

**VÝSKUMNÝ ÚSTAV VODNÉHO HOSPODÁRSTVA**  
Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava



**Hydromorfologický monitoring pre hodnotenie  
ekologického stavu (GES, GEP) vodných útvarov  
v súlade s RSV 2000/60/ES**

**M E T O D I K A**



Bratislava, 2008

## Úvod

Cieľom hydromorfologického monitoringu je v súlade s požiadavkami implementácie rámcovej smernice o vode 2000/60/EC jednak dokumentovať hydromorfologický stav vodných útvarov a hodnotiť jeho vývoj jednak overiť účinnosti navrhnutých a realizovaných revitalizačných opatrení (resp. zmierňujúcich opatrení) a to na základe hodnotenia zmien vybraných hydromorfologických charakteristík. V zmysle týchto požiadaviek musí byť hydromorfologický monitoring vodných útvarov doplnený hydrobiologickým monitoringom, ktorého výsledky budú pri konečnom hodnotení rozhodujúce.

Hydromorfologický monitoring sa vykonáva na definovaných na:

- prirodzených vodných útvaroch – toky bez významnejších zásahov v koryte a inundácii. Na týchto tokoch je v súčasnosti ***dobrý ekologický stav (GES)***;
- na vodných útvaroch, ktoré sú v riziku (kandidáti HMWB) – toky sú nepriaznivo ovplyvnené úpravami a rôznymi zásahmi v koryte a inundácii avšak revitalizačnými opatreniami je možné dosiahnuť ***dobrý ekologický stav (GES)***;
- Významne ovplyvnených vodených útvaroch (HMWB) - toky sú úpravami ovplyvnené natoľko, že revitalizačnými opatreniami (ktoré by neboli neúmerne drahé a nemali by významný vplyv na využívanie vody) *nie je možné dosiahnuť dobrý ekologický stav*. Tieto toky sú zatriedené do kategórie významne pozmenených vodných útvarov (HMWB) resp. do skupiny umelých vodných útvarov. Na takých tokoch sa budú navrhovať „zmierňujúce opatrenia“, pomocou ktorých bude možné dosiahnuť ***dobrý ekologický potenciál (MEP)***

V rovnakých lokalitách sa bude vykonávať aj komplexný hydrobiologický monitoring.

V úvodnej fáze sa do monitoringu navrhujú vodné útvary s povodím väčším ako 100 km<sup>2</sup>, v druhej fáze sa vypracuje návrh monitoringu aj pre menšie toky s plochou povodia menšou ako 100 km<sup>2</sup>. Prioritu majú aj významne pozmenené vodné útvary, ktorých konečné zatriedenie do skupiny HMWB musí byť podložené výsledkami monitoringu.

Hydromorfologický monitoring je rozdelený na dva základné typy:

- ***Základný*** – hydromorfologický monitoring sa opakuje po šiestich rokoch - realizuje sa na tokoch prirodzených resp. mierne ovplyvnených, kde sa na základe ich súčasného stavu nepredpokladajú významnejšie zmeny;
- ***Prevádzkový*** – hydromorfologický monitoring sa opakuje každý rok - realizuje sa na tokoch stredne a význame ovplyvnených, kde sa predpokladajú výraznejšie zmeny aj v priebehu jedného roka;

Veľmi dôležité je stanovenie lokality – monitorovaného úseku toku, ktorý sa najprv stanoví na základe dostupných informácií o toku, neskôr však by mal úsek spresniť na základe terénneho prieskumu. Hydromorfologický monitoring by sa mal vykonať pre existujúce morfologické, sedimentačné a hydrologické podmienky pozdĺž prirodzeného alebo upraveného úseku toku v dĺžke rovnajúcej sa aspoň sedem - násobku šírky toku.

V stručnej metodike hydromorfologického monitoringu uvádzame postupy sledovania a hodnotenia najvýznamnejších hydromorfologických charakteristík, ktoré môžu byť revitalizačnými opatreniami ovplyvnené, a ktoré by sa mali sledovať. Ich rozsah bude

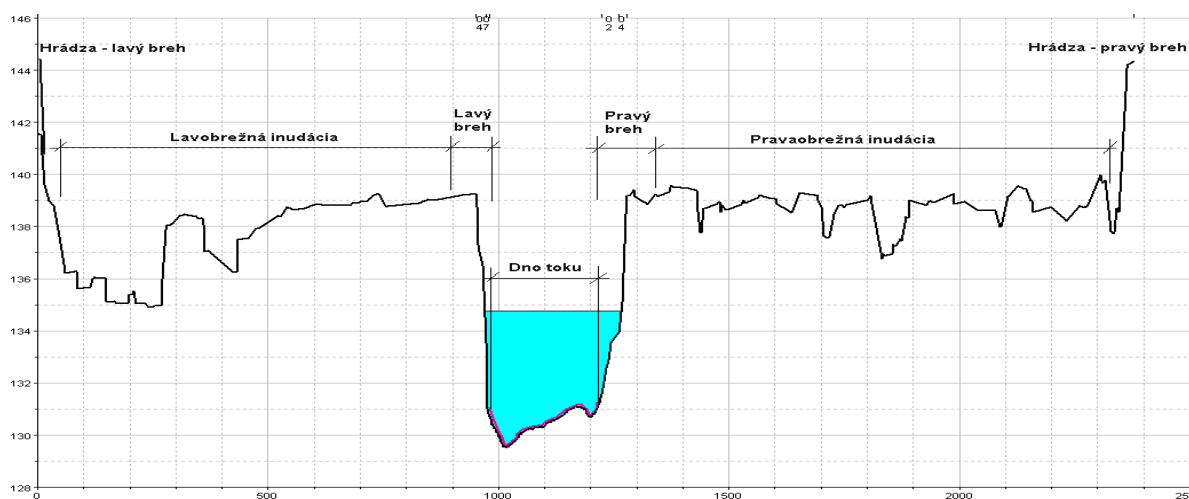
potrebné upraviť pre každý sledovaný úsek toku individuálne na základe terénneho prieskumu (s ohľadom na dané špecifiká každého vodného útvaru), tak aby boli hodnotené charakteristiky reprezentatívne a dostatočne vystihovali hydromorfologické zmeny daného vodného útvaru.

