



Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Drnovská 507, Praha 6, 161 01, www.vuzt.cz

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

Listopad 2020

Předmluva

Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přecházejícím hranice států je hlavním mezinárodním rámcem pro spolupráci a opatření k omezení, postupnému snižování a prevenci znečišťování ovzduší. Smluvními stranami úmluvy je 51 zemí z regionu Evropské hospodářské komise OSN (UNECE) včetně členských států EU, Kanady, Spojených států amerických a několika zemí ve Střední Asii.

Úmluva o dálkovém znečišťování ovzduší přecházejícím hranice států byla ode dne jejího podpisu v roce 1979 rozšířena osmi zvláštními protokoly, včetně Protokolu o omezování acidifikace, eutrofizace a přízemního ozonu z roku 1999. Tento protokol, známý také jako „Göteborský protokol“, schválila Rada jménem EU v červnu 2003. Do práva EU byl proveden především prostřednictvím směrnice o národních emisních stropích z roku 2001 a směrnice o emisích z velkých spalovacích zařízení z roku 2001. V uplynulých letech probíhala revize Protokolu a jeho revidovaná verze vešla v platnost **dne 7. října roku 2019**.

Národní kodex správné zemědělské praxe pro snižování emisí amoniaku v České republice je zpracovaný pro splnění jednoho ze základních požadavků přílohy IX Göteborského protokolu. Dle písmena A přílohy IX Protokolu „zúčastněná strana je povinna ustanovit, publikovat a rozšířit poradenský kodex správné zemědělské praxe pro snižování emisí amoniaku do jednoho roku od data počátku účinnosti předloženého Protokolu“. První *Rámcový poradenský kodex správné zemědělské praxe pro snižování emisí amoniaku* byl v rámci aktivit Evropské hospodářské komise OSN (United Nations Economic Commission for Europe, UNECE) zpracovaný již v roce 2001. Česká republika, jako signatář Göteborského protokolu, na základě informací uvedených v tomto dokumentu zpracovala svůj první národní kodex pro snižování emisí amoniaku v roce 2008, nicméně principy a opatření zaměřené na snižování emisí amoniaku pocházejících ze zemědělství byly zaváděny do české legislativy již od roku 2002. Dle zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší byly zemědělské podniky povinny zpracovat plán správné zemědělské praxe, ve kterém specifikovaly, jaká opatření na snižování emisí amoniaku již zavedly a jaká opatření zavedena budou. Implementací směrnice rady 96/61 ES integrované prevenci a omezování znečištění prostřednictvím zákona č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci), byly do českého zemědělství, resp. do velkochovů drůbeže a prasat, zavedeny od roku 2002 principy snižování emisí amoniaku prostřednictvím tzv. nejlepších dostupných technik (BAT – Best available techniques). V roce 2004, novelizací vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 274/1998 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv, ve znění vyhlášky č. 399/2004 Sb., byla zavedena povinnost zapravovat tekutá statková hnojiva do půdy do 24 hodin od jejich aplikace na povrch půdy a pevná statková hnojiva a průmyslové komposty zapravit do 48 hodin od jejich aplikace na povrch půdy.

Národní kodex správné zemědělské praxe pro snižování emisí amoniaku v České republice implementuje poznatky a opatření uvedená v revidovaném Rámcovém poradenském kodexu správné zemědělské praxe pro snižování emisí amoniaku z roku 2015, na jehož vzniku se Česká republika aktivně podílela v rámci mezinárodních aktivit Task Force on Reactive Nitrogen - Expert Panel on Mitigation of Agricultural Nitrogen (EPMAN).

Národní kodex správné zemědělské praxe pro snižování emisí amoniaku v České republice obsahuje národní specifika České republiky a srovnání zavedených opatření s principy Göteborského protokolu. Měl by být chápán jako strategický dokument pro zavádění dosud nezavedených snižujících opatření, měl by sloužit jako podklad pro zpracování Národního programu snižování emisí, měl by být podkladem pro případnou budoucí změnu národní legislativy v oblasti ochrany ovzduší a tvorbu dotačních titulů zaměřených na podporu opatření pro snižování emisí amoniaku.

Hlavním cílem zavádění opatření na snižování emisí amoniaku je splnění národního emisního stropu pro amoniak v roce 2020, resp. 2030, stanoveného Směrnicí Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/2284 ze dne 14. prosince 2016 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší.

Uvedená opatření nejsou směřována pouze k plnění národních cílů ČR, ale mají i dlouhodobý mezinárodní dopad v plnění strategických cílů Evropské unie, ke kterému musí Česká republika rovněž svým dílem přispívat. Jedná se mimo jiné např. o Zelenou dohodu pro Evropu (Green Deal for Europe), kde jedním z cílů je mimo jiné „*snížit ztrátu živin minimálně o 50 %, aniž by docházelo ke snižování úrodnosti půdy, snížit do roku 2030 používání hnojiv alespoň o 20 %*“.

Uvedená snižující opatření mají dále přímý vliv na plnění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Dle uvedené směrnice musí být u pěstovaných plodin vyjádřeny emise skleníkových plynů (GHG) v kg CO₂eq/ha z pěstování, sklizně a posklizňového zpracování plodin určených pro výrobu biopaliv a biokapalin v ČR (tzv. uhlíková stopa pěstovaných plodin). Zavedená nebo důsledně plněná snižující opatření pro omezování emisí amoniaku se následně odráží při omezování spotřeby minerálních hnojiv, což významně přispívá k redukci uhlíkové stopy z pěstovaných zemědělských plodin. Ve svém důsledku se jedná o zvýšení konkurenceschopnosti českých producentů zemědělských plodin na mezinárodním trhu.

Na základě smlouvy o dílo č. 21145/2020-MZE-18145 uzavřené mezi Ministerstvem zemědělství České republiky a Výzkumným ústavem zemědělské techniky, v.v.i. zpracoval Ing. Martin Dědina, Ph.D.

Obsah

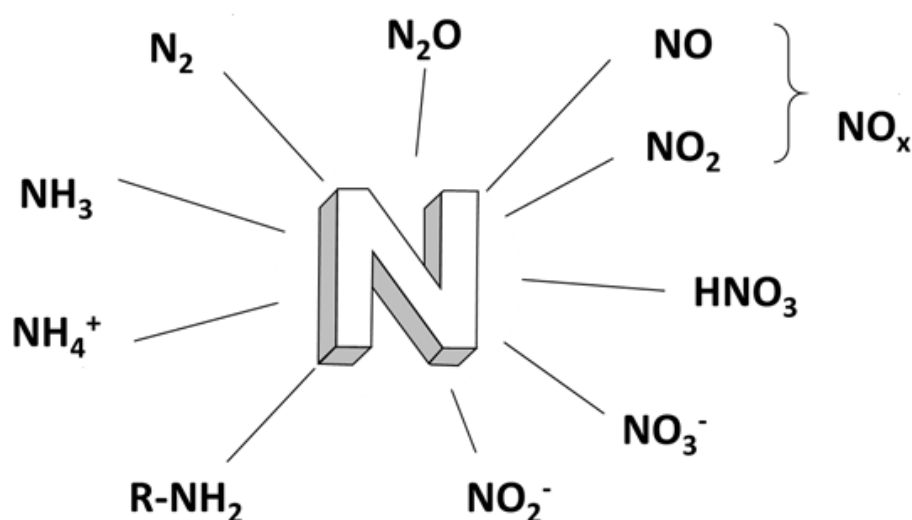
Předmluva	2
1 Reaktivní dusík.....	6
1.1 Emise amoniaku	7
1.2 Vlivy emisí amoniaku.....	7
1.3 Důvody pro snižování emisí amoniaku do ovzduší	8
2 Nakládání s dusíkem s ohledem na celý dusíkový cyklus.....	8
2.1. Úvod	8
2.2 Způsoby omezování produkce emisí z dusíkového cyklu.....	9
2.3 Nástroje pro zajištění správného nakládání s dusíkem.....	10
2.4 Situace v České republice v oblasti nakládání s dusíkem s ohledem na celý dusíkový cyklus	10
3 Způsoby omezování produkce emisí prostřednictvím krmných strategií.....	12
3.1 Úvod	12
3.2 Způsoby omezování vylučování dusíku	13
3.3 Výživa prasat a drůbeže	14
3.4 Výživa skotu.....	15
3.5 Situace v České republice v oblasti krmných strategií	16
4 Nízkoemisní způsoby ustájení hospodářských zvířat	17
4.1 Úvod	17
4.2 Nízkoemisní systémy ustájení skotu	18
4.3 Nízkoemisní systémy ustájení prasat	21
4.3.1 Kejdové systémy ustájení prasat.....	21
4.3.2 Systémy ustájení prasat na podestýlce	24
4.4 Nízkoemisní systémy ustájení drůbeže	24
4.5 Situace v České republice v oblasti technologií pro snižování emisí amoniaku v ustájení hospodářských zvířat.....	25
5 Nízkoemisní způsoby skladování statkových hnojiv.....	26
5.1 Úvod	26

5.2. Nízkoemisní způsoby skladování kejdy a dalších tekutých hnojiv	27
5.3 Nízkoemisní způsoby skladování chlévského hnoje a tuhých statkových hnojiv.....	32
5.4 Situace v České republice v oblasti technologií pro snižování emisí amoniaku během skladování statkových a organických hnojiv	34
6 Nízkoemisní způsoby aplikace statkových a organických hnojiv	35
6.1 Úvod	35
6.2 Nízkoemisní způsoby aplikace kejdy a dalších tekutých hnojiv	37
6.2.1 Kejdové aplikátory.....	37
6.3 Ředění kejdy	41
6.4 Vhodné časování období aplikace.....	42
6.5 Okyselování a separace kejdy / digestátu	42
6.6 Nízkoemisní způsoby aplikace tuhých statkových a organických hnojiv	44
6.7 Situace v České republice v oblasti technologií pro snižování emisí amoniaku během aplikace statkových a organických hnojiv	44
7 Omezování emisí amoniaku z aplikace minerálních hnojiv.....	49
7.1 Úvod	49
7.2 Močovina	50
7.3 Nízkoemisní způsoby aplikace močoviny	51
7.4 Síran a fosforečnan amonný	53
7.5 Situace v České republice v oblasti opatření pro snižování emisí amoniaku z aplikace minerálních hnojiv.....	54
8 Seznam použitých zdrojů.....	55

1 Reaktivní dusík

Dusík tvoří přibližně 78 % zemské atmosféry. Během uplynulých 100 let ovšem dokázalo lidstvo přeměnit tento dusík do mnoha reaktivních forem. Jednalo se například o výrobu hnojiv, výrobu munice, ale i spalování fosilních paliv. Dusík je důležitý zejména pro růst a vývoj rostlin a tím pro dosažení optimální produkce zemědělských plodin, sloužících následně k produkci potravin. Bohužel, přibližně 80 % dusíku je v zemědělství nevyužito a ztraceno v různých formách emisí do ovzduší, úniků do povrchových a podzemních vod. Tyto ztráty mají následně negativní vliv na půdu, biodiverzitu, přírodní ekosystémy, světové klima a následně i na lidské zdraví.

Na obr. 1 jsou znázorněny nejvýznamnější formy dusíku, vyskytující se v životním prostředí. Všechny tyto formy, kromě dusíku obsaženého v atmosféře (N_2), se souhrnně nazývají jako reaktivní dusík (N_r)



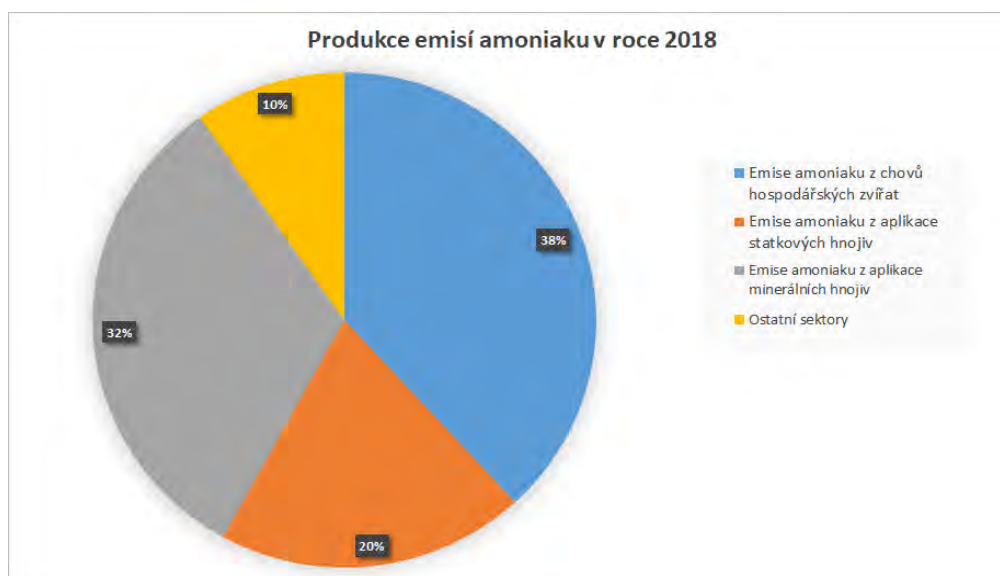
Obr. 1: Formy dusíku, vyskytující se v životním prostředí

Pro snižování negativních vlivů reaktivního dusíku, pocházejícího ze zemědělství, byla ustanovena mezinárodní technická skupina The Task Force on Reactive Nitrogen. Jejím dlouhodobým cílem je shromáždit technické a vědecké poznatky uplatnitelné při tvorbě dlouhodobých strategických cílů, vedoucích k omezování negativních vlivů na životní prostředí.

Z výše uvedených forem dusíku vyskytujících se v životním prostředí, je Kodex správné zemědělské praxe zaměřen výhradně na opatření vedoucí ke snižování emisí amoniaku (NH_3) pocházejících ze zemědělství. Podrobně se již nezabývá opatřeními pro snižování například nitrátů a jiných forem dusíku, vstupujících do životního prostředí.

1.1 Emise amoniaku

Amoniak (NH_3) je jednou z klíčových emisí znečišťujících ovzduší. Emise amoniaku mají významný vliv jednak na lidské zdraví, jako prekurzory sekundárních částic a zároveň mají vliv i na životní prostředí. Přibližně 40 % globálních antropogenních emisí amoniaku a oxidu dusného je spojeno s chovy hospodářských zvířat. V České republice se na celkových emisích amoniaku podílí zemědělství z 90 %. Jedná se o produkci emisí pocházejících z ustájení hospodářských zvířat a skladování statkových hnojiv (38 %), z aplikace statkových hnojiv do půdy (20 %), ale i z aplikace minerálních hnojiv (32 %), zejména močoviny. Ostatní sektory se na celkových emisích amoniaku podílí cca 10 %, viz obr. 2.



Obr. 2: Podíl jednotlivých činností na produkci emisí amoniaku v ČR v roce 2018

1.2 Vlivy emisí amoniaku

V nízkých koncentracích nemá samotný amoniak žádný podstatný vliv na lidské zdraví. Nicméně pokud se emise amoniaku v ovzduší sloučí se znečišťujícími látkami pocházejícími z průmyslu a dopravy (zejména emisemi z dieselových motorů), vytvoří spolu pevné prachové částice menší než $2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$), které mohou být přenášeny na velké vzdálenosti. Pokud jsou tyto částice vdechnuty, mohou vniknout přímo do lidského organismu, kde mohou přispívat ke kardiovaskulárním chorobám a chorobám dýchacích cest. Aktualizované odhady uvedené ve zprávě „Kvalita ovzduší v Evropě – zpráva z roku 2018“ naznačují, že koncentrace jemných suspendovaných částic ($\text{PM}_{2,5}$) byly v roce 2015 odpovědné za přibližně 422 000 předčasných úmrtí v Evropě.

V případě plošné depozice emisí amoniaku, může docházet k okyselení (acidifikaci) půdního, nebo vodního prostředí. Dopady acidifikace lze pozorovat na kvalitě půd, na kvalitě

podzemní i povrchové vody, na živých organismech, na funkčnosti ekosystémů atd. Acidifikace vede ke snížení celkové biodiverzity krajiny, k poklesu pestrosti rostlinných i živočišných druhů. Acidifikace způsobuje i nižší hospodářské výnosy polí či lesů.

