



KLIMA - KRAJINA - POVODÍ

**STRATEGIE
ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ PRO
PLÁN OBLASTI POVODÍ MORAVY**

PILOTNÍ PROJEKT REGIONÁLNÍHO ROZSAHU

C. ZEMĚDĚLSKÁ POVODÍ

Zpracoval: Mgr. Zdeněk Poštulka, M.Sc.



**KOALICE
pro řeky**

Prosinec 2012

Obsah

Úvod	3
Cíle studie	4
1. Zemědělství a adaptace krajiny na změny klimatu	5
1.1 Koncepční dokumenty a strategie.....	5
1.2 Vodou zásobená vegetace aktivně utváří příznivé klima	6
2. Hlavní problémy zemědělsky obhospodařovaných dílčích povodí v povodí Moravy.....	8
2.1 Odvodnění půd	8
2.2 Degradace půdy vodní erozí	8
3. Metodika GIS analýzy pro zemědělsky využívané části povodí	11
3.1 První fáze analýzy zemědělských povodí	11
3.2 Druhá fáze analýzy zemědělských povodí: Povodí Romže.....	12
4. Katalog revitalizačních opatření v ploše zemědělských povodí	16
4.1. Východiska a základní dělení	16
4.2. Typy opatření na podporu infiltrace	18
4.2.1 Organizační opatření	18
4.2.2 Biotechnická opatření.....	19
4.3 Typy opatření na podporu retence	23
4.3.1. Technická revitalizační opatření (Rev)	23
4.3.2 Ren - Podpora samovolné renaturalizace vodního toku.....	27
Závěr	28
Použitá literatura a elektronické odkazy	29

Grafické přílohy

Vymezení prioritních vodních útvarů

Druhá fáze analýzy zemědělských povodí – povodí Romže

Úvod

Platný Plán oblastí povodí (POP) Moravy představuje závazný koncepční dokument vycházející z platné legislativy národní a evropské. Rámcová směrnice o vodách (2000/60/ES), implementovaná do národní legislativy novelou zákona 254/2001 o vodách, stanovuje cíle omezení znečištění povrchových i podzemních vod a zlepšení ekologického stavu vodních útvarů. Tyto cíle by měly být POP Moravy řešeny. Přesto se POP prozatím zaměřuje převážně na situaci vodohospodářsky významných vodních toků či bodových zdrojů znečištění. Plocha zemědělských povodí, drobné vodní toky a mokřady, otázka plošného znečištění stejně jako problematika nevhodně odvodněné orné půdy není prozatím uspokojivě řešena. Plošné znečištění a vodní eroze půdy přitom patří k nejzávažnějším vodohospodářským problémům (špatná kvalita povrchové i podzemní vody, nevyhovující ekologický stav vodních útvarů).

Předkládaná studie poukazuje na nejvíce riziková území z hlediska plošného znečištění vody a eroze půdy spojené se zrychleným odtokem povrchové vody. V první fázi vytipovává problematiku vodní útvary s projevy nadlimitní vodní erozí a plošným znečištěním. Ve druhé fázi poskytuje již konkrétní představu o nejvíce problémových plochách v rámci konkrétního zemědělsky obhospodařovaného povodí.

Cíle studie

Hlavním záměrem studie je ukázat nové možnosti, jak lze v zemědělských povodích:

- 1) identifikovat místa nejvíce ohrožená vodní erozí, znečištěním a degradací vodního režimu krajiny,
- 2) určit místa s nejvhodnějšími podmínkami pro provedení konkrétních adaptačních opatření.

Studie dále bude pracovat s modelovým územím, na kterém výše popsaný postup aplikuje. Jedním z výstupů je rovněž vytvoření katalogu konkrétních adaptačních opatření, kterými lze přírodě blízkým způsobem ovlivnit vodní režim zemědělsky využívaných povodí.

Studie jako celek by měla představit nástroj ke stanovení nejvíce postižených území v rámci zemědělsky využívaných částí povodí. Právě na tato povodí by se mělo koncentrovat úsilí o obnovu krajinných prvků. Vybraná území bude třeba podmíněně zahrnout do nově formulovaných podmínek pro obdržení zemědělských dotací (*cross compliance*) a rovněž zohlednit v připravovaném druhém plánovacím období POP Moravy.

1. Zemědělství a adaptace krajiny na změny klimatu

Zemědělsky využívané části povodí pro účely této studie chápeme jako povodí části v převážně zemědělsky využívané krajině s vysokou mírou zornění. Pro tyto části povodí je charakteristické vysoké procento odvodnění půd, vysoká míra zornění, erozní ohrožení zemědělských ploch, snížená retenční schopnost půd a snížené množství organické hmoty v půdě.

1.1 Koncepční dokumenty a strategie

Rozsáhlé části zemědělské krajiny jsou postiženy nadměrnou mírou zornění, na mnoha místech došlo k rozorání luk a pastvin nebo k likvidaci porostů dřevin. Tyto jevy se odrážejí ve zvýšení vodní eroze a nedostatečné schopnosti krajiny zadržovat vodu. **Bílá kniha přizpůsobení se změně klimatu EU (2009)** k otázce adaptací zemědělské půdy konstatuje: „*Vezmeme-li v úvahu předpokládané dopady změny klimatu na evropské hydrologické systémy, stanoviště a biologickou rozmanitost, musí hrát udržení ekosystémů na základě obhospodařování zemědělské půdy ústřední úlohu, pokud jde o přispívání k celkové odolnosti vůči změně klimatu. Zemědělství například může napomáhat při obhospodařování povodí, ochraně stanovišť a biologické rozmanitosti a rovněž při zachování a obnově multifunkční krajiny. Migraci druhů může mimo jiné usnadnit vytvoření sítí biokoridorů pro volně žijící živočichy na zemědělské půdě a schopnosti pastvin zadržovat vodu lze využít pro snížení nebezpečí záplav. Potenciální úlohu zemědělství při vytváření takovéto „ekologické infrastruktury“ lze uznat a dále posilovat. Současná agroenvironmentální opatření k tomuto cíli přispívají, ale nemohou vždy dostatečně posílit propojení mezi oblastmi ochraňujícími biologickou rozmanitost. V této souvislosti se lze domnívat, že napomáhat úspěšnému přizpůsobování by mohla opatření v oblasti rozvoje venkova jdoucí v územním měřítku nad rámec jednotlivých zemědělských podniků“.*

Dle Strategie přizpůsobení změně klimatu v podmínkách ČR, kterou MŽP vydalo v roce 2009, jsou pro lesní sektor důležitá následující fakta a principy:

Pravděpodobné dopady klimatické změny na zemědělství

Správné obhospodařování zemědělské půdy má zásadní vliv na zadržení vody v krajině. Voda je jednou ze základních složek krajiny a je nejvíce ohrožena dopady klimatické změny.

V rostlinné výrobě lze v důsledku zvyšování průměrných teplot předpokládat urychlení nástupu fenologických fází a prodlužování vegetačního období. Mezi očekávané důsledky změny klimatu bychom mohli zařadit zvýšení úrody v převážné většině středních šířek. To však je podmíněno eliminací chorob a škůdců zvýšenou chemickou ochranou.

Bude problematické zajistit dostatečné množství vody pro opodstatněné závlahy z důvodu snížení srážkových úhrnů v letním období.

Principy opatření zmírňujících klimatickou změnu v zemědělství

- Realizace opatření k zadržení vody v ploše a omezení eroze (vhodné způsoby obhospodařování, zmenšení rozsahu erozně ohrožených ploch realizací sítí krajinných prvků), zvyšování organické hmoty v půdě.
- Postupné zvyšování nároků na ekologicky šetrné obhospodařování zemědělské půdy (standardy GAEC). Udržení vody v krajině pro potřeby opodstatněných závlah.
- Eliminace hrozeb rozšíření chorob a škůdců na zemědělsky obhospodařované půdě.

