

Vyplavování minerálního dusíku z orných, lučních a lesních půd v OPVZ II. st. Březová nad Svitavou

Jaroslav Záhora¹⁾, Nohel Petr²⁾, Antonín Kintl¹⁾

¹⁾ Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

²⁾ Brněnské vodárny a kanalizace, a.s., provoz CVD, prameniště a dálkové přiváděče, Hybešova 254/16, 657 33 Brno

Úvod

V předcházejícím článku „Sledování úniku minerálního dusíku z půd různých ekosystémů v OPVZ II. st. Březová nad Svitavou“ (Nohel et al., 2008) byly prezentovány předběžné výsledky z prvního roku studia, od března roku 2005 do března roku 2006. Studium úniku minerálního dusíku bylo situováno do jímací území vodního zdroje Březová nad Svitavou, který je zdrojem pitné vody pro brněnskou oblast a okolí. Z převážné části využívá zásoby vody ze střednoturonského kolektoru křídového souvrství Ústecké synklinály. Jedná se o velmi kvalitní podzemní vodu, v níž však, bohužel, dochází k mírnému, ale stálému nárůstu koncentrace nitrátů a to i přes radikální omezení aplikace průmyslových hnojiv před 20 lety. V závěru práce bylo konstatováno, že z orných půd uniká třikrát více minerálního dusíku v porovnání s půdami lučními a lesními a to především ve formě dusičnanové. Cílem tohoto příspěvku je představit výsledky sledování úniku minerálního dusíku z orných, lučních a lesních půd ve stejné oblasti a ve stejných lokalitách v navazujícím čtyřletém období.