1.3 Důvody pro snižování emisí amoniaku do ovzduší

Česká republika přijala celou řadu mezinárodních závazků plynoucích z UNECE Göteborgského protokolu a ze směrnice o emisních stropcích. V obou mezinárodních dokumentech jsou stanoveny cíle vedoucí ke snížení emisí amoniaku pro zajištění ochrany lidského zdraví a životního prostředí.

Hlavním cílem zavádění opatření na snižování emisí amoniaku je splnění národního emisního stropu pro amoniak v roce 2020, resp. 2030, stanovený přílohou II., tab. B Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/2284 ze dne 14. prosince 2016 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, ve výši 7 % (rok 2020) a ve výši 22 % (rok 2030) oproti roku 2005. Uvedené cíle mohou být dosaženy prostřednictvím zavedených snižujících opatření, uvedených v tomto Kodexu.

2 Nakládání s dusíkem s ohledem na celý dusíkový cyklus

2.1. Úvod

Statková a organická hnojiva, jako je kejda, chlévský hnůj, podestýlka, digestát a kompost jsou přírodní zdroje dusíku, které jsou využívány pro zvýšení půdní úrodnosti a podpoře růstu a vývoje pěstovaných plodin. V závislosti na pěstovaných plodinách a možnostech zemědělských podniků může být aplikované množství statkových a organických hnojiv dále doplněno dalšími dávkami dusíkatých minerálních hnojiv. Množství dusíku obsaženého ve statkových a organických hnojivech ve formě amoniaku se ovšem při styku s ovzduším, zejména v teplém a větrném počasí snižuje. Tento úbytek představuje ztrátu výživové hodnoty hnojiv, která je následně nahrazena dusíkatými minerálními hnojivy. Zaváděná opatření pro snižování emisí amoniaku pocházejících ze statkových a organických hnojiv mají za cíl zlepšit, resp. zachovat jejich nutriční hodnotu a tím omezit následnou spotřebu minerálních hnojiv.

Dusík (N), společně s dalšími živinami je základním prvkem pro růst rostlin. Pro očekávané výnosy pěstovaných plodin je nezbytné dusík do půdy dodávat, ovšem ve formách, které jsou rostlinám přístupné a dokáží jej rychle využít pro svůj růst a vývoj. Prvotním a základním cílem by mělo být zlepšení využitelnosti dusíku pěstovanými plodinami. Měl by být kladen důraz na plnění principů **4R**, tzn. aplikovat příslušné typy a formy hnojiv odpovídajících

potřebám pěstované plodiny (**Right source**), hnojiva aplikovat ve správném množství (**Right amount**), hnojiva aplikovat ve správném období, kdy je plodiny nejvíce využijí (**Right time**) a hnojiva aplikovat pouze na místa, kde jsou schopny je plodiny využít (**Right place**). Dusík dodávaný do půdy v nadbytečném množství, v nevhodné formě nebo v nevhodném období se ze zemědělství ztrácí ve formě emisí nitrátů do vod nebo ve formě emisí amoniaku do ovzduší. Kromě emisí amoniaku je zemědělství rovněž producentem dalších plyných emisí jako jsou emise oxidu dusného (N_2O) a dalších skleníkových plynů. Z tohoto důvodu je nutné řešit nejen problematiku emisí amoniaku, ale rovněž interakce mezi dalšími formami dusíku, objevujícími se v zemědělství a řešit tak celý dusíkový cyklus. Řešit **celý dusíkový cyklus** tedy znamená, přijmout snižující opatření ve všech následných navazujících fázích faremních činností, začínajících od výživy hospodářských zvířat, přes systémy ustájení hospodářských zvířat, skladování produkovaných exkrementů až po jejich aplikaci na zemědělskou půdu jako hnojivo. V opačném případě, dusík zadržený v jedné fázi může být ve formě amoniaku ztracen ve fázi následující, čímž je účinnost předchozích, již zavedených snižujících opatření značně snížena nebo dokonce úplně znehodnocena. Snížená potřebná dávka dusíku, ke které došlo vlivem ztrát z nevhodně aplikovaných statkových a organických hnojiv je následně nahrazen dusíkem z minerálních hnojiv.

2.2 Způsoby omezování produkce emisí z dusíkového cyklu

Obecně lze emise dusíku omezit následujícími opatřeními:

- a) Se všemi zdroji dusíku, využívanými v zemědělském podniku, musí být nakládáno se zřetelem na jeho následné celkové uplatnění a využití.
- b) Množství dusíku použitého v rostlinné výrobě jako hnojiva musí odpovídat potřebám pěstovaných plodin, místním půdním a klimatickým podmínkám atd. V živočišné výrobě množství použitého dusíku v krmných směsích musí odpovídat potřebám příslušných kategorií a genotypů chovaných hospodářských zvířat.
- c) Důsledným dodržováním výše popsaného principu 4 R. Aplikace správného hnojiva ve správný čas na správné místo správnou technikou. Důležité je rovněž zajištění správného skladování hnojiv ať statkových, organických, tak i minerálních.

Všechny navazující faremní činnosti by měly být důsledně promyšleny a vzájemně na sebe navazovat. Měly by být nalezeny a vyhodnoceny všechny možnosti úniku dusíku (a tím i finančních prostředků zemědělského podniku) ze systému. Např. zadržení amoniaku během aplikace statkových a organických hnojiv může při nesprávné aplikační dávce vést k následným únikům nitrátů do podzemních vod. Naopak, ke zvýšení aplikační dávky statkových a organických hnojiv lze přistoupit v případě, kdy je obsah vylučovaného dusíku v exkrementech zvířat nižší, čehož bylo dosaženo díky optimalizaci složení krmné dávky u hospodářských zvířat.

2.3 Nástroje pro zajištění správného nakládání s dusíkem

Správné nakládání s dusíkem v zemědělském podniku je vysoce odborná činnost, vyžadující odborné znalosti, zkušenosti, využití správných technologií, dobré a dlouhodobé plánování a zároveň i provádění monitoringu, pro následné získávání nových znalostí. Pro zajištění optimálního využívání statkových, organických i minerálních hnojiv jsou k dispozici výpočetní programy, umožňující predikovat optimální dávky a formy hnojiv k pěstovaným plodinám a umožňující rovněž vypočítávat využití dusíku a celkovou dusíkovou bilanci.

Výpočetní programy ovšem nemohou správně pracovat bez zadání správných hodnot, charakterizují místně specifické podmínky zemědělského podniku a bez odborných znalostí a zkušeností místních agronomů. Pro optimální aplikační dávky je potřeba provádět pravidelné testování obsahu a forem živin v půdě v množství charakterizující příslušný pozemek, indikující následnou potřebu živin. Dále je potřeba využívat možnosti moderní aplikační techniky, využívající automatické navádění po pozemku, automatické dávkování hnojiv a v neposlední řadě zavádět i on-line nástroje pro monitoring provedených operací.

Výpočetní programy pro stanovení dusíkové bilance porovnávají vstupy a výstupy dusíku. Jsou zadávány informace o vstupu dusíku do zemědělského podniku ve formě krmiv, hnojiv, podestýlek, zvířat, ale i dusíku přicházejícího do podniku ve formě atmosférické depozice nebo fixace dusíku z leguminóz. Jako výstupy dusíku jsou evidovány hodnoty dusíku opouštějícího zemědělský podnik v produktech, kterými jsou vypěstované zemědělské plodiny, odchovaná zvířata, vyprodukovaná organická hnojiva. Tzv. polní bilance dusíku představuje celkový vstup dusíku užitého při hnojení statkovými, organickými či minerálními hnojivy, včetně fixace a depozice dusíku, případně dusíku obsaženého v zavlažovacích systémech mínus dusík obsažený ve sklizených produktech jako je obilí, píce, zelenina. Ve všech vypočtených bilancích představuje kladná hodnota rozdíl mezi vstupem a výstupem nadbytek dusíku, který se následně stává problémem pro životní prostředí. V opačném případě, záporná hodnota představuje dusíku nedostatek. Snížení nadbytku dusíku a zvýšení jeho využitelnosti indikující zlepšení situace při jeho využívání lze hodnotit až po nějakém čase. Pro tyto účely je doporučeno provádět hodnocení až po cca 5 letech.

2.4 Situace v České republice v oblasti nakládání s dusíkem s ohledem na celý dusíkový cyklus

Jak bylo uvedeno výše, se všemi zdroji dusíku, využívanými v zemědělském podniku, musí být nakládáno se zřetelem na jeho následné celkové uplatnění a využití. V ČR lze toto opatření bezezbytku využívat víceméně pouze v chovech skotu, kdy zemědělské podniky chovající skot jsou i uživateli zemědělské půdy a na této půdě i hospodaří. Tzn., dokáží ovlivnit a optimalizovat vstup dusíku ve formě krmiv do hospodářských zvířat, relativně dokáží použitou technologií ustájení ovlivnit produkci emisí amoniaku, poměrně snadno mohou ovlivnit emise amoniaku použitou technologií skladování statkových hnojiv a rovněž dokáží

ovlivnit výběr a způsob techniky pro aplikaci hnojiv do půdy. Dle současného zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší v platném znění, jsou chovy skotu s potenciální roční produkcí emisí amoniaku vyšší než 5 t (tato hodnota odpovídá chovu s cca 205 ks dojníc, případně 350 ks ostatního skotu) vyjmenovanými zdroji znečišťování ovzduší a **jsou povinny získat povolení provozu**. Součástí žádosti o povolení provozu je odborný posudek, zpracovaný autorizovanou osobou, kde jsou využité technologie pro snižování emisí amoniaku specifikovány.

V chovech drůbeže a prasat, zejména ve velkochovech, je situace naprosto odlišná. Velkochovy drůbeže a prasat tvoří v ČR významný podíl produkce masa a vajec, představují specializované zemědělské podniky bez půdy. Cca 80 % produkovaných statkových hnojiv je předáváno k aplikaci na základě smlouvy externím subjektům. Ačkoliv velkochovy drůbeže a prasat musí plnit povinnosti plynoucí ze zákona č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci v platném znění, tzn. využívat pouze tzv. nejlepší dostupné techniky BAT, zaručující aplikaci opatření na snižování emisí amoniaku při ustájení zvířat, případně i při skladování statkových hnojiv. Předáním statkových hnojiv k jejich aplikaci dalšímu třetímu subjektu je ovšem přerušen tok na sebe navazujících faremních činností. Producent statkových hnojiv (chovatel) nemůže a ve většině případů ani nemá zájem zaručit využití snižující technologie při jejich aplikaci, nemůže ovlivnit čas zapravení. Výběr technologie a způsob aplikace statkových hnojiv závisí výhradně na subjektu v rostlinné výrobě. V žádosti o **integrované povolení provozu** musí chovatel alespoň specifikovat využitá opatření pro snižování emisí amoniaku ve stájovém prostředí, a pokud nepředává statková hnojiva přímo do bioplynové stanice, tak specifikuje i snižující opatření použitá při jejich skladování.

V zemědělských podnicích pouze s rostlinnou výrobou, které používají statková a organická hnojiva pro hnojení pěstovaných plodin, jsou aplikována alespoň **základní snižující opatření** pro snižování emisí amoniaku. Je alespoň stanovena maximální doba, do které musí být statková a organická hnojiva po jejich aplikaci zapravena do půdy. Jedná se o zákon č. 156/ 1998 Sb. o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), ve znění pozdějších předpisů, resp. jeho prováděcí vyhlášce č. 377/2013 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv v platném znění.

Mnohé zemědělské podniky pouze s rostlinnou výrobou, které nepoužívají žádná statková a organická hnojiva pro hnojení pěstovaných plodin, jsou pro dosažení očekávaných výnosů odkázány pouze na využívání dusíku z minerálních hnojiv. U těchto podniků nejsou legislativně zakotveny **žádné povinnosti na aplikaci postupů** a opatření pro snižování emisí amoniaku.

U zemědělských podniků s rostlinnou výrobou se předpokládá, že aplikační dávky statkových, organických a minerálních hnojiv budou odpovídat potřebám pěstovaných plodin. Nicméně, v zemědělské praxi se vyskytují případy tzv. hnojení na jistotu, spočívající v aplikaci hnojiv i v místech, kde toto není třeba, čímž dochází nejen k přehnojování plodin s následným

negativním dopadem na životní prostředí, ale i k nadměrné spotřebě minerálních hnojiv. Dalším faktorem vedoucím k možnému neobjektivnímu hodnocení využití hnojiv je obtížné ověření skutečně dosažených výnosů pěstovaných plodin a tím i kontroly plnění dalšího základního, výše uvedeného opatření pro zajištění správného nakládání s dusíkem - *množství užitého dusíku, v rostlinné výrobě použitého jako hnojiva musí odpovídat potřebám pěstovaných plodin, místním půdním a klimatickým podmínkám atd.*

Jedním z požadavků nové Společné zemědělské politiky je vytvořit nástroj pro bilancování živin, k čemuž je nutné získat data o vstupech a výstupech na jednotlivých pozemcích. Odběr živin rostlinami vypočtený pomocí výnosu a koeficientů odběru živin rostlinami je jedním z nezbytných parametrů pro výpočet bilance živin a následné nastavení plánu hnojení pro následující plodinu s ohledem na efektivní využívání živin.

Za účelem vymezení tohoto požadavku a zároveň umožnění sledování bilance živin se v rámci přípravy novely zákona o hnojivech v §9 zavádí od roku 2022 povinnost sledování výnosů sklizeného hlavního a vedlejšího produktu. Evidence výnosů je nezbytnou podmínkou pro zavedení bilancování na straně „výstup“, „vstup“. Tato evidence bude vedena v elektronické podobě a pravidelně předávána určené státní organizaci. Tímto opatřením bude možné ověřit množství aplikovaných hnojiv na jednotlivé pozemky v závislosti na výnosu plodiny na příslušném pozemku.

Pro usnadnění sledování výnosů a následné ohlašovací povinnosti lze využít již dostupné systémy automatického on-line přenosu dat přímo ze sklízecí mlátičky do úložiště dat s následným vyhodnocením, viz např. systém AG Tracker apod. (<https://www.aginfo.cz/index.php/programy/ag-tracker>).

3 Způsoby omezování produkce emisí prostřednictvím krmných strategií

3.1 Úvod

Snižování emisí amoniaku prostřednictvím krmných strategií lze zajistit za následujících podmínek:

- a) Složení krmiva musí být vyvážené tak, aby plnilo potřeby příslušné kategorie chovaných hospodářských zvířat.
- b) U chovaných hospodářských zvířat musí být zajištěn jejich dobrý zdravotní stav a příslušné požadavky welfare.
- c) Musí být zajištěno odborné, bezpečné, efektivní a bez stresové zacházení z chovanými zvířaty.

- d) Musí být zajištěna odpovídající genetická výbava chovaných zvířat tak, aby organismus zvířat byl schopen reagovat na očekávané změny v jeho výživě.

Zavedením opatření, která zajistí, že v krmivech hospodářských zvířat nebude více živin, než je nezbytně nutné pro zajištění očekávaných cílů produkce, lze dosáhnout snížení množství vylučovaného dusíku v exkrementech. Opatření spočívá v maximálním přísunu využitelných forem dusíku, které mohou být v organismu zvířete metabolizovány, na úkor forem nevyužitelných. Snížením množství vyloučeného dusíku v exkrementech má za následek nejen snížení emisí amoniaku, ale i potencionálně dalších ztrát dusíků ve formě úniků do podzemních vod, případně při jeho nitrifikaci. Množství vyloučeného dusíku u různých kategorií hospodářských zvířat je úzce závislé na celém produkčním systému.

Nadbytek živin obsažených v krmné dávce je vyloučen převážně ve formě močoviny, u drůbeže ve formě kyseliny močové. Tyto látky jsou rychle rozkládány na amoniak NH_3 a amonium NH_4 , který nemá vysoký emisní potenciál. Snížením obsahu bílkovin v krmivu se sníží podíl anorganického dusíku ve výkalech, ovlivňující celkový obsah vyloučeného anorganického dusíku (vyjádřený jako celkový obsah amoniakálního dusíku). Optimalizace složení krmiv tak může změnit celkový tok a využití dusíku v organismu zvířat, což může přinášet vysoký potenciál pro následné snižování emisí amoniaku v dalších fázích, tzn. při ustájení chovaných zvířat, při skladování exkrementů a jejich aplikaci. Vhodné a vyvážené složení krmné dávky tak může snižovat tlak na aplikaci následných snižujících opatření.

