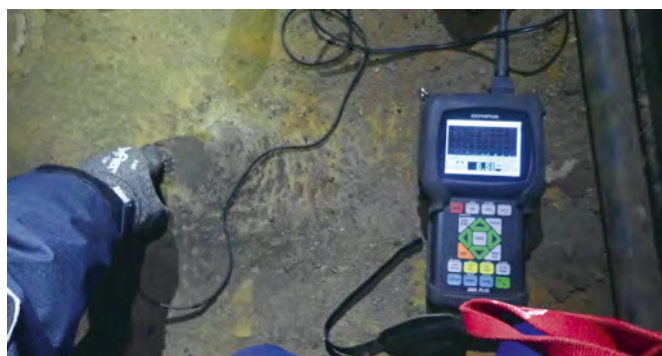
Okrem štandardných meraní TBD využívame na zistenie stavu objektov VDG aj špecializované merania, najčastejšie geodetické deformačné merania, geofyzikálne merania rýchlosti prúdenia podzemných a priesakových vôd, geofyzikálne povrchové merania, nedeštruktívnu defektoskopiu, batymetriu a pod.



Obr. 5 Batymetrické meranie na stupni Čunovo (07. 2022)

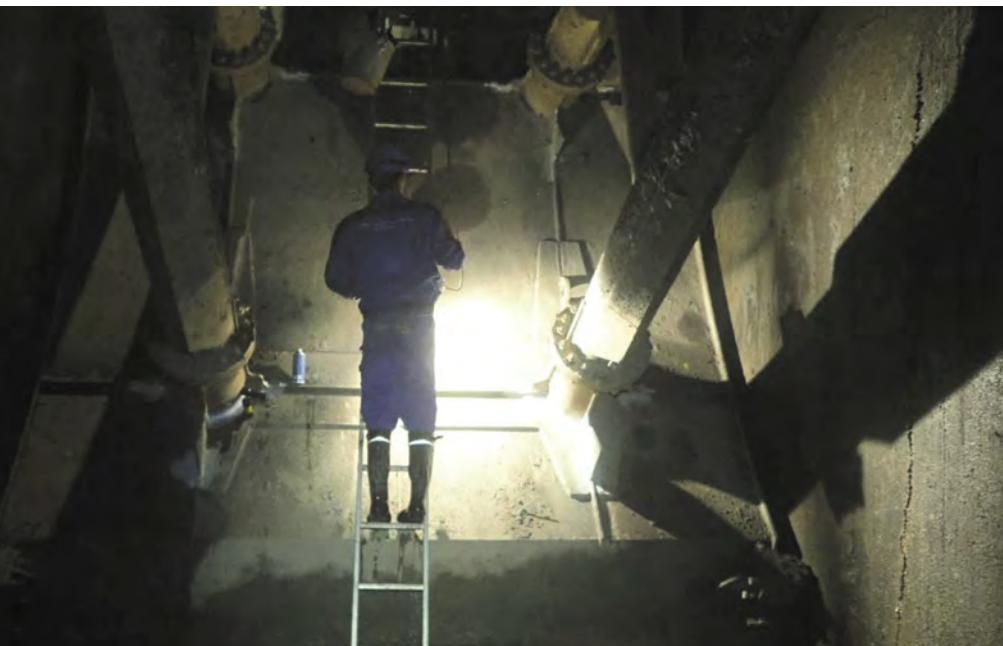
AUTOMATIZOVANÉ MERANIA A POZOROVANIA TBD

Systémy automatizovaných meraní TBD boli na VDG uvádzané do prevádzky postupne od roku 1992, v závislosti od budovania jednotlivých objektov. Počas doterajšej prevádzky sa potvrdilo, že systémy automatizovaných meraní a ich komponenty (hlavne samotné automatizované snímače) majú reálnu životnosť približne 10 rokov, po ktorej musia



Obr. 6 NDT kontrola – meranie hrúbky káblového žlabu st. Čunovo a kontrola provízorého hradenia TG 6 VEG 2022





Obr. 7 NDT kontrola zvarových spojov na regulačnom uzávere na vnútorných obtokoch ľavej PLK v Gabčíkove (16. 05. 2022)

byť každoročnými opravami a servisom postupne nahrádzané a najneskôr po 25 rokoch sa vývoj a výroba nových systémov inovujú do takej miery, že hlavne z dôvodu stále sa zrýchľujúceho technologického vývoja je efektívnejšie pôvodné systémy nahradiť novými, ako ich udržiavať vo funkcii.

Zo systémov automatizovaných meraní TBD na objektoch VDG je možné uviesť riadiaci a informačný systém (ďalej aj ako „RaIS“) MaPZ (hlavne podsystémy merania úrovne hladín podzemných vôd, ktoré boli obnovené v rokoch 2017 až 2019 s prenosom dát cez GSM a cez Internet vecí, ďalej aj ako „IoT“), lokálny systém monitorovania seizmicity, ASVaV, systém GeoMonitor s automatizovanými snímačmi v okolí PLK.

RIADIACI A INFORMAČNÝ SYSTÉM – CENTRÁLNY DISPEČING TBD

Pre priestorovú rozľahlosť objektov VDG bol RaIS pomerne komplikovaný a bol vybudovaný ako súčasť automatického systému riadenia technologických procesov. Z hľadiska dátových prenosov boli časťami RaIS použité metalické káble



spolu s optickými káblami tvoriacimi hlavné komunikačné spojenie. Systémy merania úrovne hladín podzemných vôd boli pred rokom 2017 v havarijnom stave, dlhodobo sa nedarilo opravami a servisom dosiahnuť ani 50% funkčnosť osadených snímačov, preto boli v rokoch 2017 až 2019 v troch etapách osadené nové snímače s lokálnym batériovým napájaním a s bezdrôtovým prenosom (GSM a IoT) v cca 1 100 vrtoch. Nové snímače už nie sú zapojené len do pôvodného RaIS, ale sú pripojené do centrálného dispečingu TBD.

SEIZMICITA – LOKÁLNY MONITOROVACÍ SYSTÉM

Pre zabezpečenie merania a sledovania seizmicity v okolí VDG bol v roku 2010 vybudovaný lokálny monitorovací systém, ktorý pozostáva zo šiestich trojosových snímačov seizmického zrýchlenia.

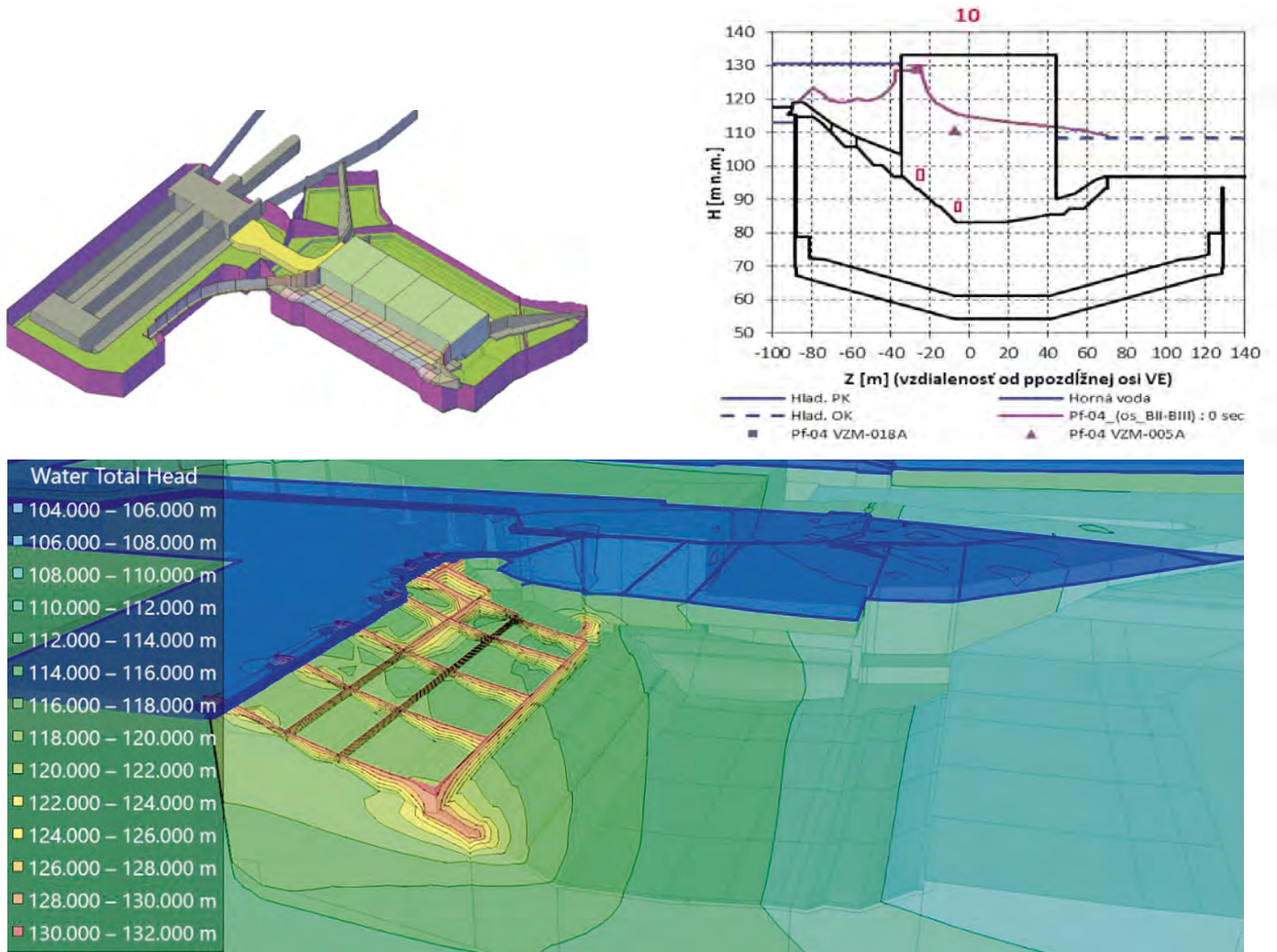
Je vybudovaný ako autonómny merací reťazec s vlastným napájaním a zálohou napájacieho zdroja pre prípad prerušenia dodávky elektrického napätia po dobu 24 hodín a namerané údaje z jednotlivých snímačov boli vzájomne synchronizované podľa hodín zo systému GPS. Okrem snímačov na meranie prirodzenej seizmicity (4ks akcelerometrov osadených v dvoch profiloch na ľavostrannej hrádzi prívodného kanála) boli na stupni Gabčíkovo osadené aj snímače na meranie technických otrasov od prevádzky dolných vrát PLK (snímač pri pravej dolnej vratni v pravej PLK) a od prevádzky turbín. Od roku 2016 je systém merania seizmicity nefunkčný a aktuálne prebieha obstaranie jeho sfunkčnenia a modernizovania.

AUTOMATIZOVANÝ GEOTECHNICKÝ MONITOROVACÍ SYSTÉM – GEOMONITOR

Pre zisťovanie vplyvu priesakov cez dilatácie PLK na režim podzemných a priesakových vôd v okolí PLK, ako aj vplyvu na deformácie podlažia a okolia objektov bol v rokoch 1996



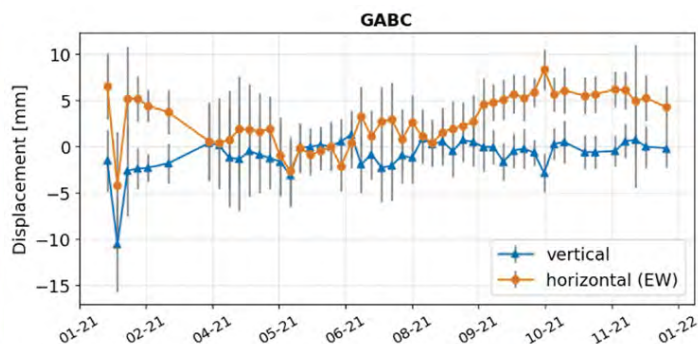
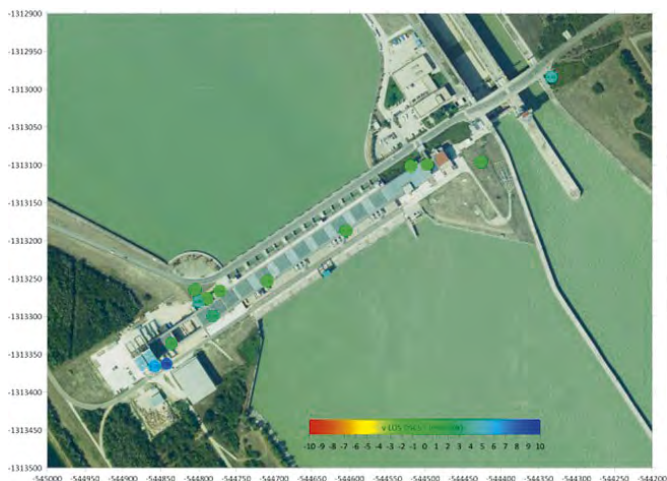
Obr. 8 Poškodené stanovisko tachymetra pri ľavej plavebnej komore VDG, ktorý je súčasťou systému GeoMonitor, 2022



Obr. 9 Výsledky matematického modelovania priekakov cez dilatácie vtokovej dosky pred VE Gabčíkovo, 2022



Obr. 10 Tesnenie dilatácií na spojovacom múre v Gabčíkove potápačmi s použitím tesniaceho gumeného pásu (28. 06. 2022)



Obr. 11 Porovnanie výsledkov geodetických meraní s výsledkami družicovej radarovej interferometrie

a 1997 vybudovaný automatizovaný geotechnický monitorovací systém, tzv. GeoMonitor, ktorý zahŕňa automatizované snímače pre kontinuálne meranie hladín vody v oboch komorách, hladiny hornej a dolnej vody, ako aj hladiny vo vrtoch v okolí komôr, kontinuálne meranie absolútnych posunov, kontinuálne a aj manuálne meranie deformácií podložia, kontinuálne meranie teplôt vody v plavebných komorách. Počas neskoršej modernizácie bol spustený systém GeoMonitor 2, do ktorého boli začlenené napr. aj pôvodné a ešte stále funkčné strunové snímače merania napätia vo výstuži a teplomerov na meranie teploty v železobetónových konštrukciách PLK.

