



národní
úložiště
šedé
literatury

Bilancování dusíku v zemědělství

Klír, Jan; Beranová, Jana; Dědina, Martin; Wollnerová, Jana
2021

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-511517>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 01.06.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://www.nusl.cz) .

Jan Klír, Jana Wollnerová, Martin Dědina, Jana Beranová



Bilancování dusíku v zemědělství

Certifikovaná metodika

 Program **Théta**



VÚRV
VÝZKUMNÝ ÚSTAV
ROSTLINNÉ VÝROBY
V. V. I.

2021

Metodika vznikla za finanční podpory TAČR v rámci projektu č. TK02010056 „Rozvoj metodik pro reporting emisí a propadů skleníkových plynů a jejich projekcí, včetně projekcí emisí tradičních polutantů“.

Při zpracování byly využity rovněž výsledky vzniklé za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0418.

Jan Klír, Jana Wollnerová, Martin Dědina, Jana Beranová

Bilancování dusíku v zemědělství

Certifikovaná metodika

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2021

Bilancování dusíku v zemědělství

Bilance dusíku je vhodným nástrojem pro ověření správnosti zemědělského hospodaření a ukazuje spojitost mezi dusíkem používaným v zemědělství a jeho ztrátami v plynné formě do ovzduší nebo ve formě dusičnanů do povrchových a podzemních vod. Hodnocení bilance dusíku a emisí skleníkových plynů i znečišťujících látek spolu úzce souvisí, a proto vyžaduje kvantifikaci zdrojů dusíku používaných při zemědělském hospodaření. Synchronizace vstupních dat využívaných k hodnocení toků dusíku v zemědělství je klíčová pro zvýšení metodické úrovně vykazování dusíkové bilance, emisí skleníkových plynů a znečišťujících látek za ČR z hlediska požadavků mezinárodních organizací.

Klíčová slova: bilance dusíku, emise, skleníkové plyny, amoniak, oxid dusíku

The Balance of the Nitrogen in Agriculture

The nitrogen balance is a suitable tool for verifying the correctness of agricultural management and shows the relation between nitrogen used in agriculture and its losses in gaseous form to air or in the form of nitrates to surface and groundwater. The assessment of nitrogen balance, greenhouse gas emissions and pollutants is closely linked and therefore requires the quantification of nitrogen sources used in agriculture. Synchronization of input data used to evaluate nitrogen flows in agriculture is essential to increasing the methodological level of reporting the nitrogen balance, greenhouse gas emissions and pollutants for the Czech Republic in terms of the requirements of international organizations.

Keywords: nitrogen balance, emissions, greenhouse gases, ammonia, nitrogen oxide

Oponenti:

RNDr. Josef Vojtěch Datel, Ph.D.,
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.

Ing. Iva Vojtová, MBA,
Ministerstvo zemědělství ČR

Metodika byla schválena v Sekci technické ochrany životního prostředí MŽP
(osvědčení č. j. MZP/2021/770/1440)

Obsah

I.	Cíl metodiky	5
II.	Vlastní popis metodiky	5
1.	Úvod	5
2.	Situace v hospodaření se živinami	6
2.1.	Aktuální situace ve využívání živin v ČR, v mezinárodním srovnání	6
2.2.	Harmonická výživa rostlin	12
3.	Metody bilancování dusíku	13
4.	Bilancování dusíku v ČR	17
4.1.	Bilance dusíku pro EUROSTAT	17
4.2.	Emisní inventury	19
4.2.1.	Emisní inventura skleníkových plynů	20
4.2.2.	Emisní inventura z hlediska znečištění ovzduší	23
4.3.	Výpočet bilance v zemědělském závodě	26
4.4.	Srovnání přístupů bilancování živin	29
5.	Závěr	32
III.	Srovnání novosti postupů	32
IV.	Popis uplatnění metodiky	32
V.	Literatura	33
	PŘÍLOHY	34
	Příloha č. 1: Vývoj bilance dusíku (1990–2019)	35
	Příloha č. 2: Průměrná roční produkce dusíku hospodářskými zvířaty	40
	Příloha č. 3: Průměrný přívod živin ve statkových a organických hnojivech	41
	Příloha č. 4: Průměrný odběr živin plodinami	43

Seznam použitých zkratk

AWMS – Animal Waste Management System (způsob nakládání se statkovými hnojiv)

BPS – bioplynová stanice

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

ČSÚ – Český statistický úřad

DJ – dobytčí jednotka (1 DJ = 500 kg živé hmotnosti)

EU – Evropská unie

EUROSTAT – European Statistical Office

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization (Statistical Databases)

GHG – skleníkové plyny

GNB – gross nutrient balance

hospodářský rok – období od 1. 7. do 30. 6. následujícího kalendářního roku

IFASTAT – International Fertilizer Industry Association (Statistical Databases)

IIR – Informative Inventory Report (Národní reporting znečištění ovzduší)

K – draslík

Kodex – Národní kodex správné zemědělské praxe pro snižování emisí amoniaku v České republice

MZe – Ministerstvo zemědělství ČR

MŽP – Ministerstvo životního prostředí ČR

N – dusík

nařízení vlády č. 262/2012 Sb. – nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu

Nex rate – množství dusíku vyloučeného v exkrementech hospodářských zvířat

NH₃ – amoniak

NIR – National Inventory Report (Národní inventura skleníkových plynů)

nitratová směrnice – směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů

N₂O – oxid dusný

NO_x – oxidy dusíku

obchodní závod, zemědělský závod, závod – organizovaný soubor jmění, který podnikatel vytvořil a který z jeho vůle slouží k provozování jeho činnosti (zákon č. 89/2012 Sb., občanský zákoník)

OECD – Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj

P – fosfor

TAN – celkový amoniakální dusík

Tier – úroveň metodiky výpočtu

ÚZEI – Ústav zemědělské ekonomiky a informací

ZOD – zranitelné oblasti (zranitelné oblasti dusičnany)

z.p. – zemědělská půda

I. Cíl metodiky

Metodika bilancování dusíku v zemědělství popisuje metodické postupy pro výpočet bilancí v regionálním výkaznictví i zemědělské praxi. Přístup k výpočtu je synchronizován s výpočtem emisí a propadů skleníkových plynů. V metodice jsou uvedena i základní doporučení, jak ztráty dusíku vyplavením do vod i emisemi do ovzduší v zemědělské praxi snížit.

II. Vlastní popis metodiky

1. Úvod

Hnojiva obsahující dusík se intenzivně či extenzivně používají po celém světě. Využitelnost dusíku rostlinami se v průběhu roku mění v závislosti na vlastnostech půdy, způsobu hospodaření i meteorologických faktorech (teplota, srážky). Vztah mezi vstupy a výstupy dusíku při zemědělském hospodaření je definován jako dusíková bilance. Na základě výpočtu bilance dusíku lze odhadnout bilanční přebytek či nedostatek dusíku. Z metodického hlediska se v příkladech uváděných v této metodice vesměs jedná o bilanční odhady, neboť při skutečném bilancování, jako vědecké metodě se provádějí přesné kvantitativní a kvalitativní analýzy všech vstupů a výstupů.

Bilance dusíku je vhodným nástrojem pro ověření správnosti zemědělského hospodaření, zejména způsobů výživy rostlin a hnojení ve vztahu k dosahovaným výnosům a půdně-klimatickým podmínkám. Účinné využití dusíku zajistí produktivitu plodin a rentabilitu hospodaření, při zachování kvality životního prostředí a udržitelnosti agroekosystému.

Výpočet bilance dusíku může být klíčovým pro hodnocení rizika ztráty dusičnanů ze zemědělské půdy. Minerální dusík dodaný hnojením nebo vzniklý v procesu mineralizace půdní organické hmoty, který není využit rostlinami či mikroorganismy zůstává buď v půdním profilu, nebo může být ztracen v plynné formě do ovzduší či ve formě dusičnanů do povrchových a podzemních vod. Mezi emisemi dusíku do atmosféry a jeho vyplavením do vod existuje určitá interakce. Omezení ztrát dusíku volatilizací během ustájení zvířat a skladování statkových hnojiv znamená vyšší přívod dusíku v organickém hnojení. To by mělo vést ke snížení spotřeby minerálních dusíkatých hnojiv. Pokud však nebude tento dusík využit rostlinami, mohou nastat vyšší ztráty vyplavením dusičnanů do vod.

K rozvoji metod bilancování dusíku, ale i fosforu, jako možného agroenvironmentálního indikátoru pro hospodaření se živinami vedly rostoucí obavy o budoucí udržitelnost zemědělské produkce a zachování základny přírodních zdrojů. Bilancování živin a nepřímé sledování jejich účinnosti je vhodným prostředkem pro rychlou diagnostiku situace v hospodaření se živinami na různých úrovních agroekosystému. I když zjištěné hodnoty nemohou dát

odpovědi na otázky o aktuálním využití živin, ani o povaze probíhajících procesů (imobilizace dusíku nebo jeho uvolňování z organické hmoty), jsou solidním základem pro další sledování, doporučení změn pěstitelských technologií či rozhodování o vhodných postupech ochrany životního prostředí.

2. Situace v hospodaření se živinami

Účinné využívání živin je zásadní pro zajištění efektivního zemědělského hospodaření při minimalizaci negativních vlivů nadměrného používání živin. Nadměrné množství živin (zejména dusíku) v životním prostředí je jedním z významných zdrojů znečištění vody a ovzduší.

Cíle Společné zemědělské politiky EU omezit environmentální a klimatickou stopu potravinového systému a dosáhnout uhlíkové neutrality do roku 2050 se odráží v Evropské zelené dohodě (European Green Deal). Evropské státy se podpisem dohody zavázaly v rámci strategie Od zemědělce ke spotřebiteli (Farm to Fork) redukovat úniky živin alespoň o 50 %, což povede k omezení používání hnojiv alespoň o 20 %, a to do roku 2030 [1]. Dosažení tohoto cíle spočívá ve vyváženém hnojení a udržitelném hospodaření se živinami tak, aby bylo lépe nakládáno s dusíkem i fosforem. S ohledem na výsledky bilance živin je v systému zemědělské produkce možné snižovat jejich ztráty a současně zlepšovat celkovou udržitelnost zemědělství.

Povinnost výpočtu bilance dusíku v České republice je podle nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu [2] stanovena pro zemědělské závody s výměrou nad 30 ha, hospodařící ve zranitelné oblasti (i částečně), a to poprvé za hospodářský rok hnojení 2020/2021.

2.1. Aktuální situace ve využívání živin v ČR, v mezinárodním srovnání

Základem pro výpočty a hodnocení využití živin na úrovni ČR jsou údaje o spotřebě minerálních hnojiv, které dlouhodobě zajišťuje MZe, a to na základě jednoduché bilanční metody: „spotřeba hnojiv“ = „výroba“ - „export“ + „import“. Základní údaje se vztahují ke kalendářnímu roku. Informace o spotřebě minerálních hnojiv, v přepočtu na čisté živiny (fosfor a draslík v oxidové formě) a v průměru na 1 ha zemědělské půdy jsou pravidelně zveřejňovány v každoroční Zprávě o stavu zemědělství ČR [3] („Zelená zpráva“). Do roku 2001 se průměrná spotřeba hnojiv rozpočítávala na veškerou zemědělskou půdu podle údajů z Katastru nemovitostí, za roky 2002–2009 na odhadovanou využívanou půdu (4 mil. ha) a od roku 2010, na základě dohody mezi MZe a ČSÚ již na skutečně využívanou zemědělskou půdu podle ČSÚ (např. 3,524 mil. ha v roce 2020). Z hlediska spotřeby dusíku a fosforu jsou data předávána prostřednictvím ČSÚ do EUROSTATu, kde jsou využívána k výpočtu bilancí N a P (v přepočtu na využívanou zemědělskou půdu a převedení z oxidu P₂O₅ na prvek P) a průběžně zveřejňována (databáze AEI_PR_GNB a AEI_FM_USEFERT). Organizace

EUROSTAT požaduje údaje za kalendářní rok, které ČSÚ nemá z vlastního šetření, proto na základě dohody s MZe předává oficiální data MZe (bilanční metoda, kalendářní rok). Údaje z výběrového šetření ČSÚ za hospodářský rok jsou využívány pouze pro poměrové rozdělení dat za ČR do územních celků k reportu za regiony.

MZe od roku 2005 rovněž zjišťuje stejným postupem i údaje o spotřebě hnojiv za hospodářský rok (období od 1. 7. do 30. 6. následujícího kalendářního roku), ale tyto údaje nejsou běžně publikovány.

Vedle výše uvedených údajů jsou zveřejňovány i další informace o spotřebě hnojiv: EUROSTAT (tabulka 1), FAOSTAT (tabulka 2), IFASTAT apod. Při využívání a interpretaci těchto údajů je však třeba posoudit jejich vhodnost pro různá hodnocení, zejména z hlediska metodiky zjišťování dat a ploch, ke kterým se vztahují. Např. FAOSTAT do roku 2011 přebíral údaje z ČSÚ, takže vykazoval spotřebu hnojiv z výběrového šetření ČSÚ za hospodářský rok 2011/2012 jako spotřebu za kalendářní rok 2011. Avšak do spotřeby hnojiv zjištěné ve výběrovém šetření ČSÚ není zahrnuta spotřeba hnojiv za malá hospodářství samostatně hospodařících rolníků, kteří nepředkládají výkazy. Zjištěná spotřeba minerálních hnojiv se tedy vztahuje k 75–79 % využívané zemědělské půdy v ČR. Zjišťování o hnojivech je součástí Výkazu o definitivních sklizních zemědělských plodin Zem 6-01, kterým je každoročně obesíláno cca 6 000 zemědělských subjektů (všechny subjekty s výměrou nad 250 ha zemědělské půdy, menší subjekty jsou přidávány kvalifikovaným výběrem). Celková spotřeba hnojiv dle ČSÚ je tedy logicky nižší, než celková spotřeba dle MZe, vztahovaná na celkovou využívanou zemědělskou půdu. Avšak úroveň minerálního hnojení v přepočtu na 1 ha započítané půdy z výběrového šetření ČSÚ je ve srovnání s údaji MZe za kalendářní a hospodářský rok v dlouhodobějším průměru téměř stejná (91,4, resp. 92,8 a 93,4 kg N/ha, v průměru za období 2006–2020).

Při porovnávání dat z různých zdrojů je třeba rovněž zohlednit i období, za které se údaje zjišťují, tedy hospodářský rok (údaje ČSÚ, nepublikované údaje MZe) nebo kalendářní rok (oficiální údaje MZe). V delším časovém období se však zdánlivě nesourodé údaje většinou vyrovnají. Např. průměrná roční spotřeba minerálních dusíkatých hnojiv v ČR za období 2012–2017:

- 368 tis. t N (MZe, EUROSTAT – GNB, USEFERT, vztaženo k 3,5 mil. ha využívané zemědělské půdy),
- 336 tis. t N (EUROSTAT – MANFERT, údaje o prodeji minerálních hnojiv, převzaté z Fertilizers Europe),
- 361 tis. t N (FAOSTAT – RFN, ESB),
- 370 tis. t N (IFASTAT).

V některých státech, zejména v Německu se dlouhodobě zjišťuje spotřeba hnojiv za hospodářský rok, což pak následně může způsobovat určitá nedorozumění – např. spotřeba hnojiv za hospodářský rok 2018/2019 je v databázi

EUROSTAT označena jako spotřeba za kalendářní rok 2019, ale v databázi FAOSTAT jako spotřeba za kalendářní rok 2018.

