

# DIFÚZNÍ (PLOŠNÉ) ZDROJE ZNEČIŠTĚNÍ VOD

## - CESTY K JEJICH OMEZOVÁNÍ PĚSTOVÁNÍM ENERGETICKÝCH DŘEVIN

Ing. Jiří Holas, CSc. A.R.C. spol. s r.o., [jiri.holas@arcnet.cz](mailto:jiri.holas@arcnet.cz)

Ing. Markéta Hrnčířová, A.R.C. spol. s r.o., [marketa.hrnctirova@arcnet.cz](mailto:marketa.hrnctirova@arcnet.cz)

### Eutrofizace vod v krajině

Trofizační tendence tj. zvýšené živinové zatížení je zjišťováno téměř ve všech malých vodních nádržích rozptýlených po celém povodí vodárenské nádrže Švihov, které zaujímá krajinné území o rozloze 117 829 ha. Jsou to zejména návesní rybníky a retenční vodní nádrže v malých obcích, kam jsou zaústěny místní stokové sítě zpravidla jímající i vypouštěné odpadní vody z obytných objektů. V povodí vodárenské nádrže je podle PRVKÚK Vysočina v kategorii obcí do 200 obyvatel evidováno 265 obcí, které nejsou vybaveny čistírnou odpadních vod. Žije v nich celkem 14 528 obyvatel, tj. v průměru 55 obyvatel v jedné obci.

Hlavní příčiny zhoršené kvality vody jsou:

- u ukazatelů organického znečištění, fosforu, amoniakálního dusíku a ukazatelů mikrobiálního znečištění – vypouštění nedostatečně vyčištěných odpadních vod z obcí (bodové komunální zdroje znečištění)
- a u dusičnanového a nárazově i fosforečnanového znečištění – vyplavování mineralizovaných živin a splachy z orné půdy, způsobené zejména nevhodným hospodařením na zemědělských pozemcích, tj. ponechávání orné půdy bez pokryvu (difúzní zdroje živinového znečištění).

Uvedené konstatování naznačuje, že nejzávažnějšími polutanty vodního prostředí povodí vodárenské nádrže jsou sloučeniny dusíku a fosforu, tj. živiny, které umožňují primární produkci organické hmoty rostlinami založenou na procesu fotosyntézy. Vodní rostliny vyžadují poměr dostupných forem dusíku a fosforu 16:1. Je-li prostředí tento poměr menší, je limitující živinou dusík, je-li větší je limitující fosfor. Ze všech dostupných údajů o tocích a nádržích v povodí nádrže Švihov jednoznačně vyplývá, že dusík je obvykle v prostředí v nadbytku a že limitujícím prvkem primární produkce organické hmoty je zde fosfor.

Určitým zdrojem dusíku transportovaného různými cestami do nádrže mohou být depozice oxidů dusíku z dopravy, zejména z vysoko zatížené dálnice D1 vedené přes povodí vodárenské nádrže. Lze předpokládat, že v porovnání s přísunem dusičnanů vodními toky je tato složka v celkové bilanci rovněž málo rozhodující.

Koncentrace fosforu nevykazují žádný pravidelný cyklus a v povrchových vodách se celý rok drží přibližně na stejné úrovni, což odpovídá komunálním zdrojům znečištění. Fosfor z komunálních odpadních vod pochází převážně z pracích a jiných podobných prostředků a proniká do toků ve zvlášť nežádoucích rozpuštěných formách, které jsou v negativním smyslu ve vodním prostředí účinnější než např. fosfor splachovaný ze zemědělských ploch, který je ponejvíce vázán na půdní částice.

Významnou antropogenní činností s výrazným vlivem na trofizační procesy v povodí vodárenské nádrže Švihov je zemědělství, které je v daném venkovském regionu hlavní podnikatelskou aktivitou a vytváří pracovní příležitosti pro místní obyvatelstvo. Snaha o dosahování zemědělské tržní produkce je vždy spojena s koloběhem hlavních biogenních prvků N, P a K v půdě, které se v případech porušení živinových bilancí vstupů a výstupů dostávají do vodního prostředí.