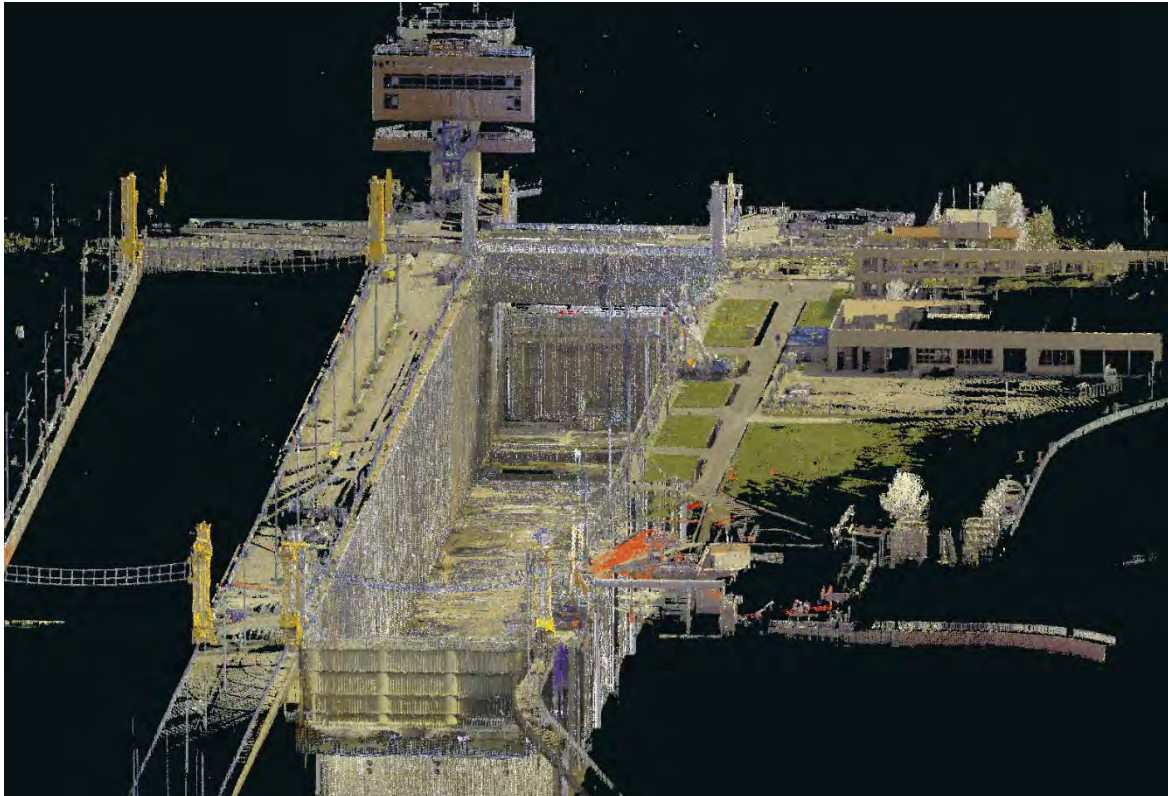
Rozsah objektov VDG a počet osadených merných zariadení TBD si vyžiadala inventarizáciu s polohopisným zameraním a vizualizáciu všetkých vrtov pre meranie hladín podzemných vôd spolu s geodetickými bodmi osadenými na vonkajších častiach objektov v prostredí GIS v intranetovej aplikácii, ktorá je využívaná aj pre účely majetkoprávneho vysporiadania pozemkov, na ktorých sa nachádzajú merné zariadenia TBD. Stojíme pred úlohou inventarizácie a 3D vizualizácie merných zariadení zabudovaných do železobetónových konštrukcií, ako aj merných zariadení nachádzajúcich sa v chodbách a vo vnútorných priestoroch objektov VDG, kde by mohli byť uplatnené.

Napriek veľkému počtu osadených merných zariadení, má z hľadiska bezpečnosti vodnej stavby a technicko-bezpečnostného dohľadu rozhodujúci význam výkon obhliadok a pozorovaní, ktoré sa na vodnej stavbe I. kategórie musia realizovať minimálne v dennej intenzite a žiadne doteraz vyvinuté a používané monitorovacie systémy nedokážu nahradiť význam ľudského prvku v podobe dobre zaškolenej obsluhy vodnej stavby. Preto sa dohľadu výhradne nad VDG venuje v rámci úseku TBD a odboru bezpečnosti vodných stavieb samostatná skupina, pozostávajúca z troch špecialistov a piatich technikov, ktorých náplňou práce je zhromažďovať dáta z meraní a pozorovaní TBD, spracovávať ich spolu so všetkými dostupnými informáciami o stave, bezpečnosti a prevádzkyschopnosti, analyzovať trendy a výsledky tak, aby výstupom ich práce bolo jednoznačné hodnotenie a v prípade potreby aj návrh nápravných opatrení.

VÝZNAM DOTERAJŠÍCH MERANÍ A POZOROVANÍ TBD

Merania a pozorovania TBD realizované na zariadeniach TBD poukázali na viacero problémov, ktoré boli následne riešené sanáciami a aj pre návrh sanačných prác ako aj pre zhodnotenie úspešnosti sanácií boli využívané MaPZ. Z tých najvýznamnejších sanácií, ktorých potreba vyplynula z výkonu TBD je možné uviesť sanácie priesakov hrádzy v hornej časti zdrže (vybudovanie podzemnej tesniacej steny na navodnej päte ľavostrannej hrádze zdrže a plošný drén na vzdušnej päte hrádze), dobudovanie a prehĺbenie podzemnej tesniacej steny na stupni Čunovo, sanáciu napojenia pravostrannej hrádze na ľavom brehu Dunaja na podzemnú tesniacu stenu hate na obtoku, tesnenie dilatácii vtokovej dosky a vtokových krídiel Vodnej elektrárne Gabčíkovo, nadvýšenie a tesnenie telesa a podložia ľavostrannej hrádze odpadového kanála, no a asi v najväčšom rozsahu tesnenie dilatácií a sanácia podložia plavebných komôr v Gabčíkove. Výsledky doterajšieho technicko-bezpečnostného dohľadu boli využité aj pri aktuálnej analýze potreby a prioritizácie sanácie dilatáčnych škár vtokovej dosky pred Vodnou elektrárnou Gabčíkovo, kde aj na základe výsledkov matematického modelovania odporučil projektový tím pozostávajúci zo zamestnancov viacerých úsekov podniku rozdeliť sanáciu dilatácií na viac etáp a uprednostniť sanačnú metódu využívajúcu inštaláciu „nekonečných“ gumených tesniacich pásov z vonkajšej strany dilatácie potápačmi (takáto sanácia sa osvedčila už aj na dilatáciách Vtokového objektu PLK v roku 2020 a taktiež na Spojovacom mure v roku 2022).

Doterajšími meraniami a pozorovaniami sa vytvorili databázy údajov, ktorých spracovaním a analýzou vieme nielen zhodnocovať dlhodobé trendy a vývoj jednotlivých javov, ale aj ich vzájomné korelácie a aj vplyv zmien v zafažovacích stavoch. Počet merných zariadení, ich kvalita a spoľahlivosť, spolu s analýzami výsledkov doterajších meraní a ich vysokou stabilitou umožňujú využívať merné zariadenia TBD aj na účely monitoringu vplyvu výstavby a prevádzky VD Gabčíkovo na niektoré zložky životného prostredia. Taktiež sú existujúce merné zariadenia využívané na vývoj a testovanie nových



Obr. 12 Výsledok geodetického 3D skenovania konštrukcii pravej PLK v Gabčíkove – mračno bodov, z ktorého vychádzal aj projektant Inovácie a modernizácie PLK

moderných metód a prístrojov pre technicko-bezpečnostný dohľad, ako sú napr. systémy automatizácie meraní hladín podzemných vôd a rôzne spôsoby prenosu nameraných dáta (optické káble, GSM, IoT, ...), snímače mineralizácie a teploty vôd spolu so zariadeniami na komunikačné pokusy a meranie rýchlostí prúdenia podzemných a priesakových vôd a taktiež geodetické metódy diaľkového prieskumu zeme s deformačnými meraniami (napr. družicová radarová interferometria).

ZÁVER

V tomto príspevku sme sa zaoberali najvýznamnejšími súvislosťami a poznatkami z doterajšieho výkonu TBD nad VD Gabčíkovo. Výzvou do budúcnosti zostáva neustála obnova starnúcich merných zariadení, ich automatizácia a modernizácia, ako aj zavádzanie nových metód a ich aplikácia pre zdokonaľovanie výkonu TBD.

Napriek tomu, že väčšina merných zariadení na VDG bola navrhnutá a vybudovaná už pred viac ako 30 rokmi, merné

zariadenia naďalej spoľahlivo plnia svoju funkciu a vďaka správnej údržbe, obnove a modernizácii systémov automatizovaných meraní sú nenahraditeľným podkladom pre výkon technicko-bezpečnostného dohľadu. Odbornosť našich špecialistov a technikov, ktorí v úzkej spolupráci so zamestnancami prevádzky vodohospodárskej aj energetickej časti prevádzky VD Gabčíkovo ako aj v spolupráci s expertmi z akademickej sféry a z výskumných ústavov vykonávajú technicko-bezpečnostný dohľad nad objektami VDG v kombinácii s neustálym dobudovaním a modernizovaním zariadení na meranie a pozorovanie, sú zárukou toho, že v maximálnej možnej miere súčasného poznania môžeme včas identifikovať riziká bezpečnosti a prevádzkyschopnosti.

Aj touto cestou by som chcel vzdať úctu a poďakovať sa súčasným aj bývalým kolegom a odborníkom, ktorí navrhli, postavili, dohliadajú a prevádzkujú Vodné dielo Gabčíkovo.

**Fotografie použité v článku:
Archív Vodohospodárska výstavba, š. p.**

Literatúra:

- HAMMEL, B. – STANČEK, R.: Inventarizácia merných zariadení a ich následná verifikácia pomocou GIS, in 20. výročie prevádzky VD Gabčíkovo, VV, š. p., Bratislava, 2012
- KAMENICKÝ, M.: Lokálny systém monitorovania seizmicity v okolí VDG, Popis a funkcia systému. Norsonic Slovensko s.r.o., Bratislava, 2010, 26 s
- NAGY, T.: Riadiaci a informačný systém pre TBD. In: Odborná konferencia k 20. výročiu prevádzky Systavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros. Zborník prednášok z konferencie so zahraničnou účasťou, Bratislava, október 2012, Vyd. Vodohospodárska výstavba, š. p., 2012
- KASANA, A.: Merania a pozorovania stavu objektov Vodného diela Gabčíkovo, in 25. výročie prevádzky VD Gabčíkovo, VV, š. p., Bratislava, 2017
- VADKERTI, Š.: 25. rokov výkonu TBD na VD Gabčíkovo, in 25. výročie prevádzky VD

- Gabčíkovo, VV, š. p., Bratislava, 2017
- VADKERTI, Š. – HORVÁTH, L.: Automatizácia meraní TBD na PLK Gabčíkovo. In: Konferencia o bezpečnosti vodných stavieb – 30. výročie činnosti TBD. Zborník prednášok z konferencie so zahraničnou účasťou, Bratislava, máj 2005, Vyd. Vodohospodárska výstavba, š. p., 2005, s. 273-278
- VADKERTI, Š. – PANENKA, P.: Odborný technicko-bezpečnostný dohľad počas 20 rokov prevádzky VD Gabčíkovo. In: Odborná konferencia k 20. výročiu prevádzky Systavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros. Zborník prednášok z konferencie so zahraničnou účasťou, Bratislava, október 2012, Vyd. Vodohospodárska výstavba, š. p., 2012
- TASR, <https://www.vtedy.sk/prehradenie-dunaja-oktober-1992>

25 rokov činnosti Národného referenčného laboratória pre oblasť vôd na Slovensku na Výskumnom ústave vodného hospodárstva v Bratislave

RNDr. Jarmila Makovinská, CSc.¹, Ing. Michal Kirchner, PhD.¹, Ing. Igor Liška, CSc.²

¹ Výskumný ústav vodného hospodárstva, ² Medzinárodná komisia pre ochranu Dunaja (ICPDR)

Z HISTÓRIE

Národné referenčné laboratórium pre oblasť vôd na Slovensku (NRL) vzniklo na Výskumnom ústave vodného hospodárstva v Bratislave dňa 31.12.1996 na základe Dohody troch ministrov (ministra pôdohospodárstva SR, ministra životného prostredia SR a ministra zdravotníctva SR), ktorá bola iniciovaná uznesením vlády SR č. 638 z 24. 9. 1996. Predmetom Dohody bolo určenie rozsahu činností, právomocí a povinností, ako aj finančné, organizačné a technické zabezpečenie NRL. Dôvodom bol fakt, že voda je prierezovou komoditou, ktorá patrí rôznym rezortom.

Oficiálnemu vzniku NRL predchádzalo mnoho skutočností. V rokoch 1992 – 1994 sa uskutočnilo niekoľko auditov Európskej komisie na Slovensku s cieľom vybrať vhodné referenčné laboratórium pre oblasť vôd. Z počiatku malo ísť o referenčné laboratórium pre oblasť pitných vôd. Experti Európskej komisie prešli viaceré laboratóriá na Slovensku, ktoré sa zaoberali pitnými vodami. Neskôr bol uskutočnený audit pre oblasť povrchových vôd. Mnohí experti sa zhodli na fakte, že na Výskumnom ústave vodného hospodárstva boli laboratóriá z hľadiska komplexnosti na najlepšej úrovni s dobrými predpokladmi na ďalší rozvoj. Komplexnosť znamenala pokrytie vôd v oblastiach chémie – základnej, anorganickej, organickej



Obr. 1 Laboratórium fyzikálno-chemických analýz (Foto: Jana Gombiková)



Obr. 2 Hydrobiologické laboratórium – determinácia lariev pakomárovitých (Foto: Jana Gombiková)

a hydrobiológie, mikrobiológie, ekotoxikológie a rádiochémie. V rámci asociačného procesu bolo nevyhnutné dosiahnuť garanciu kvality štandardnú pre Európsku úniu. A práve táto úloha bola plne zabezpečená prostredníctvom činnosti NRL, ktoré bolo základným referenčným centrom a aktívnym koordinátorom systému kvality údajov o znečistení vôd v SR. Užitočnosť ako aj nevyhnutnosť uvedenej koncepcie sa plne potvrdila v priebehu skríningu asociačného procesu v oblasti ochrany vôd, ktorý sa uskutočnil v júni 1999 v Bruseli, ako aj pri uzatváraní kapitoly o životnom prostredí v roku 2001.

NRL prechádzalo rôznymi obdobiami, v rámci ktorých bolo organizačne samostatným odborom ale aj len jedným z oddelení iného odboru na Výskumnom ústave vodného hospodárstva.

Technické vybavenie NRL vychádzalo z prístrojovej techniky patriacej pôvodnému odboru Hydroanalytických laboratórií. Postupne napomohli dosiahnutiu špičkovej európskej úrovne prístroje a zariadenia získané prostredníctvom rôznych programov a projektov. Po vytvorení NRL bol pripravený návrh projektu PHARE na posilnenie technickej infraštruktúry NRL, ktorý bol Európskou komisiou schválený (PHARE EC/WAT/24). Laboratórium bolo posilnené analytickou technikou vtedy v hodnote 1 milióna ECU. Postupne to boli ďalšie programy a projekty (napr. Environmentálny program v povodí Dunaja; FITA 4 – národný projekt Belgickej vlády; Twinning projekt SK 02/IB/EN/01 – Implementation and Enforcement of Council Directive on Discharges of Dangerous Substances into the Aquatic Environment; Twinning projekt rezortu ministerstva pôdohospodárstva – Posilnenie kontrolných systémov v oblasti bezpečnosti potravín; projekty OP ŽP (Monitorovanie a hodnotenie vôd, Monitorovanie a hodnotenie vôd – II. etapa); projekty OP KŽP (Monitorovanie a hodnotenie vôd – III. etapa, Optimalizácia technickej infraštruktúry na podporu sledovania znečistenia území prirodzenej akumulácie povrchových a podzemných vôd).

Od roku 2004 sa postupne začali rekonštruovať aj priestory NRL. Začalo sa laboratóriami rádiochémie a mikrobiológie, neskôr sa pokračovalo oddelením základnej a anorganickej chémie, v roku 2010 sa zrekonštruovala časť laboratórií



Obr. 3 Laboratórium kvapalinovej chromatografie (Foto: Jana Gombiková)

hydrobiológie a organickej stopovej analýzy. Postupne sa ďalej dopĺňali ďalšie priestory a upravovali sa v súlade s požiadavkami národnej aj medzinárodnej legislatívy. Veľkou zmenou prešli okrem laboratórií aj ostatné priestory v rokoch 2018 – 2019.

OBLASŤ PÔSOBNOSTI

V zmysle vodného zákona (zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov) je NRL najvyšším metodickým orgánom pre zabezpečenie kvality odberov vzoriek a analytických skúšok vôd a súvisiacich matric.

V súlade so zákonom č. 442/2002 Z. z. o verejných vodovodoch a verejných kanalizáciách a o zmene a doplnení zákona č. 276/2001 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach v znení neskorších predpisov je NRL najvyšším metodickým centrom na kontrolu kvality vody a s vodou súvisiacich matric na všetkých stupňoch nakladania s vodou v zmysle tohto zákona a na odborné posudzovanie účinnosti technologických riešení a použitých zariadení v oblasti úpravy a čistenia povrchových vôd, podzemných vôd, odpadových vôd a kalov.

