

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta Životního prostředí



Bakalářská práce

2011

Přesličková Lydie

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie krajiny

Porovnání průsaku v závislosti na vegetačním pokryvu

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce : Doc. Ing. Jan Vymazal, CSc

Autor bakalářské práce : Lydie Přesličková

2011

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Porovnání průsaku v závislosti na vegetačním pokryvu vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím.

V Praze 20.1.2011

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Doc. Ing. Janu Vymazalovi CSc a Ing. Karlu Petráškovvi za velmi příjemnou spolupráci , pochopení a odborné vedení při zpracování bakalářské práce. Děkuji ing. Vladislavovi Chvátalovi, ing. Josefovi Krimlovi a ing. Václavovi Žalmanovi za poskytnutí většiny podkladů potřebných pro zpracování bakalářské práce.

V Praze 20.1.2011

Česká zemědělská univerzita v Praze  
Katedra: ekologie krajiny

Fakulta životního prostředí  
Školní rok: 2010/2011

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE** **(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)**

pro: **Lydii Přesličkovou**

obor: DÚTSS

Název tématu: Porovnání průsaku v závislosti na vegetačním pokryvu

Název tématu v anglickém jazyce: Comparison of percolation in relation to vegetation cover

Zásady pro vypracování:

1. Popsat princip lyzimetru
2. Charakterizovat stanovištní podmínky ve vybraných lokalitách
3. Určit kvalitu srážkových a průsakových vod
4. Vyhodnotit kvalitu průsakových vod na daných lokalitách v závislosti na vegetačním pokryvu
5. Dynamika dusíku v půdním profilu

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: 40 stran včetně obrázků, tabulek a literatury

Seznam odborné literatury:

Fiala, J., 2002. Koncentrace a vyplavování dusičnanů pod travními porosty pícninářsky nevyužívanými. In: J. Říha (ed.), Chov a šlechtění skotu pro konkurenceschopnou výrobu a obhospodařování drnového fondu, VÚCHS Rapotín, pp. 162-167.

Mareš, R., 2003. Výroční zpráva o výsledcích sledování lysimetrických stanovišť ÚKZÚZ v roce 2002. ÚKZÚZ Praha.

Prášková, L., 2008. Sledování pohybu rizikových prvků v půdě na vybraných lysimetrických stanovištích. Metodický pokyn č. 13/OHP. ÚKZÚZ.

Prchalová, R., 2009. Sledování lysimetrických stanovišť. Výroční zpráva za rok 2008. ÚKZÚZ, Brno.

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Karel Petrášek

Datum zadání bakalářské práce: 14.5.2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.4.2011

## Seznam použitých zkratek

<b>ÚKZÚZ</b>	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
<b>TTP</b>	Trvalé travní porosty
<b>ČHMÚ</b>	Český hydrometeorologický ústav
<b>ha</b>	Hektar
<b>č.ž.</b>	Čisté živiny
<b>LAV</b>	Ledek amonný s vápencem
<b>SP</b>	Superfosfát
<b>DS</b>	Draselná sůl
<b>N</b>	Dusík
<b>DJ</b>	Dobytčí jednotka
<b>NO<sub>3</sub></b>	Nitrátová forma dusíku
<b>NH<sub>4</sub></b>	Amonná forma dusíku
<b>SO<sub>4</sub></b>	Iont síry
<b>P</b>	Fosfor
<b>K</b>	Draslík
<b>Ca</b>	Vápník
<b>Cl</b>	Chlór
<b>Na</b>	Sodík
<b>Mg</b>	Mangan

## Abstrakt

Cílem bakalářské práce je porovnání průsaku vody v závislosti na vegetačním pokryvu. V této práci je popsán průsak živin a průvodních látek na třech lyzimetrických stanovištích. Dvě lyzimetrická stanoviště umístěné v Krásném Údolí a v Horažďovicích, poskytují informace o průsaku živin na orné půdě. Třetí stanoviště Závišín je založené na trvalém travním porostu (dále jen TTP), kde jsou sledovány čtyři lyzimetry se čtyřmi způsoby obhospodařování. Mezi jednotlivými sledovanými lyzimetry je posuzována kvalita srážkových vod, eluát zachycený ve třech horizontech a pohyb minerálního dusíku v půdě ve vrstvách odpovídajících hloubce jímání průsakové vody. Pozorování bylo prováděno v letech 2005 – 2008. Celkové množství vyplavených živin a průvodních látek závisí na množství eluátu a zároveň je také ovlivněno jejich koncentrací v eluátu. I relativně malá koncentrace průvodních látek a živin může při značném množství infiltrovaných srážek představovat poměrně velkou ztrátu živin z horizontu díky vyplavování, naopak vysoká koncentrace při malém průsaku může v konečné fázi představovat jen nepatrnou ztrátu živin a průvodních látek.

Nejvíce vyplavovanými živinami a průvodními látkami na orné půdě jsou  $\text{N-NO}_3$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  a  $\text{Cl}$ . Na TTP jsou zajímavé výsledky dokládající závislost mezi způsobem využívání travních porostů a množstvím vyplavených živin. Výsledky sledování vybraných stanovišť naznačují, že existuje vzájemný vztah mezi způsobem hospodaření, půdními vlastnostmi stanovišť a pěstovanými rostlinami, charakteristicky ovlivňovaný průběhem povětrnostních vlivů v jednotlivých sledovaných letech. Hlubší poznání těchto závislostí nám umožní užívat šetrnější způsoby hospodaření ve vztahu k životnímu prostředí.

Klíčová slova: lyzimetr, srážková voda, eluát, minerální dusík.



## Abstract

The purpose of this project is to compare the effect of water penetration on different levels of vegetation cover. It describes the leakage of nutrients, and accompanying substances, at three lysimeter sites.

Two of these sites, at Krásné Údolí and Horazdovice, provide information about the leakage of nutrients on arable land. The third site at Závěšín is situated on permanent grassland (hereafter TTP). Here there are four lysimeters with four management practices .

The following information was monitored; the quality of rainwater, effluents captured at three differing levels and the movement of nitrogen minerals in soil layers that correspond to the depth of leachate collection. The observations were carried out between 2005 - 2008.

The total amount of nutrients, and accompanying substances, that were washed away depended upon both the amount of effluent and their concentration within the effluent.

Even relatively small concentrations of accompanying substances and nutrients may, during periods of significant precipitation, led to a relatively large loss of nutrients through leaching from the specified level. However, high concentrations, with small leakage, may ultimately represent only a slight loss of nutrients and accompanying materials.

Most accompanying substances and nutrients that were washed away on arable land are the  $\text{N-NO}_3$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  a  $\text{Cl}^-$  and  $\text{Cl}^-$ . Interesting results on TTP show the correlation between the use of grasslands and amount of nutrients that are washed away. The results from monitoring the selected sites indicate that there is a correlation between management methods, soil characteristics of the locations and plant growth. These are influenced by the climatic changes observed over individual years. A deeper knowledge of these dependencies allows us to use environmentally friendly farming methods.

Key words: lysimeter, rainwater, nitrogen minerals, effluent

## OBSAH

<b>1. Úvod.....</b>	<b>11</b>
1.1 Počátek zjišťování proplavování dusičnanů.....	11
1.2 Význam meziplodin na vyplavování dusičnanů.....	12
1.3 Koncentrace zemědělství, vliv chovu skotu na průsak .....	12
1.4 Neobhospodařované plochy.....	12
1.5 Vyplavování dusičnanů v lesnictví.....	13
<b>2. Cíl práce.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Metodika.....</b>	<b>14</b>
3.1 Lyzimetr .....	14
3.2 Princip a popis lyzimetru .....	14
3.3 Stanovištní podmínky.....	16
<b>4. Klimatické podmínky.....</b>	<b>21</b>
4.1 Horažďovice.....	21
4.2 Krásné Údolí.....	21
4.3 Závišín.....	22
<b>5. Kvalita srážkových vod.....</b>	<b>23</b>
<b>6. Eluát.....</b>	<b>24</b>
6.1 Obsah živin a průvodních látek v eluátu v Horažďovicích.....	24
6.2 Obsah živin a průvodních látek v eluátu v Závišíně.....	27
6.2.1 Útlumová varianta.....	27
6.2.2 Úhorová varianta.....	29
6.2.3 Extenzivní varianta.....	31
6.2.4 Intenzivní varianta.....	33
6.3 Obsah živin a průvodních látek v eluátu v Krásném Údolí.....	35
<b>7. Dynamika dusíku v půdním profilu.....</b>	<b>36</b>
7.1 Dynamika dusíku v Krásném Údolí.....	36
7.2 Dynamika dusíku v Horažďovicích.....	38
7.2.1 Kombinace č. 10.....	38
7.2.2 Kombinace č. 11.....	39
7.3 Dynamika dusíku v Závišíně.....	40
7.3.1 Intenzivní varianta.....	40
7.3.2 Extenzivní varianta.....	41
7.3.3 Útlum.....	42
7.3.4 Úhor.....	43
<b>8. Výsledky a diskuse .....</b>	<b>44</b>
<b>9. Závěr .....</b>	<b>50</b>
<b>10. Přehled použité literatury .....</b>	<b>52</b>

## 1. Úvod

Již 17 let jsem zaměstnána na zkušební stanici v Krásném Údolí, která se věnuje nejen testování chemických přípravků na ochranu rostlin, odrůdovému zkušebnictví ale i dlouhodobě vyhodnocuje průsak dusičnanů v lyzimetrickém pokuse na orné půdě, proto jsem se věnovala v této bakalářské práci porovnání průsaku vody v závislosti na vegetačním pokryvu .

Pro zpracování bakalářské práce jsem si vybrala tři lyzimetrická stanoviště - Krásné Údolí , Závišín a Horažďovice . Cílem je porovnání stanovištních podmínek , kvality srážkových a průsakových vod, v závislosti na vegetačním pokryvu. Ve své práci se zaměřím na sledovaný rok 2005-2008.

Lyzimetrické stanoviště bylo na ZS v Krásném Údolí založeno v roce 1987. Lyzimetr v Závišíně byl založen v roce 1996. Tříhorizontový polní lyzimetr V Horažďovicích byl instalován na podzim roku 1987. Jedná se o stejné výrobní oblasti, se stejným půdním typem a stejným půdním druhem. Rozdílnost je v ročním úhrnu srážek, v průměrné roční teplotě a v nadmořské výšce umístění stanic. Na všech sledovaných místech se jedná o polní lyzimetry, které maximálně respektují přirozené půdní podmínky a vláhové poměry (Mareš, 2003). Umožňují sledování pohybu vodorozpustných látek v půdě ve zvolených horizontech. Horizonty jsou jednotně stanoveny na 40,60 a 80 cm (Krásné Údolí a Horažďovice). U trvalých travních porostů (Závišín) na 20,40,60,80 cm.

Umístění lyzimetrů v honech je situováno tak , aby nad sběrnými miskami vedly průběžné řádky pěstovaných plodin a aby zde mohla být prováděna agrotechnika, hnojení minerálními a organickými hnojivy a ochrana rostlin. Po dobu sledování se v zachycovaném eluátu stanovovaly pouze základní živiny, nitrátový a amonný dusík.

Ze současných 18 lyzimetrických stanovišť jsem si vybrala Krásné Údolí, Závišín a Horažďovice proto, že všechna sledovaná místa jsou zárukou jímání eluátu ve všech odběrových vrstvách v dostatečném množství.

Jedním z nejdůležitějších problémů v ekologii a zejména v zemědělství je obsah dusičnanů v půdě a v půdním roztoku. Dlouhodobé sledování problematiky průsakových vod jsou nenahraditelným zdrojem informací pro životní prostředí, kdy zejména výsledky z horizontu 80 cm ovlivňují kvalitu podzemních vod a jsou určující pro stanovení ztrát živin vyplavením mimo kořenovou zónu.

### 1.1 Počátek zjišťování proplavování dusičnanů

Dusičnany se v nízkých koncentracích vyskytovaly v půdě a ve vodách již od nepaměti. Dusičnany jsou spotřebovány rostlinami, zabudovávají je do svých buněk jako organický dusík. Podmínkou musí být přítomnost kyslíku. Bez přístupu kyslíku probíhají procesy obráceně.

Již na počátku osmdesátých let minulého století uváděli v časopise Listy chemické Štolba a Krejčí (1880) své nálezy dusičnanů „ve studních města Prahy“ z let 1872 – 1882 : Malá Strana 50 – 980 mg/l  $\text{NO}_3$ , Nové Město 0,6 – 1 285 mg/l  $\text{NO}_3$ . Důvodem byla blízkost umístění studny, kanálů, záchodů a hnojišť. Výskyt byl zaznamenán v sídlištních celcích .

Roku 1960 bylo konstatováno, že malé množství obsahů dusičnanů v povrchových vodách nepředstavují zdravotní nebezpečí (Zubčenko, 1960). V tomtéž roce byly naměřeny

na vodárenských profilech Vltavy, Jizery a Želivky koncentrace dusičnanů kolem 10 mg na litr vody. V roce 1980 vzrostla koncentrace již na trojnásobek (Michálek, 1985), což byla pravděpodobně odpověď na čtyřnásobnou spotřebu dusíkatých hnojiv. Tuto skutečnost potvrzuje Michálek (1985), který označuje jako hlavní příčinu vysokých koncentrací dusičnanů intenzifikaci zemědělství.

## 1.2 Význam meziplodin na vyplavování dusičnanů

Landbauforschung Volkenrode (2004,) uvádí, že byla nalezena zřetelná korelace mezi N absorbovaným plodinou a obsahem dusičnanového N v půdním roztoku. Jistá souvislost se prý jeví mezi N přijatým plodinou a  $N_{\min}$  v půdě (0 – 90) v podzimním období. Nejvyšší koncentrace nitrátového N v půdním roztoku v 90 cm byla zjištěna pod úhorem. To potvrzují i mé výsledky ze čtyřletého období posuzování koncentrace průsaku  $\text{NO}_3$  v závislosti na vegetačním pokryvu.

Meziplodina je jedna z metod na snížení eroze a ztrát živin, protože půda je stále krytá plodinou. Merbach et al. (1997a) Merbach et al. (1997b) tvrdí, že živiny jsou dočasně biologicky fixované meziplodinami a jsou tím chráněny před vyluhováním. Eichler et al. (2000) poukazují, že některé meziplodiny mohou významně redukovat koncentrace P v půdním roztoku v hlubokých půdách, což je významné pro podzemní vody.

## 1.3 Koncentrace zemědělství, vliv chovu skotu na průsak

V Německu víc než polovina z veškerého dusíku vstupujícího do povrchových vod pochází ze zemědělství. Vysoká koncentrace chovu skotu a vyšší produkce statkových hnojiv způsobují bilanční přebytek  $111 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$  (Isermann 1998, Bach et al. 1997). Stejný problém je řešen i v západní Evropě (Withers 1996, Brouwer a Hellegers 1997, Tunney et al. 1997, Oenema 2000, Spiess 2000).

V České republice je chov skotu pouze v intenzivních oblastech s minimálním podílem trvalých travních porostů (dále jen TTP). Tím jeho využití v podhorských a horských oblastech silně ohroženo. Z důvodu nedostatku početních jednotek skotu a ovcí se rozsáhlé plochy udržují jen minimálně a nedostatečně, nebo nejsou využívány a udržovány vůbec. Využívání travních porostů spásáním je nejjednodušší a nejlevnější způsob obhospodařování TTP. Časté seče (spásání) snižují výnos sušiny a zvyšují kvalitu píce. Se stupňovanou četností sečí výnos klesá. Podloženo řadou výsledků pokusů. Množství kejdy a ještě více vyloučeného N,P a K se zřetelně zvyšuje s růstem frekvence sečí.

Četnost využití zvyšuje obsah živin v kejdě z důvodu vyšší koncentrace živin v píci. Proto snížení zatížení plochy působí silněji, než zvýšení vylučování živin zvířete. Korevaar (1992) a Simon (1994) uvádějí, že v souladu s dalšími výsledky pokusů je za přebytek N na ha odpovědné minerální N hnojení a zkrmování jádra. Četnost sečí (spásání) je primárně důležitá pro stabilitu botanického složení porostu. Výzkumný ústav rostlinné výroby uvádí, že řízená pastva skotu nezhoršuje botanickou skladbu porostu ani kvalitu podzemních vod (Fiala, ústní sdělení). Uvádí se, že stabilní rostlinný porost vyžaduje optimální soulad mezi využíváním a hnojením (Dietl 1986, Buchgraber Potsch 1994). Podle Kuchbaucha Angera (1999) je vyšší četnost sečí z ekologického hlediska výhodnější, neboť vyžaduje nižší počet zvířat na ha a nižší spotřebu jaderných krmiv.

## 1.4 Neobhospodařované plochy

Dykyjová a kol. (1989) uvádějí, že pícninářsky není využito 30 – 40 %, tj. 400 tisíc ha travních porostů, že mineralizací, která je závislá na teplotě, vlhkosti, pH a množství organické hmoty vzniká dusík amoniakální, který se poměrně rychle nitrifikací mění na dusičnany. Koncentrace  $\text{N-NO}_3$  v půdním roztoku se během roku mění. Nejvyššího stupně

dosahuje v dubnu až v květnu, pak se snižuje a druhé maximum je na podzim. Uvádí, že to souvisí i s intenzitou růstu a odběrem N rostlinami a kapilárním odparem. Velmi intenzivní nitrifikace spolu s nízkým nebo nižším odběrem N-NO<sub>3</sub> porostem vede k jeho vyplavení do podzemních vod. Na druhé straně dochází při těchto biochemických reakcích i k syntézám. Rostlinná hmota travních porostů může díky poměrně vysokému obsahu uhlíku, dusík vázat v organické formě a postupně dochází opět k mineralizaci. Mineralizace této hmoty však nesmí zatěžovat životní prostředí.

Velich (1986), Mouchová et al. (1998) a Úlehlová (1989) uvádějí, že nejnižší a zcela bezpečné jsou koncentrace dusičnanů a jejich vyplavování u travních porostů nehnojených a řádně obhospodařovaných. S tím se shoduje Fiala (2002), který rovněž tvrdí, že neošetřovaný, ladem ponechaný porost s spolu s mulčovanými porosty životní prostředí nezatěžují, ale poukazuje na dvoj až trojnásobek vyplavování koncentrací N-NO<sub>3</sub> do podzemních vod při ošetřování porostů sečením s ponecháním hmoty na řádcích. Avšak koncentrace dusičnanů, ale i jiných iontů v průsakové vodě, nedosahují hodnot zjištěných Mrkvičkou (1997) a nepotvrzují hypotézy zvyšujících se koncentrací dusičnanů a vlhkosti půdy pod neošetřovaným drnem (Kvítek 1999). Velich (1986), Rychnovská et al. (1987) a Kopec (1992) poukazují na poměrně nízké koncentrace dusičnanů u travního porostu nesečeného (ponecháno ladem), téměř na úrovni porostu obhospodařovaného (2x sečení s odstraněním hmoty), nebo 2 x mulčovaného. Výsledky Zavadila a Kvitka (1997) potvrzují, že nejvyšší hodnoty byly u černého úhoru.

Podle Isermanna (1988) N uvolňovaný na jaře z dusíku fixovaného v organickém materiálu může vést přeměnou na N-NO<sub>3</sub> k znečištění půdy a povrchových vod, jestliže není využit po něm následující zemědělskou plodinou. Augustin a Rogasik (1999) a Leidel (2000) upozorňují že vysoké koncentrace N<sub>min</sub> v půdě mohou vést až k plynným N emisím, čímž může být zabráněno vázání N v organickém materiálu meziplodin.

## 1.5 Vyplavování dusičnanů v lesnictví

Problematika s vyplavováním dusičnanů do spodních vod je sledována a řešena i v lesnictví. Velmi důležitý a nepřehlédnutelný vliv na promyv N-NO<sub>3</sub> má příprava půdy. Jako nevhodná byla příprava, při které docházelo ke shrnutí povrchové humusové vrstvy a následné výsadby do minerální půdy. Stejně nevhodná byla příprava orbou a několikanásobnou orbou. Tyto technologie vedly ke zvýšeným koncentracím organických látek v odtékajících vodách zachycených v lyzimetrech v hloubce 30 cm (Nárovec 1989).

Sledování dynamiky uvolňování živin z hnojivých tablet Preform bylo v prvních 42 dnech po aplikaci vyplaveno 95 % dusíku. Nejintenzivnější promyv byl v lyzimetru zachycen mezi 5. a 26. dnem od založení pokusu (Lokvenc 1977).

## 2 Cíle práce

Cílem této práce je:

1. Popsat princip lyzimetru
2. Charakterizovat stanovištní podmínky ve vybraných lokalitách
3. Vyhodnotit kvalitu srážkových a průsakových vod
4. Vyhodnotit kvalitu srážkových a průsakových vod na daných lokalitách v závislosti na vegetačním pokryvu
5. Vyhodnotit dynamiku dusíku v půdním profilu

### 3 Metodika

#### 3.1 Lyzimetr

Lyzimetrická měření obsahů prvků v eluátu mají poskytnout základní informace o vzájemných vztazích mezi množstvím ročních srážek, množstvím eluátu a celkovým množstvím vyplavených prvků v jednotlivých horizontech (Prováděcí metodiky polních stacionárních zkoušek, 2009).

#### 3.2 Princip a popis lyzimetru

Lyzimetr umožňuje sledování pohybu vodorozpustných látek v půdě ve zvolených horizontech. Sledované horizonty jsou jednotně stanoveny na 40, 60 a 80 cm u trvalých porostů a na 20, 40, 60 a 80 cm u travních porostů v půdním profilu. Polní lyzimetry maximálně respektují přirozené půdní podmínky a vláhové poměry. Instalace lyzimetrů byla provedena na zkušebních stanicích Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (dále jen ÚKZÚZ).