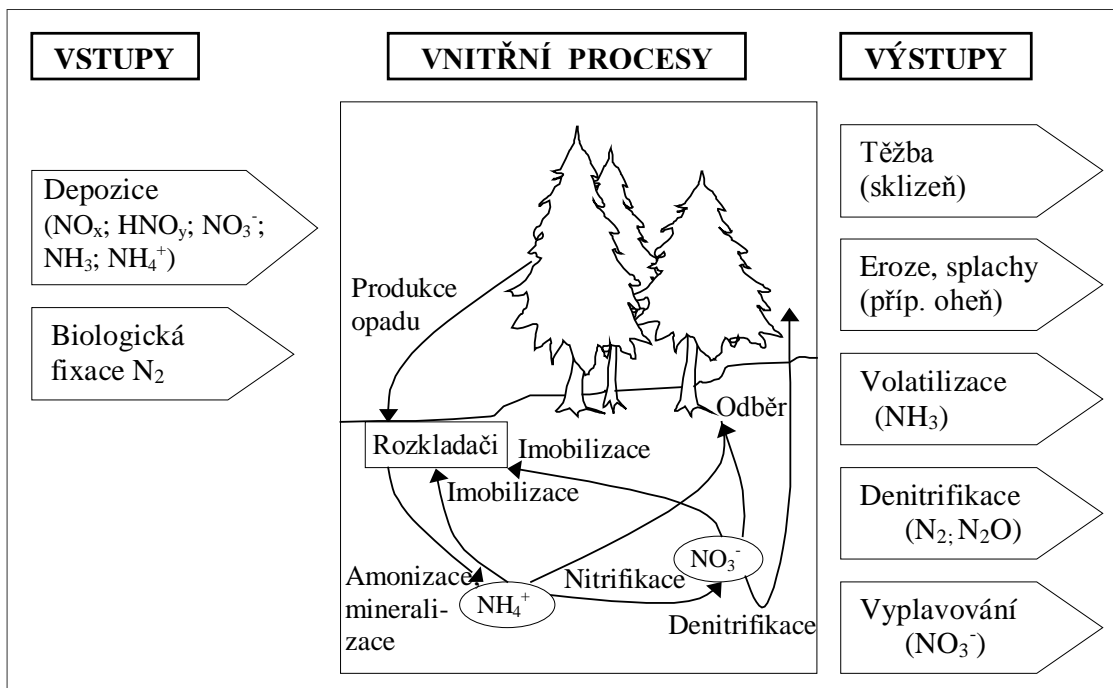
Teoretická východiska

Důvodem zájmu autorů o zvolenou oblast je výjimečná rychlost, s jakou se změny v půdě promítají do koncentrace dusičnanů v jímané vodě. Následkem svislých puklin v geologickém podloží se změny ve schopnosti rostlin a půdních organismů přijímat a zadržet zvýšená množství vstupujících dusíkatých látek přímo v půdě projevují zvýšeným množstvím vyplavovaného minerálního dusíku dříve než v jiných oblastech.

Dusík je nezbytnou součástí bílkovin a nukleových kyselin a tím je i klíčovým prvkem pro vše živé. Na přídavek minerálního dusíku reagují rostliny bujným růstem. Ale dodávat rostlinám minerální dusík (např. ve formě minerálních hnojiv) je žádoucí pouze v takové míře, aby nedocházelo k jeho ztrátám. Rostlinami nevyužitý minerální dusík stimuluje totiž všudypřítomné půdní mikroorganismy, dochází k úbytku organické hmoty a nadbytečný dusík je mikrobiálně nitrifikován. Nadbytek dusíku vyvolává také živinovou nerovnováhu, špatné vyžívání rostlin a snížení jejich odolnosti vůči klimatickým výkyvům a rostlinným škůdcům. Pro zemědělce je nastíněné zadání jasné, uskutečnitelné je však pouze v rovině teoretické. Není totiž možné zajistit nepřetržitě, každodenní mikrodávkování dusíku na rozhraní rostlinného kořene a půdy. Aby se minerální dusík dostal ke kořenům cílové plodiny, je zapotřebí hnojit v mírném nadbytku a to v několika dávkách za rok podle ekonomické únosnosti. Tím jsou v půdě uměle navozovány periody dusíkového luxusu střídané jeho postupným vyčerpáváním. Proto je i pro odpovědného hospodáře velmi obtížné stanovit a zajistit hranici vstupů N, nad kterou už hnojení představuje nežádoucí dusíkatou zátěž.

Jiné je to v přirozených nebo v přírodě blízkých ekosystémech odkázaných pouze na vstupy dusíkatých sloučenin s odumřelými organickými látkami a na vstupy dusíku z atmosféry ať už přímo, v podobě různých redukovanych a oxidovaných

anorganických dusíkatých látek, anebo zprostředkovaně fixací molekulárního dusíku zvláštní skupinou půdních mikroorganismů, fixátorů atmosférického dusíku. Současná společnost má pramalou motivaci vnímat půdu jako oživenou část zemského povrchu. A tak není náhodou, že se tato skutečnost musí zákonitě objevit v souvislosti s jímáním pitné vody, resp. s „výpustným ventilem“ přebytečného dusíku v půdě. Je dobré zdůraznit, že vedle sebe v půdě existují v podstatě dva odlišné světy: svět příkořenové (rhizosféry) půdy vyznačující se neustálým přísunem látek z rostlinných kořenů s mnohonásobně vyšší biologickou aktivitou a svět dřímající, bez kořenů, s bazální biologickou aktivitou. Může za to nabídka pestré škály organických látek vylučovaná v okolí kořinek označovaná jako rhizodepozice, nepřiliš přesně výměšky kořenů, která představuje souhrnně 20-50 % (výjimečně až 80 %) podíl z primární produkce rostlin. Nabídkou organických látek v okolí kořene stimulují rostliny aktivitu rhizosféry mikroorganismů a tak cíleně podporují namnožení mikroorganismů schopných produkovat enzymy, které rostliny samotné vytvářet nedokáží. Jsou to enzymy mimořádné důležitosti, neboť jsou schopné katalyzovat uvolňování klíčových živin z půdy. A klíčové jsou v této souvislosti takové živiny, které jsou v rhizodepozicích nedostatkové a které brzdí růst jak rostlin, tak i mikroorganismů. Zájem rostlin i mikrobů o nedostatkovou živinu nutí na jedné straně mikroorganismy ke zvýšené produkci enzymů a na straně druhé rostliny k uvolňování dostatečného množství rhizodepozit. Výsledkem je uvolnění živin v míře vyšší než vyžadují mikroorganismy, z čehož má rostlina pochopitelný prospěch. V přirozených nebo v přírodě blízkých ekosystémech je v organické půdní frakci vázáno až 99% půdního dusíku. Jeho část může posloužit rostlinám jako klíčová živina jen tehdy, dostanou-li půdní mikroorganismy od rostliny dostatečné množství jednoduchých, snadno rozložitelných uhlíkatých látek pro rozvoj vlastních aktivit. Nadbytek snadno rozložitelných uhlíkatých látek vede k „poptávce“ po odpovídající dostupnosti dusíku a ke stimulaci mikrobiální mineralizace (amoniakace) organického dusíku. Podle výše uvedeného schématu dochází k uvolňování minerálního dusíku v míře, která je proporcionální rostlinné stimulaci. V takovém prostředí je možnost vyplavování minerálního dusíku silně omezená.



