

Vliv cíleného zatravnění části povodí na vývoj koncentrací dusičnanů v drenážních vodách

autoreferát doktorské disertační práce

PRAHA 2015

Doktorand: Mgr. Antonín Zajíček

Pracoviště: Fakulta životního prostředí ČZU, Katedra biotechnických úprav krajiny

Název práce: Vliv cíleného zatravnění části povodí na vývoj koncentrací dusičnanů v drenážních vodách

Obor: Úpravy vodního režimu krajiny

Školitel: Doc. Ing. Jakub Štibinger, CSc.

Obhajoba disertační práce se koná 13. 10. 2015 v 9 hodin na Fakultě životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze. S disertační prací se lze seznámit na oddělení pro vědu a výzkum Fakulty životního prostředí ČZU v Praze.

Disertační práce vznikla za podpory výzkumného záměru VÚMOP, v.v.i. MZE00027049 „Integrované systémy ochrany a využití půdy, vody a krajiny v zemědělství a rozvoji venkova“, etapy 03-01 „Tvorba jakosti půdních, průsakových a drenážních vod“

Obsah:

1. ÚVOD	3
2. CÍL PRÁCE.....	3
3. STRUČNÝ POPIS METODIKY	4
4. DOSAŽENÉ POZNATKY	6
5. ZÁVĚR	11
6. SUMMARY	12
7. PŘEHLED PUBLIKACÍ PŘEDKLÁDANÝCH K DISERTACI	14
8. SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA DISERTAČNÍ PRÁCE (2009 - 2015)	15
9. ODBORNÝ ŽIVOTOPIS	18

1. ÚVOD

Tato disertační práce je předkládána formou souboru publikací k danému tématu. Jednotlivé články byly zpracovány během celého období studia a zabývaly se zejména tematikou vzniku drenážního odtoku ve svahu, složení drenážního odtoku, vlivu využití půdy ve zdrojové oblasti povodí na velikost drenážního odtoku a jakost drenážních vod. Hlavním tématem bylo vyhodnocení vlivu experimentálního zatravnění části zdrojové lokality na vývoj koncentrací dusičnanů v drenážních vodách.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této práce je experimentálně, v polních podmínkách pokusného povodí Dehtáře ověřit hypotézu, že zatravnění zdrojové oblasti drenážního systému má pozitivní a významnější vliv na snížení koncentrací dusičnanů v drenážních vodách než zatravnění výtokové oblasti povodí.

V rámci plnění cíle této práce byly vyhodnoceny dlouhodobé trendy vývoje koncentrací dusičnanů v podmínkách rozdílného využití půdy nad vlastní drenáží i v její zdrojové oblasti. Dále je diskutován vznik drenážního odtoku ve svahu, podíl jeho jednotlivých složek v průběhu srážko-odtokových epizod a průměrná doba zdržení vody v různých profilech sledovaného období. Zatravnění ve zdrojové oblasti povodí je kromě významu pro jakost drenážních vod zhodnoceno také z hlediska jeho vlivu na velikost drenážního odtoku a další hydrologické charakteristiky povodí.

Praktickým přínosem disertační práce je ověření možnosti použít přesně cílené zatravnění jako relativně nenákladné opatření pro zlepšení jakosti drenážních vod odtékajících z malých zemědělsky využívaných povodí. Poznatky o formování a složení drenážního odtoku lze využít pro návrhy dalších opatření na drenážních systémech, popř. při plánování způsobu využití krajiny a využitelné pro navrhování ochranných pásem vodárenských zdrojů a nádrží.

3. STRUČNÝ POPIS METODIKY

Výzkum v rámci této disertační práce probíhal zejména na pokusném povodí Dehtáře, na kterém byl realizován vlastní experiment se změnou využití půdy v části zdrojové oblasti drenážního systému.

Experiment

Poloprovodním pokusu na povodí Dehtáře probíhal v letech 2003 - 2013, v jehož průběhu došlo k zatravnění části zdrojové oblasti tohoto povodí a za dalšího běžného zemědělského hospodaření byla sledována změna koncentrací a odnosu dusičnanů v drenážních vodách a změna velikosti drenážního odtoku. Zatravnění plochy o velikosti 4,6 ha bylo provedeno 22. 8. 2006 po sklizni ječmene jarního s travním podsevem protierozní směsí UNI 14 (Oseva UNI, a.s. Choceň) Travní porost byl po celou dobu experimentu hnojen dávkou přibližně 120 kg N/ha. Hnojení na orné půdě probíhalo dle běžného osevního postupu dané lokality. Pro sledování vývoje koncentrací dusičnanů v drenážních vodách a změnu odnosu N z povodí bylo vybráno šest měrných profilů na plošné drenáži i záchytných drénech s rozdílným využitím půdy v infiltrační i výtokové oblasti.

