

Vliv cíleného zatravnění zdrojové oblasti na kvalitu drenážních vod

Antonín Zajíček*, Tomáš Kvítek

VÚMOP, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5 – Zbraslav

* kontaktní osoba: tel. 257 027 314, zajicek.antonin@vumop.cz

Úvod

Koncentrace dusičnanů v povodí vodárenské nádrže Švihov, ač obecně vysoké, nemají význam z hlediska eutrofizace a ani aktuálně neohrožují limity pro pitnou vodu. V měřítku malých povodí však brání dosažení „dobrého ekologického stavu vod, GES“ a mohou ohrožovat místní malé zdroje pitné vody. Jedním ze zdrojů znečištění jsou zemědělské drenáže, kterých bylo jen v povodí vodárenské nádrže Švihov bylo vybudováno více než 153 km², většinou ve svahu a v malých povodích často bez permanentního povrchového odtoku. Drenážní systémy jednak představují významný podíl odtoku z těchto malých povodí, ale zároveň jsou také zdroje informací o pohybu látek půdním profilem bez zkreslení povrchovým odtokem (Lennartz, 1999). Příčinná souvislost mezi způsobem využití území v povodí a jakostí povrchových i podzemních vod je obecně uznávaným principem u nás i v zahraničí. Correl a Dixon (1980) zjistili, že variabilitu koncentrací dusičnanů lze vysvětlit z 89 % daty o land use. Nejtěsnější vztah byl vzhledem k ročním i sezónním koncentracím dusičnanů shledán pro procento zornění povodí (row crops). Thornton a Dise (1998) v centrální Anglii pomocí vícenásobné regrese našli průkazný vztah mezi procentem zemědělské půdy a koncentracemi nitrátů. V České republice Lexa 2006 a kol v povodí v.n. Švihov na Želivce pomocí vícenásobné faktorové analýzy určili jako nejvýznamnější z hlediska vyplavování dusičnanů podíl orné půdy celkově a podíl orné půdy ve zdrojových oblastech povodí. Fučík a kol. (2008), tuto závislost prokázaly na tocích třech různých měřítek (desítky ha, stovky až tisíce ha a stovka až tisíce km²) - každé snížení zastoupení orné půdy o 10% může snížit hodnotu C90 koncentrace NO³ v průměru o 6,4 mg/l.

Při zkoumání vlivu využití půdy v povodí na jakost drenážních vod je třeba brát v potaz v potaz způsob tvorby odtoku v drenáži ve svahu, jehož podstatná část nevzniká přímo nad odvodněnou lokalitou, ale v tzv. zdrojových oblastech, které mohou být od vlastního odvodnění dosti vzdálené (Doležal a Kvítek, 2004; Zajíček a kol, 2011).

Cílem práce bylo experimentálně potvrdit statisticky poznatky o vlivu využití půdy ve zdrojové oblasti na jakost mělkých podpovrchových vod.

Materiál

Povodí Dehtáře (Obr. 1) se nachází na Českomoravské vrchovině. Povodí zaujímá plochu 57,9 ha, pokryto je převážně jako zemědělskou půdou s malým zastoupením lesa. Zemědělská půda je většinou využita jako orná, nejnižší část povodí jako trvalý travní porost. Nejvyšší nadmořská výška je 549,8 m a nejnižší 497 m. Z hlediska klimatického členění je lokalita zařazena do klimatické oblasti mírně teplé. Srážkový úhrn se pohybuje ve vegetačním období od 350 do 450 mm, v zimních měsících od 250 do 300 mm, průměrný roční úhrn je 666 mm. Substrátem jsou částečně migmatizované pararuly v různém stádiu rozpadu. Kvarterní sedimenty jsou zastoupeny svahovými písky a hlínami, které dosahují mocnosti 1 - 2 m. Půdní složení je rozmanité, ve výtokové oblasti se vyskytují kambizemě oglejené, pseudogleje, gleje i náznaky