Podľa nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 755/2004 Z. z., ktorým sa ustanovuje výška neregulovaných platieb, výška poplatkov a podrobnosti súvisiace so splatňovaním užívania vôd v znení neskorších predpisov vykonáva NRL kontrolné rozbery spoločných kontrolných odberov vzoriek na preskúmanie príčiny rozdielnych výsledkov správcu vodohospodársky významných vodných tokov a znečisťovateľa.

Oblasť pôsobnosti bola vymedzená vyššie uvedenou Dohodou troch ministrov. NRL sa zaoberá celým analytickým procesom (odber a transport vzoriek, meranie, štatistické spracovanie a vyhodnotenie výsledkov) zameraným na skúšanie fyzikálno-chemických a chemických parametrov, anorganických a organických znečisťujúcich látok, rádioizotopov, mikrobiologických parametrov a biologických prvkov kvality. Vykonáva koncepčnú, legislatívnu a metodickú činnosť v oblasti vôd, podieľalo sa na implementácii smerníc Európskej únie týkajúcich sa vôd a na plnení ich požiadaviek,

a to predovšetkým v oblasti meraní a zberu environmentálnych údajov na zhodnotenie stavu vôd a v oblasti podávania správ pre Európsku komisiu. NRL sa zúčastňuje aktivít aj v oblasti hraničných vôd v rámci jednotlivých pracovných skupín pre ochranu kvality hraničných vôd, organizuje programy skúšok spôsobilosti v oblasti chemických, biologických, mikrobiologických metód a v oblasti odberov vzoriek vôd pre inštitúcie na Slovensku aj v zahraničí; zúčastňuje sa medzinárodných porovnávacích testov, čím zabezpečuje prepojenie systémov kvality v oblasti odberu a analýzy vôd a medzinárodných porovnávacích testov na Slovensku a v zahraničí. NRL metodicky usmerňuje, spracováva metodické dokumenty a organizuje odborné podujatia pre pracovníkov laboratórií na Slovensku a v zahraničí. NRL sa zúčastňuje na národných a medzinárodných (bilaterálnych, multilaterálnych) monitorovacích programoch, v ktorých sú kladené mimoriadne nároky na objektivitu údajov a ich hodnotenie. NRL rieši aj úlohy vyplývajúce z Plánu hlavných úloh VÚVH, domáce a zahraničné projekty v rámci oblastí svojej pôsobnosti.

Pracovníci NRL úzko spolupracujú aj na príprave, aktualizácii a revízií domácich a medzinárodných noriem z oblasti chémie, biológie, mikrobiológie a rádiochémie.

AKREDITÁCIA A CERTIFIKÁCIA

Národné referenčné laboratórium pre oblasť vôd na Slovensku bolo jedným z prvých laboratórií akreditovaných Slovenskou národnou akreditačnou službou a v súčasnosti je akreditované na skúšobnícku činnosť (podľa STN EN ISO/IEC

17025), ktorá sa viaže na fyzikálno-chemické, chemické, rádiochemické, hydrobiologické a mikrobiologické metódy, veličiny a vlastnosti vôd, sedimentov, kalov, vodných výluhov, s vodou súvisiacich matric a vodných organizmov a na odber vzoriek vôd s vodou súvisiacich matric a vodných organizmov. Zároveň je akreditovaným pracoviskom pre organizovanie skúšok spôsobilosti alebo porovnávacích meraní v oblasti skúšania vôd a odberov vzoriek pitných, povrchových a odpadových vôd (v oblasti hydrobiológie, mikrobiológie, rádiochémie, základného fyzikálno-chemického rozboru, stopovej organickej a anorganickej analýzy) podľa kritérií a požiadaviek STN EN ISO/IEC 17043. Programy skúšok spôsobilosti sú organizované nielen pre slovenské ale aj zahraničné laboratóriá. Okrem uvedeného je v rámci VÚVH certifikované podľa požiadaviek STN EN ISO 9001.

ANALYTICKÁ ČINNOSŤ

NRL využíva široké spektrum dostupných techník pre analýzu vôd v oblasti chémie, mikrobiológie, hydrobiológie a rádiochémie. V oblasti analýzy organických kontaminantov sú to najmä plynová a kvapalinová chromatografia v kombinácii s rôznymi typmi hmotnostných spektrometrov založených na jednoduchých kvadrupóloch, trojitých kvadrupóloch, ale aj v kombinácii s konvenčnými chromatografickými detektormi. Pre účely kvalitatívnej analýzy a necieleného skringingu NRL používa vysoko-rozlišovacie hmotnostné spektrometre s vysokou presnosťou určenia hmotností iónov založené na Time of Flight analyzátoroch. V oblasti základnej

chémie a stopovej analýzy kovov ťažiskové metódy sú hmotnostná aj optická spektrometria s indukčne viazanou plazmou, atómová absorpčná spektrometria, atómová fluorescenčná spektrometria, spektrofotometria, potenciometria, konduktometria, gravimetria, odmerná analýza, coulometria, iónová kvapalinová chromatografia a kontinuálna prietoková analýza. V oblasti rádiochémie NRL využíva gammaspektrometriu, kvapalinovú scintilačnú spektrometriu a meranie proporcionálnym detektorom. Pre mikrobiologické a hydrobiologické analýzy využíva kultivačné metódy, imunometódy, polymerázové refazcové reakcie (PCR), mikroskopické metódy a fluorescenčné metódy na in situ merania. Okrem toho sa vykonávajú špecializované terénne prieskumy z hľadiska vodných spoločenstiev (fytoplanktón, fytobentos, makrofyty, bentické bezstavovce, ryby).

Celkovo sa ročne prijme do NRL asi 6 – 7 tisíc vzoriek a vykoná sa približne 150 – 180 tisíc analýz rôzneho druhu. Väčšina odberov vzoriek a analýz sa realizuje v súlade s požiadavkami akreditácie.



Obr. 4 Vzorkovanie bentických bezstavovcov v Dunaji (Foto: Jarmila Makovinská)



Obr. 5 Ichtyologické prieskumy na potoku Vôdky (Foto: Lucia Pediačová)

DOMÁCA A MEDZINÁRODNÁ SPOLUPRÁCA

Významnou oblasťou pre NRL je a v budúcnosti aj bude medzinárodná spolupráca. Už v minulom období sa NRL zapojilo do rôznych medzinárodných programov (UNDP/GEF; programy PHARE a TACIS; rámcové programy EÚ – AWACSS, WEKNOW, Tisa River Project, DANUBS, AQUATERRA, DINAMICS, NORMAN, SOCOPSE; twinningové projekty, LIFE projekty, INTERREG projekty, NATO projekty, medzinárodné aktivity v rámci ICPDR (Joint Danube Surveys); iné programy).

V súčasnosti sa NRL podieľa na dvoch domácich projektoch OP KŽP (Monitorovanie a hodnotenie vôd – III. etapa, Optimalizácia technickej infraštruktúry na podporu sledovania znečistenia území prirodzenej akumulácie povrchových a podzemných vôd), na projekte Danube Hazard m³c z programu INTERREG a participuje aj na projektoch kolegov z iných odborov VÚVH. V minulosti spolupracovalo NRL na niekoľkých APVV projektoch s akademickými pracoviskami na Slovensku.

NRL je zapojené do medzinárodného monitoringu v povodí rieky Dunaj (TransNational Monitoring Network) v súlade s Dohovorom o spolupráci a trvalom využívaní Dunaja (Danube Convention). Ide o monitorovací program, kde sú kladené vyššie požiadavky na kvalitu národných údajov, ktoré sú aj pravidelne kontrolované.

NRL je členom medzinárodnej asociácie európskych laboratórií NORMAN. V rámci spoločného programu sa aktivity zameriavajú na systematické hodnotenie emergentných látok,

ich výskytom, ich osudom v životnom prostredí a ich prioritizáciou na základe ich negatívnych vlastností. Tieto aktivity zvyčajne vyúsňujú do prípravy návodov Európskej komisie, výskumných správ EK ako aj návrhov legislatívnych predpisov. V poslednom období to boli najmä výber látok a prehľady metód pre stanovovanie nových prioritných látok a látok pre tzv. Watch List.

V rámci Rámcového programu monitorovania vôd Slovenska na obdobie 2022 – 2027 a jeho Dodatkov zabezpečuje NRL prieskumy, špeciálne odbery vzoriek a analýzy v oblasti základnej fyzikálno-chemickej, organickej a anorganickej, mikrobiologickej, hydrobiologickej a rádiochemickej analýzy. NRL je pracoviskom, kde sa sústreďujú vzorky vôd pre špeciálne analýzy z celého územia Slovenska, a tým sa zabezpečujú aj požiadavky smernice 2013/39/EÚ, ako aj smernice 2009/90/ES. Pri monitorovaní sa aplikujú najmodernejšie spôsoby odberov vzoriek a terénnych prieskumov. NRL zabezpečuje analýzy organických znečisťujúcich látok v povrchových vodách pre celé Slovensko. Rovnako v oblasti hydrobiológie pracovisko zabezpečuje centrálnu sledovanie väčšiny vodných spoločenstiev. Pri týchto aktivitách spolupracuje s ďalšími rezortnými inštitúciami (napr. SVP, š. p., SHMÚ, ŠGÚDŠ).

NRL plní aj úlohy vyplývajúce z Protokolu splnomocnencov slovensko-maďarskej, slovensko-rakúskej, slovensko-poľskej, slovensko-českej a slovensko-ukrajinskej komisie pre hraničné vody v oblasti sledovania kvality spoločných hraničných vôd.

Pracovníci NRL sa podieľajú aj na riešení vedecko-výskumných a technických úloh z rôznych oblastí vodného



Obr. 6 Príprava člna na merania fytoplanktónu v nádrži Turček, júl 2022
(Foto: Zuzana Velická)

hospodárstva. Sú to úlohy, ktoré sú súčasťou Plánu hlavných úloh VÚVH (účelové úlohy pre MŽP SR), úlohy pre rezortné aj mimorezortné organizácie, úlohy pre rôzne právnické a fyzické osoby. Zvyčajne sú to úlohy zamerané na vývoj postupov a metód pre rôzne znečisťujúce látky, na optimalizáciu metód stanovení, úlohy vyplývajúce z implementácie európskych smerníc (rámcovej smernice o vode, dusičnanovej smernice, smernice o environmentálnych normách kvality a podobne). V poslednom období NRL spolupracovalo na príprave Vodného plánu Slovenska, na Plánoch manažmentu čiastkových povodí ako aj na reportovaní výsledkov pre Európsku komisiu a Európsku Environmentálnu Agentúru.

Pracovníci NRL sú členmi pracovných skupín ECOSTAT a CHEMICALS pre spoločnú implementačnú stratégiu Rámcovej smernice o vode.

Výsledky svojej práce odborníci z NRL publikujú v karentových časopisoch, v zahraničných aj domácich periodikách. Rovnako sa prezentujú aj na mnohých odborných podujatiach.

PERSONÁLNA POLITIKA

Personálne kapacity pozostávajú z odborníkov v jednotlivých oblastiach chémie, mikrobiológie, hydrobiológie a rádiochémie. Celkový počet pracovníkov ku koncu roka 2021 bol približne 67. Počet vysokoškolsky vzdelaných odborníkov je 55, z toho 28 pracovníkov má III. stupeň vzdelania (PhD., CSc.) a 5 dosiahli stupeň akademického vzdelania (IIa). Personálna politika ja zameraná na dosahovanie vysokej kvality výstupov pracovníkov a požiadavkou na neustály rast ich odbornej úrovne. NRL má preto systém nepretržitého vzdelávania formou interných a externých školení, systematickú kontrolu činnosti pracovníkov a rast odbornej úrovne zabezpečuje zapájaním mladšej a strednej generácie pracovníkov do riešenia náročných odborných a vedecko-výskumných úloh. Proces podpory mladšej a strednej generácie odborníkov sa výrazne prejavil najmä v posledných piatich rokoch, kedy významne stúpol počet odborných pracovníkov strednej generácie a to najmä so vzdelaním II. a III. vysokoškolského stupňa.

ZÁVER

Už 25 rokov plní NRL svoje úlohy. Za toto obdobie sa stalo najväčším, najlepšie vybaveným a mimoriadne kvalitne personálne zabezpečeným environmentálnym laboratóriom v SR a je rovnocenným partnerom vyspelých európskych laboratórií. V NRL pracuje mnoho špičkových odborníkov a usilovných pracovníkov, ktorí sú tvorcami samotnej podstaty, výkonnosti a kvality NRL. Nebola to ľahká cesta, ale podarilo sa vybudovať jeden pevný a najmä funkčný celok, schopný kvalitne pokrývať široké spektrum odborných a vedeckých činností. Vedenie NRL si je plne vedomé, že NRL musí neustále rozširovať rozsah svojej činnosti tak, aby sa naplňali záväzky Slovenska v oblasti sledovania a hodnotenia vôd. Toto si vyžaduje podporu nielen materiálnu, technickú a finančnú, ale aj budovanie kvalitného pracovného prostredia pre zabezpečenie produktívnej spolupráce a odborného rastu pracovníkov NRL.

Opravy a investície realizované v roku 2022 na vodnej stavbe Hať Veľké Kozmálovce

Ing. Tomáš Ič

Slovenský vodohospodárska podnik, š. p., Povodie Hrona, odštepny závod Banská Bystrica



Obr. 1 Pohľad na vodnú stavbu Hať Veľké Kozmálovce

Vodná stavba Hať Veľké Kozmálovce sa nachádza na vodohospodársky významnom vodnom toku Hron v riečnom kilometri 73,520. Hlavným účelom vodnej stavby je zabezpečovanie odberu technologickej a chladiacej vody pre atómovú elektrárňu v Mochovciach. Vodná stavba takisto zabezpečuje minimálny zostatkový prietok na vodnom toku Hron, odber pre kanál Perec (za účelom odberov pre priemyselné a iné účely v okolí mesta Levice), slúži na závlahy okolitých poľnohospodárskych pozemkov, na športový rybolov, rekreačné účely a vodné športy. MVE využíva spád na výrobu elektrickej energie. Na vodnej stavbe bol vybudovaný rybovod pre zabezpečenie migrácie rýb v danom úseku rieky Hron, t. j. bola zabezpečená kontinuita vodného toku v úseku nad a pod haťou.

Výstavba vodnej stavby Hať Veľké Kozmálovce sa začala v roku 1983 a trvala do roku 1988, kedy bola uvedená do obehovej prevádzky. Do trvalej prevádzky bola vodná stavba uvedená v roku 1994.

Hlavným objektom vodnej stavby je pohyblivá hať s tromi haťovými poľami, pravostranná a ľavostranná zemná hrádza,

malá vodná elektrárňu a odberný objekt pre jadrovú elektrárňu Mochovce.

Pohyblivú hať tvorí zdvižný segment s nasadenou klapkou so svetlou dĺžkou poľa 21 m. Hradiaca výška segmentu predstavuje 5,4 m a hradiaca výška klapky je 2,1 m.

Vzhľadom na vek vodnej stavby postupne dochádza k poruchám na jeho ovládacích zariadeniach a mechanizmoch, ako aj na stavebných častiach. Osobitný problém predstavuje usadzovanie sedimentov v haťovej zdrži z dôvodu znížených rýchlostí prúdenia nad haťou a s tým spojené riziká s dodávkou vody do odberných objektov.

OPRAVA OHREVVU II. HAŤOVÉHO POĽA

Hradiace uzávery Hať Veľké Kozmálovce (klapky a segmenty) sú vyhrievané pomocou vyhrievacích tyčí montovaných na bočných štítoch, na tesnení klapky a segmentu a na prahu segmentu. Časom dochádza k ich postupnému poškodeniu vplyvom ich opotrebovania, či už vplyvom hydraulických procesov v časti nad hradiacimi konštrukciami,



Obr. 2 Pohľad na nové rozvádzače ohrevu II. hafového poľa

plaveninami, ako aj v dôsledku ľadových úkazov. Nefunkčnosť výhrevných telies predstavuje riziko zámruzu hradiacich konštrukcií a nemožnosť ich ovládania.