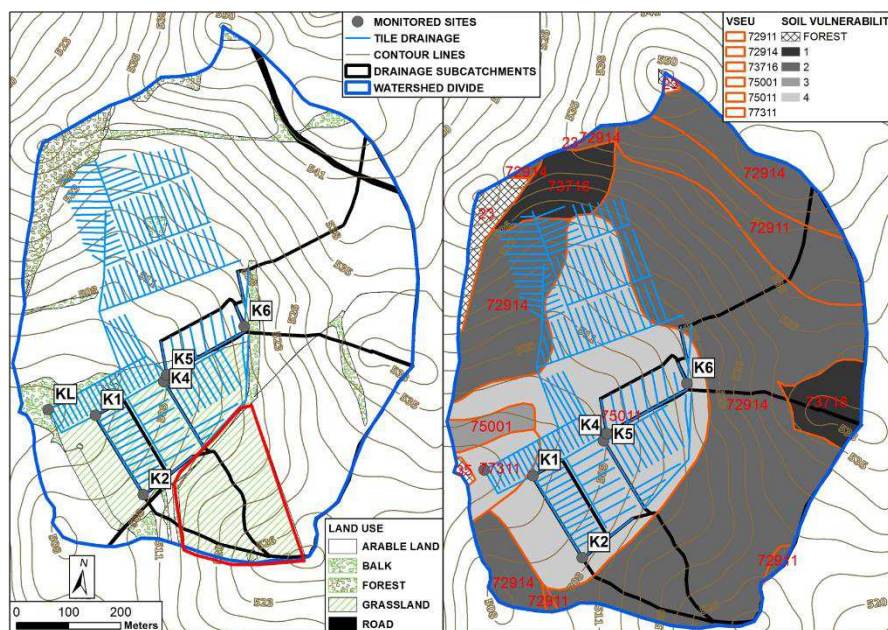
Měření

V průběhu pokusu probíhal kontinuální monitoring drenážních průtoků, hladin podzemní vody na různých místech povodí, teploty drenážní a srážkové vody a teploty vzduchu. Meteorologické údaje byly měřeny na 5 stanicích umístěných tak, aby reprezentovaly různé svahové zóny a půdní typy. Vzorky drenážních a srážkových vod byly odebírány ručně v pravidelném dvoutýdenním intervalu a kontinuálně pomocí automatických vzorkovačů v průběhu srážko-odtokových epizod.

Vyhodnocení dat

Vyhodnocení drenážních průtoků proběhlo pomocí empirických čar překročení a dvojné součtové čáry. Pro separaci odtoku byly využity početní metody a digitálními rekurzivní filtry, izotopická separace byla provedena pomocí směsného dvousložkového modelu. Hodnoty aktuální evapotranspirace byly vypočteny metodou Bowenova poměru. Koncentrace dusičnanů byly hodnoceny popisnou

statistikou, použity byly průtokově vážené koncentrace. Využita byla regresní analýza, Kruskal-Wallisův test, analýza trendů a časových řad.



Obr. 1 Přehledná mapa pokusného povodí Dehtáře s vyznačením sledovaných profile. Experimentálně zatravněná plocha je vyznačena červeným polygonem (vlevo). V pravé části je znázorněno zranitelných oblastí dle kódu BPEJ.

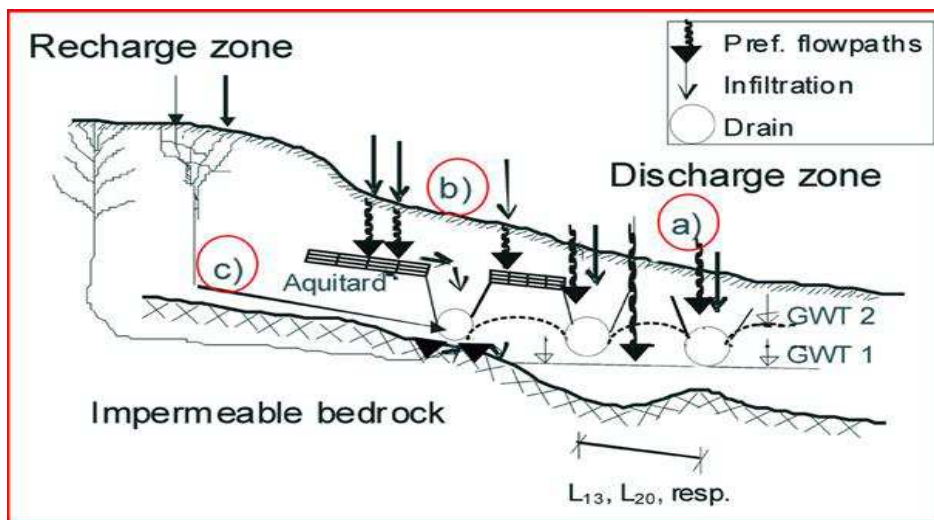
Tab. 1. Přehled monitorovaných profilů s využitím půdy v jejich zdrojové a výtokové oblasti před započítáním pokusu (období 1) a v průběhu pokusu (období 2)

Měrný profil	Typ drenáže	Využití půdy v období 1		Využití půdy v období 2	
		vlastní drenáž	zdrojová oblast	vlastní drenáž	zdrojová oblast
<i>KL</i>	<i>závěrový profil</i>	<i>TTP + orná</i>	<i>orná</i>	<i>TTP + orná</i>	<i>TTP + orná</i>
<i>KP</i>	<i>závěrový profil</i>	<i>orná</i>	<i>orná</i>	<i>orná</i>	<i>orná</i>
<i>K1</i>	<i>plošná</i>	<i>TTP</i>	<i>orná</i>	<i>TTP</i>	<i>TTP</i>
<i>K2</i>	<i>záchytný drén</i>	<i>záchytný drén</i>	<i>orná</i>	<i>záchytný drén</i>	<i>TTP</i>
<i>K5</i>	<i>plošná</i>	<i>orná</i>	<i>orná</i>	<i>orná</i>	<i>orná</i>
<i>K4</i>	<i>plošná</i>	<i>TTP</i>	<i>orná</i>	<i>TTP</i>	<i>orná</i>

