ČZU v Praze VÚMOP, v.v.i.

Technická protierozní opatření
Hrazení bystřin a strží

Metodika

F. Křovák, P. Kovář, V. Kadlec

Praha 2014

Česká zemědělská univerzita v Praze

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.

Technická protierozní opatření
Hrazení bystřin a strží

Metodika

František Křovák, Pavel Kovář, Václav Kadlec

Praha 2014

Dedikace

Metodika „Technická protierozní opatření – Hrazení bystřin a strží“ vznikla v rámci projektu NAZV - QI191C008 „Optimalizace postupu navrhování technických protierozních opatření“.

Metodika byla certifikována Státním pozemkovým úřad pod číslem 21/2014.

Autorský kolektiv

Ing. František Křovák, CSc. (FŽP ČZU Praha)

Prof. Ing. Pavel Kovář, DrSc. (FŽP ČZU Praha)

Ing. Václav Kadlec, Ph.D. (VÚMOP, v.v.i.)

Recenzenti

Prof. Ing. František Toman, CSc. (ÚKE AF MENDELU Brno)

Ing. Radmila Grmelová, CSc. (SPÚ ČR)

Editor	Ing. David Řeháček
Rok vydání	2014
Vydání	1. Vydání
Vydal	© Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i.
Tisk	powerprint s.r.o., Praha 6 - Suchdol
Rozsah	68
Náklad	50
ISBN	**978-80-87361-31-3**

Obsah

Úvod 4
1. Cíl metodiky 5
2. Vlastní popis metodiky 5
3. Srovnání novosti postupů 5
4. Popis uplatnění Certifikované metodiky 6
5. Ekonomické aspekty 6
6. Zásady hrazení bystřin 6
7. Objekty na bystřinách 8
8. Výkresová část (popisy, výkresy, fotografie) 10
8.1 Kamenná rovnanina do dřevěného roštu 11
8.2. Stabilizační pás 14
8.3 Práh ve dně 16
8.4 Dřevěný práh z kulatiny 18
8.5 Dřevěný stupeň 21
8.6 Kamenitý stupeň 25
8.7 Drátokamenný stupeň 29
8.8 Kamenitý skluz 31
8.9 Kamenitý jízek 34
8.10 Přehrážky 37
8.11. Hrazení strží 42
9. Hydrotechnické posouzení 44
9.1 Model KINFIL 44
9.2 Model HEC-RAS 44
Závěr 48
Doporučená literatura 49
Seznam výkresů 52
Seznam obrázků 52
Příloha; manuál KINFIL 52

Úvod

Bystřina je kategorií drobných vodních toků, ve které se vyskytuje převážně bystřinné proudění, charakter povodí je vyjádřený indexem bystřinnosti K_b vyžaduje určit hustotu hydrografické sítě v povodí bystřiny [km.km^{-1}], délku rozvodnice [km], střední výškový rozdíl povodí [km], součinitele závislé na propustnosti půd, rozsahu eroze, na ploše povodí, na délce hlavního toku a na ploše protierozně účinného vegetačního krytu (ploše lesů a trvalých travních porostů v km^2). Výpočet se provádí dle ustanovení ČSN 73 6820 Úpravy toků a ČSN 75 2106 Hrazení bystřin a strží. K bystřinám se řadí toky, je-li hodnota bystřinnosti K_b > 0,1. K základním charakteristikám bystřin patří: sklon toků nepravidelný, s výrazným transportem splavenin, s průtoky Q_{330d} menšími než 200 l.s^{-1} se značnou rozkolísaností průtoků. Splaveninový režim bystřin je ovlivněn nepravidelným průběhem nivelety koryta, kdy se střídají úseky se silnou erozí sedimentačními. Doba doběhu a vývoj povodňové kulminační vlny jsou u bystřin velmi rychlé.

Voda se pohybuje v korytě v neustáleném režimu, při kterém je průtok a rychlost vodního proudu velmi proměnlivá. Pro hydraulické výpočty je třeba odvodit tangenciální napětí vody, které působí na dno koryta. Pro řešení proudění v korytě bystřiny jsou používány hydrologicko-hydraulické modely. Při hodnocení vlastností splavenin v korytě bystřin jsou rozhodující dnové splaveniny, které jsou uvolňovány a splavovány po dně. Patří sem štěrky o průměru zrna 15 až 70 mm, valouny (70 až 260mm) a balvany o průměru nad 260 mm. Rozdělení splavenin závisí na sklonu dna, tvaru příčného profilu a trase koryta. K výpočtům stability dna se zavádějí hodnoty středního efektivního zrna, hodnoty součinitele nerovnosti dna a koeficient tvaru splavenin, který vyjadřuje velikosti zrn.

Úkolem hrazení bystřin a strží je systémovou kombinací lesnickotechnických opatření preventivně, postupně a účelně upravovat genezi odtoků z povodí usměrňováním hospodářských aktivit s cílem retence dešťových vod, zvyšování vsaku a retardace odtoku. Je třeba zakládat a udržovat stanovištně vhodnou ochrannou vegetaci na silně erodovaných svazích a březích, sanovat plošnou a rýhovou erozi půd, ustálit bystřinná koryta k neškodnému průtoku povodní a umožnit přežívat rostlinám a živočichům velmi suchá období bez nákladných opatření. Před návrhem na zahrazení bystřiny a strže je třeba zjistit příčiny zrychlení eroze a narušení ochranné vegetace. Je nutno posoudit, zda a jak lze tyto příčiny opatřeními v povodích odstranit.

Hrazení bystřin a strží je technicky i ekologicky účinným, ale časově omezeně působícím opatřením pro obnovu a ustálení ekotopu v povodí. Tento proces by v přírodě volně probíhal jen dlouhodobější sukcesí nebo by byl (v měřítku lidské generace) téměř vyloučen. Střety zájmů a potřeb lidí s přírodními procesy v bystřinných povodích mají být řešeny optimálními opatřeními, aby tato opatření byla co nejvýhodnější pro přírodu a společnost.

1. Cíl metodiky

Cílem hrazení bystřin je úprava či obnova přirozeného vodního biotopu toku v celém rozsahu průtoků. Mělo by jít o komplexní opatření úprav odtokových poměrů v povodí biotechnickými prostředky a následně úprav v korytech a strží převážně stavebně technickými prostředky. Důraz je kladen na přírodě blízká řešení (cílená volba opevnění, volba materiálu, migrační prostupnost toku, vegetační doprovody, krajinný ráz apod.). Vzhledem k velkým sklonům povodí a vlastního toku je třeba řešit splaveninový režim toku a protipovodňovou ochranu území. Důsledně je třeba rozlišovat rozdílné cíle úprav v intravilánu a extravilánu.

2. Vlastní popis metodiky

Prvním krokem byla rekognoskace již provedených staveb na bystřinách a vypracování tabulkových formulářů, které obsahovaly technická, časová a ekonomická kriteria vybraných staveb s fotografickou dokumentací. S ohledem na rozsáhlost opatření byly vybrány stavby v působnosti Správy toků LČR na Teplicku. Objekty HB byly rozděleny do těchto kategorií:

- Opevnění velkých sklonů
- Stabilizační pásy
- Prahy
- Stupně
- Skluzy
- Přehrážky
- Strže
- Svážná území.

U vybraných staveb (zejména těch, kde bylo k dispozici podrobné zaměření) byly provedeny hydrotechnické výpočty s ohledem na jejich účinnost a odolnost vůči poškození při průtoku velkých vod. Na základě výpočtů a vyhodnocení těchto staveb bylo navrženo řešení formou „Předběžných doporučení“ se zdůrazněním přírodě blízkých (biotechnických) metod při hrazení bystřin z hlediska materiálů a technologií ve vazbě na přírodní charakteristiky území; při zachování jejich účelových vlastností (průtoky, odolnost).

3. Srovnání novosti postupů

Pokud je autorům známo, specializovaná metodika, týkající se výhradně hrazení bystřin nebyla dosud vydána. Oproti tradičním postupům při hrazení bystřin by se daly uvedené návrhy shrnout stručně takto:

Snížení návrhových průtoků v extravilánu. Větší množství stabilizačních a spádových objektů s nižšími výškami (spády; 0,3 – 0,6 m). Zajištění hloubky vody a stability koryta pro celou škálu průtoků. Zapojení příbřežní zóny do návrhu pro povodňové průtoky. Přesně cílené opevnění pouze v namáhaných částech (paty svahů, konkávní břehy; hydraulické výpočty. Preference vegetačních a kombinovaných opevnění při ochraně břehů. Preference pohozů, záhozů, rovnanin před kamennou dlažbou a zdivem. Migračně prostupné objekty.

4. Popis uplatnění Certifikované metodiky

Metodika je určena pro široký okruh zájemců z projekční, prováděcí, studijní a rozhodovací sféry. Uplatněna bude vydáním 300 ks písemné verze. O digitální verzi rozhodne zadavatel projektu.

5. Ekonomické aspekty

Přírodě blízké úpravy koryt mohou výrazně snížit ceny bystřinných staveb. Na druhé straně, větší počet příčných objektů, neprizmatická a nehomogenní koryta kladou větší nároky na údržbu, zejména po větších průtocích. Autoři měli v úmyslu kvantifikovat nebo určit nějakým způsobem rozsah cen. Je to ale velice obtížné. Každá stavba je individuálním projektem a je velice ovlivněna místními podmínkami (zakládání objektu, zdroje materiálu, dostupnost místa, výběrová řešení, atd.) Rozhodně ale považujeme za chybu, aby hlavním a někdy i jediným kritériem byla nejnižší cena. Zkušenosti z již provedených staveb ukazují, že je to málokdy cena konečná a kvalitě a životnosti staveb to nepřidá.

6. Zásady hrazení bystřin

Základním účelem hrazení bystřin je zabezpečení průtoku velkých vod na odpovídající stupeň protipovodňové ochrany vyjádřený tzv. návrhovým průtokem. Dále má být koryto směrově i výškově odolné proti unášecí síle vodního proudu a úprava má zabránit nadměrnému vzniku, dopravě a ukládání splavenin. Při hrazení bystřin je zpravidla nutné vyřešit následující úkoly:

- stanovení návrhového průtoku pro kapacitu koryta
- odolnost dna a svahů
- úprava směrových poměrů
- návrh podélného sklonu dna
- návrh průtočného profilu
- návrh opevnění koryta
- návrh objektů.

Stanovení návrhového průtoku

Návrhový průtok pro kapacitu koryta se stanoví s ohledem na stupeň ochrany okolních objektů a kultur. Vzhledem k velké rozkolísanosti průtoků je nutné respektovat údaje tzv. M-denních vod a pamatovat na zachování tůní a vytvoření vhodných úkrytů pro přežití ryb a vodních živočichů za minimálních průtoků. Návrhový průtok pro odolnost koryta a břehů je v intravilánu zpravidla totožný s návrhovým průtokem pro kapacitu koryta, v tratích extravilánu bývá nižší.

Úprava směrových poměrů

Návrh trasy koryta bystřin je jedním z předpokladů pro udržení stability koryta. Trasování by mělo respektovat plynulý přechod proudnice z jednoho oblouku do druhého při minimalizaci tangenciálního napětí ve vrcholech oblouků. Z tohoto hlediska jsou nejvýhodnější křivky s proměnnou křivostí, především lemniskáta, méně výhodné jsou jednoduché nebo složené kružnicové oblouky. Kromě těchto zásad je možné při návrhu přírodě blízkých úprav navrhovat trasu z obecných nepravidelných křivek, které odpovídají linii koryta v přírodním prostředí a minimálně naruší přírodní prostředí s vhodnými biocenózami

Návrh podélného sklonu dna

Přirozené koryto bystřiny je stabilní, není-li dlouhodobě vymíláno nebo zanášeno, tzn., že existuje rovnováha mezi unášecí silou vody a odporem materiálu dna koryta proti odplavení. Sklon, který zaručuje rovnovážný stav, při kterém nedochází ani k nadměrnému vymílání splavenin ze dna ani k ukládání těchto splavenin, se označuje jako **stabilní sklon**. Jeho určení je poměrně složité, protože závisí nejen na vlastnostech splavenin, ale i na velikosti průtoku a stupni nasycenosti vody splaveninami. Na vypočtený stabilní sklon se dno bystřiny vyrovnává pomocí prahů, stupňů a skluzů, kterými je překonáván rozdíl mezi původním a navrhovaným sklonem. Niveleta dna se výškově umisťuje tak, aby mohlo být koryto úpravy zahloubeno při minimálním rozsahu zemních prací do rostlého terénu bez potřeby ohrázování a zároveň zajišťovalo optimální hladinu podzemní vody a umožňovalo zaústění přítoků. Podle rozsahu zahloubení původního koryta je nutné navrhnout buďto zvýšení dna u příliš hlubokých koryt, a nebo naopak snížení u koryt mělkých, resp. **kombinace obou způsobů**.

Návrh průtočného profilu

Rozměry a tvar průtočného profilu musí být navrženy tak, aby zajišťovaly provedení návrhového průtoku bez poškození dna a břehů v souvislosti s podélným profilem nivelety a opevněním koryta. Zároveň musí být respektována minimální hloubka vody při nejnižších průtocích. U bystřinných toků je nejvhodnější otevřený průtočný profil. Uzavřený profil se používá pouze ve výjimečných případech (intravilán, křížení s komunikacemi).