Lyzimetr je sestaven z běžně dostupných dílů a součástí. Sběrnou misku tvoří novodurová miska s vlepeným novodurovým vývodem. Odvodní hadice jsou libovolné, vhodného průměru na těsné navlečení. Proti eventuálnímu stlačení jsou chráněny návlekm z novodurové trubky oblouku. V minulosti se šachty používaly z prefabrikovaných dílů, či litého betonu. Nově instalované lyzimetry jsou vyrobeny ze silnotěsného plastu, jejichž příslušenstvím je poklop a žebřík (Obr.č.1).



Obr.č.1 Foto: ing. Chvátal – šachta lyzimetru TTP Závěšín

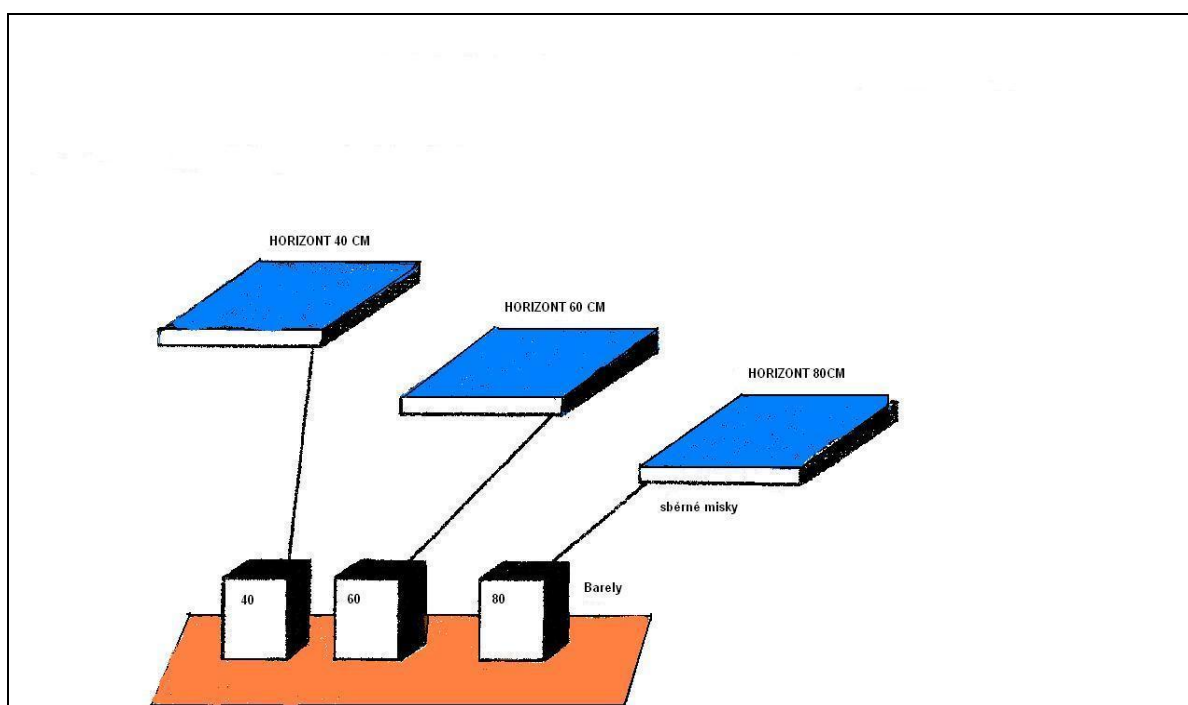
Fotomiska je novodurová 34 x 44 cm s vnějším rozměrem 40 x 50 cm, s rovným dnem. Počet kusů se řídí počtem horizontů. (Obr. č. 2 a 3 ). Koncovka novodurová (tak zvaný sáč nebo též koncovka na převlečnou matku) počet dle počtu misek. Oblouk novodurový (nikoliv koleno) o vnějším průměru 32 mm. Počet dle počtu misek. Hadice o vnějším průměru 18 mm, vnitřním průměru 14 mm, plastová ( v různých provedeních síťovaná). Potřeba dle délky drenáže. K provozu lyzimetru je nutný odměrný válec skleněný o objemu 500 nebo 1 000 ml a cca 10 kusů PVC nádobek se šroubovým uzávěrem o obsahu 0,5 litru na odběry vzorků eluátu, a srážkové vody.

### Zhotovení lyzimetru

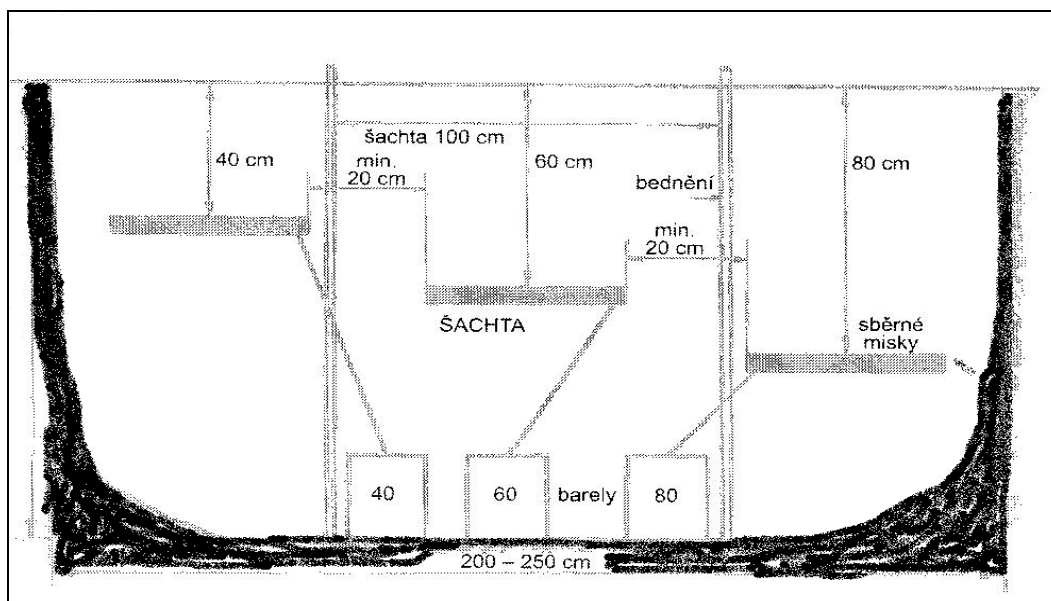
Šachta lyzimetru se vyrábí na zakázku ze silnotěsného plastu včetně stupaček, uzamykatelného poklopu. Výroba sběrných misek: v rozích misek (u dvou v pravém u jedné v levém či naopak) se předvrtávají otvory na těsné nasunutí novodurové koncovky. Koncovky se zkrátí cca na polovinu, zatlačí do předvrtaného otvoru v misce a oboustranně zalepí lepidlem na novodur. Výroba ochranných trubek: novodurový oblouk (nikoliv koleno) se o cca pětinu až čtvrtinu zkrátí a na straně přírubby se slepí s novodurovou trubkou. Konečná délka trubky se upraví až při instalaci v šachtě.

Úprava barelů PVC : ze šroubového závěru se odstraní těsnění a přídržovací pásek. Středem závěru se provrtá otvor dle většího průměru hadice na těsné provlečení. Na boky barelů se nesmývatelně označí číslicemi hloubky horizontů, na které budou barely napojeny (20, 40, 60, 80).

Lyzimetr je umístěn na typické půdě s původní dlouhodobě nenarušenou strukturou, s dostatečnou hloubkou půdního profilu (na rovině nebo mírném svahu). Nesmí docházet k ovlivnění průsakových poměrů povrchovým přítokem vody do sběrné oblasti lyzimetru (Metodika pro založení a provoz polního lyzimetru, 1999). Umístění lyzimetru v honu je situováno tak, aby nad sběrnými miskami vedly průběžné řádky a aby zde mohla být prováděna běžná agrotechnika a bezproblémové používání mechanizačních prostředků.



Obr. č. 2 – Prostorové schéma lyzimetru (převzato Metodika pro založení a provoz lyzimetru,1999)



Obr.č.3 – Bokorys lyzimetru (převzato Metodika pro založení a provoz lyzimetru,1999)

### 3.3 Stanovištní podmínky vybraných lokalit

Pro každé stanoviště jsem zjistila základní, dlouhodobě neměnné parametry . Za sledovaná období jsem shromáždila průběžné parametry.

**Krásné Údolí:** výrobní oblast bramborářská  
Nadmořská výška 642 mmm  
Průměrné roční srážky 605 mm  
Průměrná roční teplota 6,1°C  
Půdní typ kambizem  
Půdní druh písčitohlinitý  
Rok založení 1987

**Závišín :** výrobní oblast bramborářská  
Nadmořská výška 750 mmm  
Průměrné roční srážky 702 mm  
Průměrná roční teplota 6,4°C  
Půdní typ kambizem  
Půdní druh písčitohlinitý  
Rok založení 1996

**Horážd'ovice :** výrobní oblast bramborářsko-žitná  
Nadmořská výška 470 m  
Průměrné roční srážky 585 mm  
Průměrná roční teplota 7,8°C  
Půdní typ pararula  
Půdní druh hnědá půda kyselá  
Rok založení 1987



V Krásném Údolí byl založen tříhorizontový polní lyzimetr na orné půdě. Po ročním ověřovacím provozu byl v roce 1988 zařazen jako lyzimetrické stanoviště do celostátní sítě sledování ÚKZÚZ s plnohodnotným sledováním ve všech parametrech předepsaných metodikou. Průběh teplot a srážek průběžně zajišťuje automatická hydrometeorologická stanice ČHMÚ, umístěná v areálu zkušební stanice, na základě smluvního vztahu.

Průzkum zemědělských půd (1967) zařadil pokusnou plochu do skupiny hnědých půd kyselých. Jedná se o středně těžkou, písčitohlinitou půdu se silnější šterkovitostí. V současné době je stanoviště lyzimetru na pozemcích firmy Ing. Václava Marečka, ZS Krásné Údolí a je dále sledováno na základě dohody.

V Horažďovicích byl tříhorizontový polní lyzimetr instalován na podzim roku 1987. Sběrné misky jsou uloženy pod kombinacemi č. 10 a 11 stacionárního výživářského pokusu (Tab. 1). Ke hnojení se používají hnojiva síran amonný, superfosfát, draselná sůl.

V roce 2006 byly na stacionáru s lyzimetrem pěstován oves odrůdy Neklan s podsevem jetele lučního, odrůda Start. V roce 2007 byl pěstován jetel luční, odrůda Start. V roce 2008 byla pěstována pšenice ozimá, odrůda Bohemia.

Tabulka č. 1 – přehled kombinací č. 10 a č. 11 v Horažďovicích -dávka hnojiv v čistých živinách (dále jen č.ž.)

Rok 2005	Dávka N č.ž.	Dávka P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> č.ž.	Dávka K <sub>2</sub> O č.ž.
Kombinace č. 10			
Kombinace č. 11			
Rok 2006			
Kombinace č. 10	40	60	80
Kombinace č. 11	80	240	320
Rok 2007			
Kombinace č. 10	0	0	0
Kombinace č. 11	0	0	0
Rok 2008			
Kombinace č. 10	60	30	40
Kombinace č. 11	120	120	160

Lyzimetrické stanoviště Horažďovice bylo do celostátní sítě sledování ÚKZÚZ zařazeno v roce 1988, s plnohodnotným sledováním ve všech parametrech předepsaných metodikou. Oblast stanoviště je mírně vlhká, mírně teplá, výrobní typ bramborářsko-žitný. Půdní typ hnědá půda kyselá, hnědá půda na pararule.

Pokusná plocha v Závišíně (Obr. 4) se nachází v nadmořské výšce 750 m. Jedná se o pozemek na mírném svahu se severozápadní expozicí, průměrnou roční teplotou 6,4 °C (ve vegetačním období 12,4°C) a průměrným ročním úhrnem srážek přesahujícím 700 mm (z toho ve vegetačním období kolem 400 mm). Stanoviště spadá do klimatického regionu vlhkého, mírně chladného. Jednotlivé roky se však značně odlišují, zejména pokud jde o množství a rozdělení srážek. Průběh teplot a srážek průběžně zajišťuje meteorologická stanice ÚKZÚZ v nedalekém Závišíně. Polohou a přírodními podmínkami patří pozemek do zemědělské výrobní oblasti pícninářské (podle dřívější klasifikace šlo bramborářskou výrobní oblast).



Obr. č. 4 – Foto : ing. Chvátal - Lyzimetrické stanoviště Závašín.

Půdní podmínky jsou obdobné jako v Krásném Údolí. V Závašíně rovněž komplexní průzkum zemědělských půd (1968) zařadil pokusnou plochu do skupiny hnědých půd kyselých. Hlavním půdotvorným procesem je zde zvětrávání substrátu (amfibolitu), kdy za kyselé reakce dochází k rozkladu minerálů a uvolňování hliníku a železa. Jedná se o středně těžkou, písčitohlinitou půdu se silnější šterkovitostí a nenasyceným sorpčním komplexem.

Tabulka č. 2 - Přehled kombinací lyzimetrických stanovišť v Závašíně.

označení	způsob obhospodařování
1. INTEN (Z)	<p>hnojení (kg ha<sup>-1</sup> č.ž.): 160 N, 72 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 120 K<sub>2</sub>O  vápnění jednou za tři roky (1995, 1998, 2001, 2004, 2007)  sklizeň 2x ročně</p> <p>Botanické složení: Z 12 vysetých druhů se jich udrželo 9, vymizel jílek mnohokvětý (<i>Lolium multiflorum</i>), jílek vytrvalý (<i>Lolium perene</i>), a jetel zvrhlý (<i>Trifolium hybridum</i>). Přebývá medyněk vlnatý (<i>Holcus lanatus</i>), kostřava luční (<i>Festuca pratensis</i>), trojštět žlutavý (<i>Trisetum flavescens</i>) a psineček výběžkatý (<i>Agrostis stolonifera</i>), srha laločnatá (<i>Dactylis glomerata</i>), kostřava červená (<i>Festuca rubra</i>), výrazné zaplevelení bolševník obecný (<i>Heracleum sphondylium</i>)</p>
2. EXTEN (P)	<p>sklizeň 1x ročně  píce se odváží</p> <p>Botanické složení: obdobné složení jako u intenzivní varianty,  Snížení podílu kostřavy červené (<i>Festuca rubra</i>) a srhy laločnaté (<i>Dactylis dlomerata</i>)</p>

označení	způsob obhospodařování
	úporné plevele (bolševník) se odstraňují ručně dle potřeby
3. ÚTLUM (S)	klasická útlumová plocha: 1x ročně se seká, posekaná hmota se nechává ležet na pokose, Botanické složení: kontryhel ostrolaločnatý ( <i>Alchemilla vulgaris</i> ), svízel bílý ( <i>Galium album</i> ), třezalka skvrnitá ( <i>Hypericum maculatum</i> ), jestřábník chlupáček ( <i>Hieracium pilosella</i> ), kohoutek luční ( <i>Lychnis floscuculi</i> ), černohlávek obecný ( <i>Prumella vulgaris</i> ) úporné plevele jako u var. 2
4. ÚHOR (N)	plocha bez jakéhokoliv zásahu i zde se ukazuje jako nezbytné ručně odstraňovat rozšiřující se bolševník a stromový nálet převaha plevelných druhů, minimum trav

Botanické složení porostu ( tab.č.2) se mění v průběhu vegetace neustále. Převažuje podíl trav, a proměnlivý podíl ostatních bylin. V minulosti se porost měnil v závislosti na hnojení a na průběhu počasí. Pokleslo zastoupení jetelovin. Druhové složení je výrazně ovlivňováno živinami, zejména dusíkem ( zvláště v kombinaci s fosforem ( Hejcman et al., 2007 ). Proměnlivý podíl ostatních bylin zatím nelze uspokojivě vysvětlit. Na všech úsecích sledovaných lyzimetrů dochází k invaznímu šíření bolševníku, který se průběžně ručně odstraňuje.

Ke hnojení se používají běžná hnojiva: ledek amonný s vápencem ( 27% N ), superfosfát a draselná sůl. Všemi hnojivy se hnojí jednorázově zjara, jen dusík při hnojení 160 kg ha<sup>-1</sup> se aplikuje ve dvou dávkách - na jaře a po první seči. Sklízí se motorovou žací lištou. K první seči se přistupuje při výšce porostu kolem 40 cm, termín druhé seče se stanovuje podle konkrétního průběhu vegetace.

### Odběr eluátu

Hlavním cílem lyzimetrických sledování je získání poznatků o ztrátách živin vyplavením, které znamenají jak ztrátu z výživářského hlediska, tak zároveň nebezpečí pro kvalitu vod. Umístění sběrných misek v horizontech 40, 60 a 80 cm umožňuje sledování vodních poměrů v půdním profilu začínajícím těsně pod proorávanou vrstvou a končícím v hloubce mimo kořenovou zónu hlavního příjmu živin většiny polních plodin. Na TTP je umístěna sběrná miska i těsně pod prokořeněnou zónou ve 20 cm. Zachycený eluát v odběrové vrstvě 80 cm představuje nebezpečí kontaminace vod vyplavenými živinami



Obr. č. 5 - Foto: ing. Chvátal - Ing. Kriml a Ing. Žalman při odběru eluátu

Odběr vzorku eluátu ( obr.č. 5) obsah nádoby s eluátem jsem protřepáním homogenizovala a pomocí odměrného válce jsem změřila objem eluátu. Po odměření potřebného množství 0,5 l vzorku jsem přelila získaný eluát do PET lahve (Obr. č. 6). Zbytek eluátu jsem vylila mimo sběrnou oblast lyzimetru. Pokud by objem eluátu nebyl alespoň 300 ml, odběr bych se musela odložit a eluát bych musela ponechat ve sběrné nádobě do dalšího termínu odběru. (Výroční zpráva Sledování lyzimetrických stanovišť, 2005 – 2008). Do deníku jsem zaznamenala datum odběru, množství a horizont. Odebrané vzorky, které musím odeslat do laboratoře, jsem náležitě označila a uložila do ledničky (datum odběru, horizont, lokalita).

Množství eluátu zachyceného v miskách jsem přepočítala na hektar a převedla na „ekvivalentní mm“ jako u srážek, aby bylo možno vyjádřit jeho množství ve srovnání s roční sumou srážek. V eluátech se stanovuje nitratový a amonný dusík, P, K, Mg, Ca, SO<sub>4</sub>, Na, a Cl.



Obr.č. 6 Foto: ing. Chvátal - Převržená s označenými lahvemi pro odběr eluátu.

#### 4. Klimatické podmínky

Na každém stanovišti byly zjištěny dlouhodobě neměnné základní klimatické parametry (normály měsíčních a ročních srážek). Průběžnými, každoročně sledovanými parametry jsou meteorologické údaje. Průběh teplot a srážek průběžně zjišťuje meteorologická stanice na sledovaných lokalitách:

##### 4.1 Horažďovice

Tabulka č. 3 Klimatická charakteristika na stanovišti v Horažďovicích.

Rok	Teploty			srážky		
	Normál (°C)	Skutečnost (°C)	Rozdíl (°C)	Měs. suma (mm)	Normál (mm)	% normálu
2005	7,8	7,3	-0,5	574,9	585,0	98,3
2006	7,8	7,5	-0,3	640,7	585,0	109,5
2007	7,8	8,6	+0,8	681,2	585,0	116,4
2008	7,8	8,6	+0,8	501,8	585,0	85,8

Z tabulky č. 3 je patrné, že rok 2005 byl rokem s mírným srážkovým deficitem a teplotně pod normálem. V roce 2006 a 2007 byl dlouhodobý srážkový normál překročen a v roce 2007 průměrná teplota převýšila i teplotní normál. Teplotně nad normálem byl i rok 2008, ale se srážkovým deficitem.

##### 4.2 Krásné Údolí

Tabulka č. 4 - Meteorologické údaje na stanovišti v Krásném Údolí.

Rok	Teplota			Srážky		
	Normál (°C)	Skutečnost (°C)	Rozdíl (°C)	Normál (mm)	Skutečnost (mm)	% normálu
2005	6,1	6,1	0	605	642,6	106,2
2006	6,1	7,0	0,9	605	568,5	94,0
2007	6,1	7,6	1,5	605	649,3	107,0
2008	6,1	7,2	1,1	605	565,0	93,0

Rok 2006 byl v prvním čtvrtletí chladnější než je dlouhodobý normál. Ve vegetačním období se teploty pohybovaly nad dlouhodobým normálem. Srážkové rozložení nebylo příznivé již od začátku roku, neboť zimní období se nacházelo pod srážkovým normálem. Na počátku vegetačního období bylo srážek nadbytek, čímž docházelo k přesycení půdního

profilu a docházelo k úniku vody. V době vegetačního vrcholu byl zaznamenán srážkový deficit vůči dlouhodobému normálu, který setrval i v době vegetačního klidu. Rok 2007 se pohyboval srážkově (+ 7,4 %) i teplotně nad normálem. V závěru vegetačního období byl zaznamenán pokles teploty s přebytkem srážek. Rok 2008 se potýkal s teplotním nad normálem a srážkovým deficitem (tab.č.4).

### 4.3 Závišín

Rok 2006 byl jako celek poněkud teplejší (odchylka od dlouhodobého průměru činila +1,1°C), ale i vlhčí, když úhrn srážek dosáhl 128 % dlouhodobého průměru. Ve vegetačním období byla teplota v porovnání s dlouhodobým průměrem vyšší o 1,5°C a úhrn srážek za vegetaci byl dokonce o 34 % vyšší než dlouhodobý průměr. Srážky byly poměrně rovnoměrně rozděleny (pouze červenec byl poněkud sušší).

Tab. č. 5 - Klimatická charakteristika na stanovišti v Závišíně.

rok	teploty			srážky		
	Normál (°C)	Skutečnost (°C)	Rozdíl (°C)	měsíč.suma (mm)	Normál (mm)	% normálu
2005	6,4	6,9	-0,5	820	702	117,0
2006	6,4	7,5	-1,1	903	702	128,0
2007	6,4	8,3	-1,9	1024	702	146,0
2008	6,4	7,9	-1,5	700	702	100,0

Rok 2007 se pohyboval srážkově nad normálem. Roční úhrn srážek činil 114 % ročního úhrnu. Teplotní hodnoty byly v Závišíně však po celou sezónu pod normálem. V roce 2008 bylo množství srážek na úrovni normálu. Průměrný teplotní ukazatel však dosahoval nižší hodnoty (tab.č.5).