3.2 Způsoby omezování vylučování dusíku

Pro snižování množství vyloučeného dusíku v exkrementech hospodářských zvířat mohou být využity následující postupy:

- a) Snížení nadbytku přísunu živin v krmivech tak, aby byly zajištěny následující doporučené hodnoty obsahu hrubých proteinů (CP) v krmivech u různých kategorií hospodářských zvířat a fázích jejich produkce viz tab. 1.
- b) Správné přizpůsobení složení krmiva individuálním potřebám chovaných zvířat v závislosti např. na jejich věku, hmotnosti, období laktace apod.
- c) Snížení obsahu hrubých proteinů (CP) v krmné dávce a jejich náhrada aminokyselinami.
- d) Zvýšení stravitelnosti dusíku prostřednictvím zvýšení produktivity zvířat (nárůst produkce mléka, zvýšené přírůstky, nárůst konverze krmiva apod.) tak, že se sníží podíl celkového potřebného dusíku využitelného pouze pro zachování základních životních potřeb chovaných zvířat.

Tab. 1 Cílové hodnoty obsahů hrubých proteinů (%) v krmivech se standartním obsahem sušiny ve výši 88 % pro ustájená hospodářská zvířata

Druh zvířat	Kategorie zvířat	Produkční fáze	Průměrný obsah hrubých proteinů v krmivu
Skot	Dojnice	14 - 100 dnů laktace	15 – 16 %
	Dojnice	200 – 305 dnů laktace	12 – 14 %
	Dojnice	Mimo laktaci (na sucho)	13 – 15 %
	Skot na maso	Telata	17 – 19 %
		Skot na maso < 3 měsíce	15 – 16 %
		Skot na maso > 3 měsíce	12 %
Prasata	Selata	< 10 kg	19 – 21 %
		< 25 kg	17 – 19 %
	Prasata výkrm	25 – 50 kg	15 – 17 %
		50 – 110 kg	14 – 15 %
		110 – 170 kg	11 – 12 % s obsahem aminokyselin (např. lysine a tryptophan 13 – 14 % bez obsahu aminokyselin
	Prasnice	Březost	13 – 15 %
		Laktace	15 – 17 %
Drůbež	Kuřata na maso	0 – 11 dnů	20 – 22 %
		12 – 21 dnů	19 – 21 %
		22 – 35 dnů	18 – 20 %
	Nosnice	18 – 40 týdnů	15,5 – 16,5 %
		Více než 40 týdnů	14,5 – 15,5 %
	Krůty	< 4 týdny	24 – 27 %
		5 – 8 týdnů	22 – 24 %
		9 – 12 týdnů	19 – 21 %
		13 – 16 týdnů	16 – 19 %
		Více než 16 týdnů	14 – 17 %

3.3 Výživa prasat a drůbeže

Ke snížení následné produkce emisí amoniaku je nejdůležitějším opatřením co nejvíce snížit množství vyloučeného dusíku v exkrementech. Toho může být dosaženo jedině snížením množství dusíku podávaného zvířatům v krmivech a maximalizací jeho využití pro zajištění očekávané produkce. Cílem je rovněž najít optimální složení krmné dávky tak, aby bylo dosaženo maximální efektivity využití dusíku, zajištění zdravého chovu a zajištění požadavků welfare.

Pro snížení emisí amoniaku prostřednictvím krmných opatření a zlepšení využití krmiva jsou vhodná následující opatření:

- a) Přizpůsobení požadavků výživy prasat příslušným fázím produkčního cyklu. Zajistit, aby obsah proteinů v krmné dávce nepřekračoval doporučené hodnoty pro příslušný genotyp prasat.
- b) Využívání více fázového krmiva v závislosti na produkční fázi chovu.
- c) Využití odlišných krmiv pro březí a kojící prasnice.
- d) Využíváním krmné směsi s obsahem aminokyselin, enzymů a dalších krmných aditiv pro snížení vylučování živin. Snížením 1 % obsahu hrubých proteinů v krmivech pro výkrmová prasata vede ke snížení 10 % obsahu celkového amoniakálního dusíku v kejďě, což představuje snížení emisí amoniaku o 10 %.

Obsah bílkovin v krmivech pro prasata může být snížen bez významného vlivu na jejich produkci. Toho může být snáze dosaženo optimálním využitím a přidáním základních aminokyselin, než optimalizováním obsahu hrubého proteinu. Za tímto účelem je potřeba využít čistých aminokyselin, zejména lysin, methionin and threonin.

U drůbeže jsou krmné strategie k omezení vylučování dusíku velmi podobné jako u prasat.

3.4 Výživa skotu

Ke snížení následné produkce emisí amoniaku je stejně jako u prasat nejdůležitějším opatřením co nejvíce snížit množství vyloučeného dusíku v exkrementech. Tohoto může být dosaženo jediné snížením množství dusíku obsaženého v krmivech a maximalizací jeho využití pro zajištění očekávané produkce např. mléka, či masa. Cílem je najít optimální složení krmné dávky tak, aby bylo dosaženo maximální efektivity využití dusíku, zajištění zdravého chovu a zajištění požadavků welfare.

U přežvýkavců je nadbytek bílkovin v krmivech a tím následné vylučování dusíku silně závislé na podílu travin, travní siláže, sena, obilnin a dalších komponent a na obsahu hrubého proteinu v krmné dávce. Nejvyšší nadbytek hrubého proteinu a s tím související nejvyšší úroveň vylučovaného dusíku a následná produkce emisí amoniaku je nejvyšší během léta, kdy krmivo obsahuje převážně mladé, intenzivně hnojené traviny nebo směsi travin a luštěnin. V takovém případě je poměr mezi energetickým požadavkem zvířat a přísunem energie v krmivu značně nevyrovnaný, způsobující vysoký nadbytek dodaných bílkovin. Pro zlepšení této situace je vhodné:

- a) Zajistit, aby nedocházelo k přehnojování travních porostů dusíkatými hnojivy.
- b) Zlepšit energetickou / proteinovou rovnováhu náhradou čerstvých travin jinými krmivy s nižším obsahem bílkovin, jako je např. kukuřičná siláž, sláma, seno, apod., případně využít více vyzrálé traviny. Pro produkční systémy chovu skotu založené zejména na využívání travin, je dostupnost tohoto opatření často omezená. Obsah

hrubých proteinů u čerstvých travin se pohybuje na úrovni 18 – 20 %, v případě zastoupení luštěnin i více. Obsah hrubých proteinů travní siláže je na úrovni 16 – 18 %, u sena 12 – 15 %. U kukuřičné siláže je tato hodnota pouze na úrovni 7 – 8 %.

Snížení emisí amoniaku v chovech přežvýkavců může být dosaženo zvýšením podílu času stráveného zvířaty na pastvě. Snižujícího efektu je dosaženo tím, že moč zvířat se zasákne do půdy mnohem rychleji, než dojde k jejímu rozkladu a ke tvorbě emisí amoniaku. Prodloužení období pastvy je obvykle omezené klimatickými a půdními podmínkami, svou roli rovněž hraje i uspořádání celé farmy.

Omezením degradace bílkovin v travní senáži lze ovlivnit obsah hrubých proteinů. Toho může být dosaženo následujícími způsoby:

- a) Senážováním travin co nejdříve po jich sklizni.
- b) Vytlačení kyslíku ze senážního žlabu co nejrychleji po jeho naplnění.
- c) Zabráněním zahřátí senáže a jejímu znehodnocení vlivem tepla

Pro snížení emisí amoniaku prostřednictvím krmných opatření a zlepšení využití krmiva v chovech skotu jsou vhodná rovněž následující opatření:

- a) Využití kvalifikovaných a specializovaných odborných výživářů, kteří dokáží stanovit krmné dávky s ohledem na genotyp zvířat, jejich pohlaví, fázi produkčního cyklu a kvality krmiv dostupných na farmě dle místně specifických požadavků chovaných zvířat.
- b) Mít znalost o obsahu hrubých proteinů v krmivech připravovaných z vlastních surovin. Pokud je to možné, zajistit pravidelné a reprezentativní vzorkování kompletní krmné dávky zejména při využití krmných komponent s různým obsahem hrubých proteinů jako je čerstvá tráva a siláž.
- c) Vyšší obsah hrubého proteinu lze snížit o 2 – 3 % změnou krmných komponent v kompletní směsné krmné dávce.

3.5 Situace v České republice v oblasti krmných strategií

Od roku 2020, ve kterém se mění způsob metodiky výpočtu národních emisí amoniaku a přechází se z metodiky dle TIER 1 na složitější metodiku dle TIER 2, je množství vyloučeného dusíku Nex pro jednotlivé kategorie hospodářských zvířat jedním ze základních a klíčových parametrů výpočtu. Hodnota Nex je odvozena od hodnoty množství hrubých proteinů obsažených v krmivech. Hodnota Nex je rovněž základní vstupní hodnota pro výpočet národní emisní bilance skleníkových plynů, proto byl rok 2020 věnován sladění vstupních hodnot pro obě národní emisní bilance a dán do souladu s hodnotami průměrné roční

produkce dusíku ve výkalech, moči a drůbežím trusu dle vyhlášky č. 377/2013 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv.

Stanovení hodnoty vyloučeného dusíku Nex dle vyhlášky č. 377/2013 Sb. je nepřímým způsobem určení této hodnoty. Podklady pro přímé ověření změny ve způsobu krmení hospodářských zvířat realizované za posledních 15 let od roku 2005, který je referenčním rokem, od kterého se hodnotí plnění cílů na snižování emisí amoniaku, nejsou doposud k dispozici. Od roku 2021 budou mít jednotlivé velkochovy prasat a drůbeže za povinnost ověřovat množství vyloučeného dusíku s parametry stanovenými v závěrech o BAT. Za tímto účelem byl MŽP zpracován metodický pokyn Odboru posuzování vlivů na životní prostředí a integrované prevence *Intenzivní chov drůbeže a prasat – Podklad pro přezkum souladu závazných podmínek provozu zařízení s nejlepšími dostupnými technikami (dodatek č. 1)* ze dne 28. 4. 2020. Navržený postup výpočtu množství vyloučeného dusíku je v metodickém pokynu MŽP ovšem oproti metodice výpočtu dle Tier 2, uvedeného v aktualizovaném mezinárodním Guidebook 2019 pro zpracování národních emisních bilancí skleníkových plynů (Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management) natolik zjednodušený, že jej zatím pro účely doložení aplikace krmných strategií v ČR nelze využít.

Pro potřeby doložení plnění krmných strategií v ČR je nutná asistence odborníků z krmivářského průmyslu, případně odborníků ÚKZUZ - Obor krmiv. V rámci prováděných kontrol a analýz krmiv jsou dostupné současné parametry krmiv u prasat a drůbeže viz <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/krmiva/>. Je třeba déle získat archivní hodnoty a provést jejich vyhodnocení. U krmiv skotu informace o jejich parametrech dostupné nejsou.

4 Nízkoemisní způsoby ustájení hospodářských zvířat

4.1 Úvod

Systémy ustájení hospodářských zvířat společně s aplikací jejich exkrementů na zemědělskou půdu patří mezi nejvyšší zdroje emisí amoniaku ze zemědělství. U všech systémů ustájení je nezbytné splňovat požadavky welfare a podle toho volit množství ustájených zvířat. Vhodné uspořádání farmy může přispívat ke snižování produkovaných emisí amoniaku do ovzduší i dalších znečišťujících látek. Poměrně častým jevem je u rekonstruovaných farem skutečnost, že v rámci rekonstrukce dochází i k navýšení kapacity chovu a tím i ke zvýšení emisí amoniaku. Nicméně, rekonstrukce je příležitostí pro zavádění nízkoemisních technologií ustájení, kde navýšení počtu chovaných hospodářských zvířat nemusí zvyšovat emise amoniaku.

Z pohledu ustájení hospodářských zvířat je pro snižování emisí amoniaku vhodné zajistit plnění následujících obecných principů:

- a) Udržovat veškeré vnitřní i venkovní prostory kde se hospodářská zvířata zdržují v čistém a suchém stavu.
- b) Udržovat plochu povrchu kejdy v kejdových kanálech na co nejnížší úrovni, např. využíváním částečně roštových podlah apod.
- c) Okamžitě oddělovat a odstraňovat výkaly a moč zvířat, což rovněž může přispívat ke snižování emisí amoniaku
- d) Udržovat proudění vzduchu a teplotu nad plochami znečištěnými exkrementy zvířat na co nejnížší úrovni (ovšem bez omezení větrání stájových prostor), kromě případů, kdy vlivem větrání dochází i k sušení exkrementů.
- e) Nabídnout chovaným zvířatům různé funkční plochy pro odpočinek, krmení, kálení a volný pohyb (týká se pouze chovů prasat).
- f) U nucené ventilace zajistit čištění odpadního stájového vzduchu.

4.2 Nízkoemisní systémy ustájení skotu

Systém volného ustájení skotu je nejběžnějším systémem ustájení, a proto je považován za systém referenční. U přirozeně větraných stájí je obtížné snižovat produkované emise amoniaku. Jednou z efektivních možností je využití zejména krmných strategií, popsaných výše.

Pro snížení emisí amoniaku ve stájovém prostředí je zcela zásadním opatřením snížení plochy znečištěné exkrementy ustájených zvířat a snížení proudění vzduchu nad těmito plochami. Pro dosažení snížení emisí amoniaku lze využít následující opatření:

- a) Pravidelné mytí a čištění stájových podlah shrnováním nebo splachováním. Využití vody pro čištění podlah sice může snížit emise amoniaku, ovšem přispívá k navyšování množství kejdy, se kterou musí být následně nakládáno. Na obr. 3 je uveden příklad automatického robotického zařízení pro odklizení kejdy z podlahy stáje chovu skotu.



Zdroj: <https://www.norwelldairy.com>

Obr. 3: Automatický odklíz kejdy ve stájovém prostředí chovu skotu

- b) Pravidelný odklíz kejdy do vhodných skladovacích prostor. Zajištění pravidelného čištění kejdových kanálů a sběrných kejdových jímek od usazenin.
- c) Ve stájích s roštovou podlahou a izolovanými střechami a kde je instalován automatizovaný ventilační systém s nucenou ventilací může být jako důsledek snížení teploty, zejména v letních měsících, a snížením proudění vzduchu uvnitř stáje dosahováno 20% snížení emisí amoniaku oproti referenčnímu systému ustájení.
- d) Využití drážkované podlahy s drenážními otvory pro rychlý odvod moči. U systémů drážkované podlahy se zubovým shrnovačem, odstraňujícím výkaly a moč z drážek podlahy je dosažitelné snížení emisí amoniaku mezi 25 – 40 % v závislosti na četnosti odklizu. Shrnování exkrementů by mělo být prováděno alespoň dvakrát denně. Na obr. 4 je znázorněna drážkovaná podlaha s otvory pro rychlý odvod moči do odděleného drenážního systému. Na obr. 5 je zobrazen systém drážkované podlahy se zubovým shrnovačem. Na spodní straně lišty shrnovače jsou umístěny zuby („prsty“) vyškrabující ulpělou kejdou i z drážek podlahy.



Zdroj: <https://www.cobefa.be>

Obr. 4: Drážkovaná podlaha s otvory pro odvod moči



Zdroj: www.flickr.com

Obr. 5: Drážkovaná podlaha se zubovým shrnovačem

- e) U částečně roštových podlah, by pevná část měla být spádována tak, aby moč samovolně odtékala do kejdivých kanálů. Kejdivé kanály by měly být pravidelně vyprazdňovány za použití shrnovačů, vakuového odklizu, proplachováním vodou, kejdou s nízkým obsahem sušiny (pod 5 %) nebo fugátem.
- f) Umístění ventilačních systémů mimo prostory přímo nad kejdivými kanály a tím minimalizování rychlosti proudění vzduchu nad těmito kanály. Tam, kde toto opatření není možné zavést, je vhodné alespoň udržovat dostatečně velkou výšku mezi

plochou roštů roštové hladiny a povrchem kejdy v kejdivých kanálech tak, aby proudění vzduchu na hladinou kejdy bylo co nejnižší.