Na zabezpečenie rozmrazovania stykových pohyblivých častí II. (stredného) hafového poľa bolo potrebné vykonať kompletnú opravu výhrevného systému tohto poľa hate. Oprava spočívala z demontáže pôvodných vyhrievacích telies a z dodania nových telies na styku klapka/segment, opravy puzdier tesnenia klapka/segment a puzdier v dosadacom prahu segmentu. Súčasťou opravy bola dodávka a montáž elektroinštalačného materiálu a rozvádzačov. Oprava ohrevu bola realizovaná dodávateľským spôsobom v mesiacoch jún – júl 2022.

PREČISTENIE ĽAVOSTRANNÉHO PRIESAKOVÉHO DRÉNU

Súčasťou stavby hate je aj systém drenážneho odvedenia priesakových vôd z priestorov za zdržovými hrádzami pod vodnú stavbu. V predchádzajúcom období boli realizované kamerové prieskumy jednotlivých drenážnych systémov, na základe ktorých došlo k následným opravám priesakového systému po jednotlivých úsekoch.

Posledným zo zanesených úsekov ostal ľavostranný drenážny systém. Upchatý drenážny systém spôsoboval problémy s gravitačným odvedením priesakových vôd za ľavostrannou zdržovou hrádzou hate. Sedimenty v systéme znemožňovali vykonávanie meraní priesakov a určovanie bezpečnosti stavby v rámci technicko-bezpečnostného dohľadu. Z hľadiska plnej funkčnosti systému bolo potrebné vykonať údržbu a odstránenie nánosov v celej dĺžke priesakového kanála (perforovanej rúry priemeru DN 1000) na dĺžke 2 398 m. Oprava bola realizovaná formou odstránenia nánosov z existujúcich drenážnych šachtiet. V úsekoch mimo šachtiet bolo prečistenie vykonané vysokotlakovým prúdom vody. Toto



Obr. 3 Čistenie ľS priesakového drénu zo šachty

riešenie bolo umožnené vzájomným rozmiestnením drenážnych šachtiet, ako aj ich vzájomnou vzdialenosťou. Oprava bola vykonaná dodávateľským spôsobom v mesiaci jún 2022.

DOPLNENIE PROVIZÓRNEHO HRADENIA

Vodná stavba Hať V. Kozmálovce je z dôvodu znížených rýchlostí prúdenia vody výrazne náchylná na zanášanie. Vypustenie zdrže za účelom realizácie technologických opráv a investícií je prakticky nemožné, a to predovšetkým s ohľadom na potrebu dodávky vody do Jadrovej elektrárne Mochovce. Realizovať opravy a údržby na samotných hradiacich konštrukciách je možné iba v prípade použitia existujúceho provizórneho hradenia. Vloženie provizórneho hradenia do osadzovacích drážok je možné realizovať len pri minimálnej prevádzkovej hladine 171,50 m n. m., avšak súčasný stav nánosov usadených v hafovej zdrži predstavuje na veľkej časti plochy vyššiu úroveň. Realizácia samotných opráv na hradiacich konštrukciách bola doposiaľ možná len pri maximálnej hladine 172,00 m n. m. (3,0 m pod úrovňou maximálnej prevádzkovej hladiny). Pri takto zníženej prevádzkovej hladine a zanesení zdrže vodnej stavby je v podstate nemožné prevádzkovať MVE a veľmi obmedzujúce zabezpečiť technickú vodu pre EMO. Zásobný objem zdrže je cca na 50% zanesený, čo bolo do súčasnosti operatívne riešené mechanickým odstraňovaním dnových sedimentov.

Na základe uvedených skutočností bolo nevyhnutné dodatočne zabezpečiť ďalší prvok pre provizórne hradenie tak, aby bolo možné realizovať opravy vodnej stavby pri hladine minimálne 173,00 m n. m. Návrhom a realizáciou tohto riešenia by sa primárne predišlo riziku prerušenia dodávok vody do jadrovej elektrárne. Súčasný stav technologických zariadení vodnej stavby si bude v najbližšom období bezpodmienečne vyžadovať opravy, ktoré bude možné realizovať len s použitím provizórneho zahradenia jednotlivých hafových polí.



Obr. 4 Nový dielce provizórneho hradenia

Požiadavkou SVP, š. p. OZ Banská Bystrica bolo vyhotovenie a dodanie 1 ks plávajúceho provizórneho hradenia kompatibilného s pôvodným provizórnym hradením v dĺžke 22m a pre navýšenie zostavy provizórnych hradení o minimálne 920mm. Nosník provizórneho hradenia mala predstavovať zvarovaná ocelová konštrukcia s povrchovou úpravou 350 µm epoxidového náteru určeného pre striedavý ponor, vrátane statického posúdenia a jeho vplyvu na už existujúce provizórne hradenie. Súčasťou diela bola aj úprava vodiacich drážok pre osadenie nového dielca provizórneho hradenia v rámci všetkých pilierov haľových poľí, t. j. ich predĺženie o výšku nového hradenia. Predmetom zákazky bolo zároveň odskúšanie nového dielca provizórneho hradenia zahradením I. (pravého) haľového poľa – vykonanie mokrej skúšky.



Obr. 5 Pohľad na nové stavidlo nápusného objektu do Perca

V súvislosti s dodávkou a odskúšaním nového dielca provizórneho hradenia je nutné uviesť, že sa jednalo o pomerne náročnú logistickú akciu, ktorá sa skladala z prevozu dielca z výrobnéj dielne, odstránenie nánosov z dosadacieho prahu provizórneho hradenia pomocou potápačov, ako aj samotné osadenie tohto nového prvku na svoje miesto. Pred samotným znížením hladiny v haľovej zdrži bolo potrebné predčerpávanie vody do zásobníkov Jadrovej elektrárne Mochovce (pre prípad prerušenia dodávok vody z hate), odstavenie MVE v prevádzke Slovenských elektrární, ako aj zníženie prietoku v rybovode.

Celú túto niekoľko dní prebiehajúcu akciu je možné hodnotiť ako úspešnú, a to predovšetkým vďaka profesionálne zvládnutým jednotlivým krokom zo strany dodávateľa, ako aj obsluhy vodnej stavby. Po dodaní nového dielca provizórneho hradenia a jeho odskúšaní v apríli 2022, bol tento konštrukčný prvok zapracovaný aj do Manipulačného poriadku vodnej stavby s úpravou príslušnej časti týkajúcej sa manipulácie s vodou (možnosti prevádzky hate pri vyššej hladine) počas provizórneho zahradenia hate.

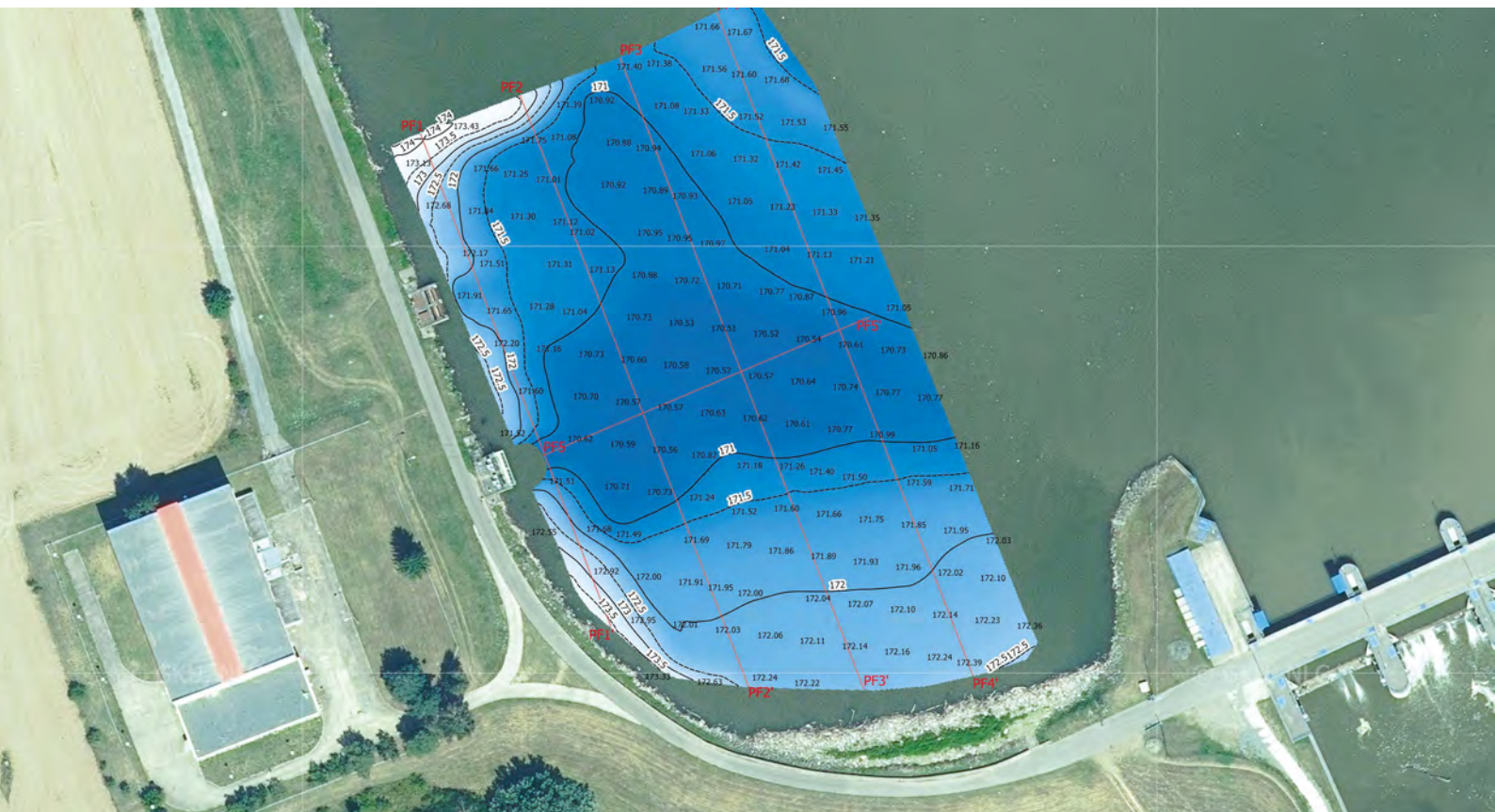
OPRAVA NÁPUSTNÉHO OBJEKTU DO TOKU PEREC

V mesiaci september 2022 zabezpečil správca a prevádzkovateľ vodnej stavby opravu nápusného objektu do vodného toku Perce. Vodný tok Perce bol vybudovaný pred 30 rokmi súčasne s budovaním tejto vodnej stavby, pričom slúži na zabezpečenie odberov priemyselnej vody v meste Levice a na zavlažovanie poľnohospodárskej pôdy.

Manipulácia s uzáverom na vtokovom objekte Perca sa pre obsluhu vodnej stavby stávala čoraz náročnejšou, pričom opakovane dochádzalo ku skríženiu stavidlovej tabule vo vodiacich drážkach, čo malo za následok deformáciu ovládacej tyče a poškodzovanie betónového poklopu objektu. Preto po 30 rokoch užívania uzáveru bola nutná výmena ovládacích prvkov nápusného objektu. Obnova funkčnosti tohto objektu bola potrebná v rozsahu výmeny ovládacieho



Obr. 6 Stavebné práce na nápusnom objekte



Obr. 7 Zameranie časti zátoky pred odberným objektom EMO

mechanizmu, hradiacej konštrukcie a elektrických rozvodov. Samotná oprava zahŕňala okrem demontáže pôvodných ovládacích konštrukcií a osadenia nových konštrukcií aj odstránenie pôvodných degradovaných betónových častí objektu a ich opravu.

Súčasnou samotnej opravy bola aj príprava rozvodov na diaľkové ovládanie vtokového objektu do Perca z veľna vodnej stavby. Toto prepojenie je plánované uskutočniť po zrealizovaní rekonštrukcie prevádzkovej budovy, ktorej začatie je plánované už v najbližšom období.

ZAMERANIE SEDIMENTOV V ZÁTOKE PRED ODBERNÝM OBJEKTOM EMO

V roku 2019 SVP, š. p. OZ Banská Bystrica realizoval investičnú stavbu nového rybovodu za účelom prepojenia úseku Hrona nad a pod hafou pre možnosť migrácie vodných živočíchov. Zníženú hladinu v hati na úroveň minimálnej prevádzkovej hladiny z dôvodu zakladania vtokového objektu rybovodu správca vodnej stavby využil na odstránenie dnových sedimentov z priestoru pred odberným objektom Jadrovej elektrárne Mochovce, a to za účelom vytvorenia dostatočne širokého koridoru v zátokke pre možnosť prúdenia vody do tohto odberného objektu. Prostredníctvom plávajúceho bagra sa podarilo odťažiť takmer 10 tis. m³ dnového sedimentu. Nakoľko zanášanie hafovej zdrže je permanentný a nezastaviteľný proces, bolo v záujme správcu vodnej stavby poznať aktuálny stav tohto koridoru po 3 rokoch od jeho vytvorenia.

Vedomosť o stave dnových sedimentov je dôležitá aj s ohľadom na vydané rozhodnutie Úradu jadrového dozoru o spustení 3. bloku Jadrovej elektrárne Mochovce do prevádzky, čo predpokladá aj zvýšené odbery povrchovej vody z kozmálovskej hafovej zdrže.

Správca vodnej stavby Haf Veľké Kozmálovce objednal vykonanie meračských prác od Odštepneho závodu Bratislava disponujúceho potrebnou technikou pre daný účel. Tieto merania sa uskutočnili v mesiaci máj 2022, pričom výsledky boli vynesené do 4 priečnych a 1 pozdĺžneho profilu zátokky. Zo zameraných nadmorských výšok hornej vrstvy sedimentu je zrejmé, že koridor vytvorený bagrovaním v roku 2019 je stále zreteľný, pričom pôvodná kóta spodnej úrovne bagrovania 169,50 m n. m. sa zvýšila približne o 1 m. Takisto je evidentné, že dochádza k postupnému zužovaniu tohto koridoru smerom k najbližšiemu hornému usmerňovaciemu výhonu.

Na základe vykonaných meraní je možné konštatovať pokračovanie zanášania hafovej zdrže vrátane zátokky, avšak aktuálne je dodávka vody do odberného objektu EMO aj z dôvodu vybagrovaného koridoru zabezpečená.

PROBLÉMY S MINIMÁLNYMI PRIETOKMI NA HRONE

Rok 2022 bude celkom určite klasifikovaný ako jeden z rokov s najvyššou priemernou teplotou, ako aj s najväčším počtom tropických dní. Tento rok sa však zapíše do doterajšej histórie aj ako jeden z rokov s najnižším množstvom zrážok, čo

sa prejavilo tak na úrovniach hladín vodných tokov, ako aj podzemných vôd. Situácia nebola iná ani v povodí rieky Hron a niektoré oblasti stredného Slovenska budú na popredných priečkach zrážkových deficitov. Počas letného obdobia roku 2022 bola na Hati V. Kozmálovce napätá hydrologická situácia, v rámci ktorej sa ocitol prevádzkovateľ vodnej stavby tak povediac „na hrane“. Pri prioritne zabezpečení dodávky vody do Jadrovej elektrárne Mochovce bolo nutné zvýšok disponibilného prietoku prerozdeliť šetrne tak, aby boli zachované základné biologické funkcie rieky Hron pod vodnou stavbou, t. j. pod vodnú stavbu bol prepúšťaný len minimálny zostatkový prietok pri súčasnej potrebe zabezpečenia vody do novovybudovaného rybovodu. Kanál Perec bol z vodnej stavby dotovaný len minimom vody, čo sa negatívne prejavilo predovšetkým na území mesta Levice, nakoľko tento tok je cieľovým recipientom odvádzania odpadových vôd od viacerých priemyselných producentov.

Nakoľko podobné situácie sa v období posledných rokov opakujú čoraz častejšie, správca vodnej stavby v súčinnosti s orgánom štátnej vodnej správy pristúpi k úprave Manipulačného poriadku z hľadiska prerozdelenia prietokov v Hrone pri minimálnych prietokoch.