## 1. Hydromorfologické charakteristiky zahrnuté do monitoringu

Okrem základného popisu vybraného vodného útvaru (názov toku, dĺžka monitorovaného úseku, typ toku) a jeho lokality (km) sa budú sledovať tieto hydromorfologické prvky (Obr.1):

### KORYTO:

- Členitosť koryta – priečna (variabilita šírky a hĺbky koryta); pozdĺžna (striedanie brodov a zdrží); sklon toku (miestny); hydrologická konektivita (odrezanie meandrov – skrátenie toku, ramená, meandre);
- Dno toku – stabilita riečneho dna (erózia/sedimentácia; pohyblivé/stabilné); transport sedimentov (prietok splavenín/plavenín); dnové útvary (vrásky, duny, antiduny); dnový materiál (fyzikálne charakteristiky);
- Dnové útvary v koryte – makroútvary - lavice (vrcholové, bočné, stredové) a ostrovy; morfologický typ koryta – pôdorysné usporiadanie toku;
- Typ prúdenie: základné typy prúdenia - riečne, bystrinné; ovplyvnené vzdutie; fluktuácia hladiny (pod VE), miestny sklon sledovaného úseku;
- Pozdĺžna kontinuita: bariéry na toku, rybovody;
- Iné objekty na toku: pozdĺžne stavby, výhony a iné;



Obr. 1 Schéma základných častí riečneho systému, na ktorých sa bude vykonávať monitoring

### BREHY:

- Stav prirodzených brehov: výška brehu, materiál brehu, stabilita brehu náchylnosť na eróziu (zosuvy, previsy, atď.);
- Stav upravených brehov: typ opevnenia, dĺžka a výška opevnenia;
- Príbrežná vegetácia: popis typu porastu a hustota pozdĺž sledovaného úseku;

## **INUNDÁCIA:**

- Intravilán: typ protipovodňovej ochrany, kapacita koryta (Q)
- Extravilán: protipovodňové hrádze (typ a stav hrádzi), kapacita koryta veľkých vôd (Q), rozsah zmenšenia pôvodného záplavového územia; vodné útvary v inundácii (ramená, meandre, jazerá, mokrade)
- Vegetácia: rozsah a typ vegetácie v inundácii;

## **HYDROLÓGIA:**

- Charakteristické prietoky.  $Q_a$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{kor}$ ,  $Q_{365}$ ,  $Q_{eko}$
- Zmeny hydrologického režimu: fluktuácia prietokov (pod hydroelektrárnami); regulácia prietokov v oblasti derivácií – zostatkový prietok; zavzdutie hladín;
- Významné odbery (ovplyvňujúce prietokové pomery);
- Prítoky: popis prítoku v rámci sledovaného úseku (názov, lokalita, spôsob zaústenia)

## **2. Použité postupy – všeobecne**

### ***2.1 Predbežné hodnotenia vodných útvarov***

Predbežné hodnotenia vybraných vodných útvarov sa budú vykonávať na základe analýz:

- Mapových podkladov - aktuálnych, historických, tématických (geologické, geofyzikálne, atď.),
- Letecké snímky, DTM
- Databázy existujúcich technických dokumentov, pasportov, projektov, štúdií, atď.

Z existujúcich podkladov sa predbežne stanoví morfológické charakteristiky a tiež sa prevezmú a zhodnotia všetky ďalšie dostupné dôležité informácie (hydrologické charakteristiky, odbery vody, úpravy toku, objekty, atď.). Výsledky predbežnej analýzy slúžia jednak k zvoleniu vhodného technického vybavenia pre terénne merania, ku stanoveniu rozsahu meraných charakteristík a tiež k správne mu rozvrhnutiu monitorovacích terénnych prác. Na základe predbežného hodnotenia vodného útvaru sa stanoví počet a rozmiestnenie priečných profilov, ktoré sa znázornia do mapových podkladov (príp. leteckých snímok).

### ***2.2 Terénne práce***

Na základe výsledkov predbežného hodnotenia a súhrnných poznatkov sa vykoná príprava rozsahu hydromorfologických meraní a vhodného technického vybavenia. Pred zahájením samotných terénnych meraní sa vykoná:

- Detailná obhliadka vybranej lokality – na základe zistených skutočností prípadná zmena (mierny posun) sledovaného úseku a úprava metodiky a rozsahu meraní;
- Spresnená lokalita monitorovaného toku sa zaznačí do mapy (1:10000, 1: 50000);
- zamerajú sa všetky hydromorfologické charakteristiky

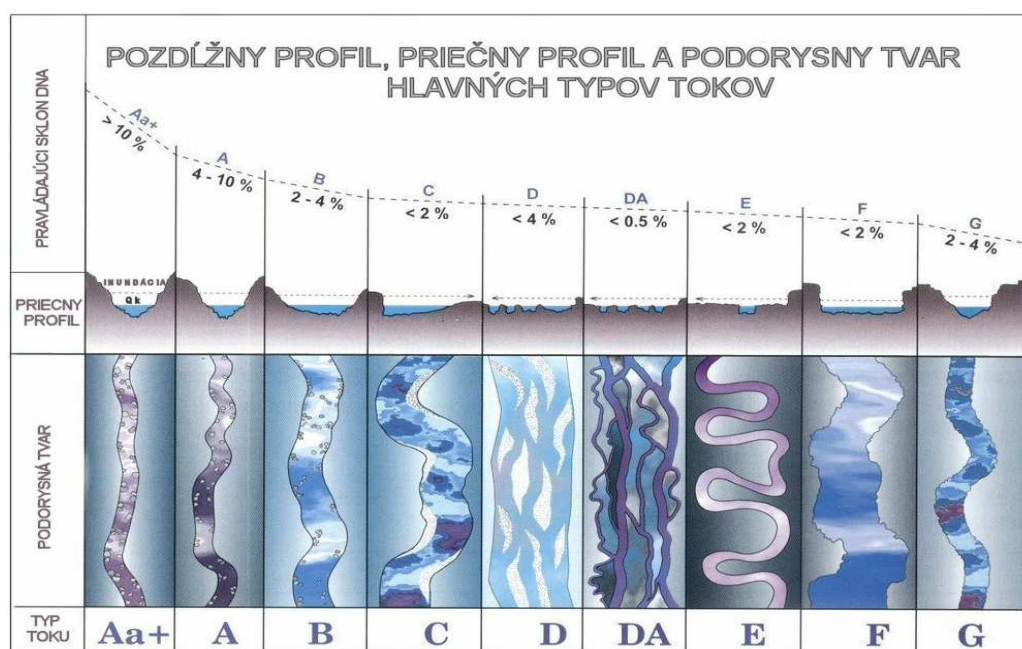
### 3. Hydromorfologické charakteristiky – postupy pri monitorovaní

#### 1) Stanovenie dĺžky monitorovacieho úseku toku

Pri stanovení dĺžky monitorovacieho úseku je potrebné prihliadať na špecifické hydromorfologické charakteristiky každého toku. Všeobecne však dĺžka sledovaného úseku by sa mala pohybovať v rozsahu 15 – 20 B, kde B je šírka monitorovaného toku. Dĺžku monitorovacieho úseku toku je však možné meniť v závislosti od konkrétnych podmienok tak, aby monitorované hydromorfologické charakteristiky toku dostatočne reprezentovali aktuálny stav toku resp. prípadné zmeny.