Návrh opevnění koryta

Opevnění koryta je tvořeno opevněním dna a opevněním břehů, které musí mít odpovídající odolnost proti působení vodního proudu. Druh opevnění a jeho velikost se volí podle nevymílací střední průřezové rychlosti nebo kritického tangenciálního napětí.

Opevnění dna bystřinného toku po celé jeho šířce se provádí pouze, tehdy pokud je oproti úpravě stabilního sklonu dna hospodárnější. Částečné opevnění dna se zřizuje v nejvíce namáhaných místech, tj. konkávních stranách oblouků, v patě svahů a nebo tam, kde lze očekávat vytváření výmolů, např. pod objekty apod.

Opevnění břehů zajišťuje jejich odolnost proti působení vody za návrhového průtoku. Při hrazení bystřin se přednostně užívají vegetační a kombinované druhy opevnění. Pouze v zastavěných oblastech a ve velmi sklonitých korytech se používají nevegetační druhy opevnění.

7. Objekty na bystřinách

Součástí úpravy bystřinných toků jsou objekty sloužící k dosažení stability koryta, k zachycení a usazení splavenin, usměrnění vodního proudu a objekty sloužící k jiným účelům.

Příčné objekty zajišťující stabilitu dna

Mezi příčné objekty zařazujeme stavby a konstrukce budované napříč toku s korunou v úrovni dna nebo nade dnem a sloužící k zajištění nivelety dna, úpravě podélného sklonu a k zachycení splavenin.

Pásy leží v úrovni dna a jsou založeny hlouběji, než by odpovídalo hloubce předpokládaných výmolů. (Jsou zapuštěny do dna i břehů bystřinného toku.) Rozdělují dno na kratší úseky, kde poskytují oporu splaveninám a přirozeným vývojem se stávají přepadovými objekty.

Prahy jsou nízké příčné objekty, jejichž výška nepřesahuje 0,3 m. Prahy nepřerušují břehové linie a při vyšších průtocích jsou zaplaveny vodou.

Stupně jsou příčné přelivné objekty vyšší než 0,3 m, jejichž koruna je v úrovni nivelety upravovaného dna horního koryta. Těleso stupně je zavázáno do rostlé zeminy či na skalní podloží s odpovídající únosností. Konstrukce stupně závisí na použitých stavebních hmotách a podle toho rozdělujeme stupně na zděné, betonové, prefabrikované, kamenné, dřevěné, kombinované a drátokamenné.

Stupně mají být zpravidla co nejnižší. V bystřinách s významnou rybí populací nemá být znemožněna migrace ryb, čemuž vyhovují stupně vysoké 0,4 – 0,6 m s hlubokými vývary i za bystřinného proudění.

Skluzy jsou příčné objekty, přes které voda proudí po skluzové ploše a neodděluje se od jejího povrchu. Tvar skluzové plochy je buďto rovinný, nebo kružnicový či parabolický.

Balvanité skluzy jsou v podstatě kratší úseky koryta, provedené ve větším sklonu dna a opevněné velkými balvany. Balvanité skluzy vznikly vlastně odvozením z přirozeně vznikajících větších sklonů dna a vytvářejí tak přírodní vzhled bystřinné úpravy.

Přehrážky

Přehrážky jsou příčné objekty nad úrovní dna. Nad objektem je zdržný prostor k zachycování splavenin. Podle účelu se dělí na **retenční** a **konsolidační**. Účelem **retenčních přehrážek** je zastavit přínos splavenin do nižších částí tratí bystřin. **Konsolidační přehrážky** mají zamezit dalšímu prohlubování koryta bystřin, zachytit velké nánosy splavenin a poskytnout oporu podemletým nebo sesutým svahům.

Podle statického působení se přehrážky dělí na tížně konzolové, tížně monolitické, klenbové, klenbové s tížným účinkem a deskové. Na jejich výstavbu se používá kamenné zdivo, prostý nebo železový beton, betonové prefabrikáty, ocelové profily, srubové konstrukce, drátokamenné gabiony nebo kombinace těchto materiálů.

Někdy mohou být přehrážky využity jako suché retenční nádrže pro ochranu před povodněmi v kombinaci se zemními hrázemi.

Soustřeďovací a usměrňovací objekty

Tyto objekty mohou být příčné a podélné. Slouží k usměrnění proudnice na širokých štěrkovištích nebo k ochraně břehů u směrově nevyrovnaného koryta. Podle funkce se dělí na **výhony, odháňky a hráze**. Do břehů jsou zavázány na dostatečnou hloubku, aby odolaly návrhovým průtokům. Většinou se staví ze vhodných místních materiálů bez nároků na vodotěsnost.

Hrazení strží

Stržová eroze je jedním z nejviditelnějších projevů vodní eroze. Závisí na erodovatelnosti půdy, intenzitě vodních srážek a vegetačním krytu. Stabilizace těchto útvarů spočívá v odstranění příčin vzniku strže zásahem do vodního režimu povodí, ve stabilitě zhlaví, svahů a dna strže.

Ostatní objekty

Mezi ostatní objekty, související s hrazením bystřin, patří propustky a mosty, lávky, brody, schody, vyústění otevřených i trubních přítoků, křížení s inženýrskými sítěmi, odběry vody, vodoměrná zařízení, malé vodní elektrárny a rybí přechody. Z hlediska návrhových průtoků jsou nejdůležitějšími objekty **mosty, propustky a lávky**. Při povodňových průtocích jsou často jejich ucpané profily zdrojem havárií.

Stanovení ceny objektů

Přes úsilí zpracovatelů VÚ a po konzultaci s investory, projektanty a dodavateli těchto objektů bylo od stanovení průměrných nebo jednotkových cen upuštěno. Každá stavba je individuálním projektem a je velice ovlivněna místními podmínkami (zakládání objektu, zdroje materiálu, dostupnost místa atd.).

8. Výkresová část (popisy, výkresy, fotografie)

Seznam skupin objektů Hrazení Bystřin

- Opevnění velkých sklonů
- Stabilizační pásy a prahy
- Stupně a skluzy
- Přehrážky
- Hrazení strží

Objekty jsou seřazeny podle výše uvedeného schématu. U každého objektu je popis; kde je uveden název, princip a technické parametry opatření, kladné, event. záporné efekty, podmínky a fáze realizace, možné střety zájmů a struktura, nikoliv vyčíslení nákladů. Popis je doplněn orientačním stavebně-technickým výkresem a fotografií provedeného opatření.

8.1 Kamenná rovnanina do dřevěného roštu

Princip opatření

Rovnanina z kamene je ukládána do dřevěných roštů z kulatinových výřezů v patě svahu a na šířku dna.

Účelem opatření je stabilita dna při velkých sklonech, zvýšení drsnosti a spojitost vody v toku s vodou v příbřežní zóně.

Technické parametry opatření

Použitý kámen má průměr od 0,3 m a větší. Je uložen do dřevěných roštů průměru 0,2 m, které jsou umístěny na dně ve vzdálenosti cca 5 m; tyto výřezy mohou být uloženy i v patě svahu. Mezery mezi kameny jsou vyklínovány.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace dna; zvýšení drsnosti; rozčlenění příčného profilu; vytvoření větších omočených obvodů, prostředí pro bentos; estetický (krajinotvorný) efekt.

Negativní efekty

Technologická náročnost oproti jiným způsobům kamenného opevnění (pohozy, záhozy)

Podmínky realizace

Dostatečný zdroj kameniva. Dostatečná vodnost toku. Optimální je využití místního materiálu. Stabilita opatření pro návrhové průtoky. Hydraulický výpočet stabilního sklonu.

Možné střety zájmů

Nejsou

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

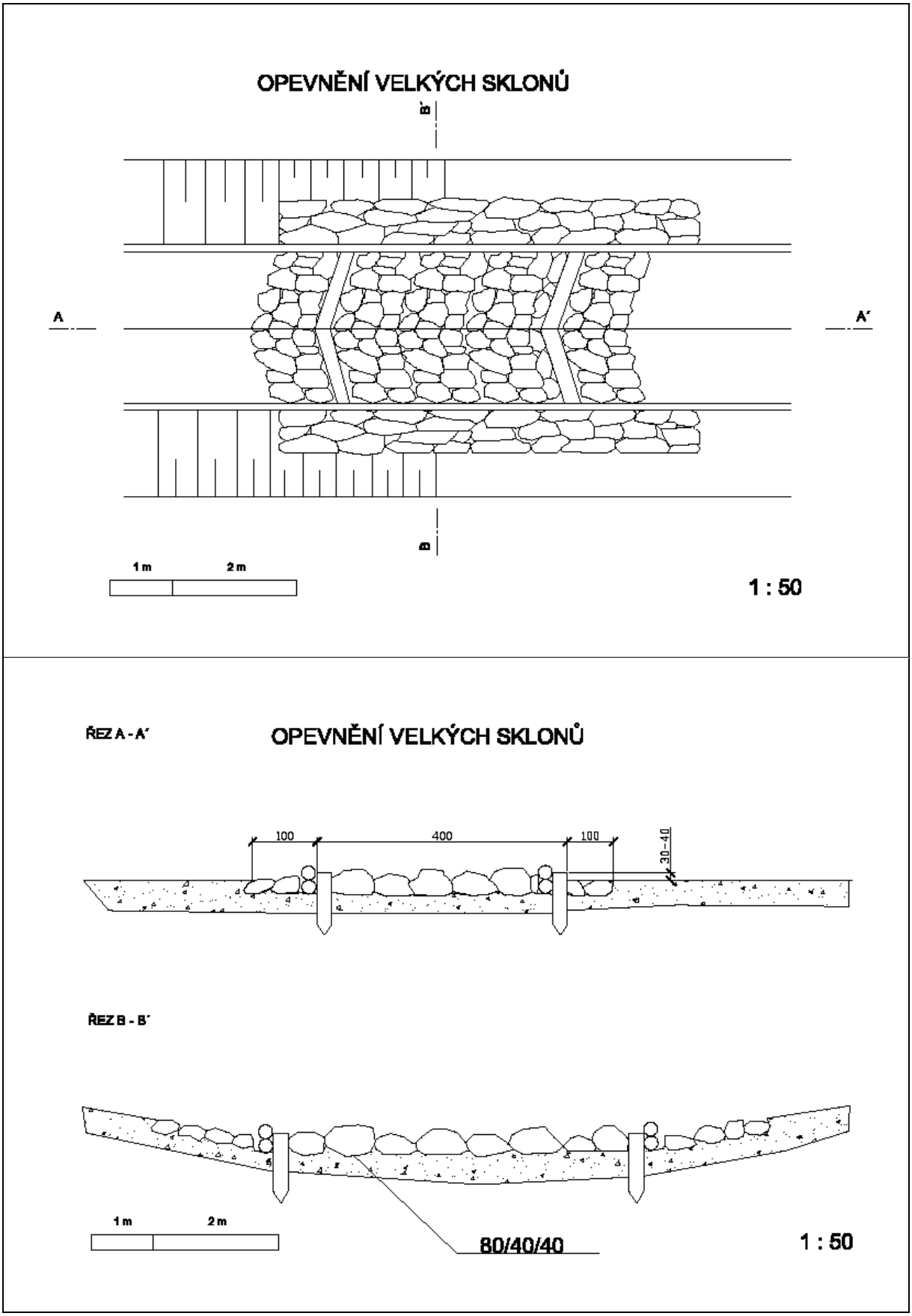
Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

Náklady na průzkum a inženýrské práce; Vlastní opevnění v závislosti na dostupnosti materiálu.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.



Obr.8.1.1 Kamenná rovnanina do dřevěného roštu.

Obr.8.1.2 Kamenná rovnanina do dř. roštu. Oplanský potok. Foto F.Křovák; 2010

8.2. Stabilizační pás

Princip opatření

Stabilizační pás je objekt vybudovaný napříč tokem v úrovni dna.

Účelem objektu je stabilita podélného sklonu dna.

Technické parametry opatření

Šířka pasu je 0.3-1 m. Hloubka 0,6-1,2 m, v závislosti na šíři dna toku. Pás je pod úrovní dna zavázaný do břehů 0,8-1m. Zhotovuje se zpravidla z kamene, kamenného zdiva, drátoštěrku, výjimečně z betonu.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace dna; stabilizace podélného sklonu nivelety, stabilizace objektů; rozčlenění podélného profilu.

Negativní efekty

Estetický efekt při nevhodné volbě materiálů.

Podmínky realizace

Vhodný pro všechny typy toků. Optimální je využití místního materiálu. Hustota objektů by měla odpovídat podélnému sklonu toku. Stabilita objektu pro návrhové průtoky. Hydraulický výpočet.