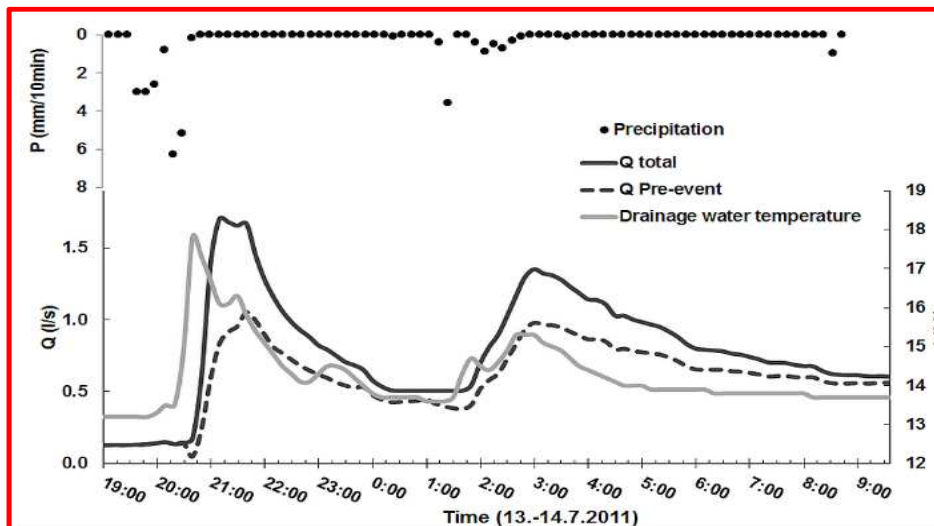
4. DOSAŽENÉ POZNATKY

- Vznik drenážního odtoku ve svahu je poměrně komplikovaný proces, při kterém se uplatňují různé složky odtoku s různou dobou zdržení a různými cestami. Jednotlivé svahové zóny povodí jsou pro vznik drenážního odtoku různě významné. Pro jeho velikost je dle výsledků porovnání průtoků různých drenážních souřadů ve stejných podmínkách rozhodující velikost zdrojové oblasti drenážního systému. U drenážního odtoku ve svahu lze rozlišit tři složky. Přímý (nejrychlejší) s dobou zdržení v desítkách minut až hodinách, dále základní, který je nejpomalejší, s dobou zdržení v letech až desítkách let, a hypodermický (mělký podpovrchový) odtok s dobou zdržení řádově v měsících až v letech, ale s možností rychlé mobilizace v průběhu srážko-odtokových epizod. Stejně tak lze identifikovat různé cesty, kterými se infiltrovaná srážka dostává různou rychlostí do drenáže. Časově nejpomalejší způsob napájení drenáže je napájení podzemní vodou (v obr. 2 jako varianta a), kterou odvádí plošná systematická drenáž v případě, že její hladina alespoň lokálně dosáhne úrovně uložení drénů. Podzemní voda je doplňována infiltrací vody srážkové, která s různou rychlostí probíhá po celé ploše odvodněného povodí. Další možností je napájení drénů mělkým podpovrchovým tokem (varianta b), který je jedním z hlavních faktorů, které formují odtok a kvalitu vody v malých svažitých povodích v oblastech humidního klimatu. Srážková voda v tomto případě infiltruje zejména ve zdrojové oblasti a teče svahem na rozhraní mezi více propustnou vadózní zónou a málo propustným podložím. Tato voda je nejčastěji odváděna záchytnými drény, v případě srážko-odtokových epizod napájí celý drenážní systém. Nejrychlejší cestou srážkové vody do drenáže je její rychlá infiltrace do mělkých, snadno propustných půd ve zdrojové oblasti (varianta c). Tato voda dále pokračuje do větších hloubek systémem puklin a trhlin v krystalickém podloží. Ve výtokové oblasti či na rozhraní transportní a výtokové oblasti potom často vyvěrá na povrch v podobě vzestupných pramenných vývěrů, které jsou podchyceny drenážním systémem. Tato cesta se uplatňuje zejména v průběhu srážko-odtokových epizod.
- Výsledky izotopické analýzy v průběhu srážko-odtokových epizod prokázaly, že v průběhu letních epizod obsahuje drenážní odtok drenážní odtok 1 %-58 % „nové vody“ tj. vody pocházející z příčinné srážky. V průběhu zimních epizod v odtoku jednoznačně převažuje voda „stará“ tj. voda přítomná v povodí již před začátkem epizody. Nejvyšší okamžitý podíl „nové vody“ dosahoval v průběhu 18 analyzovaných epizod 11 % - 88 %. Příčina variability podílu „nové vody“ spočívá pravděpodobně v předchozích hydrologických podmínkách (vlhkost půdy, předchozí srážky, hladina podzemní vody). Ačkoli drenážní odtok reaguje na příčinnou srážku

velmi rychle, většinou do 1 hodiny v případě letních epizod a do 3 hodin v případě zimních, většina odtoku je tvořena rychle mobilizovanou „starou“ vodou, která pravděpodobně pochází z náhle zvýšeného podpovrchového (svahového) toku, který probíhá na rozhraní mezi propustnou vadózní zónou a málo propustným podložím.