#### 2) Morfológický typ toku – pôdorysný tvar koryta

Typ toku sa stanoví na základe kombinácie základných morfológických charakteristík koryta (obr. 1 - sklon toku, tvar priečného profilu, charakter terénu) a pôdorysného tvaru koryta (priamy, meandrujúci, rozvetvený (anastomózný), divočiaci (braided)). Pre východiskové hodnotenie pri upravených tokoch treba zatriediť tok podľa pôvodného tvaru.

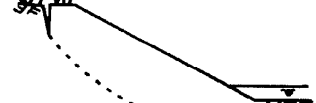


Obr. 2 Morfológická typológia tokov podľa Rosgenovej klasifikácie (Rosgen, 2004)

#### 3) Nestabilita korýt tokov a erózia brehov

Erózia riečnych brehov na prirodzených úsekoch tokov môže spôsobiť vážne problémy inžinierom, ekológom i farmárom hospodáriacim na poľnohospodárskej pôde (v blízkosti tokov), ktorá je vodnou eróziou ohrozená. Nebezpečenstvu sú vystavené objekty vybudované v pririekovej zóne a inundácii a aj samotné toky, ktoré sú vplyvom erózie ohrozené poprúdovou sedimentáciou. Erózia môže tiež podmieniť pomerne rozsiahlu nestabilitu koryta toku. Procesy erózie brehov sú kľúčové pri vývoji meandrov a divočiach riečnych systémov, zmien inundácie a aj v systéme dynamiky transportu sedimentov v povodí. Kontrolovaná brehová erózia a laterálny pohyb koryta však podporuje aj vysokú biologickú diverzitu inundácie a podieľa sa aj na vytváraní nových stanovišť pre osídľovanie ďalšími druhmi flóry i fauny.

OBR. 3 TYPY NARUŠENIA BREHOV VPLYVOM NESTABILITY (ERÓZIE)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Predtým</p>                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Predtým</p>                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Predtým</p>                                                                                                                                                                                           | <p>Predtým</p>  <p>Šmyková trhlina<br/>Vypuklina<br/>Erózia</p>                                                                                                                                        |
| <p>Potom</p>                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Potom</p>                                                                                                                                                                                                                                           | <p>Potom</p>                                                                                                                                                                                             | <p>Potom</p>                                                                                                                                                                                           |
| <p>a) POŠKODENIE PLYTKÉHO BREHU</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- nízky sklon brehu</li> <li>- obyčajne v nekohéznych materiáloch</li> <li>- porušenie brehu paralelné so sklonom <math>\alpha = \phi</math></li> <li>- priesaková voda môže výrazne redukovať <math>\alpha</math></li> <li>- vegetácia pomôže stabilizovať takýto breh</li> </ul> | <p>b) PLOŠNÉ POŠKODENIE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- strmé až kolmé brehy</li> <li>- často (nie však vždy) v nekohéznych materiáloch</li> <li>- úroveň hladiny vo vzťahu k výške brehu je relatívne nízko</li> </ul>                                                                                                    | <p>e) ROTAČNÉ POŠKODENIE SO ZÓNOU OSLABENIA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- poškodenie je priamo ovplyvnené polohou zóny oslabenia</li> <li>- ostatné indikácie pozri d)</li> </ul>                                                                                            | <p>f) MASÍVNE ROTAČNÉ POŠKODENIE (ZOSUVY)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- erózia brehov ohrozuje stabilitu celého údolia</li> <li>- značné veľké objemy zosunutého materiálu</li> <li>- šmykové trhliny v údolí, vypukliny nad pätou svahu sú príznaky poškodenia</li> </ul> |
| <p>Predtým</p>  <p>&gt;0,3 m<br/>&gt;1,0 m</p>                                                                                                                                                                                                                               | <p>Predtým</p>                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Predtým</p>  <p>Kohézny materiál<br/>Štrk / piesok<br/>Vysušenie</p>                                                                                                                                  | <p>Predtým</p>  <p>Kohézny materiál<br/>Štrk / piesok</p>                                                                                                                                              |
| <p>Potom</p>                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Potom</p>                                                                                                                                                                                                                                         | <p>Potom</p>                                                                                                                                                                                           | <p>Potom</p>                                                                                                                                                                                         |
| <p>c) PLOŠNÉ POŠKODENIE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- strmé až kolmé brehy</li> <li>- hlboká šmyková trhlina</li> <li>- poškodenie sa prejaví zosuvom (odrezaním)</li> <li>- poškodenie nastane skôr ak je trhlina vyplnená vodou</li> <li>- malý vplyv podzemnej vody</li> </ul>                                                              | <p>d) ROTAČNÉ POŠKODENIE</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- obyčajne stredne vysoké a strmé brehy</li> <li>- častejšie v kohéznych materiáloch</li> <li>- šmykové trhliny redukujú stabilitu najmä pri poklese hladiny</li> <li>- výrazne ovplyvnené úrovňou hladiny</li> <li>- poškodenie môže posunúť pätu svahu</li> </ul> | <p>g) POŠKODENIE BREHU ZLOŽENÉHO Z ROZNEHO MATERIÁLU</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vyskytuje sa iba v prípade ak horná kohézna vrstva prekrýva vrstvu náchylnú k erózii - piesok/štrk</li> <li>- poškodenie dôsledkom napätia v dolnej časti vyčnievajúceho bloku</li> </ul> | <p>h) POŠKODENIE BREHU ZLOŽENÉHO Z ROZNEHO MATERIÁLU</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vyskytuje sa ako typ (g)</li> <li>- po poškodení brehu blok zostáva dočasne neporušený (vplyv vegetácie)</li> <li>- poškodenie - tiež vplyvom šmyku</li> </ul>                          |

**Terénne indikátory brehovej erózie.** Postupovú rýchlosť brehovej erózie nie je vždy možné reálne monitorovať. Hodnotenie rozsahu a intenzity brehovej erózie sa vykonáva na základe vizuálnej, kvantitatívnej evidencie. Bloky rozrušeného materiálu pozdĺž brehovej línie alebo trhliny na povrchu inundácie indikujú možnosti rozsiahleho porušenia pričom postup erózie môže byť veľmi rýchly. Ďalším indikátorom je kombinácia fluvialného vznosu brehových sedimentov a premrznania hladiny v blízkosti brehov, ktorá prispieva k zvýšeniu intenzity erózie brehov v období topenia ľadu. Vonkajšie časti oblúkov strmých a vysokých brehov bez vegetácie sú tiež náchylné ku fluvialnej erózii. Striedanie vrstiev kohéznych (íl, prach) a nekohéznych (štrk, piesok) materiálov brehov je častou príčinou pomerne intenzívnej erózie najmä v prípade ak kohézny materiál pokrýva nekohézny.