Obr. 1 Zjednodušený koloběh dusíku v ekosystému. Je znázorněno propojení vnitřního cyklu dusíku vstupy a výstupy s okolím (s vnějším cyklem N)

V ekosystému se dusík pohybuje po typických cestách, prochází mnoha přeměnami a setrvává nesterjně dlouhou dobu v různých zásobnících, hovoříme o charakteristickém koloběhu dusíku. Pohyb a přeměny N mezi zásobníky v modelovém ekosystému můžeme znázornit graficky. Je zřejmé, že do celkového koloběhu zasahuje na úrovni vstupů velmi významně člověk (emise N-látek, hnojiva), zatímco kontrola výstupů (vyplavování a úniky dusíku v plynné podobě) je pro člověka omezená, ne-li nemožná. Ale složitý koloběh dusíku s naznačenými souvislostmi si můžeme zjednodušit obrázkem, ve kterém složitost vnitřních toků dusíkatých látek nahradíme blokem označeným „vnitřní procesy“ v ekosystému (obr. 1). A to i proto, že naprostá většina dusíku recykluje uvnitř ekosystému a že vazba „vnitřních procesů“ na okolí „vstupy“ a „výstupy“ představuje v rámci daného roku pouze zlomek množství dusíku protékajícího uvnitř bloku. Dlouhodobá nadměrná zátěž dusíkem má za následek vyčerpání akumulací kapacity ekosystému (Galloway et al., 2003) a ztrátu stability ekosystému (Bobbink et Roelofs, 1995), která je provázána zvýšeným množstvím N vystupujícím z ekosystému jednak ve formě dusičnanů (do podzemních vod) a jednak ve formě plynných emisí (do ovzduší). Dusík opouštějící ekosystém je tak velmi dobrým indikátorem narušených vazeb v koloběhu N. Z hlediska vodohospodáře je nadměru důležitý výstup z dusíkem přesyceného ekosystému v podobě nitrátů.

Metodika

K měření množství vyplavovaných nitrátů byla použita metoda aplikace plochých vodorovných pouzdech iontoměničů do zvolené půdní hloubky (Šrámek et al., 2004; Nohel et al., 2008). Infiltrační oblast - OPVZ II.stupně Březová nad Svitavou leží v Pardubickém kraji, v okrese Svitavy. Všechny lokality náležejí do zranitelných oblastí. (dle Nitrátové směrnice, prováděcí předpis NV 103/2003 Sb.). Povodí Radiměřského a Banínského potoka nemají samostatný oběh podzemní vody a jsou tudíž nedílnou součástí vyšších hydrogeologických struktur - Ústecké synklinály. Povodí mají vysoký podíl orné půdy, která zaujímá v povodí Radiměřského potoka až 81%.