*Cílem námi prováděných terénních šetření a monitoringem drobných vodních toků ve vodárenském povodí je vytipování rizikových oblastí s nejvyšším znečištěním povrchových vod dusičnany a vodorozpuštěnými formami fosforu, který se hlavní měrou podílí na eutrofizaci vodních nádrží a pro tyto oblasti navrhnout nápravná opatření.*

## **Eliminace nutrientů z vodního prostředí využitím rychlerostoucích dřevin /RRD/**

V rámci Plánu oblasti povodí Dolní Vltavy se uvádí, že tzv. plošné zemědělské znečištění (hnojení dusíkem a fosforem) představuje cca 75 - 85 % celkové zátěže vodárenské nádrže Švihov nutrienty. Pro dosažení dobrého stavu vod tento plán předpokládá uplatnit typ Listu opatření B – zatravnění zdrojových a erozně ohrožených ploch ve všech 17 vodních útvarech v rozsahu cca 25 – 30 % povodí vodárenské nádrže Švihov, což představuje nově zatravněnou ornou půdu na ploše 294,5 – 353,4 km<sup>2</sup>.

Alternativou k návrhům plošného zatravnění orné půdy, které bylo v rámci připomínkového řízení k Plánům oblasti povodí Dolní Vltavy odmítnuto místními zemědělskými subjekty, jsou výsadby energetických dřevin vhodně umístěvané v krajině. V zemědělsky využívaném území jsou zdrojem biodiversity, cíleným pěstováním na tzv. buffer zonách zachycují povrchové odtoky a smyvy zeminy a živiny ukládají do své rostlinné biomasy. Jsou-li v těchto ochranných zónách pěstovány energetické dřeviny s pravidelným odtěhováním výmladků je eliminace nutrientů z tohoto ekosystému velmi účinná.

***Velkoplošné výsadby a pěstování rychle rostoucích energetických plodin v povodí vodárenské nádrže Švihov nejsou u místních zemědělských subjektů předmětem zájmu z důvodů nepříznivých ekonomických relací mezi náklady a výnosy.***

V rámci pilotního projektu byl v roce 2010 proveden ***biologický průzkum a terénní šetření Bořetického potoka*** s návrhem krajinných segmentů se specifickým managementem. Výsledkem je vymezení lokalit vhodných pro výsadbu energetických dřevin v druhové skladbě odpovídající daným půdně klimatickým podmínkám. V rámci biologického průzkumu byl vyznačen jeden krajinný segment s cenným rostlinným společenstvem podle zákona 114/1992 Sb., §45f - sledování stavu biotopů a druhů, kde je po dohodě s AOPK a místně příslušnými odbory životního prostředí navrhován zvláštní režim využívání.

***Cílem terénních šetření bylo mimo jiné připravit metodické podklady pro starosty místních obcí, které podle novely vodního zákona 150/2010 Sb. zvažují převzetí péče o drobné vodní toky a břehové porosty ve svých katastrálních územích.***

Starostové místních obcí v povodí Bořetického potoka se dohodli na společném postupu pro využití vytěžené dřevní hmoty k energetickým účelům. Rostoucí poptávku po tuhých biopalivech budou kryt z obecních lesů, břehových a liniových porostů, s výhledem i z nové výsadby energetických dřevin. V projektovém záměru mají pořízení vlastních technických prostředků pro zpracování porostů dřevin na tuhá biopaliva, což vytvoří i nové pracovní příležitosti v tomto regionu. V rámci prováděného terénního šetření byly vytipovány údolní nivy, kde je plánována výsadba rychlerostoucích dřevin /topol černý, vrba, osika/, které pro svůj růst významně odčerpávají nutrienty a vyřazují je z půdního a vodního koloběhu. Návazně je řešeno organizačně technické zajištění sklizně a využití dřevní štěpky v lokálním vytápění obcí a měst.