#### Postup pri monitorovaní brehov:

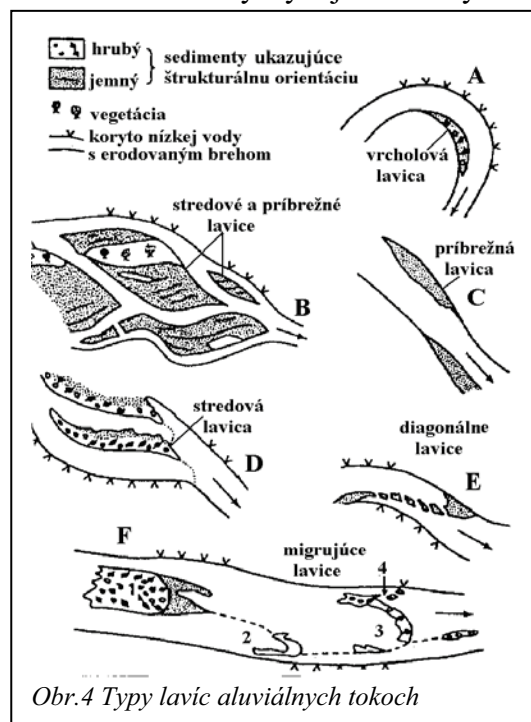
a) *Nepreverený úsek:* Detailná prehliadka príbrežnej zóny a zaznamenanie indikátorov erózie (obr.3): trhliny na povrchu inundácie, previsy v brehovej línii, zosuvy;

Zmeny brehov sa budú sledovať priamo na základe porovnania sústavy zameraných priečných profilov pre opakované merania. V prípade výskytu brehovej erózie sa vyhodnotí kvantitatívny posun brehovej línie (cm (m)/rok).

b) *Upravený úsek* – po detailnej prehliadke príbrežnej zóny sa zdokumentuje stav brehov, typ opevnenia. Popis sa doplní fotodokumentáciou.

#### **4) Korytové útvary – lavice, ostrovy**

*Korytové útvary – lavice a ostrovy* sa významne podieľajú na zvýšení diverzity korytových habitatov. Ich výskyt je viazaný k určitým typom tokov (obr.2) a preto treba vždy



Obr.4 Typy lavíc aluviálnych tokoch

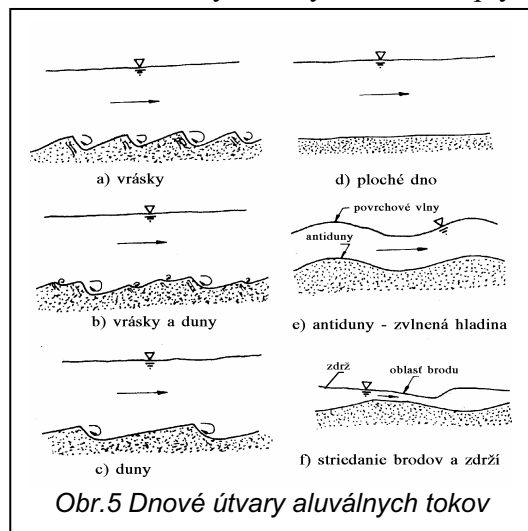
zohľadňovať typológiu toku a tiež prebiehajúce riečne procesy (transport splavenín, sklonové pomery, dynamika prúdenia) a zásahy do nich (bagrovanie, výhony) pretože vytváranie korytových útvarov môže byť indikátorom nielen pozitívnych (vplyv revitalizačných úprav – obnova rovnováhy medzi prúdením a transportom splavenín, ktoré je typické pre daný vodný útvar), ale aj negatívnych zmien na tokoch. Ide napr. o nevhodné úpravy sklonových pomerov, zníženie dynamiky prúdenia s následným vytváraním oblastí zanášania, ktoré sa v počiatočnom štádiu prejavujú ako pozitívne zmeny – zvýšenie členitosti koryta (vytváranie lavíc, resp. ostrovov) ale v nasledujúcom období sa prejavujú ako oblasti intenzívnej sedimentácie so všetkými negatívnymi dôsledkami (vytváranie oblastí so zníženou dynamikou prúdenia príp. stojatou vodou, zníženie samočistiacej schopnosti toku, atď.).

#### Postup pri monitorovaní lavíc a ostrovov:

Definovanie typu lavice alebo ostrova (obr.4) v nadväznosti na typológiu toku (obr.2), stručný popis (materiál, vegetácia, stabilita); vyhotovenie náčrtu, geodetické zameranie polohy, dĺžky ( $L_u$ ) a max. šírky útvaru ( $B_u$ ), fotodokumentácia;

## 5) Dno toku - dnové útvary aluviálnych tokov.

Na dne aluviálnych koryt tokov sa vplyvom prúdenia vody a sedimentov môžu vytvárať rôzne



typy dnových útvarov (obr.5), ktoré ovplyvňujú členitosť dna a spätne pôsobia na podmienky prúdenia. Na štrkonosných tokoch sa vytvárajú najmä duny resp. antiduny (pri povodňových prietokoch) na tokoch s jemno-zrnným dnovým materiálom vrásky a menšie duny (príp. antiduny). Na tokoch s pieskovým dnom sa vytvárajú prevažne vrásky a tiež duny.

Podstatný vplyv dnových útvarov sa prejavuje vo zvýšení drsnosti koryta s následným spomalením prúdenia a zvýšením hladiny. Z hľadiska ekologického sa dnové útvary významne podieľajú na zvýšení členitosti koryta a zlepšení podmienok prúdenia pre ryby a vodnú faunu (vytváranie zón zrýchlenia a spomalenia prúdenia,

úkryty pre ryby). Dnové útvary sa nevyskytujú na horských a podhorských tokoch s balvanitým dnom.

