

ŠTÚDIA REHABILITAČNÝCH OPATRENÍ V RÁMCI PROJEKTU DaReM – DANUBE REHABILITATION MEASURES



PODKLAD PRE ZAČATIE PROCESU EIA

MÁJ 2019



**Vodohospodářský rozvoj a výstavba
akciová společnost
Nábřeží 4, Praha 5, 150 56**

**VODOHOSPODÁŘSKÝ ROZVOJ A VÝSTAVBA
akciová společnost**

150 56 Praha 5 - Smíchov, Nábřeží 4
DIVIZE 02

tel: 257 110 330 fax: 257 319 398
e-mail: lexa@vrv.cz

**ŠTÚDIA REHABILITAČNÝCH OPATRENÍ V
RÁMCI PROJEKTU DaReM – DANUBE
REHABILITATION MEASURES**

PODKLAD PRE ZAČATIE PROCESU EIA

Spracoval: Ing. Martin Lexa

Schválil: Ing. Pavel Menhard

V Prahe dňa 20.5.2019

OBSAH:

1. Predmet spracovania	4
2. Podklady	4
3. Vodné dielo Gabčíkovo a vodná cesta.....	6
4. Popis súčasného stavu.....	6
4.1. Vývoj morfológie dna zdrže od uvedenia VD Gabčíkovo do prevádzky.....	6
4.2. Prehľad objemov sedimentov usadzovaných v zdrži	15
4.3. Množstvo odstránených sedimentov	16
4.4. Doteraz realizované opatrenia na zabezpečenie plavebnej dráhy	17
4.4.1. Stavebné úpravy	17
4.4.2. Vyhodnotenie účinnosti jednotlivých technických opatrení - stavebné úpravy.....	17
4.4.3. Návrh na doplnenie technických opatrení.....	18
4.4.4. Návrh prevádzkového odstraňovania sedimentu podľa posudku SVP š.p. [4].....	18
4.4.5. Popis prevádzkového odstraňovania sedimentov v rokoch 2011 - 2012	19
5. Popis zámeru	20
5.1. Návrh na rehabilitáciu plavebných parametrov	20
5.1.1. Plavebná kyneta v zdrži Hrušov.....	20
5.1.2. Zdrž Hrušov nad stupňom Čunovo	24
5.1.3. Návrh na doplnenie technických opatrení.....	25
5.2. Návrh priestoru na ukladanie odstráneného sedimentu	25
5.2.1. Fázy	27
5.3. Technológia.....	30
5.3.1. Zhodnotenie vplyvu prác na zvýšenie zákalu	30
5.4. Ročné objemy prác.....	32

1. Predmet spracovania

Tento dokument je súčasťou štúdie rehabilitačných opatrení v rámci projektu DaReM – Danube Rehabilitation Measures. Dokument je spracovaný na základe zmluvy o dielo, uzavretej medzi objednávatelom Vodohospodárska výstavba, štátny podnik a zhotoviteľom Vodohospodársky rozvoj a výstavba a.s. dňa 21.11.2018.

Cieľom štúdie je vypracovať návrh opatrení na trvalo udržateľné zabezpečenie plavebnej dráhy na vnútrozemskej vodnej ceste medzinárodného významu na rieke Dunaj v zdrži Hrušov.

Samotná štúdia sa skladá zo zhodnotenia súčasného stavu zanášania zdrže Hrušov vplyvom 25-ročnej prevádzky vodného diela Gabčíkovo a povodňových prietokov, ktoré sa za toto obdobie vyskytli, z vyhodnotenia rozborov sedimentov, z návrhu na rehabilitáciu plavebných parametrov a z návrhu priestoru na ukladanie odstráneného sedimentu.

Predmetom spracovania tejto dielčej časti štúdie je vytvorenie podkladu pre začatie procesu EIA k pripravovanému zámeru DaReM.

2. Podklady

Podklady pre spracovanie tohto dokumentu:

- [1] Kališ, J. - Klúčovská, J. - Květoň, R.: Prognóza zanášania zdrže Hrušov - Dunakiliti plaveninami. Záverečná správa VÚVH Bratislava, 1991
- [2] Kališ, J. - Klúčovská, J. - Květoň, R.: Prognóza zanášania zdrže VD Gabčíkovo plaveninami pre ekologický variant úpravy. Záverečná správa VÚVH, Bratislava 1991
- [3] Bačík, M. - Kališ, J. - Klúčovská, J. - Květoň, R. - Topolská, J.: VD Gabčíkovo - dočasné riešenie: Zanášanie zdrže plaveninami a splaveninami. Záverečná správa VÚVH, Bratislava 1991
- [4] Soták, J. - Fűry, J.: Nakladanie so sedimentami zo zdrže Hrušov. Posudok, Povodie Dunaja, Bratislava 1991
- [5] Konzultačná skupina PODZEMNÁ VODA, Monitorovanie prírodného prostredia v oblasti vplyvu VD Gabčíkovo, Súhrnná správa za rok 2012
- [6] Konzultačná skupina PODZEMNÁ VODA, Komplexné vyhodnotenie vplyvov prevádzkového odstraňovania sedimentov zo zdrže Hrušov, Etapová správa za 1. etapu prác, 2012
- [7] Konzultačná skupina PODZEMNÁ VODA, Monitorovanie prírodného prostredia v oblasti vplyvu VD Gabčíkovo, Súhrnná správa za rok 2013
- [8] SVP š.p. OZ Bratislava, Dunaj – prírodný kanál, sondosnímký 2013
- [9] Konzultačná skupina PODZEMNÁ VODA, Dokumentácia odstraňovania sedimentov v zdrži
- [10] Hrušov a návrh ďalšieho postupu riešenia problematiky sedimentácie a kolmatácie, Štúdia za IV. etapu komplexného vyhodnotenia vplyvov prevádzkového odstraňovania sedimentov zo zdrže Hrušov)
- [11] Konzultačná skupina PODZEMNÁ VODA, Monitorovanie prírodného prostredia v oblasti vplyvu VD Gabčíkovo, Súhrnná správa za rok 2015
- [12] Vodohospodárska výstavba Bratislava, letecké snímkovanie zdrže pri zníženej hladine, rok 2016
- [13] Štúdia DaReM project – Danube Rehabilitation Measures“ v zdrži Hrušov po koniec vzdutia rkm 1868 (Vodohospodárska výstavba, š.p. 01/2017)
- [14] Dočasný manipulačný poriadok pre SVD G-N na území SR (aktualizácia XI, 10/2017)
- [15] Zameranie dna zdrže Hrušov z roku 2017
- [16] Zameranie dna zdrže Hrušov z roku 2016
- [17] Zameranie dna zdrže Hrušov z roku 2013

- [18] Dostupné geodetické podklady pre SVD G-N – polohopis, výškopis
- [19] Plavební dráha – SVP š.p., 2015
- [20] Fyzikálne a chemické zloženie sedimentov zo zdrže Hrušov, vyhodnocovaných SVP, š.p. 2013-2018
- [21] Monitoring prírodného prostredia v oblasti vplyvu VD Gabčíkovo – rok 2015
- [22] Objemy odstránených sedimentov v rokoch 2001 - 2014
- [23] Parametre zariadení, zabezpečovaných investorom pre projekt DaReM

3. Vodné dielo Gabčíkovo a vodná cesta

„Dohovor o režime plavby na Dunaji“ bol podpísaný 18.8.1948 v Belehrade a vstúpil do platnosti 11.5.1949 po jeho ratifikácii parlamentmi zakladajúcich členov. Dohovor podpísali: Československo, Maďarsko, Juhoslávia, Bulharsko, Rumunsko, Sovietsky zväz a Ukrajina. Rakúsko sa k Dohovoru pripojilo 7.1.1960. Na základe Dohovoru bola vytvorená Dunajská komisia (DK) ako medzivládna medzinárodná organizácia so sídlom v Budapešti (Maďarsko).

Plavba na Dunaji je slobodná a otvorená pre občanov, obchodné lode a náklady všetkých štátov na základe rovnosti vo vzťahu k prístavným a plavebným poplatkom a podmienkam prevádzkovania obchodnej plavby. Preto má vyžívanie Dunaja ako dopravnej cesty mimoriadny hospodársky význam nielen pre podunajské, ale aj pre ostatné štáty, ktoré majú záujem o prepravu nákladov po tejto vodnej ceste.

Členské štáty Belehradského dohovoru Dunajskej komisie sa zaviazali, že budú udržiavať svoje úseky Dunaja v prevádzkyschopnom stave a vykonávať nevyhnutné práce na zabezpečenie a zlepšenie plavebných podmienok a taktiež, že nebudú vytvárať prekážky alebo rušivé vplyvy pre plavbu na dunajskej vodnej ceste.

Dňa 17. septembra 1977 podpísali ČSSR a MLR medzinárodnú zmluvu o výstavbe a prevádzke SVD Gabčíkovo - Nagymaros, ktorej cieľom bolo aj zlepšenie podmienok plavby na Dunaji v úseku Bratislava - Budapešť. V máji roku 1989 maďarská strana zastavila práce na výstavbe Vodného diela Nagymaros a neskôr aj na výstavbe Vodného diela Gabčíkovo. Slovenská strana v r. 1992 uviedla do prevádzky Vodné dielo Gabčíkovo náhradným riešením na území SR (tzv. variant „C“). Týmto riešením zabezpečilo Slovensko parametre vodnej cesty triedy VII na slovenskom úseku Dunaja.

V zdrži Hrušov vodného diela Gabčíkovo je plavba zabezpečená tak, že od rkm 1853 ku vtoku do prírodného kanála vedie plavebná kyneta s dnom na kóte 124,00 m Bpv po km 5,4 pl. kynety (plkm cca 30,90) s protiprahom v staničení pl. kynety 5,5 až 5,4 na kóte 125,50 m Bpv. V zdrži je vybudovaná signalizácia k vyznačeniu vjazdu z koryta Dunaja do plavebnej kynety a vyčkávacieho priestoru lodí. Je vybudovaných 10 ostrovov pre signalizáciu. Okrem ostrovov, signalizáciu pre plavbu zabezpečujú a plavebnú dráhu vyznačujú plávajúce signálne znaky. Plavebná kyneta v zdrži je vyznačená bójami, pretože dno vedľa nej má kótu až 128,00 m Bpv.

Na ľavostrannej a pravostrannej hrádzi prírodného kanála, na ľavom a pravom brehu odpadového kanála a pri plavebných komorách Gabčíkovo sú osadené plavebné znaky.

Správca toku vykonáva v súvislosti so zabezpečovaním a údržbou plavebnej dráhy tieto práce:

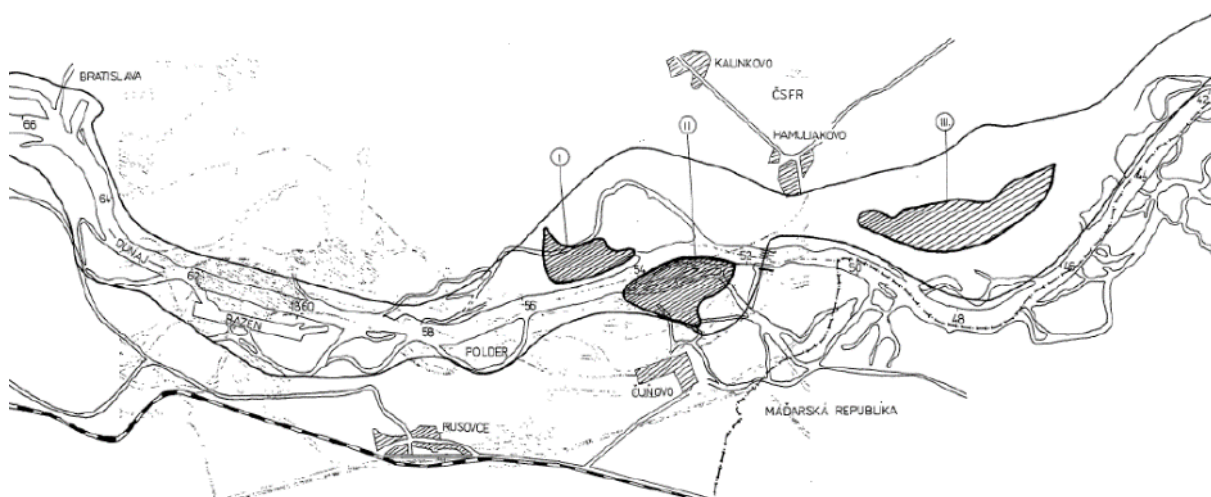
- pravidelná kontrola stavu plavebnej dráhy vytyčovacími plavidlami,
- osadzovanie a údržba pobrežných a plávajúcich plavebných znakov, označovanie plavebných prekážok,
- sledovanie brodov a úžin,
- budovanie a údržba úprav (výhony, smerné stavby a pod.) potrebných na udržiavanie gabaritov plavebnej dráhy,
- bagrovanie brodov a úžin, ako aj prístavov,
- budovanie a oprava brehových opevnení toku a prístavov.

4. Popis súčasného stavu

4.1. Vývoj morfológie dna zdrže od uvedenia VD Gabčíkovo do prevádzky

Už v čase prípravy vodného diela bolo zrejmé, že postupom času, počas prevádzky VD Gabčíkovo bude dochádzať k ukladaniu sedimentov v zdrži Hrušov.

Z vyhodnotenia výsledkov výskumu zanášania zdrže Gabčíkovo pri dočasnom riešení na území ČSFR vyplývalo, že v zdrži sa budú vytvárať tri výrazné oblasti sedimentácie (Obr. 1).



Obr. 1 - Oblasti sedimentácie v zdrži Hrušov, podklady [1],[2],[3]

V roku 1991 bol na základe výsledkov výskumných úloh VÚVH [1], [2], [3], vypracovaný správcom toku posudok [4] „Nakladanie so sedimentami zo zdrže Hrušov“. V posudku je konštatované, že sa predpokladá usadzovanie dnových sedimentov v štyroch lokalitách zdrže Hrušov.

