



**Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský**  
Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture

# LYZIMETRICKÁ SLEDOVÁNÍ

**Výsledky lyzimetrických měření  
Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského  
za 25 let sledování**



# **Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský**

Sekce úřední kontroly  
Oddělení biologických testací

Hroznová 2, 656 06 Brno



## **LYZIMETRICKÁ SLEDOVÁNÍ**

Výsledky lyzimetrických měření  
Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského  
za 25 let sledování

**Bc. Renáta Prchalová**  
**Ing. Vladimír Klement, CSc.**

**Havlíčkův Brod 2013**



# Obsah

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Úvod</b>                                        | 5  |
| 2. Literární přehled                                  | 6  |
| 1.1 Dusík v půdě                                      | 6  |
| 1.2 Bilancování živin                                 | 8  |
| 1.3 Položky bilancí živin a koeficienty               | 9  |
| <b>3. Cíle sledování živin</b>                        | 11 |
| <b>4. Materiál a metodika</b>                         | 12 |
| 4.1 Popis lyzimetru                                   | 12 |
| 4.2 Umístění lyzimetru                                | 12 |
| 4.3 Sledované parametry                               | 12 |
| 4.4 Přehled sledovaných parametrů                     | 14 |
| 4.4.1 Obsah minerálního (anorganického) dusíku v půdě | 14 |
| <b>5. Výsledky</b>                                    | 15 |
| 5.1. Promyvnost půd                                   | 15 |
| 5.2. Dynamika minerálního dusíku v půdě               | 18 |
| 5.3. Bilance dusíku na lyzimetrických stanovištích    | 22 |
| 5.4. Úroveň hnojení a systém obhospodařování          | 34 |
| 5.4.1 Lyzimetrické sledování v Horažďovicích          | 34 |
| 5.4.2 Lyzimetrické sledování v Závěšíně               | 35 |
| <b>6. Závěr</b>                                       | 38 |
| 7. Použitá literatura                                 | 40 |



## 1. Úvod

Lyzimetry představují moderní, vysoce sofistikovaný nástroj na sledování přírodních zákonitostí a vztahů v systému půda - voda - rostlina - atmosféra a poskytují detailní informace o vodním režimu a hydrologické bilanci půdního profilu, včetně bilance v ní rozpuštěných chemických látek, za přirozených podmínek.

Za účelem podrobného sledování pohybu živin v půdě založil tehdejší Odbor agrochemie, půdy a výživy rostlin ÚKZÚZ v roce 1985 na vybraných zkušebních stanicích první polní lyzimetry. Hlavním cílem bylo získání poznatků o ztrátách živin vyplavením. Postupně byly zakládány další lyzimetry, a tak byla vytvořena síť stanovišť s různě promyvným vodním režimem. Sledování bylo dále doplněno o měření vnosu živin do půdy dešťovými srážkami, výnosy plodin a sledování minerálního dusíku v různých hloubkách ve třech termínech, což umožňuje hodnotit faktory významné pro bilanci živin v půdě a sledovat dynamiku nitrátového a amonného dusíku v půdě a usuzovat na ztráty přes zimní období.

## 2. Literární přehled

### Lyzimetrická zařízení

Termín „lyzimetr“ vznikl spojením řeckých slov „luisis“ (roztok) a „metron“ (měření). Jako první použití lyzimetrů se uvádí rok 1688, kdy Pařížan DE LA HIRE studoval otázku vodních pramenů v souvislosti s vodními srážkami a k demonstraci použil nádob plněných zeminou. Lyzimetrická zařízení se dle konstrukce dělí do dvou základních skupin (ale každá skupina může mít několik modifikací) na:

- **lyzimetry** - kdy půda je hydrologicky izolována od okolní země. Tento typ lyzimetru může být osazen buď půdním monolitem (neporušenou zeminou odřezanou z terénu), nebo zeminou rozrušenou (sypané půdní horizonty)

- SWS (seepage water sampler) **průsakový sběrač** je zařízení zachycující přímo vertikální pohyb vody, nedochází zde k porušení půdní struktury. Sběrač perkolující půdní vody se vkládá pod půdní profil do vyhloubeného tunelu. Velkou výhodou tohoto typu lyzimetru je možnost získat lyzimetrickou vodu z jakékoli hloubky půdního profilu.

V současné době se lyzimetrická zařízení uplatňují zejména v hydrologii, vodním hospodářství, zemědělství a ekologii. Pomocí lyzimetrů se například stanovuje hydrologická bilance půdního profilu včetně aktuální evapotranspirace, lyzimetry umožňují studium kontaminace půdy různými chemikáliemi pocházejícími z průmyslové a zemědělské výroby. Pomocí lyzimetrů lze zkoumat působení rostlinného krytu a různých půdních typů na hydrologickou bilanci půdního profilu a celého povodí. Lyzimetry mohou také poskytovat důležitá vstupní data pro kalibraci matematických modelů pro optimalizaci závlahových dávek a agrochemikálií.

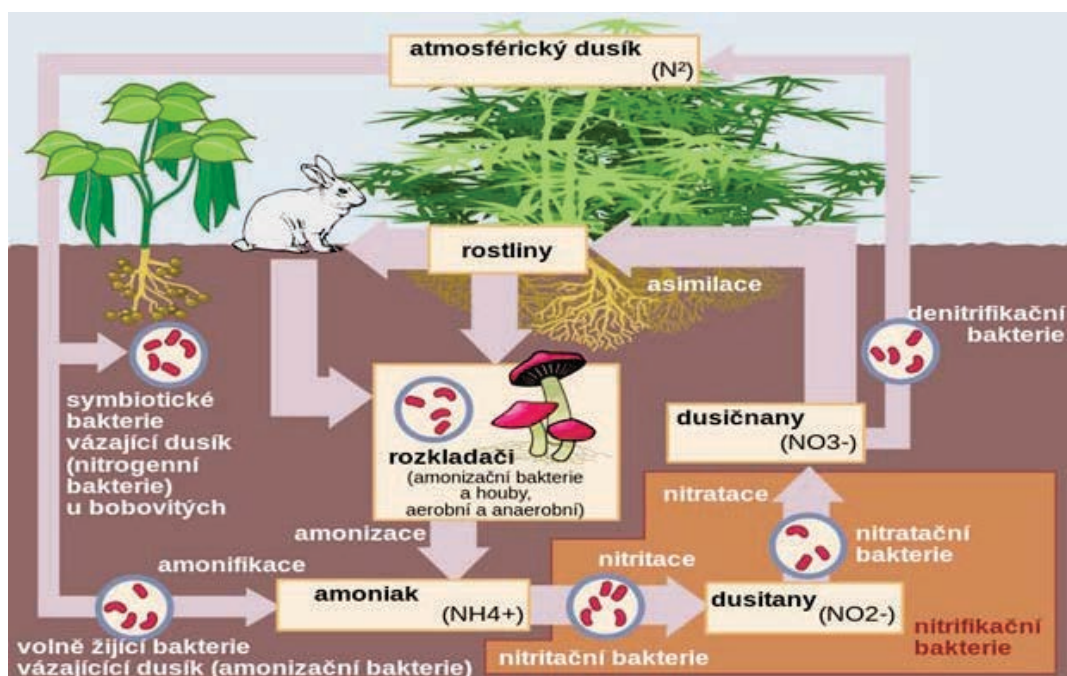
#### 1.1 Dusík v půdě

Dusík se nachází v půdě v převážné míře ve formě organické (98 - 99 %) a jen malá část je obsažena ve formě minerální ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , případně  $\text{NO}_2^-$ ). Dusík vázaný v organické formě představuje zásobní formu N, kterou rostliny mohou využívat až po mineralizaci. Obsah minerálního dusíku v půdě značně kolísá v závislosti na intenzitě mineralizace, amonizace a nitrifikace. Celkový obsah dusíku (Nt) v orniční vrstvě půd České republiky se pohybuje většinou v rozmezí hodnot 0,1 - 0,2 %, může však kolísat ve značném rozmezí (0,03 % - 0,5 %). Lze vypočítat, že v orniční vrstvě je asi 3000 - 9000 kg N/ha. Z tohoto množství jsou jen 1 až 2 % rostlinám dostupné ve formách  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ .

Obsah celkového N v půdě se často uvádí ve spojení s obsahem humusu v půdě nebo s obsahem oxidovatelného uhlíku (Cox) jako poměr C:N. Podle Sirového a Facka (1967) lze jako dostatečné zásobení půdy dusíkem uvažovat poměr C/N do 15 - 18. Nejužší poměr C/N=10 mají půdy s vysokou biologickou aktivitou (např. černozemě, rendziny). Obsah dusíku v půdě je ovlivněn především rostlinným pokryvem, tj. způsobem využívání. Vysoký obsah dusíku je pod travními porosty.

Stanovením obsahu minerálního dusíku v půdě bylo ve vyspělých zemích dosaženo lepší účinnosti hnojení a snížení ztrát dusíku. Od doby svého vzniku (Scharpf a Wehrmann 1975) byla tato metoda značně zpřesněna. Většinou počítá s obsahem minerálního dusíku do 90 cm a rozděluje stanovení po vrstvách 0 - 30 cm, 30 - 60 cm, 60 - 90 cm. Obsah minerálního dusíku v půdě se stal v současnosti dobrým kritériem pro optimalizaci hnojení. Množství

Obrázek 1: Koloběh dusíku v přírodě



Nmin se stanovuje na počátku popř. v průběhu vegetace. Hloubka a termín odběru jsou závislé na plodině. V západní Evropě se většinou počítá s profilem až do 90 cm (obilniny, řepka, kukuřice, cukrovka), v doporučeních v rámci České republiky pouze do 60 cm (s výjimkou cukrovky). U některých zelenin je dostatečná již ornice (salát, hrách), případně podorničí (zelí, květák, brokolice, jarní špenát, celer, fazole, cibule) (Černý 1997).

Výsledkem bilance dusíku je zpravidla přebytek (může být rovněž i deficit) dusíku, kterým je „soil surface balance“ propojena s bilancí N v půdě (akumulace), vodě (vyplavení) a ovzduší (denitrifikace, volatilizace). Hospodářská bilance živin je v posledních letech doplňována o měřitelný přívod dusíku z atmosféry, zejména mokrou depozicí. Tento přívod může být vyšší, ovšem jeho další složky (suchá depozice či absorpce plynů půdou) jsou obtížně měřitelné. Z bilančních sledování i přesných měření vyplývá, že celkový přívod N z ovzduší do půdy může být až dvojnásobný proti obvykle měřené mokré depozici.

Důležitou úlohu v koloběhu dusíku v ekosystému mají leguminózy. Jejich symbióza s bakteriemi poutajícími vzdušný dusík ( $N_2$ ) umožňuje významný přívod dusíku do půdy, v globálním objemu podstatně vyšší, než je průmyslová fixace při výrobě minerálních hnojiv. Hluboce kořenící leguminózy (vojtěška) navíc mohou využívat vodu a vyplavený dusík z hlubších vrstev půdního profilu a tak vylepšovat bilanci N v osevním postupu.

Důležitým pojmem bilancování jsou i tzv. nevyhnutelné ztráty. Bilanční přebytek u dusíku totiž sestává z řady položek, jejichž řídicí procesy je obtížné kvantifikovat. Denitrifikace, vyplavení živin, eroze, povrchový odtok, únik čpavku a oxidů dusíku jsou přírodní pochody, vyskytující se v ekosystému. Vzhledem k tomu, že obsah celkového dusíku ( $N_t$ ) v půdě závisí na obsahu a kvalitě organických látek v půdě, nelze očekávat, zejména v podmínkách sníženého přísunu organických hnojiv, výraznější akumulaci dusíku v půdě (Tlustoš et al., 1999).

K vyplavení dusíku z půdy dochází v závislosti na druhu půdy, úrovni srážek a na způsobu využití půdy v rozmezí 1,0 - 54,0 N kg.ha<sup>-1</sup>. Pokud se nitrátový dusík dostane mimo kořenovou zónu (0,8 - 1 m) je denitrifikace jediný způsob snížení obsahu nitrátů v podzemních vodách. Denitrifikací se ztrácí ročně v průměru až 8 % mineralizovatelného půdního dusíku a až 20 % dusíku z hnojiv, v závislosti na celkové dávce dodaného N (Richtr 2007).

## 1.2 Bilancování živin

V rámci sledování toků živin jsou bilanční přebytky považovány za hlavní položku ztrát živin, zvláště dusíku. Vysoké vstupy dusíku mají nízkou účinnost a způsobují vysoké ztráty. Zjištěné hodnoty představují důležité indikátory vztahů mezi zemědělstvím a životním prostředím, včetně jejich ekonomických aspektů.

Výsledky ukazují, že bilanční přebytek dusíku se však ve většině zemí postupně snižuje. Se zavedením nových odrůd a pěstitelských technologií se využitelnost dusíku přiváděného do půdy z různých zdrojů stále zvyšuje a tím klesají i ztráty této živiny do ovzduší a vod. Určitý bilanční přebytek dusíku, na pokrytí tzv. neodstranitelných ztrát, způsobených přirozenou promyvností půd nebo výměnou plynů mezi půdou a ovzduším, nelze při současné úrovni poznání příliš regulovat, zvláště v oblastech s vlhčím klimatem a lehčími půdami. Omezení nezbytného hnojení totiž většinou vede ke snižování výnosů plodin. Přitom se často současně snižuje i obsah N na jednotku produkce, takže výsledek bilance může být nakonec stejný, jako při vyšších, ale optimálně aplikovaných dávkách N-hnojiv.

V případě fosforu a draslíku je situace jiná - dlouhodobý bilanční deficit naznačuje čerpání živin z půdy, čímž se snižuje její úrodnost. Snahou by mělo být takové hospodaření se živinami, aby nedocházelo k jejich ztrátám, ohrožujícím jak ekonomiku zemědělského podniku, tak životní prostředí.

Bilancování živin a sledování jejich účinnosti je vhodným prostředkem pro diagnostiku situace v hospodaření se živinami na různých úrovních agroekosystému a je vhodnou pomůckou, jak předcházet negativním jevům.

V jednotlivých státech EU jsou v praxi používány různé systémy bilancování živin. Např. v Nizozemí je od roku 1998 zaveden systém MINAS (Mineralen angifte system). Hlavním účelem je snížení ztrát živin. Jsou stanoveny přípustné bilanční přebytky a když je farmář překročí, platí zvláštní zvýšenou daň. Hodnoty byly nastaveny podle výsledků rozsáhlého monitoringu na 250 farmách v Nizozemí a budou se časem zpřísňovat. Vstupy a výstupy jsou počítány na úrovni celé farmy (Klír, 2000).

Tabulka 1: Nejvýše přípustné bilanční přebytky faremní bilance v Nizozemí (metoda MINAS)

| (kg.ha <sup>-1</sup> z.p. ročně) | 1998 | 2000 | 2002 | 2005 | 2008/2010 |
|----------------------------------|------|------|------|------|-----------|
| <b>N (orná půda)</b>             | 175  | 150  | 125  | 110  | 100       |
| <b>N (louky a pastviny)</b>      | 300  | 275  | 250  | 200  | 180       |

Eckert et al. (1999) navrhuje použít výsledku faremní bilance živin jako jednoho z kritérií hodnocení dodržování „Zásad správné zemědělské praxe“. Na straně výstupů lze tolerovat vedle exportu dusíku v tržních produktech i tzv. neodstranitelné emise čpavku (stáje, sklady a aplikace organických hnojiv) v rozmezí 0 - 50 kg N.ha<sup>-1</sup>, v závislosti na zastoupení

a počtech zvířat v zemědělském podniku. Přípustný rozsah bilance N se pak uvažuje v rozmezí -50 až +30 (50) kg N.ha<sup>-1</sup>, v závislosti na promyvnosti půd. V případě fosforu je to -15 až +15 kg P.ha<sup>-1</sup>, pro draslík se uvádí přijatelné rozmezí -50 až +50 kg K.ha<sup>-1</sup>.

Požadavek bilancování dusíku, zejména při stanovování dávek hnojiv k jednotlivým plodinám a na straně vstupů ve stájových hnojivech, je rovněž zahrnut v Nitrátové směrnici EU (91/676/EEC). Tyto zásady musí být uplatněny v prováděcích směrnících jednotlivých zemí, včetně nově přijímaných členských států. Výsledky regionálních bilancí dusíku a fosforu a jejich časový vývoj jsou rovněž jedním z podkladů při vymezování tzv. zranitelných oblastí.

Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech a vyhláška č. 274/1998 předepisují povinnost soustavného a řádného vedení evidence o hnojivech. V ní se uvádí množství, druh a doba použití hnojiv podle pozemků a kultur.

Pro detailnější posouzení používaných dávek hnojiv a případnou korekci hnojení je vhodné každoročně zpracovat bilanci přísunu a odběru dusíku, za delší časové období fosforu a draslíku. Bilance živin definuje konkrétně měřitelné zatížení půdy pocházející ze zemědělské výroby.

### **Bilance musí obsahovat minimálně údaje o**

1. přísunu dusíku (kg.ha<sup>-1</sup> N), fosforu (kg.ha<sup>-1</sup> P) a draslíku (kg.ha<sup>-1</sup> K)
  - z minerálních hnojiv,
  - ze statkových hnojiv,
  - z dalších organických hnojiv (komposty apod.) a upravených kalů,
  - u dusíku navíc poutání leguminózami na orné půdě.
2. odběru dusíku, fosforu a draslíku sklizní, včetně pastvy, vypočteného podle průměrně dosahovaného výnosu podniku.

Pro vyhodnocení bilance živin je také k dispozici návrh metodiky Svazu německých zkušebních a výzkumných ústavů (LUFA), který v kritériích zemědělského hospodaření zohledňujícího životní prostředí udává s ohledem na stanovištní podmínky maximální mezní tolerance. Bilance dusíku v rozpětí  $\pm 50$  kg.ha<sup>-1</sup> N, fosforu  $\pm 25$  kg.ha<sup>-1</sup> P a draslíku  $\pm 50$  kg.ha<sup>-1</sup> K (Metodický návod pro hnojení rostlin, Trávník 2012).

## **1.3 Položky bilancí živin a koeficienty**

K výpočtu bilancí, ať již na úrovni pole, stáje, či farmy, je třeba znát řadu údajů. Vedle základních údajů o výměrách pozemků, výnosech plodin a užitkovosti zvířat jsou potřebné i přepočítávací koeficienty pro odběr živin a jejich export ve sklizených produktech, pro biologickou fixaci dusíku u leguminóz, produkci živin v exkrementech hospodářských zvířat, obsah živin v produktech živočišné výroby, apod. Tyto údaje lze získat z tabelárních údajů v metodikách a příručkách (odběrové normativy), případně je upřesnit na základě vlastních analýz produktů či organických hnojiv. Podobně u atmosférických spadů živin lze využít např. údajů nejbližší stanice ČHMÚ či jiných organizací provozujících monitoring (ÚKZÚZ, výzkumné ústavy, ...) anebo počítat s průměrnou celostátní hodnotou (Klír, 2000).

### **Za vstupy jsou u polní-pozemkové bilance považovány tyto položky:**

- minerální hnojiva
- exkrementy hospodářských zvířat podle druhů (skot, prasata, ovce, kozy, koně,

drůbež) a kategorií (skupiny dle věku, pohlaví, užitkového směru), po odečtení ztrát živin ve stájích a skladištích stájových hnojiv

- atmosférické depozice (mokrú depozice srážkami)
- biologická fixace dusíku (symbiotická fixace, volně žijící fixátoři)

*u luskovin 80 kg N.ha<sup>-1</sup>*

*u jetele a vojtěšky 240 kg N.ha<sup>-1</sup>*

*u jetelo- nebo vojtěškotrav, příp. u dalších leguminóz 25 kg N.ha<sup>-1</sup>*

- recyklace organické hmoty (kaly ČOV, průmyslové komposty, ...)
- osivo a sadba.

