

## MOŽNOSTI VYUŽITÍ USMĚRŇOVACÍCH STAVEB V RÁMCI REVITALIZACE TOKU

J. Synková

**Došlo: 24. dubna 2009**

### Abstract

SYNKOVÁ, J.: *Possibility of utilization of direction construction in river revitalization*. Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2009, LVII, No. 5, pp. 279–284

Directing and concentrating structures are used mainly on water courses with unstable channel and major sediment transport or in areas with major bank erosion. The main purpose of these structures is to redirect water flow from the stressed and very often eroded bank to the centre of the channel or other parts of the channel, where the water flow may be used e.g. for dispersion of unsuitable deposit before its eventual stabilization by natural succession.

Another important goal is to achieve a desired change of the stream channel by using the transporting power of the water flow and targeted depositing of sediment. In the area of the deflecting structure (deflector), so-called hydraulic shadow also appears where sediment deposits. The objective is to achieve depositing of sediments at desired places of the stream.

It is possible to design a whole range of suitable or less suitable types of flow deflectors. In our article, we will particularly focus on problems of revitalization of a water course; that is design of structures from biological or biotechnical elements for channel stabilization.

stabilization, river, revitalization of river, biology, hydrology, water, bank

K nejčastěji užívaným usměrňovacím stavbám na toku patří výhony. Vhodným situováním výhonů v řečišti je možné velmi dobře usměrnit vodní proud, případně jej odklonit od (případně do) prostoru s proudovým stínem.

Stavby mohou v říčním toku plnit několik funkcí – základní je usměrnění vodního proudu, „rozvlnění“ proudnice. Napomoci však mohou také při sanaci břehových nátrží, kdy propustné výhony výrazně zpomalí rychlost proudění v řešené oblasti a vedou k cílené sedimentaci splavenin, zanášení toku a přirozené sanaci nátrže. Budováním výhonů je také zvýšena úkrytová kapacita toku, zvýrazněno rozdělení rychlostí – vznikají oblasti proudového stínu a oblasti s rychlejším prouděním. Výhony mohou také zásadně narušit původní tvar dna – umožní cílený vznik výmolů, nánosů, cílený přesun říčního materiálu (Synková, Kubová: 2005; Šlezinger, 2007).

V půdorysu můžeme rozlišit tři základní typy výhonů – kolmé na proudnici, šikmé proti proudu (inklinantní či inklinální výhony) a šikmé po proudu (deklinantní či deklinální výhony). Vzdálenost vý-

honů závisí na místních podmínkách – sklonu koryta, druhu a množství splavenin, charakteru upravené, revitalizované části toku, aj. Dle (Patočka, Macura, 1989; Šlezinger, 2005, 2007) se v konkávně umísťují výhony hustěji, v přímé trase a konvexe řidčeji. Je-li šířka toku v hladině při průtoku  $Q_N$  označena jako  $B$ , pak v přímé trati můžeme navrhnout výhony ve vzdálenosti  $B$ , v konkávně cca  $0,5 B$ , v konvexe cca  $1,25 B$ .

Před vlastním návrhem usměrňovací stavby je nutno posoudit stávající stav koryta, stabilitu koryta a také posoudit, zda revitalizační zásah stabilitu výrazně nenaruší (k jejímu narušení dojde vždy; je to mimo jiné i účel revitalizace, ale nesmí dojít k ohrožení na břehu stojících objektů a k výraznému narušení břehů a dna koryta vedoucímu k majetkovým škodám).

V případě budování usměrňovacích staveb na úzkých tocích a potocích je důležité posoudit také nutnost místní stabilizace protějšího břehu, tedy břehu, kam bude směřován odkloněný vodní proud. Hlavní využití je tedy na širších tocích; jmenujme například

usměrnění proudnice na dolním Labi v Německu i jinde.

Důležité je zdůraznit, že dnové usměrňovače dosahují maximálně do výše 1/5 až 1/3 hloubky koryta při návrhovém průtoku a plně funkční jsou především za menších průtoků pohybujících se cca do  $Q_{150}$ , případně  $Q_{90}$  ( $Q_{30}$ ). Při průtoku návrhovém by neměly tvořit v toku překážku vedoucí k vyběžení vody z koryta, i když v případě revitalizačních zásahů na tocích je v mnoha případech s rozlivem počítáno.