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody k volbě materiálu.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

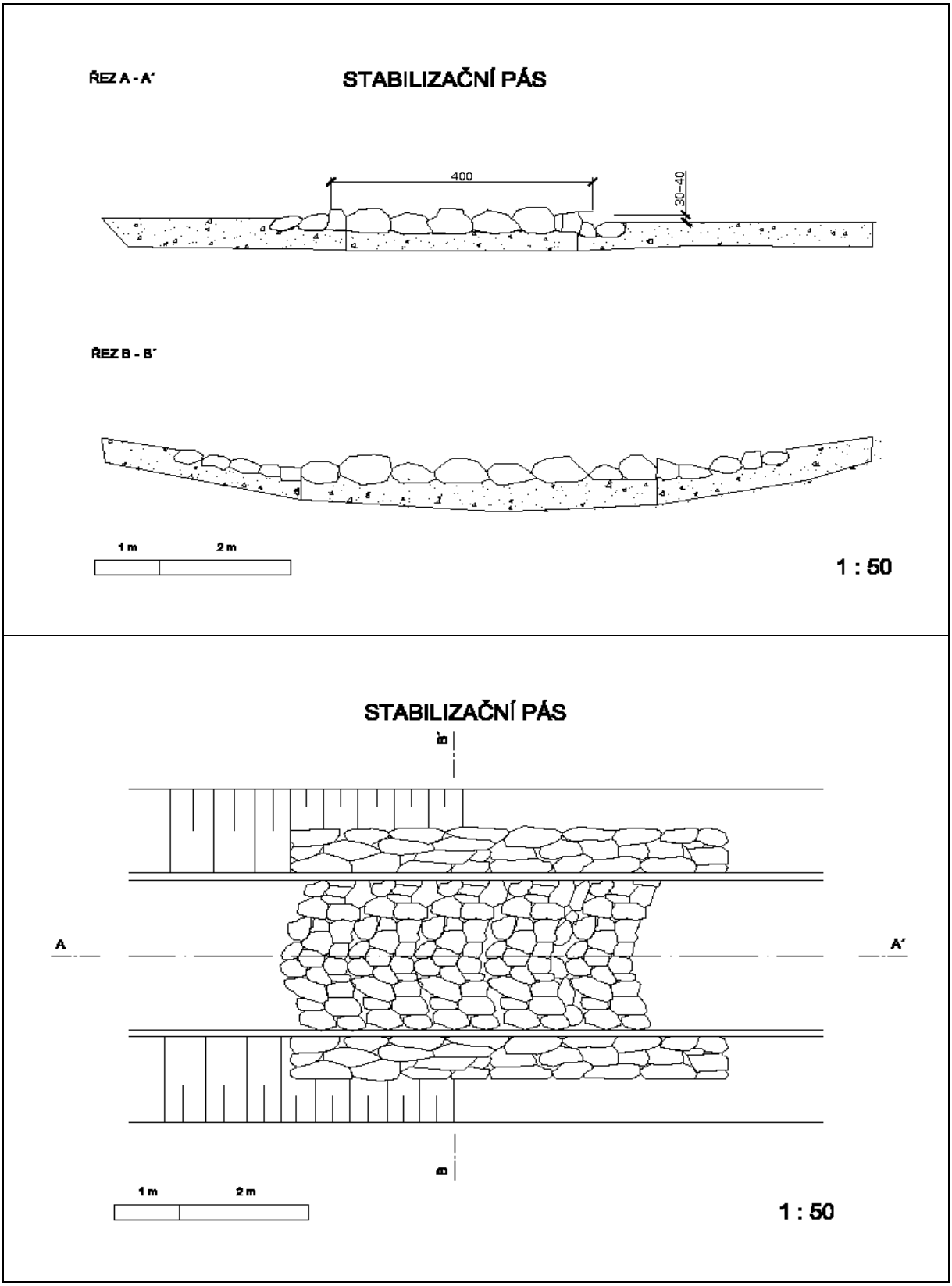
Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

Náklady na průzkum a inženýrské práce; Objekt v závislosti na rozměrech a dostupnosti materiálu.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.



Obr.8.2.1 Stabilizační pás

8.3 Práh ve dně

Princip opatření

Práh ve dně je objekt vybudovaný napříč tokem v úrovni dna a zavázaný do břehů. Účelem objektu je stabilita podélného sklonu dna a příčného sklonu svahů.

Technické parametry opatření

Šířka prahu je 0.5-1 m. Hloubka 0,6-1,2 m, v závislosti na šíři dna toku. Práh je stupňovitě zavázaný do břehů 0,8-1m. Zhotovuje se zpravidla z kamene, kamenného zdiva, drátoštěrku, výjimečně z betonu.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace dna; stabilizace podélného sklonu nivelety, stabilizace příčného sklonu, stabilizace objektů; rozčlenění podélného profilu.

Negativní efekty

Estetický efekt při nevhodné volbě materiálů.

Podmínky realizace

Vhodný pro všechny typy toků. Optimální je využití místního materiálu. Vzdálenost objektů by měla odpovídat podélnému sklonu toku. Stabilita objektu pro návrhové průtoky. Hydraulický výpočet.

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody k migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů. Dají se částečně eliminovat snížením výšky objektu.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

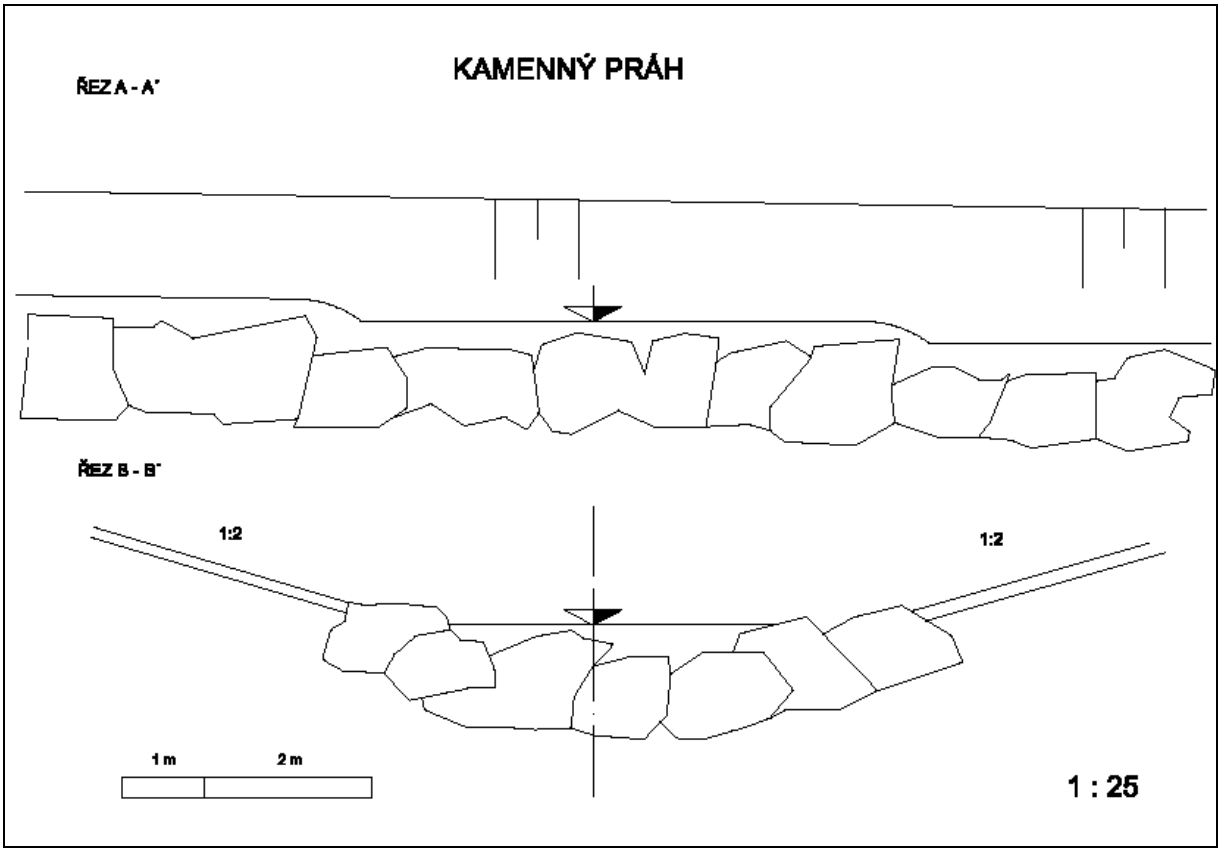
Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

Náklady na průzkum a inženýrské práce; Objekt v závislosti na rozměrech a dostupnosti materiálu.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.



Obr.8.3.1 Kamenný práh ve dně

Obr.8.3.2 Kamenný práh ve dně. Bystřice. Foto F.Křovák; 2010

8.4 Dřevěný práh z kulatiny

Princip opatření

Práh z kulatiny je nízký vzdouvací objekt ze dřeva a kamene použitelný prakticky pro všechny typy koryt.

Technické parametry opatření

Pod úroveň dna koryta je zapuštěn kulatinový výřez průřezu 0,20-0,30 m. Na něj je uložen druhý výřez stejného průměru nad úroveň dna. Oba jsou zapuštěny do břehů koryta 0,80-1 m a zatíženy kamennou rovnaninou. V ose koryta se výřezy zajistí pilotou z kulatiny pr. min. 0,15 m, délky 1,20-1,50 m. Při šíři koryta nad 1 m se zajištění provede dvěma pilotami v patě svahu. V okolí prahu se dno koryta opevní rovnaninou z lomového kamene na délku min. 1,5-2 m (v závislosti na šířce koryta) a svahy břehů na šikmou délku min 1,10 m.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace dna; stabilizace podélného sklonu nivelety, stabilizace příčného sklonu, stabilizace objektů; rozčlenění podélného profilu.

Negativní efekty

Životnost objektu při kolísání hladiny vody. Podtékání objektu při nesprávném provedení.

Podmínky realizace

Vhodný pro všechny typy toků. Optimální je využití místního materiálu. Vzdálenost objektů by měla odpovídat podélnému sklonu toku. Stabilita objektu pro návrhové průtoky. Hydraulický výpočet.

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody k migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