Území je pedologicky velmi rozmanité, je tvořeno mozaikou více než 30 různých BPEJ, z nichž většina nepokrývá více než 2% plochy území. Na vybraných lokalitách jsou zastoupeny půdní typy: HPJ 25 - hnědé půdy, hnědé půdy kyselé a jejich slabě oglejené formy na opukách a tvrdých slínovcích; HPJ 31 - hnědé půdy, hnědé půdy kyselé a jejich slabě oglejené formy na permokarbonských horninách a pískovcích. Lokality v k.ú. Banín, klimatický region MT2, mírně teplý, mírně vlhký; průměrná roční teplota 7 - 8 °C a srážkovým úhrnem 550-700 mm/rok. Lokality v k.ú. Radiměř, klimatický region MT4, mírně teplý vlhký, 6 - 7 °C, a srážkovým úhrnem 650 - 750 mm/rok. Pro dostatečnou vypovídací hodnotu měření byly vybrány tři různé lokality s ornou půdou, tři s luční půdou a vzhledem k velké různorodosti pět s lesní půdou.

Půdní sondy o rozměrech v cm (h.*š.*d.) 65*30*100, byly v čele sondy osazeny iontoměničovými pouzdry v hloubkách 20 a 50 cm. V řadě vedle sebe bylo umístěno 5 pouzder. Osazená stěna byla svisle překryta geotextilií a sondy byly zahrnuty původní půdou. Plochá válcovitá pouzdra byla zhotovena z novoduru (vnitřní průměr 70 mm; výška 4 mm - viz obr. dokumentace v předcházejícím příspěvku (Nohel et al., 2008) a uzavřena shora a zespodu polyamidovou sítovinou o velikosti oka 42 μ m. V pouzdře byla namíchána směs katexu s anexem v poměru 1:1. Iontoměniče akumulují uvolňovaný minerální N v průběhu terénní aplikace v prakticky nenarušeném půdním prostředí. Výsledky jsou přepočtené na mg zachycené formy dusíku na m². Množství zachycených amonných nebo nitrátových iontů na zrnech iontoměničů je přímo úměrné schopnosti půdního prostředí nenávratně uvolnit (ztratit) dusík z uzavřených vnitřních cyklů. Aplikace pouzder byla provedena v období března/dubna a listopadu. Při výměně

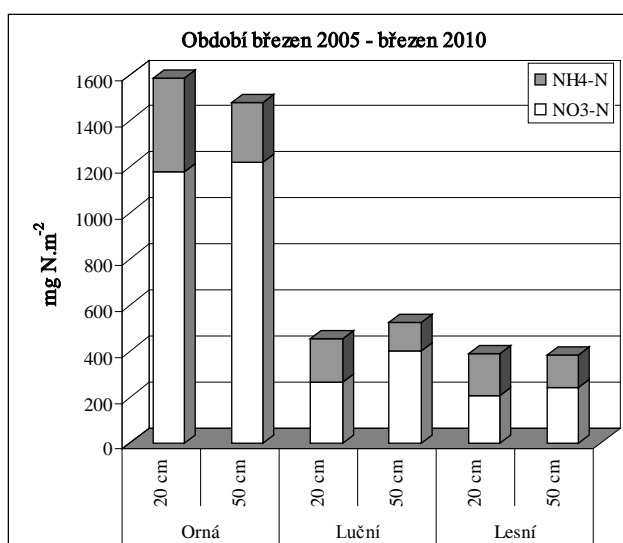
pouzder pouzder byla čela sond posunuta o cca 10 cm. Počet opakování pro jednu hloubku dané varianty byl stanoven na 10 (2 sondy po pěti pouzdrech).