Usměrňovací stavby mohou být budovány mnoha způsoby. Jejich volba závisí především na důvodu a účelu stavby. Všimněme si základních dvou typů těchto staveb, a to usměrňovačů z dřevního materiálu a usměrňovačů kamenných. Navrhovány a sledovány byly usměrňovače pro střední tok o šířce dna cca 10 m.

## MATERIÁL A METODY

### Usměrňovací stavby z dřevního materiálu

Dřevo je materiál snadno dostupný v oblastech lesních tratí, ve vyšších horských a podhorských polohách a mnohdy je výhodné jeho využití právě z důvodů snadnější dostupnosti.

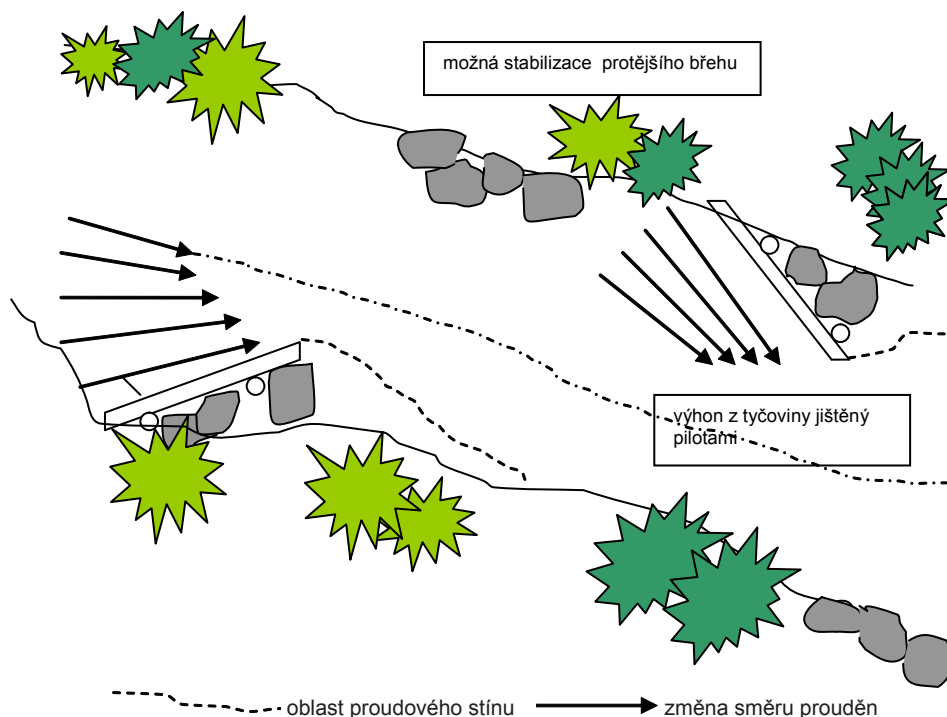
Na menších nevhodně napřimených a stabilizovaných tocích je možné navrhnout rozvlnění proudnice vybudováním usměrňovačů z tyčoviny za podpory kameniva a pilotů v toku, možná je instalace kulatiny i větších částí kmenů, opět jištěných piloty a přitížením zeminou břehu (obr. 1). Prezentované

návrhy byly verifikovány v Laboratoři vodních staveb (Olejníková; 1993) a ve Wasserlabor TU Dresden 2005 a jsou navrženy k využití na experimentálních plochách (řeka Svatka nad koncem vzdutí údolní nádrže Brno, vybrané toky v povodí Odry).