## 5. Kvalita srážkových vod

Srážková voda představuje jistou dodávku živin a průvodních látek do půdy, která není z hlediska výživy rostlin zanedbatelná. V Tabulkách 6-8 je uveden přehled obsahů živin a průvodních látek v průběhu sledovaných let ve srážkové vodě v kg ha<sup>-1</sup>. V poslední řádce tabulky je uveden vážený průměr daného roku.

Nejvyšší hodnoty ve srážkové vodě v Krásném Údolí vykazují sírany, chloridy, draslík, vápník a amonný dusík (tab. č. 6). V roce 2005 bylo zaznamenáno překročení ročního srážkového úhrnu o 6%, v roce 2006 nebyl srážkový normál naplněn (94 %), v roce 2007 byl dlouhodobý srážkový normál překročen o 7% a v roce 2008 se dostavil opět srážkový deficit o 7%. Z údajů v tabulce vyplývá, že rok 2006 a rok 2008 jsou roky s přibližně stejným srážkovým deficitem, ale průměrné hodnoty látek v eluátu jsou v roce 2006 téměř dvojnásobné oproti roku 2008. Hodnoty v roce 2006 jsou vyšší i v porovnání s rokem 2005, kdy byl roční úhrn srážek navýšen o 6% (Výroční zpráva ÚKZÚZ 2005 – 2008).



Tabulka č. 6 – průměrné roční množství látek v dešťové vodě lokalita Krásné Údolí.

rok	mm	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
2005	643	2,5	1,3	41,5	4,9	0,9	5,4	1,8	8	4,7	27,1
2006	569	2,4	7,9	41,5	6	2,3	16,1	1,3	6,9	4,8	37,8
2007	649,3	3,1	6,5	37,9	6,1	1,6	8,3	1,9	11	3,3	50,3
2008	565	3,2	5,9	27,4	5,6	0,8	11,3	0,9	3,8	2,8	14,1
průměr	606,57	2,8	5,4	37,07	5,6	1,4	10,27	1,47	7,4	3,9	32,3

V Závišíně (Výroční zpráva ÚKZÚZ 2005 – 2008) obsahují srážky nejvíce chloridů, síranů a nitrátového dusíku (v Krásném Údolí převažuje amonná forma dusíku). Pokles množství látek ve srážkové vodě nastal rovněž v roce 2008. V tomto roce byl úhrn srážek nižší jen o 1% z dlouhodobého normálu. V roce 2007 byl srážkový normál překročen o 46 %. Nad dlouhodobým normálem se pohybovaly i roky 2005 (+16%) a 2006 (+28%). Ani na lokalitě Závišín nekoresponduje navýšení množství srážek s množstvím obsažených živin ve srážkové vodě (tab.č. 7).

Tabulka č. 7 – průměrné roční množství látek v dešťové vodě lokalita Závišín.

rok	mm	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
2005	820	4,3	1,5	53	5,4	0,3	3,1	1,3	6,5	5,2	37,3
2006	903	4,7	2,1	52,5	5,8	0,4	5,7	1	6,6	2,7	66,7
2007	1024	2,7	3,2	62	5,9	0,6	5,3	1,01	4,8	2,4	81
2008	700	4,9	3,2	33,4	5,5	1	6,6	0,7	1,9	2,5	5,9
průměr	861,7	4,15	2,5	50,2	5,6	0,5	5,2	1,4	4,9	3,2	47,7

V lokalitě Horažďovice je také srážková voda zatížena především sírany a chlórídy. Obsahem zatížení těmito látkami se řadí lokalita mezi Krásné Údolí a Závišín. Množství nitrátové formy dusíku (Výroční zpráva ÚKZÚZ 2005 – 2008) ve srážkové vodě je obdobné jako v Závišíně, ale množství amonné formy dusíku je obdobné jako v lokalitě Krásné Údolí. Také v Horažďovicích je nejnižší obsah látek ve srážkové vodě v roce 2008 (deficit o 15% vůči dlouhodobému srážkovému normálu). Rok 2007 byl srážkově nejsilnější, ale hodnoty obsahů látek jsou nižší než v roce 2006, kdy bylo o 7 % srážek méně než v roce 2007 (tab.č.8).

Tabulka č. 8 – průměrné roční množství látek v dešťové vodě lokalita Horažďovice.

rok	mm	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N-NH <sub>4</sub>	Cl	pH	P	K	Mg	Ca	Na	SO <sub>4</sub>
2005	575	6,4	4,7	36,1	5,9	0,6	3,3	0,8	5,5	3,5	24,5
2006	640,7	4,6	4,9	38,4	5,9	0,2	5,3	0,7	5,6	2,3	58,8
2007	681,2	5,9	6	40,8	5,7	0,7	4,2	1,2	8,7	1,9	49,4
2008	501,8	3,1	5,1	21,7	6	1	2,3	0,3	1,5	1,7	17,3
průměr	607,9	4,53	5,33	33,6	5,86	0,63	3,9	0,7	5,2	1,9	41,8

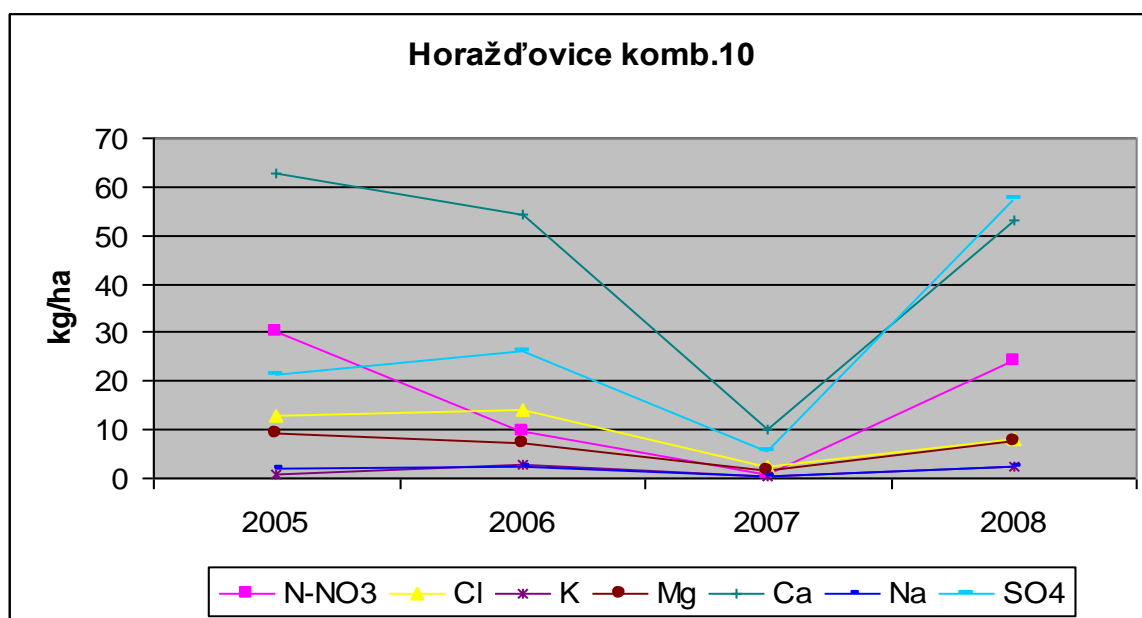
## 6. Eluát

### 6.1 Obsah živin a průvodních látek v eluátu v Horažďovicích

Obsahy živin a průvodních látek v eluátu v letech 2005 - 2008 v Horažďovicích - kombinace č.10. jsou uvedeny na obrázku č.7 (Výroční zpráva ÚKZÚZ, Horažďovice 2005 – 2008) . Za sledované období bylo v horizontu 40 cm v průměru nejvíce vyplaveno nitrátové formy dusíku, vápníku a síranů. U této kombinace činil průsak pod horizont 40 cm v roce 2005 cca 4 % , v roce 2007 necelé 1 % a v roce 2008 byl naměřen průsak nad 5% z celkového úhrnu srážek v daném roce.

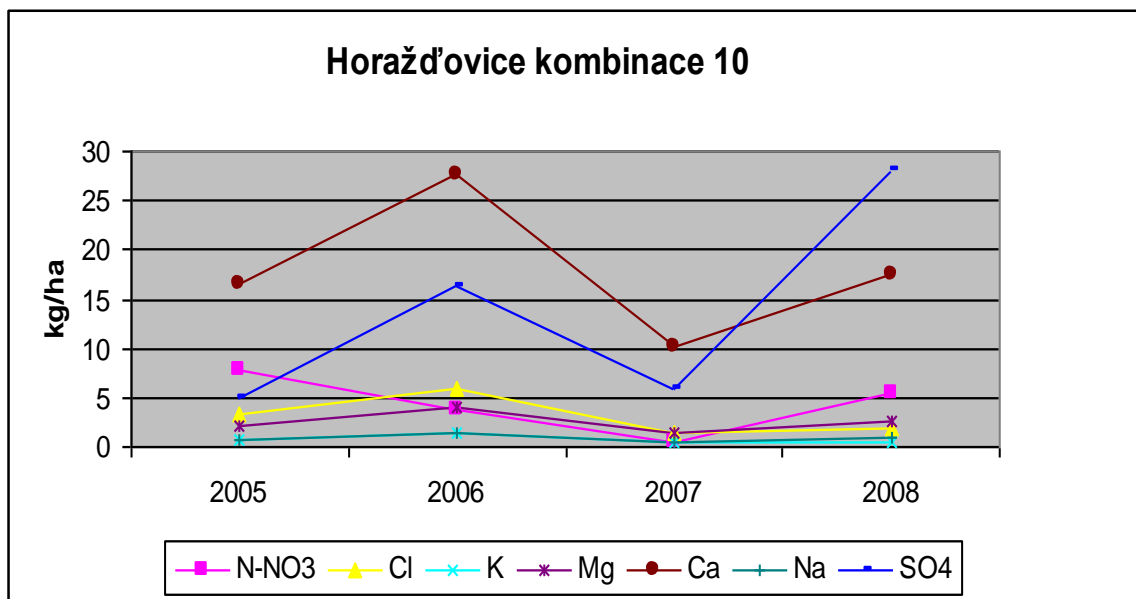
Eluát zachycený v horizontu 60 cm v Horažďovicích u kombinace č. 10 (Obr. č. 8) činil z celkového ročního úhrnu srážek v roce 2005 cca 1,37 % , v roce 2006 bylo proplaveno eluátu více jak 4%. V roce 2007 byl roční úhrn srážek o 40 l/m<sup>2</sup> vyšší vůči roku 2005, množství zachyceného eluátu v 60 cm bylo však nižší, činilo 0,5%. Roční úhrn srážek za rok 2008 činil 502 mm a pod horizont 60 cm bylo proplaveno více než 2%. Při infiltraci docházelo k největšímu vyplavování vápníku, síranů a nitrátového dusíku .

Za ztracené jsou považovány živiny zjištěné pod horizontem 80 cm. V následujícím obrázku č.9 je uveden přehled ztrát živin a průvodních látek mimo kořenovou zónu. K největšímu průsaku srážek docházelo v roce 2005 a v roce 2006. I v tomto horizontu bylo proplaveno nejvíce vápníku, síry a nitrátového dusíku. Čpavková forma dusíku a fosfor nebyly zachyceny(obdobný stav N-NH<sub>4</sub> a P byl zaznamenán v eluátu v horizontu 40 a 60 cm).

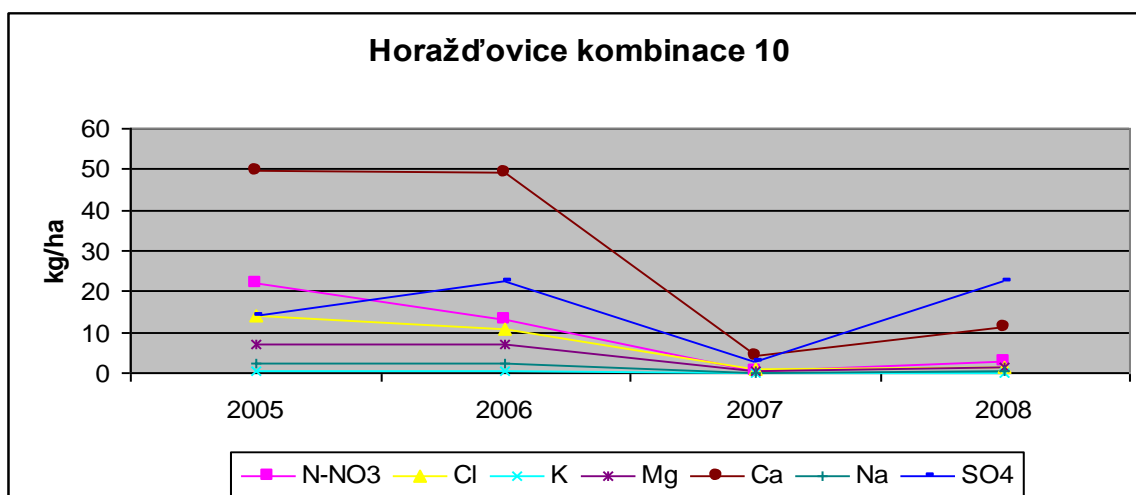


Obr. č. 7 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu letech 2005 – 2008 v Horažďovicích kombinace č. 10 v horizontu 40 cm. Údaje v kg/ha.





Obr.č.8 – Obsah živin a průvodních látek v eluátu v letech 2005 – 2008 v Horažďovicích kombinace č. 10 v horizontu 60 cm. Údaje v kg/ha

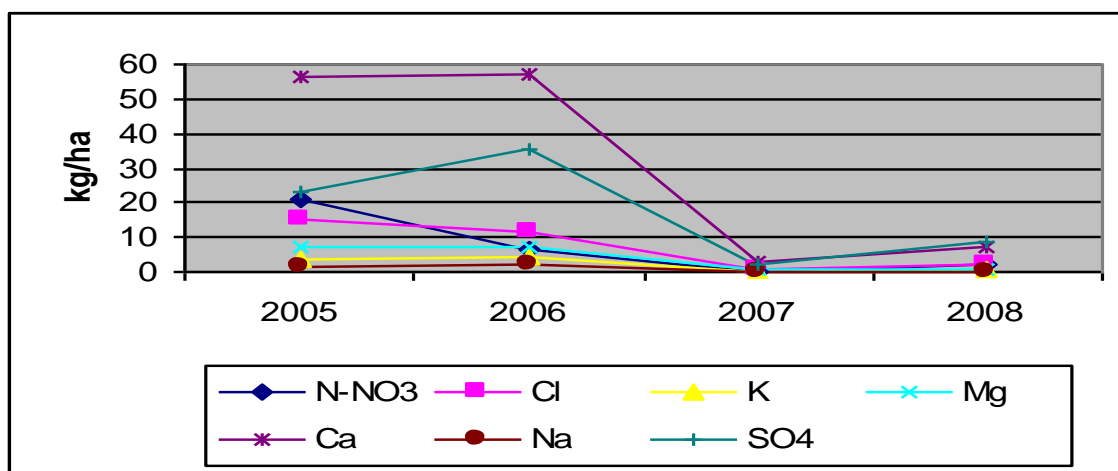


Obr.č.9 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v letech 2005 – 2008 v Horažďovicích kombinace č. 10 v horizontu 80 cm. Údaje v kg/ha.

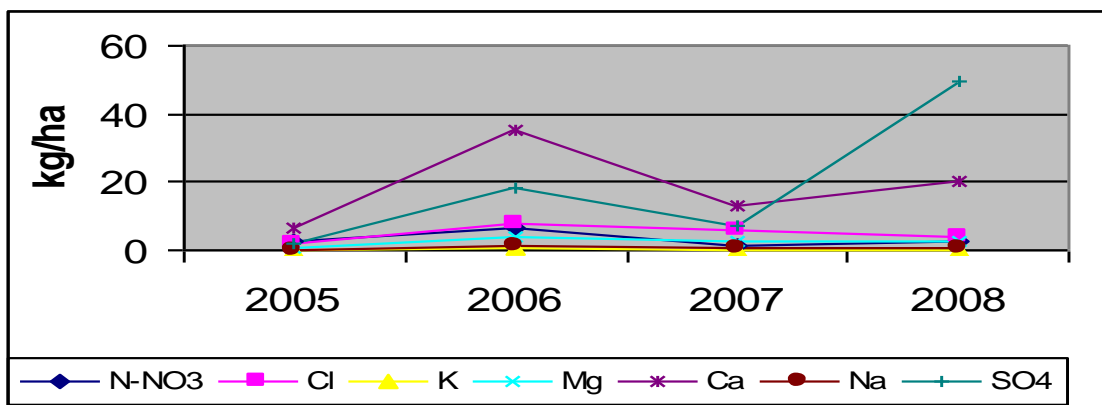
V Horažďovicích jsou dva lyzimetry instalované pod kombinacemi č.10 a č.11 stacionárního výživářského pokusu. Následující obsahy ztrát živin a průvodních látek byly zachyceny v eluátu pod kombinací č. 11. I u této varianty dochází k největšímu proplavování vápníku a síry. V průměru kolem 5 kg/ha dochází k vyplavení nitrátové formy dusíku a chloru. Průvodní látky a živina byly zachyceny v horizontu 40 cm (obr.č.10). V horizontu 60 cm je v eluátu nejvíce proplaveno síry. Vápník je obsaženým množstvím na druhém místě (v horizontu 40 cm bylo pořadí obrácené), následuje chlor a nitrátová forma dusíku. Dusík, vápník a chlor je na této hladině v průměru poloviční hodnoty v porovnání s horizontem 40 cm. U síry však byla průměrná hodnota za sledované období o 2 kg/ha vyšší (obr.č.11)

Ztrátu živin a průvodních látek v horizontu 80 cm tvoří vápník, síra, nitrátová forma dusíku. Čpavkový dusík a fosfor se v eluátech na žádné odběrové hladině nevyskytly, nebyly proplaveny ( Obr. č. 12 ).

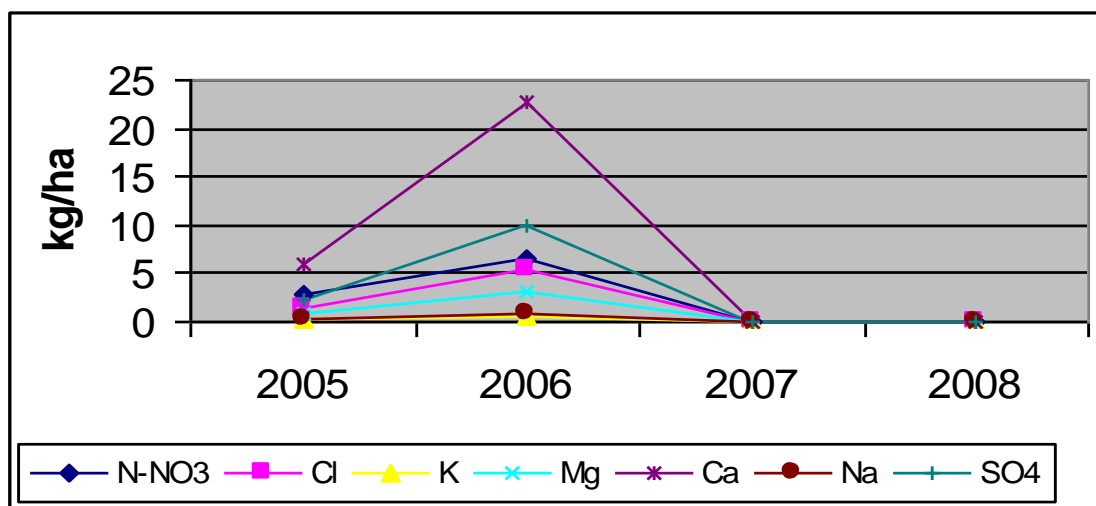
Z průměrných hodnot za sledované období je patrné, že na lyzimetrickém stanovišti v Horažďovicích pod kombinací č. 11 prosakuje cca 4,5 % ze sumy ročních srážek v roce 2005, 4 % v roce 2006, necelé 1 % za rok 2007 a více jak 5 % v roce 2008 pod horizont 40 cm. Pod horizont 60 cm prosáklo v roce 2005 1,3 %, za rok 2006 činil průsak 4,3 %, v roce 2007 půl procenta a v roce 2008 nad 5%. Pouze 3,0 % ze sumy ročních srážek pod horizont 80 cm byly prosáklé v roce 2005 a 2006. Průsak pod jedno procento byl zaznamenán v roce 2007 a 2008. Mezi průsaky jednotlivých ročníků je však vysoká variabilita. Intensitu infiltrace určuje množství dešťových srážek, pěstovaná plodina a zvolená agrotechnika. V eluátu bylo nalezeno nejvíce vápníku a síry.



Obr.č. 10 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v roce 2005 – 2008 v Horažďovicích kombinace č. 11 v horizontu 40 cm. Údaj v kg/ha



Obr.č.11 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v roce 2005 – 2008 v Horažďovicích kombinace č. 11 v horizontu 60 cm . Údaj v kg/ha



Obr.č. 12 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v roce 2005 – 2008 v Horažďovicích kombinace č. 11 v horizontu 80 cm. Údaj v kg/ha

## 6.2 Obsah živin a průvodních látek v eluátu v Závišíně

Vlivem nepravidelných srážek nebyl v roce 2006 v Závišíně eluát zachycen ve všech měsících: Jednotlivé kombinace se však – pokud jde o množství zachycené vody - výrazně odlišovaly. Množství eluátu klesalo s hloubkou umístění lyzimetru, pod horizontem 80 cm bylo nejnižší.