Základní vlastnosti RRD jsou následující:

- I.) Vysoká objemová produkce dřeva přes 10 m<sup>3</sup>/ha/rok což odpovídá přibližně 4,5 t (suš.)/ha/rok Rychlý terminální růst v prvních letech po výsadbě, což v podmínkách ČR znamená v prvním roce přes 0,5 metru/rok. V dalších letech přes 1 metr/rok.
- II.) Snadné zakládání porostů zejména vegetativním způsobem např. řízky, pruty či biletý u většiny topolů a vrb, ale i generativně zejména sazenicemi jako např. u olše, některých vrb a topolů (*Salix Capri* – vrba jíva a topoly sekce *Leuce* – bílé topoly a osiky).
- III.) Hospodářské porosty jsou pěstovány z lesnického pohledu v tzv. krátkém obmýtu 15–30 let, v některých případech i méně.

### **Poznámky k ekonomice**

- Výrobní cena štěpky – zatím nejčastějšího paliva z plantáží RRD u nás – se pohybuje od 120 do 180 Kč/GJ v závislosti na použité agrotechnice a samozřejmě dosaženém výnosu.
- Cena hnědého uhlí je v současnosti cca 3.450 korun za tunu, při výhřevnosti 17,6 MJ/kg (asi 196 Kč/GJ)
- Při vyjádření množství paliva jsou využívány zkratky PLM - plnometr ( $\text{m}^3$  dřevní hmoty tzv. kubík je objem stanovený výpočtem z kulatinových výřezů rovného dřeva), PRM – prostorový metr ( $\text{m}^3$  volně složených polen do hráně), PRMS – prostorový metr sypaný.  
1 PRM = 0,65 PLM = 1,8 PRMS

V rámci údržby a správy vodních toků v povodí vodárenské nádrže Švihov jsou prováděny prořezávky dřevin břehových porostů, které jsou ve většině případů využívány jako palivo pro spalování v kotlích malých výkonů či pro lokální topeniště v jednoduché formě zpracování, tj. jako polena, kusové dříví či štěpka o různé struktuře. Břehové porosty drobných vodních toků jsou ponechávány přirozenému vývoji a jejich údržba není prováděna. Začátkem roku 2010 přichází starostové místních obcí s návrhem na pomoc při údržbě a péči o břehové porosty ve svých katastrálních územích a předkládají je správcům vodních toků. Úspěšně bylo ověřeno zpracování vytěžené dřevní hmoty na topnou štěpku a její dodání do místních obcí, které provozují centrální zásobování teplem. Projektový záměr uvažuje o zavedení systémové údržby a péče o břehové porosty, které vytvoří i nové pracovní příležitosti v tomto regionu.

V rámci terénního šetření jsou vyhledávány údolní nivy, kde bude možné vysazovat rychlerostoucí dřeviny /topol, vrba, olše/, které při svém růstu významně odčerpávají nutrienty z půdního a vodního prostředí a tím je vyřazují z ekosystému.

### **Těžba z mokřadních lokalit /údolní nivy/**

- Kvůli přístupnosti terénu nejlépe v zimě po zamrznutí půdy, tj. v období XII – III (vhodnost i z hlediska ochrany přírody, je také nejnižší obsah vody v pletivech, jsou volné kapacity lidí i technických prostředků)
- Pokud je cílem jiný sortiment než palivo, je doba těžby (z hlediska dřevin) libovolná; v případě sklizně v jiném termínu následuje snížení výmladnosti.
- Po těžbě nechat proschnout (minimálně 2 měsíce) – je lepší než štěpkování za mokra, možno použít univerzální stroje.  
realizační cena dřevní štěpky při vlhkosti 40 % - 631 Kč/t,  
tj. cca 100 Kč za prms /prostorový metr sypaný/,
- Údolní nivy představují vysoký potenciál nevyužívané zemědělské půdy

### **Využití makroelementů popela pro hnojení**

Dokonalým spálením dřevní hmoty vzniká 6–10 % popela, nedřevnatá příměs jeho podíl zvyšuje. Složení popela kolísá v závislosti na vstupní surovině a procesu zpracování. Širšímu použití popela jako hnojiva musí předcházet jeho chemický rozbor a zjištění potřebné hnojivé dávky. Dosavadní chemické rozborů potvrzují příznivé zastoupení živin a prvků, a tak lze popel zpětně využít jako přírodní hnojivo omezující acidifikaci půdy a potenciální nevyváženost živin. Fyzikální a chemické složení popela závisí na charakteru spalované suroviny, místě jejího původu, způsobu zpracování dřeva a technologii procesu spalování.