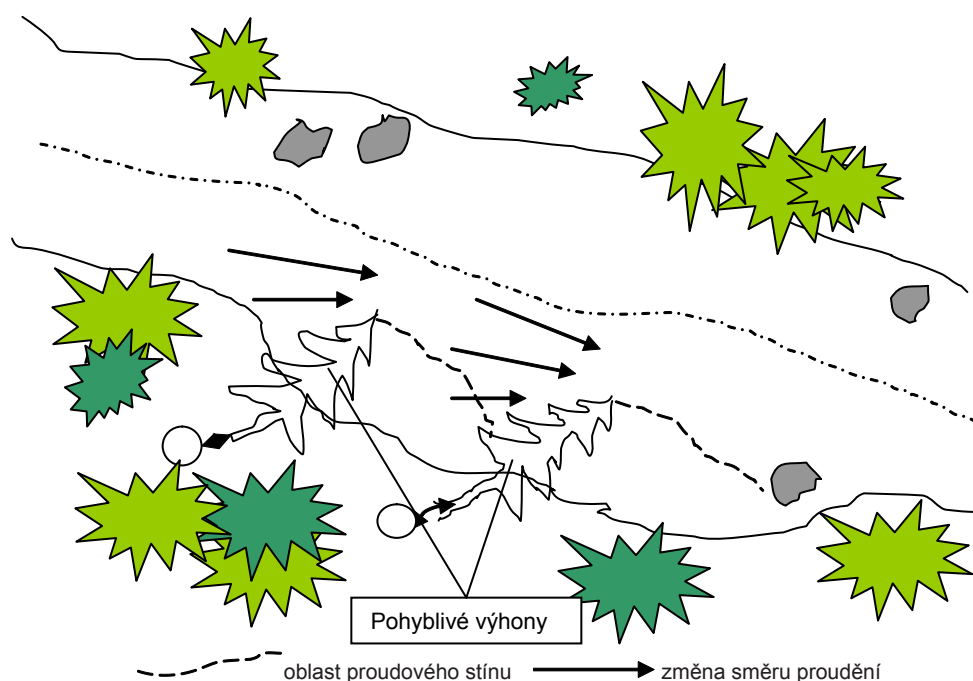
Další možností, která byla v rámci návrhů revitalizačních vodních toků sledována (Zeleňáková, 2007; Šlezinger 2002, 2006), je využití celých částí dřevin, především špiček korun smrků (obr. 2). Zde je důležité řádně upevnit část kmene k čerstvému pařezu (pilotě) na břehu (například řetězem) tak, aby špička zasahovala do toku a způsobila překážku nahrazující přirozený výhon (např. vývrat zasahující do toku).

Tento typ usměrňovací stavby nejčastěji plní funkci účelově, krátkodobě, možné je opět využít místního dřevního materiálu, nezpracovaných zbytků po probírkách apod.

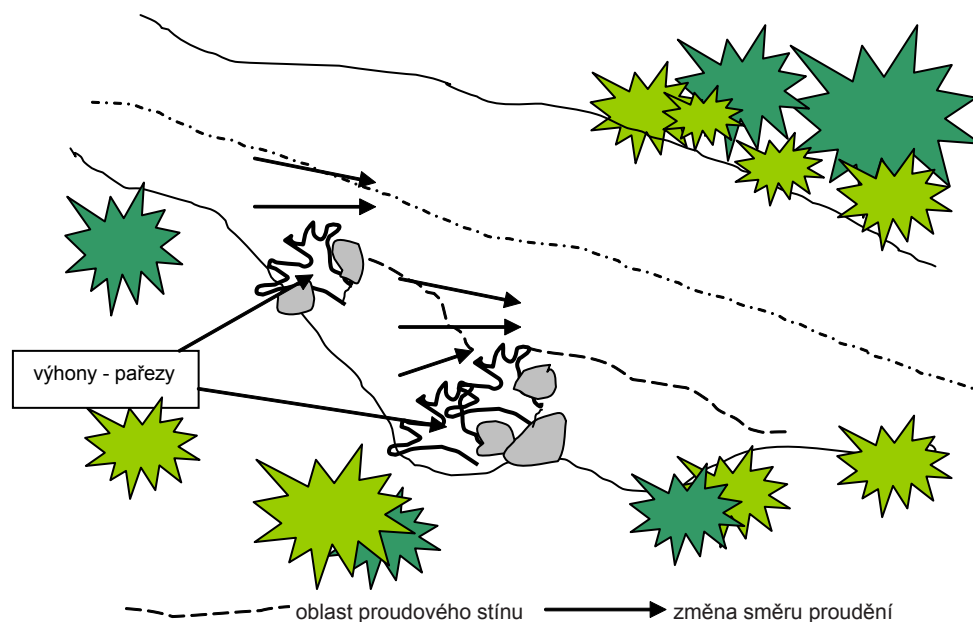
V rámci posuzování návrhů využití dřevního materiálu po vývrtech v těžce dostupném terénu, v lesní podhorské trati apod. byly navrženy výhony z kulatiny v kombinaci s upravenými pařezy, případně je možno použít celého kořenového „koláče“ (obr. 3). Po vývrtech na březích toku většinou dochází k výraznému narušení břehu a v těchto případech můžeme přímo využít poškozenou, vyvrácenou dřevinu – v daném případě pařez s přiléhajícím kořenovým systémem. Průměr kořenového systému u pařezu je nutno upravit tak, aby nepřevyšoval cca 1,5 m a bylo ho možno usadit do poškozené břehové zóny.