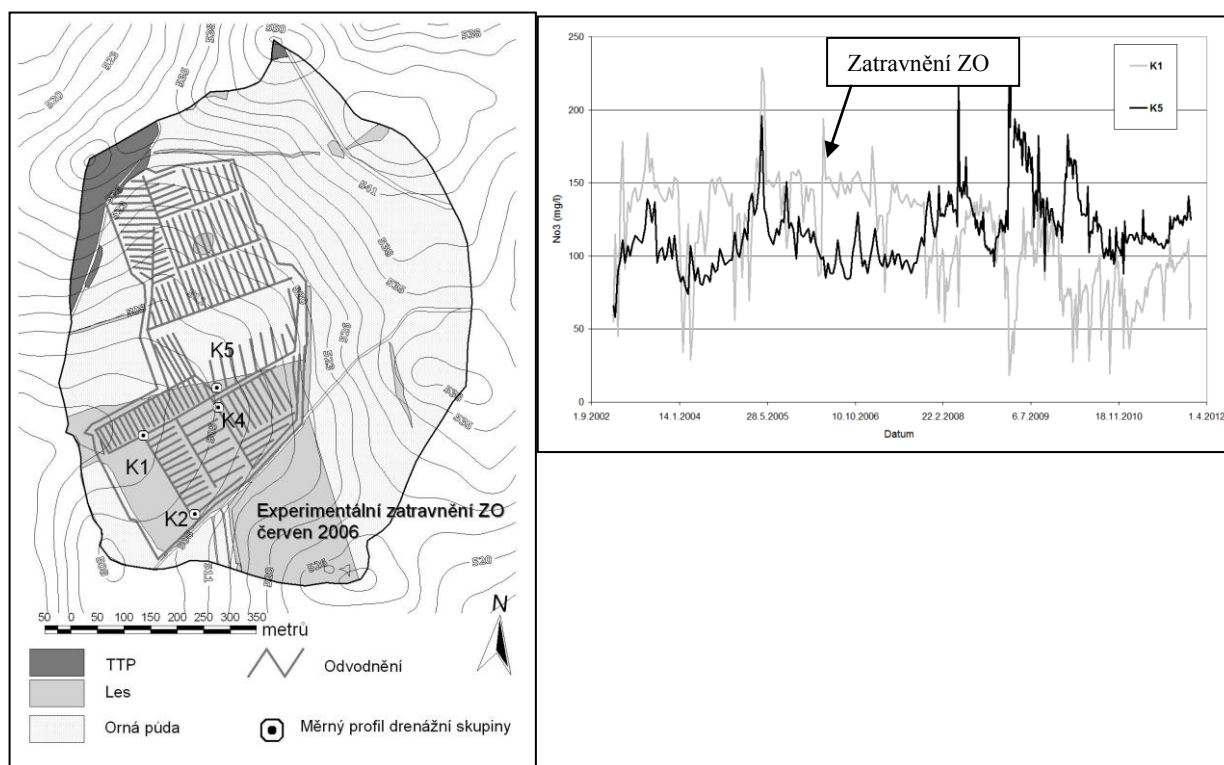
organozemí. Ve zdrojové oblasti je půdní pokryv více homogenní, převažují kambizemě modální, rankerové a arenické. Poblíž rozvodnice jsou půdy mělké s vyšším obsahem písku a často kamenité, ve středních partiích svahů převažují půdy písčito-hlinité a v dolní části povodí, zejména v jeho ose se vyskytují půdy, hlubší a těžší, často zajištěné. Druhý půdní horizont ve výtokové oblasti působí jako izolátor, který zpomaluje až zabraňuje vertikálnímu pohybu vody půdou. Pro území jsou charakteristické mělké zvodně, vázané na kvartérní propustné uloženiny. Ve středních částech svahů byly zjištěny sezónní vzestupné pramenné vývěry, projevující se jako významné lokální a liniové zdroje zamokření (Haken a Kvítek, 1982, 1984). Permanentní vodoteč se v povodí nenachází. Odvodňovací systémy byly vybudovány v roce 1977, jedná se o plošnou systematickou drenáž s rozchody sběrných drénů jsou 13 a 20 m. Hloubka uložení sběrných drénů je 1,0 m, svodných 1,1 m; záchytné drény jsou uloženy v hloubce 1,1 až 1,8 m se šterkovým obsypem.

Metody

Pro účely zjištění vlivu využití půdy ve zdrojové oblasti byla využita data ze čtyřech měrných profilů, které náleží drenážním skupinám s různým využitím půdy ve zdrojové oblasti i nad vlastní drenáží. Rozložení využití půdy před pokusem i po zatravnění je uvedeno v tab. 1. Jedná se o profil K1 drenážní skupiny o ploše 1 ha vybudované pod TTP, záchytný drén K2 ležící nad touto skupinou, dále drenážní skupinu K4 pod TTP a drenážní skupinu K5, vybudovanou pod ornou půdou.