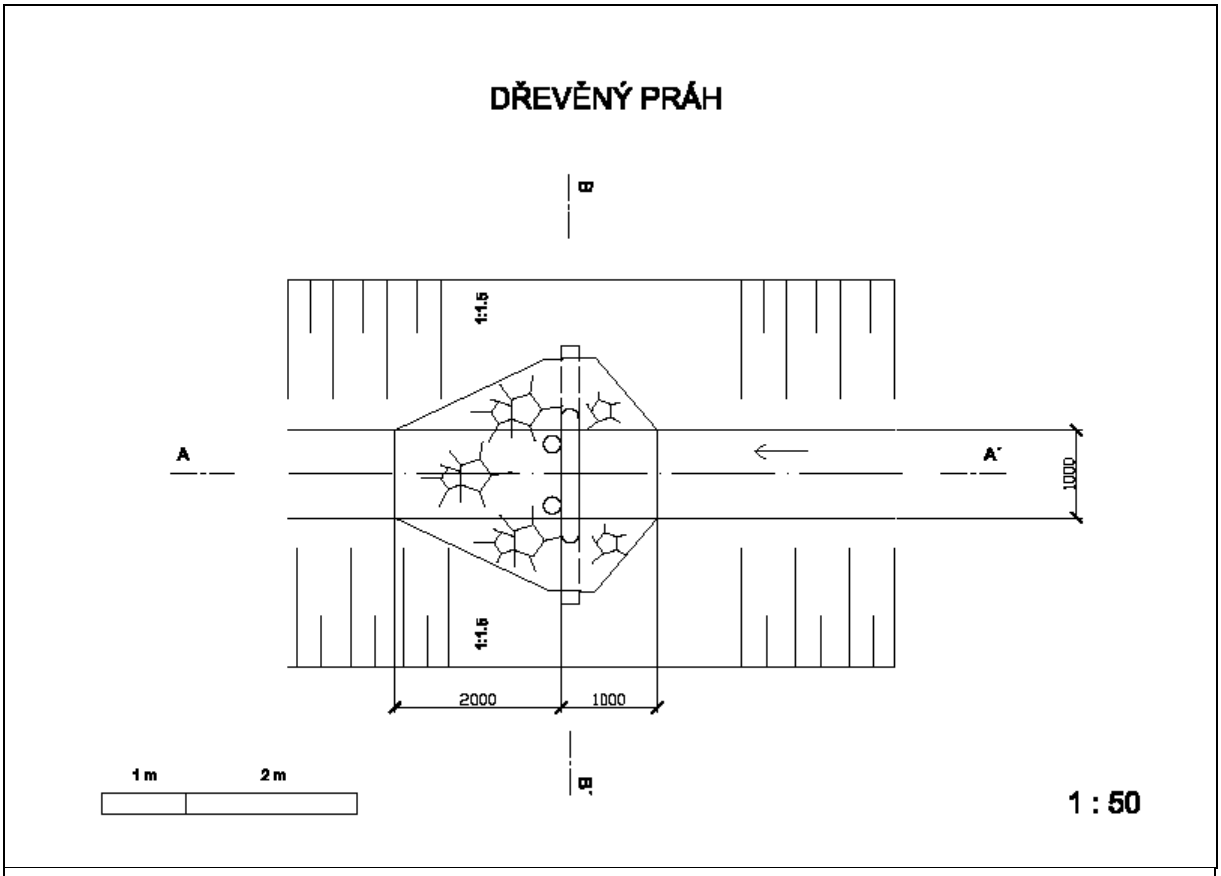
Struktura nákladů realizace

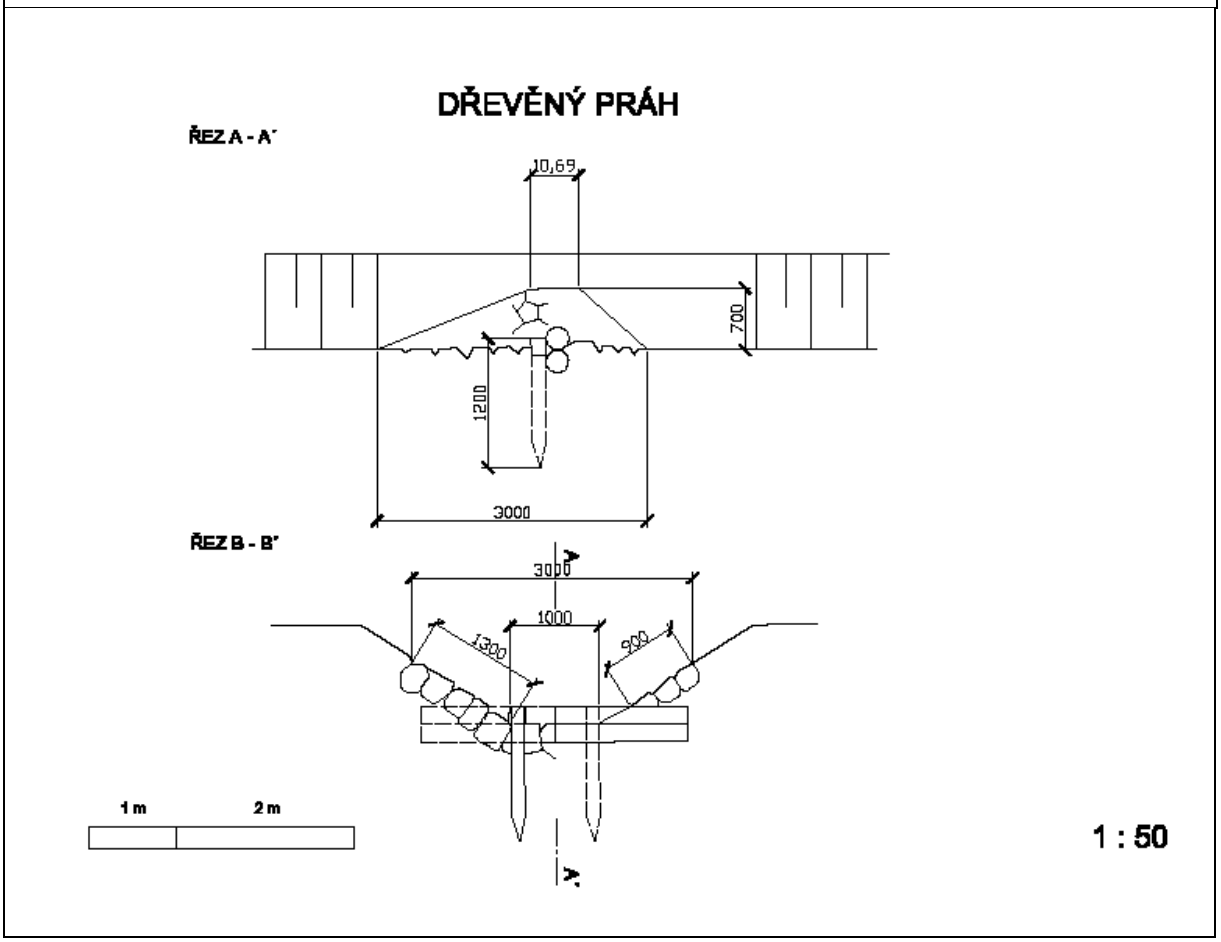
Pořizovací náklady

Náklady na průzkum a inženýrské práce; Objekt v závislosti na rozměrech a dostupnosti materiálu.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.





Obr.8.4.1 Dřevěný práh ve dně.

Obr.8.4.2 Dřevěný práh ve dně. Orlické záhoří. Foto F.Křovák; 2010

8.5 Dřevěný stupeň

Princip opatření

Dřevěný stupeň je nízký spádový objekt použitelný u většiny toků do šíře dna 3 m. Účelem objektu je stabilita dna, snížení podélného sklonu, provzdušnění vody a vytvoření tůňky jako prostoru pro zoocenózu.

Technické parametry opatření

Přepadovou stěnu tvoří kulatinové výřezy průřezu 0,2-0,3m zavázané do břehů a přibité k pilotě v ose dna nebo ke dvěma pilotám v patě svahu. Předorán je rovněž z kulatiny průměru 0,2-0,3m. Dno spadiště je prohloubené o 0,2-0,3m a vytváří tůňku. U předprahu navazuje na dno koryta pod stupněm. V místě dopadu je rozšířené a opevněné kamennou rovnaninou o rozměru 0,3-0,4m. Délka podjezí je 5m. Svahy spadiště jsou opevněny kamennou rovnaninou, která je v patě svahu prodloužena za přepadové těleso stupně i pod předpráh.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace dna; snížení podélného sklonu nivelety; rozčlenění příčného profilu; vytvoření prostorů s větší hloubkou vody nad a pod objektem; provzdušnění vodního proudu; vytvoření refugia pro vodní zoocenózu za nízkých vodních stavů; estetický (krajinotvorný) efekt.

Negativní efekty

Možné snížení migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů. Trvanlivost objektu při velké fluktuaci hladiny

Podmínky realizace

Dostatečná vodnost toku. Optimální je využití místního materiálu. Hustota objektů by měla odpovídat morfologii toku – střídání peřejí a tůněk. Stabilita objektu pro návrhové průtoky. Hydraulický výpočet.

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody k migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů. Dají se částečně eliminovat snížením výšky objektu.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

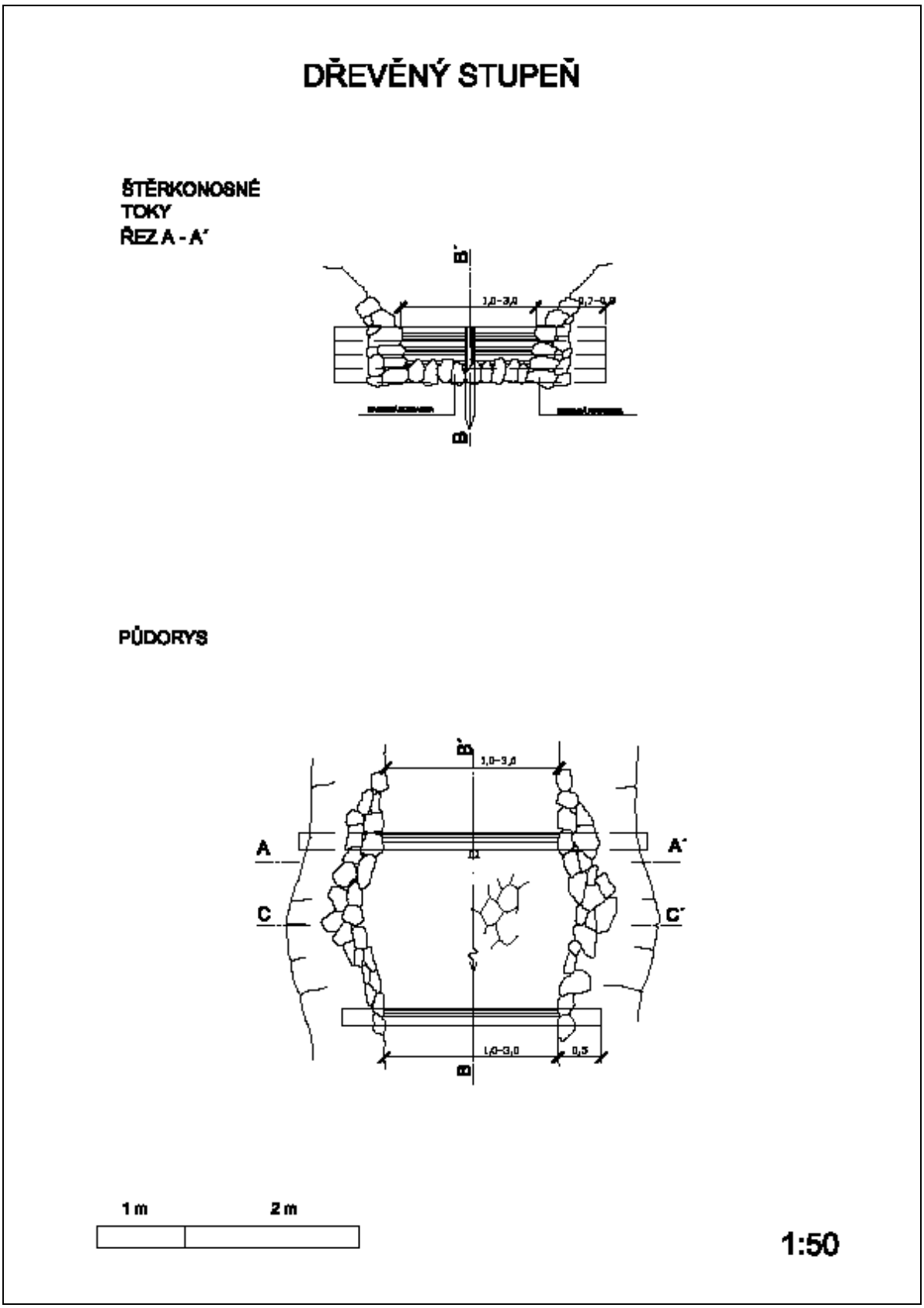
Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

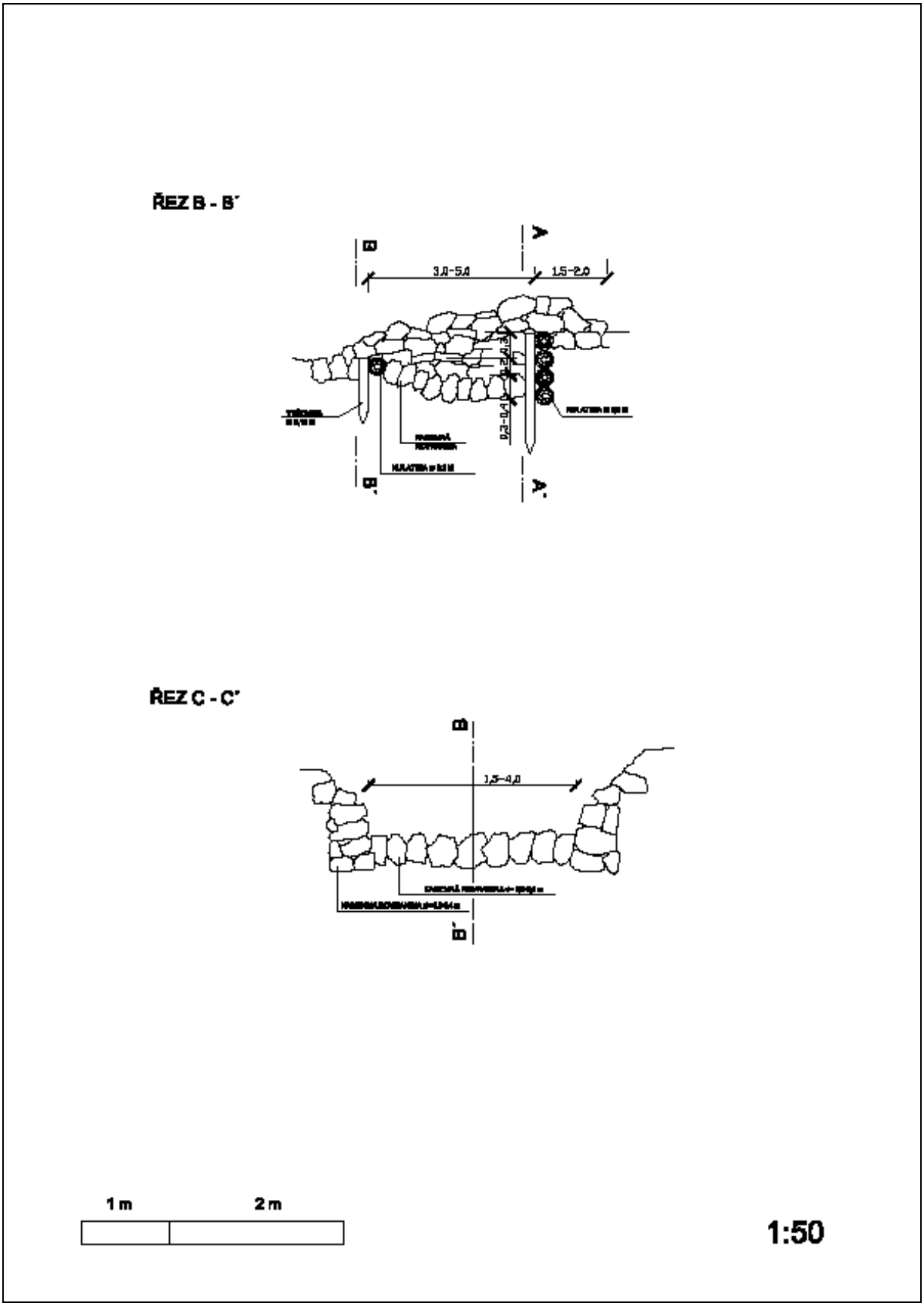
Náklady na průzkum a inženýrské práce; Objekt v závislosti na dostupnosti materiálu a parametrům stavby.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.