PLÁNOVANÁ REKONŠTRUKCIA PREVÁDZKOVEJ BUDOVY

Okrem stavebných a technologických častí vodnej stavby dochádza aj k postupnému starnutiu budov nášho štátneho podniku, ktorým nie je venovaná až taká pozor-

inštitúcií a počas roka sa konajú aj rôzne sprievodné akcie a exkurzie. V neposlednom rade nemožno zabudnúť aj na samotnú obsluhu vodnej stavby, nakoľko len vďaka šikovnosti a zručnosti jej pracovníkov sa v predchádzajúcom období podarilo vyriešiť množstvo prevádzkových problémov.

Vzhľadom na tento stav sa správca vodnej stavby rozhodol investovať do rekonštrukcie prevádzkovej budovy. V roku 2022 bol vypracovaný komplexný projekt rekonštrukcie existujúceho okálu, ktorý by po jeho zrekonštruovaní mal spĺňať všetky nároky na modernú a nízko energetickú stavbu. Zároveň správca vodnej stavby zabezpečil prostredníctvom stavebného úradu vydanie stavebného povolenia na predmetnú rekonštrukciu. Prebudovanie súčasnej prevádzkovej budovy si bude vyžadovať dočasné riešenie a zabezpečenie priestorov pre obsluhu vodnej stavby, ktorá touto akciou nesmie byť nijako narušená. Bude nutné dočasné odpojenie Autonómneho systému varovania a vyznenia, prepojenia Automatizovaného systému riadenia, ako aj zabezpečenia komplexnej logistiky a zosúladenia fungovania vodného diela a stavebných prác, ktoré by v areáli vodnej stavby mali prebiehať.

Veríme, že sa podarí zabezpečiť dostatok finančných prostriedkov na rekonštrukciu súčasnej prevádzkovej budovy už v roku 2023, ktorá by areálu Hate Veľké Kozmálovce bezpochyby dodala vyššiu pridanú hodnotu a adekvátne podmienky aj pre obsluhu vodného diela.

S ohľadom na technický stav hradiacich konštrukcií vrátane hydraulických rozvodov, elektročastí, ako aj betónových



Obr. 8 Pohľad na súčasnú prevádzkovú budovu

nosť. Stav prevádzkovej budovy vodnej stavby Haf Veľké Kozmálovce však dospel na hranicu jej udržateľnosti. Táto vodná stavba si svojím významom určite zaslúži aj dôstojné prevádzkové priestory. V areáli sa konajú významné pracovné stretnutia s účasťou zástupcov Jadrovej elektrárne Mochovce, Slovenských elektrární, rôznych štátnych



Obr. 9 Vizualizácia novej prevádzkovej budovy

konštrukcií, bude v ďalšom období nevyhnutná rekonštrukcia aj samotnej vodnej stavby. Dúfame, že sa nám spoločnými silami prevádzkových zamestnancov podarí z tejto vodnej stavby v blízkej budúcnosti zabezpečiť moderné vodné dielo zodpovedajúce podmienkam 21. storočia.

Stanovenie voľných kyanidov v povrchových a pitných vodách na koncentračnej úrovni požadovanej európskou legislatívou

RNDr. Jana Tkáčová, PhD., Martina Juhás

Výskumný ústav vodného hospodárstva, Bratislava

Abstrakt

Na základe požiadaviek európskej legislatívy bola vyvinutá, optimalizovaná, validovaná metóda stanovenia voľných (toxických) kyanidov v pitných a povrchových vodách iónovou kvapalinovou chromatografiou s ampérometrickou detekciou so zlatou meracou elektródou v rozsahu od 0,1 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} (resp. CN_{free}). Na vyhodnotenie nízkych obsahov voľných kyanidov v reálnych vzorkách vôd bola použitá a validovaná metóda prídavku štandardu. Dosiagnuté výsledky potvrdzujú správnosť spôsobu stanovenia voľných kyanidov obohatením reálnych vzoriek s tromi prídavkami štandardu.

ÚVOD

Rámcová smernica o vode (Water Frame Directive, WFD) je európska smernica 2000/60/ES [1], ktorá bola v roku 2000 prijatá za účelom ustanovenia rámca ochrany vnútrozemských povrchových vôd, brakických vôd, pobrežných vôd a podzemných vôd. Monitorovanie chemického stavu povrchovej vody, ktoré usmerňuje táto smernica a s ňou súvisiace smernice o environmentálnych normách kvality, technických špecifikáciách a požiadavkách na metrologické charakteristiky analytických metód použitých na sledovanie stavu vôd [2, 3, 4], kladie zvýšené nároky na použité analytické techniky. Národné referenčné laboratórium pre oblasť vôd na Slovensku vo Výskumnom ústave vodného hospodárstva je vybavené najmodernejšou analytickou technikou, ktorá umožňuje plniť požiadavky definované v príslušných európskych smerniciach pre väčšinu znečisťujúcich látok.

Kyanidy v rôznych formách výskytu sú jednými z monitorovaných ukazovateľov analyzovaných v rámci sledovania kvality pitných, povrchových a odpadových vôd na Slovensku [5, 6]. Z rôznych foriem kyanidov má najvyššiu toxicitu voľný kyanid, teda forma HCN alebo CN^- . Nedisociovaný HCN sa primárne používa na stanovenie toxicity, pričom HCN je viac toxický ako CN^- . Avšak CN^- prispieva k toxicite v dôsledku tvorby HCN pri hodnote pH až okolo 8. Jednoduché kyanidy (CN^- slabo viazaný v komplexe s Ag, Hg, Zn, Cu, Cd, Ni) sa ľahko disociujú a hydrolyzujú za vzniku HCN a CN^- , preto majú rovnakú toxicitu ako voľný kyanid. Kyanidové zlúčeniny sa dostávajú do životného prostredia hlavne z antropogénnych zdrojov. V nízkych koncentráciách sú prirodzene uvoľňované rôznymi degradačnými procesmi. Uvoľňované voľné a biologicky dostupné kyanidy sú vysoko toxické takmer pre všetky vodné organizmy. Vďaka svojej vysokej toxicite aj pri nízkych koncentráciách (najmä pre ryby) je voľný alebo biologicky dostupný kyanid regulovaný v povrchových vodách a pri vypúšťaní odpadových vôd do životného prostredia [7, 8].

Preto sú v platnosti predpisy upravujúce vypúšťanie kyanidov do vodného prostredia [9]. Aby sa vylúčili negatívne vplyvy voľného biologicky dostupného kyanidu na sladkovodné systémy, v kontexte európskej rámcovej smernice o vode (WFD) sa v súčasnosti diskutuje o preventívnych regulačných aktivitách pre voľný kyanid.

V Nariadení vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd [5] je pre celkové kyanidy (CN_{celk}) uvedený limit pre ročný priemer s hodnotou 5 $\mu\text{g/l}$. V príslušnej slovenskej legislatíve pre voľné (toxické) kyanidy (CN_{tox}) nie je daný limit. Na základe literárnej rešerše bolo zistené, že pre voľné kyanidy bol navrhnutý PNEC (predicted no effect environmental concentration), teda predpovedaný limit bez účinku na životné prostredie [10]. Keďže najnovší návrh potenciálnej ENK (environmentálna norma kvality) pre voľný kyanid zvažoval bezpečnostný faktor 2 k hodnote PNEC, v uvedenej literatúre bol na základe toxicity pre voľné (toxické) kyanidy odvodený limit pre sladké povrchové vody s hodnotou 0,5 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} . Z uvedeného limitu je na základe príslušnej legislatívy [3, 4] odvodený limit stanovenia (LOQ) použitej metódy (30% z limitu) s hodnotou 0,15 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} .

Koncentrácie voľného kyanidu vo vzorkách povrchovej vody doposiaľ sledované v rámci monitoringu povrchových vôd Slovenska sú nízke, väčšinou pod hodnotou 1 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} . Zavedené analytické metódy na kvantifikáciu voľného kyanidu však dosahujú LOQ rovný 1 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} a vyšší. Tieto metódy neumožňujú monitorovanie súladu s potenciálnou ENK pre sladké povrchové vody pri koncentráciách voľného kyanidu na koncentračnej úrovni desiatin $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} .

VÝVOJ A OPTIMALIZÁCIA METÓDY STANOVENIA VOĽNÝCH TOXICKÝCH KYANIDOV V ROZSAHU (0,1 – 2,0) $\mu\text{g/l}$ CN_{tox}

Na základe vyššie uvedených požiadaviek bola na našom pracovisku vyvinutá a optimalizovaná metóda stanovenia

voľných (toxických) kyanidov vo vodách iónovou kvapalinovou chromatografiou s ampérometrickou detekciou so zlatou meracou elektródou v rozsahu od 0,1 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} . Metóda vychádzala z informácií uvedených v aplikačných listoch firmy Metrohm (IC Application Note P-52 a IC Application Note P-083) [11, 12].

Odber vzoriek: Pri odbere boli vzorky pitnej vody (PiV) a povrchovej vody (PoV) konzervované prídavkom NaOH na hodnotu $\text{pH} > 11$. Pred IC analýzou boli všetky vzorky filtrované cez nylonový filter s veľkosťou pórov 0,45 μm .

Použité chemikálie a roztoky: všetky použité chemikálie p.a. čistoty; deionizovaná voda ($< 1 \mu\text{S/cm}$); 30% NaOH, Suprapur, Merck; 0,2 mol/l EDTA- Na_2 pre komplexometriu, Fluka; CRM (1003 \pm 4) mg/l CN : z 99% KCN v 0,1% KOH s príslušným certifikátom; pracovný štandardný roztok (PŠR) s koncentráciou 250 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} v 0,1 mol/l NaOH na prípravu kalibračných roztokov, bodov do regulačných diagramov a obohatenie reálnych vzoriek vôd.

Použitý prístroj: Iónový chromatograf 940 Professional IC Vario, Metrohm pozostávajúci z nasledovných častí: Autosampler 858 Professional Sample Processor na 50 pozícií s 10 ml vialkami; Inteligentná analytická kolóna s predkolónou s termostatom do 80 $^{\circ}\text{C}$; Ampérometrický detektor s Au meracou elektródou a Pd referenčnou a ocelovou pomocnou elektródou; Vysokotlaká sériová dvojpiestna pumpa; Degaser pre eluent a vzorku a PC s riadiacim a vyhodnocovacím softvérom MagIC Net 2.3.

Podmienky merania: separačná kolóna s predkolónou Metrosep: A Supp 10-100/4.0 a A Supp 10 Guard/4.0; mobilná fáza: 100 mmol/l NaOH + 0,1 mmol/l EDTA- Na_2 , pripravená zriedením komerčne dostupných roztokov prefiltrovanou deionizovanou vodou (0,45 μm) na požadovanú koncentráciu; prietok 1 ml/min; injektovaný objem 20 μl ; pracovná teplota pre kolónu 35 $^{\circ}\text{C}$, pre ampérometrický detektor 38 $^{\circ}\text{C}$; ultrafiltračný čas rovný 3; P_{prac} cca 9,5 MPa; P_{max} 25 MPa; podmienky integrácie píku: zač. integrácie 1 min; vyhladenie 30; citlivosť 50; min. výška píku 0,001 nA; min. plocha píku 0,0002 (nA) \times min; polarita (+); celkový čas analýzy cca 15 min.

VALIDÁCIA METÓDY

Vypracovaná metóda stanovenia voľných (toxických) kyanidov vo vodách iónovou kvapalinovou chromatografiou bola validovaná podľa požiadaviek normy STN EN ISO/IEC 17025 [13]. Sledované pracovné charakteristiky: detekčný limit (LOD), limit stanovenia (LOQ), rozsah metódy (RAN), zhodnosť (PRE), správnosť (ACC), pravdivosť (TRU), linearita (LIN), robustnosť (ROB), neistota merania (U).

Program validácie a typy vzoriek:

N_1 – (0,1 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox}) prírodná vzorka (obohatená pitná voda z kohútika) s obsahom analytu na koncentračnej úrovni požadovaného LOQ (2 až 10 násobok predpokladaného LOD);

N_2 – (1,0 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox}) prírodná vzorka (obohatená pitná voda z kohútika) s obsahom analytu na koncentračnej úrovni medzi N_1 a N_3 , v oblasti stredu kalibračného rozsahu;

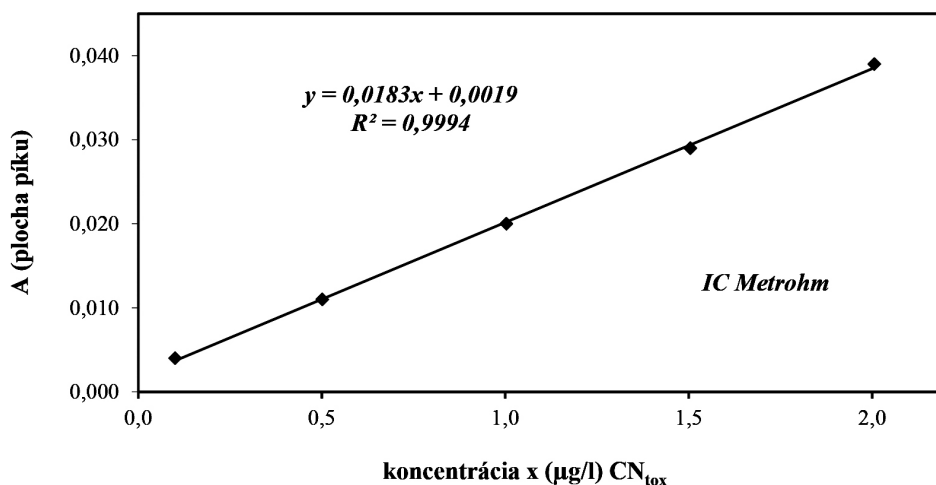
N_3 – (2,0 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox}) prírodná vzorka (obohatená pitná voda z kohútika), s koncentráciou najvyššieho kalibračného bodu.

Vzorky N_1 až N_3 boli merané počas troch dní, teda tri série, po dve paralelné merania. LOD a LOQ boli vypočítané zo smerodajnej odchýlky (SD) odozvy obohatenej reálnej vzorky N_1 s koncentráciou 0,1 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} zo siedmich analýz alikvótnych častí vzorky, a to LOD ako 3-násobok SD a LOQ ako 10-násobok SD.

Kalibračná krivka: Pred meraním vzoriek N_1 až N_3 bola zostrojená kalibračná krivka pripravená v matrici pitná voda. Príprava jednotlivých bodov ST1 až ST5 je uvedená v tabuľke č. 1.

Tab. 1 Príprava kalibračných roztokov pre stanovenie voľných (toxických) kyanidov v pitnej vode

		ST1	ST2	ST3	ST4	ST5
CN_{tox}	250 $\mu\text{g/l}$ PŠR (ml)	0,04	0,1	0,2	0,3	0,4
	c ($\mu\text{g/l}$)	0,10	0,5	1	1,5	2
Objem OB v ml		100	50	50	50	50



Obr. 1 Kalibračná krivka pre stanovenie voľných (toxických) kyanidov v matrici pitná voda v rozsahu (0,1 – 2,0) $\mu\text{g/l}$ CN_{tox}

Vyhodnotenie validácie:

V príslušajúcej slovenskej legislatíve pre voľné (toxické) kyanidy nie je daný limit, preto bol odvodený na základe literatúry [10]. Príprava validácie tejto metódy sa odvíjala od navrhnutého ENK s hodnotou 0,5 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} . Cieľová hodnota LOQ použitej metódy stanovenia je 30% z tohto limitu, t. j. 0,15 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} [3, 4]. Nami požadovaný LOQ bol 0,1 $\mu\text{g/l}$ CN_{tox} .

