

22. 6. 2022 (Holovousy)

Bilancování živin a organické hmoty

Jan Klír

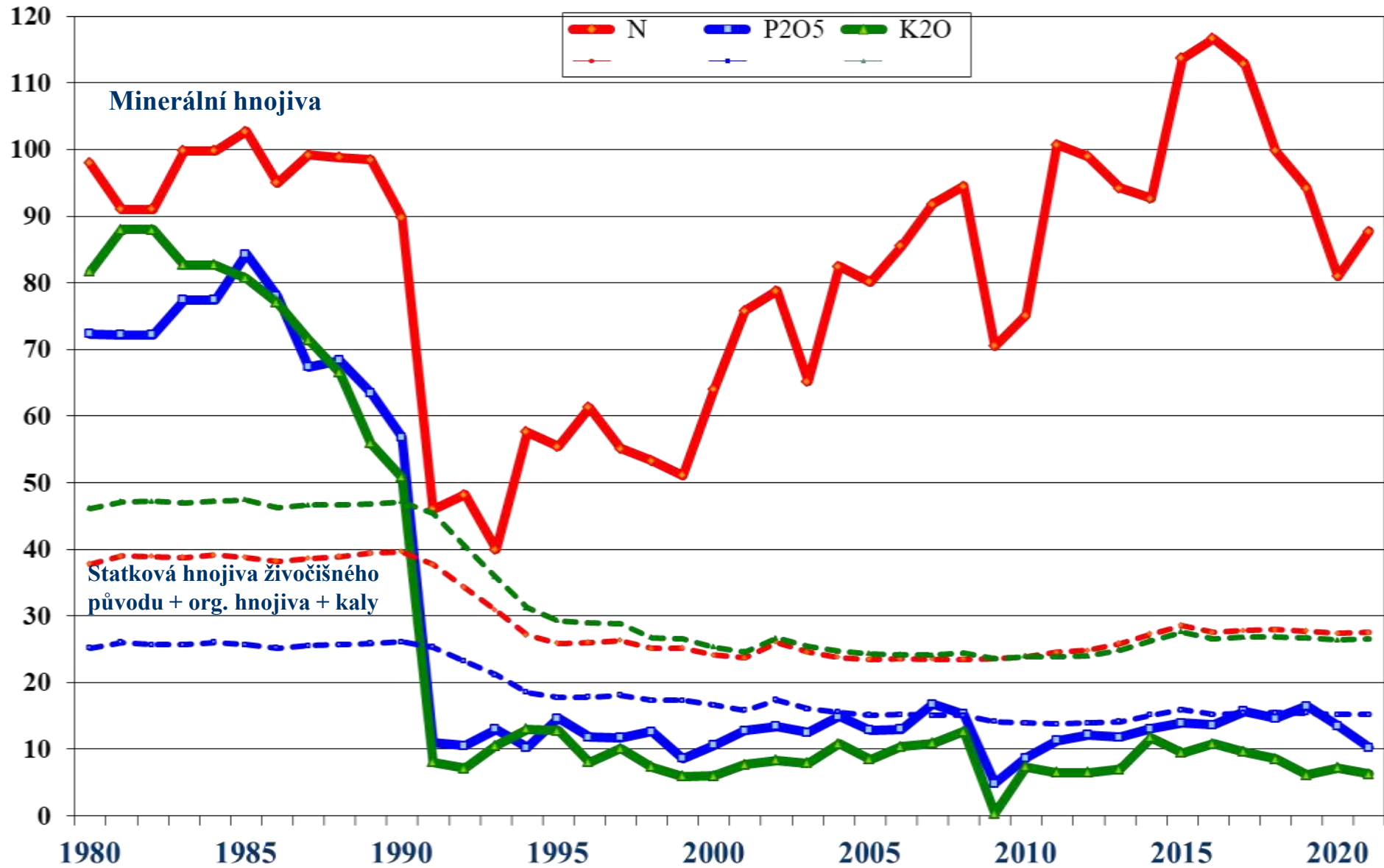