### **Výstupy bilance jsou:**

- sklizené plodiny (hlavní produkt a vedlejší produkt odvážený z pole), včetně krmiv, přičemž u pastvin se počítá s využitím jejich produkce ve výši 70 %
- ztráty dusíku (vyplavováním, denitrifikací, volatilizací ....)

### 3. Cíle sledování

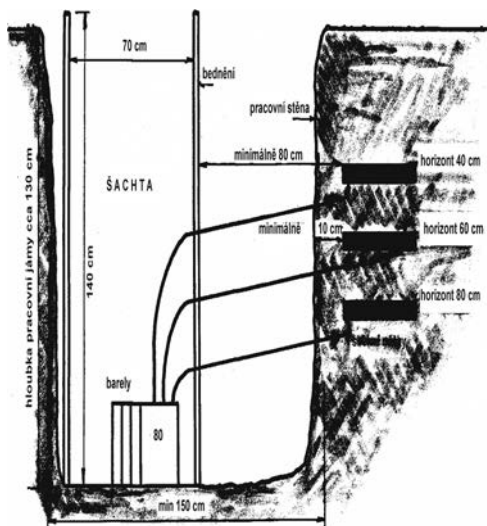
Cílem lyzimetrických sledování ÚKZÚZ je dlouhodobé vyhodnocování procesu translokace živin (zejména dusíku) v půdě a to především z hlediska klimatu, půdy a výživy rostlin. Sledované údaje umožňují v komplexním pojetí sledovat jednak vstupy živin do půdy z hnojiv, ze srážkové vody, případně závlahové vody a jednak výstupy živin odčerpaných sklizní a ztráty zjištěné v eluátu. Sledování minerálního dusíku ( $N_{min}$ ) v různých hloubkách ve třech termínech pak umožňuje sledovat dynamiku nitratového a amonného dusíku v půdě a usuzovat na ztráty přes zimní období. Prvořadým záměrem lyzimetrických měření však je sledování pohybu živin v půdě, na základě analýz eluátu (průsakové vody). Z tohoto hlediska jsou zvláště významné obsahy živin v eluátu zachyceném v hloubce 80 cm, které většinou představují ztrátu pro rostliny a současně nebezpečí pro kvalitu vod.

## 4. Materiál a metodika

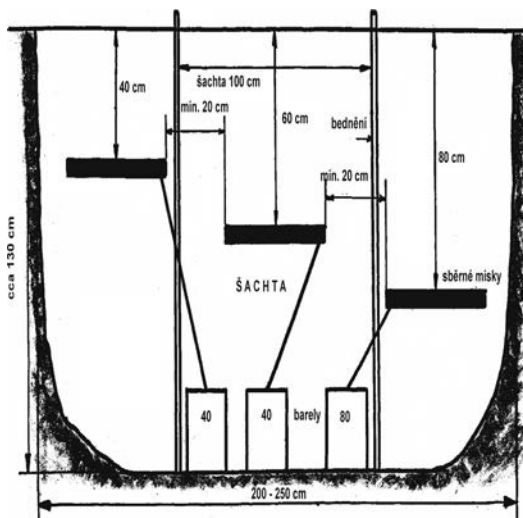
### 4.1 Popis lyzimetru

Polní lyzimetry jsou instalovány tak, aby maximálně respektovaly přirozené půdní podmínky a vodní poměry. Sběrné misky byly zasazeny do stěny pracovní jámy bez narušení půdní struktury nad miskou. Na vývod z misky je napojena hadice ústící do kanystru v šachtě lyzimetru. Lyzimetry na orné půdě mají sběrné misky umístěny v hloubkách 40, 60 a 80 cm pod povrchem půdy. U trvalých travních porostů jsou odběrová místa ve čtyřech hloubkách, 20, 40, 60 a 80 cm (obrázky 2, 3).

Obrázek 2: Bokorys lyzimetru



Obrázek 3: Čelní pohled na lyzimetr (Front view of the lysimeter)



### 4.2 Umístění lyzimetru

Všechny lyzimetry založené na orné půdě jsou umístěny na pozemku tak, aby sběrná oblast lyzimetru mohla být běžně obdělávána a hnojena s použitím veškeré mechanizace na pozemku používané. Agrotechnické zásahy, včetně hnojení a ochrany rostlin, odpovídají systému zavedenému na zkušební stanici. Po založení lyzimetru se doporučuje určitý čas, maximálně však jeden až dva roky ověřovacího provozu, kdy se eliminuje retence sběrných misek, vyčistí se eluát od příměsí z písku a usadí se výkop pracovní jámy kolem šachty. Lyzimetr je nutné mít pod stálou kontrolou, zejména při agrotechnických, hnojařských a ochranářských úkonech v jeho okolí z důvodů možnosti jeho poškození. Kontrolu šachty a obsahu barelů je nutno uskutečnit jednou za měsíc, v období četnějších dešťových srážek však častěji.

### 4.3 Sledované parametry

Pro každé lyzimetrické stanoviště je nutno jednorázově zjistit základní, dlouhodobě neměnné parametry a každoročně pak zajišťovat shromažďování průběžných parametrů. Všechny parametry se po zpracování a přepočtech promítnou do „Výroční zprávy o provozu lyzimetru“ zpracované dle jednotného vzoru.

## **Základní parametry:**

- a) výrobní typ, půdní typ a substrát
- b) klimatická charakteristika (nadmořská výška, normál měsíčních a ročních srážek a teplot)
- c) objemová hmotnost suché půdy v gramech z hloubek (10), 20, 50, 70 cm
- d) maximální kapilární vodní kapacita z hloubek (10), 20, 50, 70 cm

## **Průběžné parametry:**

- a) meteorologické údaje - měsíční průměr teplot a měsíční sumu srážek lze zajistit ze sledování na stanici, případně z nejbližší stanice Hydrometeorologického ústavu
- b) pěstovaná plodina - v pokusném deníku jsou průběžně zaznamenávány údaje a data o plodině, odrůdě, hnojení organickými hnojivy (v t/ha), minerálními hnojivy (v kg č. ž./ha N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ) a vápnění (v t/ha CaO), údaje o seti a sázení a sklizni plodiny
- c) eluát - obsah sběrné nádoby se nejprve homogenizuje protřepáním. Pak se odměrným válcem změří objem eluátu a při tom se odebere 0,5 litrový vzorek do PET láhve. Zbytek eluátu se vylije mimo sběrnou oblast lyzimetru. Pokud objem eluátu není alespoň 300 mililitrů, odběr se odloží a eluát se ponechá dále ve sběrné nádobě
- d) srážková voda - jímací nádoba je celoměsíčně vystavena a po každé dešťové srážce se voda slévá do sběrné nádoby ukládané v lednici, či na temném a chladném místě. Na konci měsíce se z celkového objemu po homogenizaci protřepáním odebere vzorek 0,5 l do PET láhve. Je to průměrný měsíční vzorek kontaminovaný atmosférickým spadem. Vzorek se označí kódem (obdobně jako eluát) a co nejdříve se dopraví do příslušné laboratoře k analýzám. Během měsíce se z jímací nádoby odstraňuje pouze spad neatmosférického původu (hmyz, listí). Po uplynutí měsíce se nádoba důkladně vyčistí a vypláchne čistou, nejlépe destilovanou či deionizovanou vodou
- e) dynamika minerálního dusíku v půdě - vzorky půdy na Nmin se odebírají ze všech horizontů lyzimetru v termínech brzy na jaře, po sklizni plodiny a před zámrazem. Půdní vzorky se odebírají holandskou sondýrkou, hrotem Edelmanna combi o průměru 4 cm, minimálně 5 vpichů v okolí sběrné oblasti lyzimetru tak, aby vzorek obsahoval cca 0,5 kg čerstvé půdy. Půda se odebírá do PVC sáčků, na kterých jsou vyznačeny horizonty odběru. Po odběru se sáčky vzduchotěsně uzavřou a označí se návěskou. Půdní vzorky se ihned laboratorně zpracují, nebo se zmrazí a do laboratoře se dopraví co nejdříve
- f) agrochemické vlastnosti půdy: pro zjišťování agrochemických vlastností půdy se neodebírají zvláštní vzorky. Analýza se provádí z prvního odběru vzorků na Nmin. Po stanovení hodnot minerálního dusíku se zbytek zeminy usuší, zpracuje na jemnozem a slouží k rozboru AZZP
- g) stanovení výnosu plodiny pro výpočet odběru živin: provádí se sklizní parcely 1 m<sup>2</sup> z průměrného porostu poblíže sběrné oblasti lyzimetru. Sklízí a váží se hlavní i vedlejší produkt. Vzorky rostlin (hlavní i vedlejší produkt) se zasílají k analýzám pro bilanční výpočty odběru živin

## 4.4 Přehled sledovaných parametrů

Uvedené parametry jsou stanovovány dle platných norem nebo Jednotných pracovních postupů ÚKZÚZ:

- a) eluát, srážková a závlahová voda - stanovení nitrátového a čpavkového dusíku, stanovení Cl, pH, P, K, Mg, Ca, Na,  $\text{SO}_4^-$
- b) půda - agrochemické vlastnosti půdy chemickou metodou platnou pro státní akci AZZP, dusík minerální jako součet nitrátového a čpavkového dusíku
- c) rostliny (hlavní i vedlejší produkt) - stanovení sušiny, stanovení N, P, K, Ca, Mg

### 4.4.1 Obsah minerálního (anorganického) dusíku v půdě

Je udáván ve dvou položkách jako dusík nitrátový ( $\text{NO}_3^-$ ) v  $\text{mg.kg}^{-1}$  a dusík čpavkový ( $\text{NH}_4^+$ )  $\text{mg.kg}^{-1}$  půdy. Z těchto položek při sušině 100 % se stanoví součtem hodnota minerálního dusíku  $N_{\text{min}}$  v  $\text{mg.kg}^{-1}$  půdy. Na  $\text{kg/ha}$  bude obsah převeden vynásobením objemovou hmotností suché půdy, stanovenou pomocí fyzikálních válečků pro hmotnostní podíl ornice ve vrstvě 10 cm. Tento koeficient je nutno upravit dle mocnosti příslušných horizontů. Pro horizont 0 - 40 cm je to čtyřnásobek, pro horizonty 40 - 60 a 60 - 80 cm pak dvojnásobek. Při neznalosti hodnoty objemové hmotnosti suché půdy je možno dočasně používat koeficient 1,5.

## 5. Výsledky

Na lyzimetrických stanovištích byla hodnocena **půdní promyvnost, dynamika minerálního dusíku a dusíková bilance**. Na pracovišti v Horažďovicích, kde jsou vybudovány dva lyzimetry na orné půdě, byla hodnocena **úroveň hnojení**, na čtyřech lyzimetrech v Závišíně byl hodnocen **systém obhospodařování TTP**. Základní charakteristiky lyzimetrických stanovišť uvádí tabulka 2.

Tabulka 2: Přehled lyzimetrických stanovišť

| Stanoviště     | Výrobní oblast | Nadm. výška | Průměrné roční |         | Půdní typ | Půdní druh     |
|----------------|----------------|-------------|----------------|---------|-----------|----------------|
|                |                |             | srážky         | teploty |           |                |
| Lednice        | kukuřičná      | 170         | 461            | 9,1     | černozem  | hlinitá        |
| Uherský Ostroh | řepařská       | 196         | 525            | 8,8     | hnědozem  | hlinitá        |
| Věrovany       | řepařská       | 207         | 562            | 8,5     | černozem  | hlinitá        |
| Žatec          | řepařská       | 285         | 451            | 8,3     | černozem  | hlinitá        |
| P. Jakartice   | řepařská       | 290         | 650            | 8,0     | hnědozem  | hlinitá        |
| Chrastava      | bramborářská   | 345         | 798            | 7,1     | hnědozem  | písčitohlinitá |
| Jaroměřice     | bramborářská   | 425         | 481            | 8,0     | hnědozem  | hlinitá        |
| Svitavy        | bramborářská   | 481         | 624            | 6,5     | kambizem  | písčitohlinitá |
| Horažďovice    | bramborářská   | 470         | 575            | 7,8     | kambizem  | hlinitopísčitá |
| Lípa           | bramborářská   | 505         | 629            | 7,6     | kambizem  | písčitohlinitá |
| Vysoká         | bramborářská   | 580         | 599            | 7,4     | luzizem   | hlinitá        |
| Krásné Údolí   | bramborářská   | 642         | 605            | 6,1     | kambizem  | písčitohlinitá |
| Závišín        | bramborářská   | 750         | 702            | 6,4     | kambizem  | písčitohlinitá |

### 5.1. Promyvnost půd

Hodnocení bylo zaměřeno na promyvnost půdy charakterizovanou množstvím zachyceného eluátu a ztrátami živin v odběrové vrstvě 80 cm. Tato hloubka je již mimo zónu hlavního příjmu živin kořenovým systémem většiny polních plodin a představuje nebezpečí kontaminace vod. Počet let zachytu eluátu, průměrné roční množství zachyceného eluátu a jeho podíl ze srážek v odběrové vrstvě 80 cm představuje tabulka 3.

Na stanovištích Svitavy, Chrastava, Vysoká, Libějovice a Horažďovice byl zachycen eluát jednou i vícekrát ročně téměř ve všech sledovaných letech. Průsak do hloubky 80 cm představuje až 20 % z průměrné roční sumy srážek. Zachycenému eluátu odpovídá i množství proplavených živin, především nitratového dusíku (v průměru 15 kg.ha<sup>-1</sup>), vápníku a síranů. Tato stanoviště s **promyvným vodním režimem** jsou charakterizována propustnějšími písčitohlinitými půdami v horší bramborářské oblasti, s vysokými srážkami, v průměru nad 600 mm ročně (tabulka 4).

U další skupiny stanovišť (Žatec, Pusté Jakartice, Uherský Ostroh, Jaroměřice) byl zaznamenán průsak v méně než polovině sledovaných let a množství zachyceného eluátu odpovídá 1 až 2 % z průměrné roční sumy srážek. Tato stanoviště s vodním **režimem periodicky promyvným** reprezentují kvalitní hlinité půdy, u nichž jsou ztráty na živinách podstatně nižší než v režimu promyvném (např. nitrátový dusík v průměru asi 8 kg.ha<sup>-1</sup> ročně).

Tabulka 3: Průměrné roční množství zachyceného eluátu a jeho podíl ze srážek v odběrové vrstvě 80 cm

| Místo        | Sledované období | Srážky (mm) | % srážek z dlouhodobého normálu | Počet let sledování | Zachycený eluát (počet let) | % eluátu ze sumy srážek |
|--------------|------------------|-------------|---------------------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Svitavy      | 1986-2011        | 626         | 101,5                           | 26                  | <b>25</b>                   | 3,8                     |
| Chrastava    | 1989-2011        | 756         | 102,5                           | 23                  | <b>23</b>                   | 13,9                    |
| Vysoká       | 1989-2011        | 644         | 105,5                           | 23                  | <b>22</b>                   | 20,1                    |
| Libějovice   | 1988-2007        | 611         | 108,5                           | 20                  | <b>19</b>                   | 17,5                    |
| Horažďovice  | 1988-2011        | 578         | 100                             | 24                  | <b>15</b>                   | 1,9                     |
| Jaroměřice   | 1989-2011        | 511         | 106,3                           | 23                  | <b>10</b>                   | 1,5                     |
| Žatec        | 1988-2011        | 595         | 135,1                           | 24                  | <b>9</b>                    | 2,1                     |
| Krásné Údolí | 1988-2011        | 642         | 105,9                           | 24                  | <b>9</b>                    | 0,4                     |
| P. Jakartice | 1991-2011        | 584         | 96,5                            | 21                  | <b>7</b>                    | 1,19                    |
| Uh. Ostroh   | 1989-2011        | 547         | 105                             | 23                  | <b>5</b>                    | 1,7                     |
| Věrovany     | 1989-2011        | 509         | 101                             | 23                  | <b>3</b>                    | 0,1                     |
| Lednice      | 1986-2011        | 442         | 96                              | 27                  | <b>0</b>                    | 0                       |
| Lípa         | 1991-2011        | 557         | 94,5                            | 22                  | <b>20</b>                   | 5,4                     |
| Závišín      | 1995-2011        | 838         | 119                             | 16                  | <b>16</b>                   | 6,4                     |

Do poslední skupiny stanovišť patří Věrovany a Lednice, kde je průsak do hlubších vrstev půdy minimální, nebo žádný. Stanoviště je možno charakterizovat teplejším, sušším klimatem a těžšími černozemními půdami. Vzhledem k minimálnímu průsaku nedochází ke ztrátám živin, **vodní režim je nepromyvný**.

Tabulka 4: Průměrné roční ztráty živin v  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  v odběrové vrstvě 80 cm

| Stanoviště                       | Srážky<br>mm | Průsak<br>eluátu<br>ze srážek % | pH                               | $\text{NO}_3^-$ | $\text{NH}_4^+$ | P          | K          | Mg         | Ca          | $\text{SO}_4^-$ |
|----------------------------------|--------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|-------------|-----------------|
|                                  |              |                                 | $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ |                 |                 |            |            |            |             |                 |
| Vysoká                           | 644          | 20,1                            | 6,9                              | 11,5            | 0,1             | 0,1        | 0,9        | 13,2       | 9,1         | 20,8            |
| Libějovice                       | 611          | 17,5                            | 6,4                              | 22,8            | 0,9             | 0,9        | 5,8        | 4,1        | 45,9        | 40,5            |
| Chrastava                        | 756          | 13,9                            | 7,5                              | 14,8            | 0,0             | 2,3        | 4,8        | 11,4       | 64,2        | 41,0            |
| Svitavy                          | 626          | 3,8                             | 7,3                              | 17,5            | 0,5             | 0,0        | 0,7        | 0,9        | 26,9        | 27,2            |
| Horažďovice                      | 578          | 1,9                             | 7,2                              | 7,4             | 0,0             | 0,0        | 0,3        | 3,6        | 21,9        | 14,7            |
| <b>Promyvný režim</b>            |              |                                 |                                  | <b>14,8</b>     | <b>0,3</b>      | <b>0,7</b> | <b>2,5</b> | <b>6,6</b> | <b>33,6</b> | <b>28,8</b>     |
| Žatec                            | 595          | 2,1                             | 7,2                              | 3,0             | 0,1             | 0,1        | 0,5        | 2,7        | 13,0        | 7,7             |
| Uh. Ostroh                       | 547          | 1,7                             | 7,6                              | 19,5            | 0,1             | 0,1        | 0,8        | 1,2        | 24,7        | 18,6            |
| Jaroměřice                       | 511          | 1,5                             | 7,7                              | 9,8             | 0,0             | 0,0        | 0,3        | 4,0        | 12,5        | 20,3            |
| P. Jakartice                     | 584          | 1,2                             | 6,3                              | 10,3            | 12,5            | 1,7        | 8,0        | 2,3        | 13,5        | 93,6            |
| Krásné Údoli                     | 642          | 0,4                             | 6,8                              | 0,1             | 0,0             | 0,0        | 0,2        | 0,0        | 0,4         | 0,3             |
| <b>Periodicky promyvný režim</b> |              |                                 |                                  | <b>8,4</b>      | <b>2,1</b>      | <b>0,3</b> | <b>1,7</b> | <b>2,3</b> | <b>14,3</b> | <b>25,9</b>     |
| Věrovany                         | 509          | 0,1                             | 7,0                              | 0,2             | 0,0             | 0,0        | 0,1        | 0,2        | 1,6         | 1,1             |
| Lednice                          | 442          | 0,0                             | 0,0                              | 0,0             | 0,0             | 0,0        | 0,0        | 0,0        | 0,0         | 0,0             |
| <b>Nepromyvný režim</b>          |              |                                 |                                  | 0,1             | 0,0             | 0,0        | 0,0        | 0,1        | 0,8         | 0,5             |
| Lípa                             | 557          | 5,4                             | 6,3                              | 10,3            | 12,5            | 1,7        | 8,0        | 2,3        | 13,5        | 93,6            |
| Závišín                          | 838          | 8,2                             | 7,0                              | 0,9             | 0,1             | 0,1        | 0,3        | 2,2        | 10,0        | 16,5            |
| <b>TTP</b>                       |              |                                 |                                  | <b>5,6</b>      | <b>6,3</b>      | <b>0,9</b> | <b>4,2</b> | <b>2,2</b> | <b>11,8</b> | <b>55,0</b>     |

Samostatnou skupinu představují **půdy TTP** (Lípa, Závišín). Obě stanoviště jsou umístěna na písčitohlinitých půdách typu kambizem, v chladnější bramborářské oblasti s vyššími srážkami. Eluát zde byl zachycen téměř ve všech sledovaných letech i několikrát ročně. Průsak eluátu do hloubky 80 cm představuje u obou stanovišť asi 6 % z průměrné roční sumy srážek. Z tohoto pohledu lze obě stanoviště charakterizovat jako stanoviště s **vodním režimem promyvným**. Obsah vyplavených živin v eluátech je však podle stanoviště diametrálně odlišný.