Popel obsahuje mnoho makro i mikroelementů, potřebných pro růst rostlin, většina těchto živin je původně získána z půdy a atmosféry v průběhu růstu stromu. Popel je všeobecně zásaditý s vysokým podílem vápníku, hořčíku, fosforu, draslíku a dalších prvků. Obsah uhlíku značně kolísá podle použité technologie spalování; efektivním spalováním vzniká světle hnědý popel s minimálním obsahem uhlíku. Obsah dusíku je nízký, aplikací popela se

nezvyšuje vstup dusíku do prostředí. V pojetí komerčních hnojiv může mít průměrný vzorek popela ze spáleného dřeva základní živiny (N-P-K) v poměru 0–1–3. Kromě makroelementů je popel také zásobárnou mnoha živin, potřebných pro růst rostlin pouze ve stopovém množství.

### **Management rychlerostoucích energetických plodin v buffer zónách**

Pokud jde o podmínku ozelenění přímých plateb k převodu 7 % orné půdy do ekologických ploch jsou podle Kapitoly 2, článku 29 nařízení KOM(2011)625 mohou tyto plochy zahrnovat okraje polí (mimohonová půda), meze, půdu ležící ladem (úhor), významné krajinné prvky, biotopy, buffer zony podél vodních toků a vodních nádrží a zemědělsko-lesnické systémy na zemědělské půdě. Tyto plochy lze již dnes v areálu řady zemědělských subjektů najít např. v podobě zamokřených lokalit v důsledku neudržovaného odvodnění zemědělských pozemků. Vhodnými plochami mohou být také ochranná pásma podél vodních toků, v současné době již evidované v LPIS. V tomto případě je žádoucí vypracovat zásady vhodného managementu půdy pro využívání buffer zón z titulu vodoochranných opatření.

Ozelenění Společné zemědělské politiky v žádném případě neznamená zatravnění orné půdy a rozšíření ploch trvalých travních porostů, jak je mnohdy „greening“ představován. Vyčlenění 7 % rozlohy užívané zemědělské půdy by mělo být využito k podpoře energetických plodin pěstovaných v režimu přátelském k životnímu prostředí a napomáhat diverzifikaci zemědělských činností. Bude tím i plněn závazek Evropské unie - dvacet procent energie čerpat do roku 2020 z obnovitelných zdrojů, kde právě půda hraje nezastupitelnou roli. Zde je vytvářen prostor pro větší uplatnění vhodných lignikultur, které současné plní úlohu sequestrace uhlíku a významně podporují biodiverzitu krajiny.

Přijatý systém kontroly podmíněnosti Cross compliance, ve kterém platby zemědělcům závisí mimo jiné na dodržování ochrany vod a životního prostředí, se stal jedním z klíčových nástrojů k propojení požadavků Rámcové směrnice pro vodní politiku 2000/60/ES/ do Společné zemědělské politiky EU. Nařízení Rady EK č. 73/2009 vkládá požadavek na zřizování ochranných pásem /buffer zón/ do podmínek křížové shody a členské státy EU mají povinnost zajistit odpovídající opatření k ochraně vodního prostředí a zdrojů pitné vody před znečišťováním nutrieny a pesticidy.

V rámci výzkumného projektu Evropské unie COST869 zaměřeného na vyhodnocení alternativ na snížení ztrát nutrienů a zatížení povrchových a podzemních vod v říčních povodích byly zaslány dotazníky 18 vybraným členským státům EU, jak tato opatření jsou implementována a jaká je jejich účinnost ve snižování zátěže povrchových a podzemních vod.