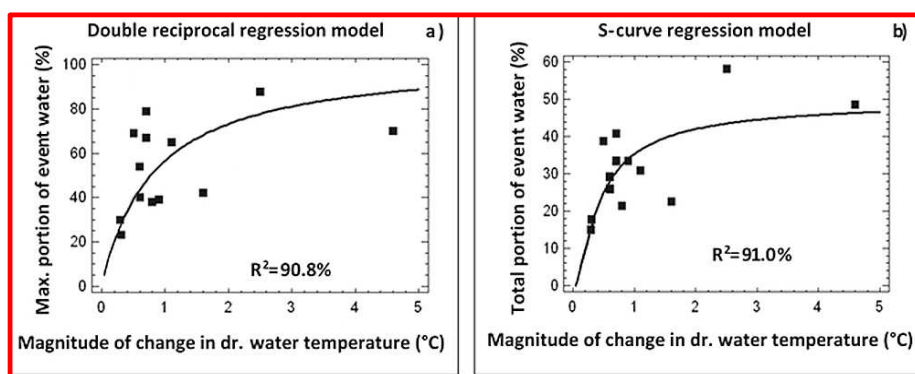


Obr. 2 Vznik drenážního odtoku ve svahu



Obr. 3 Separace drenážního na povodí Dehtáře v průběhu letní epizody dle izotopu ^{18}O a porovnání se změnou teploty drenážní vody

- Měřením teploty drenážní vody lze získat cenné poznatky o hydrologii drenážního odtoku. Dlouhodobý kontinuální monitoring prokázal sezónní, přibližně sinusoidní, průběh teplot drenážní vody, která s malým zpožděním kopíruje teplotu vzduchu. To znamená, že drenážní odtok pochází z mělkého oběhu podzemní vody. V průběhu srážko-odtokových epizod pak bývá tento dlouhodobý vývoj teplot drenážní vody narušen náhlou a rychlou změnou - v létě nárůstem a v zimě poklesem. Tato změna teploty celkového drenážního odtoku je vždy ve směru od (relativně stabilní) teploty podzemní a svahové vody k teplotě vody srážkové. Lze proto tvrdit, že náhle změněná teplota drenážní vody indikuje přítomnost „nové“ vody v drenážním odtoku. Tato skutečnost byla dokázána porovnáním změn teplot drenážní vody s výsledky separace drenážního odtoku pomocí koncentrací stabilních izotopů ^{18}O a ^2H . Vždy, když dle izotopů byla „nová“ voda přítomna v drenážním odtoku, byla zjištěna také změněná teplota drenážní vody. Velikost této změny byla úměrná velikosti podílu „nové“ vody v celkovém drenážním odtoku v průběhu srážko-odtokové epizody.



Obr. 4 Porovnání velikosti podílu „nové vody“ v drenážním odtoku s velikostí změny teploty drenážní vody

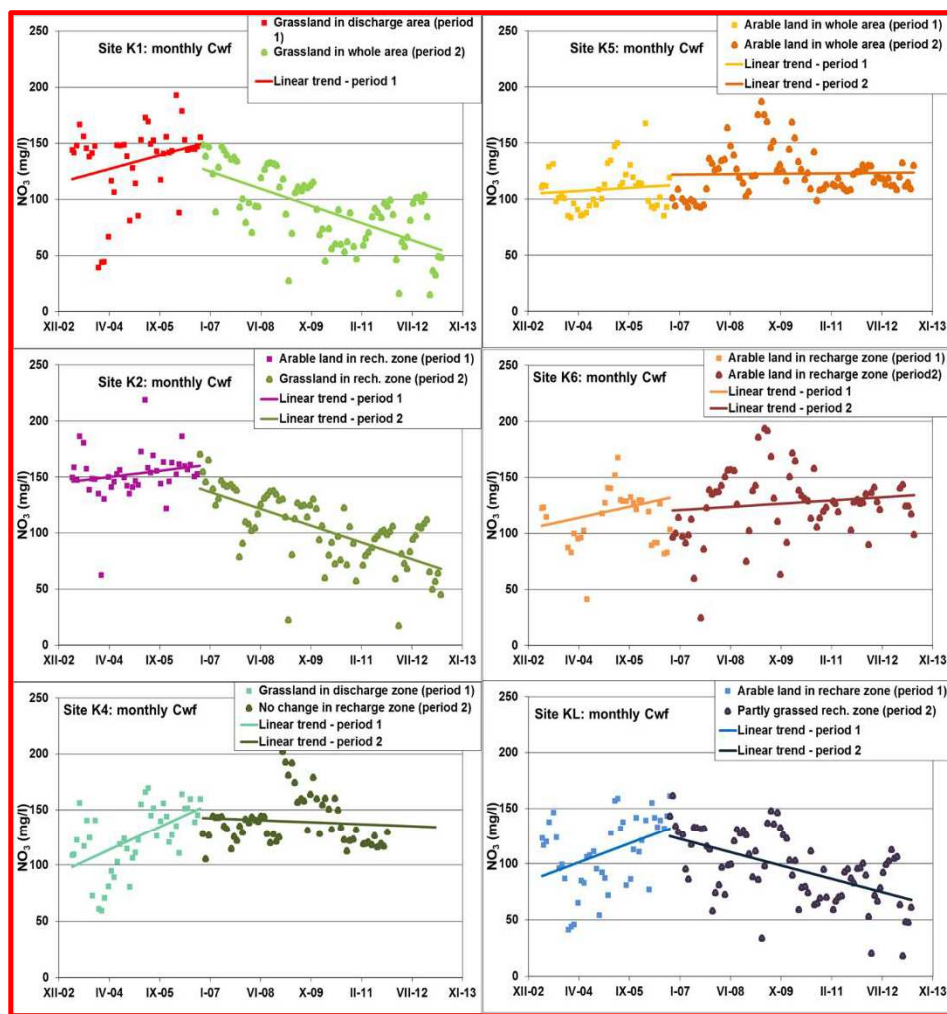
- Vliv půdního typu a jeho fyzikálních vlastností a morfologie terénu na velikost výparu hodnoceného stanoviště se výrazněji projevuje v období s omezenou či žádnou transpirací, tj. při převládající evaporaci. Za podmínek zapojeného zeleného rostlinného porostu působí transpirace, která využívá pomocí sací síly kořenů podstatnou část půdní vodní zásoby, jako jednotící faktor výparu půdně nestejnorožného území. Vegetace vyrovnává a někdy i sama určuje rozdíly ve výparu mezi různými půdními typy v různých svahových zónách s odlišnou plodinou. Vegetace snižuje odtok v jakékoliv formě, omezuje průsak vody ve zdrojových zónách, potažmo i dotaci hladiny podzemní vody. Vlastní drenážní systém nemá vliv

na velikost evapotranspirace, když méně propustná, ale odvodněná půda (pseudoglej) vykazovala vyšší intenzitu ETA než na neodvodněné ploše více propustná půda (kambizem).