Plocha zemědělských částí povodí

Pravděpodobné dopady klimatické změny na vývoj vodní bilance v krajině

Dopady změny klimatu na vodní bilanci krajiny se budou projevovat zejména častějšími extrémními hydrologickými jevy povodní a sucha, ve změnách režimu povrchových i podzemních vod, zásobních objemů vodních nádrží a v kvalitě povrchových vod. Snížení průtoků řek přinese kromě problémů s kvalitou vody také obtíže s vodní dopravní sítí a zavlažováním v zemědělství. Růst teploty vzduchu přispěje k vyšší eutrofizaci vodních nádrží a poklesu množství kyslíku, díky čemuž se samočistící schopnost nádrží sníží. Pokles hladiny v tocích bude doprovázet pokles hladiny podzemní vody, zmenší se dotace vláhy v půdě vztlínáním podzemní vody, klesne vydatnost vodních zdrojů, proces povede k průběžnému vysušování krajiny a zániku mokřadů.

Principy opatření zmírňujících klimatickou změnu ve vodním hospodářství

V oblasti vodního hospodářství je nutné stabilizovat vodní režim v krajině, nečinnost způsobí velké prohloubení problémů a několikanásobné zvýšení nákladů na jejich budoucí odstranění.

Návrhy opatření v ploše povodí

Opatření ke zpomalení a snížení plošného povrchového odtoku (vymezení kultur, protierozní střídání plodin, vhodné osevní postupy, lesnicko-pěstební opatření, biotechnická a agrotechnická protierozní opatření – meze, průlehy, příkopy apod. doplněné vhodnou výsadbou trvalé zeleně).

Pro zemědělskou produkci ve vegetačním období bude podle dostupných prognóz limitujícím faktorem voda (Bílá kniha přízpusobení se změně klimatu, 2009). Vzrůst teplot a koncentrace CO₂ mohou samy o sobě znamenat zvýšení produkce – zásadním faktorem však bude dostatek či nedostatek vody. Klíčovým adaptačním opatřením tedy bude vyšší retence vody v ploše povodí a omezení vodní eroze. Ze zemědělských pozemků ovšem byla v minulosti odstraněna rozptýlená zeleň – remízky, meze, mokřady a louky, což snižuje retenční schopnost krajiny a zároveň usnadňuje splachování průmyslových hnojiv a pesticidů do podzemní i povrchové vody. Chybí zde zejména drobné i rozsáhlé mokřady, které by zachycovaly a čistily vodu. Půdy bývají často silně zhutněné, s nízkým obsahem humusu a mohou tak jímat menší množství srážek (Rawls, 2003). To platí zvláště v případě osázení kukuřicí nebo ponechání polí přes zimu bez krycí meziplodiny. Situaci dále zhoršuje používání průmyslových hnojiv, která oproti organickým hnojivům nemají příznivý vliv na vlastnosti a strukturu půd. Celková míra zornění a plošného odvodnění zemědělské půdy zůstává stále velmi vysoká. Některé vodní toky mají odvodněno i více než 50% plochy svého povodí. Celkově míra odvodnění zemědělských půd přesahuje celorepublikově 25% (Kulhavý a Soukup, 2010).

1.2 Vodou zásobená vegetace aktivně utváří příznivé klima

Důležitost využití krajiny a role vegetace při zadržování vody a výměně energie a vody s atmosférou je již dobře známa. Děje odehrávající se v rámci malého vodního cyklu ovlivňují především lokální a regionální klima. Obecně platí, že čím více vody krajina zadrží a prostřednictvím lesů, mezí a mokřadů vypaří, tím stabilnější je rozložení teplot a srážek. Nedávné výzkumy však prokázaly ještě další, podstatně složitější mechanismus, pomocí něhož vegetace ovlivňuje i klima na globální úrovni (Barth *et al.*, 2005). Podstatou jevu je vznik kondenzačních jader (*cloud condensation nuclei*), která jsou evapotranspiračním proudem vynášena do atmosféry a způsobují, že vegetací transpirovaná voda snadněji vytváří nízkou oblačnost, což přispívá nejen k lepší uzavřenosti malého vodního cyklu, ale patrně i k vyššímu odrazu tepelného záření zpět do vesmíru (Penualas a Llusia, 2003). Přesná globální kvantifikace tohoto procesu není zatím k dispozici, ale o jeho významu svědčí výsledky mnoha výzkumů, realizovaných v člověkem málo

ovlivněných oblastech Amazonské pánve a Sibiřské tajgy (Spracklen *et al.*, 2008, Pöschl *et al.*, 2010). Při dalších úvahách o využití půdy by mělo být přihlíženo k aktuálním výsledkům výzkumu tohoto fenoménu.

Ze srovnání vodní bilance porostu dřevin (meze, remízky) a orné půdy vyplývá, že kultury s dostatečným zastoupením mezí a dřevinných porostů zachytí mnohem více vody. Kedziora a Olejnik (2002) zjistili velké rozdíly v povrchovém odtoku vody (v porostu dřevin je to pouze 10 mm a na orné půdě 140 mm). Porost dřevin zasákne při srážce 600 mm v průměru 470 mm vody ročně do podzemní vody, na orné půdě se zasákne pouze 400 mm. Johnson a kol. (2007) zjistili, že přítomnost pásu dřevin sníží povrchový odtok vody z louky o 77,5%. U porostu dřevin se na rozdíl od pole velká část vody vypaří (evapotranspirace). Při výparu vody se krajina ochlazuje, zvyšuje se vlhkost vzduchu, vzrůstá četnost lokálních dešťů a množství rosy. U velkých bloků orné půdy naopak hrozí zvýšená eroze a ztráta půdy vlivem povrchového odtoku a také škody způsobené suchem.

2. Hlavní problémy zemědělsky obhospodařovaných dílčích povodí v povodí Moravy

2.1 Odvodnění půd

Celkový počet evidovaných odvodňovacích staveb v oblasti povodí Moravy je 4 028 a dosahují úhrnné plošné výměry 122 034 ha, tj. 12 % celkové plochy oblasti povodí (procento odvodnění zemědělských půd je sníženo započítáním plochy lesů). Podíl odvodněných ploch na celkové ploše jednotlivých vodních útvarů je znázorněn na mapové příloze MD.1.3 a dosahuje maximální hodnoty 54,6 % ve VÚ M123 (Moštěnka). Řada vodních útvarů má odvodněno téměř 100% orné půdy ve svém povodí. Existuje ovšem i několik VÚ (M011 Desná, M012 Hučivá Desná), na nichž se odvodněné plochy nevyskytují a hodnota podílu je tedy nulová.

http://www.pmo.cz/pop/2009/morava/End/d-povodne/mapy/md_1_3.jpg

http://www.pmo.cz/pop/2009/morava/End/d-povodne/tabulky/td_1_3.pdf

2.1.1. Možná východiska

Při hospodaření s vodou v zemědělství je nutno počítat s úpravou vodního režimu pozemku, tj. s regulací a retardací odtoku v odvodněných povodích. Zastaralé odvodňovací systémy by měly být všude tam, kde je to možné, rušeny, využívány k napájení mokřadů, porostů energetických dřevin a tůní anebo modernizovány na systémy s dvojitou funkcí, tedy s funkcí odvodňovací a závlahovou. V rámci povodí Moravy je nutné vyhodnotit současný stav odvodňovacích systémů a zároveň se pokusit stanovit kritéria, která by poskytla impuls majitelům těchto systémů k zahájení adaptace na stávající klimatické a hospodářské podmínky. Úpravy musí být provedeny v souladu s hlavními ekohydrologickými funkcemi povodí¹.