Další obrázky uvádějí obsahy živin a průvodních látek v eluátu v roce 2005 - 2008 a to ze všech odběrů všech kombinací, po přepočtu v kilogramech na hektar (Výroční zpráva ÚKZÚZ 2005 – 2008).

### 6.2.1 Útlumová varianta

Největšímu průsaku v horizontu 20 cm docházelo ve všech sledovaných ročnících u nitrátové formy dusíku. Maxima N-NO<sub>3</sub> za sledované období bylo dosaženo v roce 2007 (cca 80 kg /ha ). V tomto roce činil průsak 23,7 % z ročního úhrnu srážek. Vyšší průsak byl zaznamenán v roce 2008, který činil 26,9 % a průsak nitrátového dusíku se pohyboval nad 60 kg/ha. Více jak 50 kg/ha bylo proplaveno nitrátové formy dusíku v roce 2006 ( průsak 22,5% z ročního úhrnu srážek).

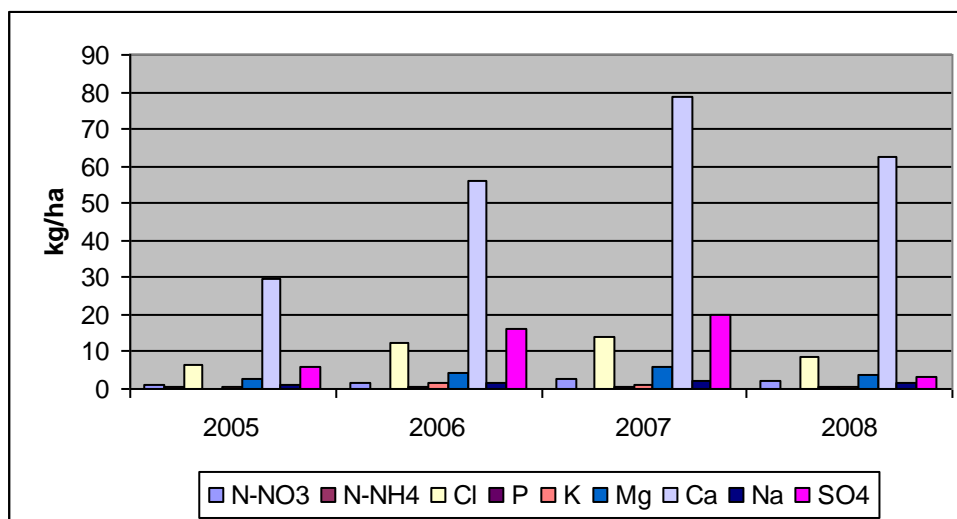
V horizontu 40 cm byl průsak následující : 2005 činil 6,4 %, 2006 dosahoval průsak 12,1 %, v roce 2007 - 17,8 % a v roce 2008 byl naměřen průsak 19,1 % z ročního úhrnu srážek. V tomto horizontu byl vysoký průsak rovněž N-NO<sub>3</sub> v roce 2007.

Rok 2007 dosahoval nejvyššího průsaku N-NO<sub>3</sub> ve všech sledovaných horizontech. Jednotlivé průsaky : 2005 – 6%, 2006 – 11,7 %, 2007 – 18,8% a rok 2008 14, 6% z celkového úhrnu atmosférických srážek daného roku.

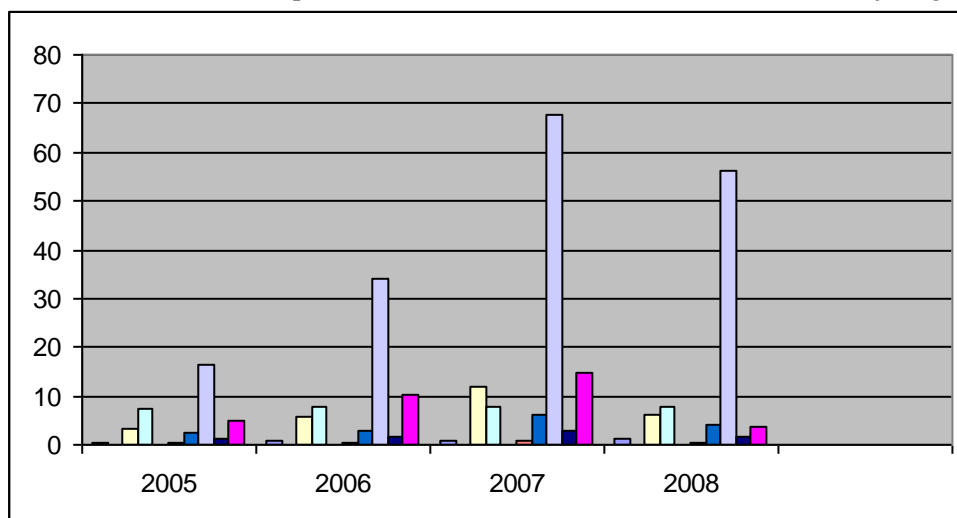
Útlumový způsob hospodaření dosahuje ztráty mimo kořenovou zónu zejména nitrátové formy dusíku, síry a chlóru. Nejvíce spadlých srážek je využito porostem v horní vrstvě v horizontu 20 cm. Ale i do ostatních sledovaných vrstev prosákne vysoké procento srážek. Což je pod horizont 80 cm nežádoucí (tab.č.9).

Tab.č.9 – Průsak srážek v % v jednotlivých horizontech v roce 2005 - 2008

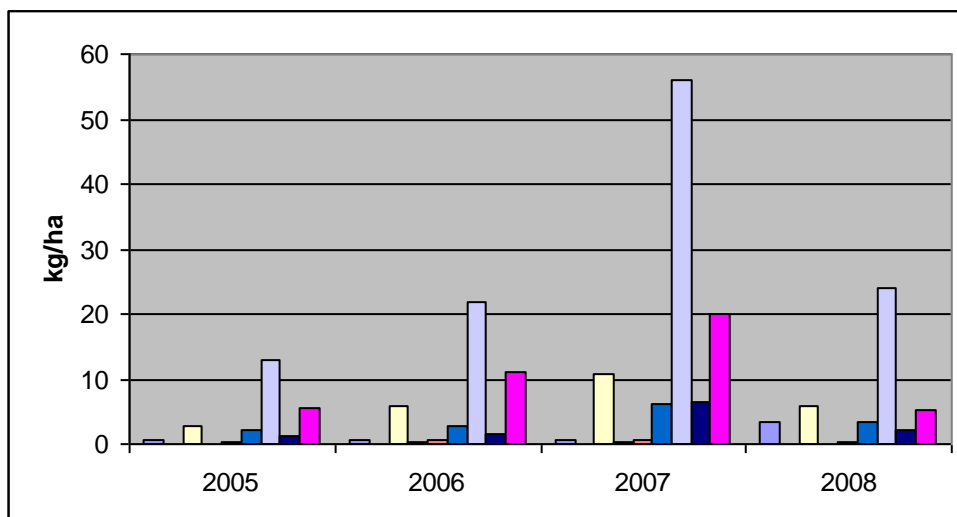
horizont	Průsak % 2005	Průsak % 2006	Průsak % 2007	Průsak % 2008
20 cm	11,8	22,5	23,7	26,9
40 cm	6,4	12,1	17,8	19,1
60 cm	6,0	11,7	18,8	14,6
80 cm	8,0	15,8	12,5	18,9



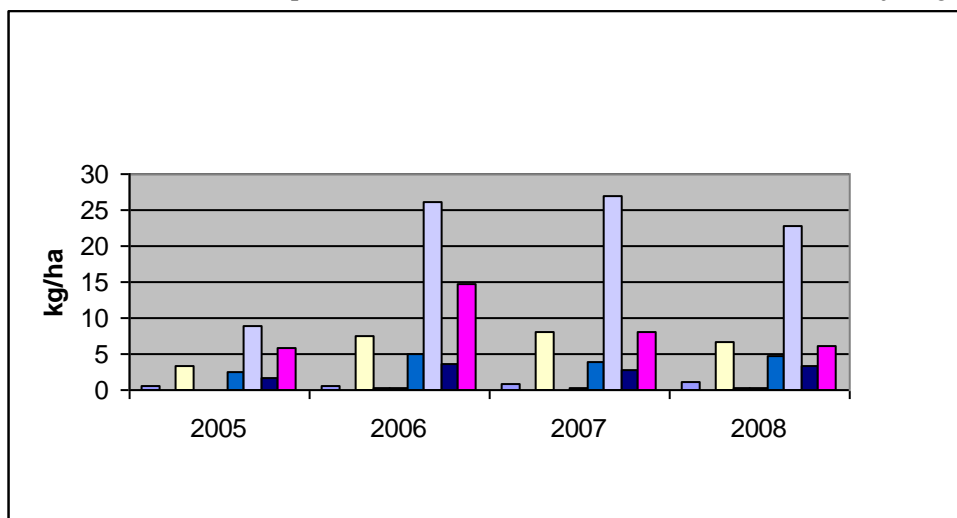
Obr.č.13 – Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 20 cm. Údaj v kg/ha.



Obr.č.14 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 40 cm. Údaj v kg/ha

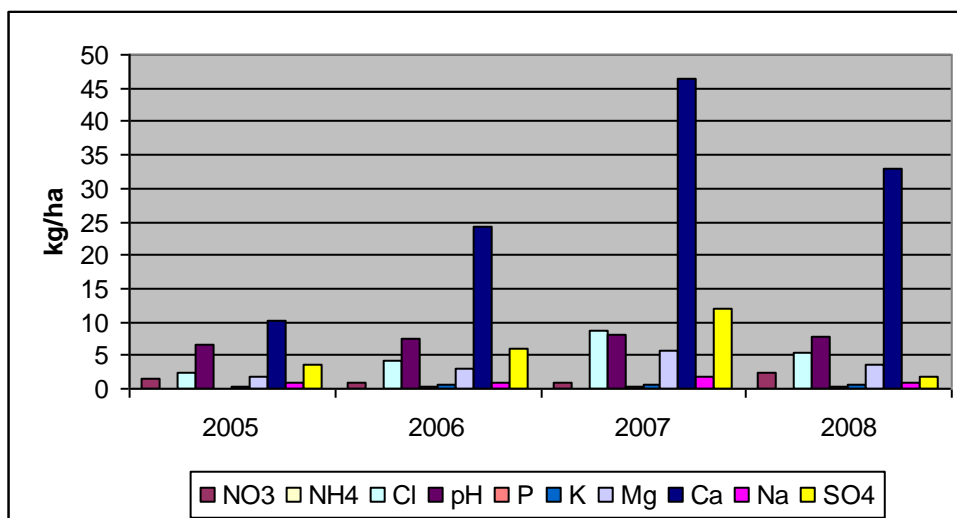


Obr. č.15 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 60 cm. Údaj v kg/ha.

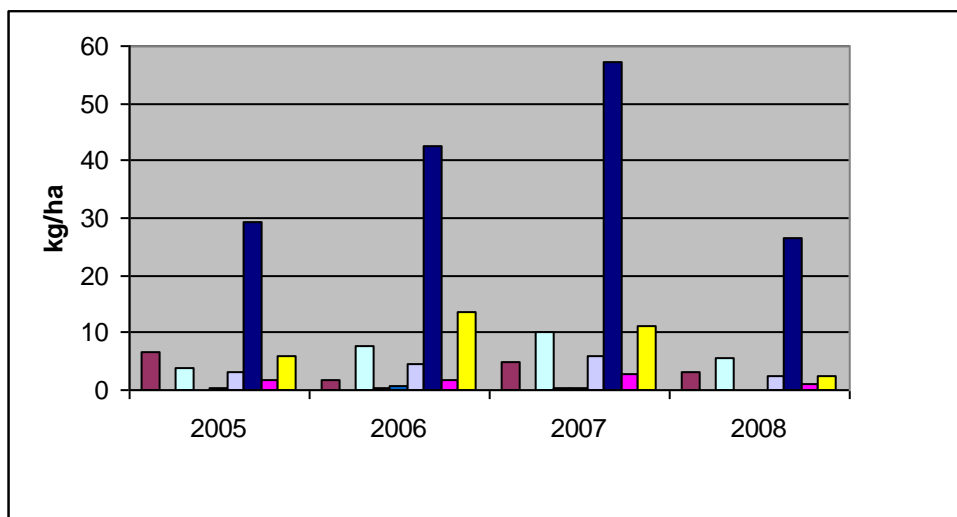


Obr.č. 16 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 80 cm. Údaj v kg/ha.

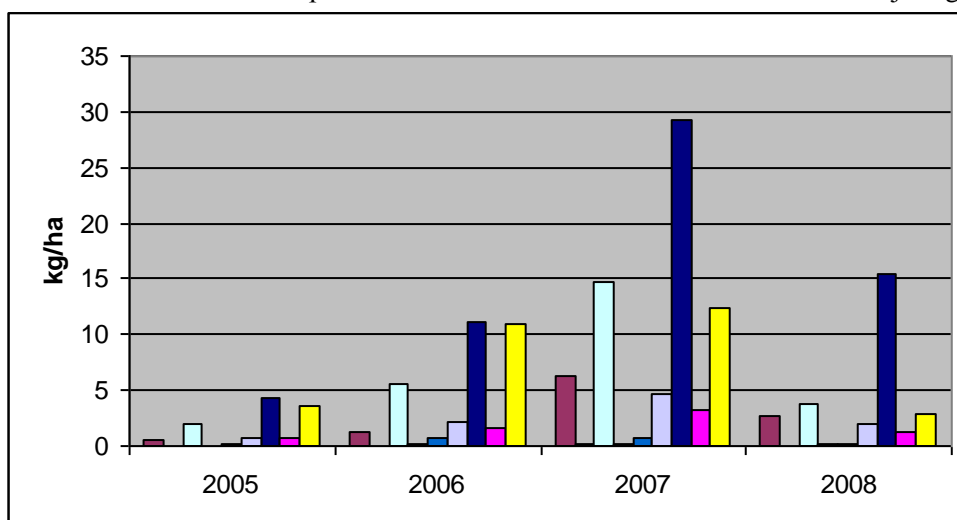
### 6.2.2 Úhorová varianta



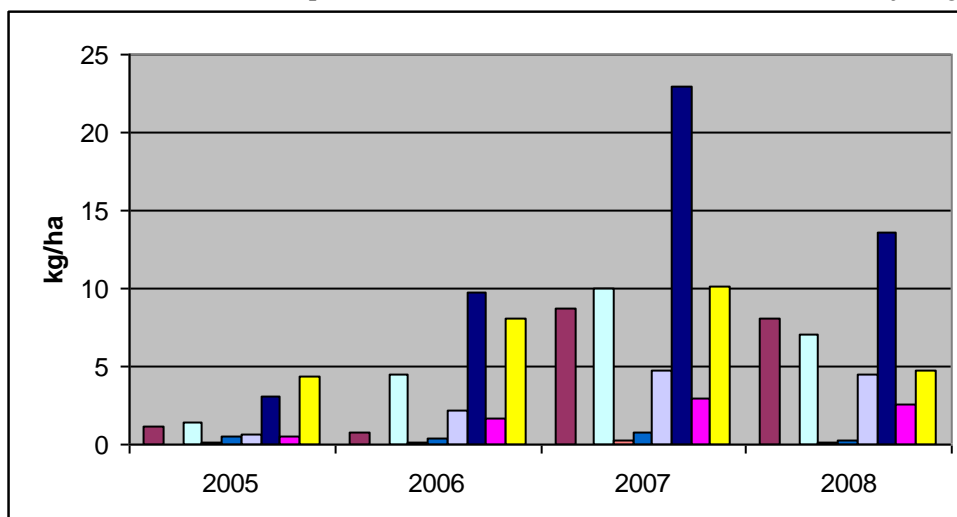
Obr. č. 17 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 20 cm. Údaj v kg/ha.



Obr. č. 18 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 40 cm. Údaj v kg/ha.



Obr. č. 19 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 60 cm. Údaj v kg/ha.



Obr. č. 20 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 80 cm. Údaj v kg/ha.

Při pohledu na variantu úhor (obr.č.17) v horizontu 20 cm, jednoznačně dochází k největšímu průsaku vápníku . V horizontu 40 cm (obr.č.18) se zvyšuje průsak síry a chlóru. Také se začíná zvyšovat obsah nitrátového dusíku a tento trend pokračuje i u horizontu 60 cm (obr.č.19) a horizontu 80 cm (obr.č. 20). Rok 2007 byl srážkově nejsilnější za sledované období.V tomto roce bylo v eluátu obsaženo nejvíce sledovaných průvodních látek.Nechalo by se říci, že jde o přímou korelaci. Obdobně tomu bylo v roce 2006, kdy byl rovněž překročen roční srážkový normál. V roce 2008 nebyl srážkový normál naplněn, a obsah látek v eluátu vůči předešlým sledovaným obdobím poklesl. V nepřímé korelaci je rok 2005, kdy byl srážkový roční úhrn překročen o 16%, ale proplavené živiny a průvodní látky jsou obsahově nejnižší za sledované období (Výroční zpráva, ÚKZÚZ, Závašín, 2005 – 2008).

Na úhoru je v horním horizontu, tj. ve 20 cm zadrženo nejméně srážek. S postupnou hloubkou se množství průsaku atmosférických srážek převážně zvyšuje. Prosáklé množství srážek není závislé na celkovém množství spadlých srážek (tab.č.10)

Tab.č.10 – Průsak srážek v % v jednotlivých horizontech v roce 2005 – 2008  
( z ročního srážkového úhrnu)

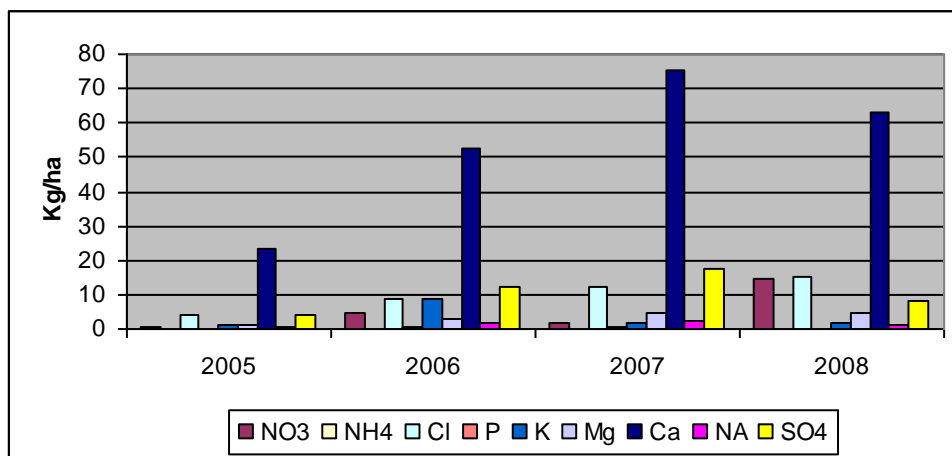
horizont	Průsak % 2005	Průsak % 2006	Průsak % 2007	Průsak % 2008
20 cm	5,6	9,1	12,8	13,6
40 cm	8,4	15,3	14,6	13,8
60 cm	4,7	11,0	14,3	10,2
80 cm	3,6	9,5	11,0	17,1

### 6.2.3 Extenzivní varianta

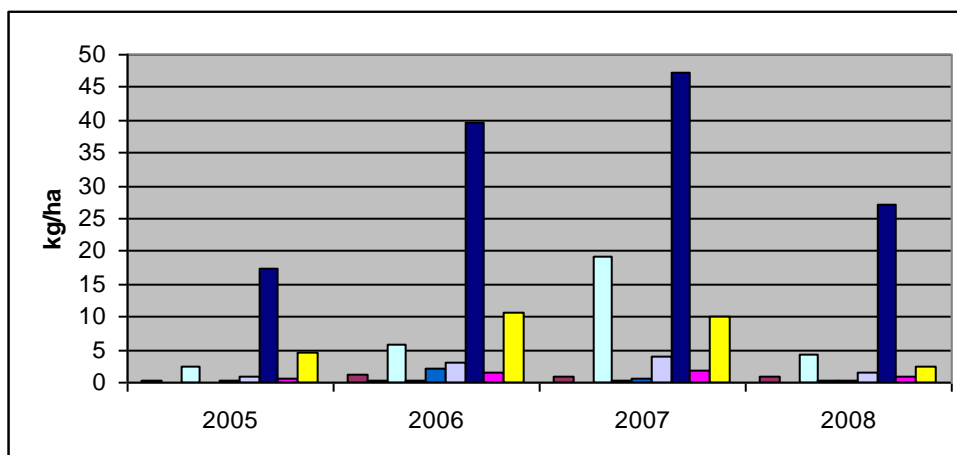
U extenzivní varianty na všech sledovaných hladinách odběru eluátu a ve všech sledovaných termínech dominuje průsak vápníku. S postupnou hloubkou jeho množství klesá, ale zároveň s již zmiňovanou postupnou hloubkou se více vyplavují síra a chlór.

Tab.11 – Velikost průsaku v % z ročního úhrnu srážek

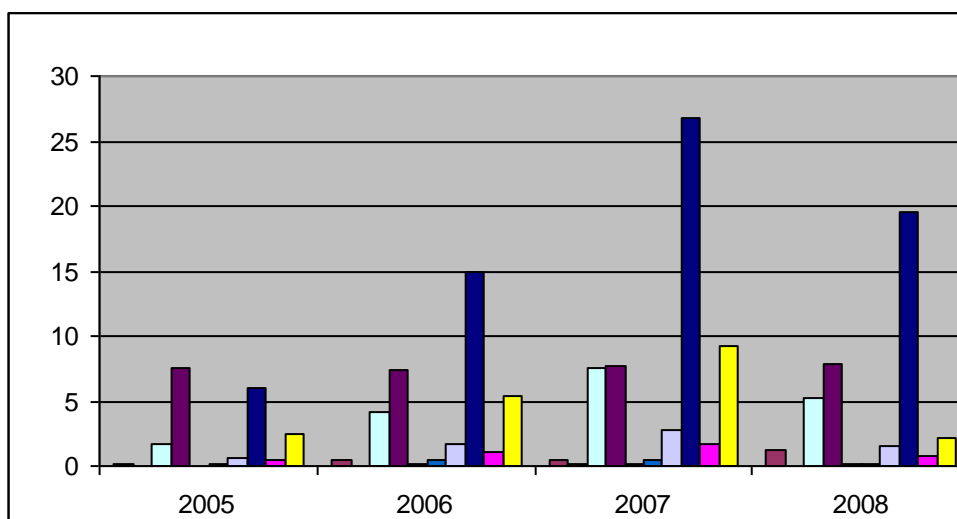
Horizont cm	2005 % Z ročního úhrnu srážek	2006 % Z ročního úhrnu Srážek	2007 % Z ročního úhrnu srážek	2008 % Z ročního úhrnu srážek
20	8,2	17	20,2	18,3
40	5,6	12,6	13,3	12,6
60	4,3	8,9	11,8	12,4
80	7,3	17,6	11,4	12,1



Obr. č. 21 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 20 cm  
TTP – Extenzivní varianta. Údaj v kg/ha.