Obr.8.5.1 Dřevěný stupeň 1/2



Obr. 8.5.2 Dřevěný stupeň 2/2

Obr. 8.5.3 Dřevěný stupeň. Orlické záhoří. Foto F.Křovák; 2010

8.6 Kamenitý stupeň

Princip opatření

Kamenitý stupeň je nízký spádový objekt používaný u štěrkonosných toků do šíře dna 3 m. Účelem objektu je stabilita dna, snížení podélného sklonu, provzdušnění vody a vytvoření tůňky jako prostoru pro zoocenózu. Celkový vzhled by měl mít charakter přírodního vzniku.

Technické parametry opatření

Výška stupně je 0,4 m. Těleso stupně je z volně ukládaných kamenů až balvanů. Může být proti vodě vyklenuté i přímé. Kameny jsou v sobě zaklínovány, přepadová hrana je výškově rozčleněna tak, aby vodní proud byl za nízkých průtoků rozdělen minimálně do dvou přepadových paprsků. Dopadiště je pod přepadovou částí tělesa zahloubené o 0,2 m a vytváří tak tůňku. Je opevněno kamennou rovnaninou z kamene o rozměru 0,3-0,4 m. Délka podjezí je 5 m. Svahy spadiště jsou opevněny kamennou rovnaninou, která je v patě svahu prodloužena za přepadové těleso stupně.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace dna; snížení podélného sklonu nivelety; rozčlenění příčného profilu; vytvoření prostorů s větší hloubkou vody nad a pod objektem; provzdušnění vodního proudu; vytvoření refugia pro vodní zoocenózu za nízkých vodních stavů estetický (krajinotvorný) efekt.

Negativní efekty

Možné snížení migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů.

Podmínky realizace

Dostatečně štěrkonosné potoky. Dostatečná vodnost toku. Optimální je využití místního materiálu. Hustota objektů by měla odpovídat morfologii toku – střídání peřejí a tůněk. Stabilita objektu pro návrhové průtoky. Hydraulický výpočet.

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody k migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů. Dají se částečně eliminovat snížením výšky objektu.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

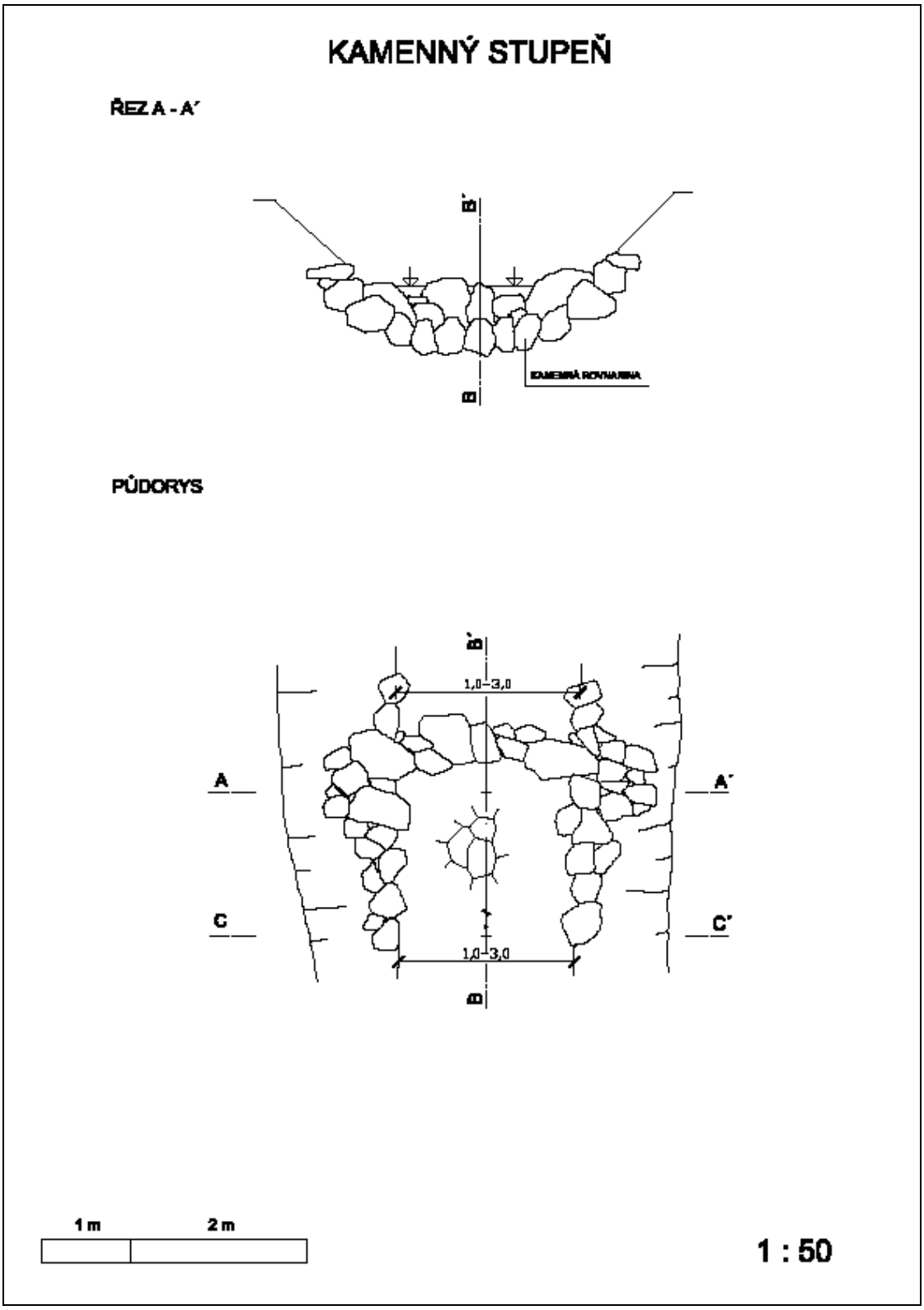
Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

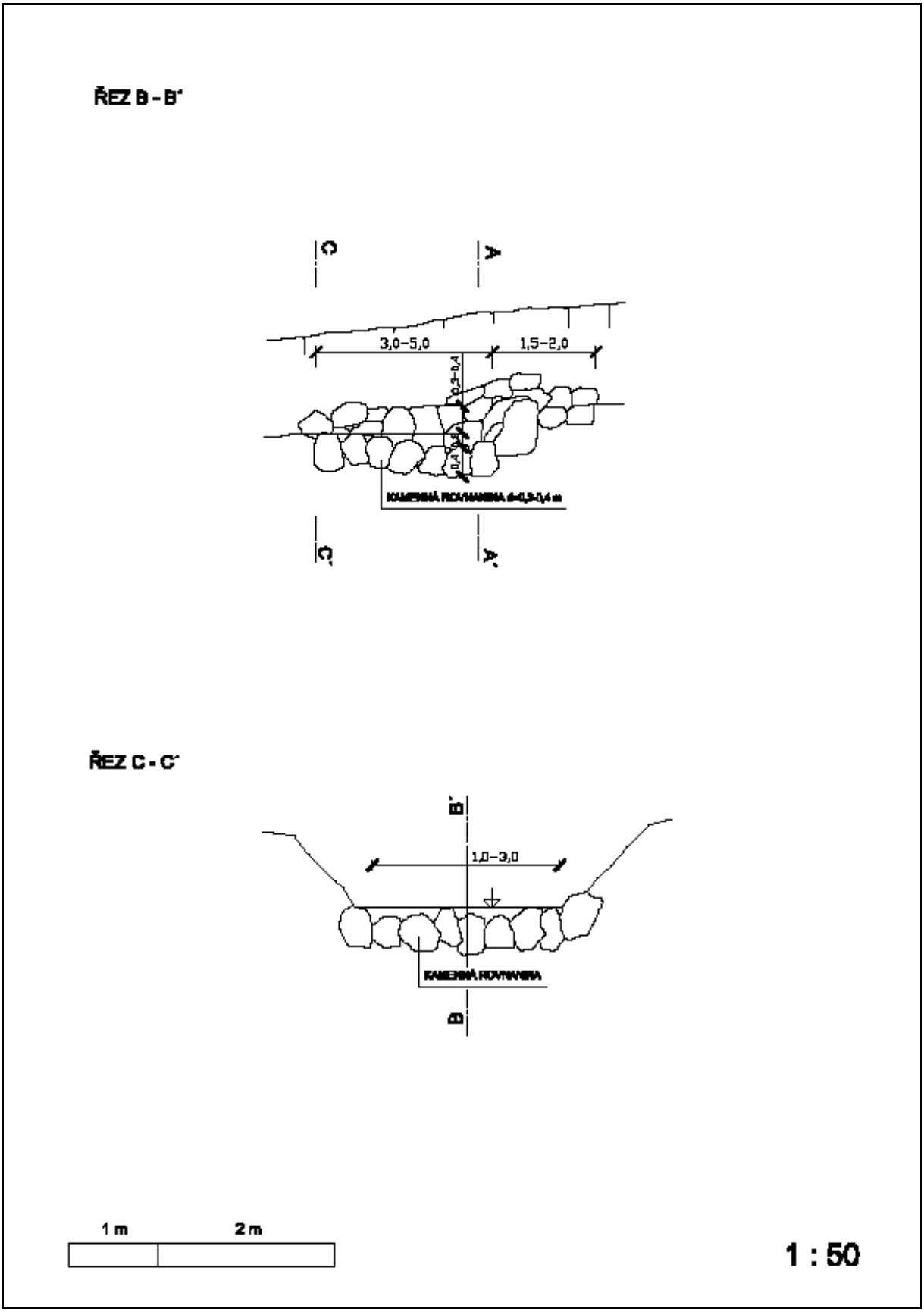
Náklady na průzkum a inženýrské práce; Objekt cca 7-10 tis. v závislosti na dostupnosti materiálu.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.



Obr. 8.6.1 Kamenitý stupeň 1/2



Obr. 8.6.2 Kamenitý stupeň 2/2

Obr. 8.6.3 Kamenitý stupeň. Vlčí důl. Foto F.Křovák; 2010

8.7 Drátokamenný stupeň

Princip opatření

Drátokamenný stupeň je nízký spádový objekt použitelný u toků do šíře dna 3 m. Účelem objektu je stabilita dna, snížení podélného sklonu, provzdušnění vody a pokud je pod stupněm vytvořen vývar je zde i prostor pro zoocenózu.

Technické parametry opatření

Výška stupně je 0,5 m. Těleso stupně je z gabionů průřezu 1x1m s pečlivě vyskládaným kamenem. Dopadiště je opevněno rovnaninou z kamene o rozměru 0,5 m. Délka podjezí je 5 m. Svahy spadiště jsou opevněny kamennou rovnaninou, která je v patě svahu prodloužena za přepadové těleso stupně.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace dna; snížení podélného sklonu nivelety; rozčlenění příčného profilu; provzdušnění vodního proudu; estetický (krajinotvorný) efekt. Jednoduchá technologie, menší nároky na zakládání, propustnost.

Negativní efekty

Možné snížení migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů.

Podmínky realizace

Dostatečná vodnost toku. Optimální je využití místního materiálu. Hustota objektů by měla odpovídat morfologii toku – střídání peřejí a tůněk. Stabilita objektu pro návrhové průtoky. Hydraulický výpočet.

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody k migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů. Málo přírodní vzhled.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

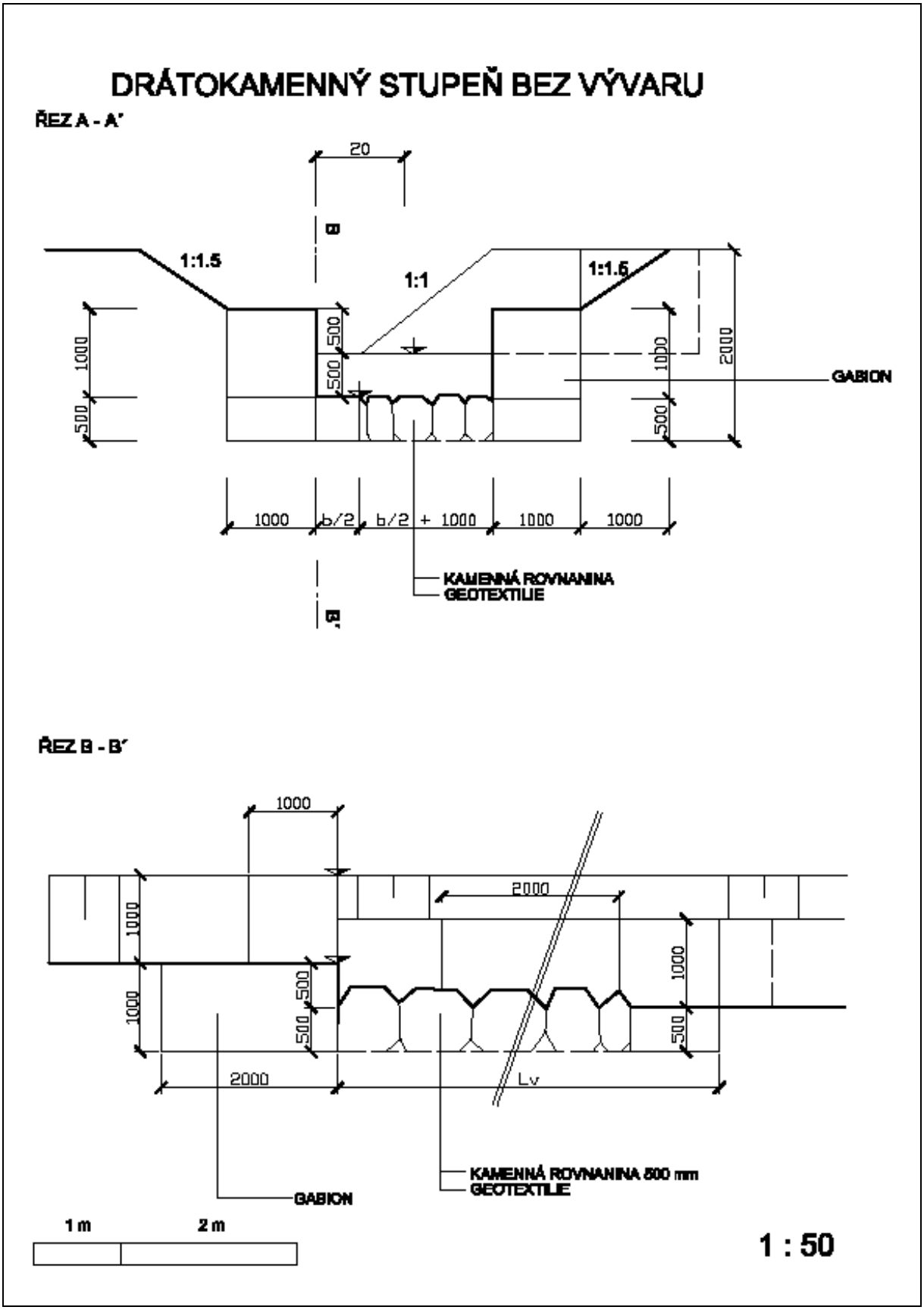
Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

Náklady na průzkum a inženýrské práce; Objekt. v závislosti na šíři toku a dostupnosti materiálu.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.