2.2 Degradace půdy vodní erozí

Dalším závažným problémem je ztráta půdy erozí ze zemědělsky i nezemědělsky využívaných ploch. Rozsah aktuální vodní eroze v ČR je 1 780 000 ha, tj. 42 % zemědělské půdy, výrazně poškozeno je 450 000 ha, tj. 10,7 % zemědělského půdního fondu. Eroze zemědělských půd vážně ohrožuje produkční i mimoprodukční funkce půd. Ochuzuje zemědělské půdy o nejurodnější část – ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půdy, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozuje plodiny a kultury, znesnadňuje pohyb strojů po pozemcích a způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulací prostory nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků, vyvolávají zakalení povrchových vod, zhoršují prostředí pro vodní organismy, zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin. Velké povodňové průtoky poškozuji budovy, komunikace, koryta vodních toků atd. Vodní i větrnou erozi umocní očekávané dopady klimatické změny. Pro vznik a intenzitu vodní eroze jsou ve většině případů rozhodující přívalové srážky. Projeví-li se očekávaná klimatická změna předpokládaným zvýšením extrémních projevů počasí, lze očekávat nárůst nejen erozně nebezpečných dešťů, ale též změny v jejich výskytu v jednotlivých měsících, vydatnosti, intenzitě a době trvání. Pokud se zároveň mírně oteplí, může dojít ke změnám v charakteristikách sněhových srážek, které mají na erozi velký vliv (zejména v předjarním období). Pro odolnost půdy proti vodní a větrné erozi je rozhodující zejména struktura půdy, obsah humusu, zrnitost a vlhkost. Nejvíce bude očekávanou klimatickou změnou

¹ http://www.hydomeliorace.cz/vumop/2005_6.pdf

ovlivněna pravděpodobně vlhkost půdy, která má vliv na odtok a současně působí výrazně na soudržnost půdy. Prognózu vlivu očekávaných klimatických změn (zejména nárůst přívalových srážek) můžeme dokumentovat na mapě VÚMOP, zobrazující maximální přípustnou hodnotu faktoru ochranného vlivu vegetace (C_p), který je jedním ze vstupních parametrů USLE rovnice. Vyjadřuje, jak by měl vypadat způsob hospodaření na půdních blocích nebo jejich částech, při kterém ještě nedochází k projevům nadlimitní ztráty půdy vodní erozí. Z výzkumu je zřejmé, že ve větší míře bude doporučeno převedení rizikových půd na trvalé travní porosty, které představují vynikající protierozní ochranu. Pro zlepšení retence vody je dále třeba nejen obnovit meze a zasakovací pásy, ale také přehodnotit další fungování odvodňovacích soustav². Podkladové mapy VÚMOP jsme využili při zpracování naší metodiky identifikace prioritních území (viz. Kapitola 3)

2.2.1 Možná východiska

U půd a půdních bloků s nadlimitní erozí je třeba navrhnout soustavu protierozních opatření, která kromě zadržení vody a omezení eroze půdy respektují i požadavek na zlepšení krajinné biodiverzity.

2.2.1.1 Převod orné půdy na lesní porosty a zakládání liniových porostů dřevin

Přednostně by měly být zalesněny půdy na svazích se sklonem nad 17° a dále půdy těžké – glejové, zrašelinělé, hydromorfnní a semihydromorfnní. Z hlediska vodního režimu a obhospodařování jsou méně vhodné pro zemědělské využití. V zásadě se jedná o mělké strže, půdy znehodnocené dřevinným náletem a půdy s nevyvinutým půdním profilem. Patří sem také pozemky, které nelze připojit k okolním, ale výměrou a tvarem jsou vhodné k obhospodařování a ochraně nově vzniklých porostů. K zalesnění liniovými prvky jsou velmi vhodné dlouhé svahy s nadlimitní erozí půdy. Systematický výběr vhodných ploch a jejich zalesnění má několik přínosů. Zlepšuje se zachycování a infiltrace vody, která je posléze vypařována, což podporuje malý koloběh vody v krajině. Za předpokladu, že dojde k omezení eroze a zrušení odvodňovacích systémů, má dřevinná vegetace potenciál přebytečnou vodu vypařit a jen část vody pročištěné přes kořenovou sféru stromů odtéká z povodí jako povrchový odtok ve vodních tocích. Současně roste evapotranspirační potenciál území. Narůstá i půdní retence vody. Zvláště vhodné je k zalesnění využít pozemky spadající do ÚSES.

2.2.1.2. Převod povrchového odtoku na podzemní

Převodem povrchového odtoku na podzemní se zvyšuje objem retardované vody v půdě a do povrchových vod se dostává méně dusíku a fosforu. Na svažitéch zemědělských pozemcích ohrožených vodní erozí je potřeba začít budovat systém svodnic – mělkých zatravněných pásů, které při přívalových deštích zachytí soustředěný i plošný povrchový odtok. Díky nim se podélný odtok převede na příčný s podkritickou rychlostí. Mělké vrstevnicové svodnice slouží současně k zasakování srážkové vody, zamezení soustředěné vodní erozi a zachycení splavené ornice. Voda se na nich zpomaluje a lépe vsakuje do spodních vrstev. Svodnice se udržují jednoduše jako luční porost a nemají vysoké nároky na zábor zemědělské půdy. Ve velkých polních honech se navíc stávají biotopem ptáků a dalších zvířat. Do spodní, vyvýšené části vsakovacích pásů je vhodné volit hluboko kořenicí dřeviny. Ideální šířka závisí na rozloze plochy, pod níž se nachází a jejíž odtok mají zachycovat. Zasakovací pásy je třeba doplnit o mokřady. Vsakovací pásy a návazné mokřady

2 <http://www.cbks.cz/Sbornik10a/Vopravil.pdf>

by se také mohly stát prvkem ÚSES.

Podrobný popis celého spektra navrhovaných adaptačních opatření, směřujících k zadržení vody a omezení vodní eroze naleznete v Kapitole 4 - Katalog revitalizačních opatření v ploše zemědělských povodí.

Příklad povodí Bílého potoka

Při modelovém hodnocení vodní eroze byla provedena simulace vlivu protierozních opatření na půdní erozi v povodí Bílého potoka (kraj Vysočina, povodí Svatky). Výzkum ukázal, že za současných podmínek vedou správně vyprojektovaná protierozní opatření (zejména vrstevnicové průlehy doplněné výsadbami dřevin, uplatnění porostů vojtěšky v rotaci plodin, zákaz pěstování kukuřice a okopanin na svažitéch pozemcích, využití podsevů a meziplodin) ke snížení objemu erozního smyvu o cca 33 %. Pokud by se pokračovalo ve stávajícím způsobu hospodaření, vedla by nepřítomnost těchto opatření kolem roku 2050 až ke zdvojnásobení již nyní neúnosných ztrát půdy. Zvýšení ztrát způsobuje zejména nárůst extremity počasí a rovněž setrvalý pokles schopnosti půd zadržovat vodu. V případové studii na povodí byla dále provedena analýza nákladů na odpovídající opatření proti vodní erozi a srovnání s vybranými ekonomicky uchopitelnými přínosy těchto opatření. Porovnání jednoznačně potvrdilo, že očekávané náklady spojené s realizací adaptačních opatření budou v tomto případě bohatě kompenzovány (náklady 7,3 mil. Kč proti úspoře 43,5 mil. Kč ročně). Z uvedeného vyplývá, že protierozní opatření mají z dlouhodobého hlediska výrazný ekonomický přínos (Kalvová a kol., 2003).

3. Metodika GIS analýzy pro zemědělsky využívané části povodí

Jak již bylo popsáno výše, problém zemědělsky využívaných částí povodí tkví zejména v nadměrné erozi, nadměrném zornění, plošném znečištění vody a jejím nedostatečném zadržení (velký rozsah odvodňovacích systémů). Pro zmapování těchto jevů jsme ve dvou fázích využili následující data a mapové vrstvy:

- znečištění povrchových vod dusíkem (indikace vyplavování rozpuštěných živin)
- znečištění povrchových vod fosforem (indikace půdní eroze a nevhodného zornění)
- znečištěním podzemních vod dusíkem a fosforem
- plošné odvodnění půd
- využití půd z hlediska land use
- eroze půdy.