### Postup pri monitorovaní dnových útvarov:

Výskyt dnových útvarov je viazaný na pohyblivé dno a typ dnového útvaru závisí na podmienkach prúdenia a veľkosti dnového materiálu. Výskyt dnových útvarov možno pozorovať vizuálne pri nízkej hladine. Pri vyšších hladinách je možné výskyt a typ dnových útvarov identifikovať na základe zamerania pozdĺžneho profilu ultrazvukovým prístrojom. Takéto meranie sa vykonáva z člna a odporúčame ho vykonať len na veľkých tokoch (Dunaj, Morava, Váh) kde existuje predpoklad ich reálneho výskytu (postup – výpočet stability dna).

## 6) Dynamika prúdenia - typ prúdenia

Základný typ prúdenia – riečne/bystrinné na neovplyvnených úsekoch tokov definuje či ide o úsek riečny alebo bystrinný. Stanoví sa jednak na základe typológie toku (obr. 2) jednak na základe zameraných morfológických a hydraulických charakteristík (sklon, rýchlosť).

Pri ovplyvnenom prúde ide najmä o významnejšie regulovanie prietokov v oblastiach derivácii; zavdutie hladín nad vodnými dielami, kde dochádza k významnému spomaleniu prúdenia a fluktuácia hladín, ktorá sa prejavuje na vodných tokoch (kolísanie hladín pod VE) vplyvom špičkovania výroby elektrickej energie na VE.

### Postup pri monitorovaní podmienok prúdenia:

#### a) Neovplyvnené podmienky prúdenia:

Zameranie rýchlostí prúdenia sa bude vykonávať ako meranie povrchových rýchlostí alebo meranie priemerných profilových rýchlostí (s využitím hydrometrických krídel, ADCP na veľkých tokoch). Zameranie rýchlostí sa bude vykonávať na neovplyvnenom úseku v brodových častiach. Zameranie a vyhodnotenie rýchlostí sa vykoná v súlade s planou normou STN EN ISO 748 (75 1202).

#### b) ovplyvnené podmienky prúdenia:

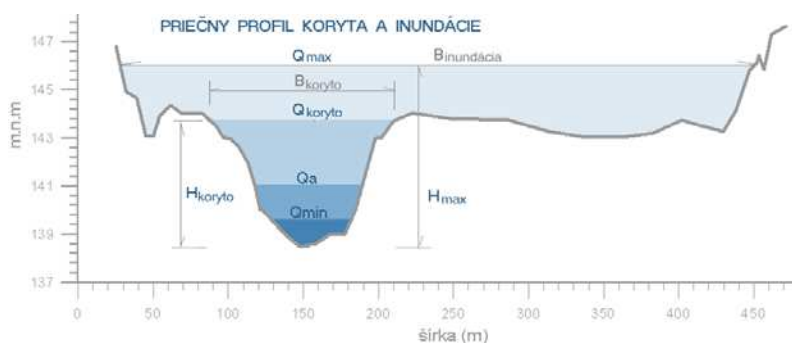
Regulovanie prietokov a fluktuácia hladín (a prietokov) sa stanoví na základe získaných informácií z dispečingov na vodných dielach, elektrárnach resp. SVP.š.p. Výraznejšie kolísanie hladín (ak denná zmena hladiny je  $\geq 0.7\text{m}$ ) sa bude sledovať na dočasne

inštalovaných limnigrafov iba v prípade ak je preukázaný jej negatívny vplyv na biotu (predpokladáme na Dunaji pod Sapom). Využívajú sa aj merania na najbližších pozorovacích staniciach SHMÚ (H, Q), v lokalitách bez pozorovacích staníc.

*Vzdutie:* V oblastiach vzdutia sa stanoví dĺžka (km) výpočtom a zameraním. Zatriedi sa do kategórií:  $L < 5$  km, 5 – 10 km, 10 km – 20 km,  $L > 50$  km.

### 7) *Priečna členitosť koryta - premenlivosť hĺbky a šírky koryta:*

K základným morfológickým charakteristikám patrí hĺbka (H) a šírka koryta (B) vid'.(obr.6), nakoľko poskytujú informáciu o tvare priečného profilu v danej lokalite a variabilita pomeru B/H pozdĺž sledovaného úseku vyjadruje členitosť pôdorysného tvaru koryta. Ak je  $(B/H) < 15$  výraznejšie sa prejavuje vplyv brehov a príbrežnej vegetácie na podmienky prúdenia.



Obr. 6 Zameraný priečny profil koryta a inundácie, základné hydromorfologické charakteristiky profilu – šírka, hĺbka,  $Q_{kor}$

#### Postup pri monitorovaní priečnej členitosti koryta:

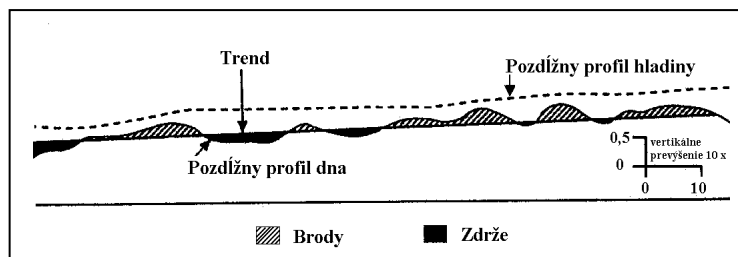
Morfologické charakteristiky vystihujúce priečnu variabilitu koryta (B,H) sa budú sledovať na sústave zameraných priečných profilov. Ich poloha bude určená s využitím GPS. Zamerané profily budú mať polohové (X, Y), aj výškové (Z) súradnice v platnom polohopisnom (S-JTSK) a výškopisnom (BpV) systéme. Na malých, resp. broditel'ných tokoch sa priečne profily zamerajú bežnými geodetickými metódami (tachymetria, nivelácia), na nebroditel'ných tokoch z člna pomocou ADCP sondy, ultrazvukového prístroja Atlas DESO, alebo sondovaním pri kalibrovanom lane. Pomer B/H sa stanoví pre korytotvorný prietok ( $Q_{kor}$ ).