Zatímco lyzimetr v Lípě, umístěný na dočasném TTP v areálu stanice, vykazuje dlouhodobě vysoké ztráty vyplavením u nitrátového i amonného dusíku (10 a 13 kg), síranů (94 kg), vápníku (14 kg) i draslíku (8 kg), lyzimetry v Závišíně, umístěné na bývalém pastevním porostu, proplavují ročně v průměru jen asi 1 kg nitrátového dusíku, 10 kg vápníku a 16 kg síranů.

Kromě sledování ztrát živin vyplavováním byl na všech lyzimetrických stanovištích sledován i vnos živin atmosférickými srážkami (tabulka 5).

Tabulka 5: Průměrný roční obsah živin a průvodních látek ve srážkové vodě v  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

| Stanoviště    | Srážky<br>mm | pH                               | $\text{NO}_3^-$ | $\text{NH}_4^+$ | P          | K          | Mg         | Ca          | $\text{SO}_4^{2-}$ |
|---------------|--------------|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|-------------|--------------------|
|               |              | $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ |                 |                 |            |            |            |             |                    |
| Závišín       | 838          | 5,4                              | 6,4             | 4,1             | 0,5        | 4,1        | 1,3        | 5,9         | 46,2               |
| Chrastava     | 756          | 5,1                              | 15,0            | 12,2            | 3,3        | 6,8        | 3,6        | 13,3        | 82,7               |
| Vysoká        | 644          | 5,1                              | 9,1             | 10,2            | 0,5        | 2,5        | 1,0        | 2,6         | 42,4               |
| Krásné Údolí  | 640          | 6,0                              | 3,1             | 6,8             | 1,0        | 6,5        | 1,5        | 11,4        | 60,9               |
| Svitavy       | 626          | 6,3                              | 15,6            | 12,5            | 0,9        | 3,1        | 0,7        | 9,4         | 56,0               |
| Žatec         | 595          | 6,2                              | 9,3             | 10,9            | 2,5        | 5,6        | 6,9        | 16,0        | 77,6               |
| Horažďovice   | 578          | 5,5                              | 3,8             | 8,2             | 0,4        | 2,9        | 1,0        | 6,1         | 61,5               |
| Lípa          | 557          | 5,7                              | 20,4            | 16,1            | 1,5        | 9,4        | 1,6        | 8,8         | 55,2               |
| Uh. Ostroh    | 547          | 5,7                              | 20,8            | 10,0            | 2,9        | 11,4       | 6,1        | 15,8        | 45,9               |
| Jaroměřice    | 511          | 6,1                              | 20,1            | 6,9             | 1,1        | 2,4        | 2,7        | 7,4         | 31,0               |
| P. Jakartice  | 511          | 6,6                              | 9,9             | 3,8             | 1,0        | 21,5       | 1,3        | 5,7         | 60,8               |
| Věrovany      | 509          | 5,6                              | 5,6             | 10,2            | 2,7        | 8,8        | 1,8        | 13,0        | 44,3               |
| Lednice       | 442          | 6,0                              | 24,3            | 6,1             | 1,2        | 2,9        | 6,4        | 14,2        | 30,5               |
| <b>Průměr</b> |              | <b>5,8</b>                       | <b>12,6</b>     | <b>9,1</b>      | <b>1,5</b> | <b>6,8</b> | <b>2,8</b> | <b>10,0</b> | <b>53,5</b>        |

Z výše uvedené tabulky je patrná vyšší dodávka nitrátového dusíku, v průměru téměř 13 kg na hektar ročně. Mírně nižší je přísun amonného dusíku a vápníku. Relativně vysoké je množství síry v síranové formě ( $54 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Naopak téměř zanedbatelné jsou ve srážkové vodě obsahy fosforu a ani dotace draslíku a hořčíku nejsou na většině stanovišť významné.

Uvedené ztráty živin vyplavením a vnos živin atmosférickými srážkami jsou průměrné roční hodnoty za poměrně dlouhé časové období. Délka sledování do jisté míry opravňuje ke zobecnění těchto údajů, ale současně je potřeba připomenout, že stanovované hodnoty značně kolísají. Nejen mezi průsaky v jednotlivých ročnících je patrná vysoká variabilita, ale velmi variabilní jsou i roční sumáře živin ve srážkové vodě. Proto je potřeba k praktické interpretaci těchto výsledků přistupovat obezřetně.

## 5.2. Dynamika minerálního dusíku v půdě

Obsah minerálního dusíku je dán součtem dvou dusíkatých frakcí, dusíku nitrátového ( $\text{N-NO}_3^-$ ) a amonného ( $\text{N-NH}_4^+$ ). Amonný dusík podléhá v půdě nitrifikaci a je potenciálním zdrojem  $\text{N-NO}_3^-$ . I když se z půdy prakticky nevyplavuje, je třeba jeho obsahu v půdě v době před zámrzem věnovat určitou pozornost. Obě složky minerálního dusíku je však třeba důsledně rozlišovat a z hlediska ochrany vod před znečištěním zaměřit hodnocení především na nitráty.

Dusík zmineralizovaný v půdě na počátku zimy je potenciálním zdrojem nitrátů, které mohou nepříznivě ovlivnit kvalitu vod. Posun nitrátů v půdním profilu závisí především na půdním druhu, který ovlivňuje propustnost a na povětrnostních podmínkách během zimního období.

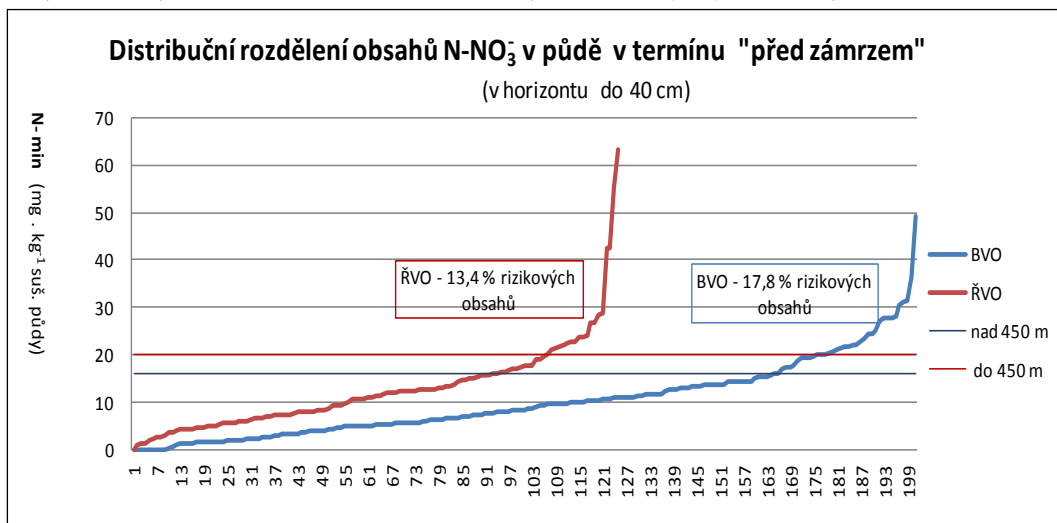
Pro posouzení **půdního nitrátového dusíku v podzimním období** byla použita data z lyzimetrických stanovišť na orné půdě z odběrů do 40 cm hloubky. Pro hodnocení obsahu  $\text{N-NO}_3$  v půdě byla použita kritéria zavedená a provozně odzkoušená ÚKZÚZ. Hodnocení bylo prováděno s ohledem na nadmořskou výšku stanoviště v  $\text{mg.kg}^{-1}$  (tabulka 8).

Tabulka 8: Hodnocení obsahu  $\text{N-NO}_3$  v půdě ( $\text{mg.kg}^{-1}$ )

| obsah $\text{N-NO}_3$ | 450 m n. m. - ŘVO | nad 450 m n. m. - BVO |
|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| velmi bezpečný        | do 5,0            | do 4,0                |
| bezpečný              | 5,1 – 10,0        | 4,1 – 8,0             |
| přiměřený             | 10,1 – 15,0       | 8,1 – 12,0            |
| nadměrný              | 15,1 – 20,0       | 12,1 – 16,0           |
| rizikový              | nad 20,0          | nad 16,0              |

Graf 1 zobrazuje distribuční rozdělení obsahů  $\text{N-NO}_3$  v půdě v odběrovém horizontu do 40 cm. Obsahy N byly seřazeny od nejnižší po nejvyšší hodnotu bez ohledu na stanoviště a rok odběru. Na lyzimetrických stanovištích s nadmořskou výškou do 450 m nadmořské výšky (ŘVO) bylo zjištěno necelých 13 % (rizikových) analýz nitrátového dusíku s obsahem vyšším než  $20 \text{ mg.kg}^{-1}$ , u lyzimetrických stanovišť nad 450 m nadmořské výšky (BVO) to bylo téměř 18 % analýz s obsahem  $\text{N-NO}_3$  vyšším než  $16 \text{ mg.kg}^{-1}$ .

Graf 1: Distribuční rozdělení  $\text{N-NO}_3$  v půdě v horizontu do 40 cm v termínu „před zámrazem“ na lyzimetrických stanovištích BVO/ŘVO (obsahy dusíku v  $\text{mg.kg}^{-1}$  suš. půdy)



Pro **posouzení změn v obsahích nitrátového a amonného dusíku v půdě** byly použity výsledky tří termínů odběru vzorků: před zámrazem, brzy na jaře a po sklizni. Do sledování byla zařazena jen stanoviště na orné půdě. Pro interpretaci výsledků bylo použito jednoduché popisné statistiky (průměr, medián, maximum, minimum, směrodatná odchylka a počet hodnot).

Tabulky 6 a 7 dokumentují, že na stanovištích v řepařské (kukuřičné) výrobní oblasti výrazně převažují, ve většině sledovaných termínů, obsahy nitrátového dusíku nad amonnou formou. Na stanovištích v bramborářské oblasti jsou rozdíly mezi nitrátovou a amonnou formou dusíku podstatně nižší. V první uvedené skupině stanovišť probíhá příznivě nitrifikace, klimaticky jsou to místa teplejší, s půdním typem černozem nebo hnědozem, se středně těžkou hlinitou půdou. Ve druhé skupině jsou stanoviště s větší nadmořskou výškou, chladnější, převažujícím půdním typem je kambizem, půdy jsou lehčí písčitohlinité. V těchto podmínkách probíhá nitrifikace pomaleji, proto je zjišťovaný podíl amonného dusíku vyšší.

Tabulka 6: Popisná statistika  $N-NO_3^-$  souboru prvotních hodnot lyzimetrických stanovišť BVO/ŘVO na orné půdě (obsahy dusíku v  $mg.kg^{-1}$  suš. půdy)

| Stanoviště      | Období       | Nitrátový dusík ( $mg.kg^{-1}$ suš. půdy) |      |      |            |      |      |              |      |      |
|-----------------|--------------|-------------------------------------------|------|------|------------|------|------|--------------|------|------|
|                 |              | brzy na jaře                              |      |      | po sklizni |      |      | před zámrzem |      |      |
|                 |              | 40                                        | 60   | 80   | 40         | 60   | 80   | 40           | 60   | 80   |
| Chrastava       | 1985-2011    | 7,2                                       | 8,5  | 7,6  | 9,3        | 7,5  | 6,5  | 11,0         | 9,4  | 7,1  |
| Svitavy         | 1985-2011    | 5,1                                       | 6,0  | 6,3  | 5,8        | 4,7  | 4,1  | 6,7          | 7,0  | 8,0  |
| Horažďovice 11  | 1985-2012    | 6,3                                       | 4,7  | 3,6  | 5,6        | 1,9  | 1,5  | 8,2          | 3,9  | 2,3  |
| Horažďovice 10  | 1988-2011    | 7,5                                       | 6,9  | 4,6  | 5,7        | 2,1  | 1,9  | 9,9          | 4,1  | 2,5  |
| Krásné Údolí    | 1988-2011    | 6,0                                       | 5,2  | 4,7  | 11,8       | 8,1  | 5,3  | 11,8         | 8,4  | 5,2  |
| Vysoká          | 1988-2011    | 4,8                                       | 3,9  | 3,3  | 7,5        | 4,7  | 3,6  | 6,6          | 5,7  | 4,6  |
| Libějovice      | 1989-2011    | 12,1                                      | 10,1 | 7,4  | 9,7        | 6,1  | 3,9  | 11,8         | 5,9  | 4,4  |
| Jaroměřice      | 1990-2011    | 9,9                                       | 9,6  | 7,1  | 10,9       | 7,1  | 5,1  | 13,8         | 9,5  | 6,3  |
| BVO             | Průměr       | 7,4                                       | 6,8  | 5,5  | 8,3        | 5,2  | 4,0  | 10,3         | 6,5  | 4,6  |
|                 | Median       | 5,7                                       | 4,6  | 3,8  | 6,3        | 3,0  | 2,2  | 8,5          | 5,0  | 3,2  |
|                 | Min          | 0,0                                       | 0,0  | 0,0  | 0,0        | 0,0  | 0,0  | 0,0          | 0,0  | 0,0  |
|                 | Max          | 44,9                                      | 63,1 | 56,0 | 58,7       | 56,6 | 24,4 | 49,3         | 47,2 | 17,7 |
|                 | Směr odch.   | 6,3                                       | 7,3  | 5,6  | 7,9        | 6,4  | 4,6  | 8,0          | 5,8  | 3,6  |
|                 | Počet hodnot | 193                                       | 192  | 192  | 192        | 190  | 168  | 201          | 199  | 200  |
| Lednice         | 1985-2011    | 9,7                                       | 10,5 | 6,1  | 9,2        | 4,7  | 3,3  | 12,0         | 9,5  | 4,8  |
| Žatec           | 1985-2011    | 13,3                                      | 12,4 | 6,7  | 12,7       | 6,3  | 4,2  | 15,8         | 10,8 | 7,4  |
| Pusté Jakartice | 1985-2011    | 14,8                                      | 16,2 | 18,4 | 9,3        | 7,8  | 6,5  | 15,1         | 13,1 | 9,3  |
| Věrovany        | 1989-2009    | 10,7                                      | 8,0  | 6,7  | 7,4        | 4,4  | 3,9  | 9,8          | 7,9  | 4,6  |
| Uherský Ostroh  | 1989-2011    | 7,6                                       | 8,3  | 8,1  | 7,0        | 4,8  | 3,1  | 10,8         | 6,9  | 4,8  |
| ŘVO             | Průměr       | 11,2                                      | 11,1 | 9,2  | 9,1        | 5,6  | 4,2  | 12,7         | 9,6  | 6,2  |
|                 | Median       | 9,0                                       | 8,3  | 5,9  | 7,0        | 4,0  | 2,7  | 11,3         | 6,8  | 4,1  |
|                 | Min          | 0,0                                       | 0,0  | 0,0  | 0,0        | 0,0  | 0,0  | 0,9          | 0,0  | 0,0  |
|                 | Max          | 59,3                                      | 64,3 | 96,7 | 90,4       | 41,2 | 56,6 | 63,1         | 63,3 | 60,1 |
|                 | Směr odch.   | 9,0                                       | 9,5  | 14,4 | 10,0       | 6,4  | 6,4  | 9,6          | 9,2  | 7,7  |
|                 | Počet hodnot | 124                                       | 124  | 124  | 118        | 117  | 116  | 124          | 124  | 123  |

Tabulka 7: Popisná statistika  $N-NH_4^+$  souboru prvotních hodnot lyzimetrických stanovišť v BVO/ŘVO na orné půdě (obsahy dusíku v  $mg \cdot kg^{-1}$  suš. půdy)

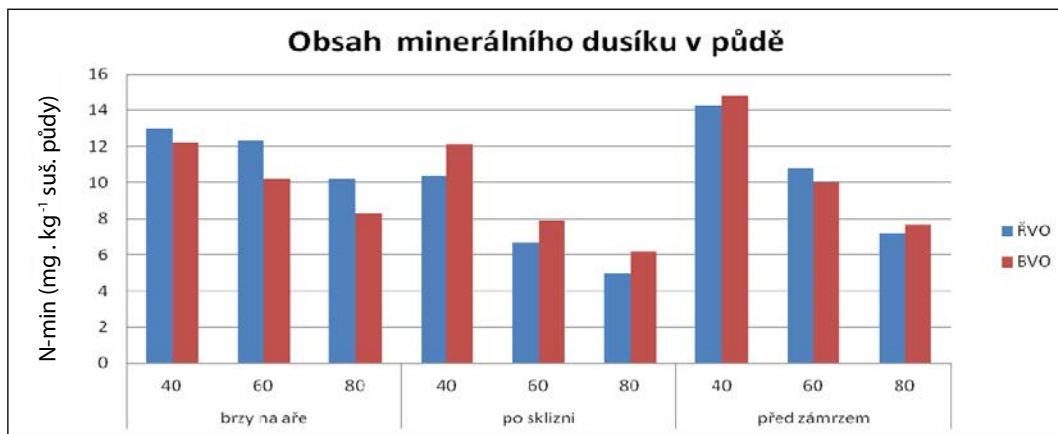
| Stanoviště      | Období       | Amonný dusík ( $mg \cdot kg^{-1}$ suš. půdy) |      |      |            |      |      |              |      |      |
|-----------------|--------------|----------------------------------------------|------|------|------------|------|------|--------------|------|------|
|                 |              | brzy na jaře                                 |      |      | po sklizni |      |      | před zámrzem |      |      |
|                 |              | 40                                           | 60   | 80   | 40         | 60   | 80   | 40           | 60   | 80   |
| Chrastava       | 1985-2011    | 2,6                                          | 1,5  | 1,0  | 2,0        | 1,1  | 0,9  | 3,2          | 1,8  | 1,4  |
| Svitavy         | 1985-2011    | 5,1                                          | 6,0  | 6,3  | 5,8        | 4,7  | 4,1  | 6,7          | 7,0  | 8,0  |
| Horažďovice 11  | 1985-2012    | 4,9                                          | 4,1  | 3,3  | 4,1        | 3,0  | 2,6  | 5,5          | 3,5  | 2,9  |
| Horažďovice 10  | 1988-2011    | 2,8                                          | 1,7  | 1,5  | 2,3        | 1,6  | 1,5  | 3,3          | 2,0  | 1,7  |
| Krásné Údolí    | 1988-2011    | 6,4                                          | 3,8  | 3,0  | 5,9        | 4,0  | 3,0  | 6,0          | 3,7  | 2,8  |
| Vysoká          | 1988-2011    | 5,0                                          | 3,3  | 1,7  | 3,6        | 2,6  | 1,7  | 4,7          | 3,5  | 2,2  |
| Libějovice      | 1989-2011    | 10,3                                         | 6,0  | 4,7  | 4,7        | 3,3  | 2,2  | 5,8          | 5,8  | 4,4  |
| Jaroměřice      | 1990-2011    | 1,2                                          | 1,1  | 0,8  | 1,6        | 1,5  | 1,7  | 0,9          | 0,9  | 1,1  |
| BVO             | Průměr       | 4,8                                          | 3,4  | 2,8  | 3,8        | 2,7  | 2,2  | 4,5          | 3,5  | 3,1  |
|                 | Median       | 3,3                                          | 1,9  | 1,5  | 2,9        | 1,9  | 1,4  | 2,6          | 1,9  | 1,2  |
|                 | Min          | 0,0                                          | 0,0  | 0,0  | 0,0        | 0,0  | 0,0  | 0,0          | 0,0  | 0,0  |
|                 | Max          | 43,7                                         | 45,3 | 74,3 | 23,6       | 45,6 | 38,0 | 28,6         | 24,1 | 19,0 |
|                 | Směr odch.   | 5,0                                          | 5,7  | 6,5  | 5,5        | 4,8  | 4,7  | 3,9          | 3,2  | 3,0  |
|                 | Počet hodnot | 200                                          | 201  | 201  | 193        | 192  | 191  | 191          | 191  | 191  |
| Lednice         | 1985-2011    | 1,5                                          | 0,9  | 0,7  | 1,0        | 0,8  | 0,6  | 1,5          | 1,3  | 0,7  |
| Žatec           | 1985-2011    | 2,5                                          | 1,4  | 1,0  | 1,5        | 0,9  | 0,7  | 2,4          | 1,5  | 1,0  |
| Pusté Jakartice | 1985-2011    | 2,4                                          | 1,5  | 1,1  | 1,3        | 0,8  | 0,4  | 2,1          | 1,5  | 1,1  |
| Věrovany        | 1989-2009    | 0,8                                          | 1,3  | 1,7  | 1,5        | 2,1  | 1,4  | 0,9          | 1,1  | 1,3  |
| Uherský Ostroh  | 1989-2011    | 1,7                                          | 0,9  | 0,6  | 1,5        | 0,9  | 0,8  | 0,9          | 0,7  | 0,9  |
| ŘVO             | Průměr       | 1,8                                          | 1,2  | 1,0  | 1,3        | 1,1  | 0,8  | 1,6          | 1,2  | 1,0  |
|                 | Median       | 1,0                                          | 0,9  | 0,5  | 1,0        | 0,7  | 0,6  | 0,8          | 0,6  | 0,5  |
|                 | Min          | 0,0                                          | 0,0  | 0,0  | 0,0        | 0,0  | 0,0  | 0,0          | 0,0  | 0,0  |
|                 | Max          | 18,8                                         | 7,0  | 9,1  | 17,1       | 7,2  | 8,0  | 11,2         | 14,8 | 19,6 |
|                 | Směr odch.   | 2,3                                          | 1,3  | 1,7  | 2,4        | 1,2  | 1,5  | 2,0          | 1,9  | 2,0  |
|                 | Počet hodnot | 112                                          | 114  | 114  | 110        | 111  | 110  | 114          | 113  | 113  |