***Evropské komisi bylo doporučeno, aby na vyhodnocení a realizaci efektivních opatření proti difúznímu zdrojům znečištění vod a stanovení úlohy ochranných buffer zón by měly být směřovány výzkumné iniciativy.***

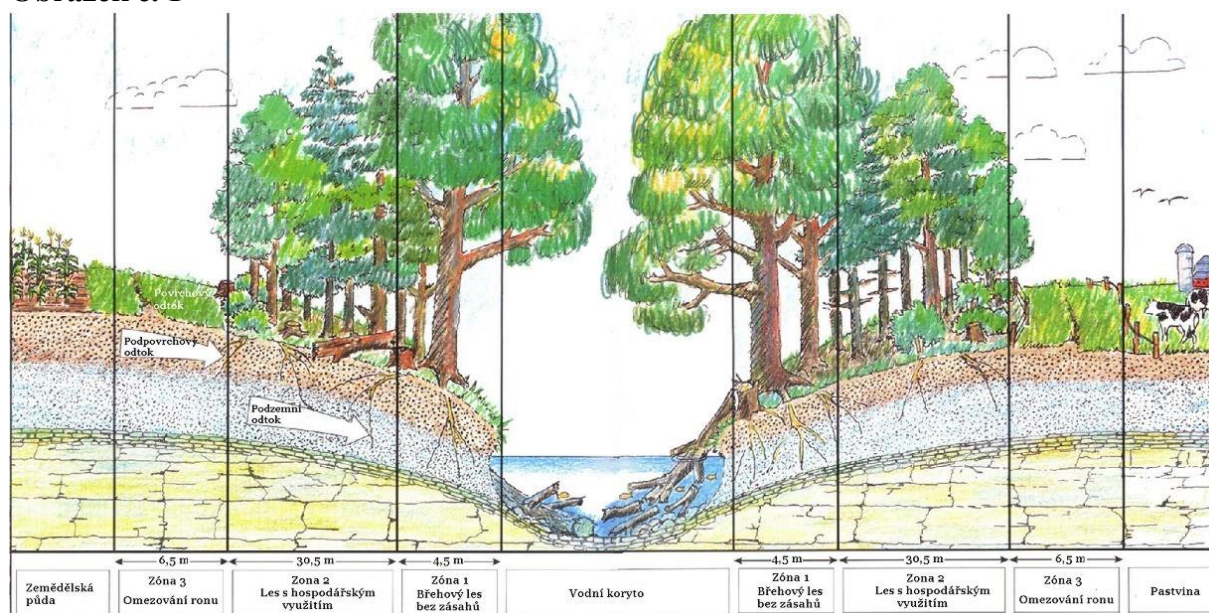
Je vedena úvaha, zda zvláštní režim hospodaření v ochranných pásmech – buffer zonách šíře 50 m v registru LPIS, může být využit k výsadbě souvislých pásů energetických dřevin, aplikovaným výzkumem dořešit jejich management a zařadit je do systému dotačních podpor z titulu Rámcové směrnice 2000/60/ES. Pravidelným odtěžováním energetické biomasy budou nutrieny obsažené ve dřevní hmotě eliminovány z půdního a vodního cyklu.

Významné experimentální práce jsou zaměřovány na posouzení různých rostlinných společenstev v ochranných břehových pásmech, jejich vzájemné interakce a účinnost při odčerpávání nutrienů z povrchového a podzemního odtoku. Jako příklad uvádíme poznatky ze semináře k nástrojům ekologického inženýrství pro omezování difúzních zdrojů znečištění pořádaného ve dnech 20. - 22. června 2005 v Norském Jordforsku.