1: Usměrňovače vodního proudu z tyčoviny, stabilizované pilotami a kameny. U užších toků je důležitá stabilizace protějšího – nárazového – břehu.



2: „Pohyblivé“ výhony tvořené špičkami korun vyvrácených (pokácených) smrků usměrňují vodní proud od poškozeného břehu, místní snížení rychlosti vody vede k usazování splavenin



3: Umístění kořenových „koláčů“ po vývratu smrků jako dočasných průčasných výhonů zpomalujících proudění v oblasti nátrže a přispívajících k její sanaci (usazením splavenin)

### Usměrňovací stavby kamenné

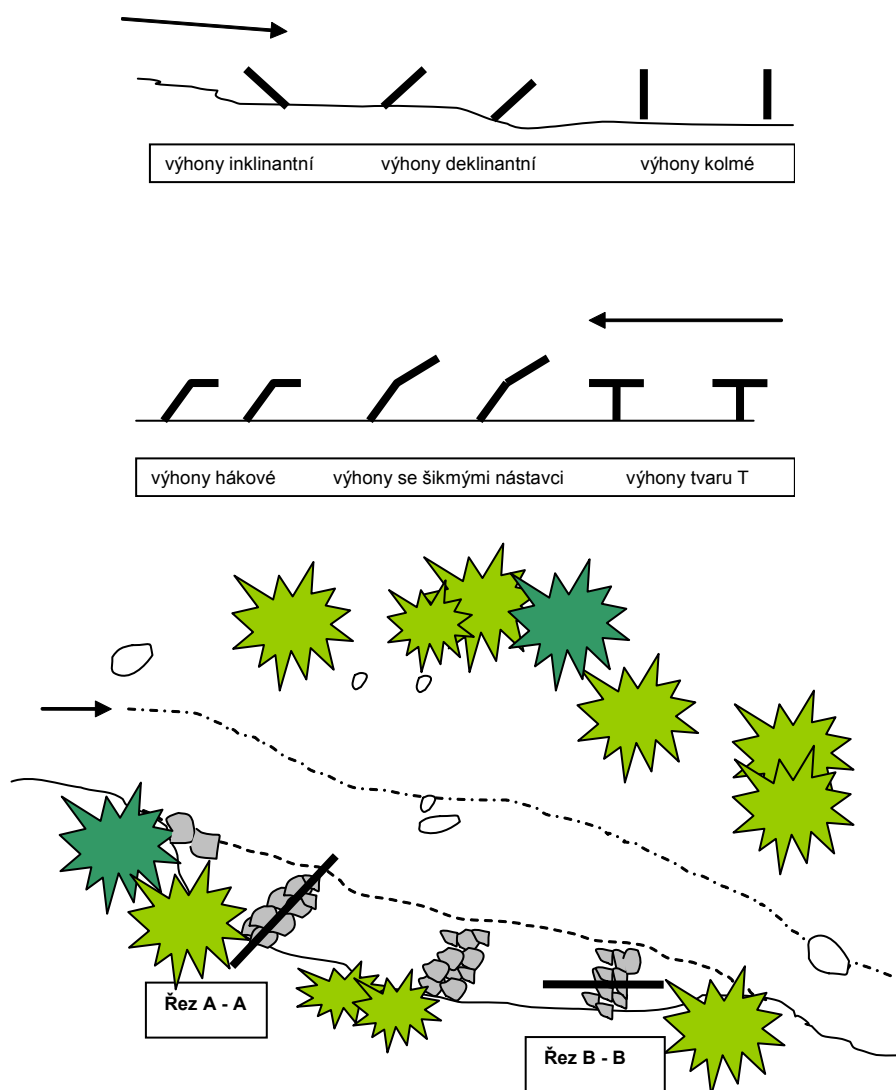
Snad nejčastěji užívaným typem výhonu je výhon kamenný (obr. 4, 5, 6), případně kombinace kamene a „mrtvého“ dřeva. Poměrně nenáročné je vlastní budování i návrh kamenného výhonu. Výška by opět neměla přesáhnout (pokud není zdůvodněno) 1/3 hloubky vody při  $Q_N$ , vlastní příčný řez kamenným výhonem tvoří lichoběžníkový profil. Tento

řez nemusí být symetrický, větší sklon navrhujeme proti proudu, mírnější svah pak po proudu. „Kořen“ výhonu, tedy místo zavázání do břehu, nemá vystupovat nad terén, koruna výhonu se mírně svažuje ke středu koryta. Zhlaví výhonu je vhodné zesílit, opevnit, aby bylo stabilní při zde vznikajícím a rozvíjejícím se turbulentním proudění. Výška výhonu v oblasti zhlaví by měla být přibližně v úrovni prů-

toku, při kterém se dávají splaveniny do pohybu, případně o málo výše.