Z uvedených průměrů i mediánů obsahu dusíku v půdě je jednoznačně patrný pokles hodnot se zvyšující se hloubkou odběru vzorků. Minerální dusík obou forem dosahuje ve spodní vrstvě do 80 cm pouze 50 až 70 % z hodnot zjištěných v horní vrstvě do 40 cm. Při porovnání obsahů podle doby odběru jsou však rozdíly v hodnotách malé. Mírně nižší obsahy ve všech odběrových vrstvách byly zjištěny pouze po sklizni. Dále je patrné zvýšení obsahu nitrátového dusíku ve střední a zvláště spodní odběrové vrstvě brzy na jaře, což je možno přičítat posunu  $N-NO_3^-$  přes zimní období (průměrný nárůst v 80 cm cca o 40 %). Ve všech odběrových termínech i hloubkách se vyskytovaly u obou forem dusíku, i když pouze ojediněle, velmi nízké stopové hodnoty. Rozpětí má proto minimální hodnotu vesměs nulovou a maximum vykazuje podle doby a vrstvy odběru hodnoty až do  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Maximální hodnoty  $N-NO_3^-$  nevykazují tendenci závislou na daných parametrech, tj. formě dusíku, hloubce odběru, době odběru ani výrobní

oblasti. Amonná forma vykazuje v ŘVO maxima celkově výrazně nižší, v termínu „před zámrazem“ lze pozorovat vyšší maxima u spodních horizontů.

**Minerální dusík**, který je považován z hlediska výživy za rostlinami využitelný, vykazuje bez ohledu na dobu odběru průměrné hodnoty ve vrstvě do 40 cm v rozpětí cca 12 až 14 mg, ve 40 až 60 cm 9 až 12 mg a v hloubce 60 až 80 cm 5 až 10 mg.kg<sup>-1</sup> sušiny půdy. To odpovídá při průměrné objemové hmotnosti suché půdy 1,5 g hodnotám v horní vrstvě cca 70 - 100 kg N, ve střední vrstvě 30 - 40 kg N a v nejhlubší odběrové vrstvě 20 - 30 kg N. ha<sup>-1</sup> (graf 2).

Graf 2: Průměrné obsahy minerálního dusíku v půdě v BVO a ŘVO



Obsah minerálního dusíku v půdě na stanovištích v ŘVO v termínu „brzy na jaře“ vykázal ve všech horizontech vyšší zásobu než v BVO. Lyzimetrická stanoviště v ŘVO, lokalizovaná na kvalitních hlinitých půdách, v teplejší oblasti s nižším průměrem srážek vykazují podstatně nižší ztráty živin než stanoviště v BVO, charakterizované lehčími půdami typu kambizem, chladnějším klimaregionem a vyššími srážkami. Na stanovištích v BVO dochází během zimního období k většímu posunu minerálního dusíku do spodních vrstev a do určité míry i k vyplavování dusíku do spodních vod.

V ostatních sledovaných termínech byla naopak zásoba Nmin v půdě na stanovištích v ŘVO téměř ve všech případech nižší, což lze vysvětlit větším odběrem dusíku výnosy a také teplejším klimatem s delší vegetační dobou.

### 5.3. Bilance dusíku na lyzimetrických stanovištích

Pro posouzení bilance dusíku v půdě byly použity výsledky lyzimetrických stanovišť na orné půdě. Do sledování byla zařazena data od roku 1996. Z důvodů co největší četnosti bilancí byla do hodnocení zařazena veškerá získaná data. Základními údaji pro zpracování bilance byly vstupy dusíku z minerálních a organických hnojiv a výstupy dusíku sklizní hlavního a vedlejšího produktu. Z lyzimetrických sledování byl do vstupů zařazen dusík dodaný dešťovými srážkami a obsah minerálního dusíku v půdě z hloubky 0 - 60 cm „brzy na jaře“. Do výstupů byla zařazena ztráta dusíku vyplavením z hloubky 80 cm. Pro dokreslení bilance je v tabulkách uveden i obsah minerálního dusíku v půdě „po sklizni“.

Přehled ročních bilanci pokusných stanovišť je uveden v tabulce 9. Balance jsou předkládány v základní podobě, bez korekce na biologickou fixaci dusíku u jetelovin (240 kg N) a luskovin (80 kg N). Pro interpretaci výsledků bylo použito jednoduché popisné statistiky (průměr, medián, maximum, minimum a směrodatná odchylka).

Tabulka 9: Roční dusíková bilance lyzimetrických stanovišť (N v kg.ha<sup>-1</sup>)

| Rok  | Stanoviště            | A – vstupy            |              |             | B - výstupy       |                     | rozdíl<br>A - B | N <sub>min</sub><br>po sklizni | Plodina        |
|------|-----------------------|-----------------------|--------------|-------------|-------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|
|      |                       | N <sub>min</sub> jaro | hnojení      | srážky      | odběr<br>sklizení | ztráty pod<br>80 cm |                 |                                |                |
| 1996 | Horažďovice 10        | 139,0                 | 140,0        | 8,0         | 129,0             | 0,0                 | 158,0           | 113,0                          | okopanina      |
| 1997 | Horažďovice 10        | 101,0                 | 70,0         | 6,0         | 90,0              | 0,0                 | 87,0            | 87,0                           | obilnina jarní |
| 1998 | Horažďovice 10        | 183,0                 | 40,0         | 9,0         | 90,0              | 0,0                 | 142,0           | 96,0                           | obilnina jarní |
| 1999 | Horažďovice 10        | 83,0                  | 0,0          | 6,7         | 330,7             | 1,2                 | -242,2          | 82,4                           | jetelovina     |
| 2000 | Horažďovice 10        | 93,1                  | 60,0         | 6,2         | 134,8             | 3,4                 | 21,1            | 100,8                          | obilnina ozim  |
| 2001 | Horažďovice 10        | 121,5                 | 240,0        | 8,1         | 61,5              | 10,9                | 297,2           | 249,3                          | okopanina      |
| 2002 | Horažďovice 10        | 310,0                 | 60,0         | 3,4         | 199,3             | 5,9                 | 168,2           | 89,2                           | obilnina ozim  |
| 2003 | Horažďovice 10        | 70,0                  | 40,0         | 7,0         | 74,0              | 5,0                 | 38,0            | 48,1                           | obilnina jarní |
| 2004 | Horažďovice 10        | 99,0                  | 429,0        | 9,0         | 119,0             | 6,0                 | 412,0           | 110,8                          | okopanina      |
| 2005 | Horažďovice 10        | 130,0                 | 30,0         | 8,0         | 114,2             | 7,9                 | 45,9            | 65,9                           | obilnina jarní |
| 2006 | Horažďovice 10        | 34,7                  | 40,0         | 8,0         | 217,8             | 13,1                | -148,2          | 69,2                           | obilnina jarní |
| 2007 | Horažďovice 10        | 331,7                 | 0,0          | 9,5         | 380,8             | 0,3                 | -39,9           | 47,1                           | jetelovina     |
| 2008 | Horažďovice 10        | 97,9                  | 60,0         | 6,1         | 145,4             | 2,6                 | 16,0            | 13,4                           | obilnina ozim  |
| 2009 | Horažďovice 11        | 63,5                  | 286,0        | 10,1        | 110,3             | 15,1                | 234,2           | 59,2                           | okopanina      |
| 2010 | Horažďovice 12        | 85,2                  | 60,0         | 9,6         | 157,1             | 0,0                 | -2,3            | 10,0                           | obilnina ozim  |
| 2011 | Horažďovice 13        | 65,4                  | 40,0         | 5,1         | 107,3             | 4,8                 | -1,7            | 109,2                          | obilnina jarní |
|      | <b>Průměr</b>         | <b>125,5</b>          | <b>99,7</b>  | <b>7,5</b>  | <b>153,8</b>      | <b>4,8</b>          | <b>74,1</b>     | <b>84,4</b>                    |                |
|      | <b>Medián</b>         | <b>98,5</b>           | <b>60,0</b>  | <b>8,0</b>  | <b>124,0</b>      | <b>4,1</b>          | <b>42,0</b>     | <b>84,7</b>                    |                |
|      | <b>Minimum</b>        | <b>34,7</b>           | <b>0,0</b>   | <b>3,4</b>  | <b>61,5</b>       | <b>0,0</b>          | <b>-242,2</b>   | <b>10,0</b>                    |                |
|      | <b>Maximum</b>        | <b>331,7</b>          | <b>429,0</b> | <b>10,1</b> | <b>380,8</b>      | <b>15,1</b>         | <b>412,0</b>    | <b>249,3</b>                   |                |
|      | <b>Směr. odchylka</b> | <b>81,2</b>           | <b>114,7</b> | <b>1,8</b>  | <b>86,6</b>       | <b>4,7</b>          | <b>156,6</b>    | <b>52,6</b>                    |                |
| 1996 | Horažďovice 11        | 127                   | 160          | 8           | 178               | 0                   | 117             | 106                            | okopanina      |
| 1997 | Horažďovice 11        | 120                   | 110          | 6           | 102               | 0                   | 134             | 81                             | obilnina jarní |
| 1998 | Horažďovice 11        | 234,0                 | 80,0         | 9,0         | 109,0             | 0,0                 | 214,0           | 110,0                          | obilnina jarní |
| 1999 | Horažďovice 11        | 94,9                  | 0,0          | 6,7         | 324,4             | 1,0                 | -223,8          | 87,6                           | jetelovina     |
| 2000 | Horažďovice 11        | 68,0                  | 120,0        | 6,2         | 175,4             | 1,2                 | 17,6            | 103,1                          | obilnina ozim  |
| 2001 | Horažďovice 11        | 104,6                 | 320,0        | 8,1         | 46,5              | 0,4                 | 385,8           | 158,5                          | okopanina      |
| 2002 | Horažďovice 11        | 143,0                 | 120,0        | 3,4         | 262,9             | 4,4                 | -0,9            | 86,2                           | obilnina ozim  |
| 2003 | Horažďovice 11        | 101,0                 | 80,0         | 7,0         | 89,0              | 0,0                 | 99,0            | 48,0                           | obilnina jarní |
| 2004 | Horažďovice 11        | 76,0                  | 509,0        | 9,0         | 177,0             | 0,0                 | 417,0           | 116,9                          | okopanina      |
| 2005 | Horažďovice 11        | 99,1                  | 60,0         | 8,0         | 144,1             | 0,9                 | 22,1            | 50,4                           |                |
| 2006 | Horažďovice 11        | 39,4                  | 80,0         | 8,0         | 258,2             | 6,4                 | -137,2          | 69,9                           | obilnina jarní |
| 2007 | Horažďovice 11        | 190,0                 | 0,0          | 9,5         | 407,1             | 0,0                 | -207,6          | 41,1                           | jetelovina     |
| 2008 | Horažďovice 11        | 62,7                  | 120,0        | 6,1         | 198,1             | 0,0                 | -9,3            | 15,3                           | obilnina ozim  |
| 2009 | Horažďovice 11        | 95,0                  | 366,0        | 10,1        | 152,9             | 8,0                 | 310,2           | 103,5                          | okopanina      |
| 2010 | Horažďovice 11        | 95,5                  | 120          | 9,6         | 188,8             | 9,7                 | 26,6            | 7,7                            | obilnina ozim  |
| 2011 | Horažďovice 11        | 82,6                  | 80           | 5,05        | 123,9             | 2,87                | 40,9            | 50,0                           | obilnina jarní |
|      | <b>Průměr</b>         | <b>108,3</b>          | <b>146,8</b> | <b>7,6</b>  | <b>189,8</b>      | <b>2,5</b>          | <b>68,2</b>     | <b>74,9</b>                    |                |
|      | <b>Medián</b>         | <b>97,3</b>           | <b>100,0</b> | <b>8,0</b>  | <b>176,2</b>      | <b>1,0</b>          | <b>24,4</b>     | <b>78,1</b>                    |                |
|      | <b>Minimum</b>        | <b>39,4</b>           | <b>0,0</b>   | <b>3,4</b>  | <b>46,5</b>       | <b>0,0</b>          | <b>-223,8</b>   | <b>7,7</b>                     |                |
|      | <b>Maximum</b>        | <b>234,0</b>          | <b>509,0</b> | <b>10,1</b> | <b>407,1</b>      | <b>9,7</b>          | <b>417,0</b>    | <b>158,5</b>                   |                |
|      | <b>Směr. odchylka</b> | <b>46,8</b>           | <b>141,6</b> | <b>1,8</b>  | <b>92,9</b>       | <b>3,2</b>          | <b>193,6</b>    | <b>40,6</b>                    |                |

Tabulka 9 (pokračování): Roční dusíková bilance lyzimetrických stanovišť (N v kg.ha<sup>-1</sup>)

| Rok  | Stanoviště            | A – vstupy            |              |             | B – výstupy      |                     | rozdíl<br>A - B | N <sub>min</sub><br>po sklizni | Plodina         |
|------|-----------------------|-----------------------|--------------|-------------|------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
|      |                       | N <sub>min</sub> jaro | hnojení      | srážky      | odběr<br>sklízni | ztráty pod<br>80 cm |                 |                                |                 |
| 1996 | Hradec n. Svit.       | 64,0                  | 180,0        | 9,0         | 261,0            | 2,0                 | -10,0           | 35,0                           | okopanina       |
| 1997 | Hradec n. Svit.       | 37,0                  | 128,0        | 23,0        | 58,0             | 4,0                 | 126,0           | 48,0                           | obilnina jarní  |
| 1998 | Hradec n. Svit.       | 482,0                 | 0,0          | 46,0        | 207,0            | 0,0                 | 321,0           | 345,0                          | obilnina jarní  |
| 1999 | Hradec n. Svit.       | 49,2                  | 0,0          | 23,1        | 328,7            | 21,8                | -278,2          | 21,3                           | jetelovina      |
| 2000 | Hradec n. Svit.       | 15,8                  | 90,0         | 9,0         | 138,9            | 15,6                | -39,7           | 20,2                           | obilnina ozim   |
| 2001 | Hradec n. Svit.       | 140,3                 | 120,0        | 7,0         | 111,7            | 51,7                | 104,0           | 84,6                           | okopanina       |
| 2002 | Hradec n. Svit.       | 93,2                  | 90,0         | 21,7        | 142,2            | 13,1                | 49,6            | 59,2                           | obilnina ozim   |
| 2003 | Hradec n. Svit.       | 75,0                  | 60,0         | 27,0        | 82,0             | 0,0                 | 80,0            | 62,4                           | obilnina jarní  |
| 2004 | Hradec n. Svit.       | 142,0                 | 120,0        | 23,0        | 104,0            | 9,0                 | 172,0           | 187,6                          | okopanina       |
| 2005 | Hradec n. Svit.       | 61,5                  | 45,0         | 28,1        | 99,4             | 0,5                 | 34,7            | 68,5                           | obilnina jarní  |
| 2006 | Hradec n. Svit.       | 45,6                  | 60,0         | 41,0        | 124,9            | 0,4                 | 21,3            | 92,9                           | obilnina jarní  |
| 2007 | Hradec n. Svit.       | 77,6                  | 0,0          | 33,3        | 370,9            | 5,9                 | -265,9          | 25,7                           | jetelovina      |
| 2008 | Hradec n. Svit.       | 21,9                  | 90,0         | 38,8        | 143,2            | 11,1                | -3,6            | 106,3                          | obilnina ozim   |
| 2009 | Hradec n. Svit.       | 32,9                  | 120,0        | 53,2        | 115,7            | 102,1               | -11,8           | 96,1                           | okopanina       |
| 2010 | Hradec n. Svit.       | 12,4                  | 90           | 37,1        | 118,6            | 68,2                | -47,4           | 13,3                           | obilnina ozim   |
| 2011 | Hradec n. Svit.       | 273,4                 | 60           | 46,13       | 106,9            | 33,8                | 238,8           | 26,8                           | obilovina jarní |
|      | <b>Průměr</b>         | <b>101,5</b>          | <b>78,3</b>  | <b>29,2</b> | <b>157,1</b>     | <b>21,2</b>         | <b>30,7</b>     | <b>80,8</b>                    |                 |
|      | <b>Medián</b>         | <b>62,8</b>           | <b>90,0</b>  | <b>27,6</b> | <b>121,8</b>     | <b>10,1</b>         | <b>28,0</b>     | <b>60,8</b>                    |                 |
|      | <b>Minimum</b>        | <b>12,4</b>           | <b>0,0</b>   | <b>7,0</b>  | <b>58,0</b>      | <b>0,0</b>          | <b>-278,2</b>   | <b>13,3</b>                    |                 |
|      | <b>Maximum</b>        | <b>482,0</b>          | <b>180,0</b> | <b>53,2</b> | <b>370,9</b>     | <b>102,1</b>        | <b>321,0</b>    | <b>345,0</b>                   |                 |
|      | <b>Směr. odchylka</b> | <b>116,8</b>          | <b>49,4</b>  | <b>13,6</b> | <b>86,5</b>      | <b>28,3</b>         | <b>150,8</b>    | <b>80,7</b>                    |                 |
| 1996 | Chrastava             | 89,0                  | 0,0          | 45,0        | 50,0             | 23,0                | 61,0            | 63,0                           | luskovina       |
| 1997 | Chrastava             | 62,0                  | 80,0         | 20,0        | 76,0             | 14,0                | 72,0            | 65,0                           | obilnina ozim   |
| 1998 | Chrastava             | 53,0                  | 140,0        | 27,0        | 109,0            | 16,0                | 95,0            | 58,0                           | obilnina ozim   |
| 1999 | Chrastava             | 35,9                  | 134,0        | 12,0        | 126,3            | 6,4                 | 49,2            | 76,2                           | obilnina jarní  |
| 2000 | Chrastava             | 85,9                  | 70,0         | 6,9         | 162,8            | 2,4                 | -2,4            | 42,4                           | obilnina jarní  |
| 2001 | Chrastava             | 155,2                 | 0,0          | 7,8         | 124,0            | 11,5                | 27,5            | 91,3                           | obilnina ozim   |
| 2002 | Chrastava             | 62,0                  | 100,0        | 7,4         | 90,3             | 3,6                 | 75,5            | 67,3                           | obilnina ozim   |
| 2003 | Chrastava             | 41,0                  | 130,0        | 21,0        | 101,0            | 5,0                 | 86,0            | 68,3                           | okopanina       |
| 2004 | Chrastava             | 26,0                  | 93,0         | 10,0        | 117,0            | 3,0                 | 9,0             | 16,8                           | okopanina       |
| 2005 | Chrastava             | 43,2                  | 60,0         | 5,8         | 79,6             | 4,7                 | 24,7            | 101,0                          | obilnina jarní  |
| 2006 | Chrastava             | 23,1                  | 70,0         | 6,7         | 57,3             | 3,5                 | 39,0            | 57,0                           | obilnina jarní  |
| 2007 | Chrastava             | 64,1                  | 0,0          | 5,8         | 104,6            | 18,1                | -52,8           | 81,9                           | luskovina       |
| 2008 | Chrastava             | 14,6                  | 90,0         | 3,1         | 93,1             | 4,3                 | 10,3            | 39,5                           | obilnina ozim   |
| 2009 | Chrastava             | 35,5                  | 130,0        | 1,6         | 96,4             | 13,5                | 57,2            | 45,6                           | okopanina       |
| 2010 | Chrastava             | 57,2                  | 90           | 2,81        | 93,4             | 32,1                | 24,5            | 7,2                            | obilnina ozim   |
| 2011 | Chrastava             | 36,9                  | 64           | 12,48       | 73,7             | 6,6                 | 33,1            | 39,8                           | obilnina jarní  |
|      | <b>Průměr</b>         | <b>55,3</b>           | <b>78,2</b>  | <b>12,2</b> | <b>97,2</b>      | <b>10,5</b>         | <b>38,0</b>     | <b>57,5</b>                    |                 |
|      | <b>Medián</b>         | <b>48,1</b>           | <b>85,0</b>  | <b>7,6</b>  | <b>94,9</b>      | <b>6,5</b>          | <b>36,0</b>     | <b>60,5</b>                    |                 |
|      | <b>Minimum</b>        | <b>14,6</b>           | <b>0,0</b>   | <b>1,6</b>  | <b>50,0</b>      | <b>2,4</b>          | <b>-52,8</b>    | <b>7,2</b>                     |                 |
|      | <b>Maximum</b>        | <b>155,2</b>          | <b>140,0</b> | <b>45,0</b> | <b>162,8</b>     | <b>32,1</b>         | <b>95,0</b>     | <b>101,0</b>                   |                 |
|      | <b>Směr. odchylka</b> | <b>32,8</b>           | <b>44,9</b>  | <b>10,9</b> | <b>27,0</b>      | <b>8,2</b>          | <b>36,3</b>     | <b>24,3</b>                    |                 |