## Ochranný břehový pás /buffer/ složený z travního a lesního porostu

Povrchové společenstvo a doporučené rozsahy	Doporučený management a způsob využití
Zemědělská půda	Regulovaný management vstupů hnojiv, pesticidů a vodní eroze půdy
Zóna 3 (6,5 m) - omezování povrchového odtoku	Soustředěný povrchový odtok /ron/ je změněn terénními bariérami na rozptýlený odtok a nucen k zasakování do půdy.
Zóna 2 (30,5 m) - les s hospodářským využitím	Zóna s probíhající filtrací, ukládáním a následným odčerpáváním nutrientů rostlinami, denitrifikací a dalšími přírodními procesy, které odstraňují splaveniny a nutrienty z povrchového a podzemního odtoku.
Zóna 1 (4,5 m) - břehový les bez zásahů	Vzrostlé stromy ukládají detritus do vodního toku, udržují stín a nižší teplotu vody důležitou pro život ryb.
Vodní koryto	Suťové překážky ze břehů zadržují detritus, vytvářejí podmínky pro rozvoj vodní fauny, poskytují úkryty a chladná místa pro ryby a další vodní živočichy.
Zóna 1 (4,5 m) - břehový les bez zásahů	Porážení stromů a těžba dřeva není v zóně 1 zpravidla povoleno.
Zóna 2 (30,5 m) - les s hospodářským využitím	V této zóně je uplatněn lesní hospodářský plán s pravidelnou těžbou dřeva a odklizením zbytkových větví, což vede k odstraňování sequestrovaných nutrientů.
Zóna 3 (6,5 m) - omezování povrchového odtoku	Zóna s kontrolovaným managementem pastvy a sklizně travní biomasy.
Pastvina	Napájení zvířat, dojírny a mycí zařízení jsou umísťována v dostatečné vzdálenosti od břehové zóny.