Výsledky práce

Rozdíl v množství odtékajících nitrátů ve výši více než trojnásobku mezi prvním rokem sledování 2005/2006 a druhým (2006/2007), případně třetím (2007/2008) rokem studia, dokazuje, že srážková voda neprotéká neživým půdním profilem, nýbrž komplikovaným systémem živého a neživého se všemi možnými interakcemi a s určitou „pamětí“ předcházejících událostí (viz. obr. 3 a 4). Rovněž proporce zachyceného amonného a nitrátového dusíku v jednotlivých sledovaných obdobích ilustruje rozdílnou schopnost živých organismů transformovat, přijímat a uvolňovat půdní dusík. Například v období 2007/2008 představuje nitrátový dusík dominantní frakci (zejména v období vegetace) zatímco v období vegetačního klidu na přelomu roku 2009 a 2010 převažuje amonná forma dusíku. Můžeme říci, že dynamika vyplavování minerálního N byla v každém sledovaném období jedinečná. Odlišná byla rovněž v období vegetace a v období vegetačního klidu s tím, že vyplavování dusíku v orných půdách převažovalo ve vegetačním období, tedy tehdy, kdy obvykle dochází k aplikaci minerálního dusíku. Rozdílná roční dynamika vyplavování znesnadňuje využití získaných dat pro počítačovou simulaci s využitím modelů a nastoluje otázku, zda je vůbec možné takto složité biologické procesy bez terénního měření přesně modelovat a pohyb půdního dusíku předpovídat.

Mimořádný záchyt nitrátového dusíku v orných půdách v hloubce 50 cm v období vegetačního klidu na přelomu roku 2006 a 2007 je daný pod povrchem pohybem prosakující půdní vody v daném období. Vysoká hladina podzemní vody byla zřejmá při zaplávání půdních sond při jarním odběru. Také není možné, aby se ve svrchním půdním horizontu, v hloubce 20 cm, toto množství srovnatelným záchytem neprojeвило. Unášení nitrátového dusíku ze vzdálených lokalit a ovlivňování přírodních a přírodě blízkých lučních a lesních ekosystémů tak dostává konkrétnější rozměry.

Navzdory dílčím odlišnostem v jednotlivých letech studia lze potvrdit původně uváděný třikrát větší únik minerálního dusíku z orných půd v porovnání s půdami lučními a lesními a to především ve formě dusičnanové (obr. 2). Vyšší záchyt nitrátového dusíku v lučních půdách v hloubce 50 cm je spojen s únikem dusičnanů z blízkých polí.



Obr. 2 Kumulativní záchyt minerálního N v iontoměničových pouzdrech vložených do půd různých typů ekosystémů (do 20 cm a 50 cm) za pětileté období sledování

Závěr

Z orných půd se v daném území vyplavuje přibližně třikrát více dusičnanů, přičemž část těchto úniků prosakuje do hlouběji ležících horizontů lučních a lesních půd. Sledované území má vysoký podíl orné půdy, v povodí Radiměřského potoka čtyři pětiny a v povodí Banínského potoka tři pětiny. Při převodu orných půd na luční či lesní lze očekávat snížení současného množství dusičnanů v jímané vodě na zlomek současného stavu.