Tabulka 9 (pokračování): Roční dusíková bilance lyzimetrických stanovišť (N v kg.ha<sup>-1</sup>)

| Rok  | Stanoviště            | A – vstupy            |              |             | B - výstupy   |                  | rozdíl<br>A - B | N <sub>min</sub><br>po sklizni | Plodina        |
|------|-----------------------|-----------------------|--------------|-------------|---------------|------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|
|      |                       | N <sub>min</sub> jaro | hnojení      | srážky      | odběr sklizní | ztráty pod 80 cm |                 |                                |                |
| 1996 | Jaroměřice n. R.      | 66,0                  | 180,0        | 38,0        | 174,0         | 3,4              | 106,6           | 138,0                          | okopanina      |
| 1997 | Jaroměřice n. R.      | 87,0                  | 94,0         | 25,0        | 114,0         | 3,0              | 89,0            | 55,0                           | obilnina jarní |
| 1998 | Jaroměřice n. R.      | 67,0                  | 60,0         | 20,0        | 135,0         | 0,0              | 12,0            | 80,0                           | obilnina jarní |
| 1999 | Jaroměřice n. R.      | 32,4                  | 0,0          | 28,5        | 283,7         | 0,0              | -222,8          | 64,2                           | jetelovina     |
| 2000 | Jaroměřice n. R.      | 117,4                 | 90,0         | 27,6        | 159,8         | 4,7              | 70,5            | 147,8                          | obilnina ozim  |
| 2001 | Jaroměřice n. R.      | 95,0                  | 167,4        | 19,0        | 37,1          | 0,0              | 244,3           | 164,5                          | okopanina      |
| 2002 | Jaroměřice n. R.      | 75,0                  | 162,0        | 16,5        | 165,7         | 0,0              | 87,8            | 94,7                           | obilnina ozim  |
| 2003 | Jaroměřice n. R.      | 54,0                  | 120,0        | 13,0        | 74,0          | 0,0              | 113,0           | 100,9                          | obilnina jarní |
| 2004 | Jaroměřice n. R.      | 100,0                 | 154,0        | 15,0        | 82,0          | 0,0              | 187,0           | 303,0                          | okopanina      |
| 2005 | Jaroměřice n. R.      | 149,9                 | 45,0         | 14,7        | 132,7         | 0,0              | 76,9            | 61,4                           | obilnina jarní |
| 2006 | Jaroměřice n. R.      | 52,7                  | 60,0         | 20,8        | 157,7         | 42,1             | -66,3           | 30,4                           | obilnina jarní |
| 2007 | Jaroměřice n. R.      | 31,0                  | 0,0          | 18,0        | 211,1         | 0,0              | -162,1          | 94,2                           | jetelovina     |
| 2008 | Jaroměřice n. R.      | 16,0                  | 150,0        | 17,3        | 168,1         | 0,0              | 15,2            | 81,3                           | obilnina ozim  |
| 2009 | Jaroměřice n. R.      | 56,2                  | 154,0        | 20,5        | 126,1         | 48,6             | 56,0            | 126,0                          | okopanina      |
| 2010 | Jaroměřice n. R.      | 90,2                  | 90           | 17          | 182           | 70               | -54,8           | 17,8                           | obilnina ozim  |
| 2011 | Jaroměřice n. R.      | 88,7                  | 60           | 11,8        | 93,2          | 0                | 67,3            | 52,4                           | obilnina jarní |
|      | <b>Průměr</b>         | <b>73,7</b>           | <b>99,2</b>  | <b>20,2</b> | <b>143,5</b>  | <b>10,7</b>      | <b>38,7</b>     | <b>100,7</b>                   |                |
|      | <b>Medián</b>         | <b>71,0</b>           | <b>92,0</b>  | <b>18,5</b> | <b>146,4</b>  | <b>0,0</b>       | <b>68,9</b>     | <b>87,8</b>                    |                |
|      | <b>Minimum</b>        | <b>16,0</b>           | <b>0,0</b>   | <b>11,8</b> | <b>37,1</b>   | <b>0,0</b>       | <b>-222,8</b>   | <b>17,8</b>                    |                |
|      | <b>Maximum</b>        | <b>149,9</b>          | <b>180,0</b> | <b>38,0</b> | <b>283,7</b>  | <b>70,0</b>      | <b>244,3</b>    | <b>303,0</b>                   |                |
|      | <b>Směr. odchylka</b> | <b>33,2</b>           | <b>56,8</b>  | <b>6,5</b>  | <b>57,0</b>   | <b>21,3</b>      | <b>115,3</b>    | <b>65,8</b>                    |                |
| 1996 | Krásné Údolí          | 84,0                  | 90,0         | 14,0        | 153,0         |                  | 35,0            | 91,0                           | obilnina jarní |
| 1997 | Krásné Údolí          | 92,0                  | 150,0        | 11,0        | 106,0         |                  | 147,0           | 225,0                          | okopanina      |
| 1998 | Krásné Údolí          | 142,0                 | 114,0        | 10,0        | 119,0         | 0,0              | 147,0           | 111,0                          | obilnina jarní |
| 1999 | Krásné Údolí          | 84,2                  | 80,0         | 6,4         | 86,5          | 0,0              | 84,0            | 118,9                          | obilnina ozim  |
| 2000 | Krásné Údolí          | 50,9                  | 70,0         | 2,1         | 27,3          | 0,3              | 95,4            | 117,1                          | obilnina jarní |
| 2001 | Krásné Údolí          | 72,3                  | 70,0         | 5,6         | 161,3         | 0,3              | -13,8           | 204,6                          | luskovina      |
| 2002 | Krásné Údolí          | 80,1                  | 92,0         | 3,5         | 102,0         | 0,0              | 73,6            | 71,3                           | obilnina ozim  |
| 2003 | Krásné Údolí          | 98,0                  | 141,0        | 5,0         | 60,0          | 0,0              | 184,0           | 195,1                          | okopanina      |
| 2004 | Krásné Údolí          | 274,0                 | 50,0         | 11,0        | 119,0         | 0,0              | 216,0           | 96,7                           | obilnina jarní |
| 2005 | Krásné Údolí          | 68,2                  | 0,0          | 3,3         | 30,7          | 0,1              | 40,7            | 123,6                          | jetelovina     |
| 2006 | Krásné Údolí          | 148,3                 | 90,0         | 8,3         | 114,0         | 0,0              | 132,6           | 241,1                          | jetelovina     |
| 2007 | Krásné Údolí          | 36,4                  | 83,0         | 6,6         | 112,8         | 0,0              | 13,2            | 76,7                           | obilnina ozim  |
| 2008 | Krásné Údolí          | 104,2                 | 60,0         | 7,7         | 41,6          | 0,0              | 130,3           | 126,8                          | obilnina jarní |
| 2009 | Krásné Údolí          | 70,9                  | 170,0        | 13,4        | 86,4          | 0,0              | 167,9           | 183,4                          | okopanina      |
| 2010 | Krásné Údolí          | 215,8                 | 50           | 14,9        | 114,9         | 1,55             | 164,2           | 13,4                           | obilnina jarní |
| 2011 | Krásné Údolí          | 16                    | 149          | 18          | 96            | 0                | 87,0            | 108,8                          | luskovina      |
|      | <b>Průměr</b>         | <b>102,3</b>          | <b>91,2</b>  | <b>8,8</b>  | <b>95,7</b>   | <b>0,2</b>       | <b>106,5</b>    | <b>131,5</b>                   |                |
|      | <b>Medián</b>         | <b>84,1</b>           | <b>86,5</b>  | <b>8,0</b>  | <b>104,0</b>  | <b>0,0</b>       | <b>112,8</b>    | <b>118,0</b>                   |                |
|      | <b>Minimum</b>        | <b>16,0</b>           | <b>0,0</b>   | <b>2,1</b>  | <b>27,3</b>   | <b>0,0</b>       | <b>-13,8</b>    | <b>13,4</b>                    |                |
|      | <b>Maximum</b>        | <b>274,0</b>          | <b>170,0</b> | <b>18,0</b> | <b>161,3</b>  | <b>1,6</b>       | <b>216,0</b>    | <b>241,1</b>                   |                |
|      | <b>Směr. odchylka</b> | <b>63,7</b>           | <b>43,1</b>  | <b>4,5</b>  | <b>38,0</b>   | <b>0,4</b>       | <b>63,4</b>     | <b>60,0</b>                    |                |

Tabulka 9 (pokračování): Roční dusíková bilance lyzimetrických stanovišť (N v kg.ha<sup>-1</sup>)

| Rok  | Stanoviště     | A – vstupy            |         |        | B - výstupy   |                  | rozdíl<br>A - B | N <sub>min</sub><br>po sklizni | Plodina        |
|------|----------------|-----------------------|---------|--------|---------------|------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|
|      |                | N <sub>min</sub> jaro | hnojení | srážky | odběr sklizní | ztráty pod 80 cm |                 |                                |                |
| 1996 | Lednice        | 58,0                  | 30,0    | 34,0   | 85,0          | 0,0              | 37,0            | 39,0                           | obilnina jarní |
| 1997 | Lednice        | 73,0                  | 140,0   | 70,0   | 204,0         | 0,0              | 79,0            | 94,0                           | okopanina      |
| 1998 | Lednice        | 80,0                  | 64,0    | 24,0   | 92,0          | 0,0              | 76,0            | 33,0                           | okopanina      |
| 1999 | Lednice        | 86,5                  | 125,0   | 27,0   | 59,9          | 0,0              | 178,6           | 105,1                          | okopanina      |
| 2000 | Lednice        | 130,5                 | 94,0    | 44,7   | 160,8         | 0,0              | 108,4           | 88,6                           | obilnina ozim  |
| 2001 | Lednice        | 130,5                 | 34,2    | 28,7   | 115,2         | 0,0              | 78,2            | 36,9                           | jetelovina     |
| 2002 | Lednice        | 43,2                  | 0,0     | 21,6   | 430,8         | 0,0              | -366,0          | 60,5                           | jetelovina     |
| 2003 | Lednice        | 160,0                 | 60,0    | 19,0   | 119,0         | 0,0              | 120,0           | 143,4                          | obilnina ozim  |
| 2004 | Lednice        | 94,0                  | 30,0    | 13,0   | 128,0         | 0,0              | 9,0             | 63,8                           | obilnina jarní |
| 2005 | Lednice        | 105,4                 | 114,0   | 21,0   | 116,6         | 0,0              | 123,8           | 61,9                           | okopanina      |
| 2006 | Lednice        | 40,9                  | 72,0    | 16,9   | 90,8          | 2,6              | 36,4            | 32,0                           | obilnina jarní |
| 2007 | Lednice        | 68,3                  | 50,0    | 10,3   | 119,1         | 7,2              | 2,3             | 47,0                           | obilnina jarní |
| 2008 | Lednice        | 111,0                 | 40,0    | 22,7   | 181,9         | 0,0              | -8,2            | 86,0                           | obilnina ozim  |
| 2009 | Lednice        | 36,6                  | 0,0     | 12,4   | 133,3         | 0,0              | -84,3           | 138,5                          | obilnina jarní |
| 2010 | Lednice        | 56,6                  | 0,0     | 11,3   | 145,9         | 0,0              | -78             | 13,9                           | luskovina      |
| 2011 | Lednice        | 64,16                 | 20      | 18,2   | 257,8         | 0,0              | -155,5          | 59,0                           | obilnina ozim  |
|      | Průměr         | 83,7                  | 54,6    | 24,7   | 152,5         | 0,7              | 9,8             | 68,9                           |                |
|      | Medián         | 76,5                  | 45,0    | 21,3   | 123,6         | 0,0              | 36,7            | 61,2                           |                |
|      | Minimum        | 36,6                  | 0,0     | 10,3   | 59,9          | 0,0              | -366,0          | 13,9                           |                |
|      | Maximum        | 160,0                 | 140,0   | 70,0   | 430,8         | 7,2              | 178,6           | 143,4                          |                |
|      | Směr. odchylka | 34,8                  | 43,1    | 14,6   | 86,1          | 1,9              | 128,5           | 36,5                           |                |
| 1996 | Libějovice     | 93,0                  | 161,0   | 109,0  | 90,0          | 451,0            | -178,0          | 68,0                           | okopanina      |
| 1997 | Libějovice     | 76,0                  | 124,0   | 48,0   | 67,0          | 152,0            | 29,0            | 121,0                          | obilnina jarní |
| 1998 | Libějovice     | 100,0                 | 89,0    | 13,0   | 69,0          | 4,0              | 129,0           | 134,0                          | obilnina jarní |
| 1999 | Libějovice     | 362,5                 | 130,0   | 29,6   | 81,9          | 2,5              | 437,7           | 124,5                          | okopanina      |
| 2000 | Libějovice     | 86,2                  | 76,0    | 29,3   | 91,0          | 24,5             | 76,0            | 83,5                           | obilnina ozim  |
| 2001 | Libějovice     | 226,3                 | 98,0    | 12,8   | 67,8          | 33,4             | 235,9           | 199,7                          | obilnina jarní |
| 2002 | Libějovice     | 159,4                 | 0,0     | 50,7   | 38,7          | 80,1             | 91,3            | 426,9                          | luskovina      |
| 2004 | Libějovice     | 159,0                 | 0,0     | 51,0   | 39,0          | 80,0             | 91,0            | 63,7                           | obilnina jarní |
| 2005 | Libějovice     | 216,6                 | 130,0   | 40,9   | 66,3          | 9,0              | 312,2           | 70,0                           | okopanina      |
| 2006 | Libějovice     | 56,9                  | 98,0    | 33,9   | 77,5          | 3,2              | 108,1           | 90,3                           | obilnina ozim  |
| 2007 | Libějovice     | 143,4                 | 92,0    | 39,5   | 73,7          | 0,0              | 201,2           | 111,1                          | obilnina ozim  |
|      | Průměr         | 152,7                 | 90,7    | 41,6   | 69,3          | 76,3             | 139,4           | 135,7                          |                |
|      | Medián         | 143,4                 | 98,0    | 39,5   | 69,0          | 24,5             | 108,1           | 111,1                          |                |
|      | Minimum        | 56,9                  | 0,0     | 12,8   | 38,7          | 0,0              | -178,0          | 63,7                           |                |
|      | Maximum        | 362,5                 | 161,0   | 109,0  | 91,0          | 451,0            | 437,7           | 426,9                          |                |
|      | Průměr         | 102,3                 | 91,2    | 8,8    | 95,7          | 0,2              | 106,5           | 131,5                          |                |
|      | Medián         | 84,1                  | 86,5    | 8,0    | 104,0         | 0,0              | 112,8           | 118,0                          |                |
|      | Minimum        | 16,0                  | 0,0     | 2,1    | 27,3          | 0,0              | -13,8           | 13,4                           |                |
|      | Maximum        | 274,0                 | 170,0   | 18,0   | 161,3         | 1,6              | 216,0           | 241,1                          |                |
|      | Směr. odchylka | 85,0                  | 48,5    | 24,8   | 16,6          | 126,9            | 152,2           | 99,4                           |                |