K základnímu půdorysnému tvaru (kolmý, deklinantní a inklinantní výhon) je možno dle potřeby navrhnout šikmý „nástavec“, přibližně v úhlu  $45^\circ$ , odklon výhonu od břehu navrhujeme  $60$  až  $80^\circ$ . Navrhnout lze i tzv. hákový výhon, soustavu výhonů do tvaru písmene T aj. Podrobnosti k návrhu i hydraulickému výpočtu viz např. (Patočka, Macura, 1989; Petchalics, 1989).

Výsledky, tedy změna chodu splavenin v řešené oblasti, se projeví s odstupem několika let. Základem je vhodný návrh a především realizace in situ. Dle výsledků modelového výzkumu i terénních realizací plní usměrňovací objekty svou funkci, v krajině a především ve vodním prostředí nepůsobí rušivě, naopak přispějí k revitalizaci toku, představují zvýšení úkrytové kapacity toku a zvětšení délky skutečného omočeného obvodu (důležité pro podporu procesů samočištění ve vodním toku).



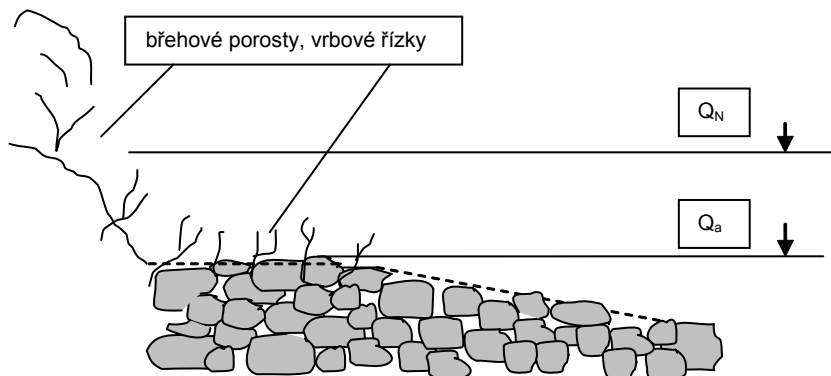
4: Kamenné polopropustné výhony podílející se na sanaci břehové nátrže

## VÝSLEDKY

Základem návrhů usměrňovacích staveb na toku byly výsledky sledování prototypů na fyzikálním modelu v laboratoři vodních staveb a následně měření na experimentálních tocích. V současné době jsou připravovány další experimentální lokality zaměřené na vlnové rozrážeče a vlnolamy (oblast Osada, Rokle na údolní nádrži Brno, řeka Svratka).

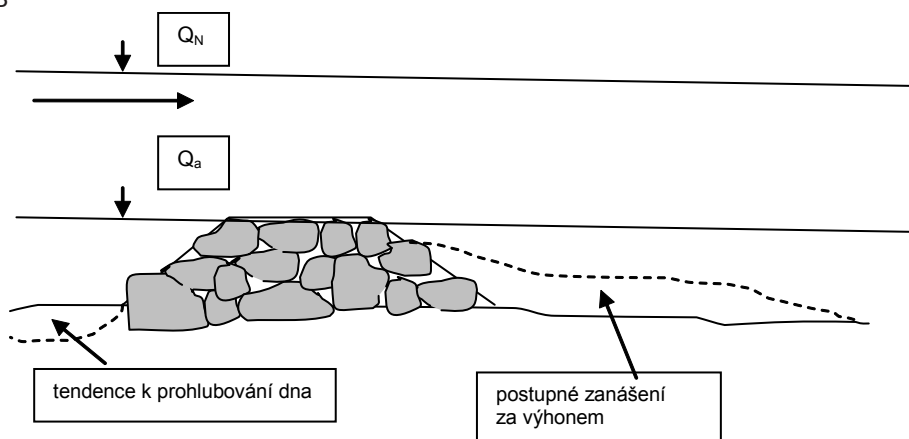
Zásadním přínosem mohou být usměrňovací stavby i z důvodů ekonomických, neboť v maximální míře využívají místní materiál, nepředstavují nutnost budování komunikace k toku, zamezují „mokrým stavebním procesům“.