Podkladom pre spracovanie posudku bola použitá mapa Hrušovskej zdrže, so situatívnym vyznačením priestorov, v ktorých sa predpokladá sústredené ukladanie sedimentov (Obr. 2) pri realizácii varianty "C":

Lokalita I. je situovaná pozdĺž ľavobrežnej hrádze v úseku rkm 1856 – 1852. Pri výmere plochy $2\,587\,500\text{ m}^2$ a ročnom objeme uložených sedimentov v rozsahu $300\,000\text{ m}^3$ bude priemerná ročná vrstva uložených sedimentov $0,12\text{ m/rok}$.

Lokalita II. je situovaná na pravej strane nad navrhovanou haťou pred pevným priepadom. Predpokladaný ročný objem sedimentov predstavuje $480\,000\text{ m}^3$, čo znamená, že za rok sa na ploche $2\,450\,000\text{ m}^2$ uloží vrstva v hrúbke $0,20\text{ m/rok}$.

Lokalita III. sa nachádza na ľavej strane plavebnej kynety od rkm 1850 po rkm 1845 v tesnej blízkosti hrádze na výmere $900\,000\text{ m}^2$. Predpokladaný ročný objem uložených sedimentov bude $120\,000\text{ m}^3/\text{rok}$ a priemerná vrstva uložených sedimentov bude $0,13\text{ m/rok}$.

Lokalita IV. je umiestnená na pravej strane oproti lokalite III, v priestore medzi plavebnou kynetou a pravostrannou hrádzou v úseku rkm 1850 – 1844. Pri uvažovanom ročnom objeme $600\,000\text{ m}^3$ usadenín a výmere plochy $2\,795\,000\text{ m}^2$, dosiahne priemerná vrstva usadených splavenín a plavenín hodnotu $0,22\text{ m/rok}$. Celkové množstvo usadených sedimentov v priestore zdrže Hrušov ročne bude predstavovať hodnotu: $1,5\text{ mil. m}^3$.



Obr. 2 Predpokladané lokality usadzovania sedimentov v zdrži Hrušov, podľa podkladu [4]

Dňa 19. apríla 1995 vláda Slovenskej republiky a vláda Maďarska podpísali „Dohodu medzi vládou Slovenskej republiky a vládou Maďarska o niektorých dočasných opatreniach a prietokoch do Dunaja a Mošonského ramena Dunaja“.

Spoločné maďarsko-slovenské monitorovanie prírodného prostredia je založené na „Štatúte aktivít menovaných monitorovacích agentov“ ustanovených v Dohode z r. 1995. Vyhodnotenie prírodného prostredia je založené na vzájomnej výmene údajov monitorovania prírodného prostredia v tejto oblasti a na dátach, ktoré sú nutné na určenie vplyvov opatrení uvedených v Dohode z r. 1995.

Monitoring v rámci SVD G-N na Slovenskom území vykonáva každoročne spoločnosť Konzultačná skupina podzemná voda s.r.o. Bratislava. Výsledky monitoringu za príslušný rok sú zhrnuté v ročnej správe. Podklady [5], [6], [7].

Jednou z úloh monitoringu prírodného prostredia je sledovanie dnových sedimentov.

Základom monitorovania procesu kolmatácie sú nasledujúce položky:

- monitorovanie zmien morfológie dna zdrže,
- kontrolné odbery vzoriek dnových sedimentov,
- monitorovanie hladín a prietokov vody v zdrži, v starom koryte Dunaja a v priesakových kanáloch,
- fixovanie hladín počas povodňových prietokov,
- monitorovanie hladiny podzemnej vody v okolí zdrže,
- zaznamenávanie všetkých činností, ktoré môžu vplyvať na kolmatačné procesy a monitorované parametre (bagrovanie, budovanie smerných stavieb, odbery podzemnej vody, úpravy kanálov, manipulácia so stavidlami, manipulácia s prietokmi a hladinami a pod.),
- monitorovanie piezometrických výšok pod zdržou na viacúrovňových piezometroch,
- monitorovanie kvality podzemnej vody.

Zmeny morfológie dna zdrže sleduje SVP, š.p. OZ Bratislava od roku 2008 echolotom v približne päťročnom intervale.

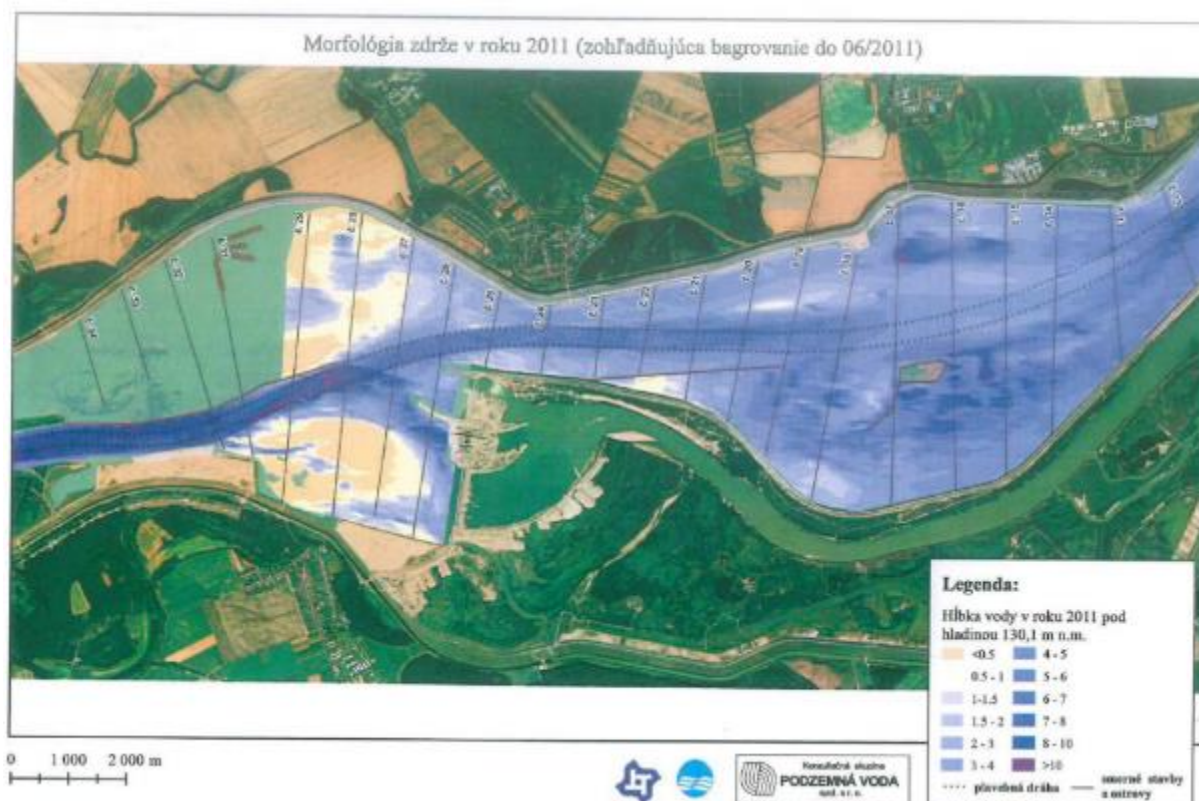
Merania morfológie dosahujú presnosť merania kóty dna do ± 10 cm. Vzhľadom na zistenia z predchádzajúcich rokov boli pre hodnotenie zmien v súlade so zaužívanou praxou SVP použité merania „tvrdého“ dna.

V ďalšom texte uvádzame výsledky z monitoringov v rokoch 2008 - 2015, týkajúce sa zanášania a kolmatácie dna zdrže Hrušov.

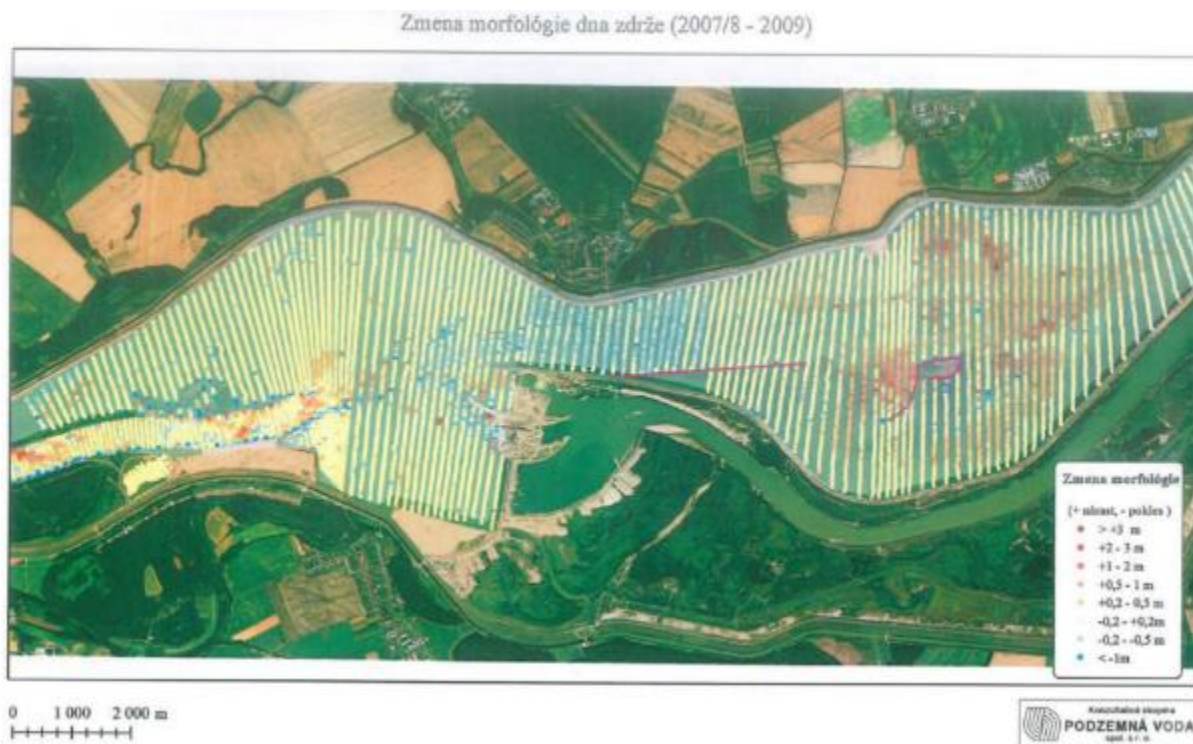
Situácia meraných oporných profilov a aktualizovaná morfológia dna zdrže (4/2011) je zobrazená na Obr. 3. Z obrázku vidno, že s výnimkou plavebnej kynety a horného priepichu nad VE a stredovou haťou je horná časť zdrže relatívne plytká, hĺbka dna pri minimálnej prevádzkovej hladine dosahuje len 0,5-1,5 m. V dolnej časti zdrže dosahuje zdrž hĺbku 3-10 m. V plavebnej kynete, v úseku pri Vtáčom Ostrove, je evidentný vplyv zanášania zdrže.

Rozdiely v kóte dna zdrže, ku ktorým došlo v období r. 2008-2009 a 2009-2010 sú zobrazené na Obr. 4 a Obr. 5.

Z uvedených obrázkov a grafov vyplýva, že sa po povodni v roku 2009 zaznamenali výrazné zmeny v morfológii dna zdrže. V dolnej časti zdrže Hrušov došlo k nánosom sedimentov o hrúbke až 2 m (celkové množstvo novousadených sedimentov je 1.485.000 m³). Povodeň v roku 2010 mala na morfológiu dna zdrže menej výrazný vplyv.



Obr. 3 Návrh ďalšieho postupu pri riešení problematiky sedimentácie a kolmatácie dna zdrže Hrušov
Morfológia zdrže v roku 2011, podklad [6]



Obr. 4 Návrh ďalšieho postupu pri riešení problematiky sedimentácie a kolmatácie dna zdrže Hrušov
Morfológia zdrže v roku 2007 – 2009, podklad [6]



Obr. 5 Návrh ďalšieho postupu pri riešení problematiky sedimentácie a kolmatácie dna zdrže Hrušov
Morfológia zdrže v roku 2009 – 2010, podklad [6]

Granulometria a kvalita dnových sedimentov:

V oblasti zdrže a príslušného úseku Dunaja SVP každoročne odoberá dnové sedimenty na 10 miestach v zdrži. Odborné miesta v zdrži sú rozmiestnené do miest s rozličnými rýchlosťami prúdenia vody a teda rôznou rýchlosťou sedimentácie a rôznou štruktúrou sedimentov. Cieľom odberov vzoriek dnových sedimentov je zdokumentovanie ich kvalitatívneho zloženia, najmä

obsahu ťažkých kovov a špecifických organických mikropolutantov, viažucich sa predovšetkým na jemné prachovito-ílovité častice a organické látky sedimentu. Pre účely hodnotenia sa každoročne zisťuje i granulometrické zloženie sedimentov.

Vo vzorkách prevláda prachovitá frakcia, obsah ílu je okolo 5-12% a obsah piesku dosahuje 0-16%. V oblasti plavebnej kynety v hornej časti zdrže vykazuje granulometria sedimentov väčšiu premenlivosť a vzorky sú hrubozrnejšie, v dolnej časti zdrže sú vzorky homogénnejšie a jemnozrnejšie. V dolnej časti zdrže sú trvalo nízke rýchlosti prúdenia vody, preto práve tu sa nachádzajú sedimenty s najjemnejším granulometrickým zložením.

Zanášanie zdrže predstavuje možné riziká predovšetkým z hľadiska vplyvov na plavbu, na podzemnú vodu využívanú na vodárenské účely a vplyvov na prevádzkanie povodňových prietokov.

Posúdenie zanášania zdrže bolo vykonané porovnaním zmien morfológie dna zdrže medzi rokmi 2007/2008, 2009 a 2010 (na Obr. 4 a Obr. 5) s rýchlosťami prúdenia, ktoré boli dosiahnuté počas povodne v júni 2009. Z obrázkov je vidieť, že miesta s najväčšími mocnosťami nánosov korelujú s miestami, kde dochádza k zníženiam rýchlostí prúdenia pod $0,5 \text{ m.s}^{-1}$. Z meraní morfológie dna zdrže sme vypočítali, že v dolnej časti zdrže sa za obdobie 2007/2008-2009 usadilo $1.485.000 \text{ m}^3$ sedimentov. Väčšina týchto nánosov sem bolo transportovaných práve počas povodne v roku 2009. Veľké množstvo nánosov môže mať priamu súvislosť s odstránením brehového opevnenia na rakúskom úseku Dunaja, ktoré bolo realizované v predchádzajúcom období na troch pokusných úsekoch. Tomuto nasvedčuje aj mineralogická a chemická korelácia zloženia naplavených sedimentov so sedimentmi v rakúskom úseku Dunaja pod Viedňou (SVP).