tel. 603 520 684, klir@vurv.cz

www.vurv.cz, www.nitrat.cz

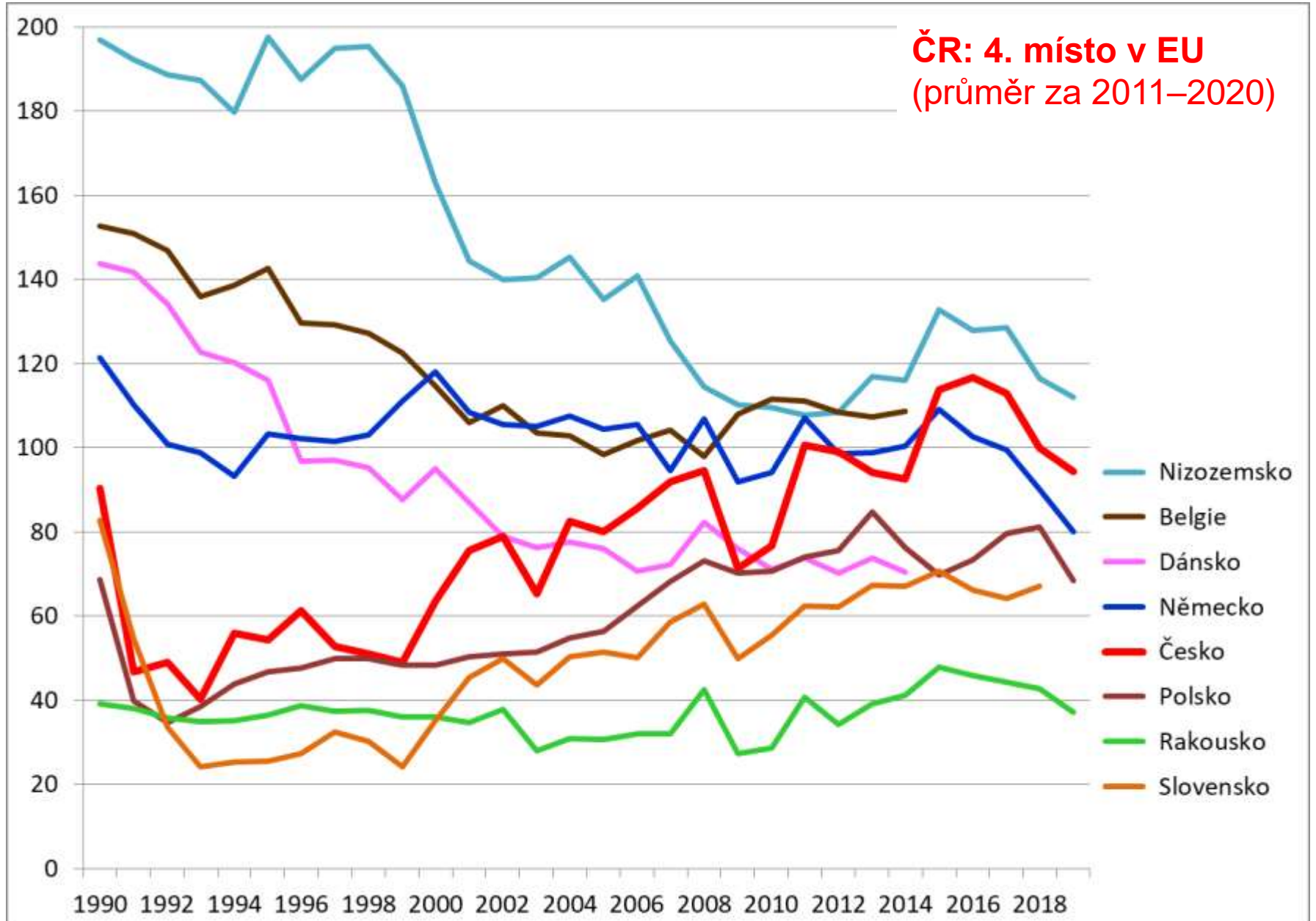
Průměrný přívod živin do půdy v ČR hnojením