- g) Snížení pH kejdy pomocí okyselení.
- h) V podestýlaných provozech navýšením množství slámy na ustájený kus může docházet ke snižování emisí amoniaku jednak ze stájových prostor a dále z uskladnění chlévské mrvy. Sláma umožňuje nasávat moč, čímž zůstává podlahová plocha stáje suchá. Navýšením množství podestýlkového materiálu rovněž nedochází ke vzniku kaluží tvořených zejména močí zvířat. Množství slámy je závislé na systému ustájení zvířat, použitém systému krmení, druhu chovaných zvířat a klimatických podmínkách.

4.3 Nízkoemisní systémy ustájení prasat

4.3.1 Kejdivé systémy ustájení prasat

Pro dosažení snížení emisí amoniaku z chovů prasat v roštových systémech ustájení lze využít následující opatření:

- a) Snížení plochy roštové podlahy využitím částečně roštových podlah. Pevná část částečně roštové podlahy by měla být lehce spádovaná tak, aby moč samovolně odtékala do kejdivých kanálů. Kejdivé kanály by měly být pravidelně vyprazdňovány za použití shrnovačů, vakuového odklizu, proplachování vodou, kejdou s nízkým obsahem sušiny (pod 5 %) nebo fugátem do externích skladovacích kejdivých jímek. Částečně roštová podlaha zaujímající 50 % celkové plochy emituje o 15 – 20 % méně emisí amoniaku než plně roštová podlaha, zejména v případech, kdy jsou využity hladké povrchy roštů jako je tomu u kovových nebo plastových roštů. U těchto roštů dochází k nižší produkci emisí amoniaku z důvodu menšího ulpívání zbytků exkrementů na rostech než na betonových rostech.
- b) Zmenšením odkryté, volné plochy kejdy v podroštových prostorech např. konstrukcí kejdivých kanálů s lichoběžníkovým tvarem, kde horní základna je podstatně užší než dolní základna



Boky kanálů by měly být co nejhladší tak, aby nedocházelo kulpívání kejdy. Umístěním žlabů ve tvaru V (maximálně 60 cm široké, 20 cm hluboké) do podroštových prostor, pro snížení plochy kejdy emitující emise, umožňuje snížit emise amoniaku ze stájových prostorů o 40 – 65 % v závislosti na chované kategorii prasat a velikosti roštové plochy. Žlaby by měly být 2 krát denně proplachovány nejlépe fugátem.

- c) Snížení teploty kejdy. U stávajících provozů lze snížit teplotu kejdy umístěním chladicího potrubí do podroštových prostorů nebo plovoucích chladicích výměníků, napojených na chladicí systém. Chlazení povrchu kejdy umožňuje snižovat emise amoniaku o 45 – 75 % v závislosti na kategorii prasat. U nových zařízení nebo během rekonstrukce podroštových prostorů lze rovněž instalovat chladicí potrubí viz obr. 6. chlazením kejdy lze snížit i emise pachových látek.



Zdroj: <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/slurry-cooling>

Obr. 6: Instalace chladicího systému do podlahy podroštových prostorů a její finalizace

- d) Umístění ventilačních systémů mimo prostory přímo nad kejdoými kanály a tím minimalizovat rychlost proudění vzduchu nad těmito kanály. Tam, kde toto opatření není možné zavést, je vhodné alespoň udržovat dostatečně velký odstup mezi plochou roštů roštové plochy a povrchem hladiny kejdy v kejdoých kanálech tak, aby proudění vzduchu na hladinou kejdy bylo co nejnižší. Je doporučeno minimálně 30 cm.
- e) Snížení pH kejdy pomocí jejího okyselení. Emise amoniaku se sníží tím, že chemickou reakcí dojde k přeměně NH_3 na NH_4 . Kejda, resp. fugát je shromažďován v jímce, obsahující okyselující tekutinu, nejčastěji kyselinu sírovou nebo jinou anorganickou kyselinu, umožňující snížit pH pod hodnotu 6. Např. v chovu selat bylo dosaženo snížení emisí amoniaku o 60 %. Použití kyseliny sírové musí být v souladu s bezpečnostními postupy pro omezení rizika poškození zdraví a životů osob. Okyselování ve stájových prostorech se provádí tak, že se kejda z podroštových prostorů běžným způsobem např. vytažením zátky odklidí do přečerpávací jímky, kde

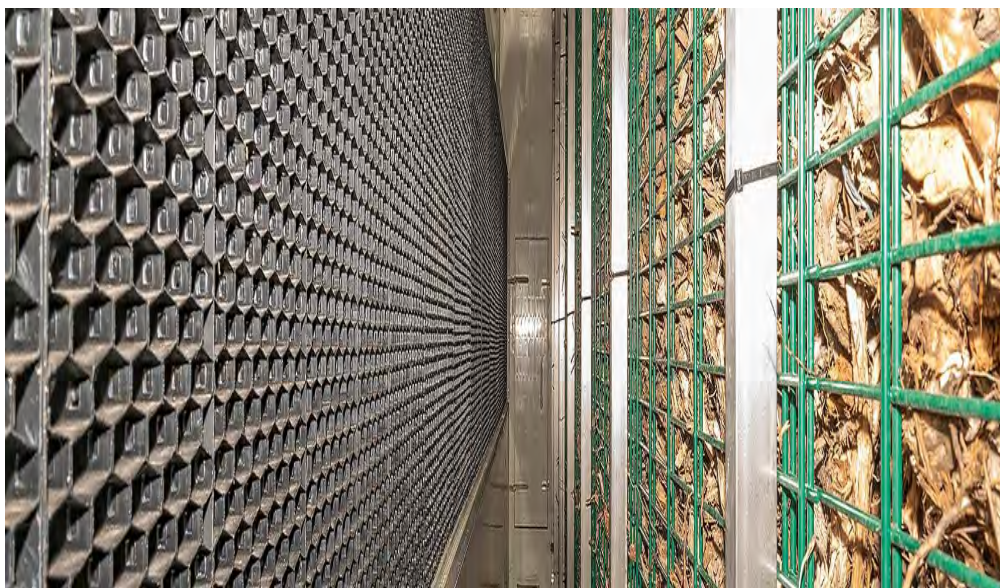
je přidána kyselina a dojde ke snížení pH pod požadovanou hodnotu. Takto okyselená kejda se následně přečerpá zpět do podroštových prostorů, kde se promíchá s čerstvou kejdou, čímž následně dojde ke zlepšení kvality vzduchu ve stájovém prostředí. Na obr. 7 je vyobrazena stáj chovu prasat, sběrná betonová kejdová jímka, do které je zaústěno potrubí přivádějící kyselinu sírovou z nadzemní nádrže.



Zdroj: <http://balticslurry.eu>

Obr. 7: Systém okyselení kejdy ve stájovém prostředí

- f) Zlepšení způsobu chování zvířat a uspořádání kotců nabízejících chovaným zvířatům různé funkční plochy, využívané pro jejich různé aktivity. Např. kotce s částečně roštovou podlahou by měly být rozděleny tak, aby se chovaná zvířata naučila odlišovat různé funkční plochy. Tzn. plochy pro odpočinek, pro krmení, pro kálení a jejich přirozený pohyb. Cílem je udržet pevnou část podlahové plochy co nejčistší tak, aby nebyla zdrojem emisí amoniaku. Toho může být dosaženo využitím přirozeného chování prasat tak, že např. ventilační systém stáje je uspořádán tak, aby čistý chladný vzduch byl směřován nad plochy určené pro odpočinek, tzn. na pevnou část částečně roštové podlahy. Tím jsou zvířata motivována nelehat a nechladit se nad roštovou částí a nekálet na pevnou část podlahy.
- g) Podlahy v systémech ustájení s plnými i roštovými podlahami by měly být spádovány, měl by být zajištěn oddělený odvod moči a výkalů, neboť při jejich smísení dochází k emisím amoniaku.
- h) Využití praček vzduchu, biofiltrů pro omezení emisí amoniaku do ovzduší. Tyto systémy jsou instalovány na výstup ventilačního systému stáje a mohou dosahovat až 70 - 90% snížení emisí amoniaku. Na obr. 8 je pohled do dvoustupňové biopračky vzduchu. V levé části je umístěno chemické čištění za použití kyseliny, následované dočištěním vzduchu v pravé části pomocí biologického pomocí dřevní štěpky.



Zdroj: <https://www.big-dutchman.cz>

Obr. 8: Pohled do prostoru dvoustupňové biopračky vzduchu

4.3.2 Systémy ustájení prasat na podestýlce

Systémy ustájení na podestýlce jsou z hlediska welfare příznivější než systémy kejdové. Jejich údržba je ovšem více mnohem náročnější. Pro dosažení snížení emisí amoniaku z chovů prasat na podestýlce lze využít následující opatření:

- a) V systémech ustájení prasat na podestýlce by měl být zajišťován pravidelný přísun a výměna dostatečného množství podestýlky pro zachování suché podlahy. Pokud toto není možné zajistit, je třeba, aby podlaha byla spádována tak, aby moč odtékala do žlabu drenážního systému a byla okamžitě odváděna do externí jímky.
- b) Předcházení úniků vody z napájecího systému v podestlaných systémech ustájení je další preventivní opatření pro zvlhčování podestýlky. Napájecí linky by měly být ve výšce odpovídající fyziologickým potřebám chovaných zvířat. Napáječky by měly být regulovatelné v závislosti na tlaku v rozvedech vody. Nesmí chybět pravidelná údržba napáječek a jejich případná výměna. Všechny tyto činnosti jsou nezbytné pro omezení úniků vody, zvlhčení podestýlky nebo podlahy stájí.

4.4 Nízkoemisní systémy ustájení drůbeže

Emise amoniaku jsou minimální, pokud je zajištěn obsah sušiny v trusu nebo podestýlce na úrovni více než 60 %. Při těchto podmínkách nedochází k rozkladu kyseliny močové. Proto je důležité udržovat podmínky ve stájovém prostředí v co nejsušším stavu. Ve stájích chovů nosnic lze využít následující opatření:

- a) Využití pásových systémů pro shromažďování a odklíz trusu v klecových systémech s obohacenými klecemi. Tyto systémy umožňují automatizovaný a pravidelný odklíz trusu pomocí trusných pásů do zakrytých skladovacích prostorů. Intenzivní provzdušňování v sušících tunelech uvnitř nebo vně stájových prostorů může zajišťovat zvýšení obsahu sušiny v trusu až na hodnotu 60 – 80 % během 48 hodin. Emise amoniaku začínají významně narůstat u dva dny starého trusu a po pěti dnech jsou emise nejvyšší. To znamená, frekvence odklizu ze stáje by měla být dvakrát až třikrát týdně.
- b) U neklecových voliérokových systémů ustájení umožňuje využití systémů pásového odklizu trusu až 70% snížení emisí amoniaku oproti ustájení na hluboké podestýlce.
- c) Odpadní stájový vzduch může být následně čištěn pomocí biopraček nebo biofiltrů s účinností na snížení emisí amoniaku v rozmezí 70 – 90 %. Vzhledem k tomu, že stájový vzduch z chovů nosnic obsahuje rovněž značné množství prachových částic, které ulpívají a zalepují funkční plochy biopračky, je doporučeno využít více stupňové čištění, zkrápění apod. Prachové částice obsahují značné množství fosforu, který je možné dále využít pro hnojení plodin.

Ve stájích chovů kuřat na maso a krůt lze pro snížení emisí amoniaku využít následující opatření:

- a) Pravidelná kontrola stájových prostor a napájecích systémů pro snížení úniků vody a udržování podestýlky v suchu je základní faktor pro snižování emisí amoniaku. V nových instalacích by měl být ventilační systém navržen tak, aby umožňoval odvětrávat vlhkost ze stájových prostor ve všech ročních obdobích, za všech klimatických podmínek. Budova stáje by měla být dobře izolována tak, aby nedocházelo ke kondenzaci vody. Pro omezení zvlhčování podestýlek, jako důsledek rozlévání vody z napájecího systému, by měly být použity kapkové napáječky s podšálky.

4.5 Situace v České republice v oblasti technologií pro snižování emisí amoniaku v ustájení hospodářských zvířat

Dle bodu C přílohy IX Protokolu je stanovena povinnost „během jednoho roku od vstupu Protokolu v platnost, zúčastněné strany zajistí, aby nové systémy ustájení ve velkochovech prasat a drůbeže s projektovanou kapacitou více 2 tis. ks výkrmových prasat nebo 750 ks prasníc nebo více než 40 tis. ks drůbeže, využívaly takové systémy ustájení, které vykazují minimálně 20% snížení emisí amoniaku oproti referenční technologii uvedené v prováděcím dokumentu nebo systémy s prokazatelně podobnou účinností. Použitelnost může být omezena z důvodu welfare zvířat, např. u systémů chovu prasat na podestýlce nebo u voliérokových systémů u drůbeže“.

Výše vyjmenované chovy drůbeže a prasat jsou regulovány zákonem č. 76/2002 Sb. o integrované prevenci, ze kterého plyne povinnost využití nejlepších dostupných technik BAT. Aplikované nejlepší dostupné techniky vykazují minimálně 20% účinnost na snižování emisí amoniaku, pocházejícího ze stájového prostředí.

Zavádění snižujících opatření v rámci výstavby a rekonstrukcí stájí chovů hospodářských zvířat bylo podporováno v rámci Programu rozvoje venkova na období 2014 – 2020 - operace 4.1.1 Investice do zemědělských podniků. V případě aplikace snižujících technologií dostal žadatel preferenční body.

V oblasti snižování emisí amoniaku ve stájových prostorách chovů hospodářských zvířat je potenciál pro další snižování emisí za ekonomicky dostupných podmínek již poměrně nízký. V roce 2011 byla provedena analýza možnosti využití praček vzduchu pro snižování emisí v ČR. Pračky vzduchu mají z hlediska snižování emisí amoniaku poměrně vysokou účinnost až na úrovni 86 %, dokáží rovněž eliminovat emise prachových částic až o 89 % a u emisí pachových látek je dosahováno snížení o 47 %. Problematická je jejich instalace do stávajících zařízení, do stávající hal chovů prasat. Tyto haly jsou stavebně a technologicky navrženy tak, že ve většině případů disponují odvětráváním vzduchu nad střechem haly. Centrální ventilační kanály nejsou běžně instalovány. Na trhu je sice dostupné technické řešení (ventilátorová biopračka vzduchu), které lze instalovat do stávajících ventilačních systémů, jeho ekonomická náročnost na zavedení do chovů prasat byla ovšem vyhodnocena jako příliš vysoká. Byla uvažována varianta, kdy investor (provozovatel zařízení) bude měnit na modelovém příkladu na celém zařízení všechny zastaralé konvenční ventilátory (celkem 122 ks) za ventilátory s pračkou vzduchu. Tato investice byla tehdy vyčíslena na cca 17,6 mil. Kč. Při opětovném využití konvenčních ventilátorů bez pračky, by investice činila cca 5,5 mil. Kč. Investičně by tedy pořízení technologie praček vzduchu bylo cca 3,2 krát dražší.

U technologie okyselování kejdy nejsou doposud k dispozici studie o ekonomické náročnosti instalace do stávajících zařízení.

5 Nízkoemisní způsoby skladování statkových hnojiv

5.1 Úvod

Přestože nejvýznamnější emise amoniaku pocházejí z ustájení hospodářských zvířat a z aplikace statkových a organických hnojiv na půdu, emise z jejich skladování rovněž přispívají k celkovému množství emitovanému do ovzduší. Skladování statkových a organických hnojiv je z pohledu celého dusíkového cyklu velice důležitá technologická operace, umožňující jejich využití právě v čase kdy je potřeba dusíku u pěstovaných plodin nejvyšší.

Základem pro stanovení účinnosti snižujících technologií jsou emise amoniaku unikající z odkrytých skladovacích kapacit. V západních evropských státech byly zjištěny roční emise

amoniaku ze skladování statkových a organických hnojiv ve výši 1,4 -2,7 kg NH₃ / m². Nižší hodnoty pocházejí z chladných oblastí naopak vyšší hodnoty byly zjištěny v teplých oblastech.

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.

5.2. Nízkoemisní způsoby skladování kejdy a dalších tekutých hnojiv

Po odklizu ze stáje je kejda skladována v ocelových nebo betonových jímkách, případně v kejdových lagunách. Kejdové laguny mají vyšší potenciál pro tvorbu emisí amoniaku, neboť je zde větší plocha povrchu kejdy vystavená interakci mezi kejdou a okolním ovzduším.