- Dlouhodobým monitoringem drenážních odtoků a za pomoci analýzy empirických čar překročení a dvojnásobné součtové čáry odtoku bylo prokázáno, že způsobem využití půdy ve zdrojové oblasti lze kontrolovat velikost drenážního odtoku. Využitím rostlin s vysokou hodnotou aktuální evapotranspirace (ETA) ve zdrojové oblasti (například jetel luční) lze dosáhnout poklesu drenážního odtoku a naopak pěstováním rostlin s nízkou hodnotou ETA (např. okopaniny) dojde ke zvýšení drenážních odtoků. Přímým porovnáním hodnot ETA různých plodin pěstovaných ve stejném časovém období ve stejné svahové oblasti bylo zjištěno, že porost jetele lučního může mít až o 26 % vyšší roční evapotranspiraci než obiloviny. Trvalý travní porost ve zdrojové oblasti neměl (na rozdíl od často citovaného odtoku povrchového) na velikost drenážního odtoku prokazatelný vliv. Tato skutečnost má souvislost s velikostí ETA, jejíž hodnota se v případě trvalého travního porostu nijak výrazně nelišila od ETA běžně pěstovaných obilovin.

- Výsledky dlouhodobého monitoringu na pokusných povodích s drenážními systémy umístěnými ve svahu ve spojení s přímým experimentem se změnou využití půdy prokázaly, že výše koncentrací dusičnanů v drenážních vodách je nejvíce ovlivněna využitím půdy ve zdrojové oblasti odvodněného subpovodí. Analýza využití půdy a podrobný monitoring kvality a kvantity drenážních vod spolu s experimentální změnou využití půdy ve zdrojové oblasti potvrdily, že zatravnění cílené do správně vymezených, tj. zdrojových (zranitelných) oblastí povodí může působit jako účinné opatření pro snížení koncentrací dusičnanů v drenážních vodách. Zatímco trvalý travní porost situovaný ve výtokové oblasti přímo nad drenážním systémem (ve výtokové oblasti odvodněného povodí) neměl žádný vliv na koncentrace dusičnanů ve vodách toho drenážního systému, zatravnění jeho zdrojové oblasti způsobilo trvalý statisticky průkazný pokles koncentrací dusičnanů v drenážních vodách. Statistická analýza dat vývoje koncentrací dusičnanů měřených na drenážních subpovodích s různým využitím půdy před a po odvodnění prokázala pokles mediánu koncentrací v období po zatravnění o 26 - 32 % na subpovodích, jejichž zdrojová oblast byla zatravněna celá. V rámci celé drenážní skupiny (zatravněno 20 % zdrojové oblasti) byl zaznamenán pokles mediánu koncentrací o 11 %. Za stejné období bylo zaznamenáno také snížení odnosu dusičnanového dusíku o 23 %. Tyto výsledky

mohou být zevšeobecněny na svažitá zemědělská povodí s podložím krystalických hornin.



Obr. 5 Trend vývoje koncentrací dusičnanů v drenážních vodách před zatravněním části zdrojové oblasti (období 1) a po zatravnění (období 2)

5. ZÁVĚR

Prostřednictvím tohoto souboru prací byly předloženy nové poznatky o místě vzniku a cestách drenážního odtoku ve svahu a o jeho složení. Hypotéza, že zatravnění zdrojové oblasti drenážního systému má pozitivní a významnější vliv na snížení koncentrací dusičnanů v drenážních vodách než zatravnění výtokové oblasti, byla potvrzena. Jednoznačně byl prokázán zásadní význam zdrojových oblastí pro velikost a jakost drenážního odtoku. Výsledky dlouhodobého monitoringu na pokusných povodích s drenážními systémy umístěnými ve svahu ve spojení s přímým experimentem se změnou využití půdy prokázaly, že na koncentrace dusičnanů v drenážních vodách má největší vliv využití půdy ve zdrojové oblasti. Zatímco zatravnění jako preventivní ochranné opatření situované přímo nad drenážním systémem (ve výtokové oblasti povodí) nemělo žádný vliv na jakost drenážních vod, zatravnění cílené do zdrojové oblasti drenážního systému (tj. od vlastní odvodňené lokality vzdálené) způsobilo snížení koncentrací dusičnanů až o 32 %. Zároveň byl experimentálně potvrzen význam trvalého travního porostu pro ochranu vod, když ochranná funkce travního porostu zůstává zachována i přes poměrně vysoké dávky dusíku aplikovaného v různých hnojivech organického i minerálního původu.

Důležitou součástí tvorby opatření pro zlepšení kvality drenážních vod v podmínkách svažité povodí zůstává přesné vymezení zdrojových lokalit. Proto je nutno věnovat pozornost studiu míst vzniku drenážního odtoku a zároveň zpřesňovat metody vymezení těchto zranitelných oblastí. Do budoucna je nutné provést ekonomické zhodnocení nákladnosti zatravnění jako opatření pro ochranu vod v porovnání s ostatními preventivními (změna způsobu zpracování půdy, osevního postupu) jakožto i následnými (denitrifikační bioreaktory, umělé mokřady) opatřeními. Je také třeba zhodnotit účinnost všech těchto opatření z hlediska snižování dusičnanové zátěže vod.