(v kg č.ž. na 1 ha využívané z.p. podle ČSÚ a MZe: 3,5 mil. ha v kalendářním roce 2021)

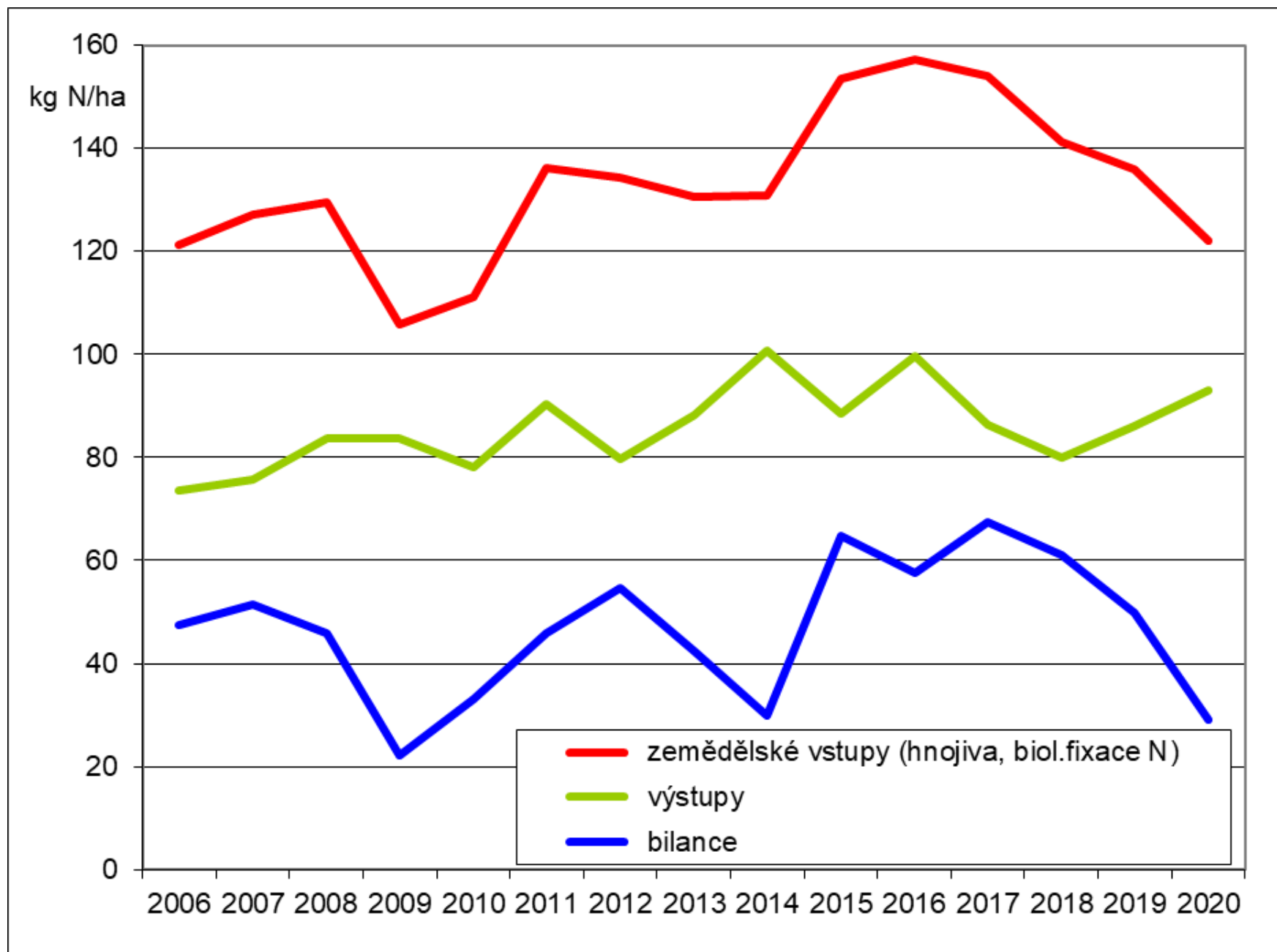


Zdroj: MZe (minerální hnojiva); VÚRV, v.v.i. (statková hnojiva = živiny v exkrementech; digestát...)