Za účelom vyhodnotenia robustnosti bola výsledná RSD vypočítaná ako priemerná hodnota z jednotlivých RSD získaných porovnaním výsledkov analýzy vzoriek N_1 až N_3

Tab. 2 Dosiadnuté výsledky a závery validácie

POŽIADAVKY NA METÓDU – stanovenie ukazovateľa CN_{tox}			VÝSLEDKY VALIDÁCIE			
PRACOVNÉ CHARAKTERISTIKY			Vyjadrené ako	Požiadavky	Skutočnosť	Závery
DETEKČNÝ LIMIT			LOD	0,03 µg/l	0,023 µg/l	vyhovuje
LIMIT STANOVENIA			LOQ	0,1 µg/l	0,075 µg/l	vyhovuje
SPRÁVNOSŤ (ACC)	PRESNOSŤ-ZHODNOSŤ (PRE)	s_w rel	10 %	(1,4 – 7,4) %	vyhovuje	
		s_b rel	10 %	(0,0 – 9,8) %	vyhovuje	
		Vychýlenie (Br) (PIV)	10 %	(1,3 – 10,0) %	vyhovuje	
		Výťažnosť- Recovery (REC) (PIV)	(100 ± 10) %	104,5 %	vyhovuje	
KALIBRAČNÝ ROZSAH METÓDY			RAN	(0,1 – 2,0) µg/l	(0,1 – 2,0) µg/l	vyhovuje
LINEARITA (matrica PIV) (Koefficient determinácie R^2)			LIN	$R^2 > 0,990$	0,9994	vyhovuje
ROBUSTNOSŤ			ROB	RSD ≤ 10 %	8,9 %	vyhovuje
NEISTOTA MERANIA U pre rozsah			(0,10 – 0,99) µg/l	± 35 %	± 32 %	vyhovuje
			(1,00 – 1000) µg/l	± 20 %	± 18 %	vyhovuje

nameraných na jednom iónovom chromatografe rovnakým spôsobom dvomi pracovníkmi s odstupom dvoch mesiacov. Dosiadnutá hodnota RSD 8,9 % vyhovovala našej požiadavke, ktorá bola RSD ≤ 10 %.

V rámci validácie boli vyhodnocované aj vzorky povrchovej vody z monitoringu povrchových vôd Slovenska, a to v troch sádach v mesiacoch jún až august 2022 (spolu 37 vzoriek).

Zo záverov validácie vyplynulo, že nami navrhnutá metóda vyhovuje v plnom rozsahu. Výsledky potvrdzujúce tieto závery sú zhrnuté v tabuľke č. 2.

Z validácie vyplynulo, že každá reálna matrica svojim obsahom vo väčšine prípadov negatívne ovplyvňuje stanovenie predovšetkým nízkych koncentrácií voľných (toxických) kyanidov blízkych hodnote LOQ. Na odstránenie vplyvu matrice pre stanovenie CN_{tox} v reálnych vzorkách nebolo možné z časových dôvodov pripravovať kalibračné krivky v každej meranej matrici. Z tohto dôvodu bol navrhnutý a validovaný postup analýzy reálnych vzoriek metódou prídavku štandardu (spiku). Najprv bola meraná reálna vzorka povrchovej vody bez prídavku štandardu. Potom boli ku trom rovnakým podielom analyzovanej vzorky (20 ml) jednotlivo pridané tri prídavky štandardu (0,5; 1 a 2) µg/l CN_{tox} pomocou štandardného roztoku (PŠR) s koncentráciou 250 µg/l CN_{tox} v 0,1

Tab. 3 Metóda prídavku štandardu: príprava roztokov ST11 až ST44 pre stanovenie voľných (toxických) kyanidov v reálnej matrici (PIV, PoV)

Obohatené vzorky	ST11	ST22	ST33	ST44
Prídavok PŠR s koncentráciou 250 µg/l v µl	0	40	80	160
Obohatenie – spike (µg/l) CN_{tox}	0	0,5	1	2
Objem reálnej vzorky v ml	20	20	20	20

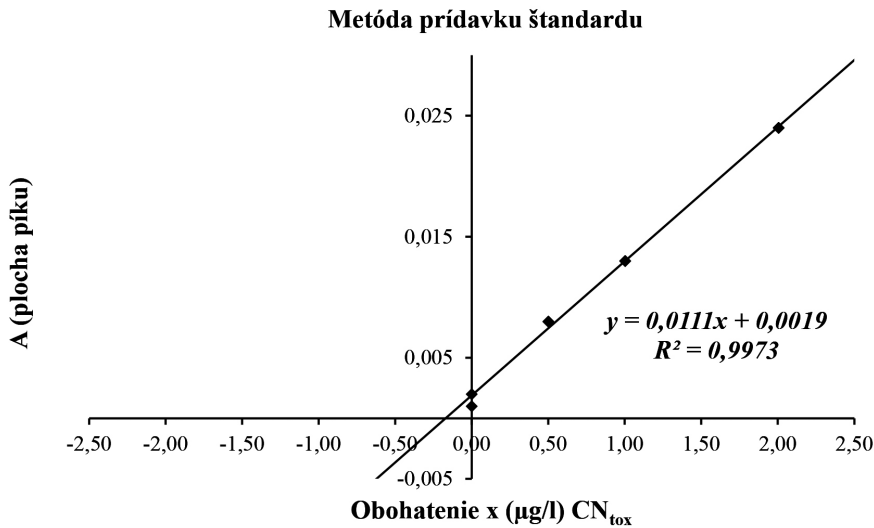
mol/l NaOH, pripraveného postupným riedením CRM s koncentráciou 1000 mg/l CN_{tox} . Príprava roztokov ST11 až ST44 v každej meranej reálnej matrici je uvedená v nasledovnej tabuľke č. 3.

Hmotnostná koncentrácia voľných (toxických) kyanidov v reálnej vzorke sa vypočítala z lineárnej závislosti plochy píkov od koncentrácie obohatenia (ST11 až ST44) vytvorenej v programe Excel ako absolútna hodnota x v µg/l pri hodnote $y = 0$ (príklad viď obr. č. 2). Takýmto spôsobom bolo analyzovaných 33 vzoriek monitoringu povrchových vôd Slovenska v mesiacoch júl až august 2022 a štyri samostatne odobraté vzorky povrchovej vody (PoV): Draždiak (jazero, Bratislava Petržalka), Dunaj (Bratislava pravý breh), Morava (Devin) a Hron (Kremnica). Posledné štyri vzorky boli odobraté za účelom validácie metódy prídavku štandardu (obohatenie – spike) ku reálnej vzorke povrchovej vody. Tieto vzorky boli dodatočne obohatené s PŠR s hodnotou 250 µg/l CN_{tox} : navýšenie o koncentráciu 1 µg/l (označenie napr. Dunaj plus 1) a navýšenie o koncentráciu 2 µg/l (označenie napr. Dunaj plus 2), pričom bola sledovaná výťažnosť tohto navýšenia koncentrácie (plus 1 a plus 2). Výsledná koncentrácia voľných (toxických) kyanidov v takto pripravených vzorkách bola stanovená rovnakým spôsobom ako prvých 33 vzoriek PoV (metódou prídavku štandardu podľa tab. č. 3). Ako príklad uvádzame vzorku PoV Dunaj a stanovenie voľných toxických kyanidov v pôvodnej neobohatenej vzorke (obr. č. 2, Dunaj plus 0), vzorke PoV Dunaj obohatenej o 1 µg/l CN_{tox} (obr. č. 3, Dunaj plus 1) a vzorke PoV Duna obohatenej o 2 µg/l CN_{tox} (obr. č. 4, Dunaj plus 2).

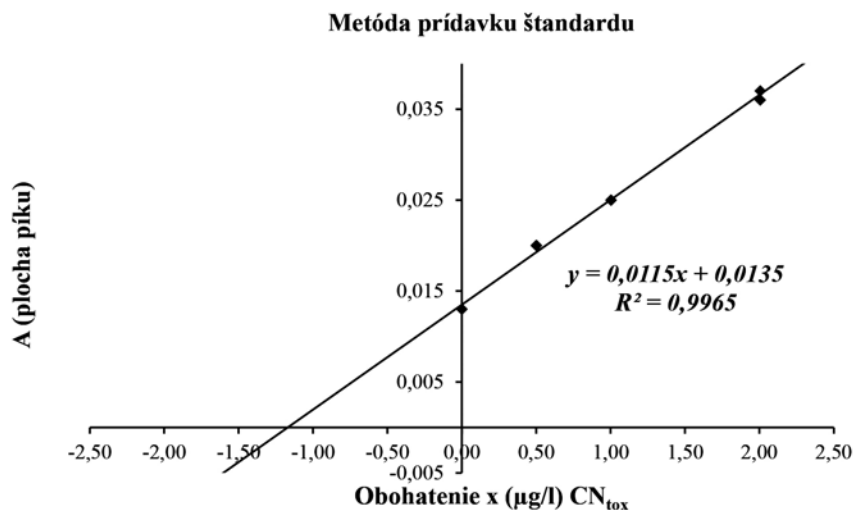
Zo získaných výsledkov analýz vyplýva, že obsah voľných (toxických) kyanidov v pôvodnej vzorke povrchovej vody Dunaj (Dunaj plus 0) bol 0,17 µg/l CN_{tox} . Po obohatení tejto vzorky

Tab. 4 Sumárne výsledky stanovenia voľných (toxických) kyanidov v obohatených povrchových vodách získané metódou prídavku štandardu

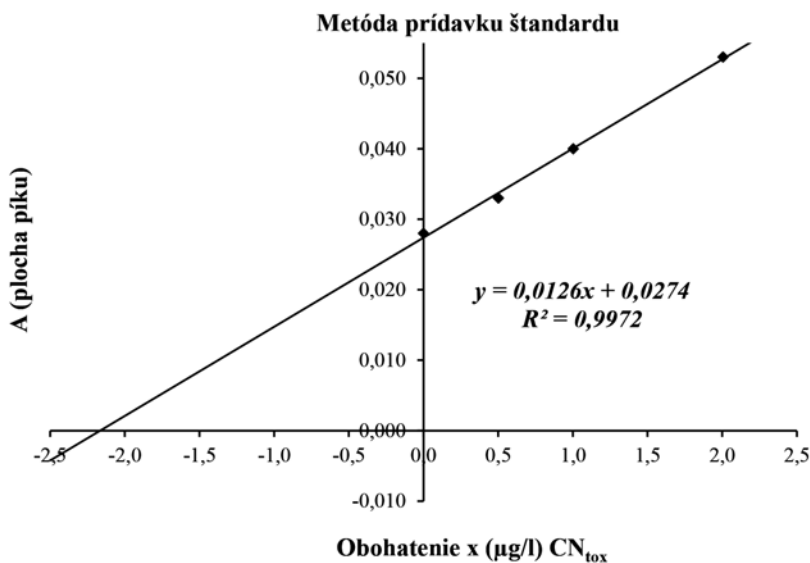
Vzorky	Výsledná koncentrácia v µg/l CN_{tox} vo vzorkách PoV a výťažnosť ich obohatenia (REC) prídavkom štandardu CN_{tox} (spike)							
	plus 0 (µg/l)	R^2	plus 1 (µg/l)	R^2	REC v %	plus 2 (µg/l)	R^2	REC v %
Draždiak	0,15	0,9973	1,06	0,9972	91	2,10	0,9977	98
Dunaj	0,17	0,9973	1,17	0,9965	100	2,17	0,9972	100
Morava	0,14	0,9983	1,08	0,9974	94	2,08	0,9976	97
Hron	0,15	0,9937	1,15	0,9957	100	2,12	0,9982	99



Obr. 2 Stanovenie obsahu voľných (toxických) kyanidov metódou prídavku štandardu vo vzorke PoV Dunaj plus 0 – pôvodná vzorka



Obr. 3 Stanovenie obsahu voľných (toxických) kyanidov metódou prídavku štandardu vo vzorke PoV Dunaj plus 1 – pôvodná vzorka obohatená o 1 µg/l CN_{tox}



Obr. 4 Stanovenie obsahu voľných (toxických) kyanidov metódou prídavku štandardu vo vzorke PoV Dunaj plus 2 – pôvodná vzorka obohatená o 2 µg/l CN_{tox}

o 1 µg/l CN_{tox} (Dunaj plus 1) bola stanovená koncentrácia zvýšená presne o 1 µg/l CN_{tox}, a to 1,17 µg/l CN_{tox}. Rovnako po obohatení o 2 µg/l CN_{tox} (Dunaj plus 2) bola stanovená koncentrácia zvýšená presne o 2 µg/l CN_{tox}, a to 2,17 µg/l CN_{tox}. Rovnakým spôsobom boli získané ďalšie výsledky pre vzorky PoV: Draždiak, Morava a Hron, ktoré sú uvedené v tabuľke č. 4.

Na ďalšom obrázku č. 5 je na ilustráciu uvedený chromatografický záznam prekrytia štyroch chromatogramov (výškov pík CN_{tox} s retenčným časom 2,03 min) z analýzy povrchovej vody Hron obohatenej s prídavkami štandardu: (0; 0,5; 1 a 2) µg/l CN_{tox} (z každého po dve paralelné merania).

Dosiahnuté výsledky stanovenia voľných (toxických) kyanidov v obohatených povrchových vodách Draždiak, Dunaj, Morava a Hron získané metódou prídavku štandardu zhrnuté v tabuľke č. 4 a predovšetkým dosiahnutá výťažnosť obohatenia (REC), ktorá sa vo všetkých štyroch vzorkách povrchovej vody pri oboch obohateniach (plus 1, teda o 1 µg/l CN_{tox} a plus 2, teda o 2 µg/l CN_{tox}) nachádzala v požadovanom rozsahu (100 ± 10) % a rovnako vysoké koeficienty determinácie pri všetkých zostrojených lineárnych závislostiach obohatenia ($R^2 > 0,995$), potvrdzujú správnosť spôsobu stanovenia voľných toxických kyanidov metódou prídavku štandardu ku reálnej vzorke. Pomocou obohatenia vzorky pitnej alebo povrchovej vody s tromi prídavkami štandardu CN_{tox}: 0,5 µg/l; 1 µg/l a 2 µg/l navrhnutá metóda umožňuje správne stanoviť predovšetkým nízke obsahy voľných (toxických) kyanidov blízke hodnote limitu stanovenia.

ZÁVER

V Národnom referenčnom laboratóriu pre oblasť vôd na Slovensku vo Výskumnom ústave vodného hospodárstva bola vyvinutá, optimalizovaná a validovaná nová metóda stanovenia voľných (toxických) kyanidov v pitných a povrchových vodách iónovou kvapalinovou chromatografiou s ampérometrickou detekciou so zlatou meracou elektródou v rozsahu od 0,1 µg/l CN_{tox}.

Dosiahnuté pracovné charakteristiky (presnosť, správnosť, limit detekcie,

Prehľad kriviek

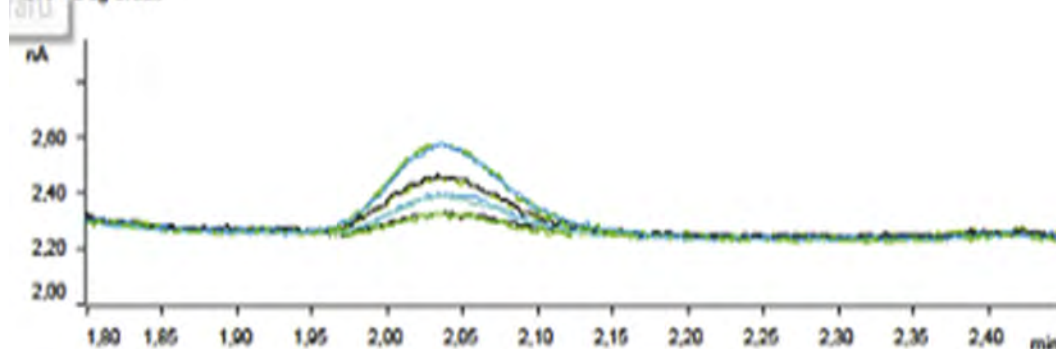
Komentár

PoV Hron s prídavkami štandardu:

ST1 = 0,5 µg CN_{tox}

ST2 = 1 µg CN_{tox}

ST3 = 2 µg CN_{tox}



Obr. 5 Výšky chromatogramov povrchovej vody Hron (píkov CN_{tox}) s obohatením (0,0 µg/l; 0,5 µg/l; 1,0 µg/l a 2,0 µg/l) CN_{tox} a ich prekrytie

limit stanovenia, neistota merania atď.) vyhovujú požiadavkám na minimálne výkonnostné charakteristiky metód stanovenia, používaných na účely monitorovania a kontroly kvality pitných a povrchových vôd. Vypracovaná metóda stanovenia voľných (toxických) kyanidov vo vodách iónovou kvapalinovou chromatografiou bola validovaná podľa požiadaviek normy STN EN ISO/IEC 17025 [13].