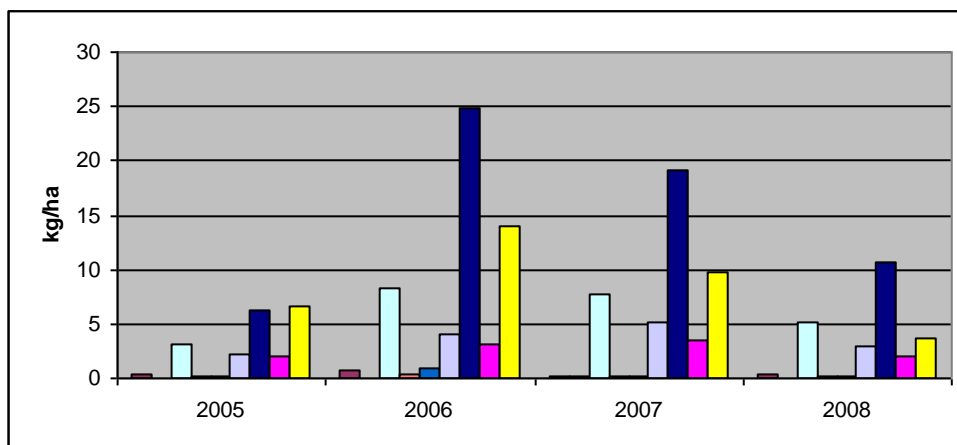


Obr. č. 22 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 40 cm. Údaj v kg/ha.



Obr. č.23 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 60 cm. Údaj v kg/ha.





Obr.č. 24 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 80 cm. Údaj v kg/ha.

V roce 2006 a 2008 byl v eluátu v horizontu 20 cm zaznamenán i nitrátový dusík, cca 1kg/ha. V ostatních horizontech je jeho obsah již minimální, nebo bezvýznamný (obr.č.21,obr.č.22,obr.č.23 a obr.č. 24). Amonná forma dusíku byla u extenzivní varianty v eluátu zastoupena v minimálním množství cca 0,1 kg/ha v horizontu 40 cm.

Většinu atmosférických srážek zachycuje ( využívá ) vegetační pokryv. Procento průsaku se půdním profilem snižuje. Ale není pravda, že čím hlubší profil, tím nižší procento průsaku. Z tabulky č. 11 vyplývá že množství průsaku vůči hloubce je kolísavé.

#### 6.2.4 Intenzivní varianta

U intenzivní varianty průsak vápníku klesá s postupnou hloubkou. Sestupnou tendenci poklesu vykazuje i chlór a zvyšuje se úroveň průsaku síry. S postupnou sledovanou hloubkou klesá i množství průsakových srážek.

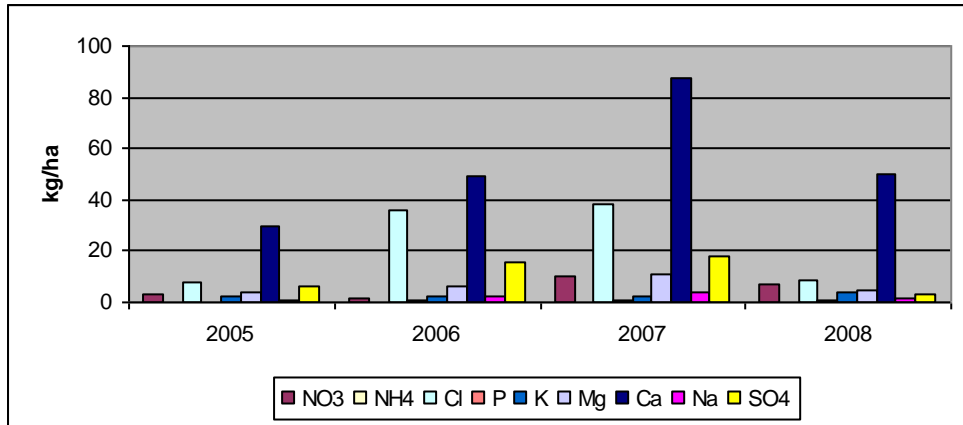
Průsak v roce 2005 činil 3,7 % z ročního úhrnu srážek do horizontu 60cm. Ostatní sledované roky, tj. 2006, 2007 a 2008 byl průsak vyrovnaný nad 6%.(tab.č.12). V tomto zachyceném eluátu bylo proplaveno nejvíce vápníku, chlóru a síry.

Tab.12 – Velikost průsaku v % z ročního úhrnu srážek

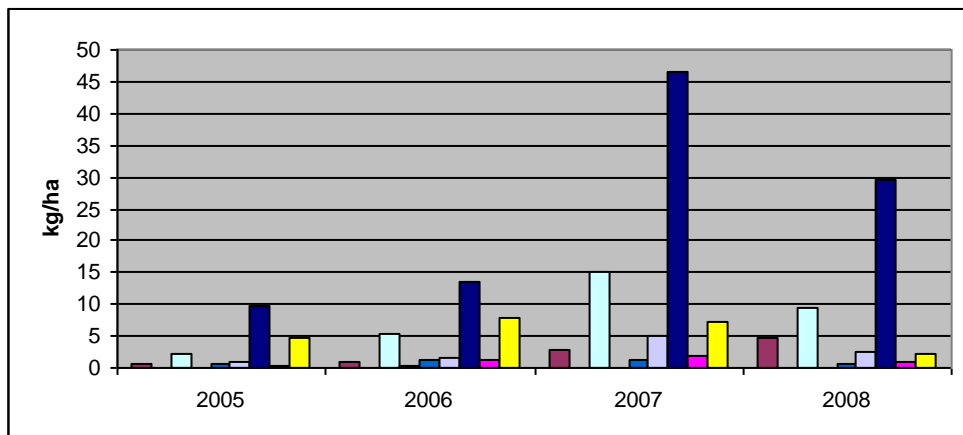
Horizont cm	2005 % Z ročního úhrnu srážek	2006 % Z ročního úhrnu Srážek	2007 % Z ročního úhrnu srážek	2008 % Z ročního úhrnu srážek
20	10,4	22,3	22,	23,5
40	5,1	11,7	11,4	11,1
60	3,7	6,6	6,3	6,3
80	3,7	10,5	7,7	7,0

K největšímu průsaku do hloubky 80cm došlo u vápníku , iontu síry a chlóru. Množství proplavení vápníku s postupnou hloubkou klesá.(obr. č. 25 a č. 28) Zatímco v horizontu 20cm bylo proplaveno cca 80 kg/ha , v horizontu 80cm to bylo cca desetkrát méně. U síry a chloru ( obr. č. 25 , č. 26, č. 27 a č. 28) jde o setrvalý stav s malými

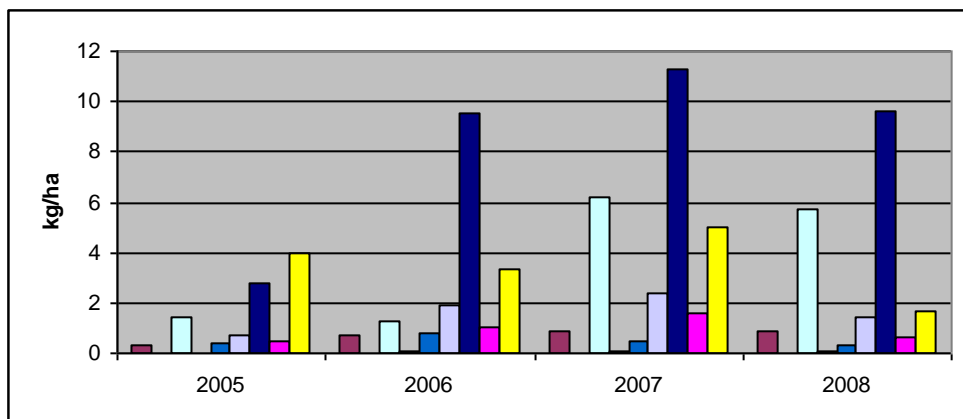
odchylkami. Obsah nitrátového dusíku se pohybuje kolem 0,8 kg/ha a amonný dusík byl obsažen v eluátu v roce 2007 v množství 0,5 kg/ha v horizontu 80 cm. V ostatních termínech hodnocení a hloubkách sledování nebyla amonná forma zaznamenána ( obr.č. 28).



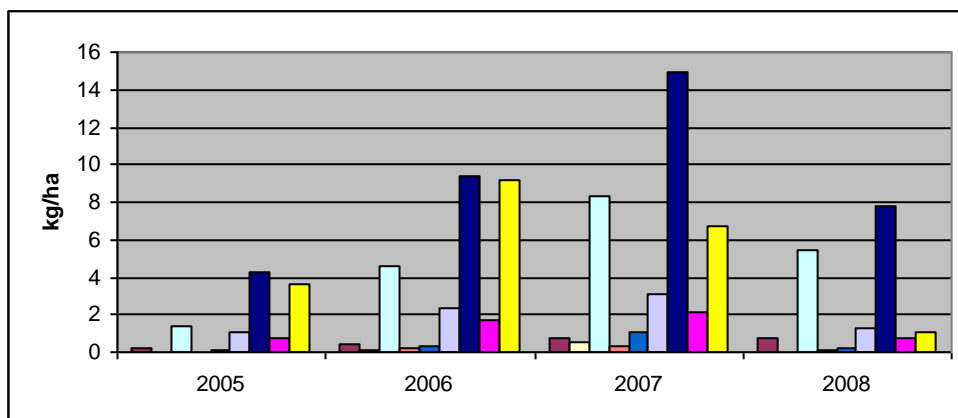
Obr.č. 25 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 20 cm. Údaj v kg/ha.



Obr. č. 26 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 40 cm. Údaj v kg/ha.



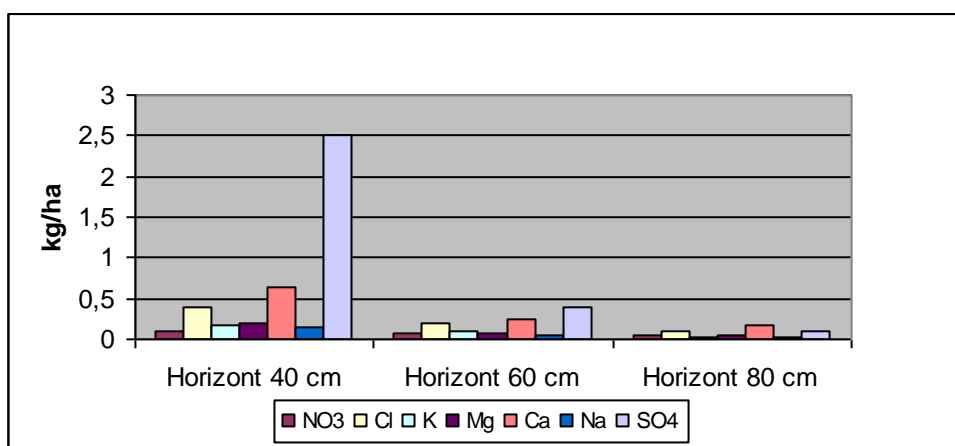
Obr. č. 27 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 60 cm. Údaj v kg/ha.



Obr. č. 28 - Obsah živin a průvodních látek v eluátu v horizontu 80 cm. Údaj v kg/ha.

### 6.3 Obsah živin a průvodních látek v eluátu v Krásném Údolí

Na orné půdě v Krásném Údolí ročně proplavuje cca 0,098 kg/ha nitrátového dusíku pod horizont 40 cm. S postupnou hloubkou půdním profilem množství proplaveného dusíku klesá. Pod horizont 60 cm je průsak  $\text{NO}_3$  0,079 kg/ha a ztráty dusíku mimo kořenovou zónu činí 0,04 kg/ha. Amonná forma dusíku nabyla zaznamenána.



Obr. č. 29 – Obsah živin a průvodních látek v eluátu na orné půdě v Krásném Údolí. Údaj v kg/ha.

Průsak jednotlivých živin a průvodních látek je zanedbatelný, pouze proplavení síry v horizontu 40 cm dosahuje cca 2,5 kg/ha, ale dalším průsakem půdním profilem hladina síry klesá (obr.č.29). V Krásném Údolí byl zachycen eluát za sledované období pouze jednou, v roce 2005, proto je nutné ke zjištěným výsledkům přistupovat obezřetně.

## 7. Dynamika dusíku v půdním profilu

Odběr půdních vzorků na stanovení minerálního dusíku byl proveden třikrát ročně, v termínech – brzy na jaře, po sklizni a před zámrazem (Sledování lyzimetrických stanovišť 2005 – 2008). Hloubka odběru vzorků odpovídá hloubce uložení sběrných misek v lyzimetrech a je označena A (0 – 40 cm), B (40 – 60 cm), C (60 – 80 cm)

V Závišíně (Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Závišín v roce 2005 – 2008) na trvalém travním porostu jsou vzorky odebírány dvakrát ročně, brzy na jaře a před zámrazem, z hloubek A (0 – 20 cm), B (20 – 40 cm), C (40 – 60 cm), D (60 – 80 cm).

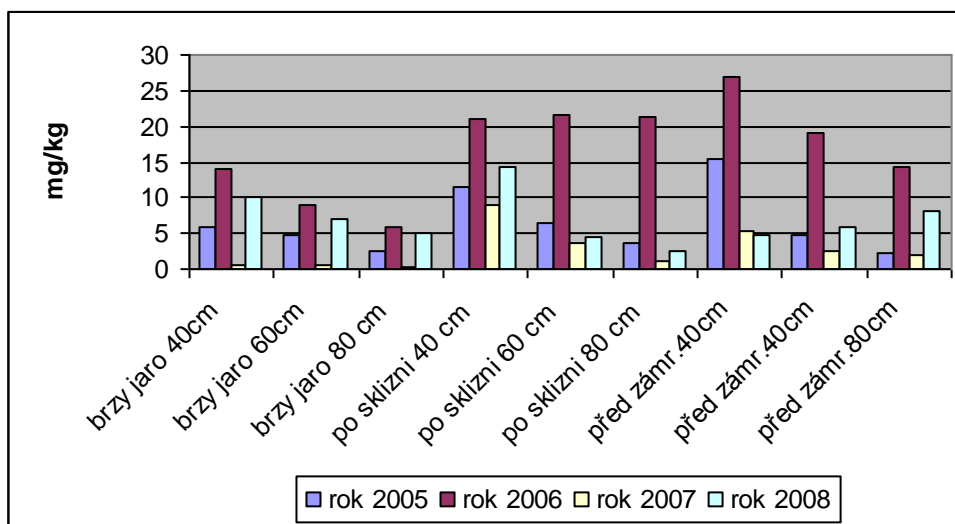
Při průsaku půdním profilem obohacuje srážková voda půdu o prvky a živiny.

Základními údaji pro zpracování bilance dusíku jsou vstupy dusíku z minerálních i organických hnojiv a výstupy dusíku sklizní hlavního a vedlejšího produktu.

Z lyzimetrických sledování je možno do vstupů zařadit i dusík dodaný dešťovými srážkami. Obsah minerálního dusíku v půdě do 60 cm brzy na jaře je údaj, ze kterého sice není možno odvodit využití rostlinami, ale jako pomocný údaj pro zpřesnění daného stavu je použitelný. Do výstupů lze zařadit ztrátu dusíku vyplavením z hloubky 80 cm.

### 7.1 Dynamika dusíku v Krásném Údolí

V následujících tabulkách a obrázcích jsou uvedeny výsledky obsahů N-NO<sub>3</sub> (Obr. č.30) a N-NH<sub>4</sub> v mg/ kg sušiny půdy (Obr. č. 31) v Krásném Údolí.



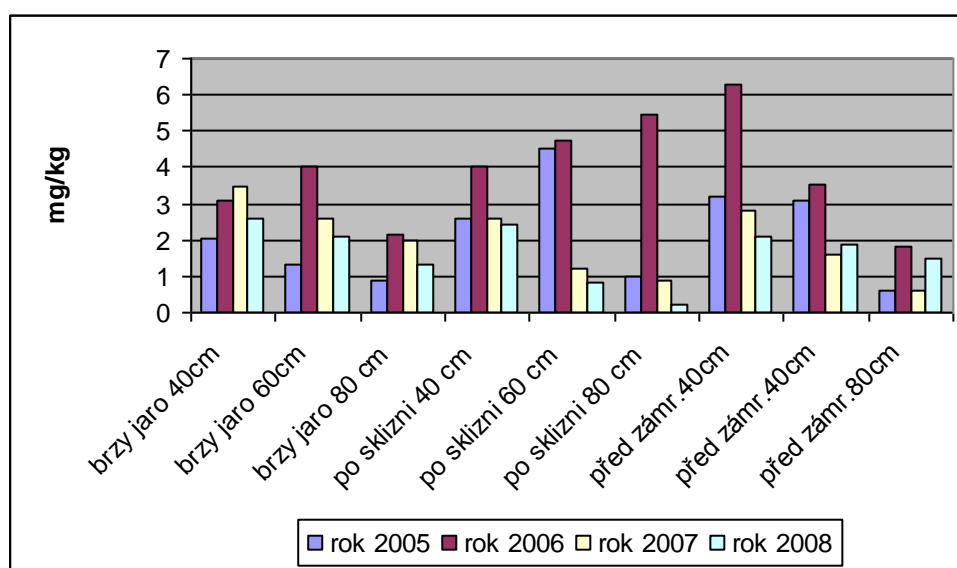
Obr.č.30 – obsah nitrátového dusíku za sledovaná období v termínech brzy na jaře, po sklizni a před

zámrazem v horizontech 40cm, 60 cm a 80 cm v K.Údolí v mg/kg sušiny půdy

Z obrázku č. 30 je zřejmé, že největší obsah nitrátového dusíku v sušině půdy byl v roce 2006 v horizontu A, tj. ve 40 cm hloubky odběru. V tomto roce, je vysoký obsah nitrátové formy dusíku však ve všech třech hladinách odběru. V termínu odběru po sklizni je množství nitrátového dusíku vyrovnané ve všech horizontech. Maxima dosahoval nitrátový dusík v termínu před zámrazem v horizontu A (40 cm). V roce 2007 následoval výrazný

pokles hladinové úrovně nitrátového dusíku. Mimo kořenovou zónu byl zaznamenán po sklizni i před zámrazem 2007. V roce 2007 byla hladina nitrátového dusíku nejnižší za sledované období. Nárůst nitrátového dusíku následoval v roce 2008, kdy byl zaznamenán v sušině půdy ve všech termínech odběru mimo kořenovou zónu. Rok 2005 byl výskyt nitrátového N ve všech termínech odběru a ve všech horizontech. Maxima dosahoval před zámrazem v horizontu A, zatímco vyrovnaná hladina obsahu dusíku byla na horizontu 60 cm. I v tomto roce docházelo ke ztrátám N-NO<sub>3</sub> v horizontu 80 cm.

V roce 2005 a 2007 byl překročen srážkový roční úhrn. V těchto letech je hladina nitrátového dusíku nižší, než v letech 2006 a 2008, kdy nebyl naplněn srážkový normál a hladina nitrátového dusíku je vyšší. Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Krásné Údolí (2005 – 2008).



Obr.č. 31 - obsah amonného dusíku za sledovaná období v termínech brzy na jaře, po sklizni a před zámrazem v horizontech 40cm, 60 cm a 80 cm v K.Údolí v mg/kg sušiny půdy

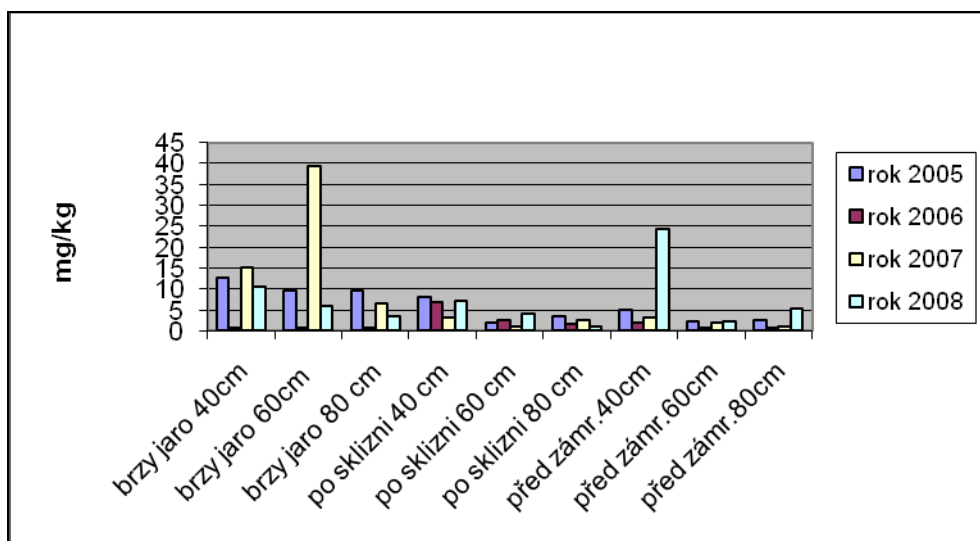
Následující obrázek č. 32 znázorňuje pohyb nitrátové formy dusíku v Krásném Údolí. Rok se srážkovým deficitem 2006 vykazuje nejvyšší obsah amonného dusíku za sledované období. Maximum v tomto roce bylo před zámrazem v horizontu 40 cm, po sklizni pod horizontem 80 cm a v horizontu 60 cm rovněž po sklizni. Vyšší hladina amonného dusíku byla také v roce 2005 v termínu po sklizni a před zámrazem. Rok 2007 dosahoval maxima amonné formy dusíku brzy na jaře. Z obrázku vyplývá, že nejrizikovějším rokem byl rok 2006, kdy byla nejvyšší hladina amonné formy mimo kořenovou zónu.