Súčasný stav spôsobuje intenzívne zanášanie priestoru plavebnej kynety v dolnej časti zdrže Hrušov. Výsledkom je, že v tomto úseku nie je zabezpečená požadovaná hĺbka vody (35 dm) pre plavbu pri minimálnej prevádzkovej hladine (130,10 m n.m. v Čunove). Pre jej zabezpečenie bude potrebné odstrániť 117 tis. m^3 sedimentov. Zabezpečenie plavby podľa manipulačného poriadku pri hladine 128,2 m n.m. a hĺbke 25 dm by vyžadovalo odstránenie až 566 tis. m^3 sedimentov.

Od roku 2001 do roku 2010 bolo v predmetnom úseku plavebnej kynety celkovo odstránených 533 tis. m^3 sedimentov. V období rokov 2005-2010 napriek odstráneniu 158 tis. m^3 došlo v tomto priestore k prírastku 445.500 m^3 sedimentov, čo znamená, že priemerné množstvo usadených sedimentov bolo približne $120 \text{ tis. m}^3/\text{ročne}$. Z podrobnejšieho porovnania zmien morfológie dna zdrže medzi rokmi 2007/2008-2009 vyplýva, že sa usadilo 148 tisíc m^3 sedimentov a medzi rokmi 2009 a 2010 sa usadilo takmer 49 tisíc m^3 sedimentov. Prehľad celkového množstva odstráneného materiálu uvádzame v Tab. 1.

Odporúčania ďalšieho postupu, potrebných prác a opatrení v zmysle záverečných správ z monitoringov:

Z posúdenia dostupných podkladov a jestvujúceho stavu procesov sedimentácie a kolmatácie dna zdrže Hrušov vyplýva, že v najbližšej budúcnosti už bude potrebné doplniť doteraz realizované opatrenia a pristúpiť k systematickému odstraňovaniu sedimentov.

V nasledujúcej časti sme pripravili úvodný návrh prác pri odstraňovaní sedimentov zo zdrže Hrušov, s odporúčaním lokalizácie a etapizácie potrebných prác a opatrení. Pre jednotlivé navrhované etapy prác sme odhadli predpokladané objemy odstraňovaných sedimentov a predbežne sme zhodnotili očakávané vplyvy opatrení. Predpokladáme, že ak bude navrhované odstraňovanie sedimentov realizované, monitorované, priebežne vyhodnocované a optimalizované podľa presne stanovenej metodiky, môže mať v každej etape pozitívny vplyv predovšetkým na zlepšenie infiltračných podmienok a tvorbu zásob podzemných vôd. Navrhované odstraňovanie sedimentov má zároveň zabezpečiť aj bezpečné prevádzkanie extrémnych povodňových prietokov a sedimentov cez objekty VD Čunovo do starého koryta

Dunaja. Prevod časti prinášaných sedimentov do starého koryta Dunaja bude redukovať ich transport do dolnej časti zdrže a takto môže prirodzene napomáhať údržbe plavebnej kynety v oblasti dolnej časti zdrže.

Navrhované miesta a hĺbky odstraňovaných dnových sedimentov sú charakteristické vysokým podielom jemnozrnného materiálu. Preto odporúčame uprednostniť technológiu odsávania dnových sedimentov pomocou plávajúceho sacieho bagra, v prípade hrubozrnejšieho materiálu v kombinácii s klasickým korčekovým bagrom.

Za najakútnejší jestvujúci problém považujeme nedostatočnú kapacitu profilu zdrže nad stupňom Čunovo z hľadiska bezpečného prevedenia 1000 ročnej vody. Z výsledkov doteraz realizovaných modelových riešení vyplýva, že bude potrebné zlepšiť prietoknosť medzi priepichom nad stredovou haťou a haťou v inundácii.

V I. etape bolo odporúčané odstránenie cca 43 200 m³ sedimentov v oblasti nad haťou v inundácii. Sedimenty je potrebné odstrániť po kótu 128 m n.m. Práce boli zrealizované v roku 2011 [6].

Cieľom II. etapy je usmernenie prúdenia vody v smere na stredovú hať a elektráreň stupňa Čunovo. Týmto opatrením sa zlepšia podmienky pre prevádzanie povodňových prietokov a sedimentov do starého koryta Dunaja. V II. etape odporúčame odstránenie cca 97 000 m³ sedimentov v oblasti pozdĺž plavebnej dráhy. Sedimenty je potrebné odstrániť minimálne po kótu 127,5 m n.m.

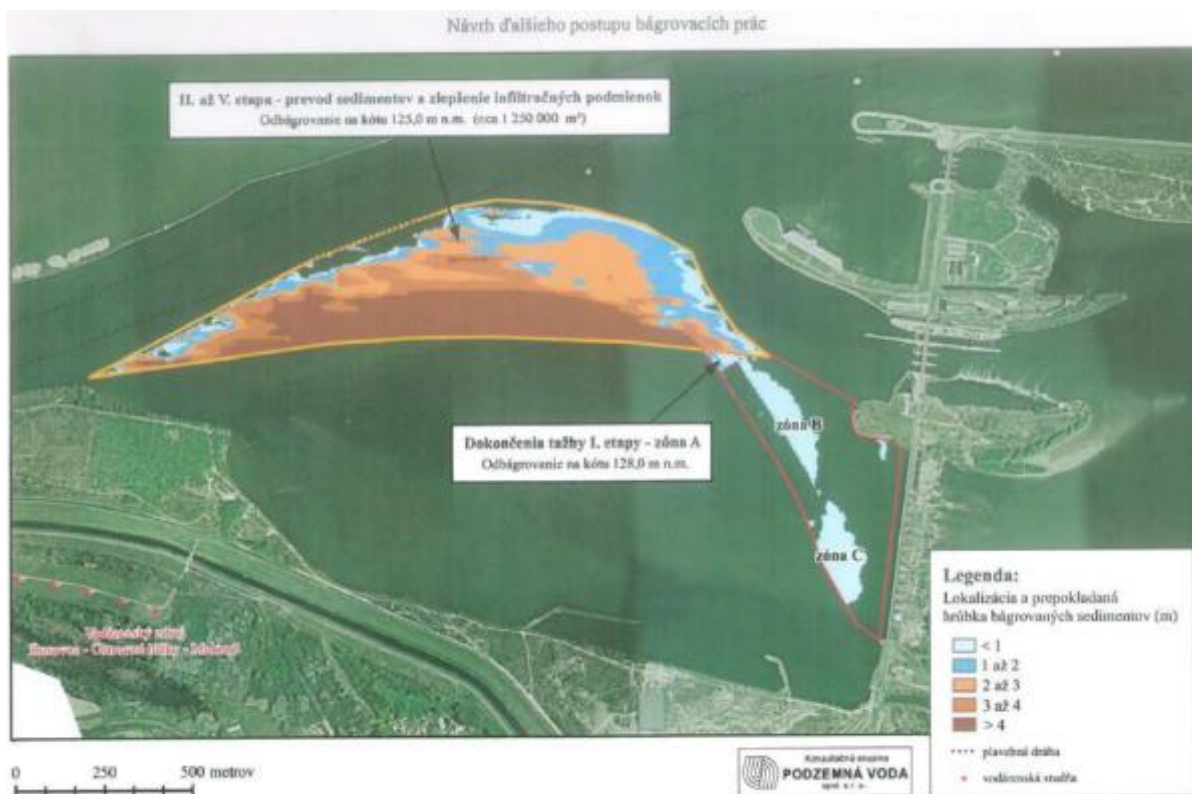
Cieľom ďalších etáp je zlepšenie infiltračných podmienok a podmienok pre prevádzanie prietokov cez hať v inundácii do starého koryta Dunaja. Definitívne určenie lokalizácie, rozlohy a množstva odstraňovaných sedimentov bude potrebné upraviť podľa výsledkov vyhodnotenia vplyvov I. a II. etapy. V každej ďalšej etape odporúčame odstránenie cca 100 000 m³ sedimentov. Sedimenty odporúčame odstrániť po kótu 128 m n.m.

Návrh ďalšieho postupu bagrovacích prác a posúdenie ich vplyvu z hľadiska prúdenia vody a transportu splavenín:

Cieľom ďalšieho postupu bagrovacích prác má byť zlepšenie podmienok pre prevod sedimentov do starého koryta Dunaja. Za týmto účelom sme pomocou numerického modelu navrhli takú úpravu dna zdrže, aby bol smer prúdenia vody čo najviac na stredovú hať. Opatrenie by malo umožniť prevádzanie väčšej časti sedimentov do starého koryta Dunaja a z hľadiska podzemných vôd zlepšiť infiltračné podmienky. Mal by sa zároveň znížiť prínos a usadzovanie sedimentov v dolnej časti zdrže.

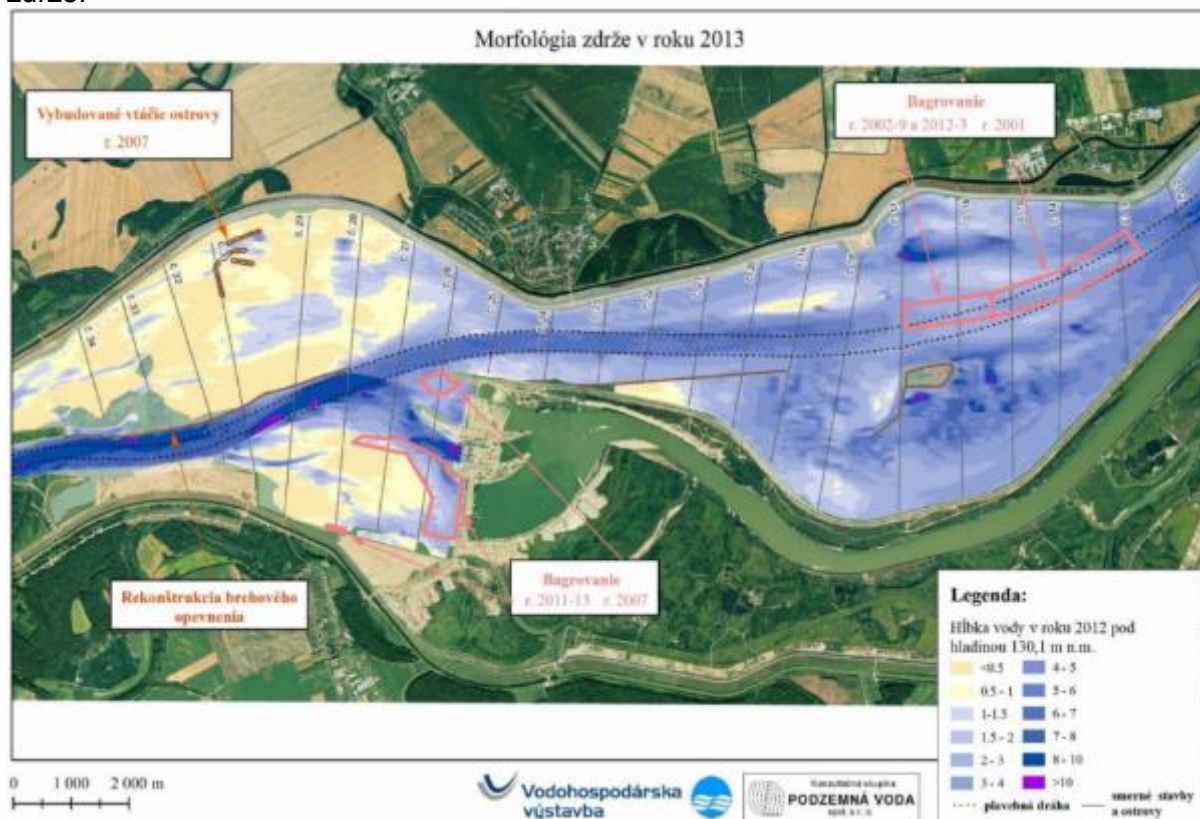
Priestory navrhovaného odstraňovania a hrúbky odstraňovaných sedimentov stanovené na základe modelového výskumu sú na Obr. 6. Sedimenty je najskôr potrebné odstraňovať len po rozhranie jemnozrnných sedimentov a podložínych štrkov, maximálne do hĺbky 6 m pod hladinou vody v zdrži (maximálne na kótu 125 m n.m.). Celkovo sa teda jedná o objem 1 250 000 m³ sedimentov.

Je reálny predpoklad, že predovšetkým v hornej časti pracovnej oblasti sa štrkové podložie nachádza v menšej hĺbke a teda objem odstraňovaných jemnozrnných sedimentov odhadujeme iba približne na 25 % celkového objemu sedimentov.