Tabulka 1: Přehled vybraných databází EUROSTAT

Instituce	Databáze	Zkratka	Aktualizace
EUROSTAT	Gross nutrient balance	AEI_PR_GNB	11/10/2021
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/aei_pr_gnb/default/table?lang=en			
EUROSTAT	Consumption of inorganic fertilizers	AEI_FM_USEFERT	30/09/2021
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/aei_fm_usefert/default/table?lang=en			
EUROSTAT	Sales of manufactured fertilizers (source: Fertilizers Europe)	AEI_FM_MANFERT	08/02/2021
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/aei_fm_manfert/default/table?lang=en			
EUROSTAT	Livestock density index	TAI09	22/02/2021
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/TAI09/default/table?lang=en			
EUROSTAT	Utilised agricultural area by categories	TAG00025	14/10/2021
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00025/default/table?lang=en			

Zdroj: EUROSTAT (<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>)

Tabulka 2: Přehled vybraných databází FAOSTAT

Instituce	Databáze	Zkratka	Aktualizace
FAO	Soil nutrient budget	ESB	July 27, 2021
https://www.fao.org/faostat/en/#data/ESB			
FAO	Fertilizers by Nutrient	RFN	July 8, 2021
https://www.fao.org/faostat/en/#data/RFN			
FAO	Fertilizers by Product	RFB	July 8, 2021
https://www.fao.org/faostat/en/#data/RFB			
FAO	Fertilizers indicators	EF	July 8, 2021
https://www.fao.org/faostat/en/#data/EF			
FAO	Land Use	RL	July 19, 2021
https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL			

Zdroj: FAO (<https://www.fao.org/faostat/en/#home>)

Tabulka 3: Celková spotřeba minerálních dusíkatých hnojiv v ČR za kalendářní rok, v tunách čistých živin [3]

Rok	Dusík (N)	Rok	Dusík (N)	Rok	Dusík (N)
1995	232 700	2009	253 759	2015	397 136
2000	262 253	2010	270 256	2016	407 184
2005	292 846	2011	352 745	2017	397 586
2006	309 597	2012	348 992	2018	351 780
2007	335 264	2013	331 616	2019	332 032
2008	341 628	2014	325 667	2020	285 436

Zdroj: MZe

Tabulka 4: Průměrná spotřeba minerálních hnojiv v ČR za kalendářní rok, v kg čistých živin (v prvcích) na 1 ha zemědělské půdy^{*)} a podíl dusíku [3]

Rok	Dusík (N)	Fosfor (P)	Draslík (K)	Celkem	Podíl N
1986–1990	95,0	28,4	53,0	176,3	54 %
1995	55,4	6,4	10,6	72,4	77 %
2000	58,9	4,7	5,1	68,8	86 %
2001	72,6	5,4	6,1	84,0	86 %
2002	72,3	5,3	6,4	84,0	86 %
2003	60,6	5,1	6,1	71,8	84 %
2004	75,8	6,0	8,2	90,0	84 %
2005	73,2	5,1	6,4	84,7	86 %
2006	77,4	5,1	7,8	90,3	86 %
2007	83,8	6,7	8,2	98,7	85 %
2008	85,4	6,0	9,5	100,9	85 %
2009	63,4	1,9	0,2	65,5	97 %
2010	76,7	3,9	6,2	86,8	88 %
2011	100,7	4,9	5,4	111,0	91 %
2012	99,0	5,3	5,4	109,6	90 %
2013	94,2	5,2	5,8	105,2	90 %
2014	92,6	5,7	9,7	108,1	86 %
2015	113,7	6,1	7,9	127,6	89 %
2016	116,7	5,9	9,0	131,6	89 %
2017	112,9	6,8	8,0	127,7	88 %
2018	99,8	6,4	7,1	113,2	88 %
2019	94,2	7,2	5,1	106,5	88 %
2020	81,0	5,9	6,0	92,8	87 %

^{*)} do roku 2001 zemědělská půda podle Katastru nemovitostí, za roky 2002–2009 odhadovaná využívaná půda (4 mil. ha), od roku 2010 využívaná zemědělská půda podle ČSÚ

Zdroj: MZe

Od roku 2018 dochází na úrovni ČR k poklesu spotřeby dusíku v minerálních hnojivech (tabulky 3 a 4). Výkyvy počasí v posledních několika letech ovlivnily růst rostlin, a tedy i výnosy. Vysoký bilanční přebytek v letech 2015–2018 (grafy v příloze 1) byl částečně způsoben snížením výnosů v letech 2015, 2017, 2018 z důvodů sucha. Ale hlavně zvýšenou spotřebou minerálních N hnojiv v letech 2015–2017, cca o 20 kg N/ha využívané zemědělské půdy, při nereálném očekávání růstu výnosů, ke kterému však nedošlo, zejména vlivem sucha v některých oblastech a obdobích. V letech 2018, 2019 a 2020 se spotřeba N postupně snížila. Příznivý trend ve spotřebě minerálních dusíkatých hnojiv potvrzuje i výsledek zemědělské bilance dusíku v ČR za rok 2020. Vysoký bilanční přebytek dusíku zjištěný v letech 2015–2018 postupně poklesl, v roce 2020 o více než 35 kg N/ha. Problémem však nadále zůstává nepříznivý poměr mezi živinami N : P : K dodávanými do půdy v minerálních hnojivech. Téměř 90 % tvoří dusík, což je v porovnání se ostatními státy EU velmi vysoký podíl.

Spotřeba minerálních hnojiv je rovněž ovlivněna finanční situací v zemědělství a zejména cenou hnojiv. Např. vysoké ceny hnojiv způsobily v letech 2009 a 2010 pokles spotřeby téměř ve všech státech (graf 1, příloha 1). Podobně se určité projeví i razantní zvýšení cen minerálních hnojiv v roce 2021, způsobené růstem cen energií, zejména plynu, používaného k výrobě minerálních dusíkatých hnojiv.

Minerální hnojiva však nejsou jediným zdrojem živin pro rostliny (graf 2, příloha 1). V ČR, Polsku a SR tvoří minerální dusík cca 70 % z přívodu N, v Německu okolo 55 % a ve státech s vysokou intenzitou chovu hospodářských zvířat (Nizozemsko, Belgie, Dánsko) jen 30–40 %. Uvedené poměry jsou vztaheny k celkovému přívodu N do zemědělství v minerálních hnojivech, organických hnojivech (komposty, digestát, aj.) a statkových hnojivech, pro účely bilance EUROSTATu vyjádřených ve formě exkrece dusíku hospodářskými zvířaty, bez odpočtu ztrát emisemi a při zohlednění exportu/importu, příp. zpracování na organická hnojiva (keřda do bioplynové stanice apod.). Tím, že se v základním výpočtu bilance neodečítají emise N, hodnotí se celkový vstup N do systému, tedy nikoliv jen do půdy, jako v předchozí povrchové bilanci OECD (soil surface balance). Více o metodě pro výpočet bilance EUROSTATu v kapitole 4.1.

Kromě výše uvedených hlavních vstupů jsou ještě započítány vstupy N v osivu/sadbě, atmosférických spadech a prostřednictvím biologické fixace N. Proti vstupům (graf 3, příloha 1) jsou hodnoceny výstupy ve sklizených rostlinných produktech (graf 4, příloha 1). Na regionální úrovni se do vstupů ani výstupů nezapočítává sláma, zapravená po sklizni do půdy nebo odvezená z pole, následně použitá ke stlaní a navrácená ve formě hnoje.

Výsledkem výpočtu podle metodiky „Gross nutrient budget“ EUROSTATu [4] je tzv. hrubá bilance dusíku (graf 5, příloha 1). Z hlediska odhadu ztrát N do podzemních nebo povrchových vod je důležitá tzv. čistá bilance dusíku (graf 6, příloha 1), vznikající po odpočtu emisí N (graf 7, příloha 1) z hrubé bilance.

Z výsledků bilancí dusíku vyplývá, že faktorů ovlivňujících celkový výsledek v jednotlivých státech/regionech je více: struktura využití půdy (% zornění, kultury, plodiny), stavy hospodářských zvířat, spotřeba minerálních hnojiv, poměr dodávaných živin, půdně-klimatické podmínky, průběh počasí v konkrétním roce (teplota, srážky), výše dosahovaných výnosů atd.

Z hlediska spotřeby minerálních dusíkatých hnojiv se ČR dlouhodobě (průměr za období 2011–2020) pohybuje na 4. místě v EU, a to za Nizozemskem, Belgií a Lucemburskem (110–120 kg N/ha). Průměrná hodnota okolo 100 kg N/ha v ČR je na úrovni Německa, které však ve druhé polovině sledovaného období snížilo spotřebu pod úroveň ČR. Nad úroveň průměru EU (60 kg N/ha) jsou ještě Dánsko, Irsko, Polsko a Francie (72–76 kg N/ha), Maďarsko, Finsko, Chorvatsko a Slovensko (62–66 kg N/ha) [5]. Z hlediska celkových vstupů N je ČR, z důvodů nižších průměrných stavů hospodářských zvířat na 10. místě, ale z hlediska výstupů (= úroveň výnosů) dokonce až na 13. místě, těsně nad průměrem EU. Výsledkem výše popsané určité disproporce mezi vstupy a výstupy je 6. místo v EU z hlediska výše bilančního přebytku, a to jak u hrubé, tak i čisté bilance N.

Závislost mezi bilančním přebytkem N a kvalitou vody byla rovněž předmětem zkoumání Evropské komise v rámci hodnocení stavu provádění nitrátové směrnice. Ve Zprávě Komise Radě a Evropskému parlamentu o provádění směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů na základě zpráv členských států za období 2016–2019 [6] jsou uvedeny následující informace:

- Zemědělská produkce se v období 2010–2019 zvýšila o 14,5 %.
- Zhruba 81 % vstupu zemědělského N do vodních systémů a 87 % amoniaku ze zemědělských emisí do atmosféry pochází ze živočišné výroby.
- Největší intenzita chovu, vyjádřená v dobytčích jednotkách na hektar, byla zjištěna v Nizozemsku (3,8; od roku 2013 stoupá), na Maltě (2,9; od roku 2010 klesá) a v Belgii (2,8; od roku 2005 zůstává stejná).
- Bilance živin je definována jako rozdíl mezi vstupy živin, které do zemědělského systému vstupují (zejména hnojiva), a výstupy živin, které systém opouští (zejména tržní plodiny a krmivo). K nadbytku živin dochází, když rostliny nevyužijí všechny živiny, a může tak docházet k jejich úniku do životního prostředí, zatímco záporná bilance je známkou toho, že je půda vyčerpávána a hrozí ztráta její úrodnosti. EUROSTAT prosazuje používat pro výpočet bilance živin společnou metodologii, ale ne všechny členské státy ji využívají, což znemožňuje srovnání. Některé státy pak EUROSTATu zprávy o bilanci živin vůbec nepodávají.
- V EU-27 a Spojeném království se mezi sledovanými obdobími 2008–2011 a 2012–2015 čistá bilance dusíku na úrovni EU-28 mírně zvýšila, a to z 31,8 na 32,5 kg N/ha. V období 2016–2019 měly bilanci dusíku vyšší než 100 kg/ha Belgie, Kypr, Lucembursko a Nizozemsko.

Výše bilančního přebytku v případě čisté bilance sice indikuje ztráty N do vod, ale velmi záleží na úhrnu srážek. Takže, i když je např. v Nizozemsku bilanční přebytek 2x vyšší než v ČR, neprojevuje se to v kvalitě vod (tabulka 5). Je to dáno zejména faktorem ředění, neboť v Nizozemsku je 2–3x vyšší roční úhrn srážek než v ČR. Česká republika vymezila zranitelné oblasti na cca 50 % využívané zemědělské půdy, kdežto Nizozemsko využilo druhý možný přístup, tedy implementovat nitrátovou směrnici na celém území.

Tabulka 5: Bilanční přebytek dusíku a kvalita vody

<p>Česká republika (průměr 2016–2019) 3,5 mil. ha využívané z.p., 0,5 DJ/ha bilance hrubá/čistá: 94 / 75 kg N/ha</p>	<p>Nizozemsko (průměr 2016–2019) 1,8 mil. ha využívané z.p., 3,8 DJ/ha bilance hrubá/čistá: 191 / 125 kg N/ha</p>																																																								
<p>Podíl monitorovacích bodů dle průměrného obsahu dusičnanů (mg NO₃/l) – podzemní vody</p>																																																									
<table border="1"> <caption>Podzemní vody - ČR</caption> <thead> <tr> <th>Období</th> <th><25 mg/l</th> <th>[25,40) mg/l</th> <th>[40,50) mg/l</th> <th>≥ 50 mg/l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2008-2011</td> <td>76</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2012-2015</td> <td>76</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>2016-2019</td> <td>76</td> <td>8</td> <td>12</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Období	<25 mg/l	[25,40) mg/l	[40,50) mg/l	≥ 50 mg/l	2008-2011	76	8	12	4	2012-2015	76	8	12	4	2016-2019	76	8	12	4	<table border="1"> <caption>Podzemní vody - Nizozemsko</caption> <thead> <tr> <th>Období</th> <th><25 mg/l</th> <th>[25,40) mg/l</th> <th>[40,50) mg/l</th> <th>≥ 50 mg/l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2008-2011</td> <td>77</td> <td>7</td> <td>13</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2012-2015</td> <td>79</td> <td>6</td> <td>12</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2016-2019</td> <td>73</td> <td>8</td> <td>14</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Období	<25 mg/l	[25,40) mg/l	[40,50) mg/l	≥ 50 mg/l	2008-2011	77	7	13	3	2012-2015	79	6	12	3	2016-2019	73	8	14	5																
Období	<25 mg/l	[25,40) mg/l	[40,50) mg/l	≥ 50 mg/l																																																					
2008-2011	76	8	12	4																																																					
2012-2015	76	8	12	4																																																					
2016-2019	76	8	12	4																																																					
Období	<25 mg/l	[25,40) mg/l	[40,50) mg/l	≥ 50 mg/l																																																					
2008-2011	77	7	13	3																																																					
2012-2015	79	6	12	3																																																					
2016-2019	73	8	14	5																																																					
<p>Podíl monitorovacích bodů dle průměrného obsahu dusičnanů (mg NO₃/l) – povrchové vody</p>																																																									
<table border="1"> <caption>Povrchové vody - ČR</caption> <thead> <tr> <th>Období</th> <th><2 mg/l</th> <th>[2,10) mg/l</th> <th>[10,25) mg/l</th> <th>[25,40) mg/l</th> <th>[40,50) mg/l</th> <th>≥ 50 mg/l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2008-2011</td> <td>13</td> <td>58</td> <td>24</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2012-2015</td> <td>29</td> <td>50</td> <td>14</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2016-2019</td> <td>32</td> <td>48</td> <td>13</td> <td>7</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Období	<2 mg/l	[2,10) mg/l	[10,25) mg/l	[25,40) mg/l	[40,50) mg/l	≥ 50 mg/l	2008-2011	13	58	24	3	0	0	2012-2015	29	50	14	7	0	0	2016-2019	32	48	13	7	0	0	<table border="1"> <caption>Povrchové vody - Nizozemsko</caption> <thead> <tr> <th>Období</th> <th><2 mg/l</th> <th>[2,10) mg/l</th> <th>[10,25) mg/l</th> <th>[25,40) mg/l</th> <th>[40,50) mg/l</th> <th>≥ 50 mg/l</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2008-2011</td> <td>63</td> <td>36</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2012-2015</td> <td>24</td> <td>53</td> <td>19</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2016-2019</td> <td>20</td> <td>54</td> <td>22</td> <td>4</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Období	<2 mg/l	[2,10) mg/l	[10,25) mg/l	[25,40) mg/l	[40,50) mg/l	≥ 50 mg/l	2008-2011	63	36	0	0	0	0	2012-2015	24	53	19	4	0	0	2016-2019	20	54	22	4	0	0
Období	<2 mg/l	[2,10) mg/l	[10,25) mg/l	[25,40) mg/l	[40,50) mg/l	≥ 50 mg/l																																																			
2008-2011	13	58	24	3	0	0																																																			
2012-2015	29	50	14	7	0	0																																																			
2016-2019	32	48	13	7	0	0																																																			
Období	<2 mg/l	[2,10) mg/l	[10,25) mg/l	[25,40) mg/l	[40,50) mg/l	≥ 50 mg/l																																																			
2008-2011	63	36	0	0	0	0																																																			
2012-2015	24	53	19	4	0	0																																																			
2016-2019	20	54	22	4	0	0																																																			

Zdroj: EUROSTAT [4], Evropská komise [6]

2.2. Harmonická výživa rostlin

Nesprávné pochopení principů a významu bilancí může vést k chybným závěrům, zvláště pokud se zaměňují jejich typy mezi sebou (celostátní bilance x bilance na pozemku) nebo se dokonce zaměňují bilance dusíku s postupy používanými při plánování hnojení.