Obr. 8.7.1 Drátokamenný stupeň.

8.8 Kamenitý skluz

Princip opatření

Kamenitý skluz - je spádový objekt použitelný do potoků se štěrkovým dnem. Účelem objektu je stabilita dna, snížení podélného sklonu, provzdušnění vody a vytvoření tůňky jako prostoru pro zoocenózu. Účelem objektu je překonání spádu 0,3-0,4 m, stabilita dna a vytvoření tůňky v podjezí.

Technické parametry opatření

Skluzová plocha i podjezí jsou provedeny ze záhozu z lomového kamene o velikosti zrna 0,3-0,4 m. Lícové plochy jsou upraveny slícováním. Vtokový i výtokový profil skluzu jsou zajištěny stěnami z kulatinových výřezů průměru 0,2 m, délky 2,5 m a výšky 0,6 m. Tyto stěny jsou zajištěny dřevěnými pilotami průměru 0,15 m a délce 1,5 m. Délka skluzu je 7 m, šířka 4,2 m.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace dna; snížení podélného sklonu nivelety; rozčlenění příčného profilu; vytvoření prostorů s větší hloubkou vody nad a pod objektem; provzdušnění vodního proudu; estetický (krajinotvorný) efekt.

Negativní efekty

Možné snížení migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů.

Podmínky realizace

Dostatečně štěrkonosné potoky. Dostatečná vodnost toku. Optimální je využití místního materiálu. Hustota objektů by měla odpovídat morfologii toku – střídání peřejí a tůněk. Stabilita objektu pro návrhové průtoky. Hydraulický výpočet.

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody k migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů. Dají se částečně eliminovat snížením výšky objektu.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

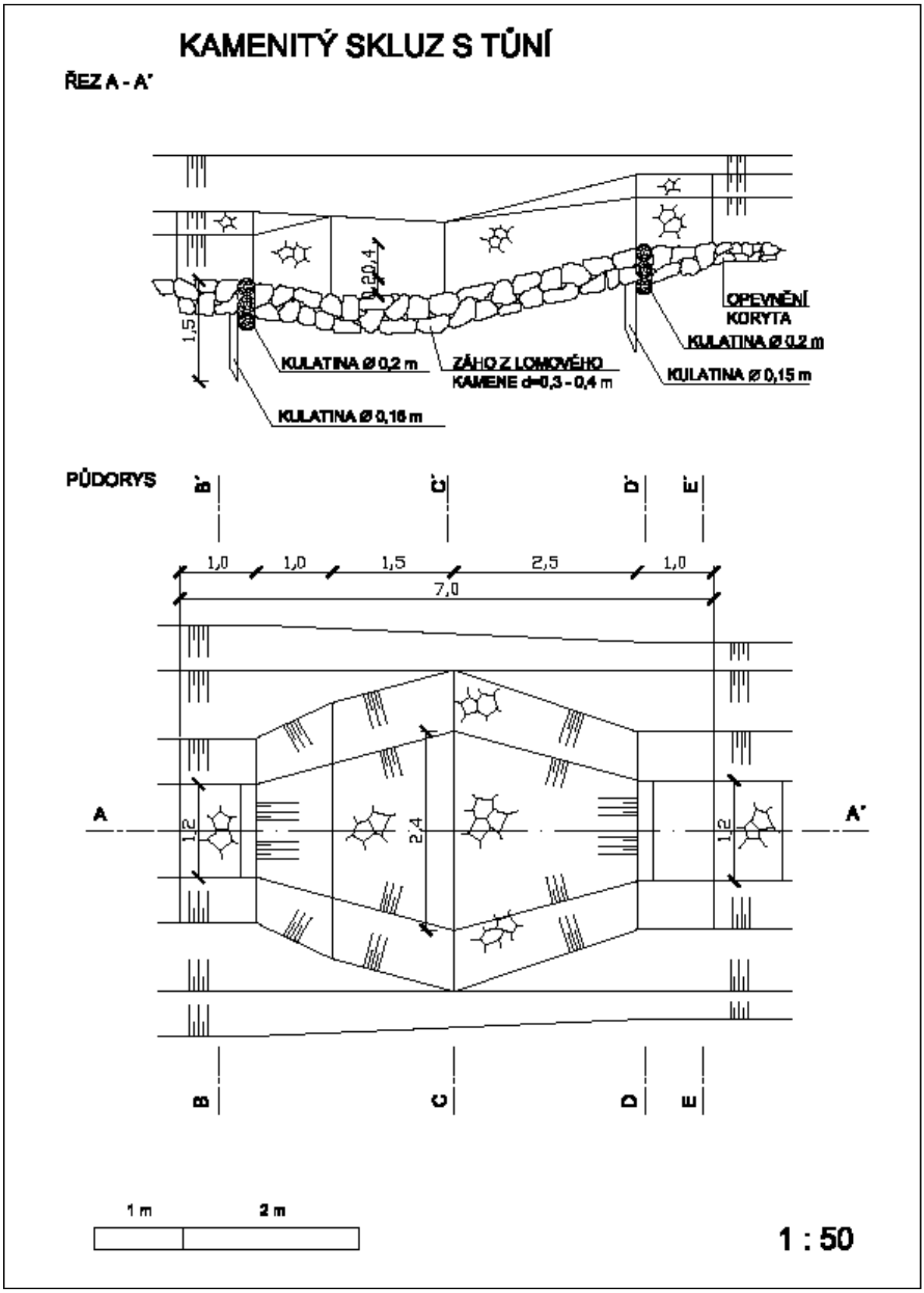
Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

Náklady na průzkum a inženýrské práce; Objekt v závislosti na dostupnosti materiálu.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.



Obr. 8.8.1 Kamenitý skluz.

Obr. 8.8.2 Kamenitý skluz. Jindřichovický potok. Foto F.Křovák; 2011

8.9 Kamenitý jízek

Princip opatření

Kamenitý jízek je vzdouvací objekt pro potoky nížin a pahorkatin. Účelem objektu je vzdutí vody na výšku 0,40 m, vytvoření tůně o hl. min 0,20 m a ploše vodní hladiny 2-3 x 2 m v podjezí.

Technické parametry opatření

Přepadové těleso jízku tvoří stěna z kulatinových výřezů průměru 0,20 m, rozměrů přizpůsobených velikosti koryta. Montáž stěny se předpokládá mimo profil koryta a osazení do předem vyhloubené rýhy. Přepadová stěna je ze statických důvodů osazena šikmo s vyosením 0,1-0,2 m proti vodě. Opevnění dna a svahů koryta ve vtokové části objektu je provedeno ze záhozu z lomového kamene o velikosti zrna 0,15-0,20 m, nebo z kamenné rovnaniny. V podjezí je použit zához z kamene o velikosti 0,20-0,30 m. Podjezí je upraveno do prohlubně (tůňky) hloubky 0,20 m a délky 2-3 m. Celková délka objektu je 5-6 m, šíře 4-5 m, v závislosti na šířce koryta.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace dna; snížení podélného sklonu nivelety; rozčlenění příčného profilu; vytvoření prostorů s větší hloubkou vody nad a pod objektem; provzdušnění vodního proudu; estetický (krajinotvorný) efekt.

Negativní efekty

Možné snížení migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů.

Podmínky realizace

Dostatečně štěrkonosné potoky. Dostatečná vodnost toku. Optimální je využití místního materiálu. Hustota objektů by měla odpovídat morfologii toku – střídání peřejí a tůněk. Stabilita objektu pro návrhové průtoky. Hydraulický výpočet.

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody k migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů. Dají se částečně eliminovat snížením výšky objektu.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

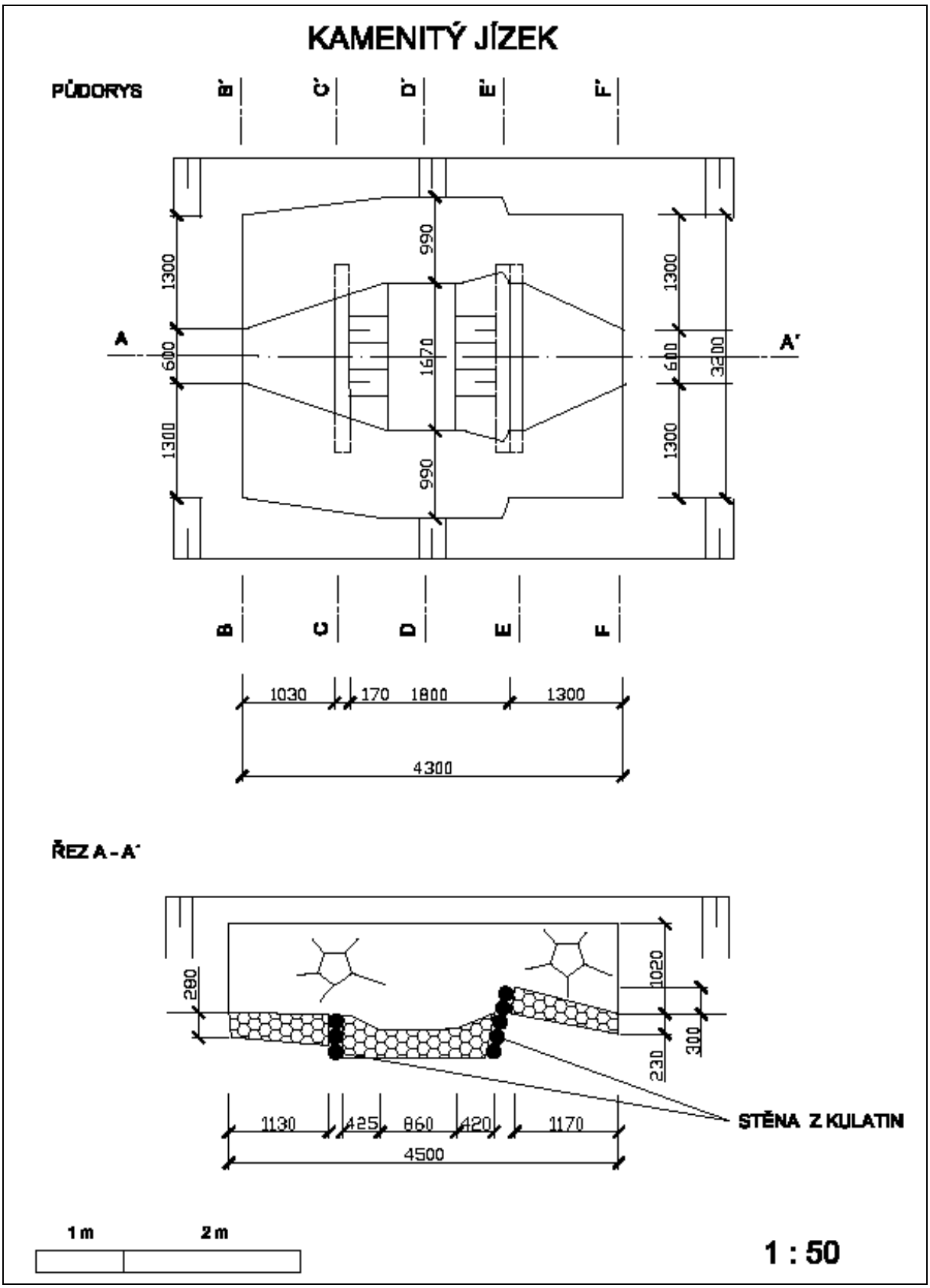
Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

Náklady na průzkum a inženýrské práce; Objekt cca 7-10 tis. v závislosti na dostupnosti materiálu.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.



Obr. 8.9.1 Kamenitý jízek.