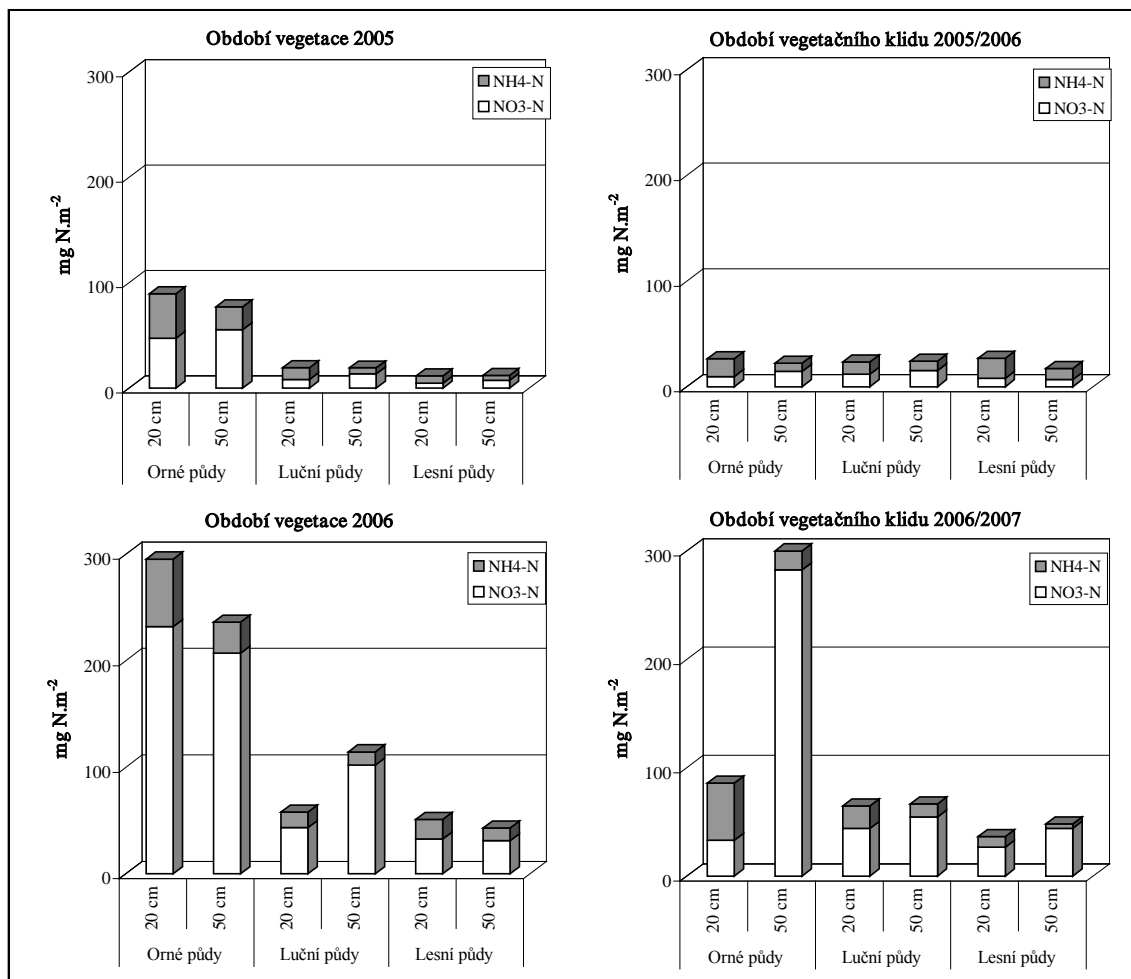
Literatura

Bobbink, R., Roelofs, J.G.M. (1995): Nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: the empirical approach. *Water Air Soil Pollut.*, 85: 2413-2418.