Protože je vhodné současně počítat i bilance dalších živin, zejména fosforu a draslíku, je nutné ještě upozornit na to, že bilance P a K jsou pouze orientační a nelze je hodnotit bez znalostí o stavu zásob přístupných živin v půdě, jejich poměru, rozdělení v různých vrstvách ornice apod. Zejména při vysokých zásobách přístupného fosforu nebo draslíku v půdě lze hospodařit i několik let se zápornou bilancí uvedených živin.

Hodnocení ostatních živin (i pH půdy, množství a kvality půdní organické hmoty apod.) je důležité i z hlediska hospodaření s dusíkem, neboť při nevyrovnané výživě rostlin či nevhodném stavu půdy se snižují výnosy a odběr dusíku rostlinami, což se projeví ve vyšším bilančním přebytku N, s rizikem vyšších ztrát.

3. Metody bilancování dusíku

Bilancování dusíku ukazuje spojitost mezi dusíkem používaným v zemědělství a jeho ztrátami do životního prostředí. Kladný výsledek bilance dusíku, tedy jeho bilanční přebytek většinou představuje ztráty. Do těchto ztrát se zahrnují i tzv. nevyhnutelné ztráty dusíku do vod i ovzduší vznikající přírodními procesy koloběhu dusíku (denitrifikace, vyplavování, eroze atd.). Kladná bilance však může znamenat i cílenou akumulaci dusíku v půdě při zvyšování obsahu půdní organické hmoty. V zásadě by z hlediska správné interpretace výsledku výpočtu bilance měly být při bilancování dusíku zohledněny i změny stavu půdy.

V dnešní době však nejsou dostatečné údaje ohledně nevyhnutelných ztrát, případně změnách zásob dusíku v půdě, a tak v současných přístupech k bilancování dusíku nejsou tyto aspekty zahrnuty. To je však řešeno nastavením určité tolerance pro nevyužitý dusík (ztráty, příp. akumulace dusíku v půdě), kdy je nastavena hodnota „povoleného“ bilančního přebytku. Například při plnění povinnosti zpracování dusíkové bilance, která je stanovena v rámci uplatnění nitrátové směrnice v ČR, je nastavena průměrná hodnota přebytku za tři po sobě následující hospodářské roky hnojení na max. 70 kg N/ha zemědělské půdy obchodního závodu.

Výpočty bilancí dusíku poskytují důležité informace o vazbě mezi zemědělskými aktivitami a environmentálními dopady využívání dusíku v zemědělství. Z časového hlediska se pro stanovení bilance dusíku nejčastěji využívá období jednoho roku (kalendářního či hospodářského), příp. délky jedné rotace osevního postupu. Výsledné hodnoty bilancí lze pak využít například k identifikaci oblastí ohrožených znečištěním i zjištění možných příčin znečištění ze zemědělského hospodaření v průběhu času.

Pro bilancování dusíku existují různé postupy. Obecně je výsledkem výpočtu bilance této živiny rozdíl mezi vstupy a výstupy dusíku na určité hranici. Zásadní rozdíl mezi postupy spočívá i v tom, zda metoda výpočtu zahrnuje emise plynného dusíku, ke kterým dochází před i po jeho aplikaci do půdy.

Bilance dusíku lze rozdělit podle hranice vstupů a výstupů například na:

- faremní bilanci
- povrchovou bilanci
- hrubou bilanci (a navazující čistou bilanci)
- zemědělskou bilanci

1) *Faremní bilance*

Výpočet faremní bilance (angl. „farm balance“, „farm gate balance“) je nastaven v hranicích „farmy“ (zemědělský závod či středisko). Pro výpočet jsou využívány toky dusíku ze všech produktů, které vstupují do farmy nebo opouštějí její bránu (tabulka 6). Běžně jsou zde využívány údaje z účetní evidence zemědělského závodu. Výhodou této bilance je, že se nemusí sledovat jednotlivé dílčí toky živin uvnitř farmy (stáj – pole, stáj – atmosféra, pole – stáj atd.). Výpočet lze také použít pro hodnocení bilance na úrovni regionální či celostátní, v takovém případě je celý zemědělský sektor v zemi považován za jedinou farmu.

Tabulka 6: Bilanční položky faremní bilance

VSTUPY	VÝSTUPY
nakoupené osivo a sadba	tržní produkce rostlinná
nakoupená minerální hnojiva	tržní produkce živočišná
nakoupená statková hnojiva	prodaná statková hnojiva
nakoupená organická hnojiva	prodaná organická hnojiva
upravené kaly	BILANČNÍ ROZDÍL
nakoupená zvířata	ztráty (provoz, ovzduší, voda, ...)
nakoupená krmiva	meziroční skladové zásoby
příp. další nakoupené produkty	akumulace živin či ochuzení (půda)

2) *Povrchová bilance*

Ve výpočtu povrchové bilance (angl. "soil surface balance“, např. dle metodiky OECD, do roku 2005) je jako hodnotící hranice považován povrch půdy. Jsou sledovány toky dusíku dovnitř a ven ze systému půda – rostlina. V úvahu se berou vstupy dusíku na povrch půdy a jeho výstupy z půdy (tabulka 7). Pro tento výpočet jsou tedy potřebné údaje o vstupech dusíku v aplikovaných hnojivech, osivu/sadbě, atmosférických spadech a biologické fixaci dusíku. Vstup živin ve statkových hnojivech je na regionální úrovni vyjádřen ve formě exkrece N hospodářskými zvířaty, po odpočtu odhadovaných ztrát ve stájích a při skladování statkových hnojiv. Výstupem je pak dusík ve sklizených rostlinných produktech (mimo slámy určené ke stlaní).

Tabulka 7: Bilanční položky povrchové bilance

VSTUPY	VÝSTUPY
osivo a sadba	sklizené hlavní produkty
minerální hnojiva	sklizené vedlejší produkty (mimo slámy určené ke stlaní)
exkrece živin zvířaty, po odečtu ztrát ve stájích a při skladování hnojiv	
organická hnojiva	BILANČNÍ ROZDÍL
upravené kaly	ztráty do ovzduší (aplikace hnojiv, procesy v půdě)
atmosférické depozice	ztráty do vod
biologická fixace dusíku	akumulace živin či ochuzení (půda)

3) *Hrubá bilance a navazující čistá bilance*

Na základě výpočtu původní povrchové bilance byl v OECD (Agriculture Directorate, Environment Division) v roce 2006 zaveden a následně ze strany EUROSTATu převzat pojem „**hrubá bilance dusíku**“ (angl. „gross nitrogen balance“, nebo „gross nitrogen budget“).

Tento přístup výpočtu bilance má za cíl odhadnout celkové živiny ohrožující prostředí znečištěním (ovzduší, půda a voda). Pojem „hrubý“ odkazuje na skutečnost, že hlavní výsledek výpočtu, hrubý přebytek dusíku, zahrnuje i všechny emise dusíku do ovzduší. Tato bilance dusíku tedy zahrnuje ztráty dusíku ze systémů ustájení zvířat a skladování statkových hnojiv, z aplikace hnojiv na zemědělskou půdu, dalších zemědělských operací i z půdních procesů. Po odečtu těchto ztrát pak získáme „**čistou bilanci dusíku**“ (tabulka 8).

Výsledek hrubé bilance dusíku představuje údaj o celkovém potenciálním riziku, které dusík ze zemědělství představuje pro životní prostředí (emise dusíku do ovzduší, jeho vyplavování nebo smyv do vod), příp. množství dusíku akumulovaného v půdě.

Dlouhodobý přebytek tak naznačuje potenciální rizika pro životní prostředí, jako je znečištění podzemních a povrchových vod dusičnany, emise N₂O jako silného skleníkového plynu, emise NH₃ přispívající k okyselení prostředí atd. Trvalý deficit dusíku v půdě pak naznačuje potenciální riziko poklesu úrodnosti půdy, což může vést k dalším problémům souvisejícím s půdou, jako je eroze.

Tabulka 8: Bilanční položky hrubé/čisté bilance

VSTUPY	VÝSTUPY
osivo a sadba	sklizené produkty (mimo slámy ke stlaní)
minerální hnojiva	BILANČNÍ ROZDÍL (hrubá bilance)
exkrece živin zvířaty (bez odečtu ztrát ve stájích a při skladování hnojiv)	celkové ztráty (ovzduší, voda), akumulace či ochuzení (půda)
organická hnojiva	DOPOČTENÉ VÝSTUPY (emise N)
upravené kaly	BILANČNÍ ROZDÍL (čistá bilance)
atmosférické depozice	ztráty do vod
biologická fixace dusíku	akumulace živin či ochuzení (půda)

Výpočet hrubé/čisté bilance dusíku podle metodiky EUROSTAT je v ČR aplikován na celostátní i regionální úrovni.

4) Zemědělská bilance

Bilancování dusíku na úrovni zemědělského závodu ve srovnání s regionální úrovní se liší v přístupu k hodnocení vstupů živin ve statkových hnojivech. Dusík vstupující do bilance se uvádí přímo ve statkových hnojivech. Dusík vyloučený hospodářskými zvířaty (exkrece N) je tak již redukován o ztráty do ovzduší vzniklé ve stájích a při skladování statkových hnojiv, ale je navýšen o dusík ze steliva (tabulka 9). Proto je potřeba zohlednit, jestli se vedlejší rostlinné produkty, hlavně sláma z pozemků odváží nebo jsou zapravovány do půdy, příp. ponechávány na jejím povrchu.

Tabulka 9: Bilanční položky zemědělské bilance

VSTUPY	VÝSTUPY
minerální hnojiva	sklizené hlavní i vedlejší produkty
statková hnojiva, vč. použitého steliva	BILANČNÍ ROZDÍL
organická hnojiva	ztráty do ovzduší (aplikace hnojiv, procesy v půdě)
upravené kaly	ztráty do vod
symbiotická fixace dusíku	akumulace živin či ochuzení (půda)

4. Bilancování dusíku v ČR

Na základě požadavků mezinárodních organizací vyvstává potřeba výkaznictví jednotné dusíkové bilance za ČR, kdy je zásadní přesná kvantifikace zdrojů dusíku, které se používají při hospodaření na zemědělské půdě. Jedná se o celkové toky dusíku v zemědělství, včetně emisí tradičních znečišťujících látek a skleníkových plynů. Národní model dusíkové bilance v zemědělství je za Českou republiku zpracováván několika institucemi, a tudíž zahrnuje různé metodiky výpočtu (**EUROSTAT, NIR, IIR**) i zdroje vstupních dat. Pro kvalitní a správné vykazování je tedy důležité sjednocení vstupních dat využívaných pro tyto výpočty. Snahou je používat stejné koeficienty i pro bilancování na úrovni zemědělského závodu.

4.1. Bilance dusíku pro EUROSTAT

Pro vykazování národní bilance dusíku ze zemědělství je využívána metodika OECD, převzatá a upravená ze strany EUROSTATu [7]. Podle metodiky je hodnocena hrubá bilance dusíku (a po odečtení emisí následná čistá bilance dusíku) na úrovni půdy. Výpočet řeší roční rozdíl mezi celkovým množstvím vstupů dusíku do půdy (i nepřímě přes emise do ovzduší z chovů hospodářských zvířat) a množstvím výstupů dusíku z půdy, na základě koloběhu dusíku:

VSTUPY:

- **Množství dusíku v exkrementech hospodářských zvířat (Nex rate)**

Vstupními údaji pro výpočet Nex rate jsou stavy hospodářských zvířat rozdělené na jednotlivé druhy (skot, drůbež apod.) a jejich kategorie. Koeficientem pro výpočet je průměrná produkce dusíku v exkrementech na zvíře za rok. Výsledkem výpočtu je celková produkce dusíku v exkrementech všech druhů hospodářských zvířat v České republice. Množství dusíku v exkrementech využívaných pro účely produkce kompostů nebo produkce bioplynu (BPS) je však od tohoto celkového množství nakonec odečteno.

- **Minerální dusíkatá hnojiva**

Minerálními hnojivy se rozumí hnojiva, ve kterých jsou živiny v minerální formě, získaná průmyslovými procesy. Močovina je administrativně rovněž klasifikována jako minerální hnojivo.

- **Organická hnojiva**

Na rozdíl od statkových hnojiv (vedlejší produkty chovu hospodářských zvířat nebo pěstování plodin) to jsou vyrobená hnojiva obsahující část dusíku v organické formě. Do této kategorie patří digestát, kompost, melasové výpalky a další organické produkty obsahující dusík, používané v zemědělství ke hnojení. Samostatnou legislativní kategorií hnojiv jsou organominerální hnojiva (např. melasové výpalky obohacené fosforem), která však pro zjednodušení výpočtu a

vzhledem k jejich nízké spotřebě v ČR bilančně přičítáme k organickým hnojivům.

- **Upravené kaly**

Kal z čistíren odpadních vod, který byl podroben biologické, chemické nebo tepelné úpravě nebo jakémukoliv jinému vhodnému procesu tak, že se významně sníží obsah patogenních organismů v kalu [8].

- **Osiva a sadba**

Vstupní množství dusíku do zemědělské půdy v osivu a sadbě se odhaduje na základě osevní plochy plodin a průměrného výsevku pro danou plodinu.

- **Biologická fixace dusíku (nesymbiotická, symbiotická)**

Za nesymbiotickou fixaci N je považováno zachycení vzdušného dusíku volně žijícími fixátory (např. azotobakter). Symbiotická fixace se započítává u plodin vázajících vzdušný dusík (luskoviny, sója, jeteloviny).

- **Atmosférická depozice dusíku.**

Atmosférická depozice dusíku je tok plynného dusíku z atmosféry do půdy, vody a dalších povrchů. To může nastat procesem srážení (déšť, sníh, mraky a mlha) známým jako mokrá depozice dusíku nebo v důsledku komplexních atmosférických procesů jako je usazování nebo adsorpce, pak dochází k suché depozici dusíku. Emise amoniaku, zejména ze zemědělství, vedou k depozici reaktivního dusíku a emise oxidů dusíku, zejména z průmyslu, vedou k depozici oxidovaného dusíku. Do výpočtu bilance je zahrnut veškerý dusík ukládaný procesy suché a mokré depozice na referenční ploše bez ohledu na zdroj, protože jde o skutečný vstup do půdy. Zdroje dusíku se tedy neomezují pouze na zemědělské hospodářství, ale zahrnují také spalování fosilních paliv, spalování biomasy a procesy v chemickém průmyslu.

VÝSTUPY:

- **Odběr dusíku sklizněmi zemědělských plodin**

Jedná se o sklizeň (výnos) hlavního produktu pěstovaných plodin (obiloviny, olejniny, luskoviny, okopaniny, průmyslové plodiny, zelenina, ovoce, atd.). Je třeba dbát na to, aby se koeficienty vztahovaly na sklizenou část plodiny. U některých plodin se sklízí pouze část plodin a obsah živin sklizených a nesklizených částí rostlin se může lišit.

- **Odběr dusíku pícninami a pastvou**

Odběr dusíku pícninami představuje celkové množství biomasy vyprodukované na orných půdách (jednoleté a víceleté pícniny, vč. dočasných travních porostů) a trvalých travních porostech (louky a pastviny). Ke sklizni nebo při pastvě se v praxi většinou nevyužije celkové množství biomasy vyprodukované na travních porostech (hrubá produkce). Čistá produkce dusíku u trvalých travních porostů se tedy vypočítá z hrubé produkce travních porostů (celkové množství biomasy dostupné pro sklizeň a/nebo pastvu) redukované o pastevní nebo sklizňové ztráty.