Obr. 8.9.2 Kamenitý jízek. Oplanský potok. Foto F.Křovák; 2006

8.10 Přehrážky

Princip opatření

Přehrážky jsou příčné objekty nad úrovní dna. Jsou to největší objekty hrazení bystřin. Nad přehrážkou je zdržný prostor k zachycování splavenin. Podle účelu se dělí na **retenční** a **konsolidační**. Účelem **retenčních přehrážek** je zastavit přínos splavenin do nižších částí tratí bystřin. **Konsolidační přehrážky** mají zamezit dalšímu prohlubování koryta bystřin, zachytit velké nánosy splavenin a poskytnout oporu podemletým nebo sesutým svahům.

Technické parametry opatření

Přehrážky mají vlastní těleso přehrážky, které odolává tlaku vody a splavenin. Pod přehrážkou je dopadiště (s vývarem či bez vývaru), které má utlumit energii vznikající spádem vody. V horní části je tzv. přepadová sekce (obdélníková či lichoběžníková), sloužící k převedení návrhového průtoku; v tělese přehrážky je několik obdélníkových otvorů k provedení vody a drobnějších splavenin. Ve dně přehrážky může být otvor sloužící migraci. Podle statického působení se přehrážky dělí na tížně konzolové, tížně monolitické, klenbové, klenbové s tížným účinkem a deskové. Na jejich výstavbu se používá kamenné zdivo, prostý nebo železový beton, betonové prefabrikáty, ocelové profily, srubové konstrukce, drátokamenné gabiony nebo kombinace těchto materiálů. Někdy mohou být přehrážky využity jako suché retenční nádrže pro ochranu před povodněmi v kombinaci se zemními hrázemi.

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Zadržení splavenin, vyrovnání sklonu, snížení hloubky strže.

Negativní efekty

Možné snížení migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů. Při nevhodné volbě materiálu; estetický a ekologický efekt.

Podmínky realizace

Vhodný profil, zdůvodnění potřeby (cena). Výběr vhodného materiálu. Stabilita objektu pro návrhové průtoky. Hydraulický a statický výpočet.

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody k migrační prostupnosti za nízkých vodních stavů a mohutnosti stavby. Dají se částečně eliminovat vložením dolního otvoru.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Geodetické zaměření. Inženýrsko-geologický průzkum. Sedimentologický průzkum. Hydraulický výpočet. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

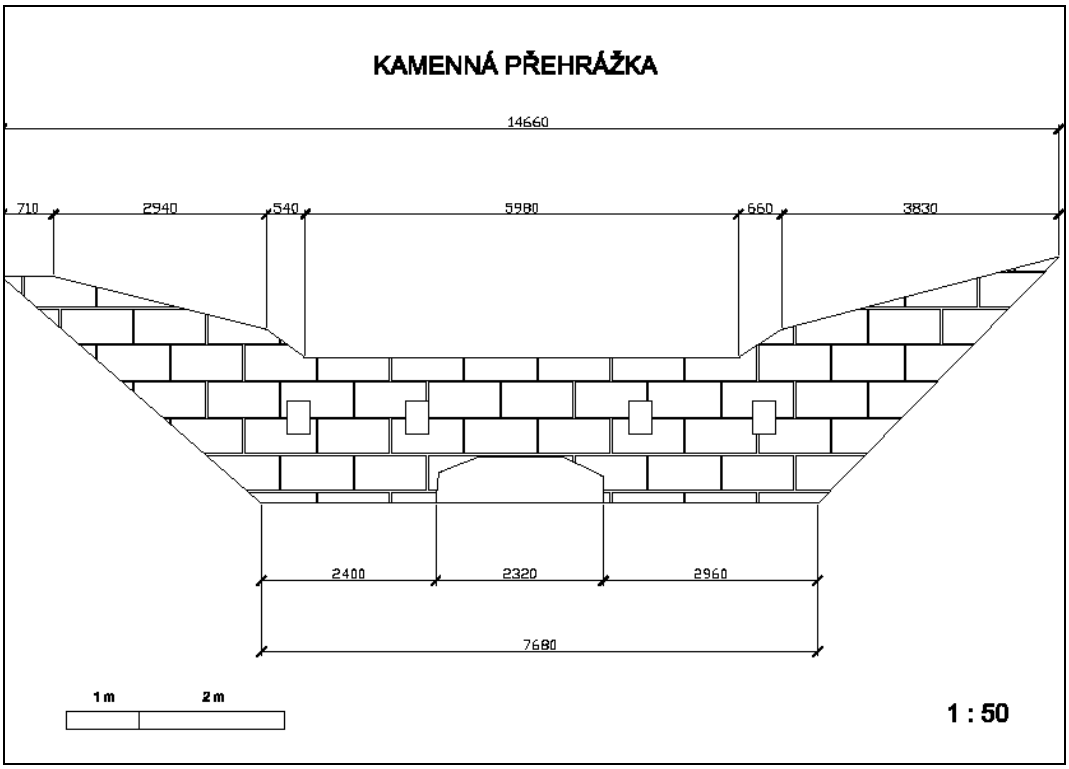
Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

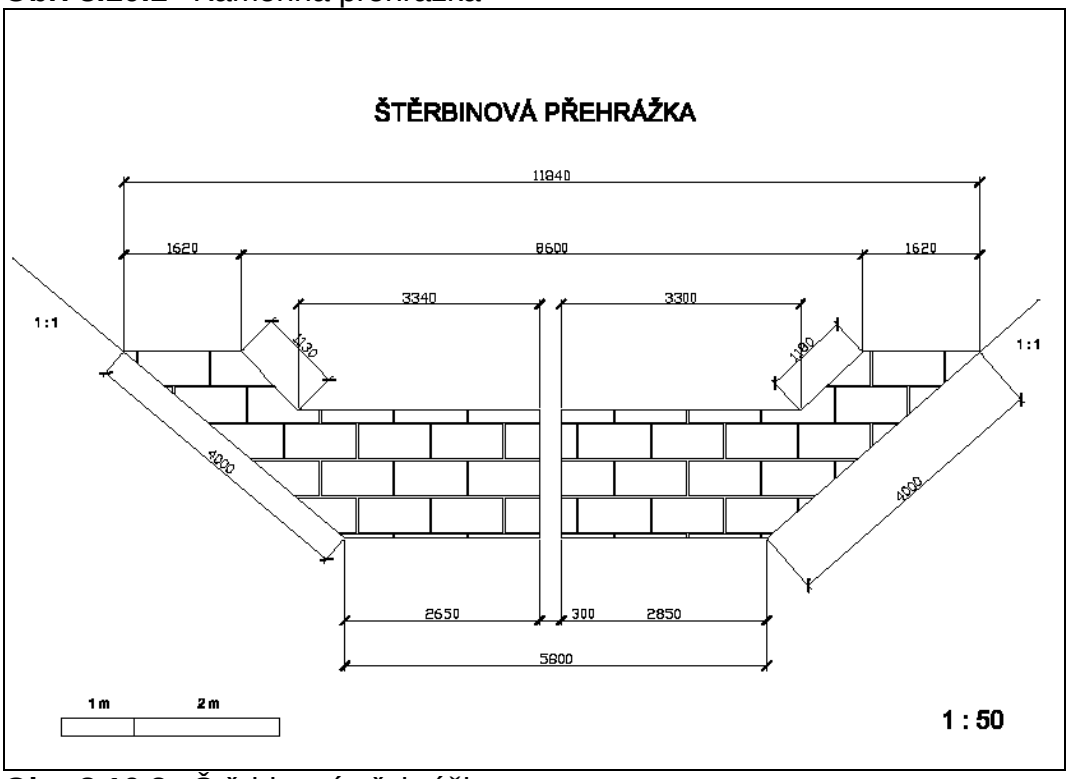
Náklady na průzkum a inženýrské práce; Objekt v závislosti na volbě materiálu a velikosti.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba.



Obr. 8.10.1 Kamenná přehrážka



Obr. 8.10.2 Štěrbinová přehrážka

Obr. 8.10.3 Štěrbinová přehrážka na Dojetřickém potoce. Foto Bechyně 2007.

Obr. 8.10.4 Kamenná přehrážka. Bočský potok. Foto F.Křovák; 2010

Obr. 8.10.5 Drátoštěrková přehrážka. Unčínský potok. Foto F.Křovák; 2010

Obr. 8.10.6 Kamenná přehrážka se stupni. Nerudův potok. Foto F.Křovák; 2010

Obr. 8.10.7 Kamenná přehrážka s opevněným přepadem. Bystřice. Foto F.Křovák; 2010

8.11. Hrazení strží

Princip opatření

Strže jsou nejviditelnějším erozním projevem. Rozlišuje se zhlaví strže, boky strže a koryto (dno) strže. Vznikají hlavně působením vody. Jejich úprava – hrazení spočívá v postupné eliminaci příčin vzniku projevů eroze u jednotlivých prvků.

Technické parametry opatření

Stabilizace zhlaví - zachycení cizích vod. Příkopy, drény. Odvedení těchto vod (boční skluzy, odváděcí drény). Klejonáž-svahy; garnisáž dno, zalesnění.

Stabilizace svahů –úprava svahů (terasování), klejonáž, zápletové, laťové plůtky, osetí, drnování, kordonová sadba, zalesnění.

Dno strže – porostní filtry, klestové prahy, technická + biotechnická opatření. Prahy, pásy, úprava nivelety, skluzy stupně, přehrážky (vsakovací, nízké/vysoké, ojedinělé/souvislé)

Efekty opatření

Pozitivní efekty

Stabilizace zhlaví, boků a dna strže; snížení podélného sklonu nivelety dna; postupné vyplňování prostoru, zatravňování, zalesňování; estetický (krajinotvorný) efekt.

Negativní efekty

nejsou

Podmínky realizace

Posloupnost opatření. Odstranění příčin vzniku a pak následků. Využití místních materiálů (dřevo, klest)

Možné střety zájmů

Možné výhrady orgánů ochrany přírody při nepochopení důvodů úpravy. Dají se částečně eliminovat osvětou.

Fáze realizace

Pořízení projektové dokumentace pro stavební řízení. Výškopisné zaměření – souvisí s potřebou stanovení stabilního sklonu dna. Hydraulický výpočet při návrhu objektů. Zvýšené nároky na ruční práci. Výběr vhodné firmy se zkušenostmi z podobných typů prací.

Struktura nákladů realizace

Pořizovací náklady

Náklady na průzkum a inženýrské práce; Dají se snížit. Použitím místních materiálů.

Provozní náklady

Nejsou nutné žádné provozní náklady. Pouze běžná údržba, zejména po průchodu velkých vod.

Obr. 8.11.1 Hrazení strže, klejonáž. Šumava. Foto F.Křovák; 2011

Obr. 8.11.2 Soustava objektů hrazení. Černý potok. Foto F.Křovák; 2010

9. Hydrotechnické posouzení

Hydrotechnickými výpočty se stanoví zejména tyto parametry (viz citované normy):

- Stabilní sklon dna, při kterém nedochází k výraznější transformaci dna a břehů.
- Průtočnost koryta a průběh hladin pro celou škálu průtoků se zahrnutím objektů (vody M-denní a návrhové průtoky Q_n).
- Průtokové poměry (hloubka a rychlost vody ve vybraných profilech).
- Stabilita koryta (odolnost dna a břehů) metodou nevymílacích rychlostí nebo metodou tečných napětí.
- Vliv objektů a vegetačních doprovodů na průtočnost a stabilitu koryta.

Pro tyto výpočty se použijí vhodné a ověřené metody. Vzhledem k množství objektů, složitosti proudění a značné členitosti koryta v podélném i příčném směru je vhodné využívat hydrologické a hydraulické matematické modely s použitím výpočetní techniky. Dále jsou uvedeny dva vybrané modely.

9.1 Model KINFIL

Model KINFIL je určen pro stanovení návrhových průtoků ovlivněných antropogenní činností a simulaci významných odtokových procesů.

Manuál je součástí Metodiky (příloha).

9.2 Model HEC-RAS

Program **HEC-RAS** (Hydrologic Engineering Center's - River Analysis System) využívá integrovaného prostředím MS Windows s vynikajícím grafickým uživatelským rozhraním (GUI) podrobně řešenou hydraulikou ustáleného a neustáleného proudění v otevřených korytech, na umělých i přirozených tocích doplněnou možností vyjádření obecných objektů na toku

Struktura modelu

Výpočet vyžaduje zadání tří hlavních kategorií dat: geometrie koryta a objektů, hydraulické ztrátové součinitele a okrajové podmínky. S výhodou lze využít vazby na systémy CAD a GIS v zobrazení 3D. Pro hydraulické posouzení kapacit systému otevřených koryt a objektů z hlediska maximálních odtoků lze použít v zásadě dvou principů:

1. řešit průchod návrhové povodňové vlny hydraulickým modelem, založeným na numerickém řešení neustáleného proudění. Tento způsob vyžaduje znalost tvaru

vstupní návrhové vlny v horním závěrovém profilu sledovaného úseku toku a podobně jako následující, podrobný popis geometrických a hydraulických parametrů koryta. Tento přístup je výpočtově náročný a obvykle se nevyužívá pro toky místního významu,

2. využít metod hydrauliky ustáleného proudění pro stanovení podélných profilů hladin, odpovídajících jednotlivým návrhovým N-letým vodám. Tato metoda sice neumožňuje řešit neustálený režim, její předností však je možnost podrobnějšího vyjádření proudění v objektech na toku.