## 7.2 Dynamika dusíku v Horažďovicích

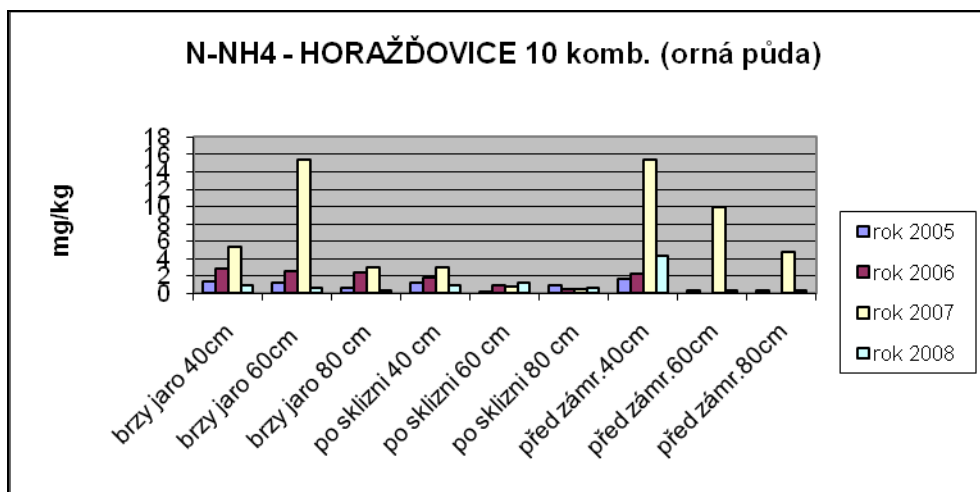
### 7.2.1 Kombinace č. 10

K největší dynamice  $\text{NO}_3$  došlo v roce 2007 v termínu sledování brzy na jaře v horizontu 60 cm. Nitrátový dusík v horizontu 80 cm se pohybuje v rozmezí do 0,5 mg/kg sušiny půdy, pouze v termínu brzy na jaře v roce 2005 a v roce 2007 byla dosažena hladina od 5 do 10 mg/kg sušiny půdy (obr.č.32).

V obrázku č. 33 je zdokumentována dynamika amonného dusíku v jednotlivých horizontech. Největší množství amonného dusíku bylo v roce 2007 v termínu brzy na jaře v horizontu 60 cm a před zámrazem v horizontu 40 cm. Pod horizontem 80 cm bylo obsaženo cca 5 mg/kg sušiny půdy amonného dusíku v roce 2007. V ostatních sledovaných letech bylo pod hladinou 80 cm obsaženo amonného dusíku do 2 mg/kg sušiny půdy (Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Horažďovice 2005 – 2008).

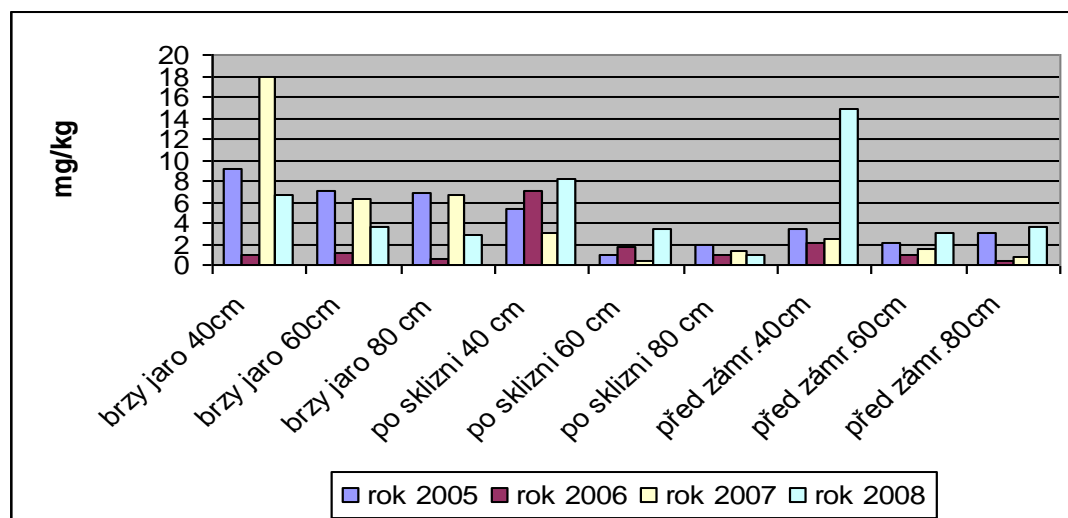


Obr.č.32 – obsah nitrátového dusíku za sledovaná období v termínech brzy na jaře, po sklizni a před zámrazem v horizontech 40cm, 60 cm a 80 cm. Horažďovice, kombinace č.10 v mg/kg sušiny půdy



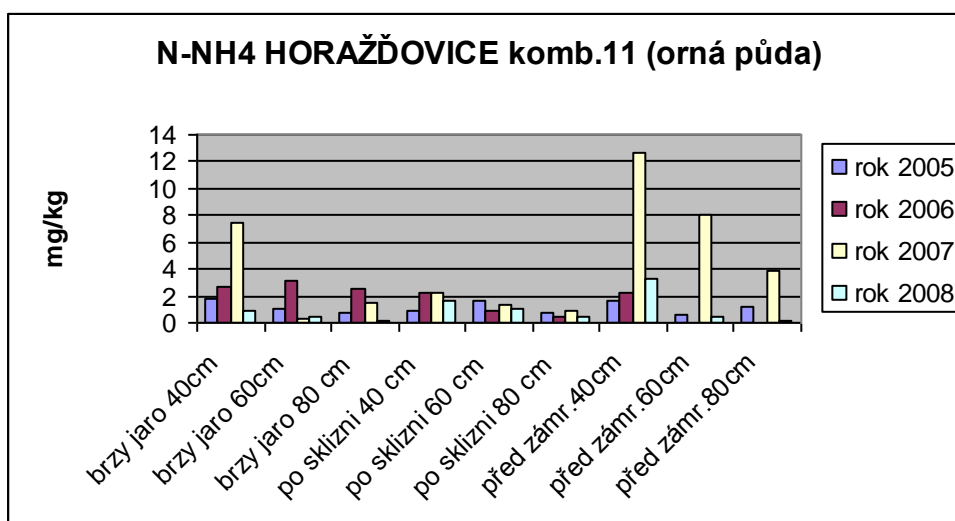
Obr.č. 31 - obsah amonného dusíku za sledovaná období v termínech brzy na jaře, po sklizni a před zámrazem v horizontech 40cm, 60 cm a 80 cm. Horažďovice, kombinace č. 10 v mg/kg sušiny půdy

## 7.2.2 Kombinace č. 11



Obr. č. 34 – Pohyb N-NO<sub>3</sub> půdním profilem v Horažďovicích v letech 2005 – 2008  
V mg/kg sušiny půdy

V termínu sledování brzy na jaře dosahovala dynamika nitrátového dusíku pod hladinou 80 cm nad 5 mg/kg v sušině půdy v roce 2005 a v roce 2007. V ostatních termínech sledování obsahu nitrátového dusíku půdním profilem pod horizontem 80 cm byla hladina nižší. Obecně lze konstatovat, že nejvíce bylo obsaženo nitrátového dusíku mimo kořenovou zónu brzy na jaře. Po sklizni byla úroveň nejnižší a před zámrazem došlo k navýšení hodnoty nitrátového dusíku. V porovnání s jarním obdobím byla hodnota poloviční.

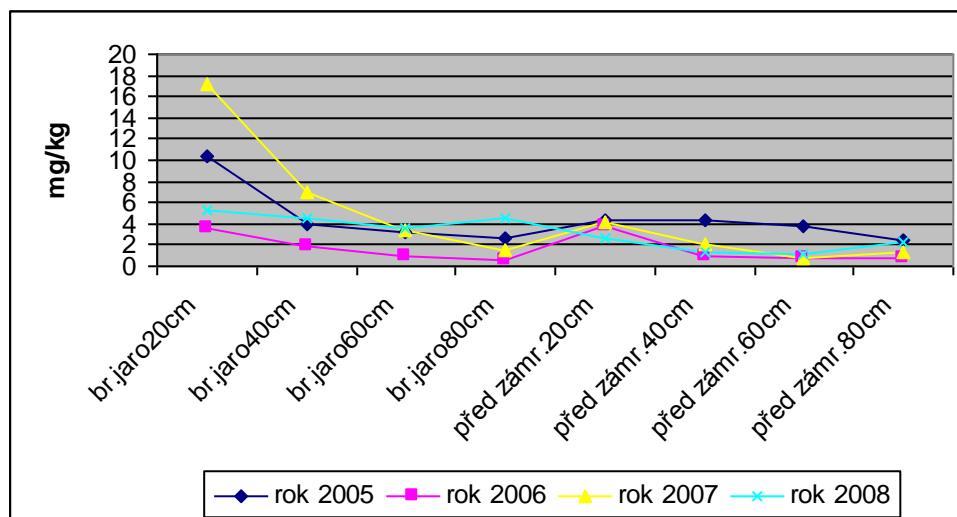


Obr.č. 35 - Pohyb N-NH<sub>4</sub> půdním profilem v Horažďovicích v letech 2005 – 2008

Na obsah amonného dusíku byl nejvýraznější rok 2005 a 2007. V tomto období bylo obsaženo v horizontu 80 cm před zámrazem dvojnásobné hodnoty jarního hodnocení ve stejném horizontu. V termínu po sklizni byla úroveň amonného dusíku nejnižší (obr.č. 35).

### 7.3 Dynamika dusíku v Závašíně

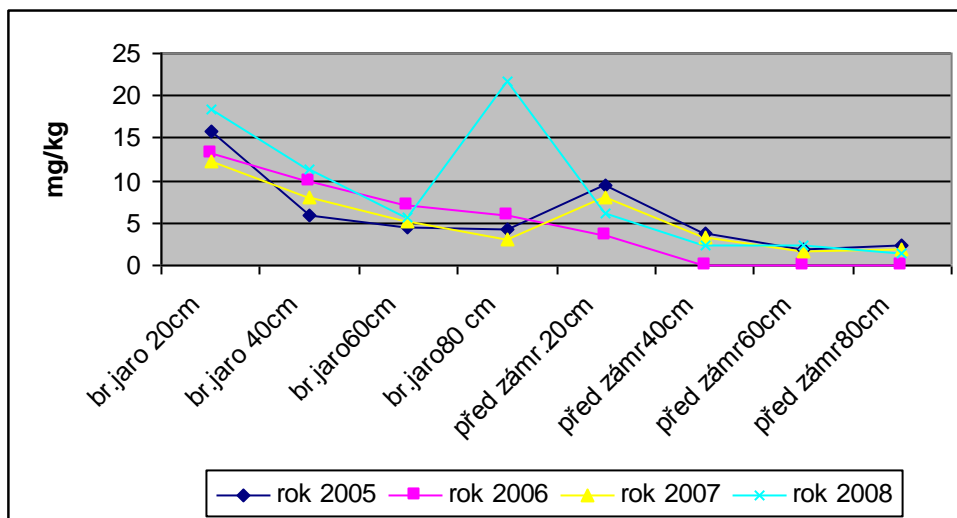
#### 7.3.1 Intenzivní varianta



Obr.č. 36 - Pohyb N-NO<sub>3</sub> půdním profilem v Závašíně v letech 2005 – 2008  
Intenzivní varianta v mg/kg sušiny půdy

Z obrázku č. 36 je zřejmý pokles hladiny nitrátového dusíku ve všech sledovaných letech během vegetační sezóny, tj. maxima bylo dosaženo v termínu brzy na jaře (Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Závašín 2005 – 2008).

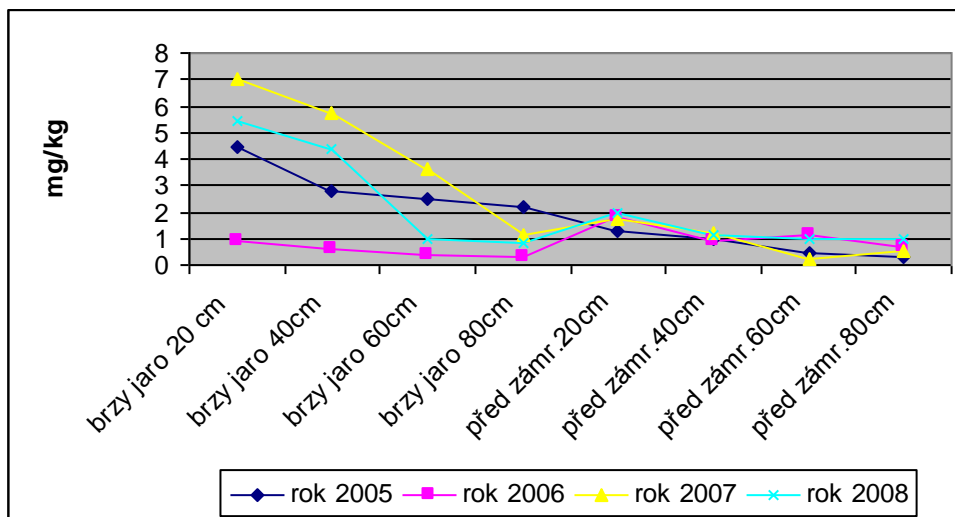




Obr.č. 37 - Pohyb N-NH<sub>4</sub> půdním profilem v Závišíně v letech 2005 – 2008  
Intenzivní varianta v mg/kg sušiny půdy

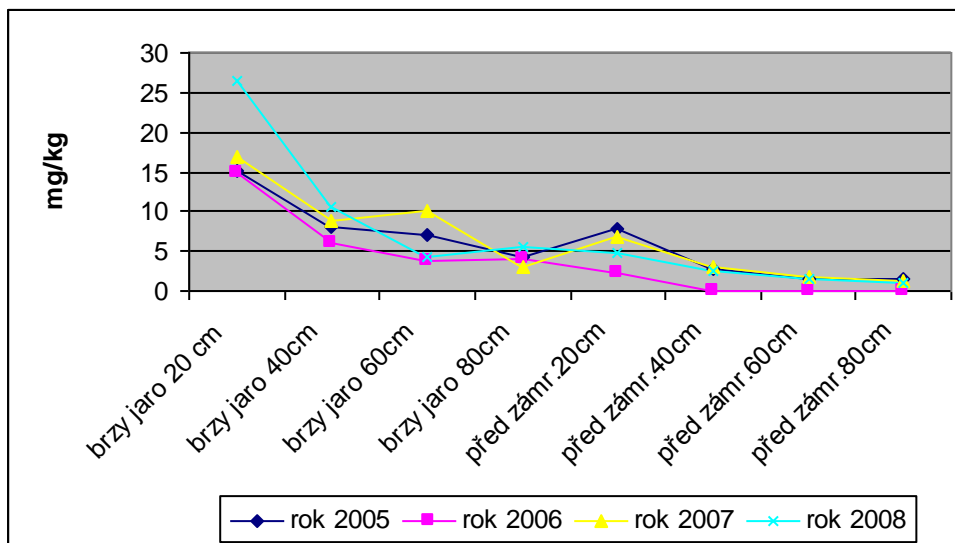
Hladina amonného dusíku brzy na jaře s postupnou hloubkou klesá. Výjimkou byl rok 2008, kdy pod horizontem 80 cm bylo zjištěno maximum N-NH<sub>4</sub> za sledovaná období (obr.č.37).

### 7.3.2 Extenzivní varianta



Obr.č. 38 - Pohyb N-NO<sub>3</sub> půdním profilem v Závišíně v letech 2005 – 2008  
Extenzivní varianta v mg/kg sušiny půdy

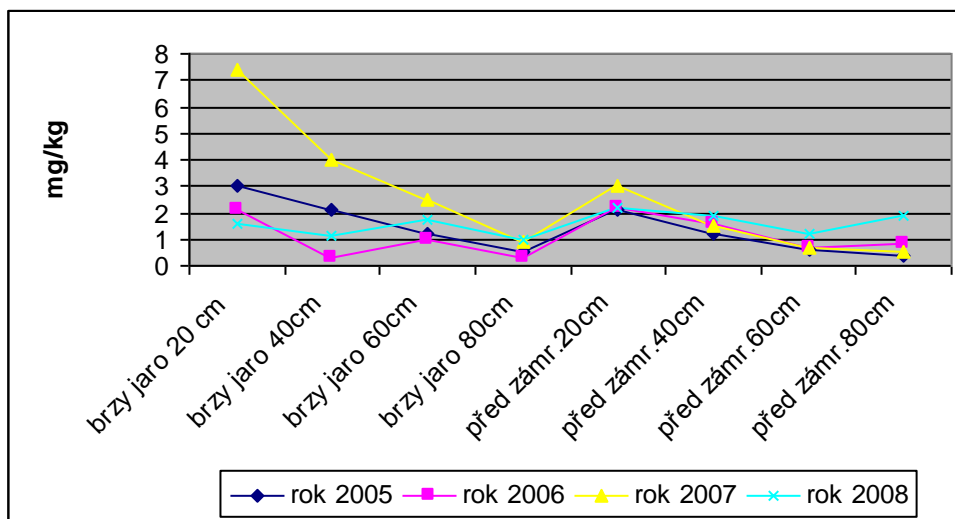
V půdním profilu ve všech horizontech byla hladina výskytu nitrátového dusíku maximální v termínu vyhodnocení brzy na jaře. V tomto termínu byl výrazný rok 2007 a 2008. Před zámrazem úroveň výskytu nitrátového dusíku významně poklesla (obr.č.38).



Obr.č. 39 - Pohyb N-NH<sub>4</sub> půdním profilem v Závišíně v letech 2005 – 2008  
 Extenzivní varianta v mg/kg sušiny půdy v mg/kg sušiny půdy

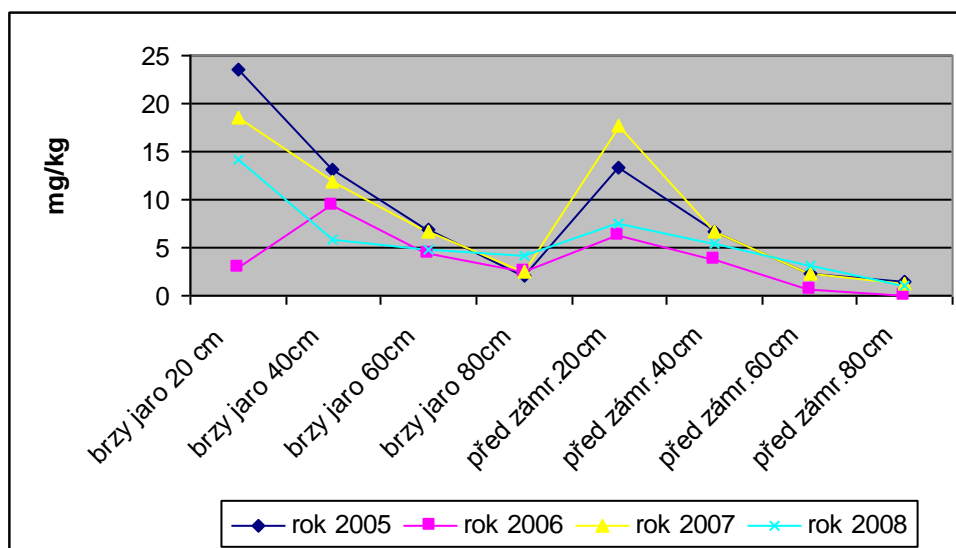
Amonný dusík dosahoval maxima v roce 2008 v termínu brzy na jaře. Z obrázku č. 39 je zřejmý pokles hladiny amonného dusíku s postupnou hloubkou sledování ( Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Závišín 2005 – 2008).

### 7.3.3 Varianta Útlum



Obr.č. 40 - Pohyb N-NO<sub>3</sub> půdním profilem v Závišíně v letech 2005 – 2008  
 Útlumová varianta v mg/kg sušiny půdy v mg/kg sušiny půdy

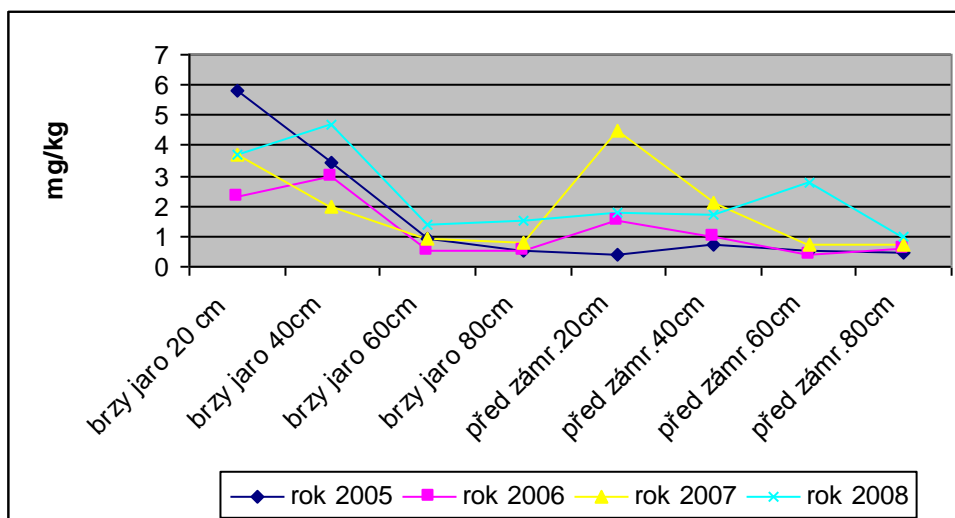
Rok 2007 je výrazný na obsah nitrátového dusíku i u útlumové varianty hospodaření. Během vegetace však hladina nitrátového dusíku postupně klesá ve všech horizontech. K mírnému zvýšení došlo v období těsně před zámrazem (obr.č.40).