▪ Posklizňové rostlinné zbytky

Obecně se rozlišují sklíditelné nebo nesklíditelné rostlinné zbytky. Pro účely výpočtu této bilance dusíku se sklíditelné posklizňové zbytky zůstávající na půdě nezahrnují do výstupů ani do vstupů. V zásadě jsou do výpočtu zahrnuty pouze údaje o množství sklíditelných posklizňových zbytků plodin (sláma obilovin) nevyužitých jako stelivo, ale využitých ke krmení nebo zcela odstraněných ze zemědělství (např. výroba pelet).

VÝPOČET:

Hrubá a čistá bilance:

- Hrubá bilance dusíku (t) = Vstupy dusíku (t) - Výstupy dusíku (t)
- Čistá bilance dusíku (t) = Hrubá bilance (t) - Emise dusíku (t)
- Průměrná bilance dusíku (kg/ha) = Bilance dusíku (t) / Celková plocha využívané zemědělské půdy (ha) x 1 000

Koeficienty výpočtu i přístup se mohou v jednotlivých zemích lišit. I v rámci země mohou existovat velké regionální rozdíly. Pro posouzení trendu ve vývoji dusíkové bilance je nutné vycházet z průměrných hodnot za několik let, protože zejména extrémní povětrnostní podmínky mohou značně ovlivnit roční přebytek dusíku.

4.2. Emisní inventury

Národní bilance dusíku ze zemědělství je úzce spojena s emisní inventurou tradičních znečišťujících látek a skleníkových plynů, které s výpočtem této bilance úzce souvisí. Jedná se o toky dusíku v zemědělství, které jsou společným vstupem pro výpočet bilance dusíku i jeho emisí (amoniak a oxidy dusíku). Zjištěné emise dusíku jsou pak výstupem pro výpočet „čisté bilance dusíku“, která je ukazatelem potenciálních ztrát dusíku do vod.

Národní bilance dusíku z hlediska emisních inventur:

1. Umožňuje validovat výstupy ve smyslu, zda odhad emisí GHG, NH₃ a NO_x není nadhodnocen nebo podhodnocen.
2. Umožňuje vytvoření národního modelu bilance, který může na vstupech zohlednit národní data (např. množství dusíku vstupujícího do půdy ve statkových hnojivech – emisní inventura tento vstup pouze odhaduje, ale bilance ho počítá na základě reálných průzkumů).
3. Národní model bilance dusíku zohledňující emise GHG a znečišťujících látek dává přesnější obraz o využití dusíku v zemědělství (hrubá bilance x čistá bilance).

4.2.1. Emisní inventura skleníkových plynů

Národní inventura skleníkových plynů ze zemědělství (National Inventory Report, NIR) vychází z metodiky IPCC GL 2006 a její upřesněné verze z roku 2019 (Refinement IPCC GL 2019), kdy klíčovými plyny jsou oxid dusný N₂O a metan. Zdrojem N₂O jsou emise ze skladování statkových hnojiv a emise z obhospodařování zemědělských půd.

Modelový přístup ke stanovení emisí dusíku ze zemědělství umožňuje při výpočtu emisí využívat 3 úrovně metodických postupů:

1. Úroveň 1 (Tier 1) – násobení celkového množství vyloučeného dusíku (Nex rate) počtem kusů v jednotlivých kategoriích hospodářských zvířat podle metodiky IPCC GL za použití standardně stanovených mezinárodních hodnot (dále v textu též defaultních hodnot) emisních faktorů rozlišených podle způsobu nakládání se statkovými hnojivy (Animal Waste Management System, AWMS).

2. Úroveň 2 (Tier 2) – ve výpočtu dle metodické úrovně 1 jsou použity národně specifické vstupní údaje (Nex rate, AWMS, případně emisní faktory).

3. Úroveň 3 (Tier 3) – použití alternativních postupů vycházejících z národně specifických metod. Jedná se např. o využívání procesních modelů bilance dusíku zohledňující celý koloběh dusíku od jeho vstupu v krmivech, vylučování v exkrementech, až po jeho využití při obhospodařování zemědělských půd i úniky do ovzduší a do povrchových a podzemních vod.

VSTUPY:

▪ **Množství dusíku v exkrementech hospodářských zvířat (Nex rate)**

Pro výpočet Nex rate jsou i v tomto případě používány údaje o stavech hospodářských zvířat po druzích, rozdělené až na jednotlivé kategorie. Hodnota Nex rate v ČR je v současné době počítána vlastním postupem na základě národně specifických dat (Tier 2).

Přechod na vyšší metodickou úroveň vykazování umožňuje zohlednit v predikcích i vliv opatření sloužících ke snížení emisí. Například národně specifické údaje o množství dusíku vyloučeného hospodářskými zvířaty Nex rate, které jsou uvedeny v novele vyhlášky č. 377/2013 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv z roku 2021, která byla vydána pod č. 392/2021 Sb., s účinností změn od 1. listopadu 2021 [9]. Nové koeficienty již zohledňují spotřebu tzv. redukováného krmiva, které snižuje množství dusíku (i fosforu) v exkrementech prasat. Využití těchto národně specifických údajů ve výpočtech znamená přechod na vyšší úroveň metodiky a zároveň i zohlednění podporovaných opatření.

Množství celkového dusíku vyloučeného hospodářskými zvířaty se dále hodnotí na základě systému nakládání se statkovými hnojivy, tzv. **AWMS**. Je to procentické rozdělení na dusík:

- obsažený v exkrementech při produkci tekutých statkových hnojiv (kejda apod.)
- obsažený v exkrementech při produkci tuhých statkových hnojiv (drůbeží trus, hnůj)
- vyloučený hospodářskými zvířaty na pastvě
- v exkrementech, které byly zpracovány v bioplynových stanicích

Podíly používaných systémů jsou nastaveny na základě expertních odhadů vycházejících z provedených šetření o zemědělském hospodaření v České republice.

Na vzniku přímých emisí ze statkových hnojiv se podílí dusík vyloučený hospodářskými zvířaty, s výjimkou dusíku vyloučeného v exkrementech na pastvinách a ve výběžích.

- **Minerální dusíkatá hnojiva**

Spotřeba minerálních dusíkatých hnojiv v zemědělství je jedním z významných zdrojů emisí N₂O. Vstupními údaji je spotřeba těchto dusíkatých hnojiv.

- **Organická hnojiva – započítán pouze digestát**

Množství dusíku ze statkových hnojiv, který vstupuje do zpracování v bioplynové stanici. Množství generovaného dusíku pokládáme za konstantní, protože kapacita bioplynových stanic v ČR je na svém horním limitu.

- **Upravené kaly**

Množství dusíku z upravených kalů z čistíren odpadních vod.

- **Posklizňové rostlinné zbytky, vč. steliva**

Vstupními údaji je podzemní i nadzemní biomasa vybraných plodin zanechaná na poli nebo do něj navracená, tedy sláma použitá ke stlaní a digestát z rostlinné biomasy (kukuřice).

- **Atmosférická depozice**

Do výpočtu jsou zahrnuty pouze zdroje dusíku ze zemědělského hospodaření, tj. dusík emitovaný ze stájí, při skladování statkových a organických hnojiv a při obhospodařování zemědělských půd, který se vrátí ve formě depozice.

VÝSTUPY:

- **Emise ze stájí a ze skladování statkových hnojiv a emise z obhospodařování zemědělských půd.**

Při výpočtu emisí N₂O se rozlišují:

a) přímé emise N₂O, jejichž zdrojem jsou nitrifikační a denitrifikační procesy při hospodaření se statkovými hnojivy. Odvozují se z celkového množství dusíku vyloučeného zvířaty, započítáván není dusík vyloučený v exkrementech na pastvě

b) přímé emise N₂O, jejichž zdrojem jsou nitrifikační a denitrifikační procesy při hospodaření na zemědělských půdách, které se uvolňují ze všech zdrojů dusíku využívaných pro zlepšení úrodnosti zemědělských půd – minerální hnojiva, statková a organická hnojiva, upravené kaly, neskliditelné rostlinné zbytky atd.

c) nepřímé emise N₂O z nakládání se statkovými hnojivy, které vznikají při úniku, respektive uvolňování amoniakálního dusíku při manipulaci a ukládání statkových hnojiv i při jeho smyvu a vyplavování

d) nepřímé emise N₂O, jejichž zdrojem je aplikace minerálních forem dusíku při hospodaření na zemědělských půdách a které vznikají uvolňováním amoniakálního dusíku do ovzduší a při jeho smyvu a vyplavování

Emisní faktory (EF) jsou uváděné v kg N₂O-N na 1 kg exkretovaného dusíku. Emisní faktory pro výpočet emisí N₂O se liší nejen podle systémů nakládání se statkovými hnojivy, ale i pro přímé a nepřímé emise. Použití národně specifických emisních faktorů závisí na dostupnosti výsledků relevantních výzkumů a expertíz v daném státě.

Tabulka 10: Přehled emisních faktorů používaných v ČR pro emise N₂O

Výchozí hodnoty emisních faktorů pro výpočet přímých emisí ze statkových hnojiv (kg N₂O-N)	
Kejda	0,005
Hněj	0,005
Bioplynové stanice	0
Pastviny, výběhy	nezapočítává se
Výchozí hodnoty emisních faktorů pro výpočet přímých emisí z obhospodařování půdy (kg N₂O-N)	
Minerální hnojiva, organické vstupy, rostlinné zbytky, mineralizace	0,01
Pastviny a výběhy, skot, drůbež a prasata	0,02
Pastviny a výběhy, ostatní hospodářská zvířata	0,01
Výchozí hodnoty emisních faktorů pro výpočet nepřímých emisí ze statkových hnojiv a z obhospodařovaných půd (kg N₂O-N)	
Volatilizace a re-depozice	0,01
Vyplavování, smyv	0,0075

4.2.2. Emisní inventura z hlediska znečištění ovzduší

V rámci úmluvy o dálkovém znečišťování ovzduší přecházejícím hranice států (CLRTAP) je povinností členských států každoročně připravovat **národní reporting znečištění ovzduší** (Informative Inventory Report, IIR). Z pohledu bilance dusíku jsou vykazovány emise amoniaku a oxidy dusíku NO_x (vykazované jako NO₂). Nástrojem pro předávání informací je Evropský program monitorování a hodnocení látek znečišťujících ovzduší (EMEP). K výpočtům emisí amoniaku a oxidů dusíku pocházejících z chovů hospodářských zvířat a aplikace statkových hnojiv na zemědělskou půdu je v současné době využíván výpočetní systém Manure Management N-flow Tool, připravený Evropskou agenturou pro životní prostředí (EEA).

System výpočtů emisní bilance s využitím systému Manure Management N-flow Tool v sobě již zahrnuje systém výpočtu dle Tier 2. Výpočet je založený na sledování hmotnostního toku celkového amoniakálního dusíku (TAN) během jednotlivých fází nakládání se statkovými hnojivy (produkce TAN ve stáji, při skladování statkových hnojiv a při jejich aplikaci na zemědělskou půdu), což umožňuje lépe vyčíslit plynné emise dusíku v jednotlivých produkčních fázích chovu hospodářských zvířat.

Postup výpočtů dle hmotnostního toku celkového amoniakálního dusíku (TAN) má výhodu v tom, že umožňuje následně přejít na systém výpočtu dle Tier 3, dle kterého je možné zahrnout do výpočtů národních emisních bilancí opatření zavedená pro snižování emisí amoniaku, tzv. snižující technologie.

Přehled dostupných opatření pro snižování emisí amoniaku je publikován v aktualizovaném Národním kodexu správné zemědělské praxe pro snižování emisí amoniaku v České republice [10] (dále jen Kodex) dostupném na <http://www.vuzt.cz/web/novinky/kodex-zemedelske-praxe.pdf>. Kodex blíže specifikuje snižující opatření uplatnitelná při skladbě krmných dávek pro hospodářská zvířata – krmné strategie, nízkoemisní způsoby ustájení hospodářských zvířat, nízkoemisní způsoby skladování statkových hnojiv:

▪ **Krmné strategie**

Uplatňování krmných strategií má za cíl omezit vstup nadbytečného množství dusíkatých látek v krmivech, než jsou očekávané cíle produkce. Tím lze dosáhnout snížení množství vylučovaného dusíku v exkrementech jako následného zdroje emisí. Opatření spočívá v maximálním přísunu využitelných forem v dusíku, které mohou být v organizmu zvířete metabolizovány, na úkor forem nevyužitelných. Snížením množství vyloučeného dusíku v exkrementech má za následek nejen snížení emisí amoniaku, ale i potenciálně dalších ztrát dusíku ve formě úniků do povrchových či podzemních vod.

▪ **Nízkoemisní způsoby ustájení hospodářských zvířat**

Nízkoemisní způsoby ustájení prasat a drůbeže jsou poměrně detailně popsány v Referenčním dokumentu o nejlepších dostupných technikách pro intenzivně chovanou drůbež a prasata (IRPP BREF), dostupném v českém jazyce na odkazu:

http://eagri.cz/public/web/file/665950/Nejlepsi_dostupne_techniky_v_intenzivnich_chovech_drubeze_a_prasat_preklad.pdf. V referenčním dokumentu jsou popsány tzv. nejlepší dostupné techniky ustájení drůbeže a prasat (BAT), vykazující alespoň 20% snížení emisí amoniaku oproti referenčním technologiím. Pro chovy skotu dosud žádné nejlepší dostupné techniky definovány nebyly. Obecně lze ovšem říct, že základním pravidlem pro minimalizaci produkce emisí amoniaku do ovzduší je udržování veškerých vnitřních i venkovních prostor, kde se hospodářská zvířata zdržují, v čistém a suchém stavu.

▪ **Nízkoemisní způsoby skladování statkových hnojiv**

Ke ztrátám dusíku ve formě amoniaku dochází při styku statkových a organických hnojiv s okolním ovzduším. Jejich zakrytím nebo zmenšením povrchu plochy skladovaného materiálu omezuje plochu, která je v kontaktu s okolním ovzduším. Tím dochází ke snižování tvorby amoniaku a zadržený dusík zvyšuje nutriční hodnotu hnojiva. V chovech skotu s produkcí kejdy se předpokládá, že dochází během skladování kejdy k tvorbě přírodní krusty, což lze považovat za základní opatření pro snižování emisí amoniaku. U velkochovů prasat a u velkých chovů skotu je v současné době rozšířeným způsobem využití kejdy v bioplynových stanicích, tzn., že nedochází ke skladování čerstvé kejdy, nýbrž ke skladování následně produkovaného digestátu. U digestátu dochází rovněž k formování přírodní krusty, což lze považovat za opatření pro snižování emisí amoniaku.