Řez A – A'



5: Podélný řez (A-A') oživeným kamenným výhonem – směrem k ose koryta výška výhonu klesá (cca 1 : 8),  $Q_a$  = průměrná hladina v toku

Řez B – B'



6: Příčný řez výhonem (B-B'). Před výhonem se může tvořit výmol, za výhonem nános. Při vzdálenosti menší než hodnota B (šířka koryta) dochází k zanášení břehové nátrže.  $Q_a$  = průměrná hladina v toku (Korytářová, Šlezinger, Uhmannová, 2007)

## SOUHRN

V příspěvku jsme se soustředili na vybrané typy usměrňovacích staveb. V rámci revitalizací vodních toků je možné využít i dalších typů, jako jsou dvouřadé či víceřadé zápletové plůtky, haťové a šterkohaťové válce, případně gabiony (drátokamenné koše, matrace) aj. Tyto konstrukce jsou známé a využívané již řadu desetiletí, avšak představují významně více vložené lidské práce a je problém s jejich realizací v poškozených břehových lokalitách (nutné větší množství pracovníků, jejich zaškolení, přeprava). Ovšem i tyto stabilizační prvky jsou předmětem studia, zpracování návrhů i realizace na vybraných tocích.

výhon, usměrnění proudu, usměrňovací stavby, rychlost proudu, proudnice

## SUMMARY

Design of deflecting structures based on the use of biological material or biotechnical deflecting structures is an important contribution to their revitalization; at present, fast technical interventions are mainly used to remedy bank scours, also where stabilization structures proposed by us could be used.

In the article, we particularly focused on examples how to use biological material found in the forest course after windbreak, flood, etc. – that is in a situation when river (stream) banks are damaged, as well as forest stand. We propose to use entire damaged trees – round wood, parts of the crown and root system. Flow deflectors using said materials are fully functional; their construction in the stream is relatively easy, without interfering with the existing ecosystem. Bank scours thus may be repaired in a natural way, with minimum impact on the surroundings.

The paper refers to the Research Project No. MSM 6215648902.

**LITERATURA**

- KORYTÁROVÁ, J., ŠLEZINGR, M., UHMANOVÁ, H., 2007: *Determination of Potential Damage to Representatives of Real Estate Property in Areas Afflicted by Flooding*. JOURNAL OF HYDROLOGY AND HYDROMECHANICS str. 282–285
- PATOČKA, C., MACURA, L. a kol., 1989: *Úpravy toků*, 1. vyd. SNTL Praha, 397 s. ISBN 80-03-00203-6
- PETCHALIES, G., 1989: *Wasserbau und Wasserwirtschaft*, 1. her. Wiesbaden und Berlin, 160 s
- SYNKOVÁ, J., KUBOVÁ, K., 2005: *Revitalizační opatření v krajině* In.: *Krajinný ráz, jeho hodnocení v evropském kontextu*, Brno Paido, s. 179–183, ISBN 80-7315-117-0
- ŠLEZINGR, M., 2002: *Bank erosion – prognosis of the retreat of bank line of reservoirs* JOURNAL OF HYDROLOGY AND HYDROMECHANICS, str. 311–319
- ŠLEZINGR, M., 2007: *Stabilizace říčních ekosystémů*, 1. vydání Akademické nakladatelství CERM Brno, 353 s., ISBN 80-7204-403-6
- ŠLEZINGR, M., 2006: *Říční typy* 1. vydání Akademické nakladatelství CERM Brno, 298 s., ISBN 80-7204-481-8
- ÚRADNÍČEK, L., ŠLEZINGR, M., 2007: *Stabilizace břehů*, 1. vydání Akademické nakladatelství CERM Brno, 210 s. ISBN 978-80-7204-550-1
- VOLEJNÍKOVÁ, Y., 1993: *Diplomová práce – dílčí části*, VUT FAST Brno
- ZELEŇÁKOVÁ, M., 2007: *Vodné stavby* E-learningová podpora výučby predmetu. 240 s. TU Košice, ISBN 978-80-7041-752-2

Adresa

Ing. Jana Synková, Ph.D., Ústav tvorby a ochrany krajiny, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: synkova@mendelu.cz