### 8) *Pozdĺžna členitosť koryta – oblasti brodov a tóní (rifle/pool)*

Pozdĺžny profil aluviálnych tokov sa utvára v súlade s pôdorysným usporiadaním toku. Na aluviálnych tokoch, ktoré nie sú významne ovplyvnené pozorujeme striedanie brodov a tóní (rifle/ pool). Pozdĺžna členitosť je výraznejšia na tokoch štrkonosných v stredných pásmach, menej výrazne sa prejavuje na tokoch nížinných s jemnozrnným dnovým materiálom. Oblasti brodov (riffle) sa vyskytujú na prechodných úsekoch medzi oblúkmi a oblasti tóní resp. zdrží (pool) sa nachádzajú v konkávnej časti oblúka. Pozdĺžna členitosť toku významne ovplyvňuje variabilitu korytových habitatov, vplýva na podmienky prúdenia (úseky so zrýchlením a spomalením) a podporuje aj vysokú hydrobiologickú diverzitu.

Hodnotenie pozdĺžnej variability sa tiež vykoná na základe zamerania sústavy priečných profilov v danom vodnom útve. Zameranie priečných profilov by malo byť lokalizované na úsekoch brodov a zdrží (oblúk, priama trasa), aby bolo možné identifikovať výskyt brodov a zdrží a vyhodnotiť pozdĺžnu členitosť koryta.

Do situácie – mapy sa zaznačia kľúčové morfológické útvary a technických zásahov (objektov), zahrňujúcich brody, zdrže a laterálne stredové a brehovú lavice, mŕtve zóny, vertikálne brehy, rozsah a typ porušenia brehových línií, upravené brehy opevnené, kriky, stromy a tiež existujúce objekty (rybovody, sklzy, mostné piliere, atď).



Obr. 7 Prirodzená členitosť aluviálnych tokov

Postup pri monitorovaní pozdĺžnej členitosti koryta:

*Zameranie sústavy priečnych profilov:* terénne merania sa budú vykonávať v závislosti od veľkosti toku. Na malých tokoch, ktoré je možné prebrodiť sa vykoná zameranie klasickou metódou – sondovaním. V prípade stredných a veľkých tokov sa realizuje meranie z člna – sondovaním alebo ultrazvukom.

Pri vytyčovaní priečnych profilov sa použijú klasické geodetické metódy – nivelácie pričom presná poloha profilu bude zameraná s GPS prístrojom. Presná poloha profilu je potrebná najmä pre opakované merania, ktoré sa musia vykonávať vždy v rovnakých miestach (pre vyhodnotenie morfológických zmien dna toku). Sústava priečnych profilov bude navrhnutá tak, aby na monitorovanom úseku bolo min. 5 priečnych profilov. Zamerané priečne profile budú slúžiť k vyhodnoteniu viacerých hydromorfológických charakteristík.

## 9) Stabilita koryta - transport sedimentov- morfológické zmeny koryta

Základnou podmienkou stability koryta je schopnosť plynulo transformovať splaveniny z vyššie ležiaceho úseku do nižšie ležiaceho úseku. Prirodzene nestabilné sú zväčša horské a podhorské toky, na ktorých často dochádza v dôsledku nestability k degradácii dna a brehových línií. Na takýchto tokoch možno pozorovať i vývoj štrkových lavíc a úseky divočenia rieky. V nižších úsekoch v dôsledku zníženia intenzity transportu splavenín sa rieky stávajú stabilnejšími a prevládajú režimové podmienky. Charakteristické úseky erózie a sedimentácie sa striedajú pozdĺž rieky, pričom tieto úseky v čase migrujú. Poprúdová migrácia podmieňuje lokálne zmeny v zásobách sedimentov a protiprúdová degradácia dna je podmienená miestnymi zmenami v transportnej kapacite toku. Rozsah a stupeň týchto zmien závisí na náchylnosti rieky na eróziu, resp. zanášanie. Koryto toku s pieskovým dnom je vzhľadom na nižšiu odolnosť proti erózii vo všeobecnosti viac ovplyvňované eróziou ako dno štrkonosného toku, kde sa po určitej dobe postupne vytvára krycia vrstva, pozostávajúca z vytriedeného hrubozrnnejšieho materiálu, ktorý do určitej miery chráni dno pred účinkami postupujúcej erózie.

K nestabilite dochádza i v prípade ak má tok vyrovnaný pozdĺžny profil (bez náhlych zmien sklonových pomerov) a zabezpečuje i podmienku plynulého transportu splavenín. Takáto situácia nastáva vtedy ak priečny profil nevyhovuje charakteru rieky. Prirodzené toky si vytvárajú svoj priečny profil v závislosti na mnohých činiteľoch, vplyvom ktorých môže byť charakter toku stabilný alebo nestabilný. Dôsledky prirodzených a umelo vyvolaných zmien na aluviálnych tokoch najmä objekty a ťažba dnových sedimentov podmieňujú na rieke vznik

oblastí s prevládajúcou eróziou alebo zanášaním (nad objektom – oblasť vzdutia – spomalenie prúdenia).

#### Postup pri monitorovaní transportnej schopnosti koryta:

Stanovenie prietoku splavenín sa vykonáva na základe meraní alebo výpočtom. V rámci monitoringu využijeme existujúce výsledky terénnych meraní (Morava, Dunaj). V prípade evidentnej nestability sa stanoví prietok splavenín výpočtom s využitím zameraných hydromorfologických charakteristík toku.

Vyhodnotenie erózie/ zanášania: vyhodnotením a porovnaním sústavy zameraných priečných profilov po určitých časových obdobiach.

#### **10) Dnový materiál – fyzikálne vlastnosti**

Veľkosť a zloženie dnového materiálu patrí k základným morfológickým charakteristikám. Skutočnosť, že riečne dno je štruktúrované a priestorovo nehomogénne znamená, že pre analýzu dnového materiálu je potrebné venovať odberu vzoriek zvýšenú pozornosť aby boli vybrané lokality odberov dostatočne reprezentatívne. Vhodné lokality sú nánosové vrcholové alebo bočné lavice. Dôležité je tiež rozpoznať či je na povrchu vytvorená krycia vrstva. Ak áno vtedy je potrebné odobrať vzorky z povrchovej i podpovrchovej vrstvy.

Údaje o sedimentoch musia obsahovať základné fyzikálne charakteristiky dnového a brehového materiálu pozdĺž sledovaného úseku.