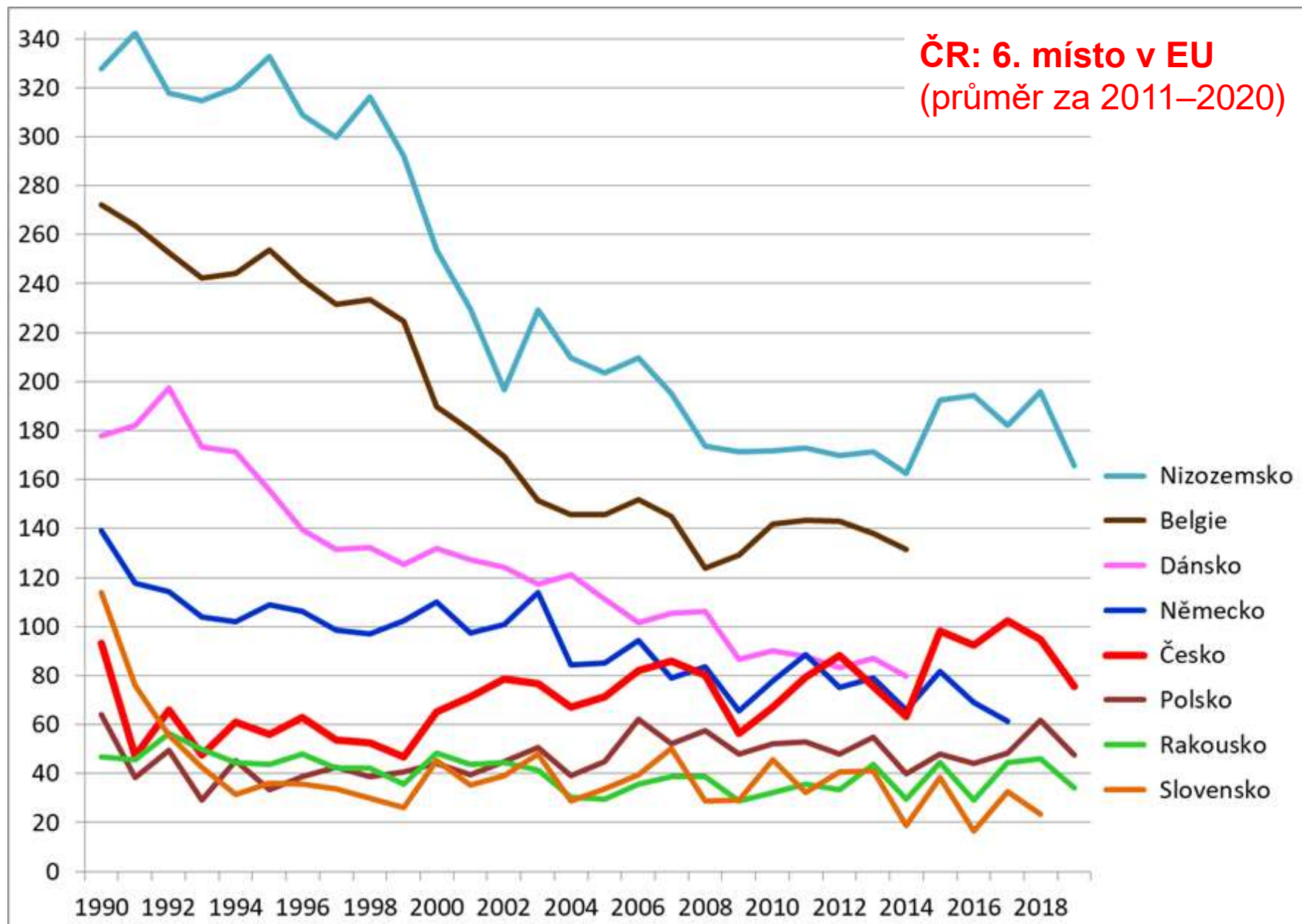
Přívod N v minerálních hnojivech (EUROSTAT 2021, kg N/ha)