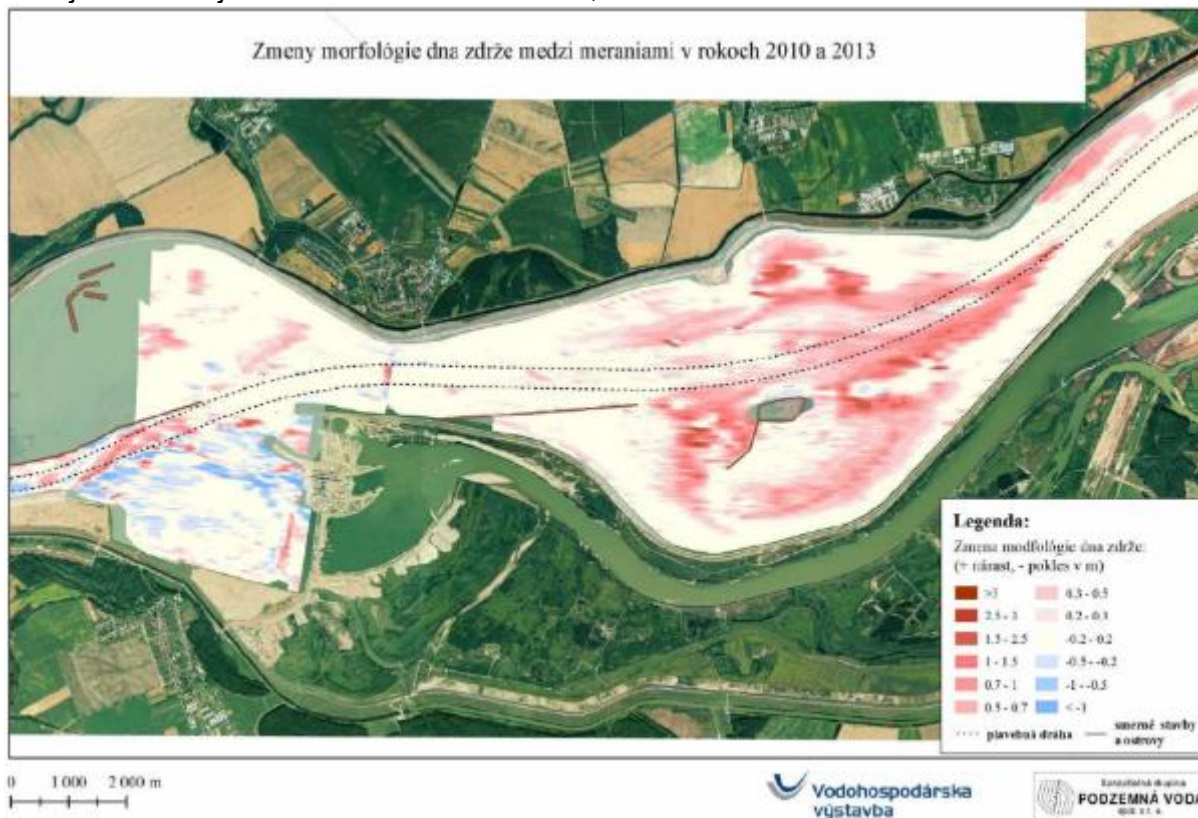
Obr. 6 Návrh ďalšieho postupu bagrovacích prác, podklad [6]

Morfológia dna zdrže z júla 2013 je zobrazená na Obr. 7. Z obrázku vidno, že s výnimkou plavebnej kynety, je horná časť zdrže relatívne plytká, hĺbka dna pri prevádzkovej hladine dosahuje len 1-2 m. V dolnej časti zdrže dosahuje zdrž hĺbku 3-10 m. V oblasti plavebnej kynety v úseku pri Vtáčom ostrove (smerná stavba C) je evidované významné zanášanie zdrže.

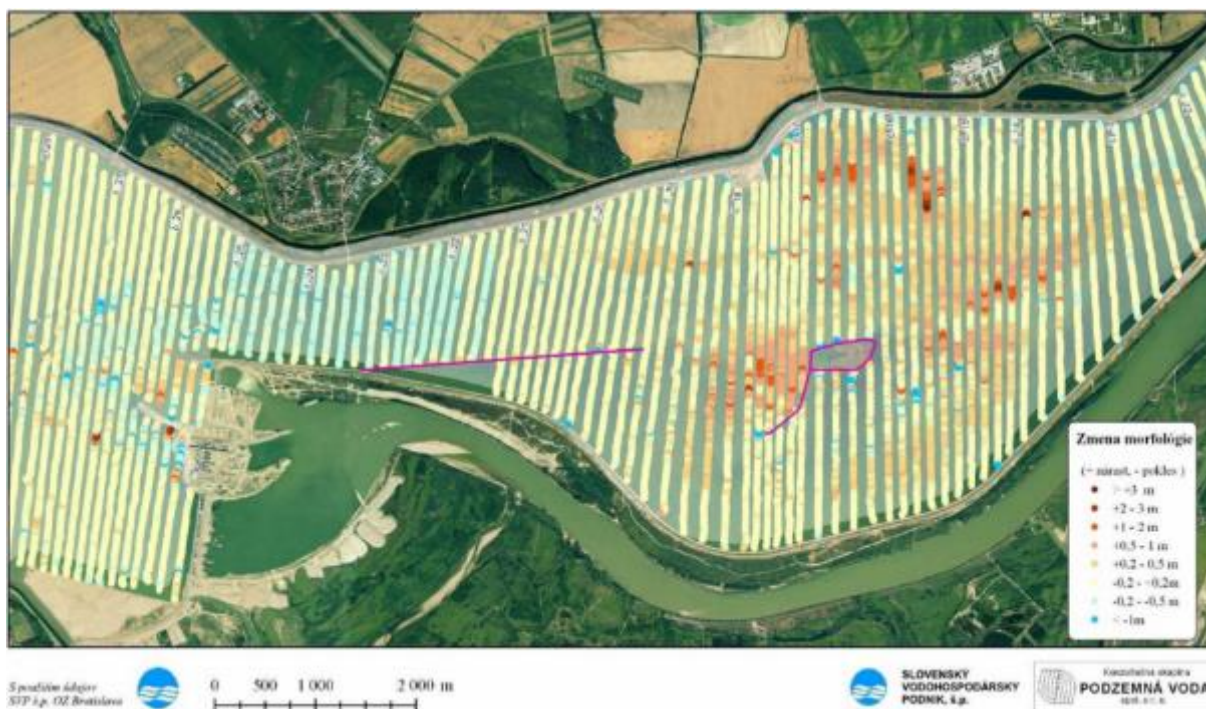


Obr. 7 Morfológia dna zdrže v roku 2013 a doterajšie odstraňovanie dnových sedimentov

Na Obr. 8 sú zobrazené zmeny morfológie dna zdrže, ktoré nastali v období medzi zámermi z roku 2010 a 2013 a ktoré boli spôsobené najmä vplyvom transportu sedimentov počas povodne v júni 2013 s kulmináčnym prietokom Dunaja $10640 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na vodomernej stanici Devín. Zo zámerov morfológie bolo vypočítané, že v dolnej časti zdrže Hrušov sa počas povodne uložilo 1,91 milióna m^3 sedimentov a na začiatku prírodného kanála (na ľavej strane) ďalších 107 tisíc m^3 . Vplyvom povodne v júni roku 2013 došlo k podobne výrazným zmenám ako tomu bolo pri povodni v roku 2009 s kulmináčnym prietokom vyše $8\,200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Obr. 8), pri ktorej sa v dolnej časti zdrže Hrušov uložilo 1,49 milióna m^3 sedimentov.



Obr. 8 Zanášanie zdrže Hrušov sedimentmi vplyvom povodne v roku 2013 ($Q_{\text{Devín}} = 10\,640 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)



Obr. 9 Zanášanie zdrže Hrušov sedimentmi vplyvom povodne v r. 2009 ($Q_{Devin} = 8\,288\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$)



Obr. 10 Stupeň Čunovo, rkm 1851,75 - pohľad proti vode, podklad [11] pri mimoriadnom znížení hladiny na kótu cca 129,00 m n.m. v septembri 2016

4.2. Prehľad objemov sedimentov usadzovaných v zdrži

Z predložených monitorovacích správ je zrejmé, že každoročný prírastok sedimentov v zdrži Hrušov predstavuje cca 300 000 až 500 000 m^3 , v prípade výskytu povodní blízky Q_{100} sa pohybuje prírastok sedimentov do zdrže v množstve 1,5 až 1,9 mil. m^3 .

4.3. Množstvo odstránených sedimentov

Pre posúdenie závažnosti objemu usadzovaných sedimentov uvádzame, že typické ročné množstvo odstraňovaných sedimentov zo zdrže Hrušov dosahuje 50 až 90 tisíc m³, viď Tab. 1.

Bagrovacie práce v dolnej časti zdrže boli od roku 2001 zamerané na udržiavanie plavebnej kynety v plavebnom km VDG 30,35-33,5. V rokoch 2007 a 2012 boli v hornej časti zdrže odstraňované nánosy pred haťou na obtoku. Bagrovanie v dolnej časti zdrže na kótu 124 m n. m. začalo v roku 2001 vľavo od osi plavebnej dráhy v plavebnom km 30,35 a 33,15.

Odstránený materiál sa používal na zásyp lagúny, materiálovej jamy č. 1/A a 1/B a brehov Vtáčieho ostrova. Pri bagrovaní v miestach nad haťou na obtoku v roku 2007 a v roku 2012 bolo dno pri zimnom odstraňovaní ľadov kvôli pohybu lodí v týchto miestach prehĺbované na kótu 127,6 m n. m.

Od roku 2010 až do konca roku 2013 boli bagrovacie práce realizované aj v hornej časti zdrže nad haťou v inundácii. V rokoch 2010 a 2011 bolo ich cieľom zlepšiť kapacitu hate v inundácii počas extrémnych povodňových stavov. Bagrované boli jemnozrnné sedimenty po kótu 128,0 m n. m. Od roku 2012 sú práce sústredené najmä nad stredovú hať a elektrárňu a sú zamerané na zlepšenie prevádzania sedimentov do starého koryta Dunaja a na zlepšenie infiltračných podmienok a tvorby zásob podzemných vôd. Cieľom bagrovacích prác má byť zmena smeru prúdenia vody a to viac na stredovú hať, čo spôsobí zlepšenie podmienok pre prevod sedimentov do koryta Dunaja a mal by sa zároveň znížiť prínos a usadzovanie sedimentov v dolnej časti zdrže. Bagrované boli jemnozrnné sedimenty po kótu 127,0 m n. m., respektíve po rozhranie jemnozrnných a štrkovitých sedimentov.

Tab. 1 Prehľad množstiev odstráneného materiálu, podklad [9]

Rok	Odstr. množstvo v m ³	Plavebný km VDG	Miesto depónie
2001	71 450	30.35-32.65	Vtáčí ostrov - lagúna, breh, mat. jama
2002	91 250	32.70-33.20	Vtáčí ostrov - breh, mat. jama č. 1/B
2003	89 100	32.75-33.25	Vtáčí ostrov - mat. jama č. 1/A, 1/B
2004	62 300	32.75-33.25	Vtáčí ostrov - mat. jama č. 1/A, 1/B
2005	60 760	33.00-33.20	Vtáčí ostrov - mat. jama č. 1/A, 1/B
2006	55 440	33.20-33.50	Vtáčí ostrov - mat. jama č. 1/A, 1/B
2007	54 180	33.20-33.75	Vtáčí ostrov - mat. jama č. 1/A, 1/B
2007	45 120	nad haťou na obtoku	mimo zdrž
2008	34 860	30.35 – 33.75	Vtáčí ostrov - mat. jama č. 1/A, 1/B
2009	14 000	32.25 – 32.75	Vtáčí ostrov - mat. jama č. 1/A, 1/B
2010/11	45 000	nad haťou v inundácii	mimo zdrž
2011	44 340	nad haťou v inundácii	mimo zdrž
2012	110 000	nad haťou v inundácii	mimo zdrž
2013	49 987	31.20 – 31.80	Vtáčí ostrov - mat. jama č. 1/A, 1/B
2013	74 450 (do 16.6.2013)	nad haťou v inundácii	mimo zdrž
2014	38 768	32.50 - 32.70	Vtáčí ostrov - mat. jama č. 1/A, 1/B
Celkom	622 095	30.35 - 33.75	mat. jamy v zdrži, lagúna a breh
2001-2014	301 910	nad stupňom Čunovo	mimo zdrž

4.4. Doteraz realizované opatrenia na zabezpečenie plavebnej dráhy

4.4.1. Stavebné úpravy

1. Vybudovanie usmerňovacej hrádze na ľavom brehu pôvodného koryta Dunaja v zdrži v rkm 1855,64 až rkm 1853
2. Vybudovanie horného priepichu nad VE, stredovou haťou a pomocnou plavebnou komorou, ktorý začína v koryte pôvodného toku Dunaja (teraz v zdrži) v rkm 1854,0 až 1851,75
3. Vybudovanie plavebného zárezu v úseku od pl. km 38,75 (rkm 1853) po dnový prah v pl. km 29,150
4. Vybudovanie usmerňovacej hrádzky v pl. km 34,610 až po pl. km 36,131, ktorá usmerňuje prúdnicu do plavebného zárezu a odblokováva pravostranné „brucho“ nádrže až po „vtáčí ostrov“
5. Prevádzkové odstraňovanie sedimentov v plavebnom záreze v pl. km 32,00 až pl. km 35,00 vykonávané v rokoch 2001 – 2007
6. Prevádzkové odstraňovanie sedimentov v plavebnom záreze v pl. km 32,00 až pl. km 35,00 vykonávané v rokoch 2011 – 2012

4.4.2. Vyhodnotenie účinnosti jednotlivých technických opatrení - stavebné úpravy

Ad. 1 Usmerňovacia hrádza na ľavom brehu (1) usmerňuje prúdenie pri konci zdrže pri malých a stredných prítokoch do pôvodného koryta Dunaja, čím zväčšuje rýchlosti v tomto koryte, preplachuje ho od jemných sedimentov, ktoré spôsobujú kolmatáciu vsakovacích plôch do podzemných vôd. Jej definitívnu účinnosť a vplyv na sedimenty bude možné vyhodnotiť až po jej dobudovaní v rámci monitoringu prírodného prostredia – monitorovanie sedimentácie a kolmatácie dna zdrže, ktoré sa vykonáva každoročne.

Ad. 2 Vybudovanie priepichu nad objektami stupňa Čunovo (2) umožnilo usmernenie prúdnic pri vyšších stredných prítokoch (nad $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ v profile Devín) resp. pri povodňových prítokoch, pri prepúšťaní vôd cez objekty stupňa Čunovo (VE, stredová hať). Toto usmernenie zvyšuje rýchlosti v prúdnicu v zdrži a tým aj umožňuje preplachovanie jemných splavenín z prúdnic a znižuje možnosť kolmatácie priesakových plôch v tomto úseku.

Ad. 3 Plavebný zárez (3) budovaný v zdrži od r.km 1 853 (pl. k m 38,76) pod nový prah v pl. km 29,150 má prioritne slúžiť k usmerňovaniu plavby súprav s ponorom do 3,50 m aj pri nízkych hladinách v zdrži (do 128,50 m n.m. Bpv). Súčasne ale vytvára dnové koryto v tomto úseku zdrže a tým aj usmerňuje prúdnicu do jeho priestoru, čo prispieva k zvyšovaniu prietokových rýchlostí v tomto plavebnom záreze a tým aj k preplachovaniu jemných splavenín. Plavebný zárez vyhlbený na hĺbku cca 4 m (s dnom a časťou svahov v štrkopieskových polohách) súčasne prispieva k obmedzeniu kolmatácie priesakových plôch.