Tabulka 9 (pokračování): Roční dusíková bilance lyzimetrických stanovišť (N v kg.ha<sup>-1</sup>)

| Rok  | Stanoviště      | A – vstupy            |         |        | B - výstupy   |                  | rozdíl<br>A - B | N <sub>min</sub><br>po sklizni | Plodina        |
|------|-----------------|-----------------------|---------|--------|---------------|------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|
|      |                 | N <sub>min</sub> jaro | hnojení | srážky | odběr sklizní | ztráty pod 80 cm |                 |                                |                |
| 1996 | Pusté Jakartice | 69,0                  | 33,0    | 22,0   | 83,0          | 2,4              | 38,6            | 62,0                           | obilnina jarní |
| 1997 | Pusté Jakartice | 69,0                  | 0,0     | 17,0   | 125,0         | 0,0              | -39,0           | 109,0                          | jetelovina     |
| 1998 | Pusté Jakartice | 128,0                 | 93,0    | 12,0   | 122,0         | 0,0              | 111,0           | 51,0                           | obilnina ozim  |
| 1999 | Pusté Jakartice | 107,9                 | 50,0    | 13,5   | 88,2          | 11,3             | 71,9            | 39,3                           | obilnina jarní |
| 2000 | Pusté Jakartice | 180,0                 | 127,0   | 23,9   | 193,0         | 16,1             | 121,8           | 94,1                           | okopanina      |
| 2001 | Pusté Jakartice | 96,8                  | 27,0    | 18,0   | 91,4          | 0,0              | 50,4            | 189,2                          | obilnina jarní |
| 2002 | Pusté Jakartice | 118,1                 | 0,0     | 6,9    | 92,4          | 0,0              | 32,6            | 164,8                          | jetelovina     |
| 2003 | Pusté Jakartice | 401,0                 | 54,0    | 22,0   | 129,0         | 0,0              | 348,0           | 78,7                           | obilnina ozim  |
| 2004 | Pusté Jakartice | 200,0                 | 0,0     | 17,0   | 69,0          | 0,0              | 148,0           | 147,0                          | obilnina jarní |
| 2005 | Pusté Jakartice | 313,7                 | 106,0   | 13,5   | 203,7         | 0,0              | 229,5           | 129,7                          | okopanina      |
| 2006 | Pusté Jakartice | 200,1                 | 0,0     | 15,3   | 55,9          | 0,0              | 159,5           | 31,7                           | obilnina jarní |
| 2007 | Pusté Jakartice | 109,5                 | 0,0     | 13,9   | 91,2          | 0,0              | 32,2            | 98,2                           | obilnina jarní |
| 2008 | Pusté Jakartice | 256,1                 | 93,0    | 43,3   | 161,2         | 1,2              | 230,0           | 117,6                          | obilnina ozim  |
| 2009 | Pusté Jakartice | 75,1                  | 0,0     | 37,9   | 60,2          | 0,0              | 52,8            | 80,9                           | okopanina      |
| 2010 | Pusté Jakartice | 55,8                  | 54      | 13,64  | 64,3          | 0                | 59,1            | 11,6                           | obilnina ozim  |
| 2011 | Pusté Jakartice | 0                     | 0       | 0      | 0             | 0                | 0,0             | 0,0                            | obilnina jarní |
|      | Průměr          | 148,8                 | 39,8    | 18,1   | 101,8         | 1,9              | 102,9           | 87,8                           |                |
|      | Medián          | 113,8                 | 30,0    | 16,2   | 91,3          | 0,0              | 65,5            | 87,5                           |                |
|      | Minimum         | 0,0                   | 0,0     | 0,0    | 0,0           | 0,0              | -39,0           | 0,0                            |                |
|      | Maximum         | 401,0                 | 127,0   | 43,3   | 203,7         | 16,1             | 348,0           | 189,2                          |                |
|      | Směr. odchylka  | 101,5                 | 42,9    | 10,2   | 50,9          | 4,6              | 97,1            | 52,5                           |                |
| 1996 | Uherský Ostroh  | 88,0                  | 143,0   | 35,0   | 366,0         | 0,0              | -100,0          | 48,0                           | okopanina      |
| 1997 | Uherský Ostroh  | 72,0                  | 90,0    | 53,0   | 100,0         | 0,0              | 115,0           | 65,0                           | obilnina jarní |
| 1998 | Uherský Ostroh  | 100,0                 | 80,0    | 0,0    | 179,0         | 5,0              | -4,0            | 65,0                           | obilnina jarní |
| 1999 | Uherský Ostroh  | 71,7                  | 31,6    | 0,0    | 326,1         | 2,7              | -225,5          | 51,2                           | jetelovina     |
| 2000 | Uherský Ostroh  | 70,4                  | 90,0    | 25,0   | 137,4         | 1,2              | 46,8            | 61,8                           | obilnina ozim  |
| 2001 | Uherský Ostroh  | 64,1                  | 184,0   | 20,9   | 99,7          | 0,0              | 169,3           | 161,7                          | okopanina      |
| 2003 | Uherský Ostroh  | 96,0                  | 60,0    | 36,0   | 121,0         | 0,0              | 71,0            | 178,7                          | obilnina jarní |
| 2004 | Uherský Ostroh  | 166,0                 | 159,0   | 53,0   | 292,0         | 0,0              | 86,0            | 42,7                           | obilnina jarní |
| 2005 | Uherský Ostroh  | 61,2                  | 122,0   | 10,7   | 98,1          | 0,0              | 95,8            | 59,2                           | obilnina jarní |
| 2006 | Uherský Ostroh  | 46,2                  | 60,0    | 7,9    | 147,5         | 136,9            | -170,3          | 88,3                           | obilnina jarní |
| 2007 | Uherský Ostroh  | 36,2                  | 0,0     | 5,1    | 281,5         | 0,0              | -240,2          | 43,9                           | jetelovina     |
| 2008 | Uherský Ostroh  | 113,2                 | 60,0    | 11,8   | 221,4         | 0,0              | -36,4           | 42,1                           | obilnina ozim  |
| 2009 | Uherský Ostroh  | 34,0                  | 186,0   | 12,6   | 180,5         | 256,2            | -204,1          | 54,2                           | okopanina      |
| 2010 | Uherský Ostroh  | 34,6                  | 162     | 18,7   | 151,4         | 48,5             | 15,4            | 9,1                            | obilnina ozim  |
| 2011 | Uherský Ostroh  | 56,5                  | 60      | 17,6   | 137,2         | 0                | -3,1            | 35,4                           | obilnina jarní |
|      | Průměr          | 74,0                  | 99,2    | 20,5   | 189,3         | 30,0             | -25,6           | 67,1                           |                |
|      | Medián          | 70,4                  | 90,0    | 17,6   | 151,4         | 0,0              | -3,1            | 54,2                           |                |
|      | Minimum         | 34,0                  | 0,0     | 0,0    | 98,1          | 0,0              | -240,2          | 9,1                            |                |
|      | Maximum         | 166,0                 | 186,0   | 53,0   | 366,0         | 256,2            | 169,3           | 178,7                          |                |
|      | Směr. odchylka  | 34,0                  | 55,2    | 16,5   | 84,8          | 69,9             | 128,2           | 43,9                           |                |

Tabulka 9 (pokračování): Roční dusíková bilance lyzimetrických stanovišť (N v kg.ha<sup>-1</sup>)

| Rok  | Stanoviště     | A – vstupy            |         |        | B - výstupy   |                  | rozdíl<br>A - B | N <sub>min</sub><br>po sklizni | Plodina        |
|------|----------------|-----------------------|---------|--------|---------------|------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|
|      |                | N <sub>min</sub> jaro | hnojení | srážky | odběr sklizní | ztráty pod 80 cm |                 |                                |                |
| 1996 | Věrovany       | 79                    | 160     | 20     | 145           | 1                | 113             | 52                             | okopanina      |
| 1997 | Věrovany       | 96                    | 40      | 6      | 114           | 0                | 28              | 52                             | obilnina jarní |
| 1999 | Věrovany       | 66,2                  | 40,0    | 4,0    | 154,4         | 0,0              | -44,2           | 63,2                           | obilnina ozim  |
| 2000 | Věrovany       | 50,7                  | 99,2    | 1,9    | 121,3         | 0,0              | 30,5            | 64,7                           | obilnina ozim  |
| 2001 | Věrovany       | 47,2                  | 140,0   | 10,6   | 90,7          | 0,0              | 107,1           | 38,1                           | okopanina      |
| 2002 | Věrovany       | 118,1                 | 0,0     | 6,9    | 92,4          | 0,0              | 32,6            | 44,0                           | obilnina jarní |
| 2003 | Věrovany       | 82,0                  | 0,0     | 6,0    | 221,0         | 0,0              | -133,0          | 103,2                          | luskovina      |
| 2004 | Věrovany       | 167,0                 | 90,0    | 4,0    | 161,0         | 1,0              | 99,0            | 58,7                           | obilnina ozim  |
| 2005 | Věrovany       | 166,6                 | 90,0    | 4,2    | 160,5         | 1,0              | 99,3            | 58,4                           | obilnina ozim  |
| 2006 | Věrovany       | 39,7                  | 170,0   | 13,6   | 69,8          | 0,0              | 153,5           | 46,5                           | okopanina      |
| 2007 | Věrovany       | 113,0                 | 37,7    | 22,6   | 65,0          | 0,0              | 108,3           | 83,6                           | obilnina jarní |
| 2008 | Věrovany       | 76,8                  | 0,0     | 19,3   | 110,8         | 0,0              | -14,7           | 89,1                           | obilnina jarní |
| 2010 | Věrovany       | 45,0                  | 100,0   | 12,4   | 94,7          | 1,2              | 61,5            | 17,1                           | obilnina ozim  |
| 2011 | Věrovany       | 54,6                  | 189,0   | 19,6   | 117,6         | 0,0              | 145,6           | 47,4                           | okopanina      |
|      | Průměr         | 85,6                  | 79,7    | 10,4   | 121,6         | 0,3              | 53,8            | 59,5                           |                |
|      | Medián         | 77,9                  | 90,0    | 8,8    | 114,2         | 0,0              | 80,2            | 58,6                           |                |
|      | Minimum        | 39,7                  | 0,0     | 1,9    | 65,0          | 0,0              | -133,0          | 17,1                           |                |
|      | Maximum        | 167,0                 | 189,0   | 22,6   | 221,0         | 1,2              | 153,5           | 103,2                          |                |
|      | Směr. odchylka | 43,7                  | 62,7    | 6,8    | 43,4          | 0,5              | 80,9            | 22,8                           |                |
| 1996 | Vysoká         | 124,0                 | 0,0     | 22,0   | 112,0         | 37,0             | -3,0            | 33,0                           | jetelovina     |
| 1997 | Vysoká         | 33,0                  | 0,0     | 19,0   | 324,0         | 9,0              | -281,0          | 19,0                           | jetelovina     |
| 1998 | Vysoká         | 54,0                  | 25,0    | 0,0    | 384,0         | 13,0             | -318,0          | 41,0                           | jetelovina     |
| 1999 | Vysoká         | 61,7                  | 88,0    | 22,6   | 117,1         | 52,7             | 2,5             | 65,2                           | obilnina ozim  |
| 2000 | Vysoká         | 26,7                  | 70,0    | 23,2   | 82,9          | 111,3            | -74,3           | 66,9                           | obilnina ozim  |
| 2001 | Vysoká         | 28,1                  | 128,0   | 12,8   | 110,6         | 126,8            | -68,5           | 113,1                          | okopanina      |
| 2002 | Vysoká         | 97,7                  | 87,0    | 12,9   | 114,1         | 114,2            | -30,7           | 45,7                           | obilnina ozim  |
| 2003 | Vysoká         | 80,0                  | 170,0   | 17,0   | 129,0         | 67,2             | 70,8            | 182,3                          | okopanina      |
| 2004 | Vysoká         | 62,0                  | 0,0     | 14,0   | 168,0         | 89,0             | -181,0          | 52,5                           | luskovina      |
| 2005 | Vysoká         | 94,7                  | 93,0    | 14,9   | 215,1         | 84,3             | -96,8           | 49,8                           | obilnina ozim  |
| 2006 | Vysoká         | 40,3                  | 133,0   | 17,3   | 207,1         | 111,4            | -127,9          | 122,2                          | obilnina ozim  |
| 2007 | Vysoká         | 96,4                  | 62,0    | 21,4   | 93,3          | 54,9             | 31,6            | 53,8                           | obilnina jarní |
| 2008 | Vysoká         | 126,0                 | 60,0    | 10,3   | 120,3         | 41,4             | 34,6            | 123,1                          | obilnina ozim  |
| 2009 | Vysoká         | 42,0                  | 160,0   | 14,6   | 131,4         | 18,7             | 66,5            | 110,7                          | okopanina      |
| 2010 | Vysoká         | 74,3                  | 87,0    | 12,4   | 60,9          | 439,8            | -327,0          | 36,3                           | luskovina      |
| 2011 | Vysoká         | 101,5                 | 153     | 10,9   | 154,5         | 170,1            | -59,3           | 120,1                          | obilnina       |
|      | Průměr         | 71,4                  | 82,3    | 15,3   | 157,8         | 96,3             | -85,1           | 77,2                           |                |
|      | Medián         | 68,2                  | 87,0    | 14,8   | 124,7         | 75,8             | -63,9           | 59,5                           |                |
|      | Minimum        | 26,7                  | 0,0     | 0,0    | 60,9          | 9,0              | -327,0          | 19,0                           |                |
|      | Maximum        | 126,0                 | 170,0   | 23,2   | 384,0         | 439,8            | 70,8            | 182,3                          |                |
|      | Směr. odchylka | 31,9                  | 54,9    | 5,7    | 84,6          | 99,0             | 126,5           | 43,9                           |                |

Tabulka 9 (pokračování): Roční dusíková bilance lyzimetrických stanovišť (N v kg.ha<sup>-1</sup>)

| Rok  | Stanoviště            | A – vstupy            |              |             | B - výstupy   |                  | rozdíl<br>A - B | N <sub>min</sub><br>po sklizni | Plodina        |
|------|-----------------------|-----------------------|--------------|-------------|---------------|------------------|-----------------|--------------------------------|----------------|
|      |                       | N <sub>min</sub> jaro | hnojení      | srážky      | odběr sklizní | ztráty pod 80 cm |                 |                                |                |
| 1996 | Žatec                 | 89,0                  | 46,0         | 36,0        | 92,0          |                  | 79,0            | 31,0                           | obilnina ozim  |
| 1997 | Žatec                 | 58,0                  | 12,0         | 6,0         | 41,0          |                  | 35,0            | 58,0                           | obilnina jarní |
| 1998 | Žatec                 | 77,0                  | 70,0         | 14,0        | 79,0          | 0,0              | 82,0            | 58,0                           | obilnina ozim  |
| 1999 | Žatec                 | 30,5                  | 92,0         | 11,6        | 151,1         | 0,0              | -17,0           | 193,8                          | okopanina      |
| 2000 | Žatec                 | 164,5                 | 106,5        | 6,7         | 185,8         | 3,2              | 88,7            | 74,5                           | obilnina ozim  |
| 2001 | Žatec                 | 87,3                  | 125,0        | 6,4         | 153,5         | 19,7             | 45,5            | 63,8                           | obilnina ozim  |
| 2002 | Žatec                 | 81,1                  | 230,0        | 6,4         | 173,0         | 0,0              | 144,5           | 45,2                           | okopanina      |
| 2003 | Žatec                 | 53,0                  | 115,0        | 12,0        | 148,0         | 0,0              | 32,0            | 66,4                           | obilnina ozim  |
| 2004 | Žatec                 | 231,0                 | 28,0         | 9,0         | 140,0         | 0,0              | 128,0           | 20,2                           | obilnina jarní |
| 2005 | Žatec                 | 35,2                  | 0,0          | 5,2         | 119,9         | 0,0              | -79,5           | 39,8                           | luskovina      |
| 2006 | Žatec                 | 166,0                 | 138,0        | 7,9         | 111,4         | 18,1             | 182,4           | 209,8                          | obilnina ozim  |
| 2007 | Žatec                 | 112,2                 | 98,0         | 7,3         | 66,3          | 0,0              | 151,2           | 643,6                          | obilnina ozim  |
| 2008 | Žatec                 | 229,1                 | 0,0          | 7,3         | 80,8          | 3,1              | 152,5           | 57,2                           | obilnina ozim  |
| 2009 | Žatec                 | 32,3                  | 69,0         | 9,7         | 96,9          | 0,0              | 14,1            | 47,5                           | obilnina jarní |
| 2010 | Žatec                 | 64,0                  | 161,0        | 18,0        | 106,5         | 14,0             | 122,5           | 11,7                           | obilnina ozim  |
| 2011 | Žatec                 | 155,9                 | 82,0         | 27,5        | 81,3          | 498              | -313,9          | 53,9                           | obilnina jarní |
|      | <b>Průměr</b>         | <b>104,1</b>          | <b>85,8</b>  | <b>11,9</b> | <b>114,2</b>  | <b>39,7</b>      | <b>52,9</b>     | <b>104,7</b>                   |                |
|      | <b>Medián</b>         | <b>84,2</b>           | <b>87,0</b>  | <b>8,5</b>  | <b>109,0</b>  | <b>0,0</b>       | <b>80,5</b>     | <b>57,6</b>                    |                |
|      | <b>Minimum</b>        | <b>30,5</b>           | <b>0,0</b>   | <b>5,2</b>  | <b>41,0</b>   | <b>0,0</b>       | <b>-313,9</b>   | <b>11,7</b>                    |                |
|      | <b>Maximum</b>        | <b>231,0</b>          | <b>230,0</b> | <b>36,0</b> | <b>185,8</b>  | <b>19,7</b>      | <b>182,4</b>    | <b>643,6</b>                   |                |
|      | <b>Směr. odchylka</b> | <b>66,1</b>           | <b>60,8</b>  | <b>7,5</b>  | <b>41,4</b>   | <b>6,9</b>       | <b>71,5</b>     | <b>156,3</b>                   |                |

Z výše uvedených výsledků je zřejmá vysoká variabilita dat vzhledem ke stanovišti, ročníku i pěstované plodině. Hlavním důvodem jsou velké difference na straně vstupů do bilance, a to hlavně obsah minerálního dusíku na počátku vegetace a úroveň minerálního a organického hnojení, jež je dána pěstovanou plodinou. Přísun dusíku srážkovou a závlahovou vodou je vcelku vyrovnaný a navíc není z hlediska bilance příliš významný. Na straně výstupů je rozhodující úroveň odběru dusíku sklizní hlavního i vedlejšího produktu. Ztráty vyplavením jsou významné (při hodnocení hodnotou mediánu) jen na dvou stanovištích. Na stanovišti Vysoká byly zaznamenány tak významné ztráty vyplavením (75,8 kg N), že výsledkem je negativní dusíková bilance stanoviště. Závažné ztráty vyplavením byly zjištěny i na stanovišti v Liběovicích (24,5 kg N). Průsak do hloubky 80 cm představuje na těchto stanovištích 18 a 20 % z průměrné roční sumy srážek (tabulka 3). Obě stanoviště patří do skupiny s promyvným vodním režimem a jsou charakterizována propustnějšími písčitohlinitými půdami v bramborářské oblasti, s vysokými srážkami, v průměru nad 600 mm ročně. Na ostatních stanovištích byly ztráty vyplavením nevýznamné. Značnou variabilitou výsledků se vyznačuje také obsah minerálního dusíku v půdě po sklizni.

Vysokou variabilitu výsledků vykazuje také **roční dusíková bilance**, uvedená v tabulce 10.