3.1 První fáze analýzy zemědělských povodí

Pro první fázi analýzy jsme použili data od Povodí Moravy, s.p., která sloužila ke zpracování Plánu oblasti povodí Moravy. V první fázi byla klasifikována povodí s největšími problémy, kterými jsou **nadlimitní eroze, plošné znečištění fosforem a dusíkem, znečištění podzemních vod**. Z této první fáze analýzy jsme získali vodní útvary, problémové v některém z výše zmíněných ukazatelů.

Data využitá pro první fázi analýzy:	Mapový výstup v POP Moravy
Název vrstvy	
Ztráta půdy erozí	MB 1.1.d
Vrstva fosfor z plošného znečištění	MB 4.1.d
Vrstva dusík z plošného znečištění	MB 4.1.c
Vrstvy plošného znečištění podzemních vod	MC 2.2.e

Vymezili jsme tak v POP Moravy prioritní vodní útvary, ve kterých existují závažné vodohospodářské problémy (plošně rozsáhlá eroze, znečištění dusíkem a fosforem, plošné znečištění podzemních vod), které omezují schopnost adaptace na změny klimatu. Byly vytvořeny 4 mapy prioritních vodních útvarů.

3.1.1. Vodní útvary, které mají pro celou plochu povodí (vč. lesů a TTP) vodní erozi vyšší než 3 t půdy z hektaru

Vysoké hodnoty odnosu půdy jsou zásadní informací o špatném využívání povodí, indikují nadměrný povrchový odtok a jsou rovněž jedním z předpokladů plošného znečištění vody. Ačkoliv eroze 3 t z hektaru není vysoká a mnoho svažitých pozemků ji mnohonásobně překračuje, vodní útvar s takto vysokou průměrnou erozí je vážně postižený. V průměru jsou totiž zahrnuty i pozemky rovinaté a pozemky lesní, kde k erozi téměř nedochází, a které celkovou průměrnou erozi významně snižují.

3.1.2. Vodní útvary, které jsou postiženy zvýšeným plošným znečištěním fosforem

Plošné znečištění fosforem je podpůrnou indikací eroze a nevhodného hospodaření v povodích. Je to problém zejména povodí zemědělských, kde došlo k úbytku protierozních prvků a odstranění mokřadů, ale např. i lesní povodí M001 a M006 vykazuje po nezvládnuté kalamitní těžbě nadlimitní plošné znečištění fosforem.

3.1.3. Vodní útvary s vodní erozí vyšší než 1,5 t půdy z hektaru a postižené plošným znečištěním dusíkem

Ačkoliv eroze 1,5 t z hektaru není vysoká a mnoho svažitých pozemků ji mnohonásobně překonává, vodní útvar z takto vysokou průměrnou erozí je vážně postižený. V průměru jsou totiž zahrnuty i pozemky rovinaté a pozemky lesní, kde k erozi téměř nedochází, a které celkovou průměrnou erozí významně snižují. Doplnující proměnná dusík z plošného znečištění zúžil výběr těchto území na oblasti, ve kterých existuje problém z kvalitou vody, způsobenou splachy z polí.

3.1.4. Útvary podzemních vod s nevyhovujícím chemickým stavem

Podzemní vodu chápeme jak nejlepší strategickou zásobu vody a snaha o zlepšení její kvality je proto důležitým aspektem k adaptaci na změny klimatu. Optimalizace zemědělského hospodaření v územích s nevyhovující kvalitou podzemní vody by měla být do budoucna prioritou vodohospodářské politiky.

Výsledek této analýzy, provedené v bodech 3.1.1. - 3.1.4. je obsahem přílohy C1: Riziková zemědělská povodí

3.2 Druhá fáze analýzy zemědělských povodí: Povodí Romže

Jako typické zemědělsky nadměrně využívané modelové povodí jsme zvolili povodí říčky Romže, které je na základě výsledků první fáze analýzy prioritním vodním útvarem s vodní erozí vyšší než 1,5 t půdy z hektaru a zároveň je postiženo plošným znečištěním dusíkem.

Pro toto prioritizované území byl učiněn překryv s datovými vrstvami získanými od Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půd - VÚMOP (vrstva erozní ohroženosti podle maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace Cp; vrstva infiltrační schopnosti půd; vrstva retenční schopnosti půd) a od Zemědělské vodohospodářské správy - ZVHS jsme získali vrstvu odvodňovacích soustav.

Využití datové vrstvy

A. Vrstva „Maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace (CP) - nástroj ochrany zemědělské půdy proti vodní erozi“ je jedním z výsledků řešení výzkumného záměru MZE0002704902 ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy, v.v.i. a je součástí tematické mapové sady „Vodní eroze půd ČR“. Mapa slouží jako podklad určující vhodný rámcový způsob hospodaření na půdních blocích nebo jejich částech, při kterém ještě nedochází k projevům nadlimitní ztráty půdy vodní erozí. Limity přípustné ztráty půdy jsou nastaveny s ohledem na zachování funkcí půdy a její úrodnosti.

Mapa vychází z Univerzální rovnice ztráty půdy (USLE):

$$G = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

kde:

G – průměrná dlouhodobá ztráta půdy ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$), určená na základě hloubky půdy z databáze BPEJ s ohledem na zachování funkcí půdy a její úrodnosti

R – faktor erozní účinnosti dešťů, vyjádřený v závislosti na kinetické energii a intenzitě erozně nebezpečných dešťů, doporučená průměrná hodnota pro Českou republiku je

$$R = 20 \text{ MJ} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{h}^{-1}$$

K – faktor erodovatelnosti půdy je v USLE definován jako ztráta půdy ze standardního pozemku vyjádřená v $t \cdot ha^{-1}$ na jednotku erozní účinnosti deště R, hodnota faktoru K závisí na textuře a struktuře ornice, obsahu organické hmoty a propustnosti půdního profilu, určeno na základě hlavní půdní jednotky (HPJ) z databáze BPEJ

LS – topografický faktor představuje poměr ztrát půdy na jednotku plochy svahu ke ztrátě půdy na jednotkovém pozemku o délce 22,13 se sklonem 9%, **L** - faktor délky svahu vyjadřuje vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí, **S** – faktor sklonu svahu vyjadřuje sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí, vypočteno z DMT, LPIS a Corine Land Cover pomocí modelu USLE 2D metodou McCool (1987, 1989) s využitím odtokového algoritmu Flux Decomposition

C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu, vyjádřený v závislosti na vývoji vegetace a použité agrotechnice, představuje poměr smyvu na pozemku s pěstovanými plodinami ke ztrátě půdy na standardním pozemku udržovaném jako úhor, pravidelně po každém dešti kypřeném

P – faktor účinnosti protierozních opatření

Pro výpočet maximální přípustné hodnoty faktoru ochranného vlivu vegetace se rovnice vyjádří ve tvaru:

$$CP = GP / (R \times K \times L \times S \times P)$$

kde:

CP – maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace,

GP – přípustná ztráta půdy s ohledem na zachování funkcí půdy a její úrodnosti ($t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$).³

Kombinace mapových vrstev

B: Mapa infiltrace a propustnosti půd

Tato mapa popisuje rychlost pohybu vody v půdním profilu. Největší propustnost a infiltrační schopnost mají půdy lehké, písčité, které se vyznačují vysokou infiltrací a nízkou retencí, vysokou promyvností s tendencí ke ztrátám důležitých bází a živin. Špatné obhospodařování těchto půd způsobuje zvýšenou erozi a rychlé vyplavování živin do povrchových a podzemních vod. Pro účely naší GIS analýzy jsme pracovali s půdami s vysokou a vyšší střední infiltrační kapacitou a propustností.

3 http://ms.vumop.cz/mapserv/dhtml_eroze/docs/MaxC.html

C: Mapa retenční vodní kapacity půd

Tato mapa popisuje schopnost půd zadržovat vodu. Rozdíl mezi horní a dolní hodnotou objemu vody v půdě je retenční kapacita půdy. Půda hraje v hydrologickém cyklu pevnin roli nádrže o značném retenčním objemu. Ten v celostátním měřítku řádově převyšuje objem vody v nádržích a vodních tocích (Kutílek, 1978). V naší analýze jsme uvažovali půdy vysokou a vyšší střední retenční kapacitou, jež se často vyskytují v nivách a na zamokřených plochách.