Obr. 1 (vlevo) Povodí Dehtáře – přehledná mapa a mapa monitorovacích objektů s vyznačením míst experimentu s využitím půdy

Obr. 2 (vpravo) Průběh koncentrací dusičnanů v drenážních vodách sledovaných skupin K1 (zatravnění zdrojové oblasti) a K5 (orná půda)



Vlastní experiment byl zahájen v červnu 2006, kdy byla zatravněna část zdrojové oblasti nad drenážní skupinou K1 a záchytným drénem K2. Pro statistické vyhodnocení byly koncentrace monitorované za původního stavu využití půdy označeny jako období 1 a výsledky změřené v průběhu experimentu jako období 2. Sledovány byly drenážní průtoky – kontinuálně s desetiminutovým ukládáním průměrných hodnot a koncentrace dusičnanů v drenážních vodách. Vzorky byly odebírány ručně v intervalu jednoho popř. dvou týdnů. Vzhledem k faktu, že koncentrace dusičnanů jsou extrémně závislé na velikosti průtoku a za účelem vyrovnaní nestejných intervalů odběrů byly zjištěné koncentrace přepočítány na tzv. průtokově vážené měsíční koncentrace dle vzorce:

$$C_{fw} = \frac{\sum (C_i * Q_i)}{\sum Q_i}, \text{ Kde } C_{fw} \text{ je průtokem vážená koncentrace, } C_i \text{ je koncentrace během}$$

i – tého odběru a Q_i průtok koncentrace během i – tého odběru.

Data byla následně vyhodnocena metodou popisné statistiky a dekompozice časových řad ve statistickém softwaru Statgraphics.

Tab. 1 Přehled drenážních skupin v experimentu a využití půdy nad odvodněnou plochou a v jejich zdrojové oblasti

Měrný profil	Období 1		Období 2	
	Drenážní systém	Zdrojová oblast	Drenážní systém	Zdrojová oblast
K1	TTP	Orná p.	TTP	TTP
K2	Záchytný drén	Orná p.	Záchytný drén	TTP
K4	TTP	Orná p.	TTP	Orná p.
K5	Orná p.	Orná p.	Orná p.	Orná p.