Získané výsledky dokazujú, že nová metóda s dosiahnutým limitom stanovenia 0,1 µg/l CN_{tox} je vhodná na stanovenie

nizkých koncentrácií voľných (toxických) kyanidov v pitných vodách a v sladkých povrchových vodách. Zároveň metóda vyhovuje požiadavkám na environmentálnu normu kvality pre sladké povrchové vody uvedených v príslušnej európskej legislatíve [5, 10] a umožňuje monitorovanie súladu s potenciálnou ENK pri koncentráciách voľného kyanidu v povrchových vôd Slovenska na koncentračnej úrovni desiatin µg/l CN_{tox}.

Literatúra:

- [1] DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, Official Journal of the European Communities L 327, pp. 1 – 71, 22.12.2000.
- [2] Smernica Európskeho Parlamentu a Rady 2013/39/EÚ z 12. augusta 2013, ktorou sa menia smernice 2000/60/ES a 2008/105/ES, pokiaľ ide o prioritné látky v oblasti vodnej politiky. Úradný vestník Európskej únie L 226/1-17.
- [3] SMERNICA KOMISIE 2009/90/ES z 31. júla 2009, ktorou sa v súlade so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES ustanovujú technické špecifikácie pre chemickú analýzu a sledovanie stavu vôd, Úradný vestník EÚ (2009), L201/36-L201/38.
- [4] Nariadenie vlády SR č. 201/2011 Z. z., ktorým sa ustanovujú technické špecifikácie pre chemickú analýzu a monitorovanie stavu vôd.
- [5] Nariadenie vlády SR č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd v znení neskorších predpisov.
- [6] Vyhláska Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 247 z 9. októbra 2017, Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou, v znení neskorších predpisov.
- [7] CYANIDE MANAGEMENT I.S.B.N. 0 642 72593 4, May 2008 Commonwealth of Australia (This publication has been developed by an expert working group of representatives from industry, government, research and non-government organisations.), <http://jwww.industry.gov.au/resource/Documents/LPSPDP/LPSPDP-CyanideHandbook.pdf>.
- [8] American Society for Testing and Materials (ASTM International) Standard Practice for Sampling, Preservation and Mitigating Interferences in Water Samples for Analysis of Cyanide, D7365-09A (2009).
- [9] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2010/75/EÚ z 24. novembra 2010 o priemyselných emisiách (Integrovaná prevencia a kontrola znečisťovania životného prostredia (prepracované znenie z 17.12.2010).
- [10] Loos R, Marínov D, Sanseverino I, Napierska D, Lettieri T (2018) Review of the 1st Watch List under the Water Framework Directive and recommendations for the 2nd Watch List. April 2018.
- [11] IC Application Note P-52: Trace analysis of cyanide and sulfide in aqueous samples.
- [12] IC Application Note P-083: Cyanide in wastewater with microdistillation applying amperometric detection.
- [13] STN EN ISO/IEC 17025: 2018 Všeobecné požiadavky na kompetentnosť skúšobných a kalibračných laboratórií.



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

Vodné dielo Gabčíkovo ako zdroj ekoenergie a jeho vplyv na lesný ekosystém

PhDr. Dagmar Zlatošová, PhD.
ZŠ Nevädzová 2, Bratislava



Obr. 1 Spoločná foto – žiaci 6. A a 6. B na VD Gabčíkovo

V úvode nového školského roka 2022/2023 sme sa rozhodli zrealizovať so žiakmi 6. ročníka Základnej školy na Nevädzovej ulici 2 v Bratislave malý, ale o to významnejší projekt o Vodnom diele Gabčíkovo a príslušných Dunajských luhoch.

Cieľom bolo poznanie významu a fungovania tohto najväčšieho vodného diela na Dunaji, ktoré predstavuje dôležitý vodný uzol medzinárodnej lodnej dopravy Rýn – Mohan – Dunaj, spájajúcej severozápad a juhovýchod Európy (Severné more s Čiernym morom). Navyše 24. októbra 2022 oslávilo už 30 rokov svojej existencie, počas ktorej sa jeho komorami preplavili státisíce plavidiel.

Samotnej návšteve predchádzala 13. septembra predpráca žiakov v škole. Počas nej sa prostredníctvom prezentácií

oboznámili s históriou výstavby vodného diela, jeho časfami, ale hlavne s jeho významom a vplyvom na okolie. Opodstatnenosť dostavby vodného diela po roku 1989 pre našu krajinu potvrdilo uplynulých 30 rokov. Hlavne v súčasnosti, keď sa kladie dôraz na znižovanie škodlivého vplyvu cestnej dopravy – znečisťovanie životného prostredia výfukovými plynmi alebo dôležitosť výroby ekoenergie, ktorú vodná elektrárňa Gabčíkovo produkuje. Prezentácia o Chránenej krajinskej oblasti Dunajské luhy viedla žiakov do problematiky mokradí a s ňou súvisiacej fauny a flóry. Každá prezentácia bola ukončená kvízom, v ktorom si žiaci zhrnuli získané informácie. Tie následne využili pri tvorbe 3D plagátov a vlastných páč o projekte. Takto vyzbrojení základnými poznatkami sme očakávali



Obr. 2 Žiaci 6. B pred plavbou ramenami Dunaja v Chránenej krajinskej oblasti Dunajské luhy



Obr. 3 Žiaci na posiedke na Kráľovej lúke počas prednášky Ing. M. Supekovej o mokradiach na území Dunajských luhoch



Obr. 4 Žiaci v triede pracujú na výrobe 3D plagátov v Ajiinnej oblasti Dunajské luhy

deň „D“ – 23. september 2022, kedy sme sa osobne vybrali do Gabčíkova.

Po príchode na Vodné dielo Gabčíkovo nás privítali pracovníci Vodohospodárskej výstavby – Ing. Takáčová a Ing. Bakos, ktorí nás sprevádzali jednotlivými časťami vodného diela. Krátka video-prezentácia v zasadačke s výhľadom na slnkom zaliatu hladinu Dunaja, nás podrobnejšie zavesvtila do problematiky fungovania vodného diela. Následne sme vystúpali na hornú terasu administratívnej budovy Vodohospodárskej výstavby, z ktorej sa nám naskytol pohľad na všetky objekty diela. Ešte dokonalejšie sme to mali možnosť vidieť z vyhladkovej veže vodného diela. Na vlastné oči sme sa mohli presvedčiť ako to všetko reálne funguje, pretože raz vidieť je oveľa presvedčivejšie ako 100-krát počuť. Momentálne je ľavá plavebná komora v štádiu inovácie a modernizácie, je prázdna bez vody, ale zato plná robotníkov, pretože na 30-ročnej prevádzke sa prirodzene podpísal „zub času“. Je teda jedinečná príležitosť pozorovať na jednej strane opravovanú prázdnu plavebnú komoru a hneď vedľa po komplexnej inovácii a modernizácii fungujúcu v plnej prevádzke pravú plavebnú komoru. Tá prešla rekonštrukciou v rokoch 2019 – 2021. Po ukončení inovácie a modernizácie ľavej komory, príde na rad vodná elektrárňa, ktorá si tak tiež vyžaduje svoju revíziu.

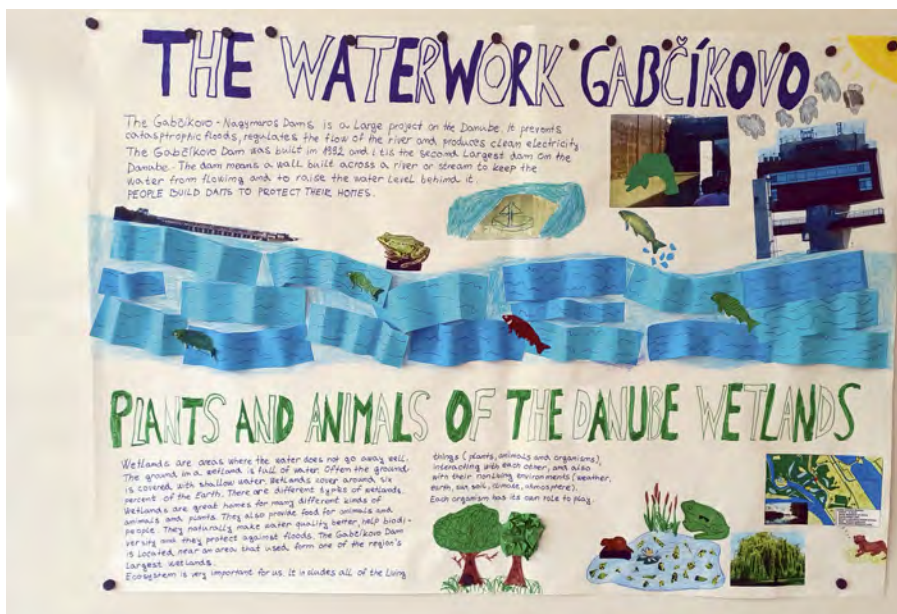
Boli sme veľmi radi, že sme zažili danú skutočnosť, pretože vidieť hĺbku prázdnej plavebnej komory dlhej 275 m a širakej 34 m, je možné len v takejto situácii. So záujmom sme sledovali odborný výklad pracovníkov Vodohospodárskej výstavby, ktorý nás zaujal a priniesol nám mnohé nové poznatky. Viete, čo je to napríklad dynamická ochrana pred hornými a dolnými vrátami komory? My už, áno. Sú to obrovské laná vyzerajúce ako tenisová sieť na začiatku i konci plavebnej komory a ich úlohou je zabrániť nepredvídateľnému pohybu plavidiel stojacich v komore.

Vodná elektrárňa, ktorá je súčasťou riečného stupňa Gabčíkovo ukrýva osem turbogenerátorov, vyrábajúcich 10% z celkovej spotreby elektrickej energie na Slovensku. Je dôležité zdôrazniť, že je to ekoenergia vznikajúca z využitia mohutnej sily vody, narážajúcej na lopatky turbín o priemere 9 metrov.

Bolo to úchvatné, nezabudnuteľné a poučné sledovať život pulzujúci na tomto veľkolepom vodnom diele.

Po výbornom obede nás čakala druhá časť nášho projektu – terénne vyučovanie na Lesníckom náučnom chodníku Dunajské luhy spojené s plavbou po ramenných sústavách Dunaja.

Po premiestnení z vodného diela Gabčíkovo na Královú Lúku nás tu čakali lesníci z Lesnej správy Gabčíkovo – Ing. Nagy so spolupracovníkmi, pracovníčky VV, š. p. – Mgr. Koreňovská, Bc. Farkas a pracovníčka SVP, š. p. – Ing. Supeková, zaoberajúce sa problematikou mokradi v tejto oblasti. Tie na posiedke Králova Lúka pripravili pre nás zaujímavé aktivity. Rozdelili sme sa na skupiny. Pokiaľ jedna išla na plavbu loďkou, ďalšie dve skupiny počúvali pozoruhodné rozprávanie o prírode, zamerané na význam mokradi a život v nich. Prednáška o živote v mokradnom ekosystéme bola organizovaná projektovým tímom VV, š. p. a SVP, š. p. v rámci osvetovej kampane „Zlepšenia stavu vybraných mokradi v ľavostrannej ramennej sústave rieky Dunaj“ – ACC04P06, ktorý je podporený Nórskom prostredníctvom Nórskeho grantov a spolufinancovaný zo štátneho rozpočtu Slovenskej republiky. Dozvedeli sme sa o faune a flóre v ramennej sústave Dunaja, akú úlohu zohrávajú prehrádzky na ramenách Dunaja, čo je to biodiverzita, ako sa dá regulovať stav vody v mokradiach, vide-



Obr. 5 Výsledok práce – 3D plagát

li sme obrázky živočíchov a rastlinstva v uvedenej oblasti, vyfarbovali sme si ich v omalovánkach a pod. Získané informácie sme si potvrdili počas plavby loďkou, ktorá umocnila naše zážitky. Prilby a bezpečnostné vesty, ktoré sme mali oblečené na VD Gabčíkovo, sme teda vymenili za záchranné vesty. Plavba zákutiami ramien Dunaja v obklopení krásnej dunajskej prírody, bola jedinečná. Videli sme tunajšiu vegetáciu,



Obr. 6 Žiaci odfoteni s výsledkom práce 3D plagátov

stromy obhryzené bobrami, ostrov pripomínajúci džungľu, pretože je v 5. ochrannom pásme, takže ľudská ruka nemôže do jeho existencie zasiahnuť. Zaujala nás i prehrádzka, ku ktorej sme sa pripravili. Počuli sme o nej v prednáške Ing. Supekovej, a tak sme sa mohli presvedčiť, že slúži na vzdutie hladiny vody – zdvihnutie, avšak mala i priestor na prechod rýb – rybovod. Neobyčajným zážitkom bola pre nás i práca dronu, ktorý nám lietal nad hlavami, aby z výšky zachytil naše pútavé aktivity.

Naše očakávania sa nielen splnili, ale boli niekoľkonásobne prekonané.

Plní zážitkov a nových poznatkov, ale i fotodokumentácie na svojich mobiloch, sme sa vrátili domov. Nasledujúci deň sme v škole pracovali na skupinových 3D plagátoch v anglickom jazyku, ktoré sme umiestnili na chodbe školy. Svoje postrehy sme spracovali i vo forme príspevkov v slovenskom i ukrajinskom jazyku do školského časopisu Nevädza. Podelíme sa tak so získanými znalosťami a priblížime svojim spolužiakom život zvieratiek, rastlín v oblasti zaplavovanej Dunajom, ako i veľkoleposť fungovania vodného diela Gabčíkovo.

Veríme, že motto, z ktorého sme pri stanovení cieľa nášho projektu vychádzali: „Poznanie zdrojov výroby ekoenergie a správneho fungovania lesných ekosystémov je predpokladom, že z nás budú ekopriatelia prírody“, sme úspešne naplnili.

Za sprostredkovanie vzácnych informácií, ktoré nás veľkou mierou obohatili a za prežité neopakovateľné chvíle, ďakujeme pracovníkom Vodohospodárskej výstavby, š. p. a Slovenského vodohospodárskeho podniku, š. p., lesníkom, ale i našim učiteľkám, ktoré pre nás tento skvelý projekt pripravili.

Foto k článku: PhDr. Dagmar Zlatošová, PhD.

Konferencia Akčný plán ochrany vôd v CHVO Žitný ostrov

Ing. Danka Thalmeinerová, CSc.

Ministerstvo životného prostredia SR, Sekcia vôd

V dňoch 8. – 9. septembra 2022 sa konala konferencia k príprave **Akčného plánu ochrany vôd v CHVO Žitný ostrov**. Hlavným organizátorom bolo Ministerstvo životného prostredia SR, sekcia vôd. Konferencia bola realizovaná v rámci národného projektu **Zlepšenie informovanosti a poskytovanie poradenstva v oblasti zlepšovania kvality životného prostredia na Slovensku**. Organizáciu konferencie zastrešovala Slovenská agentúra životného prostredia (SAŽP). Podujatie bolo určené pracovníkom verejného sektora, kľúčových rezortov a ich organizácií, okresných úradov a samospráv v dotknutom území, odbornej verejnosti (veda, výskum, konzultačná sféra), priemyselných a poľnohospodárskych podnikov a mimovládnych organizácií. Na konferencii sa zúčastnilo spolu 176 účastníkov, z čoho 73 účastníkov online formou. Cieľom konferencie bolo predstaviť a konzultovať s odbornou a laickou verejnosťou navrhované ciele a opatrenia Akčného plánu ochrany vôd CHVO Žitný ostrov.