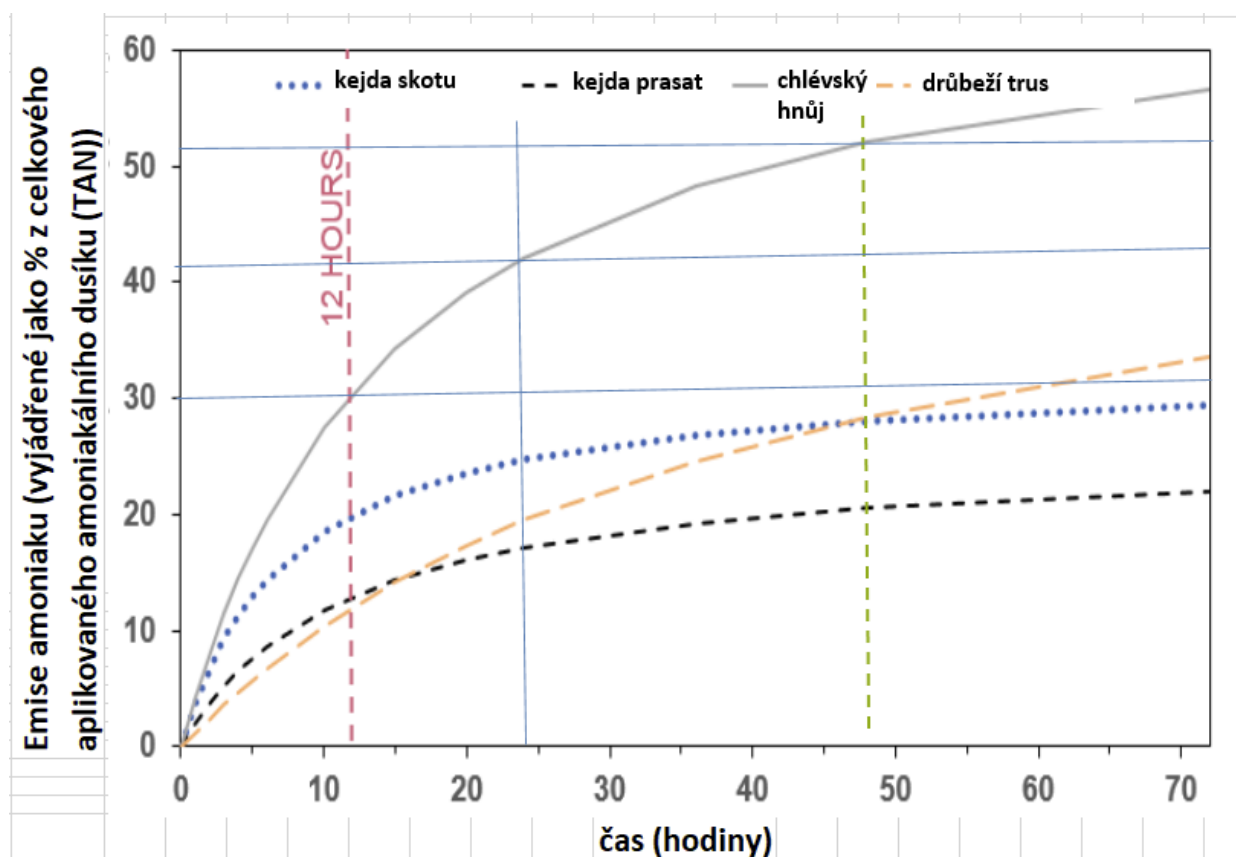
▪ **Nízkoemisní způsoby aplikace statkových a organických hnojiv**

Emise amoniaku emitované do ovzduší během aplikace statkových a organických hnojiv, ať už tekutých nebo tuhých, představují významný podíl na celkových emisích amoniaku produkovaných v zemědělství. Dusík zadržený ve stájovém prostředí a během jejich skladování lze poměrně snadno ztratit v případě použití nevhodné aplikační techniky.

Emise amoniaku a tím i ztráty dusíku pocházející z aplikace statkových a organických hnojiv vznikají při jejich interakci s okolním ovzduším. Tzn., mělo by být preferováno zavádění takových aplikačních technologií, které tato hnojiva zapravují přímo do půdy, před technologiemi jejich aplikace na povrch půdy. Toto se týká zejména tekutých hnojiv. U tuhých hnojiv, jako je hnůj, je pro snižování emisí amoniaku a tím i zachování obsahu dusíku podstatné, maximální urychlení jejich zapravení pod povrch půdy.

Na obrázku 1 je zobrazen časový průběh tvorby emisí amoniaku pocházejících z jednotlivých typů statkových hnojiv po jejich aplikaci na zemědělskou půdu. K největším ztrátám dusíku ve formě amoniaku dochází u tuhých statkových hnojiv – hnoje, kde čas zapravení do půdy hraje významnou úlohu.

Obrázek 1: Průběh tvorby emisí amoniaku v čase po aplikaci jednotlivých typů statkových hnojiv na zemědělskou půdu.



Zdroj: Rothamsted Research

Do národní emisní bilance amoniaku, počítané prostřednictvím nástroje Manure Management N-flow Tool jsou v současné době započteny efekty částečně zavedených snižujících opatření zahrnujících zakrytí kejdrových jímek přírodní krustou a efekty nízkoemisních způsobů aplikace statkových hnojiv.

U amoniaku uvolňovaného po aplikaci minerálních hnojiv na zemědělskou půdu se využívá rovněž přístup dle Tier 2, který je založen na kvantifikaci množství všech typů minerálních hnojiv použitých pro hnojení zemědělské půdy. Kvantifikaci jednotlivých typů minerálních hnojiv provádí MZe na základě svého šetření. Tyto hodnoty jsou následně předávány do databáze FAO. Pro výpočet NO_x z aplikace minerálních hnojiv se využívá přístup dle Tier 1, založený na standardizovaném emisním faktoru, uvedeném v příslušném prováděcím dokumentu a kvantifikaci celkové spotřeby dusíkatých hnojiv, bez rozdělení na jednotlivé druhy.

Stejného postupu dle Tier 1 se využívá při výpočtu národní emisní inventury amoniaku a NO_x pocházejících z aplikace kompostů a kalů na zemědělskou půdu.

4.3. Výpočet bilance v zemědělském závodě

Odhad bilance dusíku je důležitý pro posouzení hospodaření zemědělského závodu i účinnosti dodávaných hnojiv. Průměrný roční bilanční přebytek dusíku za zemědělský závod v jednom hospodářském roce nebo za víceletý osevní postup by neměl být větší než 70 kg N/ha zemědělské půdy. Bilanční odhad je důležitý i u dalších základních živin, zejména fosforu a draslíku. Pokud je u fosforu a draslíku bilance záporná, dochází k ochuzování půdy. Výsledek bilance P a K nelze hodnotit bez znalostí o stavu zásob přístupných živin v půdě, jejich poměru, rozdělení v různých vrstvách ornice apod. Hodnocení ostatních živin (i pH půdy, množství a kvality půdní organické hmoty apod.) je důležité i z hlediska hospodaření s dusíkem, protože při nevyrovnané výživě rostlin nebo nevhodném stavu půdy se snižují výnosy a odběr dusíku rostlinami, což se projeví ve vyšším bilančním přebytku N, s rizikem vyšších ztrát.

Bilance dusíku je vhodným nástrojem pro kontrolu správnosti hospodaření s dusíkem, pocházejícím z různých zdrojů. Za tímto účelem se v 5. akčním programu ČR podle nitrátové směrnice (od roku 2020 nový § 7a nařízení vlády č. 262/2012 Sb.) zavedla povinnost zpracovat bilanci dusíku pro zemědělské závody hospodařící ve zranitelných oblastech (včetně závodů zařazených v ZOD jen částečně). Poprvé je zpracování bilance dusíku povinné za hospodářský rok hnojení 2020/2021, a to do konce roku 2021 [11].

Hospodářský rok pro spotřebu hnojiv je v souladu se statistickým zjišťováním ČSÚ stanoven na období od 1. července do 30. června následujícího kalendářního roku. Pro účely bilance se započítá celkový N obsažený ve statkových a organických hnojivech, příp. upravených kalech, tedy jak je zapsán do evidence hnojení. Předpokládá se totiž jeho částečné využití i dalšími plodinami, ve více letech. Pro nevyužitý dusík hlavně z organického hnojení (ztráty, příp. akumulace v půdě při zvyšování obsahu půdní organické hmoty) je nastavena hodnota „akceptovatelného“ bilančního přebytku.

Se vstupy dusíku se v bilanci porovnává odvoz N v rostlinných produktech sklizených v kalendářním roce, ve kterém hospodářský rok končí. Základní výměry plodin a plocha zemědělské půdy se u žadatelů o dotace použijí z Jednotné žádosti (JŽ) podané zpravidla v květnu. Sklizeň se hodnotí u všech plodin (případně sklizených meziplochin), tedy i při pěstování více plodin po sobě (dříve sklizené nebo následně pěstované plodiny logicky nemohou být v JŽ uvedeny). Z Jednotné žádosti se rovněž použijí výměry plodin vzájemných vzdušný dusík, pro výpočet přívodu dusíku symbiotickou fixací N.

Pro výpočet bilance N [11, 12] jsou potřeba následující údaje:

- **Plochy využívané zemědělské půdy a pěstovaných plodin.** Plocha využívané zemědělské půdy se uvede bez duplicit, tedy bez překryvů způsobených pěstováním více plodin po sobě. Pro výpočet odvozu živin se však započtou plochy a sklizně nejen hlavních plodin, ale i jiných plodin, sklizených v celém

kalendářním roce, ve kterém končí hodnocený hospodářský rok hnojení. Hodnotí se tedy i odběr živin plodinami při jejich pěstování po sobě, typicky u zeleniny, ale i u krycích plodin, sklizených meziplodin apod.

- **Přívod živin hnojením – dle evidence hnojení.** Obsah živin v minerálních hnojivech se zjistí z příbalových letáků nebo etiket. U statkových, organických a organominerálních hnojiv, příp. upravených kalů se do přívodu do půdy započítá celkový obsah živin, bez ohledu na jejich účinnost. Pokud nejsou k dispozici výsledky laboratorních rozborů, použijí se průměrné údaje uvedené v příloze 3. Na pozemku ponechané skliditelné rostlinné zbytky (sláma apod.) se do bilance na straně vstupů ani výstupů nezapočítávají.
- **Přívod dusíku jeho symbiotickou fixací z ovzduší.** V bilanci se započítá roční přívod dusíku:
 - **240 kg N/ha** u víceletých (2. a další užitkový rok) čistých porostů jetelovin, a to za každý užitkový rok,
 - **80 kg N/ha** u ostatních hlavních plodin vázajících vzdušný dusík, včetně jejich směsí s jinými plodinami, a to na každý hektar těchto pěstovaných plodin.
- **Odběr živin ve sklizených produktech – dle evidence výnosů (od roku 2022 nová povinnost daná zákonem č. 156/1998 Sb., o hnojivech).** K výpočtu se použijí údaje z přílohy 4 (položky obsahu živin v hlavním a vedlejším produktu u plodin, kde je toto členění), zvláště pro hlavní a vedlejší produkt, pokud je odvážen z pozemku. Pro výpočet odběru živin se použijí naturální výnosy pěstované plodiny, celkem za zemědělský závod. Pokud není k dispozici mostní váha, lze použít kvalifikované odhady výnosu, zejména u objemných krmiv. U jednoletých pícnin sklizených na zeleno je nutné zohlednit skutečný průměrný obsah sušiny a provést korekci výnosu na normativní obsah sušiny (např. 35 % suš. u kukuřice nebo čiroku, 17 % suš. u ostatních jednoletých pícnin). Výnosy trvalých travních porostů a dočasných travních porostů, příp. dalších víceletých pícnin na orné půdě se uvádějí v součtu za všechny seče a hlavně v přepočtu na seno (85 % sušiny). Uvede se i plocha a sklizeň semene trav a jetelovin. Do výpočtu se uvedou plochy sklizeného vedlejšího produktu (sláma) a jeho produkce. Lze použít údaje o skutečné produkci (např. výnos slámy zjištěný podle počtu a hmotnosti balíků) nebo automatický dopočet podle poměru mezi hlavním a vedlejším produktem, dle normativu.

Pro správné vyhodnocení výsledků bilančního odhadu je třeba zohlednit tyto principy:

- Bilance se počítá jako roční (za hospodářský rok hnojení), za celý zemědělský závod, lze ji však spočítat i pro farmu, středisko, příp. blok pozemků.
- Bilance navazuje na evidenci hnojení a výnosů.

- Na jednotlivých dílech půdních bloků má význam bilanci hodnotit až za několik let, tedy z dlouhodobějšího pohledu.
- Kladný výsledek bilance dusíku, tedy jeho bilanční přebytek, představuje ztráty, příp. i akumulaci dusíku při navyšování obsahu organické hmoty v půdě. Bilanční přebytek i ztráty lze ovlivnit způsobem hospodaření. Při dodržování všech pravidel a zásad správné zemědělské praxe může být dosahován bilanční přebytek dusíku na úrovni 20–40 kg N/ha. U závodů bez hospodářských zvířat bývá přebytek nižší. Ekologicky hospodařící zemědělci mohou vykazovat vyrovnanou bilanci či dokonce bilanční nedostatek. Při vyšším zatížení půdy hospodářskými zvířaty je přebytek N většinou vyšší, v důsledku ztrát dusíku při používání statkových hnojiv. Možné příčiny vysokého bilančního přebytku dusíku [11, 13]:
 - nízké výnosy plodin z důvodů nepříznivého průběhu povětrnosti (sucho),
 - nízké výnosy v delším období, jejichž příčinou mohou být nepříznivé půdní podmínky (pH půdy, její struktura, množství a kvalita půdní organické hmoty, nízký obsah přístupného fosforu, nevhodný poměr kationtů apod.),
 - nízká hnojivá účinnost statkových a organických hnojiv (hlavně kejda a digestát), aplikovaných v létě a na podzim (vysoké ztráty N) – využití tohoto dusíku lze zlepšit přesunutím části aplikace na jaro (to vyžaduje investice do stavby skladů) nebo agrotechnickým opatřením (hnojení k ozimům, meziplodinám, ke slámě; využití inhibitorů nitrifikace; nehnojení po kukuřici apod.).
- Je třeba si uvědomit, že při bilancování živin se postupuje jinak než při *stanovení potřeby hnojení plodin*. Zde jsou uvedeny hlavní rozdíly:
 - V bilanci se započítává export živin ve vedlejším produktu, jen pokud je odvážen z pozemku. *Při stanovení potřeby hnojení plodin se zohledňuje potřeba dusíku (=odběr živin) nejen pro tvorbu hlavního produktu, ale i vedlejšího produktu, a to i když nebude odvážen z pozemku.*
 - V bilanci na úrovni regionu se přímo započítává vstup N v osivu a sadbě a rovněž přívod při nesymbiotické fixaci N a ve srážkách; na úrovni závodu/pozemku se však tyto vstupy nezapočítávají a o to se pak snižuje akceptovatelný bilanční přebytek. *Při stanovení potřeby hnojení se na základě půdně-klimatických podmínek stanoviště odhadují pravděpodobné ztráty dusíku či jeho „zisky“ ze zdrojů mimo hnojení. Tato tzv. korekce na dusíkový režim stanoviště vlastně zohledňuje působení dusíku ze „staré půdní síly“. V optimálních podmínkách bez vyplavování dusíku korekce odpovídá přínosu dusíku v osivu a sadbě a rovněž přívodu při nesymbiotické fixaci a ve srážkách, tedy v minoritních položkách nezapočítávaných na úrovni závodu/pozemku ani do bilance dusíku.*
 - V bilanci se započítává celkový přívod N ve statkových hnojivech, organických a organominerálních hnojivech, příp. upravených kalech.

V plánech hnojení se místo celkového přívodu živin do půdy započítávají tzv. účinné živiny využitelné rostlinami v prvním nebo dalších letech po organickém hnojení.

- *V bilanci se také započítává celková hodnota každoroční symbiotické fixace dusíku. Pro účely plánů hnojení se z přívodu N symbiotickou fixací započítává jen část tohoto dusíku uvolňovaná pro potřeby následné plodiny z kořenových i nadzemních rostlinných zbytků luskovin a jetelovin.*

4.4. Srovnání přístupů bilancování živin

Základními klíčovými vstupy pro bilance dusíku a emisní inventurou je množství dusíku v exkrementech hospodářských zvířat a množství dusíku, které je aplikováno do půdy při zemědělském hospodaření.

Základem pro výpočty jsou hodnoty exkrece dusíku hospodářskými zvířaty (Nex rate), uvedené v příloze 2. Z hlediska bilančních vstupů na úrovni zemědělského závodu se u statkových a organických hnojiv využívá vlastních údajů (např. laboratorní rozbory hnojiv) nebo údajů z vyhlášky č. 377/2013 Sb. – přílohy č. 1 (tab. C) a č. 3 (tab. A, B, C) [9].

Hlavním výstupem bilance živin je obsah dusíku ve sklizených produktech zemědělských plodin.