Ad.4 Usmerňovacia hrádzka na pravom brehu plavebného zárezu (4) a to od tzv. „Vtáčieho ostrova“ od pl. km 36,131 až po naviazanie na pravostrannú hrádzu na ľavom brehu Dunaja, usmernila prítok od „hrdla“ v pl. km 37,306 (profil stupeň Čunovo- Hamuliakovo) do rovnako širokého profilu a odblokovala tým prúdenie a transport jemných splavenín do pravostranného „brucha“ nádrže v pl km 29,80 až po pl km 36,131. Účinok na splaveniny a kolmatáciu profilu plavebného zárezu je rovnaký, ako je popísané v odseku „ad.1“ s tým, že od konca tejto usmerňovacej hrádzky (pl km 36,131) dochádza vplyvom náhleho rozšírenia aktívnej prietocnej plochy k citel'nému zmenšovaniu profilových rýchlostí a tým aj k zväčšovaniu množstva usadzovaných jemných splavenín a tým aj ku zvýšenej kolmatácii vsakovacích plôch.

Ad. 5 a 6 Prevádzkové odstraňovanie sedimentov v plavebnom záreze v pl km 32,00 až pl km 35,00 (5) vykonávané v rokoch 2001 – 2007 má prioritný účel v dodržaní plavebných

hlbok v zdrži pri nízkych hladinách (do 128,50 m n.m. Bpv) a súčasne aj vplyv na sedimentáciu a kolmatáciu jemných splavenín v plavebnom záreze. Tu je potrebné uviesť, že toto odstraňovanie sedimentu je v tomto úseku veľmi problematické, nakoľko po vybagrovaní usadenín (v hrúbke cca 2,0 m) dochádza k rýchlemu opätovnému zanášaniu zárezu vo vybagrovanom úseku. Pritom v protiprúdnom úseku od pl km 36,13 je dno a profil zárezu bez markantných usadenín, čo svedčí o účinnosti usmerňovacej hrádzky – odsek „ad 4“

4.4.3. Návrh na doplnenie technických opatrení

- Predĺženie smernej stavby na pravom brehu plavebného zárezu v pl. km 34,610 až po pl. km 33,440 t.j. na dĺžku cca 1170 m.
- V rámci prevádzkového odstraňovania sedimentu postupne odstraňovať zakolmatovanú vrstvu v hr. cca 1,0 m zo vsakovacích plôch na brehoch a na dne ponoreného koryta Dunaja v zdrži v celej dĺžke plavebného zárezu.

4.4.4. Návrh prevádzkového odstraňovania sedimentu podľa posudku SVP š.p. [4]

Posudok odhadoval, že celkové množstvo usadených sedimentov v priestore zdrže Hrušov bude ročne predstavovať hodnotu: 1, 5 mil. m³. V posudku sa ďalej konštatuje:

Vzhľadom na skutočnosť, že na prvý pohľad hrozivý objem usadenín (stanovený na základe technického odhadu VÚVH Bratislava), bude smerovaný na pomerne veľkú plochu (873,2 ha), priemerná vrstva ročných usadenín dosiahne hodnotu 0,1718 m. Tu však treba upozorniť, že tak ako je to vyššie uvedené, vo vzťahu na tvarové riešenie zdrže Hrušov, smer prúdenia vody a konfiguráciu dna zdrže (jestvujúce ramená Dunaja a miestne preliačiny) vrstva usadenín na jednotlivých lokalitách bude rozdielna.

Pri odstraňovaní sedimentov bolo navrhované použiť technológiu plávajúceho korčekového bagra, ktorá sa bežne používa pri odstraňovaní nánosov v prístavných bazénoch. Jedná sa o plávajúci bager typu KB 160/60 s max. dosahom bagrovania do hĺbky 10 m pod hladinu vody a s ročným výkonom 300 tis. m³ pri dvojzmennej prevádzke. Ekonomická vrstva rezu, pri ktorej je odstraňovanie sedimentu hospodárne je 1,5 m. Z uvedeného vyplýva, že k zahájeniu odstraňovania sedimentov zo zdrže Hrušov bude potrebné pristúpiť už po siedmich rokoch od napustenia. Vzhľadom na ročný objem prisúvaných sedimentov, bude nutné postupne nasadiť plávajúce bagre na každú zo štyroch lokalít. V súčasnosti má Povodie Dunaja dostatočný počet bagrovacích kapacít, avšak vzhľadom na stupeň ich opotrebovanosti a dobu životnosti, vo vzťahu k termínu napustenia zdrže Hrušov a očakávanému termínu nasadenia, bude pravdepodobne nutné zabezpečenie nových. Plávajúce bagre typu KB 160/60 vyrába š.p. Slovenské lodenice Komárno.

Na dopravu odstránených sedimentov bolo v posudku navrhované použiť samovýsypné tlačné člny typu "Kubo" vyrábané taktiež v š.p. Sl. lodenice Komárno, s nosnosťou 600 t a objemom prepravovaného výkopku 400 m³, pri max. ponore 2,2 m. Ich počet bude závislý od počtu nasadených plávajúcich bagrov, ku každému bagru sú potrebné 2 kusy.

Nakoľko Povodie Dunaja takéto plavidlá nevlastnilo, malo v úmysle 4 ks týchto samovýsypných člnov typu "Kubo" kúpiť do konca roka 1992, ktoré mali slúžiť pri preprave výkopku odstráneného z prístavných bazénov. Pre objasnenie uvádzame, že nánosy odstránené z prístavov sú samovýsypnými pramicami dopravované do prúdnice Dunaja, kde sa vypúšťajú.

Na základe skúseností získaných z technológie odstraňovania nánosov z prístavných bazénov bolo navrhnuté použiť nasledovný spôsob ukladania odstránených sedimentov:

V I. etape navrhujeme v rkm 1860 (Biskupické rameno) pri ostrove Kopáč a v rkm 1856,5 vytvoriť priestory pre podvodné skládky do ktorých by sa dopravoval odstránený sediment samovýsypnými člnmi.

Takýto materiál pozostávajúci v prevažnej miere z plavenín nie je možné vykladať z nákladných člnov klasickým elevátorom, vzhľadom na jeho konzistenciu steká z nakloneného dopravného pásu elevátora.

V II. etape navrhujeme sedimenty uložené na podvodnej skládke plávajúcim žeriavom (alebo plávajúcou pracovnou plošinou) s dvojčelust'ovým drapákom preložiť do vopred vybudovanej kazety (nad kótou prevádzkovej hladiny) v bezprostrednej blízkosti podvodnej skládky, odkiaľ by bola možná jeho expedícia cudzím odberateľom alebo na definitívnu skládku nachádzajúcu sa na vzdušnej strane inundačnej hrádze zdrže Hrušov, ktorá by bola upravená podľa osobitných požiadaviek NÚHE s ohľadom na ochranu podzemných vôd.

Situovanie kaziet a ich tvar musí vyplynúť z výsledkov modelového výskumu, ktorý bude potrebné urobiť. Použitie sacieho bagra na premiestnenie sedimentov uložených na podvodnej skládke do kaziet sa nám nejaví ako najvhodnejšia technológia, nakoľko suspenzia, na báze ktorej sací bager pracuje, bude obsahovať 8-12 % pevných látok, zostávajúcu časť bude tvoriť voda, ktorú by bolo potrebné odvádzať z priestoru kaziet.

Umiestnenie podvodných skládok a kaziet je možné aj na pravej strane pozdĺž hrádze, tu sa však nepredpokladá taký rozsah odberov ako na ľavej strane zdrže a pravdepodobne tu budú platiť prísnejšie hygienické hľadiská.

V posudku sa uvádza: „Dá sa predpokladať, že pri súčasných cenách stavebných prác, cenová úroveň 1991, jednotková cena na odstránenie sedimentov zo zdrže Hrušov, počínajúc bagrovaním až po uloženie na definitívnu skládku presiahne hodnotu cca 120 Kčs/m³.“

Záverom bolo konštatované, na základe vyššie uvedeného, že odstraňovanie sedimentov nebude lacná záležitosť a bude potrebné v dostatočnom časovom predstihu vynaložiť nemalé finančné prostriedky na zaobstaranie technológie odstraňovania, dopravy a manipulácie so sedimentmi ako aj na vybudovanie podvodných skládok, kaziet, trvalých skládok a ich ochrany, ku ktorým bude potrebné pripočítať v danom časovom horizonte aj náklady na čistenie zdrže Hrušov od sedimentov.

Uvažovaná technológia vychádzala z predpokladu, že určitý čas 5 až 7 rokov bude možné sedimenty ponechať v zdrži. Na dĺžku času ponechania sedimentov v zdrži dá odpoveď chemizmus sedimentov a prípadný meniaci sa chemizmus povrchových vôd na Žitnom ostrove. Ak je možné sedimenty ponechať 7 rokov vyvstáva otázka účelnosti ich odstraňovania a tá bude určujúca aj pre technológiu. Ak nebude možné nechať sedimenty 5 až 7 rokov na mieste bude treba hľadať inú technológiu.

4.4.5. Popis prevádzkového odstraňovania sedimentov v rokoch 2011 - 2012

V rokoch 2011 a 2012 bolo realizované prevádzkové odstraňovanie sedimentov v plavebnom záreze v pl. km 32,00 až pl. km 35,00. Pre realizáciu odstraňovania sedimentov platili nasledovné podmienky.

Pri odčerpávaní dnových sedimentov dochádzalo k odsávaniu zmesi sedimentov, organických a anorganických zvyškov do priemeru 50 mm prostredníctvom sacieho zariadenia inštalovaného na plávajúcom pontóne. Počas samotného procesu odsávania riečnych sedimentov bol sediment nariedovaný vodou do čerpaceľnej konzistencie cca 6 - 35% (hmotnostných), pričom v okolí sacieho zariadenia nedochádzalo k zmúteniu vody riečnymi sedimentmi tak, aby bola ohrozená fauna zdrže Hrušov.

Plávajúci sací bager je jednoúčelové zariadenie skonštruované na selektívne odsávanie dnových sedimentov a v procese čistenia dna vodných plôch nedochádza k narušeniu a odsávaniu štrkovej vrstvy, ako aj narušaniu vodnej fauny, zakaleniu vody a úhynu rýb. Sacie zariadenie je pre odstraňovanie sedimentu do hĺbky do 5,5 m upevnené na výložníkovom

ramene. Pre prácu vo väčšej hĺbke (cca 15 m) je sacie zariadenie zavesená na lanových závesoch.

Výkon a pohyb sacieho bagra na vodnej hladine je vizuálne kontrolovaný jeho pozíciou pri činnosti vo vyhradenej ploche na odsávanie riečnych sedimentov. Pracovní priestor je označený plávajúcimi bójkami.

5. Popis zámeru

5.1. Návrh na rehabilitáciu plavebných parametrov

Cieľom návrhu na rehabilitáciu plavebných parametrov je trvalo udržateľné zabezpečenie plavebnej dráhy na vnútrozemskej vodnej ceste medzinárodného významu na rieke Dunaj v zdrži Hrušov.

Súčasťou návrhu je:

1. odstraňovanie sedimentov z vlastnej plavebnej dráhy v zdrži Hrušov vrátane plavebnej kynety,
2. odstraňovanie sedimentov z priestoru nad stupňom Čunovo v zdrži Hrušov za účelom optimalizácie prevádzania extrémnych prietokov a sedimentov za povodne do starého koryta Dunaja
3. doplnenie smerných a koncentračných stavieb pre optimalizáciu rýchlostného poľa v zdrži Hrušov a obmedzenie nadmerného zanášania
4. prevádzkové odstraňovanie prichádzajúceho sedimentu z vyššie uvedených lokalít tak, aby bola vodná cesta trvale zabezpečená.

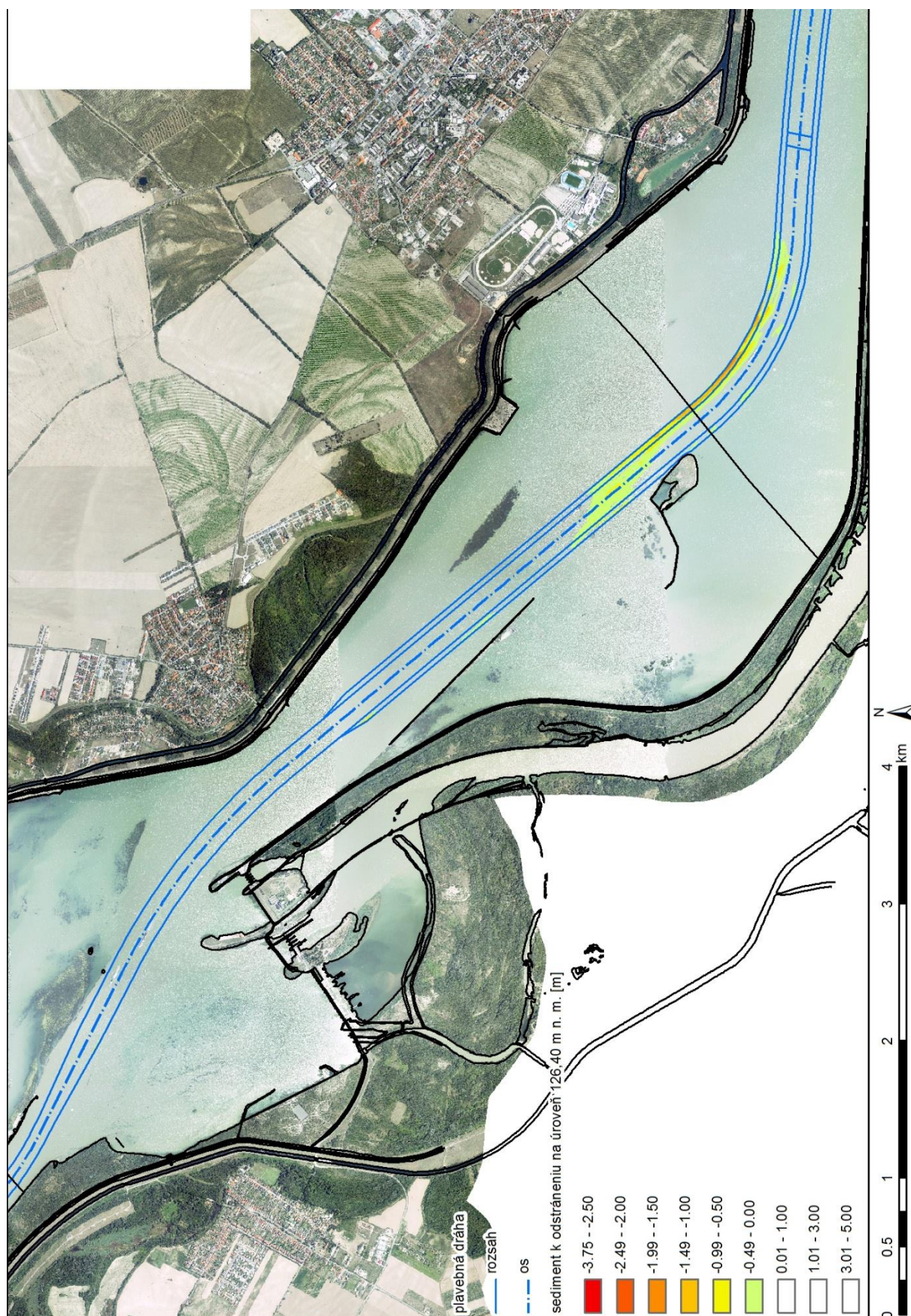
5.1.1. Plavebná kyneta v zdrži Hrušov

Odstraňovanie sedimentov je potrebné realizovať v plavebnej kynete v zdrži Hrušov, tvorenej plavebnou dráhou v šírke 180 m s obojstranným rozšírením o 40 m v km 4,0 – 10,0. Ako už bolo uvedené aj v materiáli SVP [4] je potrebné realizovať súčasne prevádzkové odstraňovanie sedimentu v zdrži aj mimo plavebnej dráhy.