D: Mapa odvodňovacích soustav

Díky spolupráci se Zemědělskou vodohospodářskou zprávou (ZVHS) se nám podařilo získat mapy odvodňovacích soustav. ZVHS již od r. 1970 systematicky shromažďuje záznamy a dokumentaci o hlavních melioračních zařízeních (HMZ) a o melioračním detailu, jehož významnou součástí jsou informace o zemědělských odvodňovacích soustavách (ZOS). Zemědělské odvodňovací soustavy hrají významnou roli ve vodním režimu půd a potažmo v odtokových poměrech povodí drobných vodních toků. Jejich parametry a aktuální stav se významným způsobem projevují i při extrémních hydrologických jevech. V dalších letech bude třeba zpřesnit údaje o aktuálním stavu odvodňovacích soustav.

3.2.1 Půdy s vysokou infiltrační kapacitou, postižené nadměrnou erozí

Půdy s vysokou infiltrační schopností hrají zásadní roli při zadržování a zasakování vody do hlubších půdních vrstev a doplňování zásob podzemní vody. Nevhodné obhospodařování těchto půd vede k rychlému odtoku vody. Vrstva půd s dobrou infiltrační schopností kombinovaná s vrstvou znázorňující erozi půd vymezuje prioritní území, kde je infiltrace vody ohrožována nadměrnou erozí, a kde dochází ke zvýšenému vymývání živin a vzniku plošného znečištění. V těchto územích dochází sice stále k rychlé infiltraci povrchového odtoku do mělkého podpovrchového odtoku, část vody však odtéká povrchově a způsobuje erozi půdy. Voda, která zasakuje do vod podzemních, pak způsobuje znečištění z vyplavených hnojiv a pesticidů. Pro tato prioritní území navrhuje v Katalogu opatření několik metod na zlepšení infiltrace vody a na zlepšení kvality zasakované vody (Skupina opatření 1. Typy opatření na podporu infiltrace).

Výsledek této analýzy je obsahem přílohy C2: Prioritní území v rámci zemědělských povodí

Návrh opatření ke zlepšení stavu

Na 1 ha našich prioritizovaných území navrhuje realizovat minimálně 1 500 m² plošných organizačních opatření z našeho katalogu opatření (Org 1, Org 2, Org 3, Org 4) a dále vybudovat minimálně 1 500 m² biotechnických opatření (Biot 1, Biot 2, Biot 3). Průnik odvodňovacích ploch s plochami vysoké retenční vodní kapacity odpovídá 245,8 ha (viz mapová příloha C2), což představuje cca 37 ha organizačních opatření a cca 37 ha biotechnických opatření v rámci řešeného zemědělského povodí Romže.

3.2.2 Půdy s vysokou retenční kapacitou, které jsou plošně odvodněné

V minulém století došlo ke zornění značného podílu mokřadních zemědělských půd. Šlo o půdy těžké, s vysokou retenční vodní kapacitou, které se nacházely v prameništích a nivách vodních toků. Na těchto půdách se většinou vyskytovaly produkční travní porosty. Tyto půdy jsou tak kompaktní, že je ani nebylo možno obdělávat. Kombinace těchto půd s mapami odvodňovacích soustav nám ukazuje území, kde je prioritou zrušit odvodňovací soustavy a obnovit mokřady. Pro tato prioritní území navrhuje v Katalogu opatření několik metod na zlepšení retence vody (Skupina opatření 2.

Typy opatření na podporu retence).

Výsledek této analýzy je obsahem přílohy C2: Prioritní území v rámci zemědělských povodí

Návrh opatření ke zlepšení stavu

Na 1 ha našich prioritních území navrhujeme realizovat minimálně 3 000 m² opatření na zlepšení retence (Rev 1, Rev 2, Rev 3, Rev 4, Rev 5, Rev 6), a/nebo variantně 3 000 m² opatření Podpora samovolné renaturalizace vodního toku (Ren). Oblasti vysoké infiltrační schopnosti ohrožené vysokou erozí (nízké Cp) 166,4 ha (viz mapová příloha C2), což představuje cca 50 ha organizačních opatření a/nebo 50 ha biotechnických opatření v rámci řešeného zemědělského povodí Romže.

4. Katalog revitalizačních opatření v ploše zemědělských povodí

4.1. Východiska a základní dělení

Typy opatření byly upraveny podle konkrétních potřeb a zaměření studie. Jmenovaná adaptační opatření kombinují zásahy prováděná v ploše povodí, zejména na erozi ohrožené orné půdě s vysokou infiltrační schopností a dále na odvodněných půdách s vysokým retenčním potenciálem, u kterých se jedná zejména o odvodněné mokřady a prameniště.

Struktura a terminologie katalogu volně vychází z publikace „Zvýšení protipovodňové ochrany v povodí – přírodě blízká protipovodňová a protierozní opatření“ (Ekotoxa s.r.o. et Šindlar s.r.o., 2011). Katalog byl přizpůsoben potřebám studie zejména v následujících bodech: vzhledem ke koncepční podobě studie byla vyloučena zejména agrotechnická opatření a úpravy týkající se revitalizace toků a niv v zastavěných územích. Naopak byly do katalogu přidány nové kategorie týkající se revitalizačních opatření ve volné krajině (dle Just a kol., 2005) a také samovolné renaturace. Katalog byl strukturován na základě výsledků dvoustupňové analýzy, která stanovila dva typy prioritních území: území s prioritní podporou infiltrace vody a území s prioritní podporou retence vody v krajině.

Organizační opatření na podporu **infiltrace vody** v ploše povodí mají za cíl zlepšit schopnost krajiny zadržet vodu a zpomalit povrchový odtok vody (protierozní meze, stabilizace drah soustředěného odtoku), podpořit infiltraci vody (zasakovací pásy, tvorba retenčních nádrží). Zároveň plní funkci protierozní, kdy zmenšují negativní důsledky vodní eroze (odnos zeminy z polí, akumulace smyté zeminy na komunikacích, v obcích apod.). Kromě biotechnických opatření uvádíme zejména organizační opatření (zejména ochranné zatravnění či zalesnění).

Revitalizační opatření na podporu **retence vody** v krajině mají zejména za cíl v co největší míře navrátit přirozené mokřady a prameniště do krajiny či obnovit schopnost vodního toku komunikovat s nivou. Jedná se například o odstranění odvodňovacích zařízení, obnovu pramenišť a mokřadů, vymělování (zmenšení kapacity) koryt vodních toků, podporu přirozených tlumivých rozlivů, zadržetí a zpomalení vody v krajině obnovou morfologické členitosti koryta a podporu přirozených renaturalizačních procesů.

Katalog typů opatření v prioritních územích	
1. Typy opatření na podporu infiltrace	
Organizační opatření (Org)	
Org1	Ochranné zatravnění na svažitém erozně ohroženém terénu
Org2	Ochranné zatravnění na trvalých kulturách
Org3	Ochranné zatravnění ploch podél břehů vodních toků a nádrží, mokřadů, průlehů a mezí
Org4	Ochranná výsadba dřevin
Biotechnická opatření (Biot)	
Biot1	Protierozní meze, průlehy, příkopy, hrázky
Biot2	Malé nádrže pro řízenou infiltraci
Biot3	Stabilizace drah soustředěného povrchového odtoku
2. Typy opatření na podporu retence	
Technická revitalizační opatření (Rev)	
Rev1	Obnova pramenišť a odstranění odvodnění
Rev2	Revitalizační úpravy kapacitních koryt
Rev3	Tvorba potočních pásů
Rev4	Podpora plošného rozlivu nízkými příčnými objekty
Rev5	Obnova a tvorba mokřadů
Rev6	Tvorba tůní
Podpora samovolné renaturalizace vodního toku (Ren)	

4.2. Typy opatření na podporu infiltrace

4.2.1 Organizační opatření

Org 1 – Org 3 Ochranné zatravnění

Optimálně zapojený travní porost je vynikající jak pro plošnou ochranu, tak pro vegetační zpevnění liniových prvků. Základem tohoto opatření je kvalitní vegetační kryt s odpovídajícími parametry, který je pěstován a ošetřován na erozně ohrožených lokalitách. Preferovány jsou výběžkaté trávy tvořící pevný drn (zejména u protierozních opatření liniového charakteru). Půdy určené k zatravnění se vybírají podle kritérií zohledňujících svažitosť terénu, kvalitu půdy, klimatické regiony a nadmořskou výšku jednotlivých území.