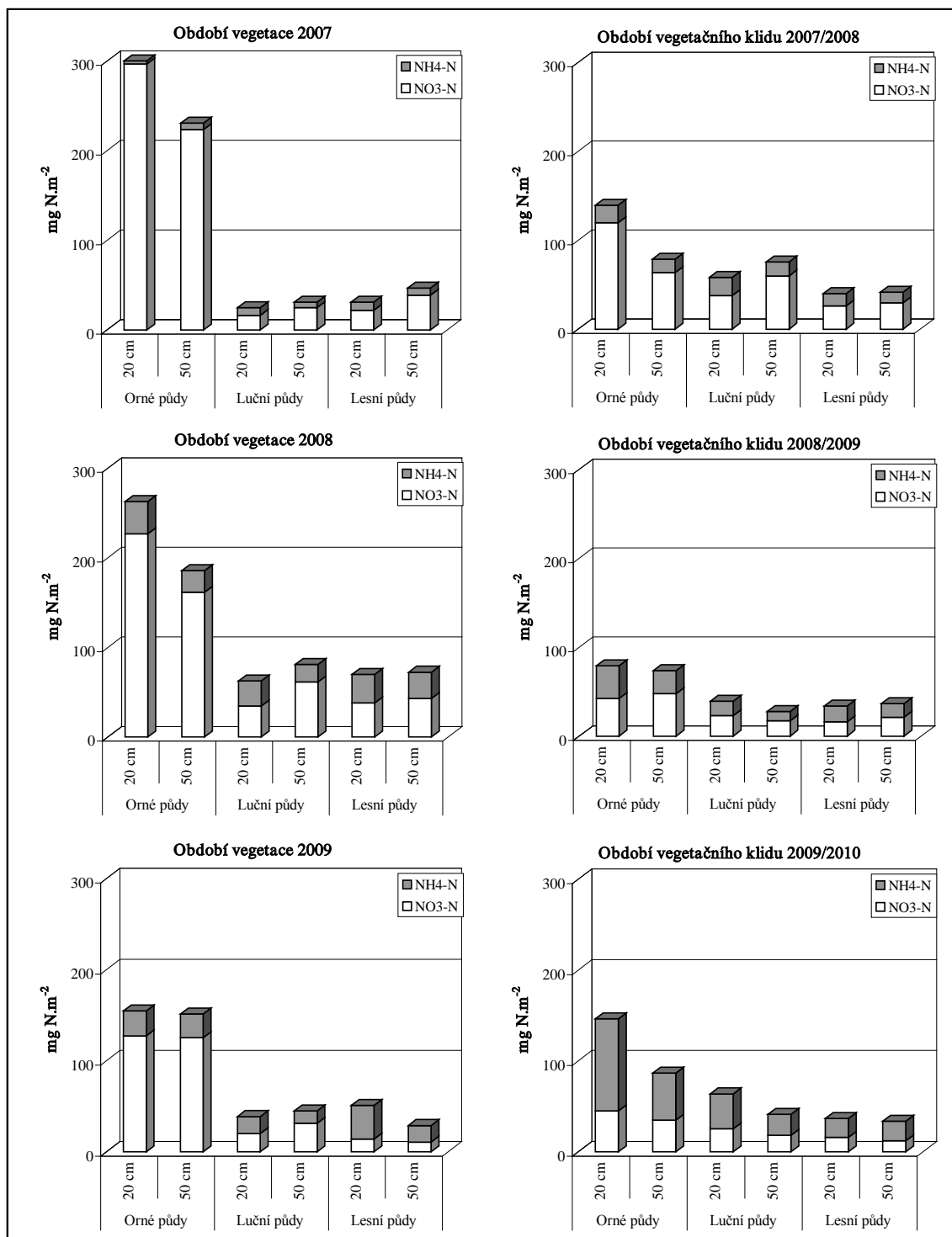
Galloway, J.N., Aber, J.D., Erisman, J.W., Seitzinger, S.P., Howarth, R.W., Cowling, E.B., Cosby, B.J. (2003): The nitrogen cascade. *Bioscience* 53 (4): 341-356.

Nohel, P., Záhora, J., Mejzlík, L. (2008): Sledování úniku minerálního dusíku z půd různých ekosystémů v OPVZ II. st. Březová nad Svitavou. *SOVAK*, 7-8: 48-51.

Šrámek, V. -- Kulhavý, J. -- Fadrhonsová, V. -- Vejputsková, M. -- Lomský, B. -- Záhora, J. (2004): Vliv současných depozic dusíku na zvyšování přírůstu a kvalitu výživy smrkových porostů. dílčí zpráva projektu NAZV QC1723. *VÚLHM*. 49 s.



Obr. 3 Kumulativní záchyt minerálního N v iontoměničových pouzdech vložených do půd různých typů ekosystémů (do 20 cm a 50 cm) za první dva roky sledování



Obr. 4 Kumulativní záchyt minerálního N v iontoměničových pouzdrech vložených do půd různých typů ekosystémů (do 20 cm a 50 cm) v závěrečných třech letech sledování

Poděkování

Práce byla zpracována s podporou Brněnských vodáren a kanalizací a.s. a s podporou Výzkumného záměru č. MSM6215648905. Jmenovité poděkování patří paní Jolaně Folkmanové a kolektivu na pracovišti v Březové nad Svitavou. Současně bychom chtěli poděkovat za vstřícnost všem majitelům a správcům dotčených pozemků.