Výše uvedené poznatky o významu využití zdrojových oblastí na jakost vod mají velký význam pro zlepšení kvality vody v malých vodních tocích, na jejichž kvalitu mají drenážní vody v regionu Českomoravské vrchoviny značný význam. Další praktické využití mají tyto poznatky při plánování ochranných pásem vodárenských nádrží a také při ochraně malých lokálních zdrojů pitné vody.

6. SUMMARY

Water quality in small agricultural slopy catchments in Bohemian - Moravian highlands is often threatened by high nitrate concentration and nitrogen loads from diffusive agricultural sources.

The main goal of this thesis was to get a practical evidence for findings obtained in the Czech Republic and abroad by statistical approaches concerning the profoundly mitigative effects that grassing certain catchment areas has on the nitrate burden in drainage and surface waters. The research was conducted mainly in the Dehtáře experimental catchment, where part of the recharge area with an area of 4.6 ha, has been grassed since the hydrological year 2007. Together with long-term monitoring of nitrate leaching in subcatchments with different land use in recharge and discharge are, drainage runoff generation and composition were surveyed in order to find knowledge about the recharge area placement and its importance for drainage water quality. The possibility of using the continuous measurement of water temperature for drainage runoff separation was also tested.

Main findings achieved from the presented publications can be summarized as follows:

- Drainage runoff generation in slopy areas of Bohemian - Moravian highlands has some specifics. At first, the whole area catchment must be taken into the account. At second, the runoff is composed of at least three components with different flow pathways and residence time
- During summer rainfall-runoff (R-R) events, the drainage runoff was composed of 1%-58% event water. The presence of event water was detected in all analysed summer R-R events. During winter R-R events, pre-event water significantly dominated the runoff composition. The maximum temporary event water portion varied between 11% and 88% during summer events. Despite the very fast response of drainage discharge at the beginning of casual precipitation (usually less than 1 hour in summer and ca. 3 hours in winter), a substantial part of event drainage runoff is comprised of pre-event water. This water most probably come from suddenly increased shallow subsurface flow.
- In all cases, when event water was detected in the drainage runoff, the drainage water temperature changed rapidly, converging to the rainfall temperature and diverging from the relatively stable temperatures of pre-event water, soil water and groundwater. As the magnitude of the drainage water temperature change during R-R events was proportional to the portion of event water in the drainage

runoff ($R^2 = 91.0\%$), and drainage water temperature converged to the temperature of precipitation, it is possible to state that sudden changes in drainage water temperature indicate the presence of event water in drainage runoff. Drainage water temperature can be successfully used, at least as a qualitative tracer, for distinguishing the drainage runoff components

- It was found that some crops have the ability to influence drainage runoff by their ETa. E.g. Red clover in the recharge area showed higher ETa than cereals by 26 %, which decreased the amount of water that could infiltrate to the soil by 80 mm. Red clover's ETa values in the recharge area were similar to, or even higher than, ETa values of perennial grassland in the discharge area with sufficient water storage during the whole vegetation period. On the contrary, the root crops increased drainage runoff due to their low ETa values. The perennial grassland placed in the recharge area did not affect tile drainage discharge and its ETa values were similar to those of grain in the same geomorphological area.
- While permanent grassland placed directly in the drained area (corresponding to the catchment discharge zone) did not show any influence, the grassing focused on the catchment recharge area demonstrated a significant decrease in both, NO_3 concentrations and N loads. Approximately one year after grassing, the long-term course of nitrates concentrations changed direction and became decreasing in sites with completely or partly grassed recharge zone, while in sites without land use change), the nitrate concentrations trend remains increasing or the stagnation was found. Decreases by 32% was detected in systematic drainage subsystem, which recharge area was completely grassed. The nitrate-nitrogen leaching decreased after grassing in recharge area of the drainage system by 23%.

The above presented results show that nitrate concentration values in drainage water were influenced the most by the land use of the recharge zones within the drainage subcatchment. These findings can be generalised for slopy agricultural catchments with common land use in soil environments formed on crystalline rocks. The acquired findings are of high importance for improving the water quality of small streams as well as groundwater in agriculturally exploited areas, for planning protective zones within large catchments of potable water reservoirs, and also for protecting small local surface or groundwater sources of potable water.

7. PŘEHLED PUBLIKACÍ PŘEDKLÁDANÝCH K DISERTACI

V níže uvedeném seznamu je závorce za citací tučně uveden procentuální podíl autora disertace na publikaci.