Trvalými travními porosty mohou být chráněny také plochy podél břehů vodních toků a nádrží, stejně jako dna průlehů, které odvádějí z pozemků soustředěný povrchový odtok a mohou doprovázet protierozní meze, kde podpoří účinek těchto opatření a mohou tvořit samostatné zasakovací pásy vedené ve směru vrstevnic na svažitých pozemcích.

Travní pásy mohou také chránit mokřady (zachycování živin, stabilizace odtokových poměrů)



Biocentrum Čehovice (Zdroj L3, foto J. Koutný)

Org 4 Ochranná výsadba dřevin

Ochrannou výsadbu dřevin lze pro účely studie rozdělit dle typu revitalizačních opatření

- 1) obnovení břehového porostu přírodního charakteru (zejména u podélných revitalizací)
- 2) vytvoření vegetačního lemu, který oddělí revitalizované území od okolí a ztlumí nepříznivé vlivy okolí (zejména u mokřadů, tůní apod.).
- 3) plošné zakládání výsadeb v nivě (nivní háje apod.)

Biocentrum Čehovice (zdroj L 2)

Katastr: Čehovice, Bedihošť, Výšovice (okres Prostějov)

Projekt KPÚ a realizační projekt: Ing. František Hanousek, zahájení KPÚ 1995, dokončení realizačního projektu březen 1999

Realizace: Zahrada Olomouc s.r.o., subdodavatel stavebních prací Dopravní stavby holding a.s. Olomouc

Finanční zajištění: MŽP – Program péče o krajinu, Okresní pozemkový úřad Prostějov z prostředků na pozemkové úpravy

Rozloha: 22,99 ha

Zahájení: srpen 1999

Ukončení: listopad 2000

Bioregion: 1.11 Prostějovský

Biochora: teplé ploché pahorkatiny na spraších

Cílový typ společenstva: kombinované biocentrum s vegetačními formacemi - vodní plochy, mokřadu, přechodových rákosin a luk, měkkého a tvrdého luhu. Na ploše Regionálního ÚSES Čehovice bylo vysazeno 28 druhů dřevin v celkovém počtu asi 35.000 kusů. Lesnickou a zahradnickou technikou výsadby bylo v biocentrech, biokoridorech a travnatém průlehu vysazeno celkem:

- 27.500 ks lesních sazenic
- 1.905 vzrostlých stromů o výšce v rozmezí 1,2–1,8 m
- 5.635 keřů

Travnaté plochy byly nově založeny na celkové ploše 14,6455 ha. K založení travnatých ploch bylo použito

dvou speciálních travních směsí:

- typ „chudá pastvina“, který byl použit na plochách výhledově zalesněných (jílek vytrvalý 20 %, bojínek luční 18 %, kostřava ovčí 18 %, lipnice luční 16 %, jetel plazivý 16 %, kostřava červená 12 %)
- typ „zamokřené louky“ na plochách mokřadu a březích rybníka (lipnice bahenní 20 %, psárka luční 20 %, bojínek luční 15 %, kostřava luční 15 %, lipnice luční 15 %, psineček tenký 15 %)

4.2.2 Biotechnická opatření

Biot 1 Protierozní meze

Protierozní meze s průlehy ve své spodní části jsou trvalou překážkou soustředěného povrchového odtoku a i v případě návrhu bez průlehů přispívají k rozptýlení soustředěného povrchového odtoku, ačkoliv zadržení vody je nižší. Optimálně jsou složeny ze tří základních částí: zasakovacího pásu nad mezí, vlastního tělesa meze a odváděcích prvků.

Protierozní mez je navržena dle sklonu svahu vysoká cca 1–1,5 m, ve sklonu 1:1,5. Je zatravněná a zároveň osázená i keři. Keře musí co nejrychleji vytvořit dobrý zápoj, aby zamezily růstu plevelů. Úlohou průlehu je odvést konečný zbytek vody do svodného prvku. Zasakovací sedimentační pás nad mezí se zatravní v šířce cca 6 m.



Protierozní meze na svažitém, erozně ohroženém pozemku (Zdroj L2)

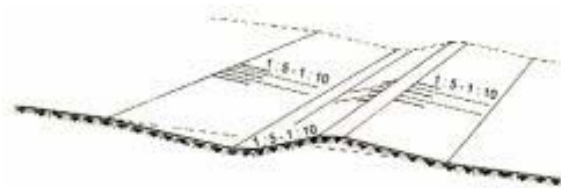
Biot 1 Protierozní průlehy a příkopy

Průlehování pozemků je jedno z nejdůležitějších podpůrných opáření na orné půdě, zejména použité v kombinaci s agronomickými a organizačními protierozními opatřeními. Příkopy se navrhují zpravidla jako svodné, odvádějící odtok ze zaústěných záchytných prvků. Záchytné příkopy se navrhují zejména při ochraně zastavěné části obce. Průleh je mělký, široký příkop na rozdíl od protierozních příkopů s mírným sklonem svahů, založený s malým, příp. až nulovým podélným sklonem, kde se povrchově stékající voda zachycuje nebo je neškodně odváděna. Příkopy a průlehy se navrhují jako záchytné a svodné. Záchytné průlehy se budují na pozemcích o sklonu do 15 %. Svodné průlehy a příkopy mají neškodně odvést vodu i erozního smyv ze záchytných prvků, zejména z odtoků z krátkodobě trvajících přívalových dešťů nebo náhlého tání sněhu.

Průlehy a příkopy je třeba dimenzovat na základě základních hydraulických rovnic pro průtok. Při navrhování profilu a sklonu příkopu je nutno dbát na to, aby byly schopné odvést návrhový kulminační průtok s pravděpodobností výskytu alespoň jedenkrát za 10 let nebo individuálně podle stupně ochrany zájmového území.



Protierozní průleh v k. ú. Bohdíkov. Z důvodu nedostatku místa je použit vyšší sklon protisvahu průlehu, předpokládá se přirozené vyměščení a sesednutí (foto Z. Poštulka)



Protierozní průleh – schéma (Zdroj L2)

Biot 1 Protierozní hrázky

Protierozní ochranné hrázky s funkcí záchytnou, retenční (vsakovací) a odváděcí se navrhují za účelem neškodného odvedení vody zejména při ochraně intravilánu či jiných chráněných území a staveb s cílem zamezit přítoku vnější vody na pozemek. Navrhují se zejména na pravidelných méně sklonitých svazích (do 10 %) s malou vertikální a horizontální členitostí. Musí být vždy napojeny na systém svodných prvků a hydrografickou síť v povodí. Navrhují se samostatně, případně v kombinaci s dalšími liniovými prvky technického charakteru (mělký průleh nebo příkop). Hrázkou se vytvoří retenční prostor pro zachycení a neškodné odvedení odtoku ze sběrného území (do 15 ha).

Biot 2 Malé nádrže pro řízenou infiltraci

Ochranné nádrže se navrhují jako účinná protierozní a protipovodňová opatření k akumulaci, retenci, retardaci a infiltraci povrchového odtoku a usazování splavenin. Navrhují se nejčastěji ve formě závěrečných prvků protierozní a protipovodňové ochrany v kombinaci s jinými prvky protipovodňové ochrany nejčastěji v systému společných zařízení, kdy dojde k optimálnímu

vyřešení vlastnických vztahů.