Pro emisní inventury jsou hlavním výstupem emise plyných forem dusíku do ovzduší. Jedná se o dusík emitovaný ze stájí, při skladování statkových hnojiv a z aplikace statkových, organických a minerálních hnojiv.

Srovnání využitých vstupů a výstupů pro výpočet bilance dusíku a emisní inventury je uvedeno v tabulce 11.

Tabulka 11: Srovnání vstupů a výstupů v rámci modelu bilance dusíku

	VSTUPY DUSÍKU			
	Národní bilance dusíku	Emisní inventura		Zemědělská praxe
	EUROSTAT	NIR	IIR	zemědělský závod
Statková hnojiva (SH)	Množství dusíku v exkrementech zvířat (Nex rate)			dusík ve SH živočišného původu, po odečtení ztrát N (stáj, skladování), ale včetně N steliva
	<i>zdroj: stavy zvířat dle statistiky ČSÚ[14], koeficienty dle vyhlášky č. 377/2013 Sb. [9]</i>			<i>zdroj: evidence hnojení</i>
	odečítá se dusík z exkrementů využitých pro výrobu bioplynu (BPS)	Výpočet emisí závisí na systému nakládání se SH (AWMS).		nehodnotí se
	<i>zdroj: ÚZEI [15]</i>	<i>zdroje: ÚZEI [15], VÚRV [16]</i>		
Minerální dusíkatá hnojiva	<i>zdroj: spotřeba minerálních hnojiv v zemědělství na národní úrovni, MZE [3]</i>			<i>zdroj: evidence hnojení</i>
Organická hnojiva	digestát a ostatní organická hnojiva	digestát ze statkových hnojiv		digestát a ostatní organická hnojiva
	<i>zdroj: ÚZEI [15]</i>			<i>zdroj: evidence hnojení</i>
Upravené kaly	<i>zdroj: statistika ČSÚ [14]</i>			<i>zdroj: evidence hnojení</i>
Posklizňové rostlinné zbytky	nehodnotí se	nadzemní i podzemní posklizňové zbytky ponechané na poli nebo využité jako stelivo	nehodnotí se	nehodnotí se
		<i>zdroj: sklizně dle statistiky ČSÚ[14]</i>		
Atmosférická depozice	veškerý dusík ukládaný procesy suché a mokré depozice	zdroje dusíku pouze ze zemědělského hospodářství		nehodnotí se
	<i>zdroj: ČHMI [17]</i>	<i>zdroj: výpočet emisní inventury - dusík emitovaný ze stájí, při skladování statkových a organických hnojiv a při obhospodařování zemědělských půd, který se vrátí ve formě depozice</i>		

	VSTUPY DUSÍKU			
	Národní bilance dusíku	Emisní inventura		Zemědělská praxe
	EUROSTAT	NIR	IIR	zemědělský závod
Osivo a sadba	dusík v osivu a sadbě <i>zdroj: osevní plochy dle statistiky ČSÚ[14]</i>	nehodnotí se	nehodnotí se	nehodnotí se
	Nesymbiotická a symbiotická fixace dusíku <i>zdroj: výměra využívané z p., plochy luskovin, sóji a jetelovin dle statistiky ČSÚ[14]</i>	nehodnotí se	nehodnotí se	Pouze symbiotická fixace dusíku <i>zdroj: plochy luskovin, sóji a jetelovin zemědělského závodu</i>

	VÝSTUPY DUSÍKU			
	Národní bilance dusíku	Emisní inventura		Zemědělská praxe
	Eurostat	NIR	IIR	zemědělský závod
Odběr dusíku sklizní zemědělských plodin	Dusík sklizený v hlavních produktech, dusík sklizený ve vedlejších produktech (mimo slámu určenou ke stlaní) <i>zdroj: sklizně a výnosy dle statistiky ČSÚ [14], vyhláška č. 377/2013 Sb. (obsah dusíku v hlavním a vedlejším produktu plodin) [9]</i>	nehodnotí se	nehodnotí se	Dusík sklizený v hlavních i vedlejších produktech <i>zdroj: evidence výnosů, vyhláška č. 377/2013 Sb. (obsah dusíku v hlavním a vedlejším produktu plodin) [9]</i>
	Odečtením emisí dusíku od hrubé bilance se získá čistá bilance dusíku \approx ztráty dusíku vyplavením do vod <i>zdroj: Emisní inventura</i>	Emise skleníkového plynu N ₂ O <i>zdroj: vypočtená bilance dusíku</i>	Emise amoniaku a oxidů dusíku <i>zdroj: vypočtená bilance dusíku</i>	nehodnotí se

5. Závěr

Pro vykazování bilance dusíku, emisí skleníkových plynů a znečišťujících látek na mezinárodní úrovni je klíčové sjednocení vstupních dat využívaných k hodnocení toků dusíku v zemědělství. V metodice bilancování dusíku v zemědělství jsou uvedeny jak metodické postupy pro výpočet bilancí v regionálním výkaznictví i zemědělské praxi, tak i způsob synchronizace vstupních dat využívaných pro výpočet bilancí a souvisejících emisí dusíku. Metodika také uvádí doporučení ohledně snížení ztrát dusíku vyplavením do vod i emisemi do ovzduší v zemědělské praxi.

III. Srovnání novosti postupů

Metodika řeší potřebnou synchronizaci ve výkaznictví v oblasti dusíkové bilance za ČR. Nově jsou zde porovnány metodické přístupy a upřesněny zdroje dat (koeficienty), které povedou ke zvýšení metodické úrovně vykazování národní bilance dusíku, emisí skleníkových plynů a znečišťujících látek ze sektoru zemědělství. Metodika uplatňuje hodnocení vstupních dat využívaných pro tyto výpočty i pro bilancování na úrovni zemědělského závodu.

IV. Popis uplatnění metodiky

Metodika bude šířena volně, bude v elektronické formě k dispozici pro všechny zájemce. Metodika bude uplatněna při hodnocení způsobu hospodaření se živinami v zemědělských závodech, s cílem snížení ztrát dusíku (emise, vyplavování). Principy metodiky a návody k výpočtu bilancí budou prezentovány na seminářích a školeních pro zemědělce. Potenciální uživatelé metodiky: MZe, MŽP, spoluřešitelé projektu TAČR a zpracovatelé emisních inventur, pracovníci ve sféře ochrany prostředí, zemědělci, zemědělství poradci.

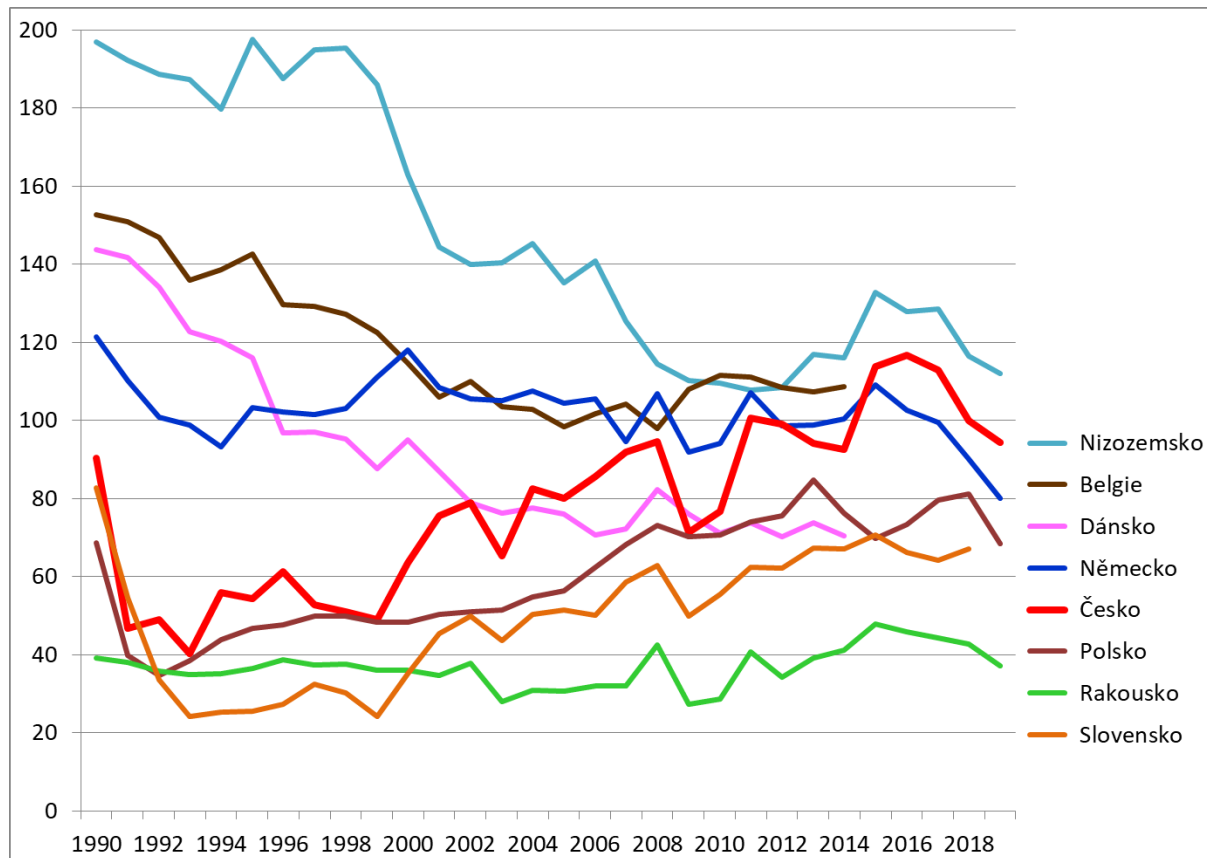
V. Literatura

1. A European Green Deal (Zelená dohoda pro Evropu):
https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_cs
2. Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu
3. Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2020. MZe. (2021) (*jakož i zprávy za předchozí roky*): <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/publikace-a-dokumenty/zelene-zpravy/>
4. EUROSTAT Gross nutrient balance (version 11/10/2021 23:00):
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/AEI_PR_GNB/default/table?lang=en
5. Klír J. (2019). Bilance organických látek v rostlinné výrobě. Sborník z 25. mezinárodní konference „Racionální použití hnojiv“. Česká zemědělská univerzita, Praha, s. 17–24.
6. Zpráva Komise Radě a Evropskému parlamentu o provádění směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů na základě zpráv členských států za období 2016–2019. COM/2021/1000 final. Evropská komise, 2021: [EUR-Lex - 52021DC1000 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/lexuris/ui/entry.do?uri=EURLEX:52021DC1000:EN).
7. Methodology and Handbook Eurostat/OECD. Nutrient Budgets. (2013). EU-27, Norway, Switzerland. Date: 17/05/2013.
8. Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech
9. Vyhláška č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv
10. Dědina M. (2020). Národní kodex správné zemědělské praxe pro snižování emisí amoniaku v České republice. Výzkumná zpráva. Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., 58 s.
11. Wollnerová J., Kozlovská L., Klír J. (2020). Hospodaření ve zranitelných oblastech – 5. akční program nitrátové směrnice. Certifikovaná metodika pro praxi. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 68 s.
12. Klír J., Wollnerová J. (2021). Bilancování dusíku v roce 2021. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.: <https://www.vurv.cz/2021/10/07/bilance-dusiku-za-hospodarsky-rok-2020-2021/>
13. Klír J., Haberle J., Růžek P., Šimon T., Svoboda P. (2018). Postupy hospodaření pro efektivní využití dusíku a snížení jeho ztrát. Certifikovaná metodika pro praxi. Praha, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 43 s.
14. Veřejná databáze ČSÚ: https://www.czso.cz/csu/czso/zemedelstvi_zem
15. Nesňal J. et al. (2018). Možnosti diverzifikace zemědělské výroby do výroby energie z OZE a příprava aktualizace Akčního plánu pro biomasu, Zpráva TÚ 64, ÚZEI.
16. Klír J. et al. (2019). Nitrátová směrnice – monitoring a evaluace akčního programu na období 2018-2019. Zpráva pro MZe, VÚRV, Praha.
17. Ročenka ČHMÚ (2021). Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2020

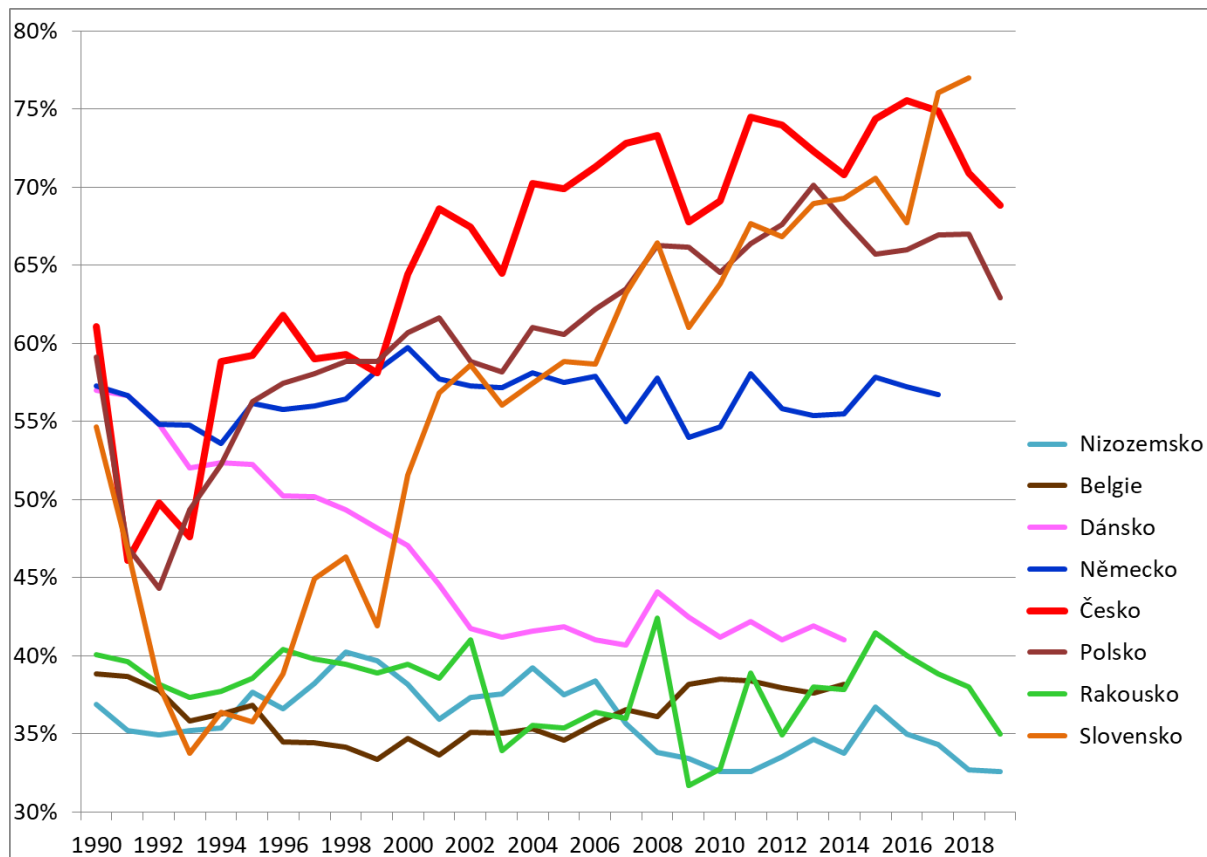
PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Vývoj bilance dusíku (1990–2019)