Obr.č. 41 - N-NH<sub>4</sub> půdním profilem v Závišíně v letech 2005 – 2008  
Útlumová varianta v mg/kg sušiny půdy v mg/kg sušiny půdy

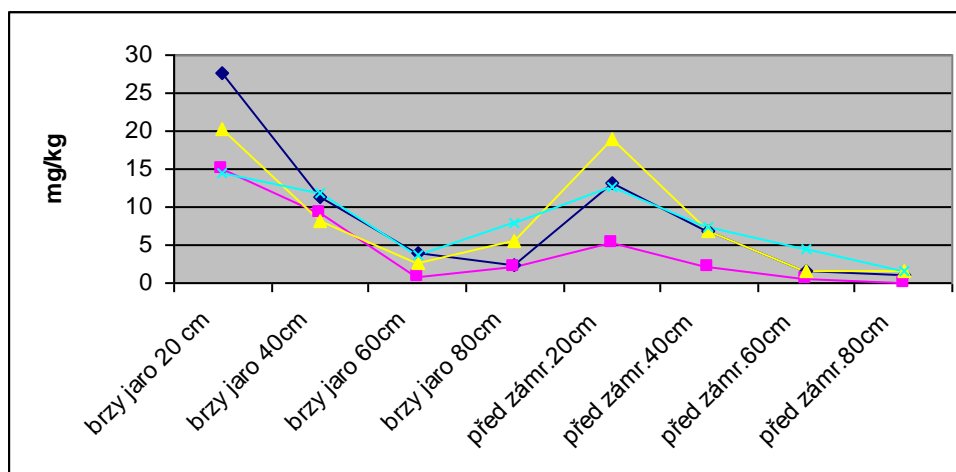
Zatímco u nitrátové formy dusíku (obr.č.40) byl nejvýraznější rok 2007 u amonné formy (obr. č.41) je výraznější rok 2005. Amonná forma dusíku se v roce 2007 před zámrazem dostala na stejnou úroveň jako brzy na jaře v horizontu 20 cm a dosáhla vyššího množství dusíku než ve zmiňovaném roce 2005. Následný pokles na minimální hodnoty půdním profilem. Zajímaví je rok 2006, kdy brzy na jaře došlo ke zvýšení hladiny amonného dusíku v horizontu 40 a 60 cm oproti horizontu 20 cm. V ostatních sledovaných letech byl vždy pokles hodnoty s postupnou hloubkou půdního profilu.

### 7.3.4 – Varianta Úhor



Obr.č. 42 - N-NO<sub>3</sub> půdním profilem v Závišíně v letech 2005 – 2008 Úhorová varianta v mg/kg sušiny půdy

V roce 2005 byla maximální hladina nitrátového dusíku na variantě útlum brzy na jaře v horizontu 20 cm (obr.č.42). Ostatních sledovaných letech byla hodnota N-NO<sub>3</sub> ve stejném horizontu nižší. S postupnou hloubkou půdním profilem hladina nitrátového dusíku klesá na minimum. V roce 2006 a 2008 bylo zjištěno navýšení hodnoty nitrátového dusíku v horizontu 40 cm oproti horizontu 20 cm v termínu brzy na jaře. Před zámrazem dochází ke zvýšení hladiny dusíku, zejména v roce 2007 v horizontu 20 cm. Mimo kořenovou zónu jsou ztráty minimální.



Obr. č. 43 - N-NH<sub>4</sub> půdním profilem v Závišíně v letech 2005 – 2008 Úhorovová varianta v mg/kg sušiny půdy

Při pohledu na obrázek č. 43 je zřejmé obdobné chování amonné formy dusíku jako nitrátové. Maximální hodnoty amonné formy dusíku bylo dosaženo v roce 2005. Ve všech letech hodnocení hladina dusíku klesala půdním profilem. Nejvyšších hodnot NH<sub>4</sub> bylo dosaženo v horizontu 20 cm brzy na jaře a v období před zámrazem. Mimo kořenovou zónu pod horizont 80 cm byl proplaven amonný dusík významněji v roce 2007 a 2008.

## 8. Výsledky a diskuse

Lyzimetrická stanoviště ( pokusy ) jsou jedinečným a nenahraditelným zdrojem informací o vzájemných vztazích mezi průběhem počasí , půdou, rostlinami a o celkovém vlivu na životní prostředí.

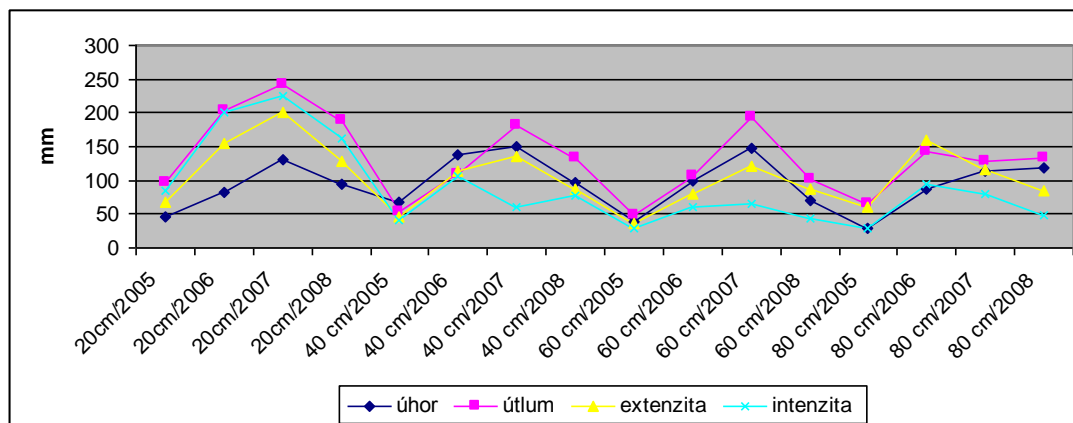
Srážková voda:

Srážková voda v Krásném Údolí obohacuje půdní profil převážně nejvíce o sírany , chloridy, draslík a vápník. V atmosférických srážkách je přítomna nitrátová a amonná forma dusíku. Amonná forma dusíku převažuje. V Závišíně je srážkovou vodou půdní profil obohacen zejména chloridy, sírany ( v Krásném Údolí dominovaly sírany) a převažuje přítomnost nitrátové formy dusíku. Horažďovice tvoří křižovatku mezi jmenovanými stanovišti. V atmosférických srážkách dominují sírany, pak chloridy. S oblastí Krásné Údolí je společný průměrný obsah amonného dusíku a se Závišínem je společný obsah nitrátové formy dusíku.

Eluát:

V Krásném Údolí, tedy na orné půdě byl zaznamenán průsak nitrátové formy dusíku v nepatrném množství. Amonný dusík nebyl zaznamenán. Výsledek je však jen z jednoho období, neboť v této oblasti byl jímán eluát jen v jednom roce sledování.

Na TTP v Závišíně byl eluát zachycen ve všech lyzimetrech a ve všech odběrových vrstvách. Nejvíce eluátu bylo zachyceno v Závišíně na stanovišti útlum ve všech horizontech i ve všech sledovaných letech. U intenzivní varianty je nejvíce srážek využito (obr.č.44) porostem v horizontu 20 cm, pak následuje velice výrazný pokles průsaku srážek až na nejnižší úroveň v horizontech 40 cm, 60 cm a 80 cm vůči ostatním lyzimetrickým stanovištím TTP. U extenzivní varianty je nejvíce srážek zachyceno v horizontu 20 cm, v horizontu B a C je pokles a v horizontu 80 cm dochází k navýšení průsaku srážek. Na úhoru lze říci, že je množství průsaku vyrovnané ve všech horizontech.



Obr.č.44 – množství zachycených srážek na TTP v jednotlivých horizontech

Množství eluátu klesalo s postupnou hloubkou sledování. U intenzivní varianty převažuje vyplavování vápníku, jehož množství s postupnou hloubkou klesá. Obdobně je tomu i u chlóru. Množství síry se však s postupnou hloubkou zvyšuje.

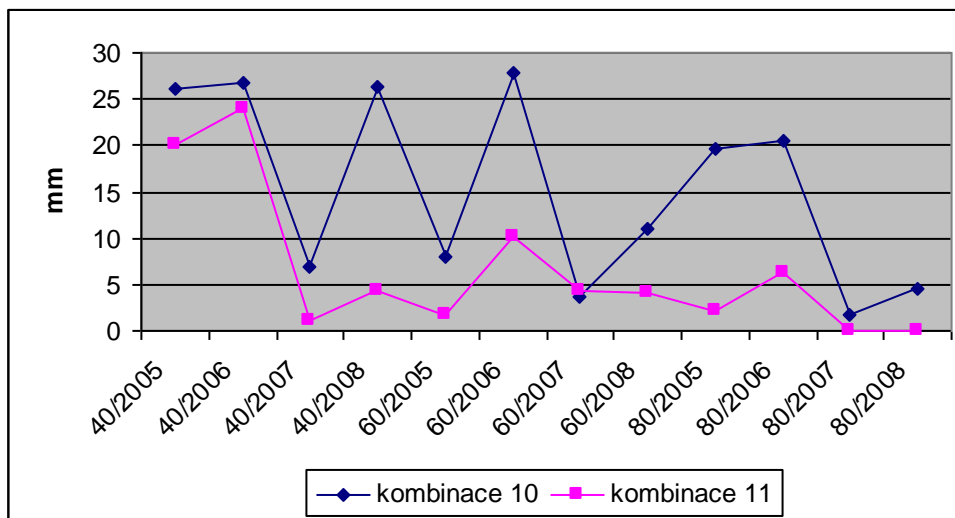
Kolem 20% z ročního úhrnu srážek je zachycen vegetačním pokryvem. Kolem 10% srážkového úhrnu je zachyceno v horizontu 40 cm a v průměru cca 7% srážkového úhrnu je ztraceno mimo kořenovou zónu. U orné půdy dochází k převážnému průsaku dusíku v nitrátové formě a množství průsaku srážek s postupnou hloubkou neklesá. Kromě odběru živin rostlinami dochází k značnému kapilárnímu odparu a rovněž úniku srážek při nasycení půdního profilu. Ke ztrátám srážek dochází i vlivem vytváření prasklin v období sucha. Rovněž podloží ovlivňuje množství průsaku, které může být rozdílné i v rámci jednoho honu. U extenzivní varianty také převažuje průsak vápníku. Na rozdíl od intenzivní varianty se s hloubkou průsaku zvyšuje množství nejen síry, ale také chlóru. Za sledované období bylo zaznamenáno minimální nebo žádné množství výskytu nitrátové formy dusíku. Čpavková forma nebyla zaznamenána. U extenzivní varianty je vegetačním pokryvem zachyceno 15 – 20 % ročního úhrnu srážek. Kolem cca 11% ročního úhrnu srážek bylo zachyceno v každém sledovaném horizontu, tj.: ve 40 cm, 60 cm a 80 cm.

Varianta úhor - průsakem srážek je vyplavován vápník, síra, chlór a nitrátový ion, jehož množství se s postupnou hloubkou zvyšuje. U této varianty jsem zjistila přímou korelaci se zvyšováním množství eluátu docházelo ke zvyšování množství vyplavovaných látek a živin. Pouze u jednoho roku (2005) ze čtyř sledovaných toto neplatilo. Na úhoru se s postupnou hloubkou zvyšuje množství průsaku. Celkové množství průsaku není závislé na celkovém množství spadlých srážek.

Orná půda Horažďovice:

Při pohledu na obrázek č.45, kde je znázorněné zachycené množství průsaku srážek je patrný významný rozdíl mezi kombinacemi č 10 a č.11 v Horažďovicích na orné půdě. Obě lyzimetrická stanoviště se nachází na stejném honě, se stejnou pěstovanou plodinou.

Obdělávání půdy je shodné. Rozdíl je pouze v dávce hnojení průmyslovými hnojivy (tab.č.13). V roce 2005 a 2007 nebylo hnojivo aplikováno.



Obr.č.45 – množství zachycených srážek v jednotlivých horizontech – orná půda Horažďovice  
Kombinace 10 a kombinace 11

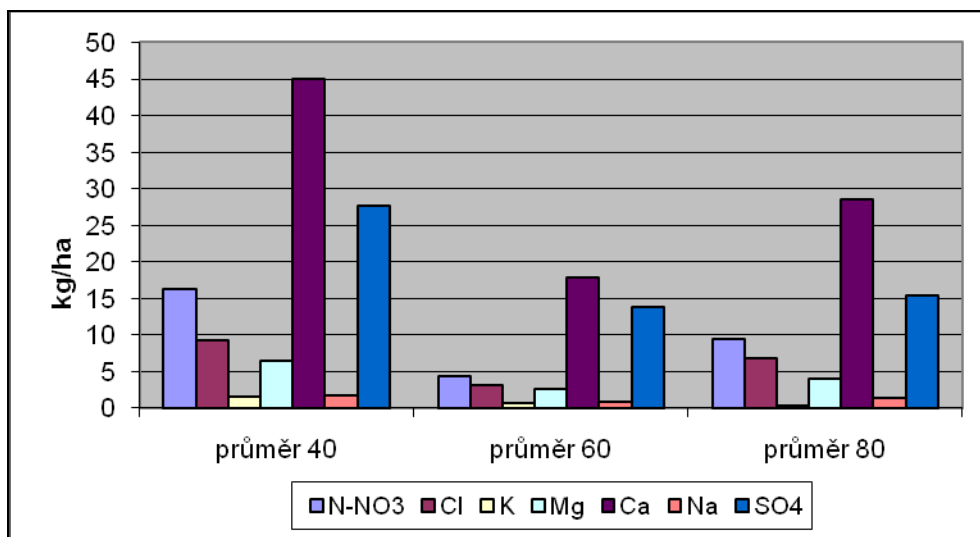
Tab.č.13 Aplikace průmyslových hnojiv v Horažďovicích

Rok 2006	N	P	K
Kombinace č. 10	40	60	80
Kombinace č. 11	80	240	320
Rok 2008			
Kombinace č. 10	60	30	40
Kombinace č. 11	120	120	160

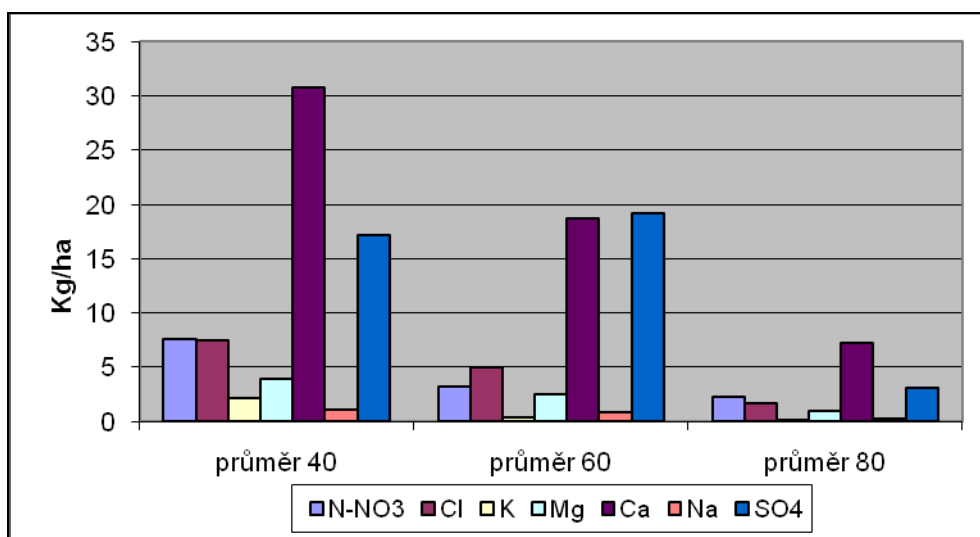
Z obrázku č. 45 je zřejmé, že se zvýšenou dávkou průmyslových hnojiv, klesá množství průsaku srážek a naopak. S nižší aplikací průmyslových hnojiv je průsak srážek vyšší. Rozdíl je několikanásobný.

U kombinace č. 10 je v horizontu 40 cm největší průsak nitrátového iontu, následuje vápník a sírany. V horizontu 60 cm a 80 cm převažuje průsak vápníku, síranů a následuje nitrátový ion. V průsaku nebyla přítomna čpavková forma dusíku a fosfor.

U kombinace č. 11 nebyl v průsaku fosfor a čpavková forma dusíku. Zastoupení živin a látek v průsaku je obdobné jako u kombinace č.10, ale rozdíl je v zjištěném množství ( obr.č. 46 a č.47 ). U kombinace č.10 jsou zjištěné hodnoty obsahů látek a živin vyšší vůči kombinaci č. 11



Obr.č. 46 Průměrné obsahy látek a živin v eluátech z horizontů 40, 60 a 80 cm u kombinace č. 10 za sledované období 2005-2008



Obr.č. 47 Průměrné obsahy látek a živin v eluátech z horizontů 40, 60 a 80 cm u kombinace č. 11 za sledované období 2005-2008

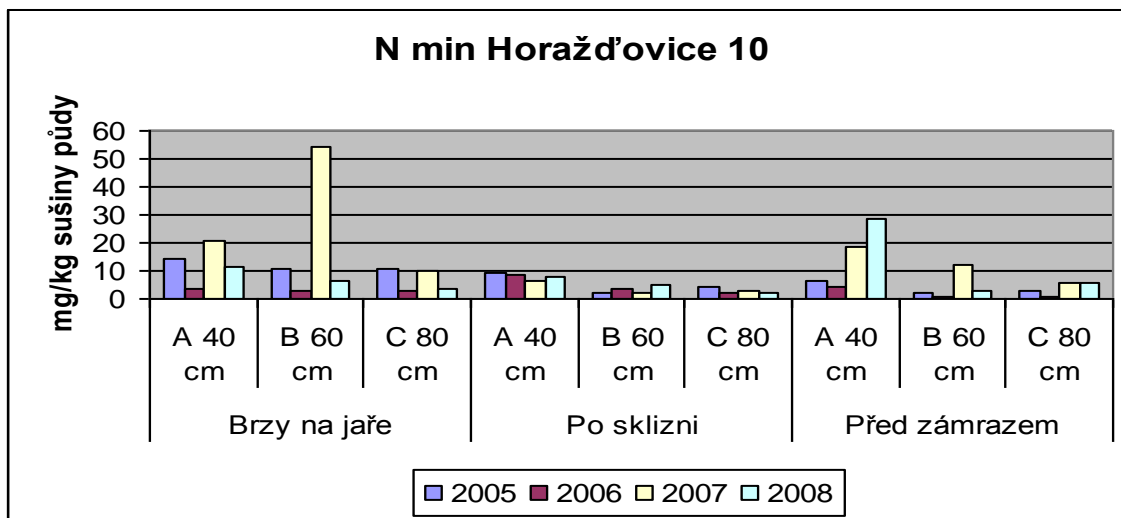
Na TTP je zachyceno minimálně 50 mm eluátu ve všech horizontech, u orné půdy je maximum nad 25 mm v horizontu 40 a 60 cm, a pak už množství je menší.

#### Dynamika dusíku:

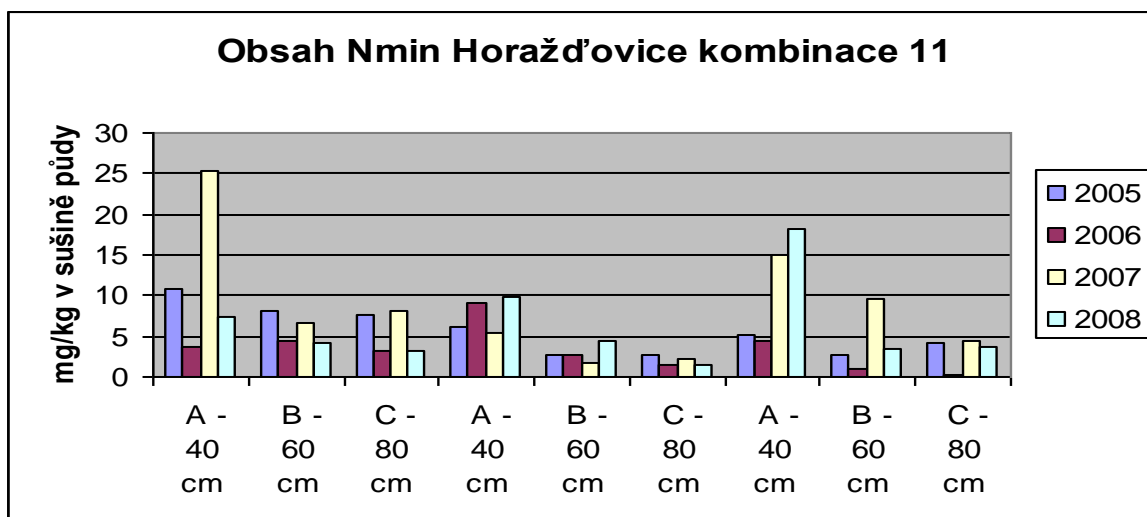
Na orné půdě lze konstatovat, že i u nitrátového i amonného dusíku je jednoznačně patrný pokles hodnot se zvyšující se hloubkou odběru. Na orné půdě byly brzy na jaře zjištěny vyšší hodnoty  $N_{\min}$  než po sklizni. Před zámrazem hodnoty  $N_{\min}$  vzrostly, zejména v roce 2008 a 2007.

Zanedbatelný posun půdním profilem vykazuje amonný dusík a fosfor.

Mírně vyšší jsou průsaky u draslíku, sodíku a hořčíku. Pak následuje nitrátový dusík, síra a vápník.