Mezi tato opatření patří zejména:

- suché ochranné protierozní nádrže (poldry), které slouží ke krátkodobému zachycení povrchového odtoku a k zachycení splavenin,
- ochranné nádrže s vodním obsahem a vymezeným sedimentačním a retenčním prostorem

Ke snížení nadměrného povrchového odtoku, k omezení záplav níže ležícího území, zejména obcí a zachycení transportovaných splavenin slouží sedimentační nádrže, zejména suché. Pro zajištění maximálního účinku retenčních nádrží je třeba zajistit, aby se ochranný prostor naplňoval až v období kulminující povodňové vlny. Jeho předčasné naplnění v období nástupu povodně může retenční účinek na průtok pod nádrží výrazně omezit.

Při navrhování, výstavbě, rekonstrukci a provozu je třeba postupovat v souladu s ČSN 752410 „Malé vodní nádrže“.

Zátopy suchých a polosuchých nádrží je mimořádně vhodné doplnit o revitalizační prvky v podobě vodních prvků (podélné revitalizace vodních toků, mokřady, tůňe) či výsadby dřevin (lužní háje, porosty energetických dřevin apod.).



Suchá retenční nádrž (Zdroj L2)

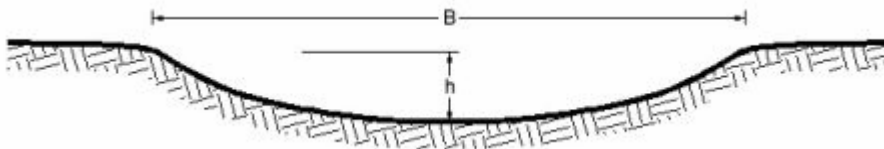
Biot3 Stabilizace drah soustředěného povrchového odtoku

Přirozené nebo upravené dráhy soustředěného povrchového odtoku (mající charakter průlehu) zpevněné vegetačním krytem jsou schopny bezpečně bez projevů eroze odvést povrchový odtok. K jeho zvýšení dochází v důsledku morfologické rozmanitosti krajiny, zejména na příčně zvlňených pozemcích, v úžlabinách a údolnicích v době přívalových dešťů nebo jarního tání, kdy soustředěně po povrchu odtékající voda v těchto místech zpravidla způsobuje erozní rýhy. Je proto nezbytné tyto potenciální dráhy soustředěného odtoku upravit tak, aby jejich příčný profil umožnil neškodné odvedení veškeré po povrchu odtékající vody. Nejvhodnější ochranou těchto exponovaných míst je vegetační kryt, nejlépe zatravnění. V případě potřeby jiného druhu opevnění v závislosti na vypočítané střední profilové rychlosti a tangenciálního napětí postupujeme podobně jako u návrhu

zpevněných průlehů. Vegetační kryt údolnice ovlivňuje rychlost pohybu vody v údolnici. Kořenový systém v závislosti na své hustotě a kvalitě zpevňuje půdu a redukuje odnos půdních částic. Ochranný účinek trav proti vodní erozi spočívá především v útlumu kinetické energie, ve snížení rychlosti a množství povrchově stékající vody projevujících se ve snížení její vymílací a transportní schopnosti a také v mechanickém zpevnění půdy kořenovým systémem. Dostatečný podíl výběžkatých trav musí být základem každého porostu určeného k protierozní funkci, protože právě výběžkaté druhy mají největší účinek a zajišťují vytrvalost porostu.



Zatravnění dráhy soustředěného odtoku (Zdroj L2)



Zatravnění dráhy soustředěného odtoku - schéma (B je šířka dráhy odtoku, h maximální hloubka dráhy odtoku) (Zdroj L2)

4.3 Typy opatření na podporu retence

4.3.1. Technická revitalizační opatření (Rev)

Rev1 Obnova pramenišť a odstranění odvodnění

Nevhodně odvodnění pramenišť i jiných spontánně zamokřených lokalit výrazně poškozuje ekologické funkce krajiny a tyto lokality často neumožňují plnohodnotné zemědělské využití. Obnovením zamokření se dosáhne posílení přírodní hodnoty pramenišť či nivního území.

Způsoby likvidace odvodnění:

1. Nahrazení drenážních hlavníků otevřenými koryty.
2. Eliminace plošného odvodnění tamponováním v šachtách nebo přerušením drénů příčnými výkopy, případně pomocí biologického narušování drenáží vhodně umístěnými výsadbami vlhofilních dřevin, zejména vrb.

Rev2 Revitalizační úpravy kapacitních koryt

Při podélných revitalizacích je nepřirozeně kapacitní koryto nahrazeno přírodním, výrazně méně kapacitním korytem. Jedná se obecně o nejobvyklejší revitalizační opatření ve volné krajině včetně krajiny zemědělsky využívané. Revitalizované koryto má hydromorfologické parametry přirozeného vodního toku dané velikosti, je mělkší (o průtočné kapacitě $Q_{30d} - Q_1$) a členitější (má významně větší drsnost). Základním hydrotechnickým efektem je omezení koncentrace a zpomalení povodňových proudů. Dochází k obnově povodňových rozlivů v nivě.



Revitalizace Lubenského potoka (Zdroj L2)

Rev3 Tvorba potočních pásů

Část nivy se vymezení jako hodnotné přírodní území - potoční pás, který je dostatečně kapacitní pro povodňové průtoky, umožní rozvoj dříve potlačovaných funkcí vodního toku jako je např. existence rozmanitých biotopů (členité přírodní koryto či tvorba paralelních mokřadních prvků), ale zahrnuje také pomístní, příp. jednostranné snižování nivy a tvorby berem.



Malý potok v k. ú. Bedihošť, foto Z. Poštulka

Rev4 Podpora plošného rozlivu nízkými příčnými objekty

Různorodá opatření podporující retenci vody v korytě vzdouváním, ale nemají charakter výstavby poldrů nebo vodních nádrží. Jde o budování příčných objektů v korytě, případně valů či nízkých plochých hrází ve vhodných profilech. Může se jednat o soustavu nízkých valů s částečným nadržním. Vodní biotopy s retenční funkcí lze v těchto případech vytvářet zčásti vzdouváním, zčásti zahloubením.

Rev5 Obnova a tvorba mokřadů

Různorodá opatření vytvářející výrazně zamokřené a zavodněné území, kde voda vystupuje k terénu a nad terén a tvoří velmi členité přechodové prostředí s nejednoznačnou hranicí mezi vodou a souší. Hlavní technické parametry jsou: celková velikost mokřadu, velikost plochy neaktivnější části mokřadu – mělkovodního pásma s hloubkou vody do cca 0,6 m, velikost plochy navazujícího, mokřadem ovlivněného území, zadržovaný objem vody, retenční kapacita apod.

Mokřady lze vytvářet dvě základními způsoby:

Vzdouváním – výstavbou nízké hráze, či vzdouvacího valu vyhovujícího bezpečnostním požadavkům podobně jako hráze malé vodní nádrže, střední hloubka zatopení terénu je však do cca 0,6 m.

Hloubením – snižování terénu pod úroveň hladiny vody snímáním vrchních vrstev zeminy bez dalších technických objektů

Obě hlavní metody se mohou vhodně kombinovat. Vnitřní části mokřadu je vhodné ponechat bez výsadby, aby byl vodní biotop osluněný. Případně ozelenit pouze doplňkově např. skupinovými výsadbami vrbových řízků apod.



Biocentrum Čehovice (Zdroj L3, foto J. Koutný)

Rev6 Tvorba tůní

Tvorba prohlubní v terénu nebo korytě vodního toku, zaplněné vodou. Nejsou vytvořeny vzdouvacím účinkem hráze a nejsou vypustitelné. Velikost tůní je různá, od několika po stovky čtverečních metrů. Funkce jsou podobné jako u mokřadů viz výše, tj. jedná se o prostředí pro rostliny a živočichy, obohacují zásoby povrchové vody, zlepšují vzhled území, pokud jsou situovány v korytě toku, tak zvětšují aktuální zásoby vody v korytě. Hlavními technickými parametry tůní jsou zejména: plocha hladiny tůně, hloubka tůně, sklon břehů, tvar břehové linie. Principy tvorby vegetačního doprovodu viz Rev5.