Tabulka 10: Průměrná roční dusíková bilance - hodnota mediánu (N v kg.ha<sup>-1</sup>)

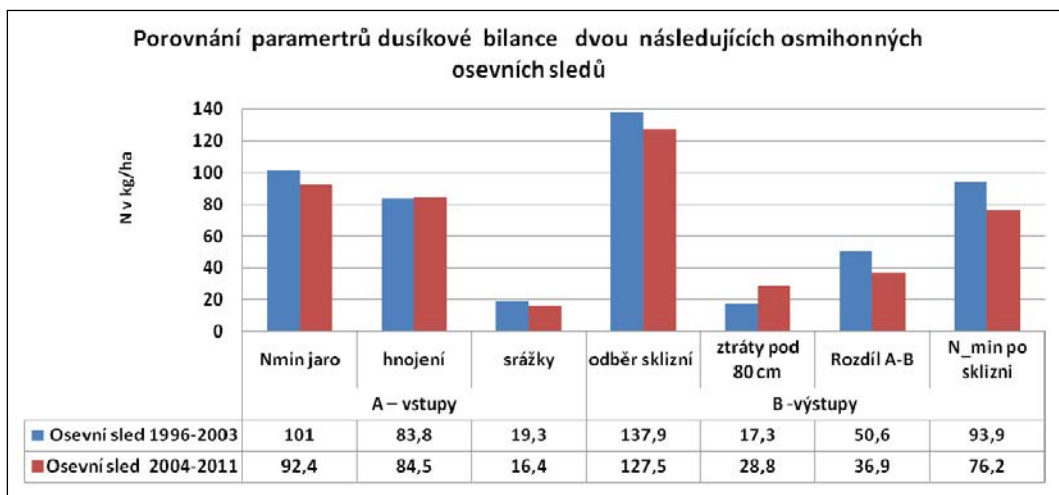
| Rok    | A – vstupy            |         |        | B - výstupy                     |                     | rozdíl<br>A - B | N <sub>min</sub><br>po sklizni |
|--------|-----------------------|---------|--------|---------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------|
|        | N <sub>min</sub> jaro | hnojení | srážky | odběr sklizní<br>(celý produkt) | ztráty<br>pod 80 cm |                 |                                |
| 1996   | 89,9                  | 101,8   | 30,8   | 147,5                           | 47,3                | 34,9            | 67,6                           |
| 1997   | 75,1                  | 79,8    | 23,8   | 117,0                           | 20,2                | 47,8            | 83,0                           |
| 1998   | 139,1                 | 71,2    | 16,3   | 137,9                           | 3,0                 | 85,6            | 99,6                           |
| 1999   | 91,3                  | 55,0    | 16,1   | 208,2                           | 7,2                 | -53,0           | 86,2                           |
| 2000   | 91,0                  | 88,1    | 18,4   | 134,2                           | 15,4                | 47,9            | 80,9                           |
| 2001   | 106,2                 | 123,1   | 14,9   | 99,6                            | 18,3                | 126,4           | 129,5                          |
| 2002   | 111,9                 | 72,4    | 14,5   | 149,0                           | 18,6                | 31,2            | 100,6                          |
| 2003   | 103,4                 | 79,2    | 19,5   | 109,6                           | 8,5                 | 84,0            | 104,0                          |
| 2004   | 135,6                 | 118,7   | 18,3   | 122,5                           | 18,7                | 131,4           | 102,4                          |
| 2005   | 117,2                 | 63,9    | 15,3   | 114,9                           | 13,2                | 68,4            | 68,8                           |
| 2006   | 70,4                  | 76,5    | 16,1   | 120,7                           | 26,9                | 15,3            | 87,4                           |
| 2007   | 104,5                 | 30,2    | 16,5   | 169,8                           | 7,8                 | -26,5           | 108,6                          |
| 2008   | 102,5                 | 68,6    | 16,1   | 138,8                           | 5,3                 | 43,0            | 74,8                           |
| 2009   | 52,2                  | 149,2   | 17,8   | 117,3                           | 42,0                | 59,9            | 95,1                           |
| 2010   | 73,9                  | 88,7    | 14,8   | 123,2                           | 57,1                | -3,0            | 14,1                           |
| 2011   | 83,0                  | 79,8    | 16,0   | 112,5                           | 59,7                | 6,6             | 58,6                           |
| Průměr | 97,5                  | 83,4    | 17,8   | 133,1                           | 22,2                | 44,0            | 85,8                           |

Získané hodnoty ukazují, že v orných půdách ČR existuje na začátku vegetace zásoba minerálního dusíku v průměru kolem 98 kg.ha<sup>-1</sup>. Zásoba N<sub>min</sub> je však proměnlivá z roku na rok (vzhledem k počasí a souboru pěstovaných plodin) v rozpětí ± 40 kg. Minerálním a organickým hnojením je do bilance dodáváno ročně asi 83 kg N a dešťovými srážkami dalších 18 kg dusíku. Průměrný odběr sklizní (133 kg N) odpovídá produkci asi 6 t obilí. Ztráty vyplavením jsou variabilní podle ročníků, jejich průměrná hodnota činí asi 22 kg N. Výsledkem je kladná bilance dusíku na úrovni 44 kg.ha<sup>-1</sup> na hektar. Zhruba 85 kg.ha<sup>-1</sup> dusíku také zůstává po sklizni v půdě.

Většina lyzimetrů je umístěna pod dlouhodobými výživářskými pokusy s pevným osmihonným osevním sledem. Z tohoto hlediska bylo zajímavé porovnat dusíkové bilance dvou posledních osevních sledů (graf 3).

Výsledky **osevního sledu 2004 - 2011** v porovnání s osevním sledem předchozím ukazují, že při zhruba stejné úrovni hnojení (+0,8 kg) a mírném snížení depozice N ze srážek (-3 kg) dochází k výraznému poklesu dusíku odebraného sklizní (-12 kg), jinými slovy to znamená, že došlo ke snížení výnosů plodin. Ztráty dusíku vyplavením v odběrové vrstvě 80 cm se zvýšily o 12 kg a současně došlo k poklesu obsahu dusíku v půdě v jarním období. Snížení přebytku bilance dusíku na 37 kg.ha<sup>-1</sup> a snížení obsahu N v půdě v termínu „po sklizni“ by bylo možné považovat za pozitivní skutečnost, vysoké ztráty N vyplavením však spíše naznačují postupné poškození půdy. Vysoké ztráty vyplavením v odběrové vrstvě 80 cm mohou být jednou z příčin kontaminace vod.

Graf 3: Porovnání bilance dusíků osevních sledů 1996 - 2003 a 2004 - 2011 (N v kg.ha<sup>-1</sup>)



Rozdělení lyzimetrických stanovišť na **bramborářskou výrobní oblast a řepářskou výrobní oblast** dává možnost sledovat bilanci dusíku s ohledem na různé klimatické a půdní podmínky a posoudit možné změny a tendence v bilanci dusíku. Přehled stanovišť a bilanci zařazených do BVO a ŘVO ukazuje následující tabulka 11.

Tabulka 11: Bilance dusíku na stanovištích v BVO a ŘVO (N v kg. ha<sup>-1</sup>)

| Oblast | Stanoviště        | A – vstupy            |             |             | B – výstupy                   |                     | rozdíl<br>A - B | N <sub>min</sub><br>po sklizni |
|--------|-------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------|
|        |                   | N <sub>min</sub> jaro | hnojení     | srážky      | odběr sklizní<br>celý produkt | ztráty<br>pod 80 cm |                 |                                |
| BVO    | Horažďovice 10    | 108,3                 | 146,8       | 7,6         | 189,8                         | 2,5                 | 68,2            | 74,9                           |
|        | Horažďovice 11    | 125,5                 | 99,7        | 7,5         | 153,8                         | 4,8                 | 74,1            | 84,4                           |
|        | Hradec n. Svít.   | 101,5                 | 78,3        | 29,2        | 157,1                         | 21,2                | 30,7            | 80,8                           |
|        | Krásné Údolí      | 102,3                 | 91,2        | 8,8         | 95,7                          | 0,2                 | 106,5           | 131,5                          |
|        | Vysoká            | 152,7                 | 90,7        | 41,6        | 69,3                          | 76,3                | 139,4           | 135,7                          |
|        | Libějovice        | 71,4                  | 82,3        | 15,3        | 157,8                         | 96,3                | -85,1           | 77,2                           |
|        | Jaroměřice n. R.  | 73,7                  | 99,2        | 20,2        | 143,5                         | 10,7                | 38,7            | 100,7                          |
|        | Chrastava         | 55,3                  | 78,2        | 12,2        | 97,2                          | 10,5                | 38,0            | 57,5                           |
|        | <b>Průměr BVO</b> | <b>98,8</b>           | <b>95,8</b> | <b>17,8</b> | <b>133,0</b>                  | <b>27,8</b>         | <b>51,3</b>     | <b>92,8</b>                    |
| ŘVO    | Lednice           | 83,7                  | 54,6        | 24,7        | 152,5                         | 0,7                 | 9,8             | 68,9                           |
|        | Pusté Jakartice   | 148,8                 | 39,8        | 18,1        | 101,8                         | 1,9                 | 102,9           | 87,8                           |
|        | Uherský Ostroh    | 74,0                  | 99,2        | 20,5        | 189,3                         | 30,0                | -25,6           | 67,1                           |
|        | Věrovany          | 85,6                  | 79,7        | 10,4        | 121,6                         | 0,3                 | 53,8            | 59,5                           |
|        | Žatec             | 104,1                 | 85,8        | 11,9        | 114,2                         | 39,7                | 52,9            | 104,7                          |
|        | <b>Průměr ŘVO</b> | <b>99,2</b>           | <b>71,8</b> | <b>17,1</b> | <b>135,9</b>                  | <b>14,5</b>         | <b>38,8</b>     | <b>77,6</b>                    |

Obě výrobní oblasti vykazují na straně **vstupů** téměř shodný obsah minerálního dusíku v půdě v termínu „brzy na jaře“ a vnos N ze srážek. Úroveň hnojení je však v BVO o 22 kg vyšší než v ŘVO. Porovnáním obou výrobních oblastí byl na straně **výstupů** zjištěn v ŘVO

mírně vyšší (+2 kg) odběr sklizní celého produktu, poloviční ztráty vyplavením (-13 kg N) a nižší obsah N v termínu „po sklizni“. Obě výrobní oblasti vykazují bilanční přebytky, přičemž přebytek v BVO činí 51 kg N.ha<sup>-1</sup> a v ŘVO jen 39 kg N.ha<sup>-1</sup>.

Bilance dusíku byla hodnocena i ve vztahu k pěstované plodině. Parametry dusíkové bilance byly sumarizovány (podle druhu plodiny v osevním sledu) za **jeteloviny, luskoviny, jařiny, ozimy a okopaniny**. Výsledky bilancí prezentuje tabulka 12.

Tabulka 12: Průměrná bilance dusíku podle plodin osevního sledu (N v kg.ha<sup>-1</sup>)

| Stanoviště | A – vstupy            |         |        | B - výstupy   |                  | Rozdíl |                | N <sub>mjo</sub><br>po sklizni |
|------------|-----------------------|---------|--------|---------------|------------------|--------|----------------|--------------------------------|
|            | N <sub>min</sub> jaro | hnojení | srážky | odběr sklizní | ztráty pod 80 cm | A - B  | +              |                                |
|            |                       |         |        |               |                  |        | Biolog. fix. N |                                |
| jeteloviny | 104,7                 | 7,9     | 14,1   | 281,1         | 4,2              | -158,7 | 81,3           | 74,7                           |
| luskoviny  | 68,1                  | 25,5    | 21,9   | 106,5         | 58,7             | -49,6  | 30,4           | 105,1                          |
| jař        | 103,0                 | 56,3    | 17,2   | 101,6         | 18,1             | 57,3   |                | 80,0                           |
| ozim       | 103,7                 | 88,2    | 14,9   | 140,4         | 17,5             | 49,2   |                | 75,7                           |
| okopaniny  | 97,2                  | 173,6   | 18,6   | 122,7         | 25,0             | 142,7  |                | 109,8                          |

Z tabulky je vidět, jak zásadní vliv na výsledek bilance má pěstovaná plodina. V části **vstupů** největší rozdíly logicky vykazuje hnojení plodin. Zatímco jeteloviny byly průměrně hnojeny asi 8 kg dusíku u okopanin je to až 174 kg. Obsah N<sub>min</sub> v půdě v termínu „brzy na jaře“ je poměrně vyrovnaný, s výjimkou pěstovaných luskovin. Nižší obsah N<sub>min</sub> u luskovin může mít příčinu v jejich zařazení v osevním sledu po jařinách, ale výsledek může být ovlivněn i malým počtem výsledků. Dotace dusíku ze srážek se pohybuje od 14 do 22 kg. V části výstupů byl nejvyšší odběr sklizní zjištěn u jetelovin (281 kg), následují ozimy a okopaniny. Jeteloviny vykázaly i nejnižší objem ztrát dusíku vyplavením, naopak nejvyšší ztráty byly zjištěny u luskovin. Pokud se týká **bilance dusíku**, bilanční nedostatek vykázaly jen jeteloviny a luskoviny, po započítání N z biologické fixace se i tyto plodiny dostaly do bilančního přebytku, jeteloviny 80 kg a luskoviny 30 kg N. Nejvyšší bilanční přebytek byl zjištěn u okopanin a to 143 kg N a také obiloviny (jařiny i ozimy) vykázaly bilanční přebytek kolem 80 kg N. Luskoviny a okopaniny nechávají po sklizni i největší množství dusíku v půdě.

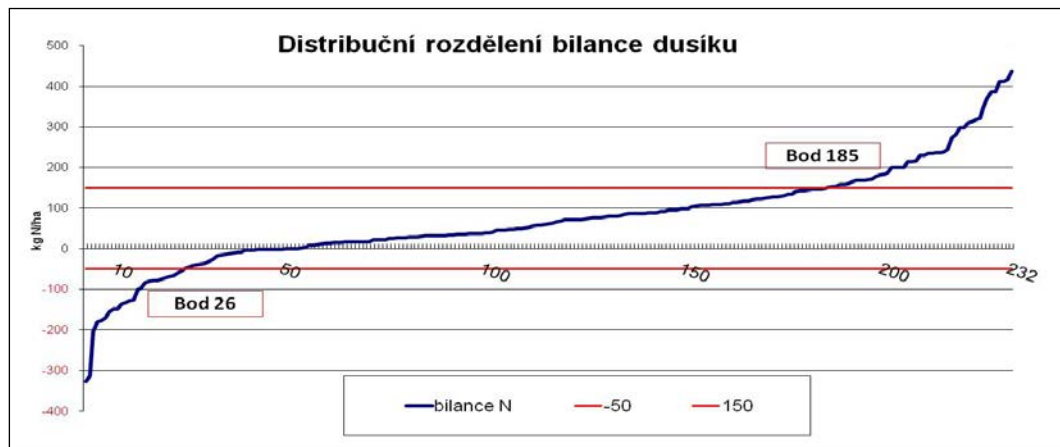
Níže uvedený graf 4 znázorňuje **distribuční rozdělení dusíkové bilance** na orné půdě. Jednotlivé roční bilance byly seřazeny od nejnižší po nejvyšší hodnotu bez ohledu na rok sledování a pěstovanou plodinu. U jetelovin a luskovin je do bilance započítána korekce pro biologickou fixaci N. Z grafu je vidět, že z celkových 232 ročních bilancí vykazuje bilanční nedostatek jen asi 50 případů, to je 21 %. Zbývajících 182 (79 %) sledovaných bilancí vykazuje bilanční přebytek.

Pro **hodnocení úrovně bilance** byl použit návrh metodiky Svazu německých zkušebních a výzkumných ústavů (LUFA), ten v kritériích zemědělského hospodaření zohledňujícího životní prostředí udává, s ohledem na stanovištní podmínky, maximální mezní tolerance u bilance dusíku v **rozpětí ± 50 kg.ha<sup>-1</sup> N**. LUFA ovšem do výpočtu bilance nezahrnuje obsah dusíku v půdě před začátkem vegetace. Minerální dusík z jarního sledování je považován z hlediska výživy za rostlinami využitelný, ale jeho využití je jen částečné. Proto by bylo chybou započítat na straně vstupů jeho celou hodnotu. Na základě metodiky

ÚKZÚZ k přihnojování plodin na začátku vegetace je jeho pozitivní účinnost, vzhledem k hloubce odběru, uvažována až při obsahu vyšším než  $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Tato hodnota koresponduje i s výsledky výše uvedených lyzimetrických sledování. Podle těchto výsledků existuje na začátku vegetace v orných půdách zásoba minerálního dusíku v průměru právě kolem  $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Takový obsah lze tedy považovat za přirozený. **Upravené bilanční rozhraní** u dusíku bude mít stanoveny meze od **-50 až +150  $\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$** . Rizikový bilanční přebytek nastává až při úrovni vyšší než  $150 \text{ kg N}$ .

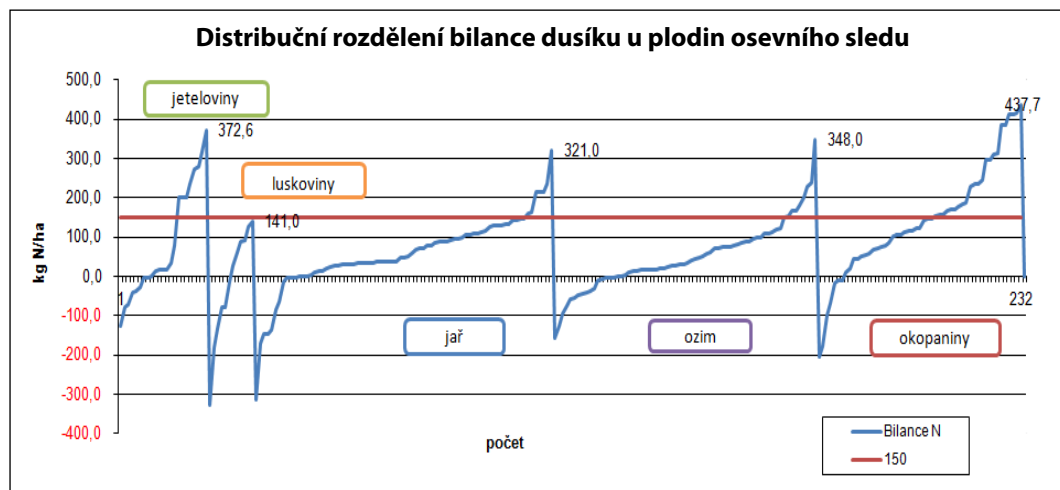
Posouzením bilancí dusíku podle upraveného bilančního rozhraní bylo zjištěno, že z celkových 232 ročních bilancí vykazuje bilanční nedostatek jen 26 případů (11 %), naopak 47 (20 %) případů vykazuje rizikový přebytek dusíku.

Graf 4: Distribuční rozdělení bilancí dusíku ( $\text{N}$  v  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )



Graf 5 znázorňuje **distribuční rozdělení bilancí podle plodin osevního sledu**. Vzhledem k četnosti každé plodiny, vykazují okopaniny rizikový bilanční přebytek dusíku asi v 45 % případů, u obilovin je to jen asi 11 až 12 % případů, jeteloviny a luskoviny nelze hodnotit z důvodu započítané korekce pro biologickou fixaci N.

Graf 5: Distribuční rozdělení bilancí dusíku u plodin osevního sledu ( $\text{N}$  v  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ )



## 5.4. Úroveň hnojení a systém obhospodařování

Pro tento typ sledování jsou v ÚKZÚZ vybudovány dva lyzimetry na orné půdě v Horažďovicích a čtyři lyzimetry na trvalém travním porostu v Závěšíně.

### 5.4.1 Lyzimetrické sledování v Horažďovicích

Na stanovišti v Horažďovicích je **sledují ztráty prvků promyvem při aplikaci odstupňovaných dávek minerálních hnojiv**. Dva tříhorizontové polní lyzimetry byly instalovány na podzim roku 1987. Sběrné misky jsou uloženy pod kombinacemi č. 10 a 11 stacionárního výživářského pokusu. V roce 1988 bylo toto stanoviště zařazeno do sítě sledování ÚKZÚZ, s plnohodnotným sledováním ve všech parametrech předepsaných metodikou. Rok 2011 byl dvacátým čtvrtým rokem sledování.

Oblast stanoviště je mírně vlhká (MT2), mírně teplá, výrobní typ bramborářsko-žitný. Půdní typ HP 41, hnědá půda na pararule. Nadmořská výška stanoviště je 470 m. Průměrné roční dávky živin za osevní sled ukazuje následující přehled.

Graf 4: Distribuční rozdělení bilancí dusíku ( $N$  v  $kg \cdot ha^{-1}$ )

| Hnojivo                       | kombinace 10 | kombinace 11 |
|-------------------------------|--------------|--------------|
| N                             | 58           | 117          |
| $P_2O_5$                      | 53           | 116          |
| $K_2O$                        | 69           | 158          |
| Hnůj (t/ha) 2x za osevní sled | 40           | 40           |

Živiny dodané v hnoji každý čtvrtý rok na obě kombinace ( $kg \text{ č.ž./ha}$ ):  
 $N - 200$ ,  $P_2O_5 - 80$ ,  $K_2O - 240$ ,  $CaO - 166 \text{ kg}$ .