Obě metody ovšem mají své přednosti i nevýhody. Úplný hydraulický model neustáleného proudění bezesporu lépe vyjadřuje režim průchodu velkých vod v časové závislosti. Vyžaduje však zavedení tvaru povodňových vln v horním uzávěrovém profilu, pro všechny žádané četnosti překročení. Tyto podklady mohou být při nedostatku historických hydrologických pozorování značně spekulativní.

a) hydraulický model řeší dynamiku průchodu vlny, při níž jsou postupně zaplňovány o vyprazdňovány boční retence. Tato metoda obecně poskytuje nižší hodnoty hladinového režimu a využití jeho výsledků pro účely projekce nebo pro posouzení přináší jistá rizika v podcenění výšky vypočtených hladin,

b) hydraulické řešení objektů je, stejně jako v případě ustáleného nerovnoměrného proudění, založeno na předpokladu ustáleného proudění. S ohledem na složitost výpočtu proudění v otevřených korytech je výpočet objektů obvykle zjednodušen a neposkytuje záruku spolehlivého řešení různých režimů proudění v těchto objektech (říční, kritické, bystřinné).

Program řeší odděleně hydraulické režimy říčního a bystřinného proudění.

- proudění objekty může být velmi podrobně analyzováno a řešeno pro různé hydraulické režimy a poskytuje záruku spolehlivého posouzení, především v lokalitách, kde ovlivnění hydraulického režimu objekty dominuje proudění v korytě.
- ustálený model poskytuje vyšší hodnoty při řešení hladinového režimu; jeho výsledky jsou tedy na straně bezpečného návrhu.

Formulace základních vztahů metody po úsecích

Pro stanovení hladinového režimu v otevřených korytech, včetně ovlivnění objekty využívá program HEC-RAS metodu numerického řešení ‘po úsecích’ (‘the standard step method’). Úseky jsou voleny podle charakteru proudění, pokud možno v oblastech plynule se měnícího průřezu. Hranice úseků jsou rovněž umístěny do lokalit objektů či jiných singularit (náhlá zúžení nebo rozšíření koryta). Program vychází, v případě říčního proudění, ze známé hladiny na dolním konci elementárního úseku 2. V případě že tento bod leží v lokalitě dolního uzávěrového profilu řešeného říčního úseku, lze tuto podmínku nahradit kritickou hloubkou. Výpočet je iterativní.

Podklady výpočtu

Základním údajem pro výpočet v režimu ustáleného proudění jsou údaje o N-letých vodách. Pro výpočet v režimu neustáleného proudění jsou třeba hydrogramy s příslušnou dobou opakování. Tato data je možné vyžádat od autorizované instituce

(ČHMÚ) a nebo vypočítat pomocí modelu KINFIL.

Vstupní geometrické údaje koryta a objektů

Do výpočtu byly zahrnuty všechny objekty na upraveném toku na základě podrobného zaměření podélného a příčných profilů. Tyto objekty významně ovlivňují hladinový režim.

Program HEC-RAS umožňuje import geometrie z těchto formátů:

-GIS format

-USACE Survey data format

-HEC-RAS format

-HEC 2 format

-UNET geometry format

-CWMS Stream alignment

-Mike 11 cross section-umožňuje import pomocí strukturovaného textu

Nebo je možné zadávat tato geometrická data ručně exportem přes excelovskou tabulku.

Vstupní hydraulické charakteristiky toku

Základní hydraulickou charakteristikou je drsnostní součinitel dle Manninga. S ohledem na materiál původního koryta a materiál objektů je možné navolit různé hodnoty v souladu manuálem programu HEC-RAS, a na základě místního šetření individuálně pro každý příčný profil se změnami v místě objektů.

Práce se soubory v projektech

Práce se soubory v rámci programu HEC-RAS probíhají v tak zvaných PROJEKTECH. Základní vlastností projektu je, že všechny soubory, které byly v rámci něj vytvořeny, mají automaticky shodné jméno před příslušnou příponou jako sám projekt. Informace o projektu jsou uchovány v souboru jméno.prj, jedná se soubor textového typu, který lze editovat i mimo vlastní program. Kromě tohoto souboru vytváří program celou soustavu dalších souborů. Všechny uvedené soubory jsou postupně vytvářeny v programem použitím funkcí Save As. Čísla od 1 do 99 v označení, jsou souborům automaticky přiřazována podle pořadí vzniku. V případě

vymazání některého ze souborů, zůstává číslo tohoto souboru neobsazeno. Kromě vlastního jména souboru dovoluje program HEC-RAS pro soubory vytvářet delší označení, které je možné na rozdíl od jména souboru v průběhu prací editovat. Všechny ostatní možnosti práce s modelem jsou v uvedených manuálech.

Zdroje informací

Computer program, 2010: HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), Version 4.1/2010.

[/www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/hecras-hecras.html].

Popis modelu a jeho užití je podrobně popsáno ve třech manuálech:Users Manual, Aplication Quide a Hydraulic Reference Manual. K dispozici je rovněž spousta řešených příkladů.

Výhody modelu

Nároky na softwarové vybavení odpovídají možnostem současných počítačů. Při pečlivě dodaných vstupních údajích poskytuje model spolehlivé výsledky. Má vynikající a intuitivní uživatelské prostředí a reprezentativní grafické i tabulkové výstupy. Model je neustále vyvíjen a doplňován a všechny jeho verze jsou vzájemně kompatibilní. Model je volně stažitelný a tudíž zadarmo. Je ovšem nutná alespoň základní znalost angličtiny.

Závěr

Cílem metodiky je poskytnout náměty pro návrh přírodě blízkých opatření při hrazení bystřin a strží. Pojem se začal používat již v šedesátých letech minulého století jako reakce na kritiku ochránců životního prostředí, kteří poukazovali na příliš technicistní způsoby úprav nešetrných k biotě. Je třeba vycházet ze specifik úprav toků s velkým podélným sklonem, kde se řeší především stabilita dna; tj. bránění nadměrné břehové a dnové erozi, dále pak neškodné provedení návrhového průtoku a v neposlední řadě regulace chodu splavenin. Proto při hrazení bystřin převládají příčné konstrukce a objekty v korytě, které vytvářejí tzv. stabilní sklon dna. Pro opevnění se využívají prvky s velkým podílem přírodních materiálů s důrazem na biotechnické způsoby cílené na skutečně namáhaná místa průtočného profilu, což je otázka hydrotechnických výpočtů a provádění. Migrační prostupnost bystřin je třeba přednostně zajistit při návrhu podélného a příčného profilu s důrazem na co největší členitost koryta, vytváření tůní a proudových stínů a výšku příčných objektů omezit na 0,4 m s vytvořením tůně v podjezí, což v podstatě kopíruje přirozená stabilní koryta s velkým množstvím peřejí, a tůněk. Migračními překážkami jsou velké retenční a konsolidační přehrážky, pokud nemají ve dně průtočný otvor nebo štěrbinu v ose. Budování rybích přechodů u těchto objektů je velice nákladné a v podstatě zbytečné. Vyústění přechodů vede do horních částí retenčních prostorů přehrážek po většinu roku bezvodých. Každopádně by výstavbu těchto objektů měl předcházet podrobný ichtyologický průzkum zdůvodňující jejich potřebnost.

Při hrazení bystřin je třeba důsledně odlišovat úpravy v intravilánu a v extravilánu. V zastavěných místech má jednoznačnou přednost kapacita a stabilita koryta pro zvolený návrhový průtok. Přírodě blízké úpravy se uplatní především ve volné krajině.

Doporučená literatura

Bělský, J., 2000: Hrazení bystřin, Studie MZe ČR

Kovář, P., Křovák, F., 2007: Hrazení bystřin, knižní publikace, Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) Praha, DOS T 2.07, Skupina hydrotech. staveb-úprav toků, 24s.

Křovák, F., Kovář, P., 2005: Modelování průtoků v lesních úsecích bystřin. Zprávy lesnického výzkumu, svazek 49, 1-4/2004, pp. 51-54 Praha.

MZe ČR, 1995: Hrazení bystřin, Lesy České republiky, s. p. Silva Regina, Praha

Novák, L., 1981: Ochrana a tvorba krajiny II: Hrazení bystřin. Učební text VŠZ Praha, NT MON Praha, 271 str.

Novák, L. 1998: Hrazení bystřin. FL, CZU Praha. Pp 271. (in Czech)

Novák, L. 1988: Stabilita dna bystřinných toků. VŠZ Praha. pp 172. (in Czech)

Zuna, J. 1983: Výpočet opevnění koryta metodou tečného napětí. Vodní hospodářství, řada A, č. 11, Praha

Zuna, J. 1984: Návrh příčného řezu koryta při hrazení bystřin. Vodní hospodářství, řada A, č. 4, Praha.

Zuna, J. 2004: Hydrotechnické posouzení objektů hrazení bystřin. Praha

Základní technické normy a předpisy

Souvisící ČSN a TNV

ČSN 75 2106 Hrazení bystřin a strží (v revizi)

ČSN ISO 80000-1 (01 1300) Veličiny a jednotky – Část 1: Obecně

ČSN 01 3473 Výkresy inženýrských staveb – Výkresy hydromeliorací

ČSN EN 1990 ed. 2 (73 0002) Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1996-1-1+A1 (73 1101) Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce

ČSN 73 1208 Navrhování betonových konstrukcí vodohospodářských objektů

ČSN 73 2810 Dřevěné stavební konstrukce – Provádění

ČSN 75 0250 Zásady navrhování a zatížení konstrukcí vodohospodářských staveb

ČSN 75 1500 Hydrologické údaje podzemních vod

ČSN 75 2101 Ekologizace úprav vodních toků

ČSN 75 4030 Křížení a souběhy melioračních zařízení s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními

ČSN 73 6108 Lesní dopravní síť

ČSN 75 4500 Protierozní ochrana zemědělské půdy

ČSN 75 0101 Vodní hospodářství – Základní terminologie

ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydrogeologie

ČSN 75 0120 Vodní hospodářství – Terminologie hydrotechniky

ČSN 75 2130 Křížení a souběhy vodních toků s dráhami, pozemními komunikacemi a vedeními

TNV 75 2102 Úpravy potoků

TNV 75 2321 Zprůchodňování migračních bariér rybími přechody

TNV 75 2322 Zařízení pro migrace ryb a další vodní živočichy přes překážky v malých vodních tocích

Souvisící předpisy

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

Zákon České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů

Zákon České národní rady č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon České národní rady č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 139/2002 Sb., o pozemkových úpravách a pozemkových úřadech a o změně zákona č. 229/1991 Sb., o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráži, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí České republiky č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů

Vyhláška č. 84/1996 Sb., o lesním hospodářském plánování

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 55/1999 Sb., o způsobu výpočtu výše újmy nebo škody způsobené na lesích

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 433/2001 Sb., kterou se stanoví technické požadavky pro stavby pro plnění funkcí lesa

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 457/2001 Sb., o odborné způsobilosti a o úpravě některých dalších otázek souvisejících s posuzováním vlivů na životní prostředí

Vyhláška č. 590/2002 Sb., o technických požadavcích pro vodní díla, ve znění vyhlášky č. 367/2005 Sb.

Vyhláška č. 500/2006 Sb., o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti, ve znění vyhlášky č. 458/2012 Sb.

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 503/2006 Sb., o podrobnější úpravě územního rozhodování, územního opatření a stavebního řádu, ve znění vyhlášky č. 63/2013 Sb.

Vyhláška č. 26/2007 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění pozdějších předpisů, (katastrální vyhláška), ve znění vyhlášky č. 164/2009 Sb.

Vyhláška č. 178/2012 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků

Výnos Ministerstva zemědělství České republiky č. 157/1992 Sb., kterým se mění Pravidla bezpečnosti při těžbě, soustřeďování, odvozu a manipulaci dříví

Seznam výkresů

Obr. 8.1.1 Kamenná rovnanina do dřevěného roštu

Obr. 8.2.1 Stabilizační pás

Obr. 8.3.1 Kamenný práh ve dně

Obr. 8.4.1 Dřevěný práh ve dně

Obr. 8.5.1 Dřevěný stupeň.

Obr. 8.6.1 Kamenný stupeň

Obr. 8.7.1 Drátokamenný stupeň

Obr. 8.8.1 Kamenitý skluz

Obr. 8.9.1 Kamenitý jízek

Obr. 8.10.1 Kamenná přehrážka

Obr. 8.10.2 Štěrbinová přehrážka

Seznam obrázků

Obr. 8.1.2 Kamenná rovnanina do dřevěného roštu

Obr. 8.3.2 Kamenný práh ve dně

Obr. 8.4.2 Dřevěný práh ve dně

Obr. 8.5.3 Dřevěný stupeň

Obr. 8.6.3 Kamenný stupeň

Obr. 8.8.2 Kamenitý skluz

Obr. 8.9.2 Kamenitý jízek

Obr. 8.10.3 Štěrbinová přehrážka

Obr. 8.10.4 Kamenná přehrážka

Obr. 8.10.5 Drátoštěrková přehrážka

Obr. 8.10.6 Kamenná přehrážka se stupni

Obr. 8.10.7 Kamenná přehrážka

Obr. 8.11.1 Hrazení strže, klejonáž

Obr. 8.11.2 Soustava objektů hrazení

Příloha; manuál KINFIL