Obrázek č. 1

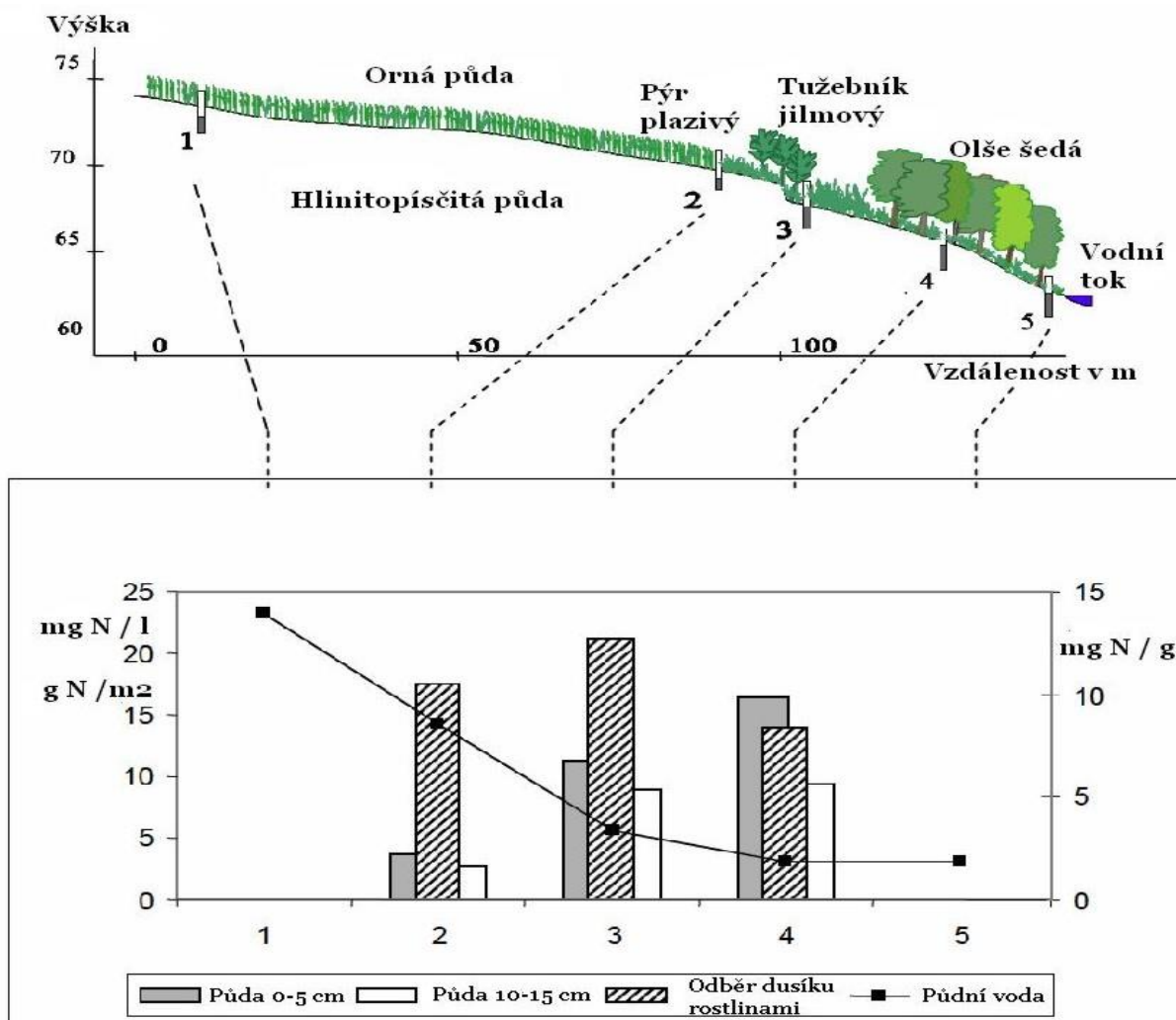


Hlavní funkcí ochranného břehového pásma je zbavit povrchový a podzemní odtok znečišťujících látek. Různé studie účinnosti odstraňování živin v buffer zónách naznačují, že zóny mohou zadržet od 0,0043 do 13 g N na m<sup>2</sup> a den a od 0.000057 do 8.67 g P na m<sup>2</sup> a den (Mander et al. 1997). Přesto kritéria pro navrhování druhů vegetace, šířky a managementu nejsou úplně jasně známá.

Modelová studie (Kuusemets et al. 2001) dokládá výsledky roční bilance dusíku na dvou stanovištích, kde na ornou půdu navazovala 51 m široká buffer zona, tvořená pásem trávy a pásem dřevin (olše šedá). Výsledky studie naznačují, že na silně znečištěném stanovišti 51 m široký buffer odstranil 87 % N<sub>c</sub>, jak ukazuje schematický nákres uvedený na následujícím obrázku č. 2



Obrázek č. 2



Experimentálně bylo zjištěno, že kvalita sledované půdní vody se zlepšila už na prvních metrech buffer zóny, účinnost čištění na prvních dvou metrech travního pásu byla u ukazatele  $N_c$  38 %. Roční asimilace nutrientů rostlinami byla vyšší na vlhké louce s porostem tužebníku jilmového, kde průměrná asimilace travního porostu byla 21.1 g N na  $m^2$  a rok. To bylo vyšší než roční asimilace na stanovišti s olšemi (14.0 a 1.1 g na  $m^2$  a rok). Obsah N v půdě vzrostl u vlhké louky v horní vrstvě ornice z 2.16 na 9.87 mg / g (odběr z bodu 2 a 4). Přestože nejvyšší obsah N v půdě byl zjištěn v porostu olše lepkavé, obsah nutrientů v podzemní vodě klesl. To naznačuje, že zvýšený obsah N v půdě neovlivňuje kvalitu vody přímo.

Další otázkou je, jestli nemohou být buffer zony zdrojem sekundárního znečištění. Výsledky studie ukazují silnou kladnou korelaci mezi vstupní zátěží nutrienty a jejich odstraňováním (Kuusemets et al. 2001). Autorem provedená analýza nastavuje limity buffer zón v rámci systému opatření pro čištění vody. Vstupní koncentrace ve vodě v rozmezí 1.0 - 5.0 pro  $N_c$  může být považována za přirozené podmínky pro studované buffer zony, kde kvalita vody na odtoku také závisí na přirozených procesech, které v buffer zóně probíhají a na zvýšeném obsahu nutrientů v půdách. Průměrný obsah N v rostlinných výhoncích na vlhké louce byl 11.6 g/ $m^2$  na méně znečištěném stanovišti a 10.6 na více znečištěném pokusném stanovišti.

Roční asimilace nutrientů bylinami naznačuje, že travní společenstva hrají stejně významnou roli při odstraňování živin jako les olše šedé. Navíc je možné odstraňovat část živin sečením a odvozem sena, zatímco těžba dřeva je možná až v intervalu desítek let.