Lokální biocentrum „Na Loukách“ v k. ú. Mokrá Hora (Zdroj L3)

Lokální biocentrum „Na Loukách“

k.ú.: Mokrá Hora, okres: Brno město, kraj Jihomoravský

Prostor mezi ulicemi Jandáskova, Pod zahradami, Boženy Antonínové a železniční tratí Brno-Havlíčkův Brod

Druh terénních úprav: hloubené tůně s výsadbami dřevin

Účel: zlepšení stanovištních podmínek pro druhy rostlin a živočichů, vázané na mělké stojaté vody a vlhké

louky, zvýšení ekologické stability a krajinářské hodnoty území.

Investor: Statutární město Brno

Projektant: LÖW & spol.,s.r.o.

Spolupráce: Ateliér Fontes, s.r.o.

Dodavatel: EKOSTAVBY BRNO, a.s.

Finanční zdroje: rozpočet města Brna

Finanční náklady: 785 064,- Kč

Rok realizace: 2003

Rozloha: 0,3014 ha

Použitý sortiment dřevin:

a) Vzrostlé solitérní stromy (velikost 175-200 cm): Fraxinus excelsior 9 ks, Tilia cordata 5 ks

b) Stromy - lesnické odrostky: Alnus glutinosa 22 ks, výška 100–120 cm, Quercus robur 17 ks, výška 80–100 cm, Fraxinus excelsior 2 ks, výška 20–30 cm, Padus avium 2 ks, výška 80-100 cm, Tilia cordata 2 ks, výška 60–80 cm, Acer campestre 20 ks, výška 60–80 cm

c) Keře (výška 80–120 cm): Viburnum opulus 20 ks, Salix cinerea 15 ks

4.3.2 Ren - Podpora samovolné renaturalizace vodního toku

Samovolná renaturalizace vodních toků v zemědělské krajině (v kontextu studie se jedná hlavně o malé a středně velké vodní toky) spočívá zejména v postupném zanášení upravených koryt splaveninami a pozvolném rozpadu umělých opevnění, příčných objektů a dalších technických prvků v korytech následované erozními změnami koryt (Just a kol. 2005) a obnovením přirozených fluviačních procesů (erozně akumuláční procesy, větvení toku, vznik paralelních povodňových koryt apod.) Limitují je zejména dva faktory: tuhé opevnění a nadměrné zahloubení koryta. Oba faktory mohou samovolnou renaturalizace omezit až znemožnit, proto v případech, kdy se jeden či oba jevy v toku vyskytují, je většinou nutné přistoupit k technickým revitalizacím.

Závěr

Cílem studie bylo vytvořit jednoduchý a přitom účinný nástroj omezení eroze a optimalizace odtokových poměrů v narušených zemědělských povodích. Stanoveného cíle bylo dosaženo v několika krocích. Nejprve byla provedena obecná analýza regionální, dílčí oblasti povodí Moravy, která určila hlavní problémy zemědělských povodí. Na základě výsledků obecné analýzy byly vytipovány problémové vodní útvary, jedním z nich je modelové povodí říčky Romže, které představuje prioritizovaný vodní útvar s vysokou mírou zornění, s vodní erozí vyšší než 1,5 t půdy z hektaru a zároveň plošným znečištěním dusíkem. Dále byla v rámci modelového povodí Romže stanovena plocha území určená ke konkrétním opatřením zabraňujícím nadměrné půdní erozi a optimalizujícím odtokové poměry v území.

V rámci studie byl navržen katalog opatření cílených na úpravu vodního režimu krajiny a omezení půdní eroze. Dle našeho návrhu by mělo dojít k optimalizaci využití 87 ha orné půdy, která se nachází v prioritních územích. Na těchto 87 ha by mělo dojít k realizaci plošných organizačních opatření, biotechnických opatření, opatření na zlepšení retence vody a opatření revitalizace vodních toků. Konkrétní podoba a proporce jednotlivých opatření již by měly být zpracovány v podobě pozemkové úpravy anebo revitalizačního projektu, za asistence Agentury ochrany přírody a krajiny ČR a Povodí Moravy, s.p.

Novum této metodiky spočívá v jednoduchém zkombinování dostupných dat, které umožní výběr míst nejvíce postižených a zároveň míst s nejvhodnějšími podmínkami pro provedení konkrétních adaptačních opatření. Katalog opatření zároveň umožňuje výběr vhodných typů opatření ke zlepšení vodního režimu vybraných lokalit, na kterých dojde k pozitivnímu ovlivnění zejména kvality i kvantity podzemní i povrchové vody a odtokových poměrů řešeného území (retence a akumulace vody v krajině, stabilizace průtoků ve vodních tocích apod.) Studie tedy předkládá koncepční a zároveň efektivní přístup k řešení nevyhovujícího stavu zemědělských povodí u nás.

Použitá literatura a elektronické odkazy

1. Barth M. et al. (2005): Coupling between Land Ecosystems and the Atmospheric Hydrologic Cycle through Biogenic Aerosol Pathways, American Meteorological Society, DOI:10.1175/BAMS-86-12-1738
2. Bílá kniha přizpůsobení se změně klimatu, EU 2009
3. Ekotoxa, Šindlar 2011: Katalog přírodě blízkých protipovodňových opatření (L2)
4. Johnson T.E., James, N., Hart, D.D. (2007): Stream ecosystem responses to spatially variable land cover: an empirically based model for developing riparian restoration strategies, *Freshwater Biology*, Volume 52, Issue 4, pages 680–695
5. Just a kol. 2005: Vodohospodářské revitalizace, Praha. (L1)
6. Kalvová J., a kol. (2003): Zpřesnění scénářů projekce klimatické změny na území České republiky a odhadů projekce klimatické změny na hydrologický režim, sektor zemědělství, sektor lesního hospodářství a na lidské zdraví v ČR. NKP Praha, 151 s.
7. Kedziora A., Olejnik J., (2002): Water balance in agricultural landscape and options for its management by change in plant cover structure of landscape. In Ryszkowski L. (ed.) *Landscape Ecology in Agroecosystems Management*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 57–110.
8. Kulhavý Z., Soukup (2010): Zemědělské odvodnění a krajina, in: Rožnovský J., Litschmann T. (ed): „Voda v krajině“, Lednice 31. 5. – 1. 6. 2010, ISBN 978-80-86690-79-7
9. Kutílek M., 1978: Vodohospodářská pedologie. SNTL/ALFA, Praha, Bratislava, 296 pp.
10. Maděra P., Zimová E.: Metodické postupy projektování lokálního úses (L3)
11. Penuelas J., Llusia J., (2003): BVOCs: plant defense against climate warming?, *TRENDS in Plant Science* Vol. 8, No. 3
12. Pöschl U., et al., (2010): Rainforest Aerosols as Biogenic Nuclei of Clouds and Precipitation in the Amazon, *SCIENCE* VOL 329, Downloaded from www.sciencemag.org on September 16, 2010
13. Rawls et al., (2003): Effect of soil organic carbon on soil water retention: <http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/11228/1/IND44026995.pdf>., staženo 14.3. 2011
14. Spracklen D. et al., (2008): Boreal forests, aerosols and the impacts on clouds and climate, *Philosophical Transactions of Royal Society A*, doi:10.1098/rsta.2008.0201, Published online

15. Strategie přizpůsobení změně klimatu v podmínkách ČR, MŽP 2009
16. http://www.pmo.cz/pop/2009/morava/End/d-povodne/mapy/md_1_3.jpg
17. http://www.pmo.cz/pop/2009/morava/End/d-povodne/tabulky/td_1_3.pdf
18. http://www.hydromeliorace.cz/vumop/2005_6.pdf
19. <http://www.cbks.cz/Sbornik10a/Vopravi1.pdf>
20. http://ms.vumop.cz/mapserv/dhtml_eroze/docs/MaxC.html