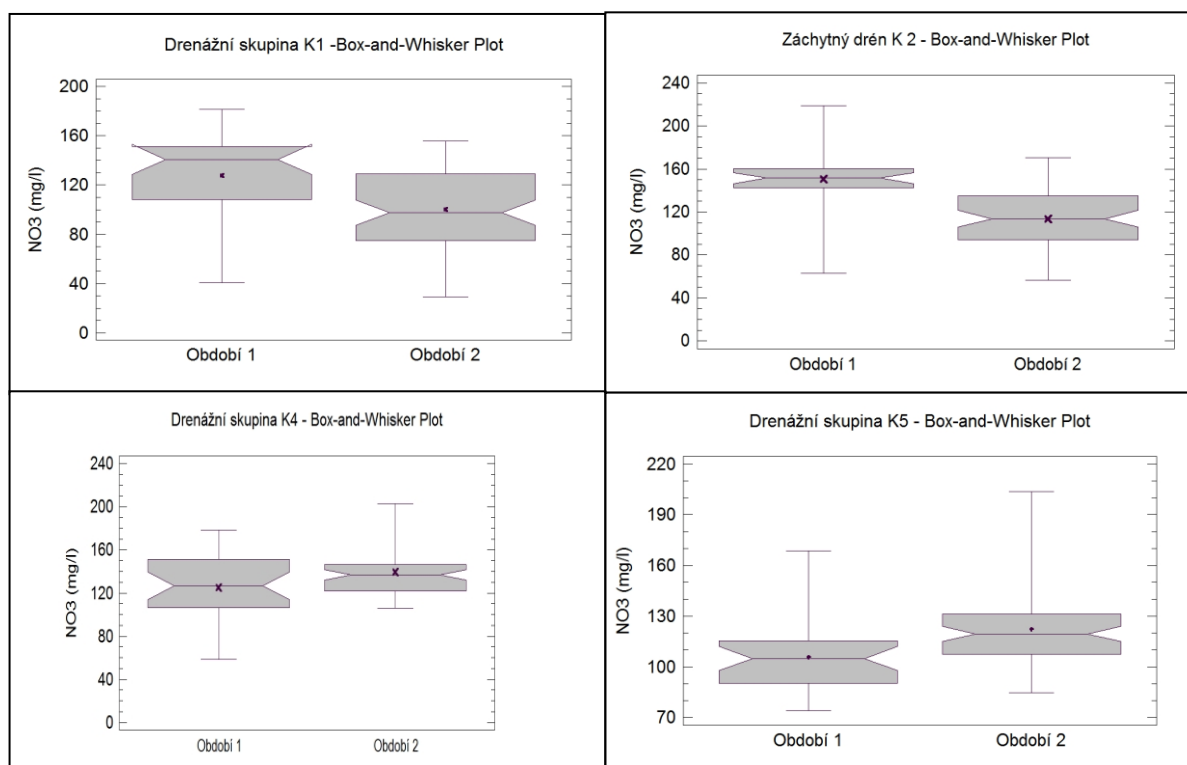
Výsledky

Koncentrace dusičnanů v drenážní vodách jsou velmi variabilní v průběhu jedné sezóny i při porovnání sezón mezi sebou (Obr. 2). Na sledovaných měrných profilech byly zjištěny koncentrace od 18 do 253 mg/l. Důvodem této variability je zejména velmi silné ovlivnění koncentrací velikostí průtoku, kdy nejvyšší koncentrace bývají měřeny koncem léta či začátkem podzimu, tedy v období převažujícího základního odtoku s malými průtoky. Naopak v průběhu jarního tání a také v průběhu významných srážko-odtokových událostí dochází spolu s vysokými průtoky způsobenými rychlou složkou odtoku k výraznému ředění koncentrací dusičnanů s výjimkou některých událostí na orné půdě navazujících na aplikaci hnojiv, kdy naopak dochází ke zvýšenému vyplavování dusičnanů z půdy bez vegetačního pokryvu. Rozdíly v koncentracích mezi jednotlivými sezónami jsou dány kromě rozdílů v odtoku také rozdílnými rostlinami v osevním postupu spojenými s rozdílnými dávkami hnojiv. Toto se projevilo zejména v roce 2004, kdy koncentrace dusičnanů na všech sledovaných profilech výrazně poklesly v důsledku osetí povodí jetelem v roce předchozím.rámci osevního postupu.

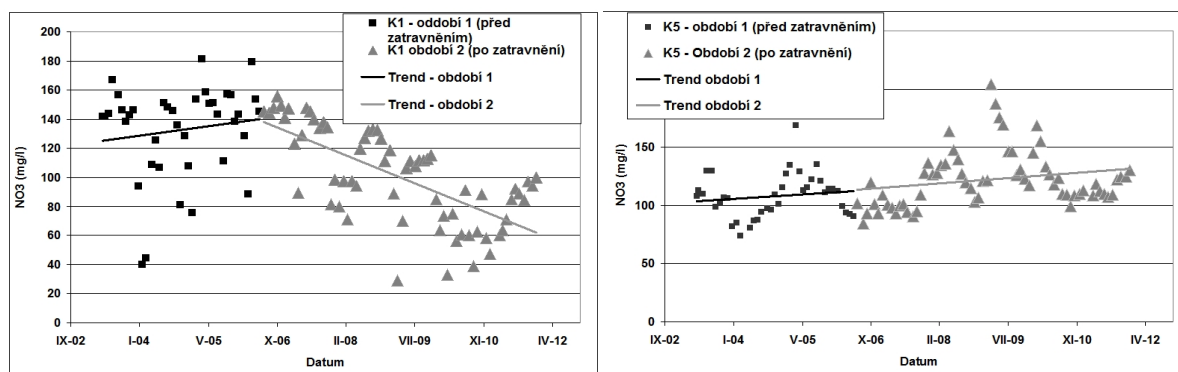
Před zatravněním zdrojové oblasti K1 byly výrazně vyšší absolutní i průtokově vážené koncentrace dusičnanů měřené na profilech, které ležely pod trvalým travním porostem (K1 a K4), než na profilu drenážní skupiny pod ornou půdou (K5), jak je patrné z Obr. 3, období 1. Koncentrace dusičnanů víceméně trvale překračovaly 100 mg/l. Lineární trend vývoje koncentrací byl na všech profilech mírně rostoucí (Obr. 4). Po provedení zatravnění zdrojové oblasti došlo ve vývoji koncentrací dusičnanů na profilech K1 a K2