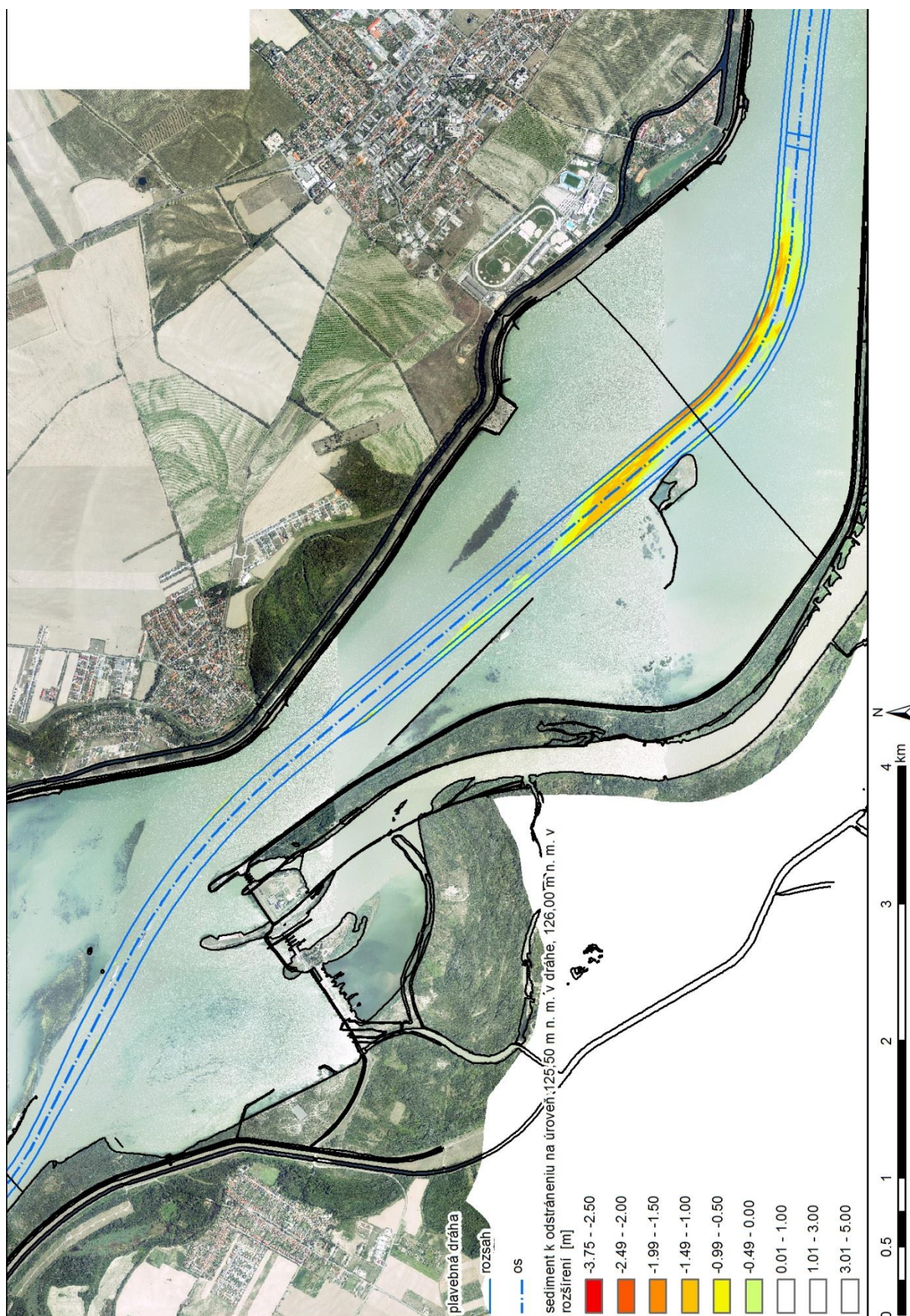
V prípade odstránenia sedimentov len v rozsahu plavebnej dráhy dochádza v krátkom čase, po prechode vyšších prietokov, k zaneseniu vyčisteného úseku plavebnej dráhy sedimentmi usadenými v jej blízkosti, pričom ich mocnosť miestami dosahuje aj 4 a viac metrov.

Navrhnuté etapy prác v oblasti plavebnej kynety

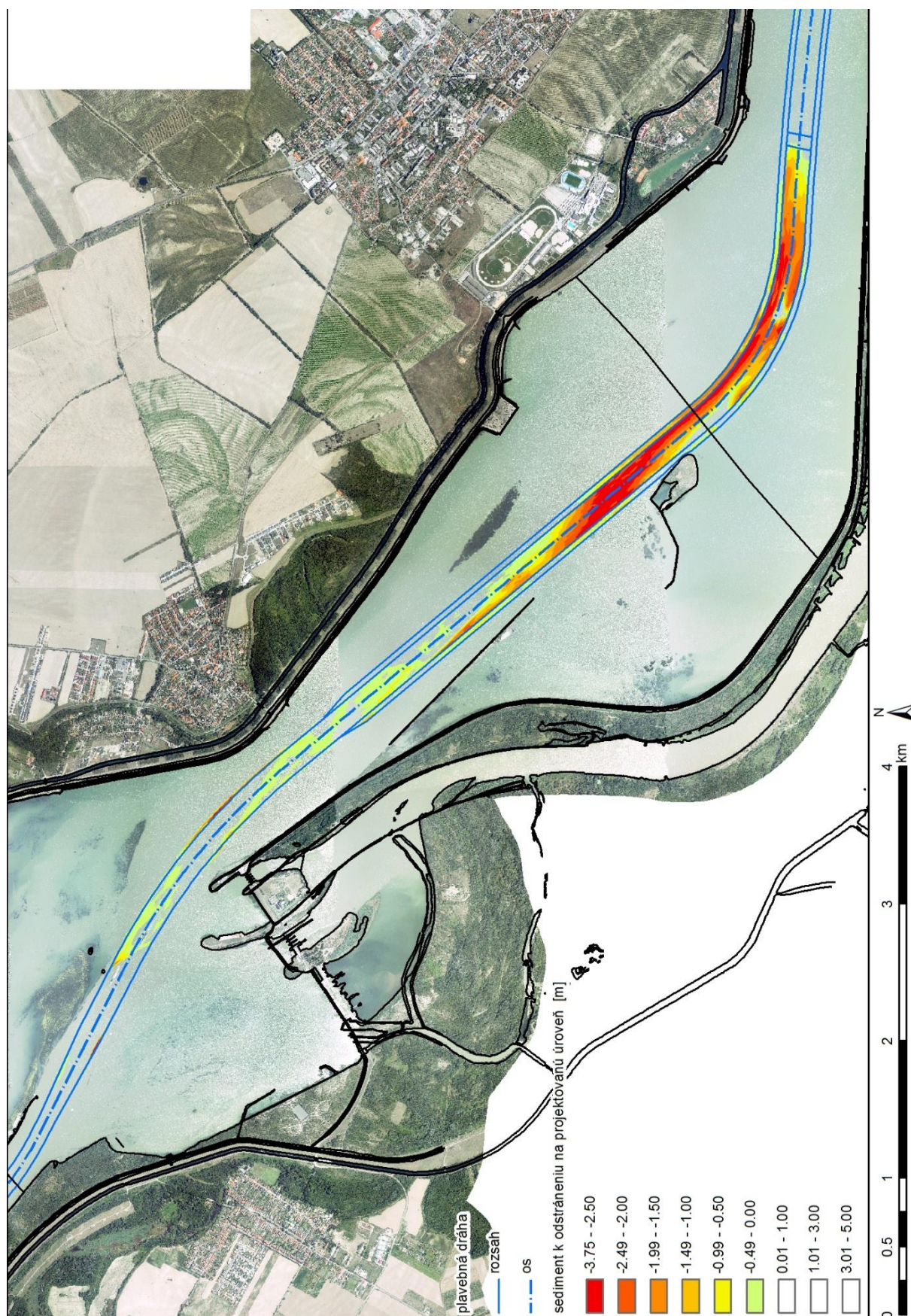
1. V prvej etape je navrhnuté odstránenie sedimentu z plavebnej dráhy aj obojstranné rozšírenie kynety o 40 m na úroveň 126,40 m n. m. tak, aby bola zaistená pri minimálnej prevádzkovej hladine 130,10 m n. m. potrebná plavebná hĺbka 35 dm + 2 dm. Podľa súčasných podkladov to zodpovedá kubatúre cca 160 000 m³ sedimentu. Rozsah je znázornený na Obr. 11.
2. V druhej etape je navrhnuté odstránenie sedimentu z plavebnej dráhy na úroveň 125,50 m n.m. a rozšírenie kynety 40 m na obe strany na úroveň 126,00 m n.m. tak, aby bola zaistená pri minimálnej prevádzkovej hladine pri mimoriadnej manipulácii 128,20 m n.m. obmedzená plavebná hĺbka 25 dm + 2 dm. Podľa súčasných podkladov to zodpovedá celkovej kubatúre cca 540 000 m³ sedimentu, po odpočítaní sedimentu z 1. etapy je množstvo 380 000 m³ sedimentu. Rozsah je znázornený na Obr. 12.
3. V tretej etape rehabilitácie plavebných parametrov je odstránenie sedimentu z plavebnej dráhy na projektovanú úroveň 124,00 m n.m. a protiprahom na kóte 125,50 na staničení cca 5,5-5,4 km plavebnej kynety a v rozšírení kynety 40 m na obidve strany na úroveň 126,00 m n.m. Podľa súčasných podkladov to zodpovedá celkovej kubatúre cca 1 650 000 m³ sedimentu, po odpočítaní sedimentu z 1. a 2. etapy ide o množstve 1 120 000 m³ sedimentu. Rozsah je znázornený na Obr. 13.



Obr. 11 - Vyznačenie sedimentu na odstránenie pre dosiahnutie úrovne plavebnej kynety 126,40 (zabezpečená hĺbka 35 dm+2 dm pri min. prevádzkovej hladine 130,10 m n. m., morfológia zdrže v plavebnej dráhe z roku 2017, množstvo sedimentu cca 160 000 m³)



Obr. 12 – Vyznačenie sedimentu na odstránenie pre dosiahnutie úrovne plavebnej kynety 125,50 (zabezpečená hĺbka 25 dm+2 dm pri min. hladine za mimoriadnej manipulácie 128,20 m n. m., morfológia zdrže v plavebnej dráhe z roku 2017, množstvo sedimentu cca 540 000 m³)

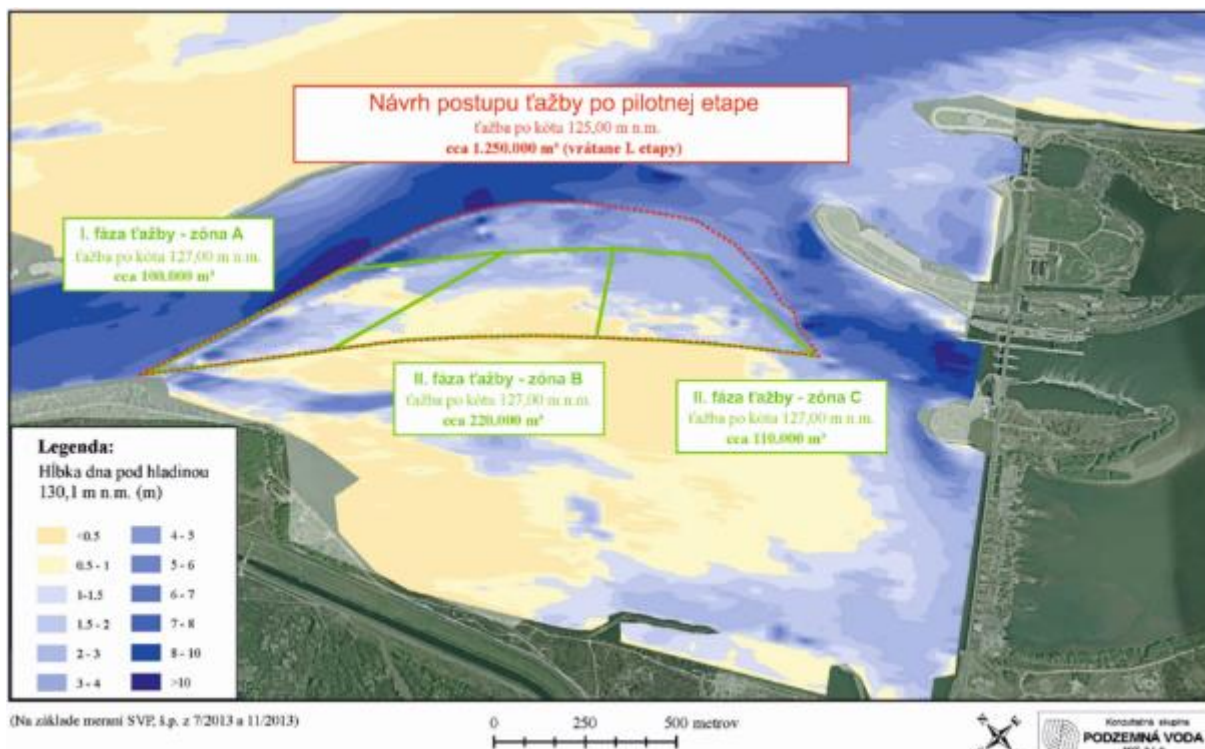


Obr. 13 – Vyznačenie sedimentu na odstránenie pre dosiahnutie projektovanej úrovne plavebnej kynyty (morfológia zdrže v plavebnej dráhe z roku 2017, množstvo sedimentu cca 1 650 000 m³)