Sklady pro skladování kejdy a další tekutá hnojiva jako je digestát musí mít dostatečnou kapacitu pro jejich skladování během období, kdy není povoleno jejich vyvážení na zemědělskou půdu. Tam, kde je obsah vlákniny v kejdě skotu nebo prasat vysoký a není nutné kejdou pravidelně míchat, je možné nechat na povrchu samovolně vytvořit přírodní krustu. Přírodní krusta může snižovat produkci emisí amoniaku během skladování až o 40 %. Podobného efektu může být dosaženo přidáním řezané slámy nebo LECA kuliček (lehce expandované jílovité agregáty) do skladovacích nádrží, kde se přírodní krusta netvoří. Tyto vláknité materiály plovoucí na povrchu kejdy zajišťují bariéru snižující interakci mezi vzduchem proudícím nad povrchem kejdy a dusíkem obsaženým v kejdě. Přírodní krusta ovšem nebrání vniku dešťových vod do skladovacích nádrží, čímž může docházet k ředění kejdy a navyšování jejího objemu před aplikací na pole.

Obecně existují následující systémy zakrytí kejdových skladů:

- a) Pevné zakrytí zastřešením nebo zakrytí „stanovou“ konstrukcí mohou být realizovány na betonových nebo ocelových kejdových jímkách. Tyto způsoby zakrytí mají vysokou efektivitu na snižování emisí amoniaku až do výše 80 % v porovnání s nezakrytými jímkami. Zároveň brání vniku dešťových vod do kejdových skladů. U systému zastřešení stanovou konstrukcí musí být před výstavbou kejdového skladu konstrukčně zajištěna možnost umístění středového sloupu, na který se následně stanová konstrukce instaluje. I když je účelem minimalizovat úniky emisí do ovzduší, z bezpečnostních důvodů musí být zajištěn určitý stupeň odvětrávání tak, aby nedocházelo k hromadění hořlavých plynů, jako je metan. Na obr. 9 je vyobrazen průřez betonové kejdové jímky zastřešené stanovou konstrukcí. Na obr. 10 je vyobrazeno pevné betonové zastřešení betonové kejdové jímky.



Zdroj: <http://www.ecomembrane.com>

Obr. 9: Zastřešení jímky stanovou konstrukcí



Zdroj: <https://www.wolfsystem.at>

Obr. 10: Zastřešení jímky betonovým víkem

- b) Plovoucí fólie může být využita rovněž na betonových nebo ocelových kejdivých jímkách, nicméně její využití je obvyklé na menších zemních kejdivých jímkách. Materiál fólie může být plast, plátno, či jiný vhodný materiál. Účinnost na snižování emisí amoniaku se pohybuje na úrovni 60 % v porovnání s nezakrytými jímkami. Některé instalace plovoucí fólie na povrch kejdivé jímky mohou omezovat vnik srážkových vod do jímky. Na obr. 11 je vyobrazeno zakrytí nadzemní betonové jímky plovoucí fólií. Na obr. 12 je znázorněno využití plovoucí fólie pro zakrytý kejdivé laguny. Na povrchu plovoucí fólie jsou umístěny odvětrávací otvory jako preventivní opatření pro hromadění hořlavých plynů (metanu).



Zdroj: <http://www.clrtap-tfrn.org>

Obr. 11: Zakrytí nadzemní jímky plovoucí fólií



Zdroj: <http://www.clrtap-tfrn.org>

Obr. 12: Zakrytí zemní kejdivé jímky plovoucí fólií

- c) Plovoucí LECA kuličky (lehce expandované jílovité agregáty) nebo plovoucí plastové šestihranné moduly Hexa Cover jsou vhodné pro kejdomské sklady bez tvorby přírodní krusty. Účinnost na snižování emisí amoniaku se pohybuje rovněž na úrovni 60 % v porovnání s nezakrytými jímkami. Jejich výhodou je snadná aplikace prostým vysypáním do kejdomské jímky, kde se samovolně vytvoří zakrytá plocha. Tyto systémy ovšem nebrání vniknutí srážkových vod do jímky. Na obr. 13 je znázorněno zakrytí zemní kejdomské jímky plovoucím povlakem tvořeným LECA kuličkami. Na obr. 14 je uveden příklad zakrytí kejdomské jímky systémem Hexa Cover.



Zdroj: <https://thefarmingforum.co.uk> , <https://www.aeg ltd.co.uk/aerotop-covers>

Obr. 13: Zakrytí zemní kejdomské jímky plovoucím povlakem LECA kuličkami



Zdroj: <https://thefarmingforum.co.uk> , <https://www.aeg ltd.co.uk/aerotop-covers>

Obr. 14: Zakrytí jímky systémem Hexa Cover

- d) Skladovací vaky na kejdu mohou poskytovat alternativu k výstavbě zakrytých nadzemních kejdivých jímek. Účinnost na snižování emisí amoniaku se blíží 100 % v porovnání s nezakrytými jímkami. Jedná se zejména o určitou náhradu zakrytí kejdivých lagun, na které není technicky možné dodatečně instalovat zastřešení, plovoucí fólii, či jiný typ pokrývky. Výhodou je, že v případě porušení těsnosti, je kejda zachycena ve stávající kejdivé laguně. Kejdivé vaky by bylo možné rovněž umístit na stávajících vodohospodářsky zabezpečených plochách, kde by v případě jejich poškození bylo možné rozlitou kejdu zachytit a kde by nezhrozil únik do okolního prostředí. Na obr. 15 je uvedeno použití vaků pro skladování kejdy. Tento způsob je vhodný pro menší chovy prasat.



Zdroj: <https://www.agrotel.eu>

Obr. 15: Vaky pro skladování kejdy

- e) Okyselování v kejdových jímkách se provádí pomocí speciální aplikační techniky zahrnující externí míchadlo umístěné za traktorem a aplikátor kyseliny, který ji přečerpává z mobilní nádrže nebo přímo z cisterny dodavatele přímo do kejdové jímky. Ošetření kejdové jímky trvá dle její velikosti v řádu jedné až několika hodin. Na obr. 16 je vyobrazena technika pro okyselování kejdy v kejdové jímce. Na povrchu jímky je pěna způsobená reakcí kejdy s kyselinou sírovou.



Zdroj: <http://balticslurry.eu>

Obr. 16: Okyselování kejdy v kejdové jímce

5.3 Nízkoemisní způsoby skladování chlévského hnoje a tuhých statkových hnojiv

Odklizení chlévské mrvy se musí provádět na vodohospodářsky zabezpečenou plochu, odkanalizovanou do sběrné jímky. Dovoleno je i skladování chlévského hnoje na polním hnojišti, ovšem pouze po omezenou dobu. Nicméně tento způsob skladování může vést k výrazným ztrátám dusíku ve formě amoniaku a během jeho denitrifikace.

Pro snižování emisí amoniaku, pocházejících ze skladování pevných statkových hnojiv, jako je např. chlévský hnůj, drůbeží trus a podestýlka, je velice důležité omezit proudění vzduchu okolo skladovaných hnojiv. Tam, kde je to možné, by měly být hromady hnojiv zakryty plastovou fólií, zajištěnou proti odvanutí během větrného počasí. Toto opatření pomáhá k zadržení dusíku ve skladovaném materiálu a k omezení pachových emisí. Takto uskladněná hnojiva, zejména v případě drůbežního trusu a drůbeží podestýlky zůstanou suchá, což vede k výraznému omezení produkce emisí amoniaku. Na obr. 17 uveden příklad zakrytí chlévského hnoje plastovou fólií.



Zdroj: <http://themanurescoop.blogspot.com>

Obr. 17: Zakrytí hromad chlévského hnoje plastovou fólií

Udržování povrchu hromad skladovaného hnoje ve formě s co nejnižší plochou rovněž přispívá k redukci emisí amoniaku. Jedná se např. o skladování hnoje na hromadách tvaru "A" nebo o skladování na hnojištích vybavených bočními stěnami pro zvýšení výšky skladovaných hnojiv. Na obrázku 18 je uveden příklad pevného zastřešení hnoje.



Zdroj: <https://plumeville.ca>

Obr. 18: Zakrytí hromad drůbežího trusu pevným zastřešením

Je důležité připomenout, že po nízkoemisním způsobu skladování tuhých statkových hnojiv musí následovat i jejich nízkoemisní způsob aplikace např. okamžitým zapravením do půdy, jinak dochází k výrazným ztrátám zadrženého dusíku.

5.4 Situace v České republice v oblasti technologií pro snižování emisí amoniaku během skladování statkových a organických hnojiv

Statistická data o nízkoemisních způsobech skladování statkových a organických hnojiv v ČR zatím nejsou k dispozici. V minulosti byla snaha ošetřovat kejdové jímky přípravky pro omezování úniku emisí amoniaku do ovzduší. V současné době nejsou k dispozici aktuální informace, v jakém rozsahu jsou tyto přípravky v praxi využívány.

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. V chovech skotu s produkcí chlěvské mrvy se předpokládá, že před jejím skladováním např., na polním hnojišti, provozovatel provede formováním hromady chlěvské mrvy do vhodného tvaru tak, aby hromada byla kompaktní, nejlépe tvaru písmene „A“.

Čerstvý drůbeží trus z chovů nosnic se rovněž neskládá a je předáván např. v týdenních intervalech dalšímu subjektu pro jeho využití. Zdroj informací, jak je s trusem dále nakládáno není k dispozici. Stejná situace je u podestýlek z chovů kuřat na maso.

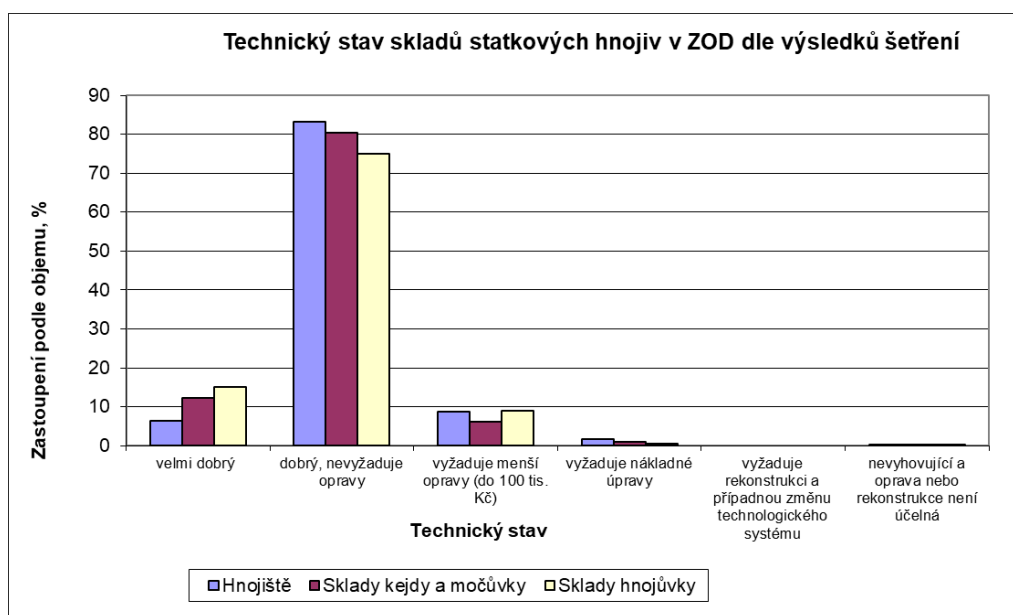
V ČR je současné době cca 400 zemědělských bioplynových stanic. Tyto zpracovávají především kejdu skotu a prasat, pocházející zejména z velkých chovů. Statková hnojiva jsou předávána přímo pro jejich zpracování jako součást vsázky bioplynových stanic bez jejich skladování. Takto je v ČR v současné době zpracováno cca 22 % celkové produkce statkových hnojiv. Informace o tom, zda jsou na jímkách digestátů / fugátů uplatněna snižující opatření při skladování organických hnojiv nejsou k dispozici.

Povinnost využití nízkoemisních opatření při skladování statkových a organických hnojiv není doposud v legislativě zakotveno. Dle aktualizovaného Národního plánu snižování emisí z roku 2019, kód opatření CB8 - Zpřísnění povinností při skladování a aplikaci hnojiv, je jedním z navržených opatření „U chovů od projektované kapacity odpovídající 5 tunám emisí amoniaku ročně uvedených do provozu po 1. 1. 2022 využívat nízkoemisní systémy skladování statkových hnojiv. „Nízkoemisními systémy se rozumí konstrukční řešení, např. zakrytování, zastřešení apod., popř. překrytí pevnými plovoucími materiály“. Do budoucna nelze příliš očekávat širší uvedení do provozu nových chovů s projektovanou kapacitou odpovídající produkci emisí amoniaku do ovzduší více než 5 tun ročně, kde by byla povinnost využívat pouze nízkoemisní systémy skladování statkových hnojiv.

Dle Směrnice Evropského parlamentu a rady (EU) 2016/2284 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, o změně směrnice 2003/35/ES a o zrušení směrnice 2001/81/ES je jedním z opatření „b) snížením emisí ze skladování statkových hnojiv mimo přístřešky pro zvířata, přičemž se použijí tyto postupy: i) u skladů tekutých statkových hnojiv vystavěných po 1. lednu 2022 použití nízko emisních systémů nebo technik skladování, které v porovnání s referenčními metodami popsány v metodickém dokumentu pro amoniak

prokazatelně snižují emise amoniaku přinejmenším o 60 %, a u stávajících skladů použití systémů a technik, které emise snižují přinejmenším o 40 %“.

Na obr. 19 jsou zobrazeny aktuální výsledky průzkumu technického stavu skladů statkových hnojiv provozovaných v nitráty zranitelných oblastech ČR (cca 50 % území ČR). Z výsledků je patrné, že technický stav skladů statkových hnojiv je poměrně dobrý, tzn. zavádění nízkoemisních opatření v podobě zastření kejdrových jímek apod. na nově budovaných skladech kejdy může být velmi pozvolné a dlouhodobé.



Obr. 19 technický stav skladů statkových hnojiv v ZOD dle výsledků šetření v roce 2019

6 Nízkoemisní způsoby aplikace statkových a organických hnojiv

6.1 Úvod

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 stálovém prostředí a během jejich skladování lze poměrně snadno ztratit v případě použití nevhodné aplikační techniky. Pro aplikaci statkových a organických hnojiv by měly být bezpodmínečně využity nízkoemisní způsoby aplikace.

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 chlévský hnůj, je pro snižování emisí amoniaku a tím i zachování obsahu dusíku podstatné, maximální urychlení jejich zapravení pod povrch půdy.

V tab. 2 jsou shrnuty postupy pro snižování emisí amoniaku a jejich redukční potenciál při aplikaci statkových a organických hnojiv.

Tab. 2 Postupy pro snižování emisí amoniaku a jejich redukční potenciál

Snižující technika	Typ hnojiva	Použití na půdě	Snížení emisí amoniaku
Vlečené hadice	Kejda a ostatní tekutá hnojiva	Travní porosty a orná půda	30 – 35 %
Vlečené botky	Kejda a ostatní tekutá hnojiva	Travní porosty, orná půda, širokořádkové řádkové plodiny	30 – 60 %
Mělká injektáž	Kejda a ostatní tekutá hnojiva	Travní porosty, orná půda, obiloviny	70 % – otevřená štěrbina 80 % – uzavřená štěrbina
Hluboká injektáž	Kejda a ostatní tekutá hnojiva	Orná půda	90 %
Ředění kejdy pro využití v závlahových systémech	Kejda	Travní porosty, orná půda	30 % – při ředění kejdy s vodou v poměru 1:1
Zapravení do půdy	Kejda	Orná půda včetně nových travních porostů	90 % - okamžité zapravení 70 % – bezorebné zapravení 40 – 65 % – zapravení do 4 hodin od aplikace 30 % - zapravení do 24 hodin od aplikace
Zapravení do půdy	Chlévský hnůj (tuhá statková hnojiva)	Orná půda	90 % - okamžité zapravení 60 % – bezorebné zapravení 45 – 65 % – zapravení do 4 hodin od aplikace 50 % – zapravení do 12 hodin od aplikace 30 % - zapravení do 24 hodin od aplikace

Výše uvedená procenta snížení emisí amoniaku jsou vyčíslena oproti hodnotám dosahovaným použitím referenčních způsobů aplikace. U tekutých hnojiv se jedná o aplikaci prostým širokým rozstříkem na půdu, bez následného zapravení. U tuhých hnojiv se jedná o aplikaci na půdu, rovněž bez následného zapravení. Na obr. 20 je uveden příklad prostého rozstříku kejdy na povrch půdy.