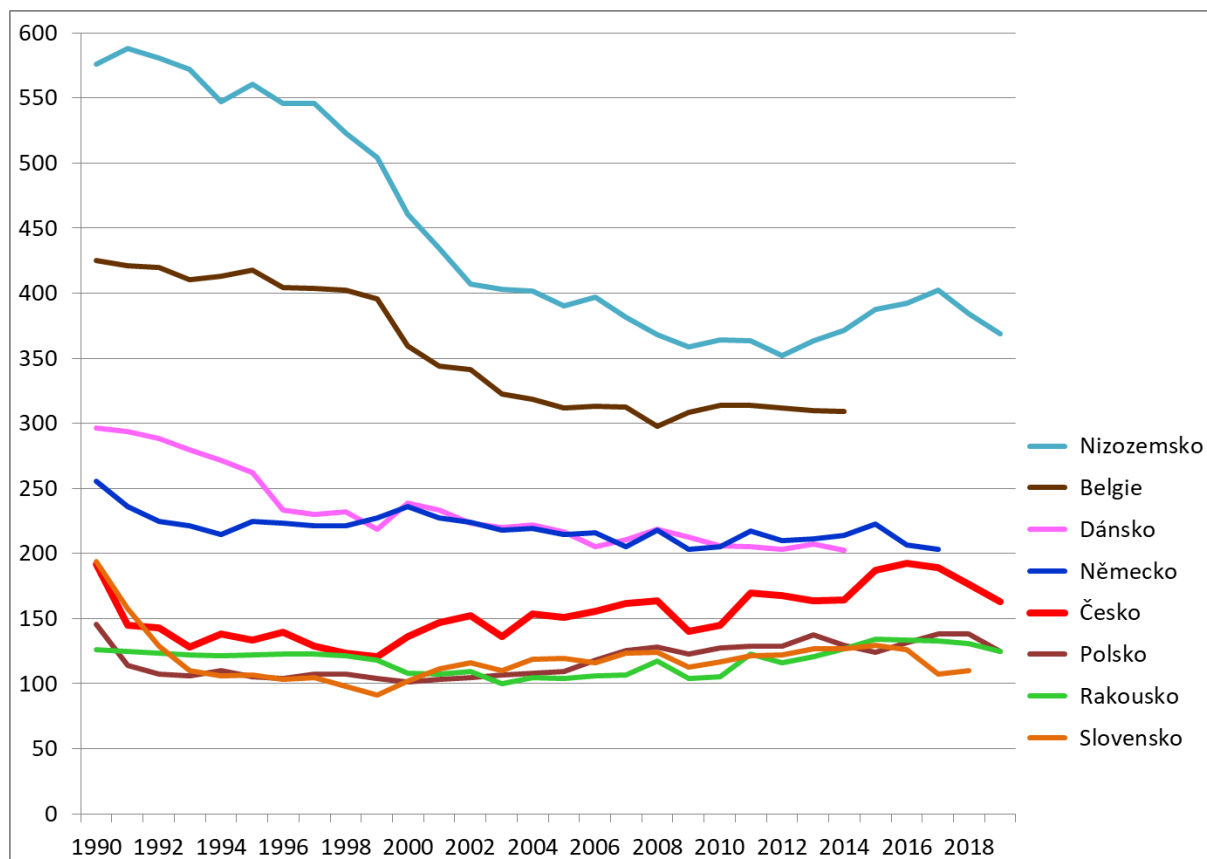
Graf 1: Přívod dusíku v minerálních hnojivech, v kg N/ha využívané zemědělské půdy



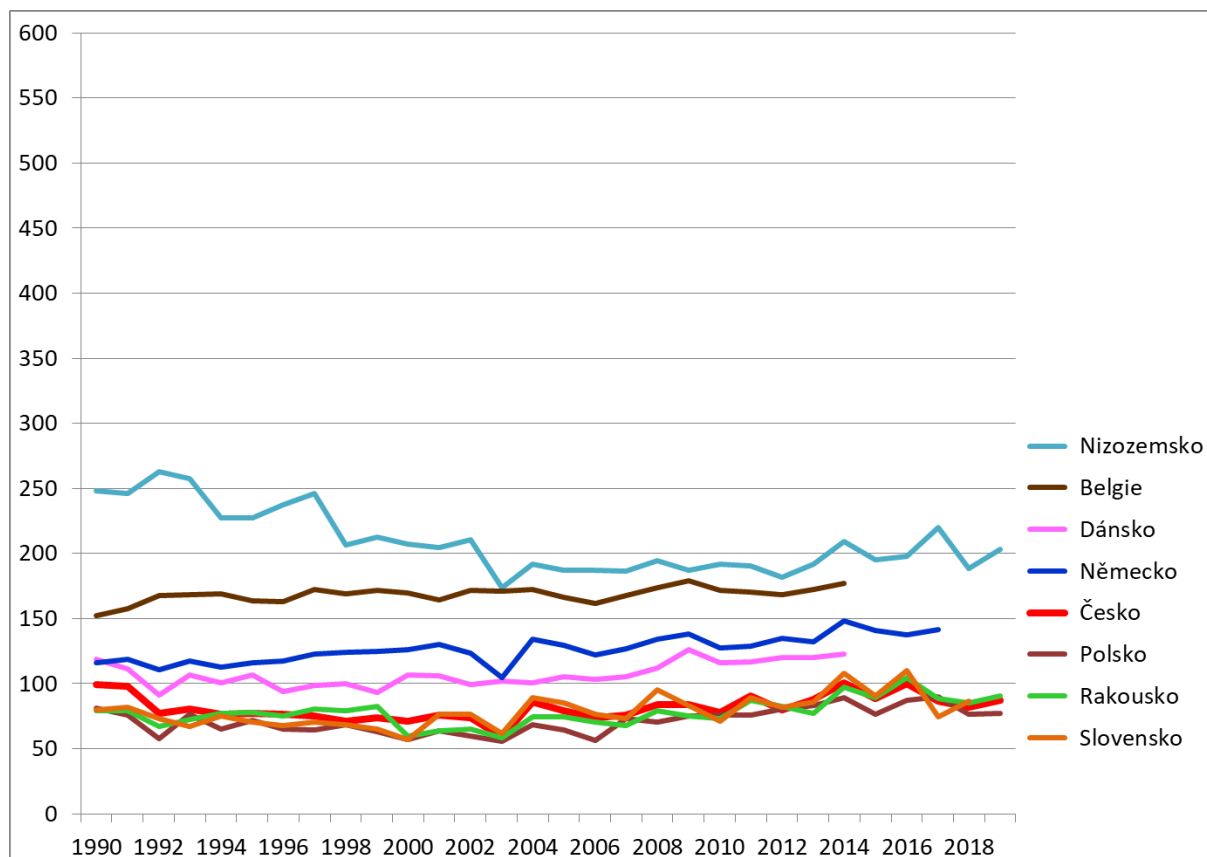
Graf 2: Podíl minerálního hnojení na hlavních vstupech dusíku



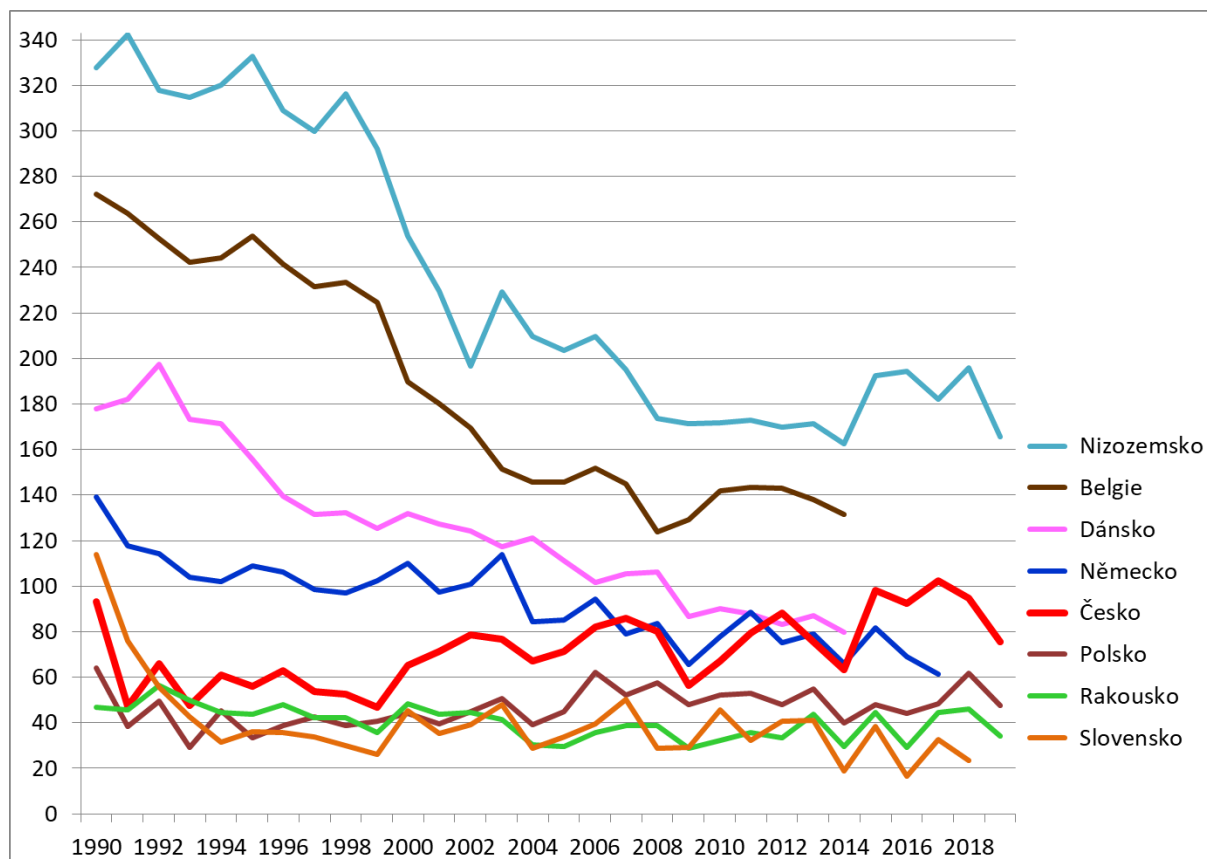
Graf 3: Celkové vstupy dusíku, v kg N/ha využívané zemědělské půdy



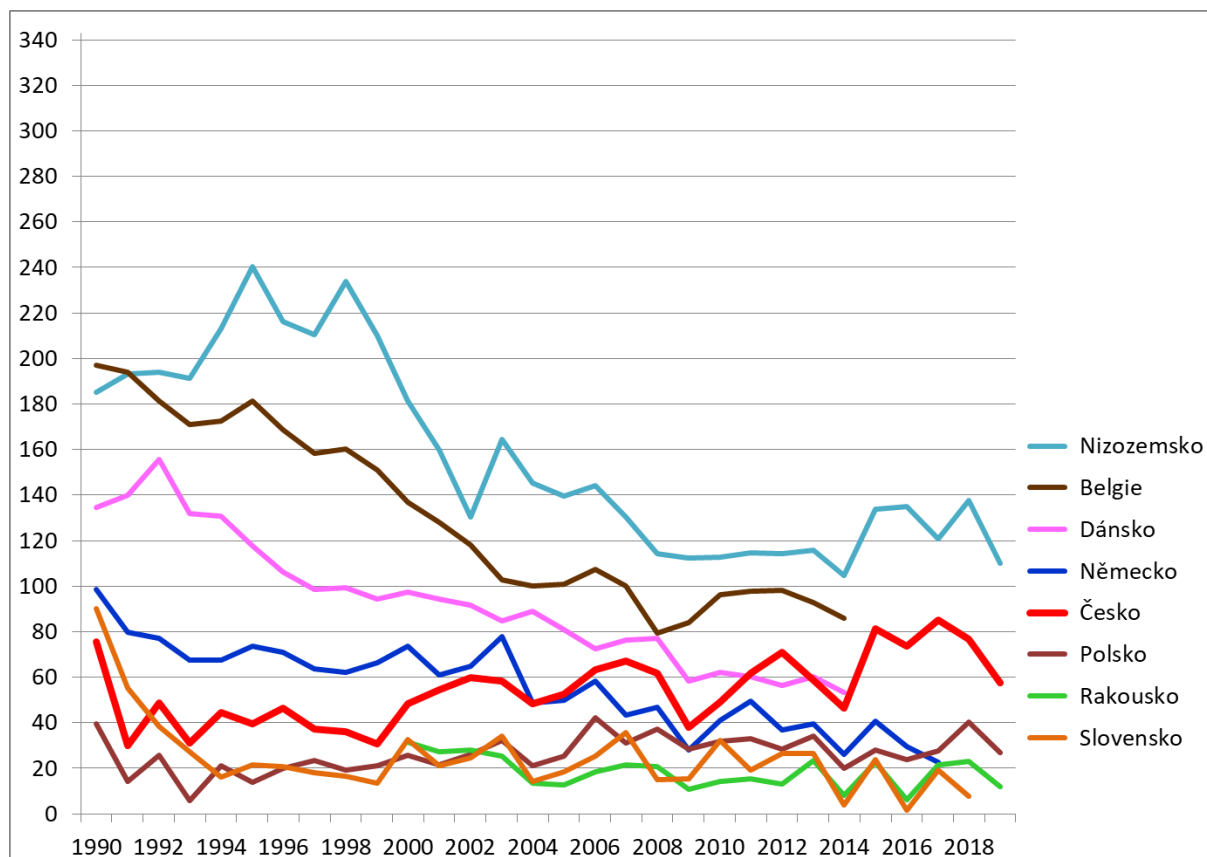
Graf 4: Celkové výstupy dusíku, v kg N/ha využívané zemědělské půdy



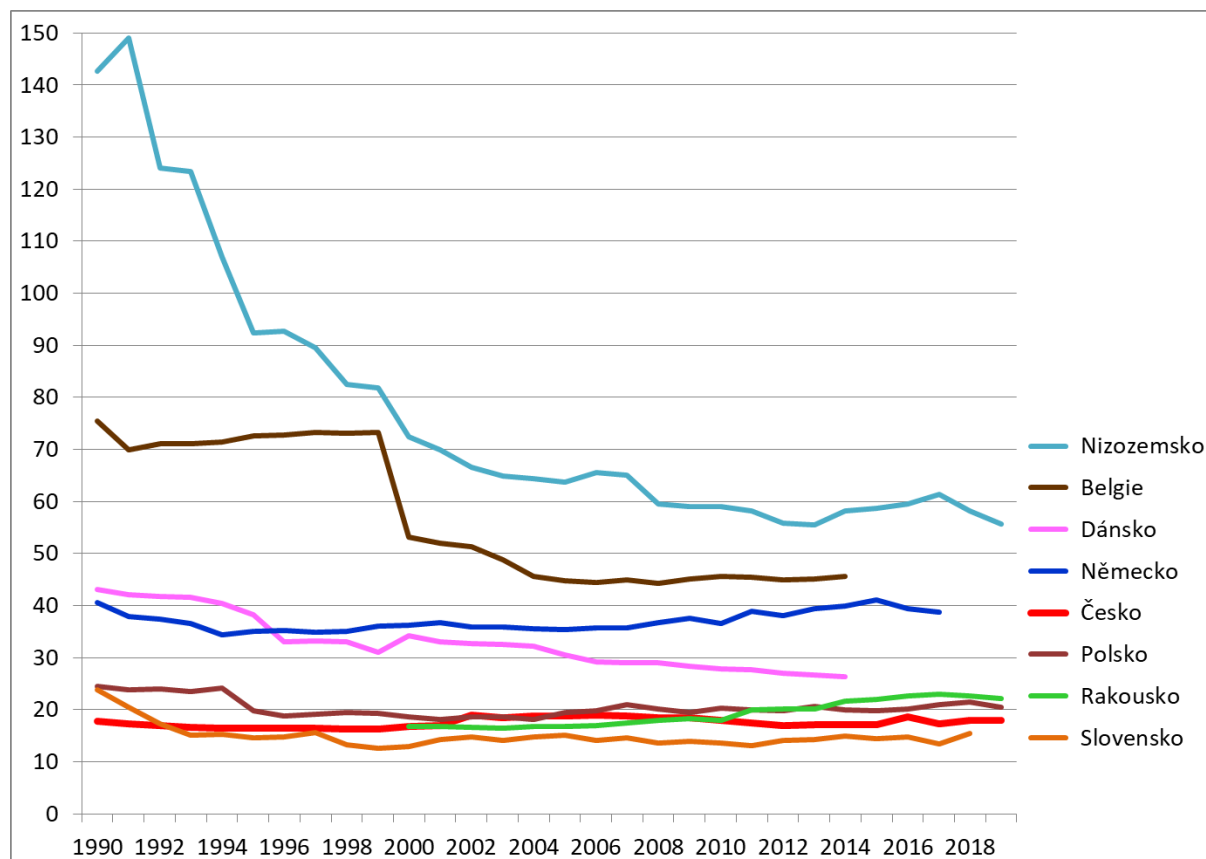
Graf 5: Hrubá bilance dusíku, v kg N/ha využívané zemědělské půdy



Graf 6: Čistá bilance dusíku, v kg N/ha využívané zemědělské půdy



Graf 7: Celkové emise dusíku, v kg N/ha využívané zemědělské půdy



Zdroj: EUROSTAT

Příloha č. 2: Průměrná roční produkce dusíku hospodářskými zvířaty

Druh a kategorie zvířat	Produkce dusíku ve výkalech, moči a čerstvém drůbežím trusu	Produkce dusíku po odpočtu ztrát ve stájích a při skladování statkových hnojiv ¹⁾			
		Kejda, drůbeží trus	Hnůj z hluboké podestýlky	Hnůj, při pravidelném odklizu chlévské mrvy	Hnůj a močůvka
kg N/DJ za rok					
Skot					
Telata	90	88	86	83	77
Jalovice, býci	69	60	77	72	66
Krávy dojené	84	76	91	85	74
Skot bez tržní produkce mléka	69		64		
Prasata					
Předvýkrm	105	84	103	99	91
Výkrm, prasničky	90	72	78	68	65
Prasnice	67	54	67	59	50
Prasata divoká	63				
Ovce, kozy, mufloni					
Ovce, kozy	75		69	65	
Mufloni	58				
Koně					
Koně	40		37	33	
Jelenovití					
Jeleni, daňci, srnci	36				
Drůbež					
- čerstvý trus	175				
- uleželý trus	175	120			
- sušený trus	175	99			
- trus s podest.	175		121	113	

¹⁾ Ve hnoji jsou navíc obsaženy i živiny dodané ve stelivu (průměrný obsah dusíku v 1 t obilní slámy je 5 kg N). V hodnotě produkce dusíku je započítán i dusík obsažený v technologických vodách, skladovaných samostatně.