- [I] FUČÍK, P., KAPLICKÁ, M., **ZAJÍČEK, A.**, KVÍTEK, T. 2010. Vyhodnocení monitoringu jakosti vod v malém zemědělsko-lesnickém povodí: diskrétní a kontinuální přístup. *Vodní hospodářství* **60** (8): 213 – 217. ISSN 1211-0760 (15 %).
- [II] DUFFKOVÁ, R., **ZAJÍČEK, A.**, NOVÁKOVÁ, E. 2011. Actual Evapotranspiration from Partially Tile-drained Fields as Influenced by Soil Properties, Terrain and Crop. *Soil and Water Research* **6** (3): 131-146. (30 %).
- [III] **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. (50 %).
- [IV] DUFFKOVÁ, R., **ZAJÍČEK, A.** 2011. Hodnocení kvality podzemní vody po kejdivání a mulčování trvalého travního porostu. *Vodní hospodářství* **61** (7): 290-293. (30 %).
- [V] **ZAJÍČEK, A.**, KVÍTEK, T., DUFFKOVÁ, R.; TACHECÍ, P. 2013. Vliv využití půdy ve zdrojové oblasti na velikost drenážního odtoku. *Vodní hospodářství* **63** (8):12-16. (50 %).
- [VI] **ZAJÍČEK, A.**, KVÍTEK, T. 2013 Vliv cíleného zatravnění zdrojové oblasti na koncentrace dusičnanů v drenážních vodách. *Sovak*, **22** (9):14-17. (70 %).
- [VII] DUFFKOVÁ, R., **ZAJÍČEK, A.**, FUČÍK, P. 2014. Vyplavení dusíku a fosforu z malých zemědělských odvodněných povodí s aplikací různých hnojiv. *Vodní hospodářství* **62** (12): 1-6. (40 %).
- [VIII] FUČÍK, P., **ZAJÍČEK, A.**, DUFFKOVÁ, R., KVÍTEK, T. 2015. Water Quality of Agricultural Drainage Systems in the Czech Republic - Options for Its Improvement. *In book: Research and Practices in Water Quality*, Edition: 1., Chapter: 11, pp. 241 - 262. DOI: 10.5772/59298
- [IX] **ZAJÍČEK, A.**, POMIJE, T., KVÍTEK, T. 2015. Event water detection in tile drainage runoff using stable isotopes and a water temperature in small agricultural catchment in Bohemian- Moravian Highlands, Czech Republic. Revidovaná verze článku odeslaná do redakce časopisu *Environmental Earth Sciences* v červenci 2015. (70 %).

8. SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA DISERTAČNÍ PRÁCE (2009 - 2015)

Článek

ZAJÍČEK, A., FUČÍK, P. 2015. Rezidua pesticidů v drenážních vodách - zahraniční zkušenosti a první výsledky z České republiky. *Rostlinolékař*. Přijato k tisku v srpnu 2015.

FUČÍK, P., ZAJÍČEK, A., DUFFKOVÁ, R., KVÍTEK, T. 2015. Water Quality of Agricultural Drainage Systems in the Czech Republic - Options for Its Improvement. *In book: Water Quality*. Edited by Prof. Teang Shui Lee. InTech Publishing. ISBN 978-953-51-4129-7. In Press.

LIŠKA, M.; FUČÍK, P.; DOBIÁŠ, J.; WILDOVÁ, P.; KOŽELUH, M.; VÁLEK, J.; SOUKUPOVÁ, K.; ZAJÍČEK, A. 2015. Problematika výskytu pesticidních látek v povrchových vodách v povodí vybraných vodárenských zdrojů *Vodní hospodářství* **65** (1), 24-27.

ZAJÍČEK, A., FUČÍK, P. 2014. Vliv pastvy na infiltrační schopnost půdy v různých svahových zónách. *Krmivářství*, **18** (1): 42-43.

DUFFKOVÁ, R., ZAJÍČEK, A., FUČÍK, P. 2014. Vyplavení dusíku a fosforu z malých zemědělských odvodněných povodí s aplikací různých hnojiv. *Vodní hospodářství* **64** (12): 1-6.

ZAJÍČEK, A., KVÍTEK, T. 2013 Vliv cíleného zatravnění zdrojové oblasti na koncentrace dusičnanů v drenážních vodách. *SOVAK*, **22**(9):14-17.

ZAJÍČEK, A., KVÍTEK, T., DUFFKOVÁ, R.; TACHECÍ, P. 2013. Vliv využití půdy ve zdrojové oblasti na velikost drenážního odtoku. *Vodní hospodářství* **63**(8):12-16.

NOVÁKOVÁ E., KAROUS M., ZAJÍČEK A., KAROUSOVÁ M. 2013. Evaluation of ground penetrating radar and vertical electrical sounding methods to determine soil horizons and bedrock at the locality Dehtáře. *Soil and Water Research* **8**: 105–112

FUČÍK, P., HOLUBÍK, O., ZAJÍČEK, A., VOPRAVIL, J. 2012. Vliv pastvy hospodářských zvířat na půdní vlastnosti. *Náš chov* **12**:21-22.

DUFFKOVÁ, R., ZAJÍČEK, A., NOVÁKOVÁ, E. 2011. Actual Evapotranspiration from Partially Tile-drained Fields as Influenced by Soil Properties, Terrain and Crop. *Soil and Water Research* **6**(3): 131-146.

- DUFFKOVÁ, R., ZAJÍČEK, A. 2011. Hodnocení kvality podzemní vody po kejdování a mulčování trvalého travního porostu. *Vodní hospodářství* **61** (7): 290-293.
- 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.
- FUČÍK, P., KAPLICKÁ, M., ZAJÍČEK, A., KVÍTEK, T. 2010. Vyhodnocení monitoringu jakosti vod v malém zemědělsko-lesnickém povodí: diskrétní a kontinuální přístup. *Vodní hospodářství* **60** (8): 213 – 217. ISSN 1211-0760.
- DUFFKOVÁ, R., ZAJÍČEK, A. 2009. Vliv vegetačního krytu a stanovištních podmínek na aktuální evapotranspiraci. *Vodní hospodářství* **59** (4): 121 – 125. ISSN 1211-0760.
- ZAJÍČEK, A., KVÍTEK, T., KAPLICKÁ, M. 2009. Teplota drenážní vody jako indikátor formování odtoku. *Vodní hospodářství* **59** (10): 369 – 374. 6319 ISSN 1211-0760.
- BÚZEK, F., BYSTRICKÝ, V., KADLECOVÁ, R., KVÍTEK, T., ONDR, P., ŠANDA, M., ZAJÍČEK, A., ŽLÁBEK, P. 2009. Application of two-component model of drainage discharge to nitrate contamination. *Journal of Contaminant Hydrology* **106**: 3-4. ISSN 0169-7722.
- KVÍTEK, T.; FUČÍK, P.; NOVÁK, P.; KAPLICKÁ, M.; ZAJÍČEK, A., NOVOTNÝ, I. 2009. Výzkumná a plánovací etapa návrhu ochranných pásem vodárenského zdroje Švihov na Želivce. *Vodní hospodářství*. **59**(9): 337-341.