Zdroj: <https://promar-international.com>

Obr. 20: Referenční způsob aplikace kejdy prostým rozstříkem kejdy na povrch půdy

Samozřejmostí pro zajištění maximálních agronomických a finančních přínosů souvisejících s aplikací hnojiv je plánování aplikačních dávek dle aktuálních potřeb pěstovaných plodin a typu půdy, v závislosti na obsahu živin jak v aplikovaných hnojivech, tak i v půdě, zjištěných na základě reálných rozborů, nikoliv pouze na základě doporučených průměrných tabulkových hodnot. Tímto postupem lze docílit výše popsany princip 4R.

6.2 Nízkoemisní způsoby aplikace kejdy a dalších tekutých hnojiv

Aplikaci kejdy prostým širokým rozstříkem na půdu, během kterého dochází ke styku malých kapiček s ovzduším a během kterého dochází k nejvyšší produkci emisí amoniaku a tím i k nejvyšším ztrátám dusíku, rozhodně nelze doporučit. Pokud se nelze z provozních důvodů prostému širokému rozstříku kejdy vyhnout, je třeba ji okamžitě během pár minut po aplikaci na povrch půdy zapravit. Mnohem efektivnější způsob je zapravení pomocí různých diskových, či radličkových podmítačů než využití klasických pluhů. Klasická orba pomocí pluhů je delší, tzn. i aplikovaná kejda je déle vystavena okolnímu ovzduší.

6.2.1 Kejdové aplikátory

Obecně, ke snížení emisí amoniaku do ovzduší během aplikace tekutých hnojiv jako je kejda, digestát apod. dochází při snížení styku aplikovaných hnojiv s okolním ovzduším. Toho může být dosaženo využitím kejdových aplikátorů, aplikujících kejdu přímo na povrch půdy nebo pod povrch půdy. Tyto systémy jsou obecně nazývány jako nízkoemisní aplikační technika. Jejich předností je rovněž možnost přesného dávkování hnojiv a podstatného omezení emisí zápachu.

- a) Kejdový hadicový aplikátor s vlečenými hadicemi může dosahovat snížení emisí amoniaku o 30 – 35 % oproti referenční technologii. Technika je vhodná pro trvalé travní porosty a ornou půdu. Podstatou je snížení plochy pozemku zasažené aplikovanou kejdou, která je v přímé interakci s okolním ovzduším. Aplikovaná kejda je pomocí sérií hadic distribuována těsně nad povrch půdy. Oproti aplikaci kejdy širokým pásovým rozstřikem, kde je aplikovanou kejdou zasažena celá plocha pozemku, je u tohoto způsobu zasažena pouze plocha těsně pod hadicemi, široká cca 5 cm. Hadice jsou od sebe vzdáleny cca 30 cm. Technika může být použita i pro přihnojení již vzrostlého porostu. Na obr. 21 je vyobrazen hadicový kejdový aplikátor.



Zdroj: <https://www.rcbaker.co.uk>

Obr. 21: Nízkoemisní způsob aplikace kejdy hadicovým aplikátorem

- b) Kejdový hadicový aplikátor s vlečenými botkami může dosahovat snížení emisí amoniaku v rozmezí 30 – 60 % oproti referenční technologii. Technika je vhodná rovněž pro trvalé travní porosty a ornou půdu a pro přihnojování vzrostlých plodin. Podstatou je rovněž jako u předchozího způsobu, snížení plochy pozemku zasažené aplikovanou kejdou, která je v přímé interakci s okolním ovzduším. Oproti předchozímu způsobu je aplikovaná kejda distribuována pomocí sérií hadic zakončenými nejčastěji ocelovými botkami přímo na povrch půdy. Vyššího efektu na snížení emisí amoniaku dosahují speciální kovové botky, které jsou pružinami tlačeny na povrch půdy, což rozhrnout porost a aplikovat kejdou přímo pod jeho listy. Tím dojde k částečnému překryvu aplikované kejdy a výrazně se sníží proudění vzduchu nad aplikovanou kejdou. Na obr. 22 je zobrazen hadicový kejdový aplikátor s vlečenými botkami.



Zdroj: <https://www.agriland.ie>

Obr. 22: Nízkoemisní způsob aplikace kejdy hadicovým aplikátorem s botkami

- c) Podpovrchové kejdomé aplikátory s mělkou aplikací. Podpovrchové aplikátory kejdy mohou dosahovat 70 – 90% snížení emisí amoniaku oproti prostému rozstříku. Existuje celá řada aplikátorů, které se dělí na aplikátory s mělkou aplikací a hlubokou aplikací, dle hloubky uložení tekutých organických hnojiv. Obecně, podpovrchové aplikátory nejsou vhodné pro pozemky se svažitostí větší než 15 %, na mělkých půdách, kamenitých půdách, půdách značně utužených, jílovitých půdách s obsahem jílu vyšším než 35 % při aplikaci během suchých období, na rašelinných půdách s obsahem sušiny vyšším než 25 % nebo na půdách drenážovaných. Podpovrchové aplikátory s mělkou aplikací jsou vhodné pro trvalé travní porosty i ornou půdu. Ve většině případů tento typ aplikátoru ukládá kejdu do štěrbin vytvořené v půdě do hloubky 4 - 6 cm v přímých pásích vzdálených od sebe 25 – 30 cm. Na obr. 23 je zobrazen příklad podpovrchové aplikace kejdy do mělké aplikační brázdy. Kejda je dopravována k aplikačnímu rámu pomocí vlečené hadice. Kejdomá cisterna je umístěna na okraji pozemku.



Zdroj: <https://www.bambauerequipment.com>

Obr. 23: Nízkoemisní způsob aplikace kejdy mělkou injektáží přímo do půdy

- d) Podpovrchové aplikátory s hlubokou aplikací jsou nejvhodnější do orné půdy. Tyto aplikátory by se měly používat na dostatečně suché půdě bez drenáže, kde hrozí případný únik hnojiv do vodních toků. Aplikátor ukládá kejdu do štěrbin vytvořené v půdě do hloubky 10 - 30 cm v přímých pásech vzdálených od sebe cca 50 cm. Na obr. 24 je zobrazen příklad podpovrchové aplikace kejdy do hluboké aplikační brázdy.



Zdroj: <http://www.doda.com/sl/vleceeny-aplikator>

Obr. 24: Nízkoemisní způsob aplikace kejdy hlubokou injektáží přímo do půdy

Využití kejdových aplikátorů má ovšem svá omezení. Jsou obtížně použitelné na malých pozemcích s nepravidelnými tvary, v kopcovitém a kamenitém terénu nebo ve velmi suchém období. Využití kejdových aplikátorů na nevhodných půdách nebo v nevhodném počasí, či při příliš vysoké aplikační dávce hnojiv může vést k únikům hnojiv do povrchových nebo podzemních vod.

Před pořízením aplikační techniky je důležité předem zvážit ekonomickou stránku věci spočívající mimo jiné v analýze ročního využití této techniky, zvážit technické parametry potřebného energetického prostředku (traktoru) agregovaného s aplikátorem, či zvážit možnost aplikace kejdou službou.

6.3 Ředění kejdy

Emise amoniaku z aplikace kejdy s nízkým obsahem sušiny jsou obecně nižší než u kejdy s vyšším obsahem sušiny. Je to dáno díky rychlejšímu zasáknutí aplikované kejdy do půdy. Kejdu je vhodné ředit při jejím využití v závlahovém systému pro přihnojení travních porostů, případně pro přihnojení pěstovaných plodin. Kejda je dávkována v poměru maximálně 1:1 (voda:kejda) do nízkotlakého závlahového systému, případně do pojízdného zavlažovače, nikoliv do vysokotlakých zavlažovacích systémů s vodním dělem. V tomto případě snížení emisí amoniaku může dosahovat až 30 %. Během aplikace může docházet kucpávání aplikačních trysek jako důsledek přítomnosti organických materiálů v kejdě. Na obr. 25 je vyobrazen nízkotlaký zavlažovací systém.



Zdroj: <http://www.agrovaria.sk>

Obr. 25: Nízkotlaký zavlažovací systém

6.4 Vhodné časování období aplikace

Emise amoniaku se zdvojnásobují při každém nárůstu teplot o 5°C a rovněž se zvyšují při vyšší rychlosti větru jako důsledek vyššího proudění vzduchu okolo aplikovaných organických hnojiv.

Pro snížení emisí amoniaku a tím k zachování obsahu dusíku ve statkových a organických hnojivech je nejvhodnější je aplikovat:

- a) Za bezvětří a za chladného, vlhkého počasí.
- b) V podmínkách, kdy se rychlost větru postupně snižuje a rovněž klesá teplota.

Pro snížení, resp. předcházení pachové zátěže v blízkosti obydlených území by se měl vzít do úvahy směr větru tak, aby proudění vzduchu směřovalo mimo tato území a v potaz by se měl vzít i čas aplikace během den. Tam, kde je to možné by měly být využity pouze nízkoemisní aplikátory kejdy. Tekutá hnojiva by měla být aplikována pouze na půdách umožňujících jejich rychlou infiltraci, tzn. na nepřemokřené plochy nebo plochy silně utužené. V opačném případě hrozí úniky emisí jak do ovzduší, tak do vodních ekosystémů.

6.5 Okyselování a separace kejdy / digestátu

Okyselování kejdy nebo i digestátu – je založeno na snižování pH pod hodnotu pH 6,0. Snižováním pH dochází k omezení emisí amoniaku do ovzduší a tím i k omezení ztrát dusíku využitelného pro pěstované plodiny. Přidáním kyseliny dochází k vazbě kyselinové složky (síranů, fosforečnanů) s unikajícím amoniaku (NH_3), čímž dojde ke vzniku síranu (fosforečnanu) amonného. Tato metoda, široce rozšířená zejména v Dánsku, zahrnuje využití různých typů kyselin, nejčastěji ovšem kyselinu sírovou, které je aplikována do kejdy prasat, skotu nebo do digestátu. Je nutné zdůraznit, že pro okyselování kejdy je možné využít pouze komerčně dodávané, v praxi odzkoušené technologie, které zaručují, že bude dodržena zejména bezpečnost provozu. Důrazně se nedoporučuje s těmito technologiemi experimentovat ve smyslu konstrukce a tvorby např. vlastního dávkovacího zařízení v rámci zámečnické dílny zemědělského podniku, nebo nalévat kyselinu do kejdových aplikátorů.

Neodborné nakládání s kyselinou sírovou je nejen zdraví, ale i přímo život ohrožující činnost!!!!

Okyselování statkových a organických hnojiv přímo během jejich aplikace na zemědělskou půdu hadicovým aplikátorem, je technicky dosažitelné pouze při využití speciální aplikační techniky viz obr. 26. Na čelním závěsu traktoru je umístěna nádrž kyseliny, propojená se speciálním míchacím a dávkovacím čerpadlem, dávkujícím přesné dávky kyseliny dle aktuální

hodnoty pH kejdy / digestátu. Hodnota pH kejdy je snímána na výstupu z hadicového aplikátoru, těsně před aplikací na zemědělskou půdu.



Zdroj: <http://balticslurry.eu>

Obr. 26: Technika pro aplikaci okyselené kejdy

Separace kejdy nebo digestátu představuje mechanické oddělení tuhé části kejdy (separát) obsahující mimo jiné živiny a mastné kyseliny, od tekuté části (fugát), čímž se omezuje vývin amoniaku ve fugátu. Emise pocházející ze separátu by měly být snižovány během skladování např. jeho zakrytím a během aplikace okamžitým zapravením do půdy. Stejně tak jako samotná kejda nebo separát, tak i fugát by měl aplikován pouze na půdy s dostatečnou infiltrací. Snížením pH před separací, tak jak je popsáno výše, může přinášet další snižování emisí amoniaku a skleníkových plynů. Na obr. 27 je uveden příklad separátoru kejdy.



Zdroj: <http://www.doda.com>

Obr. 27: Separátor kejdy

6.6 Nízkoemisní způsoby aplikace tuhých statkových a organických hnojiv

Pro snížení emisí amoniaku z aplikace tuhých statkových a organických hnojiv jako jsou drůbeží trus, podestýlka a chlévský hnůj s obsahem sušiny vyšším než 12 %, separovaná kejda a digestát je rozhodující doba od jejich aplikace na půdu a jejich zapravením do půdy. Emise amoniaku se nejvíce uvolňují již po několika hodinách od jejich rozmetání na půdu, proto je cílem maximálně tento čas zkrátit. Na rozdíl od kejdy je pro zapravení vhodné raději využít klasické pluhy než diskové, či jiné podmiťáče. Snížení emisí amoniaku o 90 % může být dosaženo okamžitým zapravením do půdy, o 60 % do 4 hodin od aplikace a již o pouhých 30 % do 24 hodin od aplikace.

Na obr. 28 je uvedena technika pro přímou aplikaci drůbežího trusu přímo pod povrch půdy, vyvinuta a operující ve Spojených státech. Ve výřezu obrázku je uveden detail podpovrchového zapravení trusu a uzavření aplikační štěrby.



Zdroj: <https://www.no-tillfarmer.com>

Obr. 28: Technika pro přímou aplikaci drůbežího trusu pod povrch půdy

6.7 Situace v České republice v oblasti technologií pro snižování emisí amoniaku během aplikace statkových a organických hnojiv

V ČR je problematika snižování emisí amoniaku z aplikace statkových a organických hnojiv upravena vyhláškou č. 377/2013 Sb., o skladování a způsobu používání hnojiv. Dle paragrafu § 7 odst. 4 „Po aplikaci tekutých statkových hnojiv nebo kapalných organických hnojiv na povrch orné půdy se hnojiva zapracovávají do půdy nejpozději do 24 hodin, s výjimkou řádkového přihnojování porostů hadicovými aplikátory a hnojení travních, jetelovinotravních

a jetelovinových porostů v období nejméně 1 měsíc před sklizní. Po aplikaci tuhých statkových hnojiv nebo tuhých organických hnojiv na povrch orné půdy se zapracovávají hnojiva do půdy nejpozději do 48 hodin; to neplatí pro vedlejší či hlavní produkty vzniklé při pěstování kulturních rostlin“.

Technologie aplikace tekutých statkových a organických hnojiv pomocí kejdových aplikátorů se v ČR rozšířila po velice úspěšném dotačním titulu podpořeném Ministerstvem životního prostředí ČR. Možnost čerpání podpory na technologie pro snižování emisí amoniaku bylo možné využít v rámci dotačních titulů Ministerstva životního prostředí ČR již od roku 2011, prostřednictvím Státního fondu životního prostředí České republiky v rámci Operačního programu Životní prostředí, Prioritní osy 2 - Zlepšování kvality ovzduší a snižování emisí. První žádosti o podporu v rámci prioritní osy 2.2.d) Technická opatření na zdrojích vedoucí k odstranění či snížení emisí NH_3 do ovzduší. Z OPŽP v rámci podoblasti 2.2.d bylo celkem schváleno cca 400 projektů a tato dotační podpora vyvolala celkovou investici do technologií pro snížení emisí amoniaku u zemědělských zařízení v celkové výši cca 1 124 mil. Kč. Z pohledu úspěšnosti žadatelů byla nejúspěšnější 26. výzva se 155 schválenými projekty. V průběhu jednotlivých výzev byly snižující technologie uplatňovány vždy v souladu s platnou legislativou, tj. NV 615/2006 příloha č. 2, později s Metodickým pokynem Odboru ochrany ovzduší MŽP uveřejněném ve Věstníku MŽP.

Dle očekávání, jako nejčteněji podporovanou snižující technologií podpořenou z výše uvedeného dotačního titulu, bylo využití kejdových aplikátorů pro aplikaci kejdy, resp. digestátu na zemědělskou půdu s různými typy aplikací, jako např. systém vlečených hadic a vlečených btek, mělká injektáž do otevřené štěrbiny a hluboká injektáž do uzavřené štěrbiny. U aplikace pevných exkrementů, tzn. hnojů, podestýlek, separátu apod. byly podpořeny rozmetadla hnoje spolu s radličkovými nebo diskovými podmítači a pluhy pro splnění podmínky zapravení statkových hnojiv do 12, resp. do 24 hodin po jejich aplikaci na půdu.