Zdroj: vyhláška č. 377/2013 Sb. (příloha č. 3, tab. C)

Příloha č. 3: Průměrný přívod živin ve statkových a organických hnojivech

Hnojiva		Průměrný obsah sušiny	Průměrný přívod živin ¹⁾		
			N	P	K
		%	kg/t		
Statková hnojiva ²⁾					
Hněj skotu	telata, jalovice, býci	22	6,5	1,4	6,3
	krávy dojené	22	6,9	1,4	6,3
	směs hnoje od více kategorií skotu	22	6,7	1,4	6,3
	skot bez tržní produkce mléka	22	5,6	0,9	4,7
Močůvka skotu a hnojůvka		1,3	1,5	0,2	0,1
Hněj prasat	předvýkrm	24	5,2	1,6	4,6
	výkrm, prasničky, prasnice	24	7,8	2,0	4,6
Močůvka prasat a hnojůvka		1,2	2,1	0,5	0,2
Hněj koňský		30	5,2	3,5	1,5
Hněj ovcí a koz		32	8,9	5,4	2,4
Kejda skotu	telata	5,9	3,7	0,7	2,5
	jalovice, býci	9,2	3,9	0,8	3,2
	krávy dojené	7,2	3,8	0,7	2,6
	směs kejdy od více kategorií skotu	7,3	3,9	0,7	2,6
	fugát kejdy	5,8	3,9	0,7	2,7
	separát kejdy	21	4,2	0,7	2,1
Kejda prasat	předvýkrm	4,7	2,9	0,6	1,7
	výkrm, prasničky	6,0	4,5	1,1	2,2
	prasnice	4,6	3,6	0,8	1,2
	směs kejdy od více kategorií prasat	5,3	4,1	1,0	1,7
	fugát kejdy	3,4	3,9	0,8	1,7
	separát kejdy	27	6,3	3,4	2,4

Hnojiva		Průměrný obsah sušiny	Průměrný přívod živin ¹⁾		
			N	P	K
		%	kg/t		
Statková hnojiva ²⁾					
Drůbeží trus	čerstvý	28	18,5	5,6	7,4
	uleželý	32	19,0	6,4	8,5
	sušený	73	35,0	14,5	19,3
	s podestýlkou	42	20,4	7,0	10,1
Hněj králíků		29	7,9	6,2	2,7
Kejda králíků		18	4,1	4,1	1,8
Silážní šťávy ředěné		2,1	1,3	0,7	0,3
Organická hnojiva ²⁾					
Kompost ze statkových hnojiv		40	5,5	2,0	5,1
Digestát		6,5	4,5	0,6	3,7
Fugát digestátu		4,3	4,2	0,5	3,2
Separát digestátu nebo tuhý digestát		23	5,4	2,1	4,6

Vysvětlivky:

- 1) Přívod živin ve statkových hnojivech je uveden k termínu jejich použití, tedy po odpočtu ztrát živin ve stájích a při skladování statkových hnojiv. Při odlišném obsahu sušiny u tekutých statkových hnojiv se obsah živin úměrně přepočte. Pokud je k dispozici rozbor obsahu živin, použijí se hodnoty tohoto rozboru.
- 2) Při společném skladování a následném použití směsi různých druhů statkových a organických hnojiv se pro výpočet přívodu živin použije vážený průměr podle množství zastoupení různých druhů ve směsi. Při zastoupení jednoho druhu hnojiva nad 80 % lze použít hodnotu pro tento převažující druh hnojiva.

Zdroj: vyhláška č. 377/2013 Sb. (příloha č. 3, tab. A)

Příloha č. 4: Průměrný odběr živin plodinami

Plodina	Produkt ¹⁾	Obsah sušiny (%)	Poměr hlavního produktu k vedlejšímu produktu	Průměrný odběr živin ²⁾ (kg/t)		
				N	P	K
Obilniny						
Pšenice ozimá potravinářská	zrno	86		20,4	2,9	3,5
	sláma	91		4,7	0,6	11,1
	celkem		1,0 : 0,9	24,6	3,4	13,5
Pšenice ozimá nepotravinářská	zrno	86		17,8	2,9	3,5
	sláma	91		4,7	0,6	11,1
	celkem		1,0 : 0,9	22,0	3,4	13,5
Pšenice jarní	zrno	86		18,1	3,0	3,7
	sláma	91		4,5	0,7	11,6
	celkem		1,0 : 0,9	22,2	3,6	14,1
Žito	zrno	86		16,2	3,5	5,1
	sláma	91		4,5	1,1	10,7
	celkem		1,0 : 1,0	20,7	4,6	15,8
Ječmen ozimý	zrno	86		17,2	3,4	5,1
	sláma	91		5,9	1,0	11,7
	celkem		1,0 : 0,7	21,3	4,1	13,3
Ječmen jarní sladovnický	zrno	86		15,1	2,8	3,9
	sláma	91		5,9	0,8	13,7
	celkem		1,0 : 0,6	18,6	3,3	12,1
Ječmen jarní krmný	zrno	86		17,2	2,8	3,9
	sláma	91		5,9	0,8	13,7
	celkem		1,0 : 0,6	20,7	3,3	12,1
Oves	zrno	86		18,6	4,0	5,1
	sláma	91		6,2	1,6	19,0
	celkem		1,0 : 1,1	25,4	5,8	26,0
Tritikale	zrno	86		17,9	3,9	4,6
	sláma	91		5,9	1,0	13,4
	celkem		1,0 : 0,9	23,2	4,8	16,7
Kukuřice na zrno	zrno	86		15,8	3,5	4,6
	sláma	91		9,5	1,2	17,1
	celkem		1,0 : 1,0	25,3	4,7	21,7
Čirok zrnový	zrno	91		17,9	2,8	3,3
	sláma	92		6,2	0,7	10,3
	celkem		1,0 : 0,5	21,0	3,2	8,5
Pohanka	zrno	86		20,7	3,4	6,5
	sláma	91		11,4	3,1	20,6
	celkem		1,0 : 2,0	43,5	9,6	47,7
Ostatní obilniny na zrno (průměr)	zrno	86		18,0	3,0	4,0
	sláma	91		5,0	1,0	12,0
	celkem		1,0 : 1,0	23,0	4,0	16,0

Plodina	Produkt ¹⁾	Obsah sušiny (%)	Poměr hlavního produktu k vedlejšímu produktu	Průměrný odběr živin ²⁾ (kg/t)		
				N	P	K
Luskoviny ³⁾						
Hrách	zrno	86		35,9	3,6	8,4
	sláma	86		15,1	1,5	15,1
	celkem		1,0 : 1,0	51,0	5,1	23,5
Lupina	zrno	86		55,6	7,0	13,1
	sláma	86		12,1	1,6	15,6
	celkem		1,0 : 1,0	67,7	8,6	28,7
Bob	zrno	86		42,4	4,6	10,2
	sláma	86		10,5	0,8	11,3
	celkem		1,0 : 0,9	51,9	5,3	20,4
Sója	zrno	86		54,6	7,3	18,9
	sláma	86		10,1	1,3	9,6
	celkem		1,0 : 1,0	64,7	8,6	28,5
Ostatní luskoviny na zrno (průměr)	zrno	86		40,0	4,0	10,0
	sláma	86		10,0	1,0	11,0
	celkem		1,0 : 1,0	50,0	5,0	21,0
Olejniny						
Řepka	semeno	92		34,2	7,2	7,9
	sláma	86		6,9	1,3	11,6
	celkem		1,0 : 2,2	49,4	10,1	33,4
Slunečnice	semeno	92		28,0	7,0	19,9
	sláma	86		9,5	2,1	39,6
	celkem		1,0 : 1,8	45,1	10,8	91,2
Mák	semeno	92		33,2	7,6	8,2
	sláma	86		8,6	0,9	19,1
	celkem		1,0 : 2,8	57,3	10,1	61,7
Hořčice	semeno	92		50,0	7,7	7,7
	sláma	86		7,1	1,7	21,1
	celkem		1,0 : 1,5	60,7	10,3	39,4
Len	semeno	92		33,6	6,6	8,3
	stonky	86		5,3	1,4	12,1
	celkem		1,0 : 1,5	41,6	8,7	26,5
Lnička setá	semeno	92		24,9	4,6	5,8
	sláma	86		9,5	1,7	14,1
	celkem		1,0 : 1,0	34,4	6,3	19,9
Ostatní olejniny a další plodiny na semeno (průměr)	semeno	92		33,0	7,0	8,0
	sláma	86		6,0	1,5	17,0
	celkem		1,0 : 1,5	42,0	9,3	33,5

Plodina	Produkt ¹⁾	Obsah sušiny (%)	Poměr hlavního produktu k vedlejšímu produktu	Průměrný odběr živin ²⁾ (kg/t)		
				N	P	K
Okopaniny						
Brambory rané	hlízy	18		3,0	0,5	4,4
	nať	12		2,3	0,2	2,8
	celkem		1,0 : 0,3	3,7	0,6	5,2
Brambory ostatní	hlízy	22		3,5	0,5	4,5
	nať	15		2,8	0,2	4,0
	celkem		1,0 : 0,2	4,1	0,5	5,3
Cukrovka	bulvy	23		1,8	0,3	2,0
	chrást	15		4,0	0,4	4,5
	celkem		1,0 : 0,4	3,4	0,5	3,8
Krmná řepa	bulvy	17		1,4	0,3	1,3
	chrást	15		2,8	0,4	4,0
	celkem		1,0 : 0,4	2,5	0,5	2,9
Ostatní okopaniny (průměr)	hlízy, bulvy	22		2,5	0,4	3,5
	nať, listy	15		3,0	0,4	4,0
	celkem		1,0 : 0,3	3,4	0,5	4,7
Jednoleté píceiny						
Kukuřice na siláž	zelená hmota	35		4,7	0,7	4,4
Čirok	zelená hmota	35		4,4	0,7	4,0
Ostatní obilniny na zeleno	zelená hmota	17		4,4	0,6	4,7
Hrách krmný ³⁾	zelená hmota	17		4,6	0,6	3,7
Luskovinoobilní směs ³⁾	zelená hmota	17		4,7	0,5	4,2
Slunečnice roční	zelená hmota	17		4,0	0,7	4,1
Krmná kapusta	zelená hmota	17		4,8	0,6	5,7
Řepka na krmení	zelená hmota	17		5,1	0,7	5,4
Hořčice bílá	zelená hmota	17		5,7	0,4	4,0
Ptačí noha ³⁾	zelená hmota	17		3,8	0,5	3,3
Ostatní jednoleté píceiny (průměr)	zelená hmota	17		4,0	0,6	4,5

Plodina	Produkt ¹⁾	Obsah sušiny (%)	Poměr hlavního produktu k vedlejšímu produktu	Průměrný odběr živin ²⁾ (kg/t)		
				N	P	K
Víceleté pícniny						
Jetel ³⁾	seno	85		24,1	2,0	17,9
Vojtěška ³⁾	seno	85		28,3	2,3	18,2
Jetelotráva ³⁾	seno	85		21,8	2,0	19,0
Vojtěškotráva ³⁾	seno	85		21,1	2,8	19,8
Trávy s jetelovinami ³⁾	seno	85		20,4	3,0	23,0
Trávy na orné půdě	seno	85		21,7	2,6	20,8
Louky a pastviny	seno	85		18,6	2,1	16,2
Jeteloviny na semeno ³⁾	semeno	91		55,0	6,4	5,8
	omlatky	91		15,0	1,3	22,8
	celkem		1,0 : 8,0	175,0	16,8	188,2
Trávy na semeno	semeno	91		23,4	3,6	5,8
	omlatky	91		15,8	1,4	22,8
	celkem		1,0 : 8,0	149,8	14,8	188,2
Zelenina (pouze hlavní produkt)						
Celer				3,0	0,9	5,0
Cibule				2,0	0,4	1,7
Kapusta hlávková				3,5	0,5	3,3
Kedluben				3,0	0,4	3,7
Květák				3,5	0,5	3,3
Mrkev				2,0	0,4	3,7
Okurky				2,0	0,4	4,2
Rajče				1,8	0,3	2,9
Řepa salátová				3,0	0,7	4,2
Špenát				4,0	0,6	5,8
Zelí				3,0	0,4	2,7
Ostatní zelenina (průměr)				2,5	0,4	4,0

Vysvětlivky:

- 1) Hodnota „celkem“ vyjadřuje odběr živin v hlavním produktu (zrno, semeno, hlízy, bulvy) a vedlejším produktu (sláma, nať, chrást), v přepočtu na jednu tunu hlavního produktu.
- 2) Odběr živin vyjádřený v prvcích (N, P, K) v přepočtu na jednu tunu produktu při uvedeném standartním obsahu sušiny, u víceletých pícnin sklizených na píci v přepočtu na seno.
- 3) U luskovin a jetelovin, včetně jejich směsí s jinými plodinami, se s ohledem na přívod dusíku symbiotickou fixací potřeba hnojení dusíkem nestanoví podle celkové potřeby dusíku porostu.

Zdroj: vyhláška č. 377/2013 Sb. (příloha č. 6)

Poznámky

Autoři: Ing. Jan Klír, CSc.
Ing. Jana Wollnerová, Ph.D.
Ing. Martin Dědina, Ph.D.
(Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.)
RNDr. Jana Beranová
(IFER - Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o.)

Pracoviště: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha

Název: Bilancování dusíku v zemědělství

Oponenti: RNDr. Josef Vojtěch Datel, Ph.D.,
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
Ing. Iva Vojtová, MBA,
Ministerstvo zemědělství ČR

Kontakty: klir@vurv.cz
wollnerova@vurv.cz

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2021
ISBN 978-80-7427-357-5



Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2021