V jednoduché bilanci sestavené z výsledků hodnocených pokusů jsou vstupem živiny dodané do půdy v chlévském hnoji, minerálních hnojivech a srážkami a výstupem živiny odčerpané výnosy pěstovaných plodin (hlavní i vedlejší produkt) a vyplavené v eluátu z hloubky 80 cm.

Tabulka 14: Vývoj bilance čistých živin v průběhu let 1988 - 2011 (v  $kg \cdot ha^{-1}$ )

| Horažďovice  |                         | Sklizeň<br>ha v kg<br>sušiny | Výstupy - B v $kg \cdot ha^{-1}$ |             |              |             | Vstupy - A v $kg \cdot ha^{-1}$ |             |              |             |
|--------------|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------|--------------|-------------|---------------------------------|-------------|--------------|-------------|
|              |                         |                              | N                                | P           | K            | Mg          | N                               | P           | K            | Mg          |
| Kombinace 10 | Odběr sklizní / Hnojení | 9810                         | 150                              | 25          | 146          | 15          | 108                             | 31          | 92           | 10          |
|              | Vyplavení / Atm. srážky |                              | 7,4                              | 0           | 0,3          | 3,6         | 13                              | 0,3         | 2,9          | 1,1         |
|              |                         |                              | <b>157,4</b>                     | <b>25</b>   | <b>146,3</b> | <b>18,6</b> | <b>121</b>                      | <b>31,3</b> | <b>94,9</b>  | <b>11,1</b> |
|              | <b>Bilance A - B</b>    |                              | <b>-36,4</b>                     | <b>6,3</b>  | <b>-51,4</b> | <b>-7,5</b> |                                 |             |              |             |
| Kombinace 11 | Odběr sklizní / Hnojení | 11291                        | 180                              | 31          | 186          | 16          | 167                             | 59          | 166          | 10          |
|              | Vyplavení / Atm. srážky |                              | 1,8                              | 0           | 0,2          | 1,1         | 13                              | 0,3         | 2,9          | 1,1         |
|              |                         |                              | <b>181,8</b>                     | <b>31</b>   | <b>186,2</b> | <b>17,1</b> | <b>180</b>                      | <b>59,3</b> | <b>168,9</b> | <b>11,1</b> |
|              | <b>Bilance A - B</b>    |                              | <b>-1,8</b>                      | <b>28,3</b> | <b>-17,3</b> | <b>-6</b>   |                                 |             |              |             |

Vyrovnané **bilance dusíku** bylo dosaženo až při vysoké hladině hnojení, tj. 182 kg N.ha<sup>-1</sup>, nízká úroveň hnojení (kombinace 10) vykazovala negativní dusíkovou bilanci na úrovni 36 kg na hektar. Výpočet **bilance fosforu** prokázal u obou kombinací pozitivní bilanci P, na intenzivně hnojené kombinaci 11 byl zjištěn průměrný roční přebytek fosforu více než 28 kg na hektar. Z výsledku **bilance draslíku** je zřejmé, že při odvozu celého sklizeného produktu je bilance K záporná i při vysoké hladině hnojení, tj. v našem případě 167 kg K.ha<sup>-1</sup>. Potřeba K je u obou kombinací saturována ze staré půdní zásoby a atmosférických spadů. Podobně je tomu i u bilance hořčíku.

Důležitým záměrem lyzimetrických měření je **sledování pohybu živin v půdě na základě analýz eluátu**. Významné jsou zvláště obsahy živin v eluátu zachyceném v hloubce 80 cm, které většinou představují ztrátu pro rostliny a současně nebezpečí pro kvalitu vod. Zjištěné celkové roční průsaky a průměrné roční ztráty živin za sledované období, tj. od roku 1988 uvádí tabulka 15.

Tabulka 15: Podíl eluátu a průměrné roční obsahy živin v kg.ha<sup>-1</sup>

| Horizont<br>cm | Kombinace    | Průsak<br>eluátu mm | pH  | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | P   | K   | Mg  | Ca   | SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> |
|----------------|--------------|---------------------|-----|------------------------------|------------------------------|-----|-----|-----|------|------------------------------|
|                |              |                     |     | kg.ha <sup>-1</sup>          |                              |     |     |     |      |                              |
| 40             | Kombinace 10 | 15,9                | 7,7 | 11,5                         | 0,0                          | 0,0 | 0,9 | 4,0 | 24,0 | 14,1                         |
|                | Kombinace 11 | 16,1                | 7,5 | 11,5                         | 0,0                          | 0,0 | 1,6 | 4,4 | 29,4 | 18,2                         |
| 60             | Kombinace 10 | 12,3                | 7,5 | 7,4                          | 0,0                          | 0,0 | 0,3 | 3,1 | 17,0 | 10,5                         |
|                | Kombinace 11 | 8,3                 | 7,5 | 6,8                          | 0,0                          | 0,0 | 0,4 | 2,8 | 19,4 | 14,8                         |
| 80             | Kombinace 10 | 11,0                | 7,5 | 7,4                          | 0,0                          | 0,0 | 0,3 | 3,6 | 21,9 | 14,7                         |
|                | Kombinace 11 | 4,7                 | 7,3 | 1,8                          | 0,0                          | 0,0 | 0,2 | 1,1 | 7,1  | 7,0                          |

Eluáty obou kombinací obsahují hlavně vápník, sírany a nitrátový dusík. Nízký je obsah draslíku i hořčíku, fosfor a amonný dusík nebyl v eluátech vůbec zachycen. Průsak eluátu se obecně snižuje s hloubkou odběru. Intenzita infiltrace a potažmo i obsahy živin v eluátu jsou však výrazně nižší u varianty s vysokou úrovní hnojení (kombinace 11). Intenzivně hnojená varianta vykazuje v odběrové hloubce 80 cm jen asi poloviční množství eluátu než u kombinace 10, obsah vyplaveného nitrátového dusíku (1,8 kg.ha<sup>-1</sup>) je při tomto porovnání jen 25 %, výrazně nižší jsou i obsahy ostatních proplavených živin, zejména vápníku i síry. Kombinace 10 vykazovala ve vrchním a spodním horizontu mírně vyšší hodnotu pH.

#### 5.4.2 Lyzimetrické sledování v Závišíně

Čtyřhorizontový polní lyzimetr v Závišíně byl na bývalé pastvině instalován na podzim roku 1995. Rok 2011 byl šestnáctým rokem řádného sledování. Oblast stanoviště je vlhká, chladná, vrchovinná, výrobní typ bramborářsko-ovesný. Půdní typ kambizem, půdní druh písčitohlinitý, nadmořská výška stanoviště je 750 m.

Plocha bývalé pastviny byla původně rozdělena do tří částí, z nichž první se sklízí jednou ročně koncem července, druhá se jen seká (s ponecháním posekané píce na pokose) a třetí zůstává bez zásahu. Na první z částí byla navíc vytyčena parcela o výměře

10 x 10 m, která se hnojí a dvakrát za rok sklízí. **Cílem je zjistit, kolik živin propustí hnojený a využívaný trvalý travní porost v porovnání s nehnojenou sklizenou plochou, s plochou nehnojenou sečenou (nesklizenou) a s plochou bez zásahu.** Přehled variant uvádí tabulka 16.

Tabulka 16: Přehled lyzimetrických sledování v Závišíně

| Označení     | Způsob obhospodařování                                                                                                                                                           |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Intenzita | hnojení (kg ha <sup>-1</sup> ): 160 N, 72 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 120 K <sub>2</sub> O, vápnění jednou za tři roky (1995, 1998, 200, 2004, 2007, 2010), sklizeň 2x ročně |
| 2. EXTENZITA | sklizeň 1x ročně, píče se odváží                                                                                                                                                 |
| 3. ÚTLUM     | klasická útlumová plocha: 1x ročně se seká, posekaná hmota se nechává ležet na pokose,                                                                                           |
| 4. ÚHOR      | plocha bez jakéhokoli zásahu                                                                                                                                                     |

Intenzivně obhospodařovaná varianta vykazuje dlouhodobě přebytkovou bilanci dusíku a fosforu, hnojení draslíkem (100 kg) není dostatečné, výpočet prokazuje i negativní bilanci hořčíku. Extenzivně obhospodařovaná varianta saturuje potřebu živin z půdní zásoby a částečně i z atmosférických spadů (tabulka 17).

Tabulka 17: Vývoj bilance čistých živin v průběhu let 1996-2011 v kg.ha<sup>-1</sup>

| Závišín   |                       | Sklizeň<br>ha v kg<br>sušiny | Výstupy - B v kg.ha <sup>-1</sup> |      |       |       | Vstupy - A v kg.ha <sup>-1</sup> |    |     |    |
|-----------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------------|------|-------|-------|----------------------------------|----|-----|----|
|           |                       |                              | N                                 | P    | K     | Mg    | N                                | P  | K   | Mg |
| Intenzita | Odběr sklizní/hnojení | 6918                         | 121                               | 18   | 115   | 19    | 160                              | 32 | 100 |    |
|           | Vyplavení/Atm. srážky |                              | 0,8                               | 0,1  | 0,5   | 1,9   | 13                               | 0  | 3   | 2  |
|           |                       |                              | 121,8                             | 18,1 | 115,5 | 20,9  | 173                              | 32 | 103 | 2  |
|           | Bilance A - B         |                              | 51,2                              | 13,9 | -12,5 | -18,9 |                                  |    |     |    |
| Extenzita | Odběr sklizní/hnojení | 2830                         | 41                                | 6    | 39    | 14    |                                  |    |     |    |
|           | Vyplavení/Atm. srážky |                              | 0,3                               | 0,1  | 0,3   | 3,3   | 13                               | 0  | 3   | 2  |
|           |                       |                              | 41,3                              | 6,1  | 39,3  | 17,3  | 13                               | 0  | 3   | 2  |
|           | Bilance A - B         |                              | -28,3                             | -6,1 | -36,3 | -15,3 |                                  |    |     |    |

Zjištěné celkové roční průsaky a průměrné roční ztráty živin za sledované období, tj. od roku 1996 uvádí tabulka 18.

Tabulka 18: Podíl eluátu a průměrné roční ztráty živin v  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  v odběrové vrstvě 80 cm

| Horizont<br>cm | Stanoviště  | Průsak<br>eluátu<br>mm | pH  | $\text{NO}_3^-$                  | $\text{NH}_4^+$ | P   | K   | Mg  | Ca   | $\text{SO}_4^{2-}$ |
|----------------|-------------|------------------------|-----|----------------------------------|-----------------|-----|-----|-----|------|--------------------|
|                |             |                        |     | $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ |                 |     |     |     |      |                    |
| 20 cm          | Závišín Int | 151,6                  | 7,5 | 4,4                              | 0,3             | 0,2 | 2,0 | 5,4 | 54,2 | 40,1               |
|                | Závišín Ext | 116,4                  | 7,3 | 2,2                              | 0,1             | 0,2 | 1,7 | 2,2 | 36,4 | 24,7               |
|                | Závišín Utl | 178,5                  | 7,4 | 1,9                              | 0,2             | 0,3 | 1,3 | 3,5 | 48,4 | 38,7               |
|                | Závišín Uhr | 117,8                  | 7,5 | 1,8                              | 0,2             | 0,2 | 0,8 | 5,1 | 34,7 | 31,3               |
| 40 cm          | Závišín Int | 72,8                   | 7,4 | 1,8                              | 0,1             | 0,1 | 1,1 | 2,4 | 24,3 | 25,0               |
|                | Závišín Ext | 47,4                   | 7,2 | 0,6                              | 0,0             | 0,1 | 0,4 | 1,2 | 16,2 | 12,4               |
|                | Závišín Utl | 113,8                  | 7,5 | 1,1                              | 0,2             | 0,2 | 0,6 | 3,6 | 36,9 | 29,3               |
|                | Závišín Uhr | 96,7                   | 7,5 | 1,8                              | 0,1             | 0,2 | 0,5 | 3,7 | 32,0 | 26,0               |
| 60 cm          | Závišín Int | 29,3                   | 6,7 | 0,7                              | 0,0             | 0,1 | 0,5 | 1,0 | 5,9  | 7,8                |
|                | Závišín Ext | 42,5                   | 7,1 | 0,3                              | 0,0             | 0,1 | 0,2 | 1,0 | 10,0 | 8,3                |
|                | Závišín Utl | 94,3                   | 7,6 | 0,9                              | 0,1             | 0,1 | 0,4 | 3,3 | 24,7 | 30,3               |
|                | Závišín Uhr | 79,1                   | 7,3 | 1,7                              | 0,1             | 0,1 | 0,4 | 1,8 | 13,6 | 27,6               |
| 80 cm          | Závišín Int | 32,6                   | 6,6 | 0,5                              | 0,1             | 0,1 | 0,3 | 1,5 | 6,8  | 9,3                |
|                | Závišín Ext | 44,1                   | 7,0 | 0,2                              | 0,0             | 0,1 | 0,1 | 1,9 | 7,2  | 11,5               |
|                | Závišín Utl | 84,5                   | 7,3 | 0,8                              | 0,1             | 0,1 | 0,4 | 3,4 | 16,1 | 26,5               |
|                | Závišín Uhr | 58,8                   | 7,1 | 2,3                              | 0,1             | 0,1 | 0,4 | 2,0 | 10,0 | 18,6               |

Podobně jako na orné půdě obsahují eluáty na plochách TTP nejvíce vápníku, síry a nitrátového dusíku. Největší množství eluátu bylo zachyceno na variantě s útlumem a úhorem. V těchto dvou případech představoval průsak do hloubky 80 cm v průměru 7 - 10 % ročních srážek. Na intenzivně a extenzivně obhospodařované ploše byla četnost průsaku mírně nižší a množství zachyceného eluátu výrazně nižší (do 5 % ze sumy srážek). Zjišťovanému průsaku je úměrné i množství proplavených živin. Intenzivně obhospodařovaná plocha vykazuje v této hloubce (s výjimkou nitrátového dusíku) nejnižší množství proplavených živin, následuje extenzivní hospodaření a úhor. Spodních horizonty intenzity vykazují i mírně nižší pH.

## 6. Závěr

Bilancování živin a sledování jejich účinnosti je vhodným prostředkem pro diagnostiku situace v hospodaření se živinami a mělo by se stát základním nástrojem trvale udržitelného rozvoje v zemědělství, tak aby nedocházelo k vyčerpávání půdy a na druhé straně zase nadměrnému zatěžování ekosystémů přebytkem živin.

Na základě hodnot a stanovených postupů v předcházejících kapitolách je možné vyvodit tyto závěry:

- z hlediska půdních podmínek hraje rozhodující úlohu filtrační schopnost půd; na lehčích, respektive mělkých a kamenitých půdách je průsak srážkové vody a tím i promyv vodorozpustných solí podstatně větší a rychlejší než na těžkých, hlubokých a homogenních půdách. Na základě intenzity infiltrace je možno zařadit stanoviště do vodního režimu promyvného, periodicky promyvného a nepromyvného. Intenzita infiltrace je určována množstvím srážek, druhem půdy a pěstovanou plodinou
- na významnějším vnosu živin dešťovými srážkami se podílí nitrátový a amonný dusík, vápník a síra
- na orné půdě v teplejší řepářské oblasti s půdním typem černozem a hnědozem převažuje ve většině sledovaných termínů výrazně obsah nitrátového dusíku v půdě nad amonnou formou. U stanovišť chladnějších, s větší nadmořskou výškou a půdním typem kambizem, je nitrifikace pomalejší a podíl amonného dusíku vyšší
- obsahy obou sledovaných forem dusíku klesají v závislosti na zvyšující se hloubce odběru vzorků
- průměrné obsahy minerálního dusíku se podle termínů sledování příliš neliší, mírně nižší obsahy ve všech odběrových vrstvách byly zjištěny pouze po sklizni
- největším potenciálním rizikem pro spodní vody je vysoký obsah  $\text{N-NO}_3^-$  na konci podzimu, kdy již není předpoklad jeho využití vegetací; je patrné zvýšení obsahu nitrátového dusíku ve střední a zvláště spodní odběrové vrstvě brzy na jaře, což je možno přičítat posunu  $\text{N-NO}_3^-$  přes zimní období (cca o 40 %)
- bilance dusíku vykazují vysokou variabilitu výsledků s ohledem na ročník, klima, druh půdy a pěstovanou plodinu. Rizikový bilanční přebytek dusíku byl zjištěn asi u 20 % všech bilancí, zásadní vliv na úroveň bilance dusíku má osevní sled, bylo zjištěno téměř 45 % rizikových bilancí dusíku v případě, že byla pěstována okopanina
- největší vliv na vymývání živin má rostlinný porost; čím větší je odběr živin zemědělskými plodinami a čím kratší jsou úhorová období mezi střídáním plodin, tím menší je riziko ztrát živin půdním promyvem
- pouze menší část vymytých živin pochází z aplikovaných průmyslových a organických hnojiv a větší část z mineralizované organické hmoty a z půdní rezervy živin

Ztráty živin vyplavením mimo kořenovou zónu zemědělských plodin jsou relativně malé. Pro bilancování živin přicházejí na promyvnějších stanovištích v úvahu pouze ztráty nitrátového dusíku, vápníku a síry. Aplikace organických hnojiv ovlivňuje dusičnanovou i amonnou formu minerálního dusíku, rizikem je i podzimní hnojení chlévským hnojem a minerálními hnojivy s nitrátovou formou dusíku, včetně kombinovaných hnojiv obsahujících  $\text{N-NO}_3^-$ . Zejména v oblastech s promyvným půdním režimem je proto vhodné hnojit dusíkem pouze za vegetace a dávky dělit, aby byl dusík rostlinami maximálně využit a snížilo se riziko vyplavení.

## 7. Použitá literatura

1. VANĚK, V. - BALÍK, J. - NĚMEČEK, R. - PAVLÍKOVÁ, D. - TLUSTOŠ, P. (1998): *Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny. Farmář-Zemědělské listy, Praha, 124 s. ISBN 80-902413-7-9*
2. RICHTER, R. - HLUŠEK, J. (1994): *Výživa a hnojení rostlin (I. obecná část). VŠZ v Brně, 177 s. ISBN 80-7157-138-5*
3. KUBÁT, J. – KLÍR, J.: *Estimation of the effect of legumes on the nitrogen balance in long-term field experiments. Zeszyty Probl.Postep.Nauk Rolnicz., Zeszyt 465, 1999, s. 113 – 122*
4. KLÍR, J.: *The OECD soil surface nutrient balance in Czech Republic. 2000.*
5. POKORNÝ, E. – DENEŠOVÁ, O.: *Bilancování živin v zemědělských podnicích. Agro, č. 3, 1998, s. 86 – 91.*
6. TRÁVNÍK, K.: *Poznatky z dlouhodobého sledování lyzimetrů ÚKZÚZ, Brno 2005.*
7. TRÁVNÍK, K.: *Bilance živin v půdě. Agrární noviny, příloha Zemědělec, VII, č. 49, 1999.*
8. TRÁVNÍK, K. et al.: *Metodický návod pro hnojení plodin. ÚKZÚZ, Brno, 2012.*
9. [http://www.lysimeter.at/HP\\_EuLP/index.html](http://www.lysimeter.at/HP_EuLP/index.html).

Poznámky:

---

Poznámky:

---

Poznámky:

---

**LYZIMETRICKÁ SLEDOVÁNÍ - Výsledky lyzimetrických měření  
Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského  
za 25 let sledování**

Zpracoval: **Bc. Renáta Prchalová**  
**Ing. Vladimír Klement, CSc.**

Vydal: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský  
Sekce úřední kontroly  
Oddělení biologických testací

Náklad: 100 ks

Vydání: první

Rok vydání: 2013

Počet stran: 44

Tisk: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský  
Hroznová 2, 656 06 Brno, tel.: 543 548 111,  
e-mail: [vyzivarostlin@ukzuz.cz](mailto:vyzivarostlin@ukzuz.cz)

**ISBN 978-80-7401-078-1**