Certifikované metodiky

FUČÍK, P (ED) + 23 autorů. 2015. *Metodický postup pro hodnocení vlivu pastvy skotu na půdní vlastnosti, množství a jakost vody a biodiverzitu v krajině*. Metodika VÚMOP. v.v.i. 98 s- ISBN 978-80-87361-42-9.

DUFFKOVÁ, R., BROM, J., ŽÍŽALA, D., ZEMEK, F., PROCHÁZKA, J., NOVÁKOVÁ, E., ZAJÍČEK, A., KVÍTEK, T.. *Určení infiltračních oblastí pomocí vodního stresu vegetace na základě dálkového průzkumu Země a pozemních měření*. Metodika VÚMOP v.v.i. 2012. 64 s.

KVÍTEK, T., DUFFKOVÁ, R., BYSTRICKÝ, V., MORAVCOVÁ, J., PAVLÍČEK, T., PETERKOVÁ, J., POMIJE, T., TACHECÍ, P., ZAJÍČEK, A., ŽLÁBEK, P. 2012 *Modelování vlivu využívání půdy v geomorfologických zónách na odtok vody a koncentraci dusičnanů*. Metodika VUMOP v.v.i. 2012. 89 s

Patenty

DUFFKOVÁ, R., PRAŽÁK P., ŠÁDEK, D., FUČÍK, P., ZAJÍČEK, A. 2014. Malý drenážní lyzimetr. Patent číslo 304849, ÚPV Praha 6, 28. 11. 2014.

FUČÍK, P., ZAJÍČEK, A., PRAŽÁK P., ŠÁDEK, D., DUFFKOVÁ, R. 2014. Měrná souprava pro sledování odtoku povrchové vody v terénu. Patent číslo 304639, ÚPV Praha 6, 7. 8. 2014.

9. ODBORNÝ ŽIVOTOPIS

Jméno:	Mgr. Antonín Zajíček
Datum narození:	5. ledna 1979
Místo narození:	Znojmo
Trvalý pobyt:	U Libeňského pivovaru 31, Praha Libeň, 180 00
Telefon:	+420 604 444 971
E-mail:	zajicek.antonin@vumop.cz
Rodinný stav:	ženatý
Pozice ve firmě:	odborný pracovník výzkumu a vývoje v oddělení hydrologie a ochrany vod, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, Praha 5 - Zbraslav
Vzdělání:	2009 - zahájení doktorandského studia na FŽP ČZU, katedra biotechnických úprav 1997 - 2003 Ostravská univerzita v Ostravě, Přírodovědecká fakulta, obor fyzická geografie, geoekologie. Téma diplomové práce: Geoekologie Jablunkovského mezihoří. 1990 - 1994 Střední pedagogická škola a sedmileté gymnázium Znojmo, obor sedmileté gymnázium, přírodovědná větev
Jazykové znalosti:	Angličtina (aktivně, pokročilý) Němčina (pasivně, mírně pokročilý)
Jiné dovednosti:	Uživatelsky PC: Office, ArcView, Surfer, Statgraphics), ŘP A, B (1997).
Předchozí zaměstnání:	2005 – dosud: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i. Odborný pracovník výzkumu a vývoje 2004 – 2005: S.A.S. Znojmo, pozice technik. 2003 – 2005: Městský úřad Znojmo, odbor rozvoje, pozice technik.

Reference: prof. Ing. Tomáš Kvítek CSc., Povodí Vltavy, s. p., Holečkova 8,
150 24 Praha 5, Tomas.Kvitek@pvl.cz

Pracovní zkušenosti:

Pracuji v oddělení hydrologie a ochrany vod VÚMOP, v.v.i. Zabývám se problematikou vzniku drenážního odtoku ve svahu (místo a způsob vzniku jednotlivých složek, doba zdržení) a jeho jakostí (zejména koncentrace a odnos dusíku a fosforu) v souvislosti s využitím půdy v jednotlivých částech povodí.

Podíl na řešení projektů:

- EHP-CZ02-OV-1-030-2015 CZ02 LaPlaNt (Improving the public perception on sustainable use of water resources and landscape planning for increase of ecosystem services in global changing environment) supported by Environment Programme of the EEA funding scheme, 2015 - 2016
- SEP-210177428 FATIMA (FARming Tools for external nutrient Inputs and water Management), 2015 – 2018
- 7F14341 AQUARIUS (Assessing water quality improvement options concerning nutrient and pharmaceutical contaminants in rural watersheds). Czech-Norwegian Research Programme (CZ09), 2014 -2017
- TA04021527 Studium příčin a dynamiky zátěže vod drobných vodních toků přípravy na ochranu rostlin, 2014 - 2017
- MZE0002704902-03-01 Integrované systémy ochrany a využití půdy, vody a krajiny v zemědělství a rozvoji venkova, 2009 – 2013.
- NAZV QH92034 Identifikace infiltračních oblastí vybraných povodí pomocí vodního vegetačního stresu, 2009 – 2011.
- NAZV QF 4062 Ověření vlivu a rozsahu zatravnění a zornění vybraných lokalit na dusičnanové zatížení povrchových a podzemních vod, 2005 – 2008.