5.1.2. Zdrž Hrušov nad stupňom Čunovo

V zmysle záverov monitorovacej správy [9] a na základe vyhodnotenia doterajších prác a opatrení odporúčame realizovať odstraňovanie sedimentov z hornej časti zdrže Hrušov nasledovným postupom (Obr. 14):

- V zóne A bude odstraňovaný sediment pravdepodobne tvorený prevažne jemnozrnnými sedimentami, miestami prerastenými koreňmi stromov a štrkopiesčitými sedimentami. V zóne B predpokladáme, že sediment bude vo vyšších horizontoch tvorený prevažne nespевnenými jemnozrnnými sedimentami, v hlbších horizontoch viac konsolidovanými a štrkopiesčitými sedimentami. Odstraňovanie sedimentu v oboch zónach odporúčame realizovať v nasledujúcej etape po kótu 127 m n.m. V zóne C treba odstrániť sedimenty nad kótou 128,0 m n.m., pričom tu predpokladáme prevahu jemnozrnných nespевnených sedimentov.
- Dnové sedimenty v zónach A a B sú väčšinou už viac konsolidované a pre ich efektívne odstraňovanie bude zrejme vhodné upraviť technológiu. Identifikované štrkovité sedimenty na dne zdrže odporúčame odstraňovať klasickým spôsobom (napríklad korčekovým/drapákovým bagrom), čo by znížilo náklady na ich odstraňovanie. Technológiou odsávania jemnozrnných dnových sedimentov pomocou plávajúceho sacieho bagra je možné efektívne odstraňovať nespевnené jemnozrnné sedimenty, ktoré sa ešte nachádzajú v zóne C.



Obr. 14 Navrhovaný postup ďalšieho prevádzkového odstraňovania sedimentov zo zdrže Hrušov, morfológia koryta Dunaja v úseku pod Bratislavou v období r. 2007-2009 (SVP š.p. OZ Bratislava)

Navrhnuté etapy prác v oblasti nad stupňom Čunovo

Na Obr. 14 je odstraňovanie sedimentu rozdelené na dve etapy:

1. V prvej etape sa plánuje odstrániť sediment vo vyznačenej oblasti zdrže Hrušov nad stupňom Čunovo na kótu 127,00 m n. m. Celkovo ide o 430 000 m³ sedimentu. Pracovný postup je navrhnutý smerom po prúde v troch fázach.

2. V druhej etape dôjde k odstráneniu sedimentu nad stupňom Čunovo na kótu 125,00 m n. m., po odpočítaní prvej fázy sa jedná o odstránenie cca 820 000 m³ sedimentu.

5.1.3. Návrh na doplnenie technických opatrení

- Predĺženie smernej stavby na pravom brehu plavebného zárezu v pl. km 34,610 až po pl. km 33,440 t.j. na dĺžku cca 1170 m.
- V rámci prevádzkového odstraňovania sedimentu postupne odstraňovať zakolmatovanú vrstvu v hr. cca 1,0 m zo vsakovacích plôch na brehoch a na dne ponoreného koryta Dunaja v zdrži a z týchto plôch na brehoch a dne plavebného zárezu v celej jeho dĺžke.

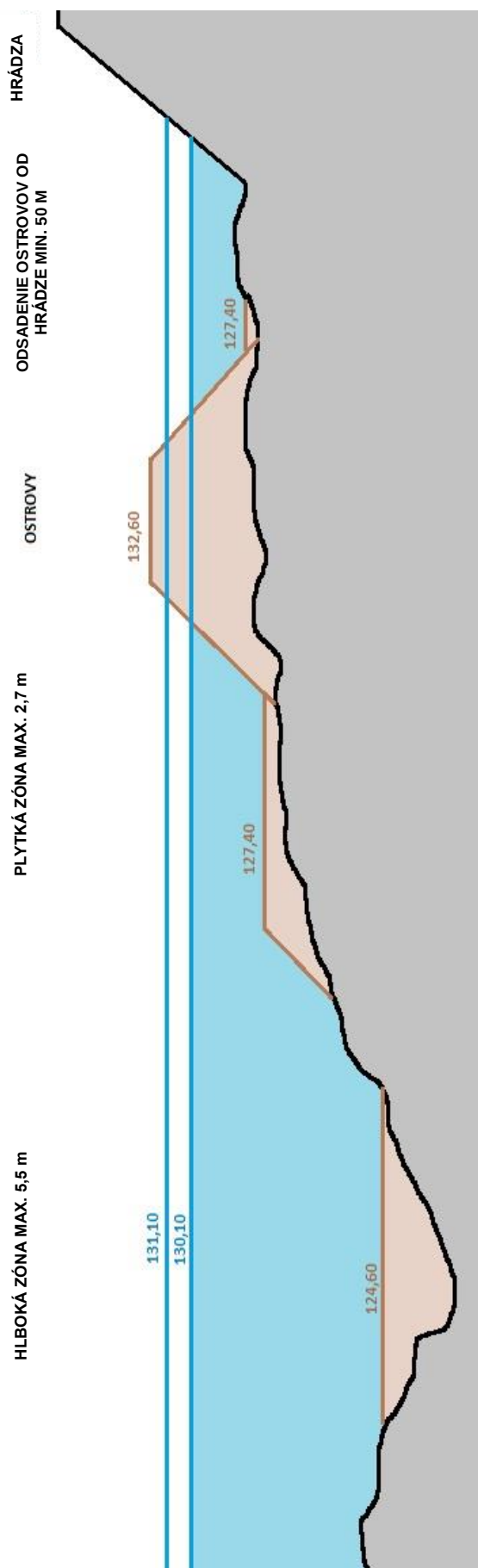
5.2. Návrh priestoru na ukladanie odstráneného sedimentu

V minulosti boli posudzované viaceré lokality a spôsoby na ukladanie sedimentov v priestoroch zdrže. Niektoré boli ku dnešnému dňu zrealizované. Jednalo sa o lokality na ľavej i na pravej časti zdrže. Tým, že v rozšírených častiach zdrže dochádza k spomaleniu prúdu vody a teda k zníženiu unášacích rýchlostí vody, sediment sa tu usadzuje vo zvýšenej miere. Pri výbere vhodnej lokality je potrebné zohľadniť možné dopady na existujúce vodné zdroje, prírodné prostredie, chránené územie a v neposlednom rade na plnenia účelu vodného diela a zabezpečenie požadovaných parametrov medzinárodnej vodnej cesty.

Po zvážení uvedených podmienok a zohľadnení doteraz vykonaných výskumov, posudkov a monitoringu navrhujeme ukladať sedimenty v južnej časti zdrže Hrušov v lokalite za usmerňovacou stavbou a Vtáčím ostrovom medzi pl. km 32,0 až pl. km 36,0. Lokalita je znázornená na Obr. 17.

V rámci návrhu priestoru pre ukladanie sedimentu je uvažované so zriadením ostrovov s opevnenými, čiastočne opevnenými a neopevnenými prirodzenými brehmi. Kóta terénu ostrovov je navrhnutá 132,60 m n. m., tj. 1,5 m nad úroveň maximálnej prevádzkovej hladiny 131,10 m n. m. Ostrovy budú vytvárané postupne v poradí, ako znázorňuje Obr. 17. Súčasťou návrhu depónie je predĺženie existujúcej smernej stavby A o cca 610 m. Nová hrádzka je uvažovaná ako prelievaná s korunou na kóte 129,60. V rámci postupného vytvárania ostrovov je potrebné zachovať manipulačný pruh šírky minimálne 50 m medzi existujúcou hrádzkou a novozriadenými ostrovmi. Plocha depónie bude rozdelená na plytkú a hlbokú zónu. V plytkej zóne bude terén doplnený na kótu 127,40 (hlbka 2,7 m od minimálnej prevádzkovej hladiny). V hlbkej zóne bude terén doplnený na kótu 124,60 (hlbka 5,5 m od minimálnej prevádzkovej hladiny).

Maximálne množstvo sedimentu, ktoré je možné uložiť na takto navrhnutú depóniu je cca 6 880 000 m³. Objemy jednotlivých postupných častí sú vyčíslené v tabuľke na Obr. 17. Schematické znázornenie depónie je uvedené na Obr. 15.



Obr. 15 – Schematické znázornenie priestoru pre ukladanie sedimentu

Tvar, veľkosť a vzájomné usporiadanie ostrovov bude predmetom ďalšieho riešenia a overenia modelovým výpočtom. Predpokladá sa, že časť týchto ostrovov bude v exponovaných oblastiach opevnená lomovým kameňom, časť bude ponechaná bez opevnenia samovoľnému prirodzenému vývoju.

Z hľadiska postupu prác sa predpokladá postupné vyplňovanie priestoru a súčasná tvorba ostrovov tak, aby boli práce vždy v jednotlivých etapách ukončené a až potom pokračovali na ďalších miestach.

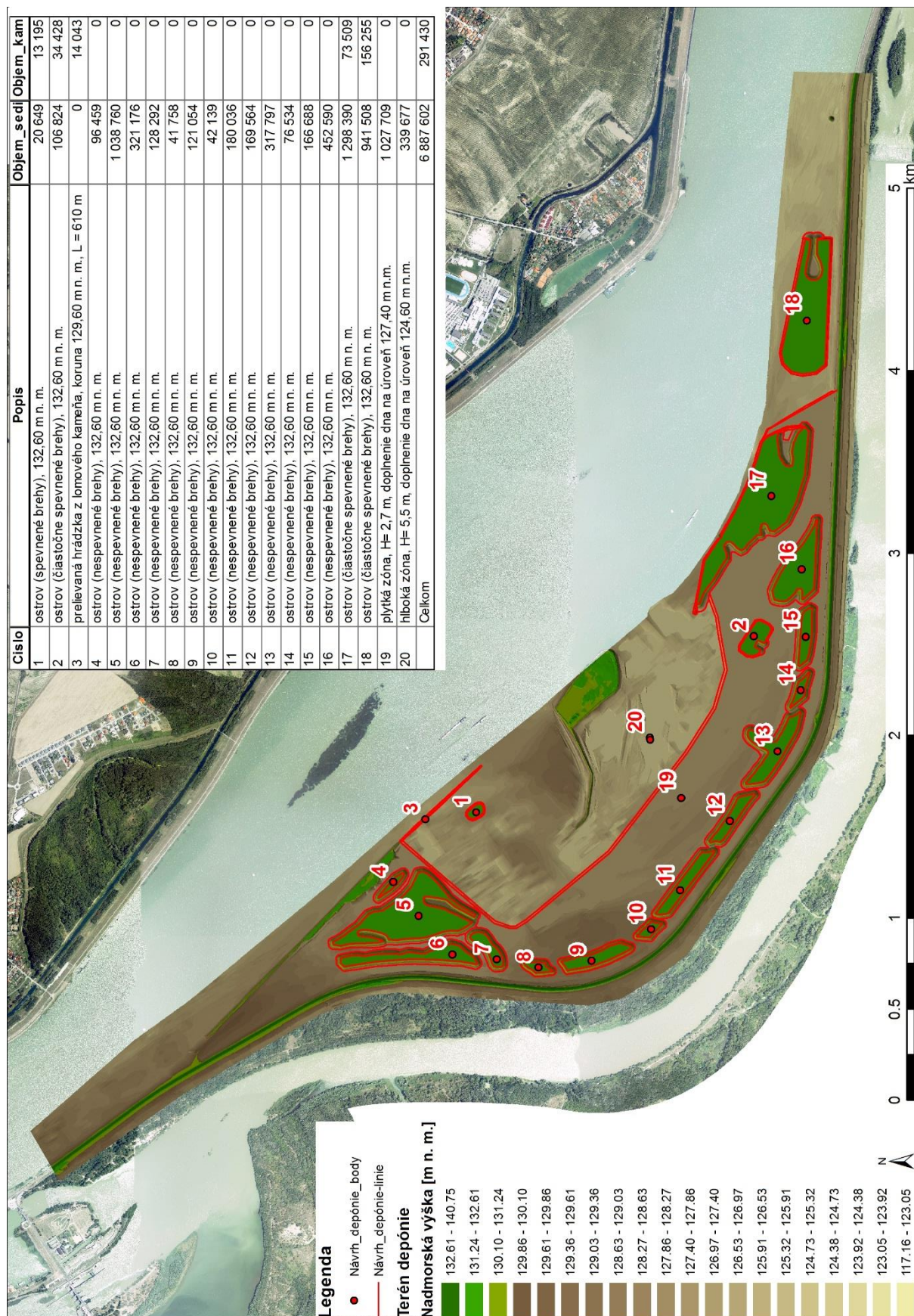
Sediment nebude ukladany priamo na tesnenie hrádze z dôvodu možnosti vykonávať pravidelný vykonávať pravidelný monitoring funkčnosti tesnenia a kontrolu jeho stavu. Medzi hrádzou a depóniou sedimentu bude ponechaný voľný priestor v dostatočnej šírke pre zaistenie možnosti jej údržby.