Obr. 8 Dnový materiál na vodných tokoch

#### Postup pri monitorovaní transportnej schopnosti koryta:

Odbery vzoriek sedimentov sa vykonávajú pokiaľ možno v oblastiach brodov príp. v oblasti vrcholových resp. bočných lavíc. Spôsob odberu sa zvolí v závislosti od toho či sa odber realizuje zo suchej časti alebo sa odoberá vzorka pod hladinou.

**Sitová analýza:** Na analýzu granulometrie sa odoberie v prípade homogénnych sedimentov vzorka veľkosti do 10 kg. V prípade že materiál nie je homogénny odoberáme vzorky veľkosti až 50m kg. Analýzy hrubozrnejších sedimentov sa vykonávajú metódou sušenia, preosievania a váženía pričom sa stanoví percentuálne zastúpenie jednotlivých frakcií vo vzorke. V prípade jemnozrnných sedimentov (inundácia, brehy) sa vzorka spracuje a vyhodnotí laserovou metódou, príp. jednoduchšou hustomernou metódou. Z výsledkov sa zostavia krivky zrnitosti dnového materiálu (obr.8).

Fotografická metóda: V prípade fotografického dokumentovania dnového materiálu (štvorec 1m x 1m) budú fyzikálne charakteristiky stanovené vyhodnotením fotodokumentácie.

### **11) Vegetácia – príbrežná zóna, inundácia**

Zhodnotenie vegetácie sa vykoná na základe detailného terénneho prieskumu. Pri brehovej vegetácii sa posúdi jej hustota na oboch brehoch a typ (stromy, kríky, nízky porast, atď.). V prípade inundácie sa na základe terénneho prieskumu stanoví % z plochy v príslušnom úseku a tiež sa opíše zloženie vegetačného krytu (lesy, lúky, pasienky).

### **12) Kontinuita toku – migračné bariéry:**

Bariery na toku (hate, stupne, priehrady) sú významných činiteľom, ktorý vplýva na morfológiu koryta a navyše tvorí bariéru pre voľnú migráciu rýb. Zabezpečenie kontinuity toku – jeho spriechodnenie napr. rybovodom alebo rampou je prioritnou požiadavkou implementácie rámcovej smernice o vode.

Pri hodnotení priechodnosti sme použili kritérium  $h > 0,5$  tzn. že bariéry vyššie ako 50 cm považujeme za nepriechodné z hľadiska zabezpečenia migrácie rýb.



a) Betónová hať bez rybovodu



b) Stavidlo bez rybovodu



c) Kamenný stupeň s rybovodom

Obr.9 Typy priečných objektov na tokoch bez rybovodu /s rybovodom

#### Postup pri monitorovaní pozdĺžnej kontinuity toku:

V rámci terénneho prieskumu sa budú dokumentovať bariéry, ktoré sa vyskytnú na sledovanom toku a budú vyššie  $h > 0,5$ ; bude sa overovať či sú vybavené funkčným rybovodom, alebo biokoridorom.

### **13) Zmeny inundácie**

V rámci inundácie sa vyskytujú zmeny ovplyvnené riečnymi procesmi (zanášanie) a zmeny ovplyvnené antropogénnou činnosťou (zmenšenie inundácie výstavbou protipovodňových hrádzi). Okrem týchto zmien budeme sledovať v inundácii aj zmeny vegetácie príp. spôsobu obhospodarovania pôdy (poľnohospodárske využitie), zmeny reliktov (jazerá, mŕtve ramená, atď.).

#### Postup pri monitorovaní zmien inundácie:

Zmeny inundácie vzhľadom na zanášanie je možné stanoviť na základe zamerania a z porovnania leteckých snímok po určitom časovom úseku. Sledovanie zmien vodných útvarov sa vykoná na základe ich kvantitatívno- kvalitatívneho popisu – porovnaním ich stavu po určitom časovom období. Vyhodnotenie zmeny veľkosti inundácie oproti pôvodnému záplavovému územiu je možné realizovať na základe porovnania plôch oboch území (pasporty, mapy, letecké snímky).

#### 4. Vyhodnotenie výsledkov hydromorfologického monitoringu

Hodnotiaci systém je založený na vyhodnotení monitorovaných hydromorfologických charakteristík vo vzťahu k miere ovplyvnenia sledovaného vodného útvaru. Všetky zamerané i vyhodnotené hydromorfologické charakteristiky i dopĺňujúce informácie a údaje dokladajúce významné vplyvy spojené s hlavnými tlakmi (plavba, energetika, protipovodňová ochrana, odbery) na vodný útvar sa zaznačia do hydromorfologického protokolu a vykreslia do mapových príloh. Miera ovplyvnenia jednotlivých hydromorfologických charakteristík sa stanoví na základe ohodnotenia - skórovania (v rozsahu 1 až 5) ku ktorému je priradená trieda kvality (tab1). Uvedený spôsob vyhodnotenia je prevzatý z materiálov ICPDR a SMHÚ.

*Tab. 1 Triedy hydromorfologickej kvality určenej z výsledného skóre*

| Trieda hydromorfologickej kvality |             | Výsledné skóre | Farebné označenie |
|-----------------------------------|-------------|----------------|-------------------|
| 1                                 | Veľmi dobrá | 1,0 – 1,7      |                   |
| 2                                 | Dobrá       | 1,8 – 2,5      |                   |
| 3                                 | Priemerná   | 2,6 – 3,4      |                   |
| 4                                 | Zlá         | 3,5 – 4,2      |                   |
| 5                                 | Veľmi zlá   | 4,3 – 5,0      |                   |