CHVO Žitný ostrov je jednou z desiatich chránených vodohospodárskych oblastí Slovenskej republiky podľa zákona č. 305/2018 Z. z. o chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov. CHVO Žitný ostrov sa nachádza medzi hlavným tokom Dunaja (v súčasnosti jeho starým korytom) a tokom Malého Dunaja. CHVO Žitný ostrov rozlohou pokrýva okres Dunajská Streda, čiastočne zasahuje aj do okresu Galanta na severe a do bratislavského a seneckého okresu na severe a severozápade. V CHVO Žitný ostrov je zastúpených 165 katastrálnych území s počtom obyvateľov cca 195 000.

Súčasnou prípravou Akčného plánu CHVO Žitný ostrov bolo spracovanie podkladových materiálov, konkrétne Vstupná správa a Analýza problémov. Vo Vstupnej správe sú opísané najväčšie ohrozenia kvality a kvantity vody v CHVO Žitný ostrov, pričom boli využité výsledky monitorovania a hodnotenia stavu vodných útvarov a využívania vody. Väčšina



Pohľad do konferenčnej sály. Foto: Archiv SAŽP

odborných podkladov je spracovávaná pracovníkmi VÚVH s podporou SHMÚ, ŠGÚDŠ. Ďalšími podkladmi boli správy a štúdie uskutočňované v rámci výskumných prác, resp. prieskumných štúdií hlavne v súvislosti s ohrozením kvality podzemnej vody z environmentálnych záťaží. Vstupná správa súčasne kriticky zhodnotila uplatňovanie legislatívnych a administratívnych nástrojov. Podkladom bolo aj zhodnotenie postupov v rozhodovaní štátnej a verejnej správy o využívaní územia CHVO Žitný ostrov.

Potreba spracovania Akčného plánu vyplýva z dlhodobu nedostatočne koordinovaného rozvoja územia CHVO Žitný ostrov. Neprimerané využitie územia vzhľadom na jeho limity vytvára tlak na množstvo aj kvalitu vôd v území. Územie Žitného ostrova a širšie okolie Bratislavy sú exponované aj nadmerným nárastom počtu obyvateľov, pričom sa zvyšujú nároky na odber pitnej vody a vypúšťanie odpadovej vody. Súčasne sa zvyšuje potreba zabezpečenia likvidácie odpadu, zvyšujú sa nároky na zabezpečenie dopravnej infraštruktúry. Plánovanie územného rozvoja na úrovni samospráv nerešpektuje prírodné a hydrologické podmienky územia a ignoruje limity vodárenskej infraštruktúry. V súčasnosti je 31% obyvateľov na Žitnom ostrove bez vybudovanej kanalizácie. Jestvujúce kanalizačné systémy sú na hranici životnosti s urgentnou potrebou rozšírenia kapacít, ale aj modernizáciou jestvujúcich kapacít. Základným nástrojom územného rozvoja je územno-plánovacia dokumentácia, ktorá v mnohých prípadoch nerešpektuje prírodné a hydrologické podmienky územia a ignoruje limity vodárenskej infraštruktúry.

Významné zdroje podzemných vôd v území CHVO Žitný ostrov sú vzhľadom na vysokú priepustnosť horninového prostredia ľahko zraniteľné z dôvodu výskytu a najmä množstva rôznych zdrojov znečistenia (environmentálne záťaže, skládky odpadov s nedostatočným riadením nakladania) a intenzívnej poľnohospodárskej činnosti, ktorá zaznamenáva vzostupný trend používania priemyselných hnojív.

Napriek pravidelnému monitorovaniu a robustnému systému monitorovania kvality vôd v území CHVO Žitný ostrov, výstupy z monitorovania nie sú prepojené na dostatočné poznanie rizík a ohrození kvality podzemných vôd. Okrem monitorovania štátnych organizácií, monitorovanie je zákonnou

povinnosťou aj vodárenských spoločností a priemyselných prevádzok. Tieto údaje by mali byť využité pri hodnotení stavu vodných útvarov a následné vodné plánovanie.

Akčný plán ochrany podzemnej vody CHVO Žitný ostrov je príspevkom k plneniu environmentálnych cieľov rámcovej smernice EÚ o vode – dosiahnutie dobrého stavu všetkých vôd. Všetky útvary podzemných vôd vymedzené na území Žitného ostrova boli vyhodnotené v riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2027 (Vodný plán Slovensko 2022 – 2027).

Konferenciu otvoril štátny tajomník MŽP SR, **Juraj Smatana**. V úvode pripomenul, že rok 2022 vyhlásila OSN za rok venovaný podzemnej vode s mottom „zviditeľniť neviditeľné“. Pripomenul, že Žitný ostrov ako najvzácnejšie územie z hľadiska zásobovania pitnou vodou je neustále atakované zložitými environmentálnymi hrozbami. Pochopenie a význam environmentálnej zodpovednosti je veľkou výzvou pre celú spoločnosť – jedná sa o transformáciu na všetkých úrovniach spoločnosti – od štátnej a verejnej správy, centrálnych orgánov všetkých rezortov, súkromného sektoru, až po jednotlivcov. MŽP SR postupne vytvára legislatívne a finančné podmienky pre realizáciu opatrení na území Žitného ostrova.

Nasledovali úvodné prezentácie troch pozvaných hostí, zastupujúcich spektrum politického a spoločenského života: poslankyňa NR SR **Anna Zemanová**, podpredsedníčka pre životné prostredie a územný plán Bratislavského samosprávneho kraja, **Elena Pätoprstá** a člen predsedníctva SAV, **Pa- vol Šiman**.

Ďalším blokom bola panelová diskusia, pričom organizátori konferencie vymenili tradičné prezentácie kľúčových aktérov v území Žitného ostrova za inovatívnu formu predstavenia „modelových“ predsudkov a stereotypov, s ktorými sa v praxi stratávame. Stereotypy často obmedzujú a zabraňujú spoločnú komunikáciu. Panelisti tieto predsudky mohli potvrdiť alebo vyvrátiť. Napríklad, poľnohospodárov často dávame „do jedného koša“ – na Žitnom ostrove prosperujú z priaznivých prírodných podmienok a ešte k tomu dostávajú štedré dotácie. Reagovala predsedníčka Agrárnej komory Slovenska, **Elena Patasiová**; napriek tomu, že pôda je daná, poľnohospodár robí 24/7 po celý rok. Agrárna komora Slovenska vznikla na podporu poľnohospodárov – ich osvedčenie, presadzovania precízneho poľnohospodárstva, školenia, vykonávanie laboratórnych skúšok pôdy a vody na dodržiavanie sprísnených zákonných povinností na území Žitného ostrova. Druhým stereotypom – predsudkom, ktorý má spoločnosť, je k „starostom“ – namiesto toho, aby sa o svojich občanov starali, robia im starosti a majú krátkodobé sľuby. Na Žitnom ostrove samosprávy povoľujú masívnu výstavbu bez adekvátnej infraštruktúry; témy verejného záujmu deklarujú, ale nevenujú sa im dostatočne. Hosťom bol starosta obce Hviezdoslavov, **Marek Lackovič**, ktorý reagoval, že sa stretáva s pasivitou občanov k veciam verejným, pričom sa diskusie presúvajú do komentovania na sociálnych (anonymných) sieťach. Pripomenul, že starosta je vykonávateľom rozhodnutí, ktoré sú schvaľované obecnými zastupiteľstvami. Samospráva by uvítala, aby sa štát neprimerane a byrokraticky neplietol do výkonu – príkladom je, že na vodoprávne konanie ohľadom budovania kanalizácie v obci čakajú 17

mesiacov. Ďalšou panelistkou bola **Alena Trančíková**, Bratislavská vodárenská spoločnosť, a. s. – pripomenula, že akcionári spoločnosti ako aj prijímateľmi finančných príspevkov z EÚ fondov sú mestá a obce. Tito často nemajú odborné kapacity na kvalitné projekty. Práve preto sa očakáva, že BVS, a. s. a samosprávy by mali neustále spolupracovať – nie je to vždy pravidlom. Skúsenosti BVS ukazujú, že samosprávy sú viac naklonené developerom bez ohľadu na potreby ochrany územia. Vodárenským spoločnostiam chýbajú právomoci pri uplatňovaní podmienok v ochranných pásmach vodárenských zdrojov. Skúsenosťou je, že po zistení porušovania právnych predpisov vodárenská spoločnosť môže len oznamovať príslušným orgánom. Nápravné opatrenia sú zdĺhavé alebo žiadne. Následne sa so stereotypom „vedec, ktorému nik nerozumie“ vysporiadal **Peter Malík**, odborný pracovník ŠGÚDŠ. Malík pripomenul, že „stereotyp“ je čiastočne pravdivý, pretože proces spoznávania a bádania je zdĺhavý, vyžaduje mravenčiu prácu a naštudovanie množstva štúdií. Aj vedci sa dostávajú do byrokratického kolotoča – a nato, aby mohli robiť výskum, vyčerpáva ich množstvo procesov, ktoré sú mimo vedeckého bádania. Poslednou panelistkou bola **Annemarie Velič**, zastupujúca mimovládnu organizáciu Za našu vodu. Súhlasila s „predsudkom“, že aktivisti sú nadšenci, ktorí venujú svoj voľný čas otázkam verejným. Pripomenula, že MVO často supľujú úlohy štátu. Ocenila nový prístup MŽP SR pri spolupráci s mimovládny sektorom. Upozornila, že výsledky nie je možné očakávať hneď, ale úlohou MVO zostane upozorňovať na chyby a povzbudzovať dobré projekty.

Hlavná časť konferencie spočívala v moderovanej diskusii, tzv. okrúhlych stoloch. V menších skupinách mali účastníci možnosť navrhovať opatrenia, ktoré povedú k dvom základným cieľom Akčného plánu:

- zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a na zabránenie zhoršenia stavu útvarov podzemných vôd,
- zvrátenie akéhokoľvek významného a trvalo vzostupného trendu koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody.

V prezentáciách generálneho riaditeľa sekcie vôd MŽP SR **Romana Havlíčka** a pracovníčky odboru strategického vodného plánovania **Danky Thalmeinerovej** sa účastníci oboznámili s hlavnými okruhmi problémov. Tieto boli zoradené do nasledovných oblastí:

- nadmerné využívanie a rozvoj územia ohrozujúce kvalitu a kvantitu vody na Žitnom ostrove,
- nepodporujúce právne predpisy a slabá vymožiteľnosť práva,
- nedostatočný informačný systém a prepojenie monitorovacích systémov,
- nedostatočné environmentálne povedomie a vzdelávanie odbornej a laickej verejnosti.

Na základe analýzy boli navrhnuté špecifické ciele:

- Udržateľné využívanie územia a jeho rozvoj
- Bezpečná pitná voda pre obyvateľov Žitného ostrova
- Znižovanie ohrozenia kvality podzemných vôd z lokálnych zdrojov znečistenia
- Spoľahlivý monitorovací a informačný systém
- Zvyšovanie povedomia a partnerstvá.



Účastníci konferencie na exkurzii na ČOV Hamuliakovo.
Foto: Archiv SAŽP



Účastníci panelovej diskusie. Foto: Archiv SAŽP

Pre tieto ciele účastníci konferencie navrhovali opatrenia. Diskutujúci sa zhodli na tom, že pre konkrétny problém neexistuje jedno konkrétne riešenie, ale bude potrebný celý balík opatrení, ktoré sa navzájom podmieňujú. Nestačí prijať právny predpis, ktorý by sprísnil podmienky hospodárenia v území. Vymožiteľnosť sa nezaobíde bez technickej a administratívnej podpory.

Spolu účastníci naformulovali viac ako 50 opatrení. Tieto MŽP SR zapracuje do Akčného plánu. Záznam z konferencie spolu s prezentáciami sa nachádza na nasledovnom linku: <https://www.minzp.sk/voda/chvo/akcny-plan-ochrany-vod-chvo-zitny-ostrov.html>

Po spracovaní bude Akčný plán posunutý na interné a medzirezortné pripomienkové konanie a na rokovanie vlády SR. Predpoklad je, že Akčný plán bude schválený do konca roku 2022. Súčasťou konferencie bola exkurzia na **ČOV Hamuliakovo a Vodárenský zdroj Šamorín**.

Informácie o nových STN

Mgr. Daša Borovská

Výskumný ústav vodného hospodárstva

V septembri a októbri 2022 vyšli v oblasti vodného hospodárstva tieto slovenské technické normy:

STN ISO 8466-1: 2022 (75 7031) Kvalita vody. Kalibrácia a hodnotenie analytických metód. Časť 1: Lineárna kalibračná funkcia

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN ISO 8466-1: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN ISO 8466-1: 1995.

STN EN 12125: 2022 (75 8206) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Tiosíran sodný

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 12125: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 12125: 2013.

STN EN 12174: 2022 (75 8181) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Hexafluorokremičitan disodný

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 12174: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 12174: 2013.

STN EN 15031: 2022 (75 8128) Chemikálie používané pri úprave vody v bazénoch. Koagulanty na báze hliníka

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 15031: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 15031: 2013.

STN EN 15797: 2022 (75 8156) Chemikálie používané pri úprave vody v bazénoch. Koagulanty na báze železa

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 15797: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 15797: 2010.

STN EN 899: 2022 (75 8200) Chemikálie používané pri úprave vody na pitnú vodu. Kyselina sírová

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 899: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 899: 2009.

STN EN 15796: 2022 (75 8420) Chemikálie používané pri úprave vody v bazénoch. Chlóran vápenatý

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 15796: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 15796: 2010.

STN EN 15798: 2022 (75 8640) Chemikálie používané pri úprave vody v bazénoch. Filtračné médiá

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 15798: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 15798: 2010.

STN EN 15799: 2022 (75 8650) Chemikálie používané pri úprave vody v bazénoch. Práškové aktívne uhlie

Norma vyšla v anglickom jazyku.

Vydáním STN EN 15799: 2022 sa zrušilo predchádzajúce vydanie tejto normy STN EN 15799: 2010.

K 1. 10. 2022 boli bez náhrady ZRUŠENÉ tieto slovenské technické normy:

STN 75 7300: 1996 Kvalita vody. Chemický a fyzikálny rozbor. Všeobecné ustanovenia

STN 75 7301: 1987 Kvalita vody. Všeobecné požiadavky na fyzikálne a chemické metódy stanovenia zloženia a vlastností vôd

STN 75 7482: 2007 Kvalita vody. Stanovenie chloridov. Odmerné merkurimetrické stanovenie

STN 75 7567: 2007 Kvalita vody. Stanovenie humínových látok. Fotometrická metóda

STN 75 7921: 2004 Nemecké jednotné metódy analýzy vôd, odpadových vôd a kalov. Kaly a sedimenty (skupina S). Časť 20: Stanovenie 6 polychlórovaných bifenylov (PCB) (S 20)

envi pur
hospodaříme s vodou

Tradice české výroby, vysoká kvalita, široký tým renomovaných odborníků v oblasti projekce i výroby, profesionální technické zázemí, tisíce realizovaných projektů v ČR i v zahraničí. To je záruka kvalitního dodavatele při výběru partnera pro čištění odpadních vod, úpravu vody či recyklaci vody.

- Čtvrtstoletí zkušeností v **čištění odpadních vod** včetně membránové separace kalu.
- Čištění odpadních vod**
- Úprava vody** s našimi technologiemi aktuálně zajišťují vodu pro více než 4,5 milionu obyvatel.
- Úprava vody**
- Dešťový program**
- Široký sortiment **dešťových nádrží**, na které vám pomůžeme vyřídit dotaci, najdete na našem e-shopu.
- Recyklace vody**
- Řešení hospodaření s vodou na klíč** včetně zajištění poloprovozního testování.

www.envi-pur.cz