Obr.č. 48- Obsah Nmin Horažďovice kombinace 10 v mg/kg sušiny půdy



Obr.č. 49- Obsah Nmin Horažďovice kombinace 11 v mg/kg sušiny půdy

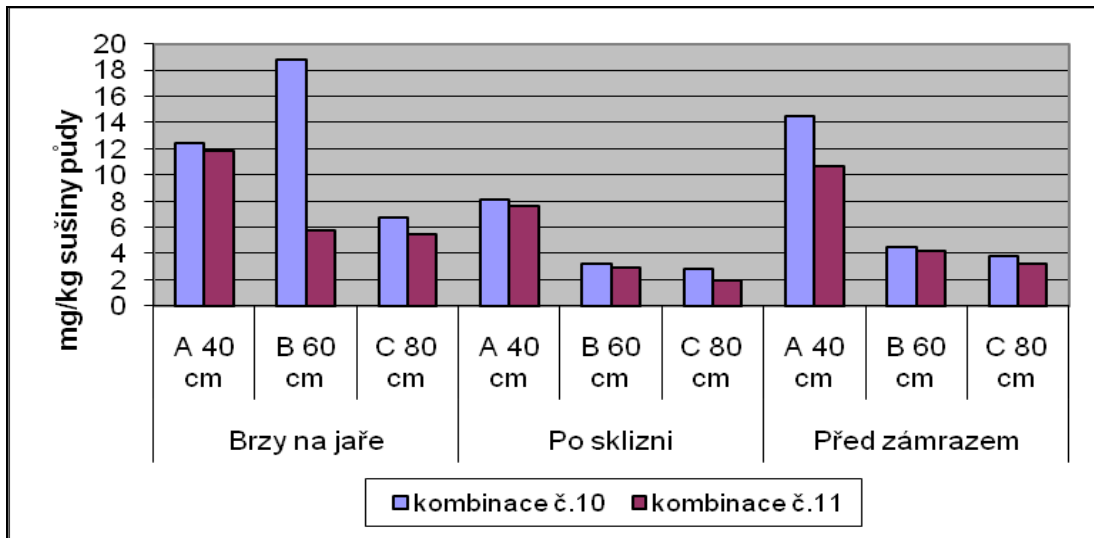
Graf na obrázku č. 48 znázorňuje obsah  $N_{min}$  v Horažďovicích na orné půdě za jednotlivá sledovaná období a v daných termínech hodnocení. Nejvyšší obsah  $N_{min}$  je v půdním profilu v termínu brzy na jaře, po sklizni jsou hodnoty nejnižší, a před zámrazem mírně stoupají. V roce 2007 byly hodnoty  $N_{min}$  nejvyšší v rámci hodnoceného období. Nejzávažnější výskyt  $N_{min}$  je v horizontu 80 cm, tyto živiny jsou považovány za ztracené. Nejvyšší ztráty živin byly v roce 2005 a 2007.

V obrázku č. 49 jsou uvedeny hodnoty  $N_{min}$  v Horažďovicích na orné půdě na kombinaci č. 11.

Tato kombinace je rozdílná vůči kombinaci č. 10 vyššími dávkami průmyslových hnojiv dle pěstované plodiny. Protože se jedná o lyzimetry umístěné pod kombinacemi (č.10 a č. 11) stacionárního pokusu, je vždy pěstovaná stejná plodina v rámci daného roku na celé ploše

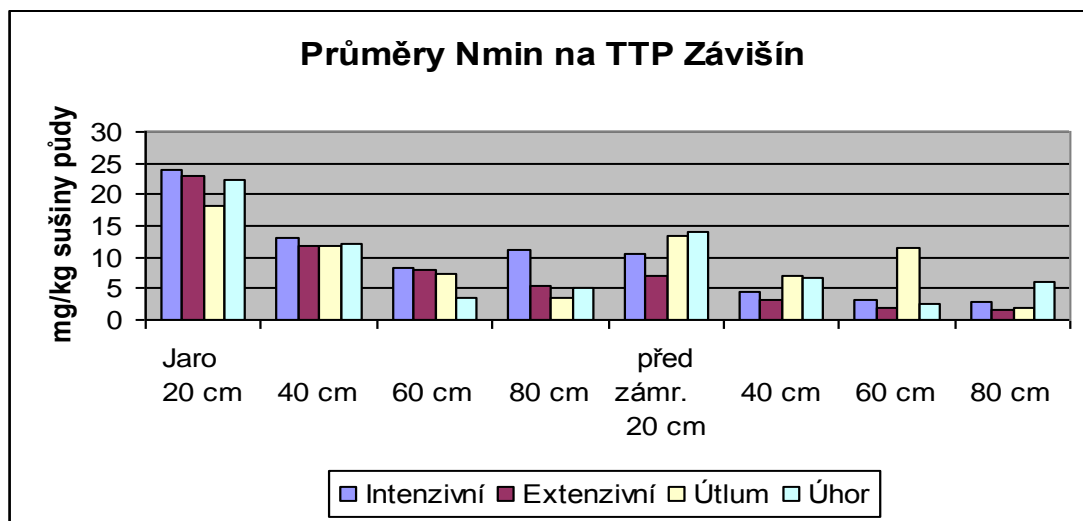


pokusu. Odčerpání živin obou forem dusíku je vyšší než u kombinace č. 10 a zůstatkový podíl nitrátového a amonného dusíku nižší než u kombinace č. 10.



Obr.č.50 Porovnání  $N_{min}$  v Horažďovicích na kombinacích č.10 a č.11

Dynamika vyplavování a koncentrace dusičnanů na TTP je rozdílná v závislosti na způsobu ošetření porostu, ročním období, úhrnu srážek a hloubce odběru (Obr. č.51)



Obr.č. 51 – Průměry  $N_{min}$  na TTP Závišín (Intenzivní, extenzivní, úhorová a útlumová varianta) v mg/kg sušiny půdy v termínech na jaře a před zámrazem

V termínu hodnocení brzy na jaře je vysoký výskyt  $N_{min}$  u intenzivní varianty. Polovičních hodnot dynamiky dusíku vůči intenzivní variantě bylo zjištěno u extenzivní a úhorové varianty. Útlumová varianta v tomto termínu vykazovala nejnižší přítomné množství  $N_{min}$  mimo kořenovou zónu. Před zámrazem byla nejvyšší hodnota  $N_{min}$  na úhorové variantě. Na tomto výsledku se promítá odběr živin porostem během vegetační doby s přihlédnutím ke způsobu hospodaření. A naopak po ukončení vegetace, kdy není odběr živin žádný a proto vyšší výsledné hodnoty v termínu brzy na jaře.

Dynamika vyplavování a koncentrace dusičnanů je rozdílná v závislosti na způsobu ošetření porostu, ročním období, úhrnu srážek a hloubce odběru.

Podle Prchalové R. (2009) byl prokázán vztah mezi nitrátovým dusíkem v eluátu a minerálním dusíkem v půdě brzy na jaře a vztah mezi množstvím zachyceného eluátu a množstvím atmosférických srážek. Ve výsledcích, které jsem nashromáždila, jsem vzájemný vztah mezi množstvím spadených srážek, množstvím průsaku eluátu a koncentrací prvků v eluátu nevyzozorovala.

Hodnoty koncentrací jednotlivých průvodních prvků a živin jsou velice variabilní mezi horizonty i mezi jednotlivými sledovanými roky. Zjištěním dynamiky  $N_{\min}$  převažuje na orné půdě nitrátová forma dusíku. Přítomný je i amonný dusík.

Uvádí se, že se travní porost přizpůsobuje svému stanovišti a jeho obhospodařování mu musí odpovídat (Bulletin). Když se přestane hnojit, dochází k botanické změně pokusů. Ukončení hnojení na sledovaném pokusu poskytlo jedinečnou příležitost pozorovat změny, k nimž dochází v porostu. Ukončení hnojení se zřetelně projevilo poklesem zastoupení zasetých travních druhů. Neschopnost porostu reagovat na nedostatek živin (útlum, úhor). Na černém úhoru, bez použití hnojiv, bývá proplavení minerálního dusíku až pětinasobné. Zapojený drn je schopen zachytit až 80 % dešťových srážek.

## 9. Závěr

Hlavním cílem lyzimetrických sledování bylo získání poznatků o ztrátách živin vyplavením, které znamenají ztrátu jak z výživářského hlediska, tak zároveň nebezpečí pro kvalitu vod. Kromě tohoto hlavního záměru bylo sledování doplněno o měření vnosu živin do půdy dešťovými srážkami a o sledování pohybu minerálního dusíku v půdě ve vrstvách odpovídajících hloubce jímání průsakové vody (eluátu).

Pozorování bylo prováděno v letech 2005 - 2008 na třech lyzimetrických stanicích – Krásné Údolí, Horažďovice a Závišín.

### Výsledky sledování lze shrnout do několika bodů

- Hodnoty koncentrací jsou charakteristické značnou variabilitou a to jak mezi stanicemi navzájem, tak i mezi jednotlivými roky a horizonty.
- Nebylo možné vypořozovat vzájemný vztah mezi množstvím ročních srážek a množstvím zachyceného eluátu v horizontech.
- Nebylo možné vypořozovat vzájemný vztah mezi množstvím spadených srážek a koncentrací prvků v eluátu.
- Celkové množství vyplavených živin a průvodních látek závisí na množství eluátu a zároveň je také ovlivněno jejich koncentrací v eluátu. I relativně malá koncentrace průvodních látek a živin může při značném množství infiltrovaných srážek představovat poměrně velkou ztrátu živin z horizontu díky vyplavování, naopak vysoká koncentrace při malém průsaku může v konečné fázi představovat jen nepatrnou ztrátu živin a průvodních látek.
- Nejvíce vyplavovanými živinami a průvodními látkami jsou  $N-NO_3$ , Ca,  $SO_4^{2-}$  a Cl.
- Je možné konstatovat, že k pohybu a vyplavování živin a průvodních látek zcela nepochybně dochází. Nepříznivá a riziková je zvláště jejich přítomnost zjištěná v eluátu získaném z nejhlubšího horizontu (80 cm) a to z důvodu možnosti průsaku do

podzemních vod. Zároveň ale není možné z naměřených hodnot vypočítat prakticky žádná pravidla či zákonitosti pohybu těchto živin a průvodních látek v půdě.

- Uvedené výsledky jsou podle stanovišť i hloubek odběru značně rozdílné. Obecně lze ale říci, že na většině stanovišť se směrem do hlubších vrstev úměrně s množstvím eluátu snižoval i obsah zachycených prvků. To platí zejména pro TTP. Z provedených analýz je zřejmé, že eluáty obsahují nejvíc dusíku ve formě nitrátového iontu. Pouze výjimečně byl stanoven amonný dusík.
- U TTP se proplavuje zejména vápník, jehož množství klesá s postupnou hloubkou. Rovněž s postupnou hloubkou se zvyšuje množství proplavené síry. Množství průsaku atmosférických srážek u TTP s postupnou hloubkou rovněž klesá z důvodu vysokého využití živin rostlinami.
- Ztráty vyplavením mimo kořenovou zónu jsou poměrně malé a značně rozdílné podle stanoviště. Z důvodu možnosti průsaku do spodních vod jsou ale závažné. Po přepočtu na 100 mm ekvivalentních srážek je zřejmé, že proplavování živin i průvodních látek v eluátu je na orné půdě i několikanásobně vyšší než na trvalých travních porostech.
- Intenzita infiltrace je určována množstvím srážek, druhem půdy a pěstovanou plodinou. Pro bilancování živin přicházejí na promyvnějších stanovištích v úvahu pouze ztráty nitrátového dusíku, vápníku a síry. V těchto oblastech je proto vhodné hnojit dusíkem pouze za vegetace a dávky dělit, aby byl dusík rostlinami maximálně využit a snížilo se riziko vyplavení. Rovněž vápnění musí být na promyvnějších půdách častější a v nižších dávkách.
- Rozdílné způsoby hospodaření minerální dusík v půdě výrazněji neovlivňují. Po sklizni je patrný v horní odběrové vrstvě na intenzivní variantě vliv dusíkatého hnojení, který se v dalších termínech stírá. Sledování potvrdilo posun nitrátového dusíku do hlubších půdních vrstev přes zimní období.
- U běžně obhospodařovaných trvalých travních porostů je vyplavování živin téměř zanedbatelné.

## 10. Přehled použité literatury

Augustin J., Rogasik J (1999): Kurz- und Langzeiteffekte differenzierter ackerbaulicher Nutzung sandiger Böden auf die Emissionen klimarelevanter Spurengase (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>). UFZ-Bericht 24: 251-254

Bulletin Odboru agrochemie, půdy a výživy rostlin. Ročník XIV č. 1/2006, Brno. Ústřední kontrolní a zkušební ústav Zemědělský, Odbor agrochemie, půdy a výživy rostlin

Červenka, E. (1988): Overovanie tvarovaných hnojív na kulturách lesných drevín. In: Zborník referátov Vytvarovaného hnojiva Dukofert vo výživena hnojené špeciálnych kultur. Šála, Duslo, p. 27

Josef Fiala, Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha – Ruzyně. Koncentrace a vyplavování dusičnanů pod travními porosty pícninařsky nevyužívanými. str.163

Dykyjová D., a kol. (1989): Metody studia ekosystémů , Academia Praha: 539 – 546.

Eichler B., Kowalski B., Leidel, S. (2000): Interculture: a possibility to control phosphorus loses from soil to water. In: Christen O. Ordon F (eds) Book of abstracts: 3rd International Crop Science Congress 2000 ICSC; 17-22 August 2000, CCHCongress Centrum Hamburg, Germany. Hamburg: ESA, p 3.

Fiala J., Gaisler J. (1999): Detekce změn nesklizených travních porostů, Sborník Ekológia travného porostu V., Banská Bystrica: 281 – 287.

Isermann K., (1988): Tiefenuntersuchungen des Bodens und des ungesättigten Untergrundes hinsichtlich der „erweiterten Nitratproblematik“ des Grundwassers bei unterschiedlicher Landbewirtschaftung. Mitt. Dtsch. Bodenkundi. Ges. 57:181-186

Isermann K., (1998): Actual non-sustainable and future sustainable phosphorus balance of agriculture and waste water management in Germany. In: Foy R.H., Dils R. (eds.) Practical and innovative measures for the control of agricultural phosphorus losses to water: 16 -19 June 1998, Antrim ; Workshop paper abstracts and poster papers, pp. 56-61.

Kopec S., Kozlovska E., Nosák K. (1992): Comparison of influence of mineral fertilizatoin and manuring of grassland on the nitrogen losses by leaching. Proceedings of the 14<sup>th</sup> General Meeting EGF, Lahti: 340 – 347.

Kubelka L. (1987): Tvarovaná hnojiva a jejich použití v imisních oblastech. Lesn. Práce, 66, 441-445.

Kubíček J. (1988): Technické podmínky pro podnikovou normu pro tvarované kombinované hnojivo lesnické ( TKH – L ). Ústí nad Labem, VÚAnCh 1988. 2 s.

Hejcman, M., M. Klaudivová, J. Štrusa, V. Pavlů, J. Schellberg, P. Hejcmanová, J.Hakl, O. Rauch et S. Vacek, 2007: Revisiting a 37 years abandoned fertilizer experiment on *Nardus stricta* in the Czech Republic. Agriculture Ecosystems&Environment 118:231 - 236

Kulhavý J., Betušová M., Lesná, J. 1983 : Nové možnosti přípravy půdy při obnově lesa v Krušných horách. Lesnická práce., Časopis pro lesnickou vědu a praxi. Ročník 81 (2002), číslo 12 (2002). <http://lesprace.silvarium.cz/kontent/wiew/620/80>. 17.4.2011

Kvítek T. (1999): Vývoj koncentrací dusičnanů a analýza stability zemědělských povodí vodárenské nádrže Švihov. Rostl. Věr. 45: 107-111.

Leidel S., (2000): N-Salden und Emissionen der klimarelevanten Spurengase Lachgas und Methan unter den Standortbedingungen Nordostdeutschlands als Indikatoren der umweltgerechten Landbewirtschaftung. Rostock, Univ, Dissertation.

Lokvenc T. (1997): Výsledky testování hnojivých tablet. / Zpráva pro VÚAgT Bratislava/. Opočno, VÚLHM – VS 1977.

Materna J., Ledinský, J. (1987): Některé výsledky použití hnojivých tablet Fertilin. Lesn. Práce, 66, 1987, č. 8, s. 374 - 375.

Merbach W., Wurbs A., Jacob H.J., Latus C., (1997a): Temporary biological conservation by winter oilseed turnip (*Brassica rapa* L.) and its influence on following crops and N-percolation. Isotopes Environ. Health Stud. 33: 39-43.

Merbach W., Latus C., Hölzel D., Schalitz G., Pickeit J., (1997b): Zeitweilige N-Konservierung durch Winterzwischenfruchte und ihr Einfluss auf die N-Auswaschung sowie N-Aufnahme durch die Folgefruchte, untersucht mit Hilfe von <sup>15</sup>N bei einer nordostdeutschen Sauerbraunerde. ZALF-Berichte 26:78-85

Michálek V., (1985): Denitrifikace pitných vod. Studie, Hydroprojekt Praha.

Mouchová H., Klír J., Benešová J. (1988): Využití dusíku rostlinami a jeho vyplavení z půdy a hnojivy v lyzimetrech. Rostl. Věr. 34: 951 – 959.

Mrkvička J. (1997): Vliv zeleného úhoru na botanické složení lučních porostů a koncentraci nitrátového dusíku v lyzimetrických vodách. Sborník referátů z mezinárodní vědecké konference Agroregion 97, České Budějovice: 383 – 390

Nárovec V. (1989): Předběžné výsledky pokusných aplikací hnojivých tablet Preform v lesních kulturách. Zprávy Výzk., 34, 1989, č. 3, s. 14 - 17.

Možný, M.: Automatizace měření výparu z volné vodní hladiny. Meteorol. zpr., 56, 5, 2003, s. 150 – 155. Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): Seminář „Evaporace a evapotranspirace“, Brno, 23. března 2005, Český hydrometeorologický ústav, ISBN 80-86690-24-5, s. 7 – 10.

Rychnovská M. a kol. (1987): Metody studia travinných ekosystémů. Academia Praha: 218 – 231.

Fiala, J., 2002. Koncentrace a vyplavování dusičnanů pod travními porosty pícninářsky nevyužívanými. In: J. Říha (ed.), Chov a šlechtění skotu pro konkurenci schopnou výrobu a obhospodařování drnového fondu, VÚCHS Rapotín, pp. 162 – 167.

Štěnička, S. : Dynamika uvolňování živin z hnojivých tablet Preform. In : Nárovec, V. - Štěnička, S. : Výroční zpráva úkolů řešených v roce 1989 v rámci HS č. 5/89. /Zpráva pro PřCHZ Přerov/. Opočno, VÚLHM - VS 1989, s. 21 - 23. Úlehlová B. (1989): Koloběh dusíku v travních ekosystémech. Academia Praha: 80 – 89

Velich J. (1986): Studium vyvoje produkční schopnosti trvalých lučních porostů a drnového procesu při dlouhodobém hnojení a jeho optimalizace. VŠZ Praha: 89 – 107

Zavadil J., Kvítek T. (1997): Vliv způsobu využívání půdy na vyplavování dusičnanů a rizikových prvků Rostl. Výr., 43: 371 – 377

Zubčenko A. (1960): Dusičnany v povrchových a podzemních vodách a jejich význam z hlediska zdravotního. Sborník XI.semináře Jakost vody v tocích, 1960

Vliv meziplodin na obsah dusičnanů v půdě a v půdním roztoku B. Eichler, B. Zachow, S. Bartsch, D. Köppen and E. Schnug Landbauforschung Völkenrode 1/2004 (54): 07-12. Bulletin Odboru agrochemie, půdy a výživy rostlin. Ročník XIV č. 1/2006 Str.20

Prováděcí metodiky polních stacionárních zkoušek. Brno 2009

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně ,Odbor bezpečnosti krmiv a půdy , SLEDOVÁNÍ LYSIMETRICKÝCH STANOVIŠŤ ,Výroční zpráva za rok 2005

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně ,Odbor bezpečnosti krmiv a půdy , SLEDOVÁNÍ LYSIMETRICKÝCH STANOVIŠŤ ,Výroční zpráva za rok 2006

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně ,Odbor bezpečnosti krmiv a půdy , SLEDOVÁNÍ LYSIMETRICKÝCH STANOVIŠŤ ,Výroční zpráva za rok 2007

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně ,Odbor bezpečnosti krmiv a půdy , SLEDOVÁNÍ LYSIMETRICKÝCH STANOVIŠŤ ,Výroční zpráva za rok 2008

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Horažďovice v roce 2005. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Horažďovice v roce 2006. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Horažďovice v roce 2007. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Horažďovice v roce 2008. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Krásné Údolí v roce 2005. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Krásné Údolí v roce 2006. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Krásné Údolí v roce 2007. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Krásné Údolí v roce 2008. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Závišín v roce 2005. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Závišín v roce 2006. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Závišín v roce 2007. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Výroční zpráva o výsledcích sledování lyzimetrického stanoviště Závišín v roce 2008. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně.

Mareš, R., 2003. Výroční zpráva o výsledcích sledování lysimetrických stanovištích ÚKZÚZ v roce 2002. ÚKZÚZ Praha.

Prášková, L., 2008. Sledování pohybu rizikových prvků v půdě na vybraných lyzimetrických stanovištích. Metodický pokyn č. 13/OHP. ÚKZÚZ.

Prchalová, R., 2009. Sledování lyzimetrických stanovišť. Výroční zpráva za rok 2008. ÚKZÚZ, Brno.

Průzkum zemědělských půd ČSSR (Souborná metodika) 3.díl Ing. Vl. Sirový, CSc., Dr. Ing. Z. Facek CSc. a kol. MZVŽ 1967 (Metodika laboratorních rozborů a principy jejich hodnocení.)