Bratislava, 2008

|                       |           |                                                                                                    |                                                                          |                                                                                                                          |                                                           |                                                   |                                                   |
|-----------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| LOKALITA – KÓD        |           |                                                                                                    |                                                                          | Dátum:                                                                                                                   |                                                           |                                                   |                                                   |
| NÁZOV TOKU            |           |                                                                                                    |                                                                          | Meračská skupina:                                                                                                        |                                                           |                                                   |                                                   |
| ÚSEK                  |           | Začiatok [rkm]:                                                                                    | Koniec [rkm]:                                                            | 1 Dĺžka úseku L (m)                                                                                                      | 2 Sklon miestny [‰]<br>H/L*                               |                                                   |                                                   |
| MORFOLOGICKÝ TYP TOKU |           | Horský, podhorský, stredný úsek, nížinný<br><br>Koryto - priame, zvlnené, meandrujúce, anastomózne |                                                                          | 3 Prúdenie: riečne bystrinné                                                                                             | 4 Skrátenie toku [m]<br>Foto č.                           |                                                   |                                                   |
| BREHY                 | 5         | BREHY OPEVNENÉ                                                                                     | PB                                                                       | Umelé = betónové bloky, oporné múry, kamenná nahádzka, ....Prirodzené = drevené, vegetačné .... [m]                      |                                                           |                                                   |                                                   |
|                       |           | BREHY PRIRODZENÉ                                                                                   | L B                                                                      |                                                                                                                          |                                                           |                                                   |                                                   |
|                       |           |                                                                                                    | PB                                                                       | Materiál/ stabilita (hlina, íl, prach, piesok, štrk, piesok / stabilný, mierne nestabilný, nestabilný) / výška brehu [m] |                                                           |                                                   |                                                   |
|                       |           |                                                                                                    | L B                                                                      |                                                                                                                          |                                                           |                                                   |                                                   |
|                       | 6         | PRÍBREŽNÁ VEGETÁCIA (pás 10-20 m))                                                                 |                                                                          | Pravý breh (stromy, kríky, nízky porast)                                                                                 | Lavý breh (stromy, kríky, nízky porast)                   |                                                   |                                                   |
| KORYTO                | 7         | DNO                                                                                                | UPRAVENÉ                                                                 | Typ úprav y                                                                                                              | (betónová dlažba, kamenná dlažba, kamenná nahádzka, ....) | Dĺžka úpravy (m)<br>L B<br>PB                     |                                                   |
|                       |           |                                                                                                    | Sedimenty                                                                | Vplyv erózie /zanášania/ rovnovážny úsek                                                                                 | Priemerný ročný odtok splavenín G <sub>s</sub> (t/rok)    |                                                   |                                                   |
|                       |           | Ťažba (m <sup>3</sup> /rok), účel: úpravné, komerčné                                               |                                                                          | Priemerný ročný odtok plavenín Q <sub>p</sub> (t/rok)                                                                    |                                                           |                                                   |                                                   |
|                       |           | PRIRODZENÉ                                                                                         | Materiál                                                                 | (balvany, štrk, piesok, íl, prach)                                                                                       | Lokalita (breh L/P, stred, lavica)                        | Vzorka č.                                         |                                                   |
|                       | Stabilita |                                                                                                    | stabilné / pohyblivé (dnové útvary – vrásky, duny, antiduny, ploché dno) |                                                                                                                          |                                                           |                                                   |                                                   |
|                       | 8         | ČLENITOSŤ KORYTA                                                                                   |                                                                          | Priečne profily - variabilita<br>Šírka – rozsah (od – do m )<br>Hĺbka – rozsah (od - do, m )                             | Pozdĺžny profil – členitosť                               | Hydrologická konektivita: (prirodzená, obmedzená) |                                                   |
|                       | 9         | ÚTVARY V KORYTE                                                                                    |                                                                          | Lavice - vrcholové, bočné, stredové, ostrovy (dĺžka, šírka, lokalita)                                                    |                                                           |                                                   |                                                   |
|                       | 10        | PRÚDENIE                                                                                           |                                                                          | Regulované prietoky (derivácia)                                                                                          | Zavzdutie -dĺžka (m)                                      | Fluktuácia hladiny (cm)                           | Rýchlosti zamerané – Priem.profilové<br>povrchové |
|                       | 11        | OBJEKTY V KORYTE                                                                                   | Priečne bariéry                                                          | Lokalita/typ (priehrada, MVE, hať, stupeň, prah)                                                                         | Dĺžka vzdutia hladiny (m)                                 | Výška bariéry (≥ 0.3 m)                           |                                                   |
|                       |           |                                                                                                    | Pozdĺžne, brehové                                                        | Lokalita/ typ (smerné stavby, výhony, atď. - dĺžka, počet)                                                               |                                                           |                                                   |                                                   |
|                       |           |                                                                                                    |                                                                          |                                                                                                                          |                                                           | Rybovod [áno - nie/typ]:                          |                                                   |

\* H - prevýšenie začiatku a konca úseku (m), L – dĺžka úseku (m)

|            |                                     |                                                    |                                                                                    |                                                                  |
|------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| INUNDÁCIA  | 12 INTRAVILÁN                       |                                                    | Bez inundácie – kapacita $Q_{100}$ v koryte                                        | Inundácia - Oporné múry, parky, iné plochy - popis               |
|            | 13                                  | EXTRAVILÁN<br>OCHRANNÉ<br>HRÁDZE P/L               | Pravostranná: (výška/vzdialenosť od koryta)                                        | L'avostranná: (výška/vzdialenosť od koryta)                      |
|            |                                     |                                                    | Typ inundácie (poľnohospodárska pôda, lúky, pasienky)                              |                                                                  |
|            | 14                                  | VEGETÁCIA<br>(% plochy)                            | Typ - kríky, stromy, pasienky, lúky,                                               |                                                                  |
|            |                                     |                                                    | Útvary v inundácii (popis)                                                         |                                                                  |
| HYDROLÓGIA | 15                                  | PRIETOKÝ<br>REŽIM                                  | NEOVPLYVNENÝ                                                                       | Dlhodobý priemerný denný prietok $Q_a$                           |
|            |                                     |                                                    | OVPLYVNENÝ<br>(regulované prietoky)                                                | Maximálny prietok $Q_{100}$                                      |
|            | 16                                  | VÝZNAMNÉ ODBERY<br>(ovplyvňujúce prietokový režim) | Rozsah regulácie Q (denné, nadlepšené min.Q,<br>špičkovanie- H [cm] rozsah hladín) | Minimálny bilančný prietok - $Q_{355}$ [ $m^3 s^{-1}$ ]          |
|            |                                     |                                                    | Typ odberu<br>(prevody vody, derivačný kanál, závl. kanál, priemysel, iné)         | Veľkosť odberu [ $m^3 s^{-1}$ resp. l.s <sup>-1</sup> ]          |
|            |                                     |                                                    |                                                                                    | Sanitárny prietok [ $m^3 s^{-1}$ ]                               |
| 17         | PRÍTOKY<br>(názov, lokalita, popis) | Nachádza sa v rámci úseku [L/P, rkm]               |                                                                                    | Hydroekologický limit $Q_{bio}$ resp. $Q_{355}$ [ $m^3 s^{-1}$ ] |
|            |                                     |                                                    |                                                                                    | Nachádza sa nad/pod úsekom [m resp. km]                          |

| NÁČRT TOKU A INUNDÁCIE | FOTODOKUMENTÁCIA |
|------------------------|------------------|
|                        | Úsek toku        |
|                        | Inundácia        |