5.2.1. Fázy

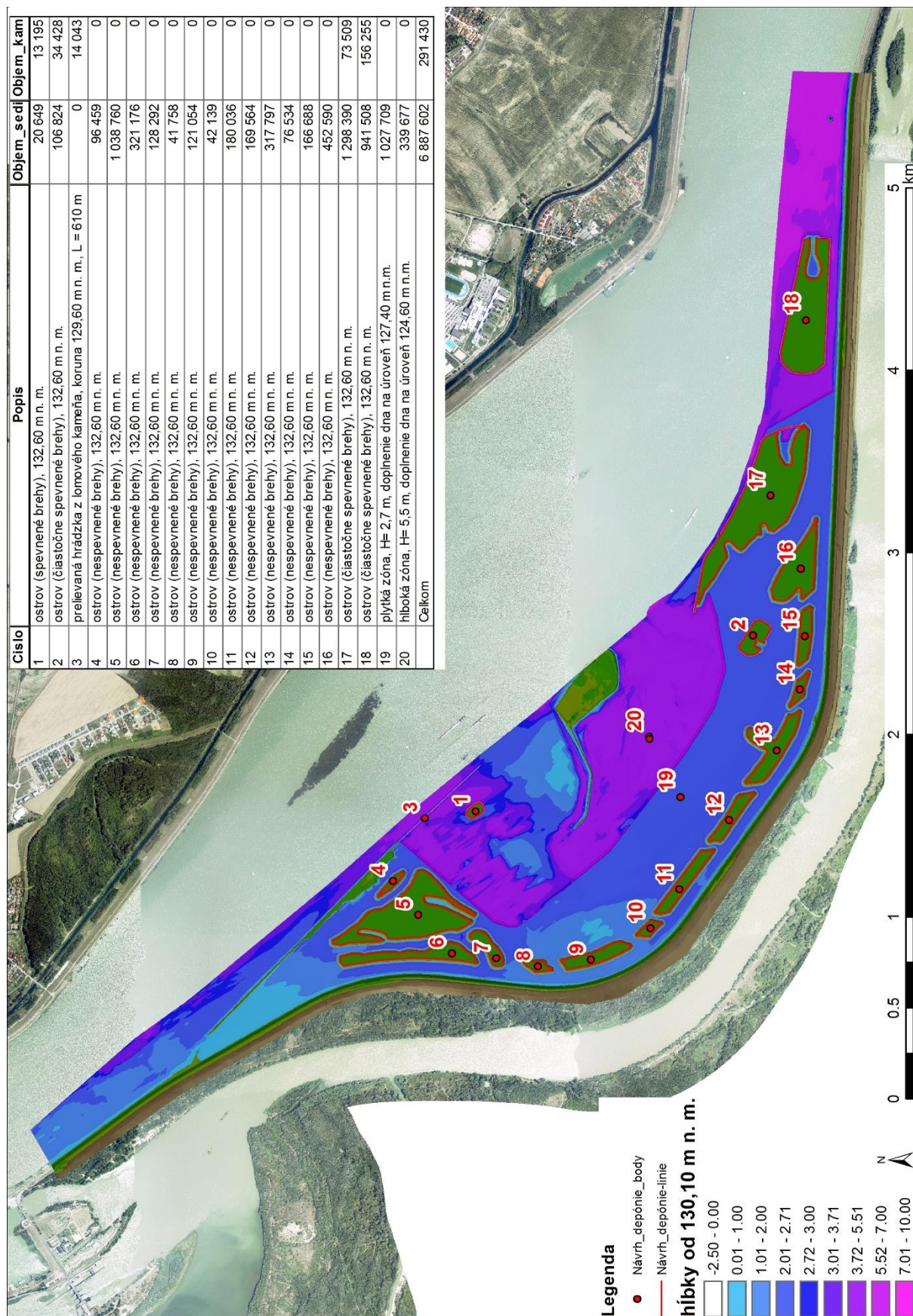
Priestor na ukladanie odstráneného sedimentu bude zaplňovaný postupne v smere prúdu. Jednotlivé fázy budú zodpovedať fázam odstraňovania sedimentu.



Obr. 16 – Pohľad na návrh depónie v 3D axonometrickom pohľade od stupňa Čunovo smerom po prúde



Obr. 17 – Návrh priestoru na ukladanie odstráneného sedimentu vrátane postupu prác



Obr. 18 – Návrh priestoru na ukladanie odstráneného sedimentu – mapa hĺbok pri hladine 130,10 m n. m.

5.3. Technológia

Na zvládnutie odstraňovania a prepravy uvedeného množstva sedimentov bude potrebné použiť vhodnú a výkonnú technológiu. Ako už bolo uvedené v predchádzajúcich kapitolách pri odstraňovaní sedimentov je potrebné uvažovať s dvoma druhmi technologických zariadení.

- Na odstraňovanie zemných a štrkových vrstiev v mocnostiach cca 1,2 m je potrebný plávajúci korčekový bager. Materiál je bagrom nakladaný do člnov, ktoré ho následne dopravia na miesto uloženia.
- Na odstraňovanie jemných zvodnených sedimentov, organických a anorganických zvyškov do priemeru 50 mm je potrebné používať sacie bagre. Sediment je následne výtlačným potrubím dopravovaný na miesto uloženia resp. ďalšieho spracovania.

5.3.1. Zhodnotenie vplyvu prác na zvýšenie zákalu

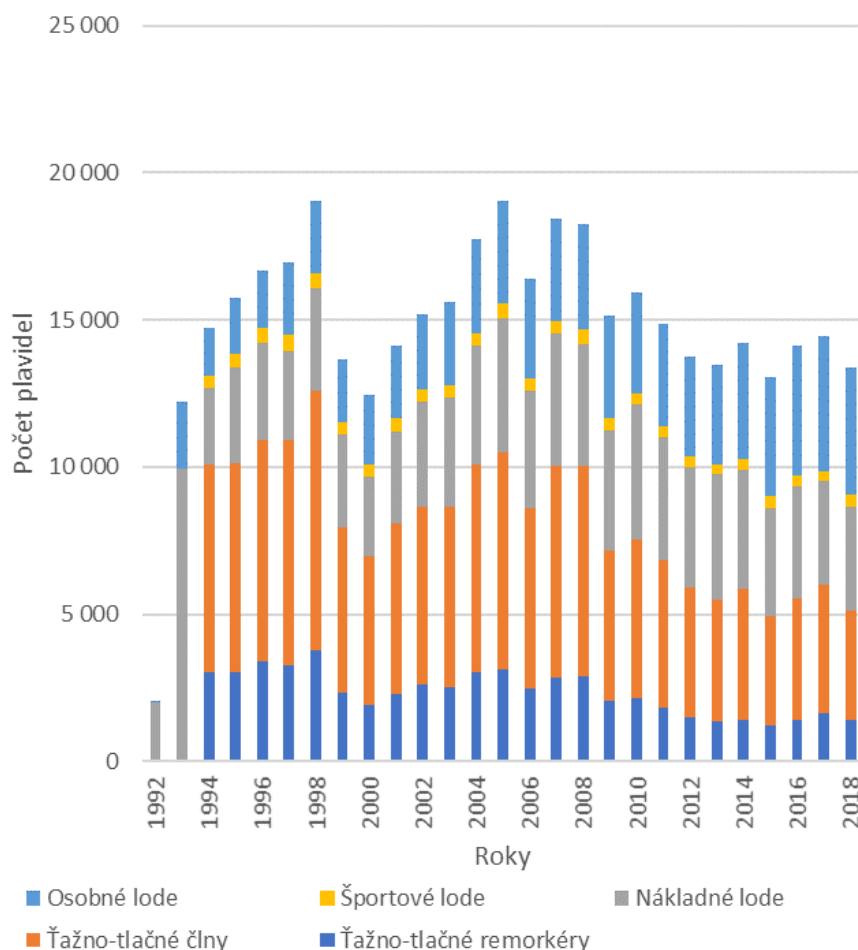
Súčasný prirodzený zákal je závislý od hydrologickej situácie v povodí Dunaja. Zákal je v priebehu bežného roka premenlivý a vyskytuje sa aj za bežných prietokov v Dunaji. Na zákal majú vplyv aj menšie prítoky, kde v dôsledku lokálnych zvýšených prietokov dochádza k odnosu sedimentu, ktorý postupuje ďalej Dunajom. Príklad prirodzeného zákalu je znázornený na niekoľkých leteckých snímkach z oblasti ústia Moravy do Dunaja.





Obr. 19 – Príklad variability prirodzeného zákalu v ústí Moravy do Dunaja pri Devíne.

Existujúci zákal spôsobený lodnou dopravou je daný intenzitou lodnej dopravy. Ročné množstvo lodí, preplavených cez plavebné komory na Vodnom diele Gabčíkovo od roku 1992 je uvedené na nasledujúcom Obr. 20. Priemerná intenzita dopravy cez Vodné dielo Gabčíkovo je zhruba 15 000 plavidiel / rok (viac ako 41 plavidiel denne).



Rok	Počet plavidiel
1992	2066
1993	12204
1994	14742
1995	15759
1996	16683
1997	16965
1998	19061
1999	13638
2000	12470
2001	14146
2002	15211
2003	15626
2004	17739
2005	19025
2006	16400
2007	18463
2008	18242
2009	15165
2010	15951
2011	14853
2012	13767
2013	13468
2014	14209
2015	13050
2016	14108
2017	14461
2018	13361

Obr. 20 – Prevádzka plavebných komôr na Vodnom diele Gabčíkovo

Vplyvom odstránenia sedimentu zo zdrže dôjde k zvýšeniu hĺbky vody v plavebnej dráhe a v jej dôsledku k zníženiu zákalu, spôsobeného lodnou dopravou, v porovnaní so stavom, keď je dno zanesené sedimentmi.

V rámci hodnotenia existujúceho zákalu je nutné uvažovať so zákalom, ktorý je spôsobený priebežným prevádzkovým odstraňovaním sedimentu. Ročný objem doposiaľ odstraňovaného sedimentu sa pohybuje zhruba okolo 50-90 tis. m³ – v priemere cca 70 tis. m³.

Zvýšenie zákalu vplyvom odstraňovania sedimentu v rámci DaReM možno očakávať vplyvom zvýšenia lodnej prevádzky a vplyvom odstraňovania a ukladania sedimentu. Z hľadiska zvýšenia zákalu vplyvom lodnej prevádzky možno vychádzať z vyššie uvedených skutočností. Priemerný ročný počet plavidiel je cca 15 000 ks. Ak budeme vychádzať z predpokladu použitia člnov s kapacitou 300 m³, pohybuje sa v zdrži v rámci prevádzkového odstraňovania sedimentu ročne cca 233 plne naložených plavidiel, celkom vr. opätovného pristávania 466 ks (cca 1,28 plavidiel denne). V rámci DaReM sa uvažuje s odstraňovaním sedimentu v množstve cca 500 000 m³/rok. Dôjde tak k navýšeniu množstvo cca 430 000 m³ sedimentu, čo predstavuje cca 1433 plne naložených člnov, celkom vr. opätovného pristávania 2 866 ks (cca 7,9 plavidiel denne). Zvýšenie prevádzky plavidiel v zdrži Hrušov v porovnaní so súčasným stavom možno očakávať do 20%. Časť sedimentu bude dopravovaná v člnoch. Predpokladá sa, že podľa charakteru sedimentu bude časť sedimentu priamo čerpaná od sacieho bagra na miesto uloženia. Využitím tejto technológie dôjde k ďalšej redukcii zákalu vplyvom pohybu plavidiel.

Zákal, vzniknutý vplyvom vlastného odstraňovania a ukladania sedimentu sa javí ako nevýznamný, v porovnaní s ostatnými prirodzenými zdrojmi zákalu závislými od hydrologickej situácie v povodí Dunaja a jeho prítokov a ďalej so zdrojmi spôsobenými lodnou dopravou na medzinárodnej vodnej ceste.

5.4. Ročné objemy prác

Z predložených monitorovacích správ je zrejmé, že každoročný prírastok sedimentov v zdrži Hrušov predstavuje cca 300 000 až 500 000 m³, v prípade výskytu povodní blízkyh Q₁₀₀ sa pohybuje prírastok sedimentov do zdrže v množstve 1,5 až 1,9 mil. m³.

Doposiaľ bolo zo zdrže Hrušov uskutočňované ročné odstraňovanie sedimentov v objemoch 50 až 90 tisíc m³ sedimentov.

Vzhľadom na potrebu trvalo udržateľného zabezpečenia plavebnej dráhy na vnútrozemskej vodnej ceste medzinárodného významu na rieke Dunaj, je v zdrži Hrušov uvažované s ročným množstvom odstraňovaných sedimentov cca 500 000 m³. Ukladanie sedimentu do navrhnutého priestoru bude prebiehať až do jeho zaplnenia podľa navrhovaného postupu v kapitole 5.2., čo môže vzhľadom k jeho kapacite a predpokladanej intenzite odstraňovania trvať cca 14 rokov. Potom bude musieť byť nájdený iný spôsob nakladania so sedimentom.

Súčasne sa predpokladá, že vplyvom úpravy dna nad stupňom Čunovo a úpravou rýchlostného poľa dôjde k zníženiu ročného množstva usadeného sedimentu.

Tab. 2 – Predbežná bilancia kubatúr priestoru pre ukladanie sedimentu

rok	prírastok sedimentu v zdrži Hrušov	odstránené množstvo sedimentu	rozdiel	zostávajúca kapacita priestoru na ukladanie sedimentu
stav				6 880 000
1. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	6 380 000
2. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	5 880 000
3. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	5 380 000
4. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	4 880 000
5. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	4 380 000

6. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	3 880 000
7. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	3 380 000
8. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	2 880 000
9. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	2 380 000
10. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	1 880 000
11. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	1 380 000
12. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	880 000
13. rok	~ 400 000	500 000	-100 000	380 000
14. rok	~ 400 000	380 000	20 000	0
CELKOM	5 600 000	6 880 000	-1 280 000	

Pilotná prevádzka bude prebiehať po dobu 2 rokov. V Tab. 2 je toto obdobie pilotnej prevádzky vyznačené farebne. Predpokladá sa, že počas pilotnej prevádzky budú v rámci depónie realizované prvky č. 1,2,3,4 a započne sa realizáciou časti ostrova č.5.