postupně k několika změnám. Nejdříve došlo ke snížení koncentrací v průběhu významných srážko-odtokových událostí – zvýšilo se ředění relativně čistou srážkovou vodou. Tím se také ještě zvětšil rozptyl koncentrací. Následné statistické vyhodnocení také prokázalo jednoznačný pokles jak na plošné drenáži K1, tak na záchytném drénu K2, což je dokumentováno v Obr. 3, období 2. Snížily se veškeré statistické ukazatele, maxima, minima průměr i první a třetí kvartil dosahovaných koncentrací. K výraznému poklesu došlo v hodnotách mediánu a to z hodnoty 143 mg/l na K1 a 150 mg/l na K2 spadl na 98 mg/l na K1 a 115 mg/l na K2, což představuje přibližně 30 % snížení. Průměrné koncentrace dusičnanů nicméně zůstávají i přes tento pokles dlouhodobě velmi vysoké. Příčinou je, že v odběrech převažují vzorky odebrané v období základního odtoku, jehož koncentrace zůstanou ještě po dlouhou dobu od zatravnění vysoké vzhledem k dlouhé době zdržení této části odtoku v povodí (podzemní voda, svahový odtok). Významnější než absolutní snížení hodnot koncentrací dusičnanů je fakt, že došlo k trvalému otočení trendu jejich vývoje na profilech, jejichž zdrojová oblast je zatravněna (Obr.4). Změna ve vývoji koncentrací byla jednoznačně způsobena zatravněním zdrojové oblasti, což prokázala jednak analýza rozptylu ANOVA, kde byl při hladině významnosti 5 % průkazný vliv faktoru zatravnění ZO na závislou proměnnou koncentrace dusičnanů a také skutečnost, že na profilech s ornou půdou ve zdrojové oblasti (beze změny využití půdy v průběhu pokusu) nedošlo k žádným změnám v dlouhodobém vývoji koncentrací (Obr.4).

Obr. 3 Statistické vyhodnocení měsíčních průtokově vážených koncentrací dusičnanů v drenážních vodách před a po zatravnění zdrojové oblasti skupiny K1



Obr. 4 Vývoj koncentrací a jeho lineární trendy před a po zatravnění zdrojové oblasti drenážní skupiny K1



Závěr

Výsledky jednoznačně prokázaly rozhodující vliv využití půdy ve zdrojové oblasti na jakost drenážních (mělkých podpovrchových) vod. Zatravnění prokázalo svoji schopnost zlepšovat jako mělkých podpovrchových vod, musí být ovšem cílené do správně vymezených zdrojových oblastí.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za finanční podpory etapy Výzkumného záměru MZe VUMOP 0002704902-03-01 „Tvorba jakosti půdních, průsakových a drenážních vod“.

Přehled literatury

CORREL, D.L., DIXON, D. Relationship of nitrogen discharge to land use on Rhode river watersheds. *Agro-Ecosystems*, 1980, 6: 147–159.

DOLEŽAL, F., KVÍTEK, T. The role of recharge zones, discharge zones, springs and tile drainage systems in peneplains of Central European highlands with regard to water quality generation processes. *Phys. Chem. Earth. Parts A/B/C*, 2004, 29:775–785.

FUČÍK, P.; KVÍTEK, T.; LEXA, M.; NOVÁK, P.; BÍLKOVÁ, A. Assessing the Stream Water Quality Dynamics in Connection with Land Use in Agricultural Catchments of Different Scales. *Soil & Water Res.*, 2008, 3:98–112.

LENNARTZ, B., MICHAELSEN, J., WICHTMANN, W., WIDMOSER, P.B. Time variance analysis of preferential solute movement at a tile-drained field site. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1999, 63: 39–47

LEXA, M. Vyhodnocení koncentrací dusičnanů v drobných tocích povodí Želivky a analýza povodí těchto toků. *Kandidátská disertační práce*, PřF UK Praha, 2006, s. 175.

ZAJÍČEK, A., KVÍTEK, T., KAPLICKÁ, M., DOLEŽAL, F., KULHAVÝ, Z., BYSTRICKÝ, V., ŽLÁBEK, P. 2011. Drainage water temperature as a basis for verifying drainage runoff composition on slopes. *Hydrological processes*, 25: 3204–3215 DOI: 10.1002/hyp.8039.