V rámci resortu zemědělství, bylo prostřednictvím Podpůrného a garančního rolnického a lesnického fondu (PGRLF) od roku 2012 podpořeno více než 80 žádostí o poskytnutí podpory v rámci svých podpůrných programů. Prostřednictvím těchto programů byly podpořeny investice na zemědělskou techniku typu kejdovací vůz, kejdovač či stroj na aplikaci kejdy s pořizovací hodnotou více než 120 milionů korun.

Z programu rozvoje venkova (PRV) bylo od roku 2015, kdy byla podpora strojů na aplikaci kejdy do investic zařazena, podpořeno celkem 153 projektů na aplikátory kejdy, přičemž výše výdajů, ze kterých byla stanovena dotace, činila 39,5 miliónů korun Kč.

V rámci budoucích dotačních titulů lze očekávat pokračování podpory technologií pro přímou aplikaci organických hnojiv přímo do půdy.

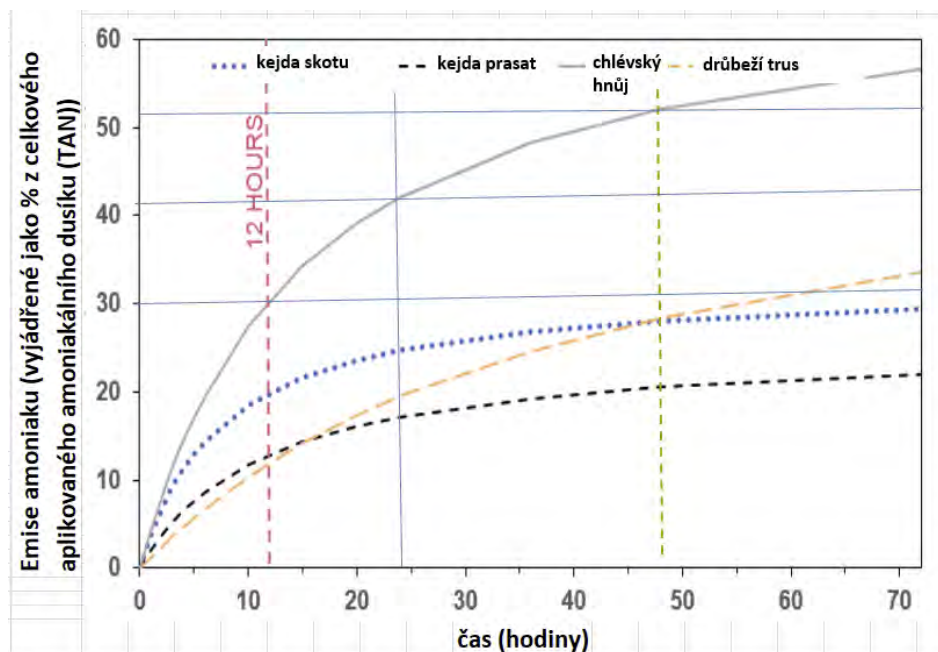
Dle strukturálního šetření provedeného ČSÚ v roce 2016 a zveřejněného v roce 2017, byla situace ve využití nízkoemisních technologií aplikace statkových a organických hnojiv dle tab. 3.

Tab. 3. Spotřeba statkových hnojiv podle typu aplikace
Manure consumption by application technique

Zemědělství celkem		Agriculture, total	
	Zemědělské subjekty <i>Agricultural holdings</i>	Spotřeba statkových hnojiv (t) <i>Manure applied</i>	
Typ aplikace statkových hnojiv			Manure application techniques
plošný rozstřik / rozmetání			<i>Broadcast</i>
bez zapravení	6 656	2 791 991	<i>No incorporation</i>
zapravení do 4 hodin	1 564	1 591 009	<i>Incorporation within 4 hours</i>
zapravení v rozmezí 4 až 24 hodin	7 243	9 011 802	<i>Incorporation between 4 and 24 hours</i>
pásová aplikace			<i>Band-spread</i>
vlečené hadice	317	2 259 656	<i>Trailing hose</i>
vlečené botky	40	164 264	<i>Trailing shoe</i>
injektáž			<i>Injection</i>
mělká	59	346 911	<i>Shallow / open-slot</i>
hluboká	28	219 637	<i>Deep / closed-slot</i>
			podíl v %

Z prezentovaných čísel je patrné, že již v roce 2016 bylo cca 28 % statkových hnojiv aplikováno a zapraveno do půdy během 4 hodin po jejich aplikaci na půdu, tzn. se 60% snižujícím efektem na emise amoniaku. Dalších 55 % statkových hnojiv bylo prokazatelně aplikováno a zapraveno do půdy do 24 hodin od jejich aplikace na povrch půdy, kde snižující efekt představuje cca 30 %. Novější data zatím nejsou k dispozici.

Na obr. 29 je zobrazen časový průběh tvorby emisí amoniaku pocházejících z jednotlivých typů statkových hnojiv od jejich aplikace na zemědělskou půdu. Jak je z obrázku patrné, k největším ztrátám dusíku ve formě amoniaku dochází u pevných statkových hnojiv – chlévského hnoje. Současná, legislativou stanovená povinnost je zapravit pevná hnojiva do půdy do 48 hodin.



Zdroj: Rothamsted Research

Obr. 29: Průběh tvorby emisí amoniaku v čase po aplikaci jednotlivých typů statkových hnojiv na zemědělskou půdu

Doporučení uvedené v příloze III., části 2, odstavci A, bodem 4 Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2016/2284 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, zní „Členské státy mohou emise amoniaku ze statkových hnojiv snížit prostřednictvím těchto postupů: a) snížením emisí z použití tekutých a pevných statkových hnojiv na orných půdách a travinných porostech pomocí metod, které ve srovnání s referenční metodou popsanou v metodickém dokumentu pro amoniak sníží emise při nejmenším o 30 %, přičemž je třeba dodržet tyto podmínky: iv) zapravovat pevná a tekutá statková hnojiva používaná na orných půdách do půdy do čtyř hodin od nanesení“.

Legislativním zkrácením času nutného pro zapravení pevných statkových a organických hnojiv např. do 24 hodin od jejich aplikace na půdu by sice nebylo v souladu se stanoviskem Směrnice, nicméně dle vyhodnocení výše uvedeného grafu by tímto opatřením a zkrácením doby bylo legislativně zaručeno potenciálně možné snížení ztráty amoniakálního dusíku z pevných statkových hnojiv o cca 10 % oproti současnému stavu. Spolu s tímto opatřením by mohlo být uplatněno následující stanovisko Směrnice.

Dle bodu přílohy III., části 2, odstavce C, který zní „Předcházení dopadům na malé zemědělské podniky při přijímání opatření popsaných v oddílech A a B Členské státy zajistí, aby byly plně zohledněny dopady na malé a nejmenší zemědělské podniky. Členské státy například mohou malé a mikro zemědělské podniky z uvedených opatření vyjmout, pokud je to z hlediska použitelných závazků na snížení emisí možné a přiměřené“.

Např. dle Metodického pokynu MZe č. 6/2016, kterým se vymezují některé pojmy podle přímo použitelných předpisů Evropské unie (č.j. 61013/2016-MZE-17252), je malý zemědělský podnik (čl. 39 nařízení Komise (ES) č. 889/2008) definován jako „jedná se o podnik, který nechová více než 20 ks dojnic nebo krav bez tržní produkce mléka a zároveň nechová více než 50 ks všech kategorií skotu“.

V tab. 4 je uveden počet hospodářství a počet chovaných zvířat, chovaných na farmách v rozdělení dle jejich velikosti. Velikost hospodářství vyjadřuje počet chovaných kusů skotu.

Tab. 4 Chovaný skot podle hospodářství k 1. 1. 2012 (zdroj MZe)

Velikost hospodářství	Počet hospodářství	Počet chovaných zvířat
1- 100	15058	232631
101 - 200	1202	173843
201 - 300	633	155687
301 - 400	461	160166
401 - 500	300	133948
501 - 600	216	118332
601 - 700	155	100577
701 - 800	98	72690
801 - 900	72	60706
901 - 1000	46	43756
Nad 1001	79	98774
Celkový součet	18320	1351110

Podíl chovů skotu s velikostí 1 – 100 ks představuje cca 17 % podíl na celkovém počtu chovaných zvířat. U těchto podniků by bylo možné upustit od zavedení přísnějších snižujících opatření.

V tab. 5 je uveden počet hospodářství a počet chovaných zvířat, chovaných na farmách v rozdělení dle jejich velikosti z roku 2019. Velikost hospodářství vyjadřuje počet chovaných kusů skotu. Z porovnání obou tabulek lze zjistit, že se mezi léty 2012 a 2019 snížil celkový počet zemědělských podniků s chovem skotu. Pokud by od povinností rychlejšího zapravování chlévského hnoje do půdy byly vyloučeny podniky s počty do 50 kusů skotu, které představují cca 79 % všech zemědělských podniků, tato povinnost by zbyla na cca 21 %

zemědělských podniků. Těchto 21 % zemědělských podniků (celkem 3847 podniků) ovšem chová 91 % skotu v ČR.

Tab. 5 Počet zemědělských podniků, počet chovaných kusů (zdroj ČMSCH, a.s.)

Počet skotu (kusů)	Zemědělské podniky		
	n	%	skotu %
1–10	9 421	51,9	2,0
11–50	4 857	26,8	7,0
51–200	2 250	12,4	12,6
201–500	708	3,9	12,9
501–1 000	453	2,5	18,2
Nad 1 000	463	2,5	47,3
Celkem	18 152	100,0	100,0

Pramen: ČMSCH, a. s., stav k 31. 12. 2019

Zcela novým, v ČR doposud nikdy neodzkoušeným způsobem omezování emisí amoniaku je její okyselování. Jak již bylo zmíněno výše, pro realizaci tohoto opatření musí být k dispozici vhodná aplikační technika, která je již běžně na trhu dostupná. V Dánsku je používána již od roku 2010 a její účinnost na snižování emisí amoniaku byla prokázána mnoha studiemi. Tato technologie vykazuje vysoký snižující potenciál, o jehož využití jsou přesvědčeni i v okolních státech ČR, zejména v Německu.

7 Omezování emisí amoniaku z aplikace minerálních hnojiv

7.1 Úvod

Nejvíce emisí amoniaku pochází z chovů hospodářských zvířat a aplikace statkových a organických hnojiv. Nicméně ztráty dusíku po aplikaci minerálních hnojiv jsou rovněž nezanedbatelným zdrojem emisí amoniaku do ovzduší. Výše emisí amoniaku je závislé na použitém typu minerálního hnojiva. Obecně lze říci, že u hnojiv na bázi dusičnanu amonného je ztráta celkového dusíku ve formě amoniaku nízká, pohybující se v rozmezí 0,5 – 5 %. U močoviny se ztráty dusíku ve formě amoniaku pohybují v rozmezí 5 – 40 % v závislosti na počasí během aplikace a půdních podmínkách. Ztráty dusíku pocházejících z aplikace kapalných minerálních hnojiv obsahujících dusičnan amonný a močovinu se pohybují v intervalu výše uvedených hodnot. Přechod od aplikace močoviny k aplikaci dusičnanu amonného může přinášet podstatné snížení emisí amoniaku.

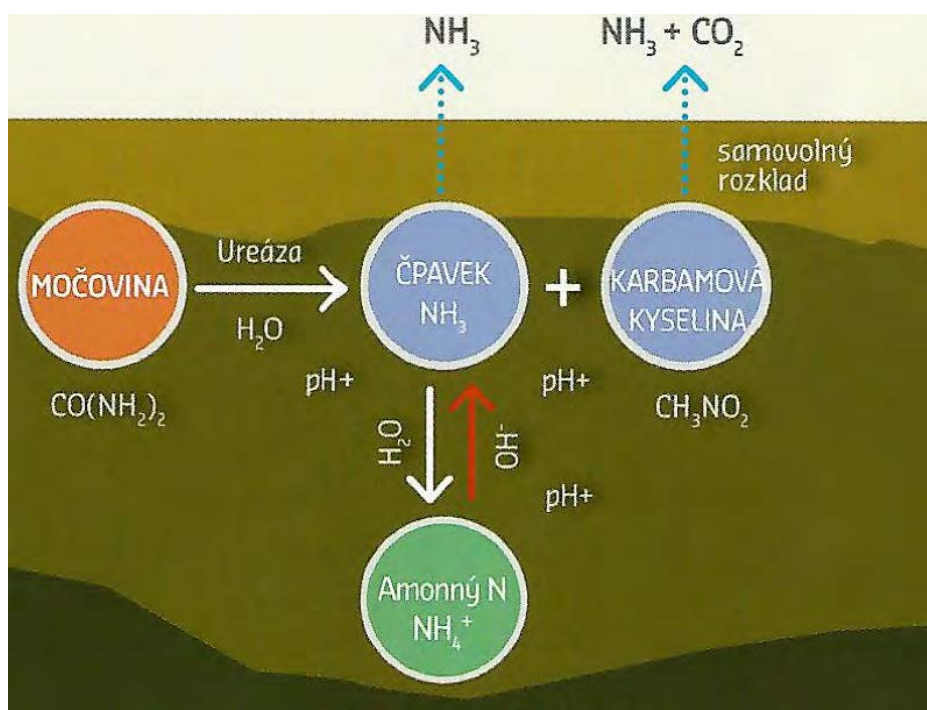
Veškerá aplikace minerálních hnojiv by měla být založena na plánech hnojení jednotlivých pěstovaných plodin, zahrnující údaje o obsahu živin v půdě o množství a vlastnostech aplikovaných statkových a organických hnojiv. Stejně jako v případě statkových a

organických hnojiv, tak i minerální hnojiva by měla být aplikována pouze za vhodného počasí a vhodných půdních podmínek a na základě požadavků pěstovaných plodin. Aplikční technika by měla být pravidelně udržována, kalibrována a testováno její aplikační ústrojí k zajištění efektivní distribuce a přesného dávkování živin.

Za referenční způsob aplikace minerálních hnojiv se považuje plošné rozmetání minerálních hnojiv na povrch půdy bez jejich následného zapravení do půdy.

7.2 Močovina

Močovina s obsahem 46 % dusíku patří k hnojivům s nejvyšší koncentrací živin. K jejímu využití pro výživu rostlin musí nejprve dojít k její přeměně pomocí enzymu ureázy běžně přítomného v půdě. Při této přeměně je močovina rozložena na amoniak (NH_3) a kyselinu karbamovou, které se pak dále samovolně rozkládá na amoniak (NH_3) a oxid uhličitý (CO_2). Tím dále dochází k produkci plyných emisí do ovzduší. Na obr. 30 je schematicky zobrazen rozklad močoviny v půdě. K aplikaci močoviny by nemělo docházet na lehkých písčitých půdách kvůli nízkému obsahu jílu, který je schopen vázat vznikající amoniak. K aplikaci močoviny by nemělo docházet rovněž na trvalé travní porosty nebo ornou půdu v suchém období, na posklizňové zbytky, na půdu po vápnění, na půdu, na kterou byla právě aplikována organická hnojiva.



Zdroj: Fertilisers Europe

Obr. 30: Schéma rozkladu močoviny v půdě

Dle Kodexu správné zemědělské praxe pro aplikaci močoviny (zpracovaný Fertiliser Europe), je doporučeno nejprve pro aplikaci základní dávky hnojiva využít podpovrchový způsob aplikace močoviny nebo její zapravení do půdy během zpracování půdy před setím. Následně je doporučeno při přihnojení plodin využít močovinu potaženou polymerem nebo močovinu s inhibitorem ureázy.

7.3 Nízkoemisní způsoby aplikace močoviny

Pro omezování emisí amoniaku z aplikace močoviny by měly být dodržovány následující postupy:

- a) Přechod od využívání močoviny k využívání hnojiv na bázi dusičnanu amonného. Obecně, toto opatření může přinášet až 90% snížení emisí amoniaku. Negativním vedlejším efektem může být nárůst emisí N_2O .
- b) Aplikace močoviny by měla být plánována na období kdy je půda vlhká, před očekávanými dešťovými srážkami a v období studeného průběhu počasí. Pokud je to možné, pak by měla být okamžitě po její aplikaci zapravena do půdy. Zapravení močoviny snižuje emise amoniaku v rozmezí 50 - 80 %. Opatření pochopitelně nelze uplatnit v případě plošné povrchové aplikace do porostu např. obilovin nebo na travní porosty. Lze jej ovšem uplatnit při přípravě seťového lůžka nebo při hnojení do meziřádků. Na obr. 31 je vyobrazena technika pro přímou podpovrchovou aplikaci granulovaných minerálních hnojiv během meziřádkové kultivace porostu. Na obr. 32 je uveden příklad podpovrchové aplikace granulovaných minerálních hnojiv během výsevu obilovin. Na obr. 33 je zobrazen příklad podpovrchové aplikace tekutých minerálních hnojiv do meziřádků pěstované plodiny.



Zdroj: <http://www.agricoletech.cz>

Obr. 31: Technika pro přímou aplikaci granulovaných minerálních hnojiv během kultivace porostu



Zdroj: <https://www.horsch.com>

Obr. 32: Technika pro přímou aplikaci granulovaných minerálních hnojiv během setí obilovin



Zdroj: <https://www.umequip.com>

Obr. 33: Technika pro přímou aplikaci tekutých minerálních hnojiv do porostu

- c) Přímá podpovrchová aplikace močoviny do půdy nebo její zapravení po aplikaci na povrch půdy významně přispívá ke snižování emisí amoniaku. Přímá podpovrchová aplikace močoviny umožňující dosáhnout snížení emisí amoniaku až o 90 % je mnohem efektivnější způsob než její mělké zapravování, např. diskovými podmítači, neboť při zapravování může část aplikovaných granulí stále zůstat na povrchu půdy. Nárůst pH a s tím spojené efekty lze snížit použitím produktů se zpomalenou hydrolýzou močoviny nebo použitím inhibitorů ureázy. Na obr. 34 je vyobrazena technika pro přímou aplikaci granulovaných minerálních hnojiv během kypření půdy po sklizni.



Zdroj: <https://www.farmet.cz>

Obr. 34: Technika pro přímou aplikaci granulovaných minerálních hnojiv během kypření půdy po sklizni

- d) Využití močoviny s inhibitory ureázy může přinášet snížení emisí amoniaku až o 70 % u pevné formy močoviny a až o 40 % u tekuté formy močoviny. Inhibitory ureázy zpomalují aktivitu enzymu ureázy a tím proces přeměny močoviny do doby, než je následně vlivem srážek proplavena do hlubších vrstev půdy. Toto zpomalení hydrolýzy močoviny je provázeno nepatrným nárůstem pH v místě aplikovaných granulí, což vede ke snižování emisí amoniaku.
- e) Využití závlahových systémů a aplikace minimálně 5 mm vody ihned po aplikaci močoviny podpoří její adsorpci do půdy, což vede ke snížení emisí amoniaku o 40 – 70 %.
- f) Močovina potažená polymerem představuje hnojivo s pomalu uvolnitelnou močovinou. Snížení emisí amoniaku může být až 30 %.

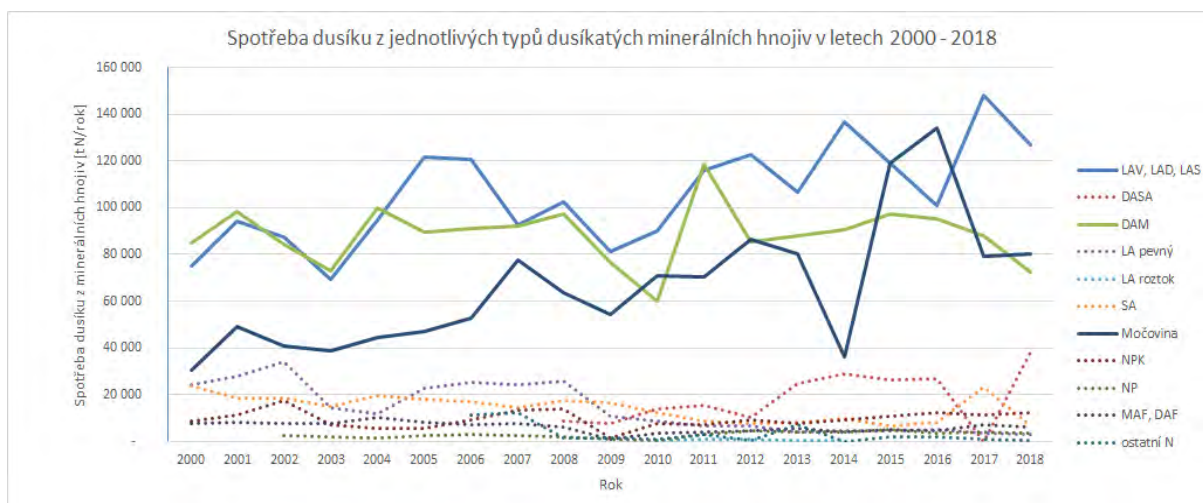
7.4 Síran a fosforečnan amonný

Pokud není možnost okamžitého zapravení pod povrch půdy, tak hnojiva na bázi síranu nebo fosforečnanu amonného by neměla být vůbec aplikována na povrch vápenatých půd s pH vyšším než 7,5. Pro aplikaci těchto hnojiv lze využít všechny výše popsané způsoby aplikace jako u močoviny.

7.5 Situace v České republice v oblasti opatření pro snižování emisí amoniaku z aplikace minerálních hnojiv

V oblasti zavádění opatření pro omezování emisí amoniaku z aplikace minerálních hnojiv nebyly v ČR doposud legislativně zavedeny žádné povinnosti. Od roku 2015, kdy byl v rámci aktivit UNECE prezentován aktualizovaný Rámcový kodex správné zemědělské praxe pro omezování emisí amoniaku, ve kterém byly publikovány nové opatření pro omezování emisí amoniaku z aplikace minerálních hnojiv, byl pečlivě monitorován vývoj jejich spotřeby a zejména vývoj spotřeby jednotlivých typů minerálních hnojiv. Každé minerální hnojivo má svůj specifický emisní faktor, přičemž nejvyšší emisní faktor vykazuje močovina. U každého minerálního hnojiva se v rámci výpočtu celkových národních emisních bilancí amoniaku sleduje i jejich emisní příspěvek na celkovém množství.

Na obr. 35 je zobrazen vývoj spotřeby jednotlivých typů minerálních hnojiv od roku 2000 do roku 2018. Z obrázku je zřejmé, že nejvýznamnějšími zdroji dusíku pro výživu rostlin v ČR jsou minerální dusíkatá hnojiva na bázi dusičnanů (ledků – LAV, LAD, LAS), močoviny a vodného roztoku dusičnanu amonného a močoviny (DAM). Využití ostatních minerálních hnojiv je marginální. Podíly spotřebovaných hnojiv se každoročně mění v závislosti na vývoji tuzemských cen hnojiv a jejich importu ze zahraničí. Nestabilita vývoje spotřeby zejména močoviny a její významné propady a nárůsty v posledních sedmi letech způsobené situací na trhu, není možné z hlediska plnění závazných emisních stropů podcenit.



Zdroj: Mze ČR

Obr. 35: Vývoj spotřeby dusíku z jednotlivých typů minerálních hnojiv mezi roky 2000 – 2018

V roce 2016 byla provedena analýza vývoje spotřeby močoviny s inhibitory ureázy. Inhibitory ureázy mají při hnojení močovinou významný vliv na omezení ztrát únikem amoniaku, zvyšují využití dusíku rostlinami a zlepšují transport dusíku z povrchu půdy ke kořenům rostlin. Dosud nejúčinnější a nejvíce používaný inhibitor ureázy je N-(n-butyl)

thiophosphorictriamide (NBPT), který je obsažen také v hnojivech (UREA^{stabil}) a přípravcích (StabilureN, Maxien) používaných v ČR.

Již v roce 2016 bylo doloženo, že hnojiva s inhibitory ureázy byly používány na cca 20 – 25 % výměry orné půdy ČR. V tab. 6 je uvedeno množství aplikovaných minerálních dusíkatých hnojiv s inhibitory ureázy v průběhu let 2006 – 2015.

Tab. 6 Množství aplikovaných minerálních dusíkatých hnojiv s inhibitory ureázy

rok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
výměra (tis. ha)	3	30	65	170	230	320	510	480	560	610
aplikované množství minerálních hnojiv (t)	600	6 000	13 000	34 000	46 000	64 000	102 000	96 000	112 000	122 000
aplikované množství N (t)	276	2 760	5 980	15 640	21 160	29 440	46 920	44 160	51 520	56 120

Na základě výše uvedených skutečností byla v roce 2018 zahájena příprava legislativních změn zaměřená na zavedení opatření pro snižování emisí amoniaku z aplikace minerálních hnojiv. Prostřednictvím navržené novelizace vyhlášky č. 377/2013 Sb., v § 7 odst. 4, který zní *„Močovina jako hnojivo smí být aplikována pouze v případě, je-li do ní přidán inhibitor ureázy způsobem a v dávce uvedené v příbalovém letáku nebo na schválené etiketě. To neplatí, je-li okamžitě zapracována do půdy nebo aplikována v roztoku“*, by mělo dojít prostřednictvím legislativních opatření k vyloučení nesprávného používání močoviny, vedoucího k nadbytečné produkci emisí amoniaku.

8 Seznam použitých zdrojů

- 1) Nutrient Management | Mosaic Crop Nutrition. Crop Nutrition From The Mosaic Company / Micronutrients, Performance Fertilizers and More [online]. Copyright © [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: <https://www.croptonutrition.com/nutrient-management>
- 2) Best Management Practices And Considerations - Fertiliser. Fertiliser Association of New Zealand [online]. Copyright © 2018 Fertiliser Association of New Zealand [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: <https://www.fertiliser.org.nz/Site/code-of-practice/best-management-practices-considerations/>
- 3) Air quality in Europe — 2018 report. [online]. Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2018>
- 4) Task Force on Reactive Nitrogen [online]. Copyright © [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: http://www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/GD_informal_WGSR_47.pdf
- 5) Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone - Air Pollution - Environmental Policy - UNECE. [online]. Copyright © United Nations Economic

- Commission for Europe [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: https://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.html
- 6) SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2016/2284 ze dne 14. prosince 2016 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, o změně směrnice 2003/35/ES a o zrušení směrnice 2001/81/ES. EUR-Lex — Access to European Union law — choose your language [online]. Copyright © [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L2284&from=CS>
 - 7) SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES. EUR-Lex — Access to European Union law — choose your language [online]. Copyright © Ig [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=LV>
 - 8) SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, EVROPSKÉ RADĚ, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ - Zelená dohoda pro Evropu (Green deal for Europe). EUR-Lex — Access to European Union law — choose your language [online]. Copyright © f [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0010.02/DOC_1&format=PDF
 - 9) R.D., Lord, E., Misselbrook, T., Rollett, A.J., Sagoo, E., Smith, K.A. and Thorman, R.E., 2013. An enhanced software tool to support better use of manure nutrients: MANNER-NPK. Soil Use and Management, 29(4), pp.473-484.
 - 10) United Nations Economic Commission for Europe Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions [online]. © Copyright United Nations Economic Commission for Europe, 2015 [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/lrtap/Publications/Ammonia_SR136_28-4_HR.pdf
 - 11) BITTMAN, S., M. DĚDINA, C.M.HOWARD, O. OENEMA a M.A. SUTTON, (eds). 2014. Options for Ammonia mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen. Centre for Ecology and Hydrology Edinburgh, UK. 83 s. ISBN: 978-1-906698-46-1. Task Force on Reactive Nitrogen [online]. Copyright © [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: http://www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/AGD_final_file.pdf
 - 12) Top 5 Best Nitrogen Management Practices - Superior Ag. Home - Superior Ag [online]. Copyright © 2019 Superior Ag Cooperative [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: <https://www.superiorag.com/superior-ag-blog/february-2019/top-5-best-nitrogen-management-practices>

- 13) Rothamsted Research after Nicholson, F.A., Bhogal, A., Chadwick, D., Gill, E., Gooday, vii AHDB Dairy, 2016. Effect of dietary crude protein and starch concentration on milk production, health and reproduction in early lactation dairy cows. Report prepared for Agriculture and Development Board Dairy by Sinclair, K.D., Homer, E.M., Wilson, S., Mann, G.E., Garnsworthy, P.C. and Sinclair, L.A. University of Nottingham and Harper Adams University.
- 14) Code of Good Agricultural Practice (COGAP) for Reducing Ammonia Emissions [online]. Copyright © [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/729646/code-good-agricultural-practice-ammonia.pdf
- 15) About the project – Baltic Slurry Acidification. Baltic Slurry Acidification [online]. Dostupné z: <http://baltic-slurry.eu/about-the-project/>
- 16) Forecast of food, farming and fertilizer use in the European Union 2017-2027. Home - Fertilizers Europe [online]. Copyright © [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: <https://www.fertilizerseurope.com/wp-content/uploads/2018/01/Forecast.pdf>
- 17) Code of Best Agricultural Practice - Urea. Home - Fertilizers Europe [online]. Copyright © [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: https://www.fertilizerseurope.com/wp-content/uploads/2019/08/GAP_UREA_A5.pdf
- 18) Milking and Lactation [online]. Holsteinfoundation Copyright © [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: http://www.holsteinfoundation.org/pdf_doc/workbooks/Milking_Lactation_Workbook.pdf
- 19) BELÁKOVÁ, K., I. DVOŘÁKOVÁ, V. DVOŘAN, H. HNILICOVÁ, P. MACHÁLEK, J. ŠMEJDÍŘOVÁ, M. DĚDINA, J. DUFEK, H. GEIPLOVÁ, M. MODLÍK, V. NEUŽIL a L. PELIKÁN. /Czech informative inventory report 2019. Emission inventories from the base year of the protocols to year 2017/. Praha, ČHMÚ 2019. 116 s. CDR [online]. Copyright © [cit. 21.11.2020]. Dostupné z: https://cdr.eionet.europa.eu/cz/un/clrtap/iir/envxkxacq/CZ_informative_inventory_report_2019_final.pdf
- 20) DĚDINA, M., JELÍNEK, A., MAŠÁTOVÁ, R., ABRHAM, Z. (2012): Evaluační studie aplikace BAT u zařízení v kategorii průmyslových činností č. 6.6 dle zákona o integrované prevenci. Zpráva projektu MŽP ČR. Praha, 52 s.
- 21) KLÍR, J., DĚDINA, M. (2013): Validace stávajících emisních faktorů amoniaku s využitím nových poznatků výzkumu o vlivu technologických změn v chovech hospodářských zvířat

- na obsah živin ve statkových hnojivech a na ztráty dusíku emisemi amoniaku. Zpráva projektu MZe ČR č. 1085-2013-17221. Praha, 27 s.
- 22) DĚDINA, M., RŮŽEK, P. (2016): Stanovení podílu nízkoemisních aplikací hnojiv. Zpráva za projekt MZe ČR č. 543-2016-17221. Praha, 53 s.
- 23) DĚDINA, M., KRISOVÁ, M. (2016): Metodický pokyn odboru ochrany ovzduší „k zařazování chovů hospodářských zvířat podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, k výpočtu emisí znečišťujících látek z těchto stacionárních zdrojů a k seznamu technologií snižujících emise z těchto stacionárních zdrojů“. Ministerstvo životního prostředí [online]. Copyright ©m9 [cit. 23.11.2020]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/chov_hospodarskych_zvirat_metodicky_pokyn/\\$FILE/000-MP_chovy-20180216.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/chov_hospodarskych_zvirat_metodicky_pokyn/$FILE/000-MP_chovy-20180216.pdf)
- 24) Bucek, P., Kučera, J., Syrůček, J.: Ročenka chovu skotu v České republice - Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2019. ČMSCH, a.s. [online]. Copyright © [cit. 23.11.2020]. Dostupné z: <https://www.cmsch.cz/getmedia/4473fb48-7419-4836-944b-2f58e8033310/Rocenka-chovu-skotu-v-Ceske-republice-za-rok-2019.aspx?disposition=attachment>
- 25) Aktualizace Strategie financování implementace směrnice Rady 91/676/EHS o ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů (nitratová směrnice) schválená vládou ČR dne 8. 6. 2020 čj. 579/20
- 26) Draft Guidance Document on Integrated Sustainable Nitrogen Management (2020). TFRN. 174 s.