Vývoj zemědělské bilance dusíku v ČR (2006–2020)



GNB (=IN-OUT): hrubá bilance N (EUROSTAT 2021, kg N/ha)



Report Evropské komise (NS 2016–2019)

- **Zpráva Komise Radě a EP o provádění směrnice Rady 91/676/EHS za období 2016–2019 (zveřejněno 11. 10. 2021)**
 - odkazy (ze spuštěné prezentace): [zpráva \(v češtině\)](#) a [nážorný prohlížeč](#)
 - cca 81 % vstupu zemědělského N do vodních systémů a 87 % amoniaku ze zemědělských emisí do atmosféry pochází ze živočišné výroby
 - **největší intenzita chovu (DJ/ha):** Nizozemsko (3,8; od r. 2013 stoupá), Malta (2,9; od r. 2010 klesá), Belgie (2,8; od r. 2005 stejná)
 - **státy s vysokým podílem eutrofních vod:** **ČR**, Finsko, Dánsko, Lucembursko, Belgie, Německo, Lotyšsko, Polsko
 - **špatná jakost vody na celém území, systematický problém se zvládáním úniků živin:** Belgie (Flandry), **ČR**, Dánsko, Finsko, Lotyšsko, Lucembursko, Maďarsko, Malta, Německo, Nizozemsko, Polsko, Španělsko
 - **za účelem dosažení cílů nitrátové směrnice musí okamžitě přijmout další kroky:** Belgie, **ČR**, Lucembursko, Nizozemsko, Německo, Španělsko

Příklad: bilance dusíku a kvalita vody (Report EK, 2021)

Česká republika (průměr 2016–2019)

3,5 mil. ha využívané z.p., **0,5 DJ/ha**

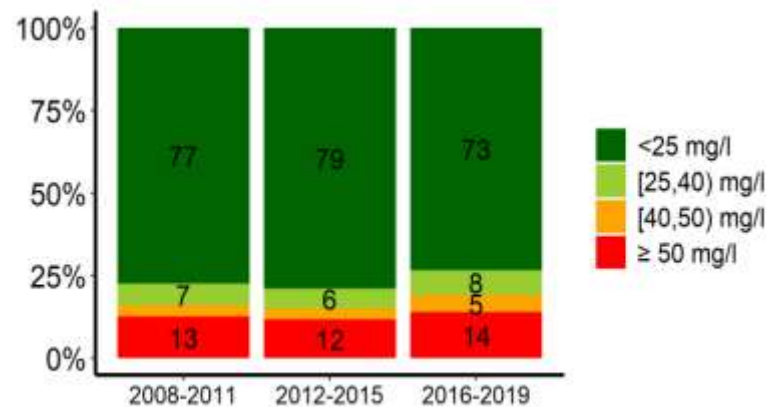
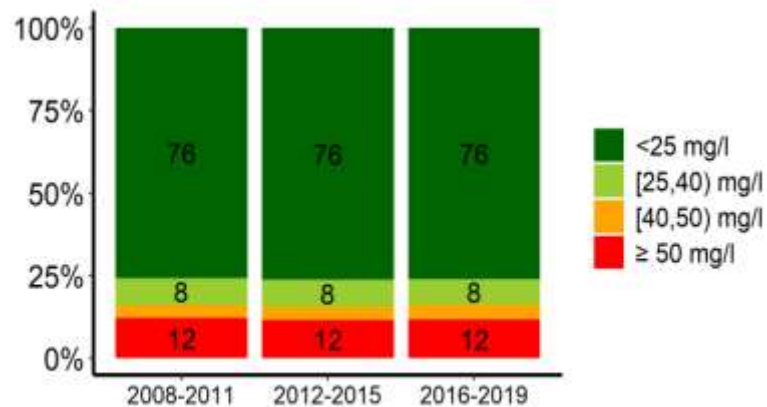
bilance hrubá/čistá: **94 / 75 kg N/ha**

Nizozemsko (průměr 2016–2019)

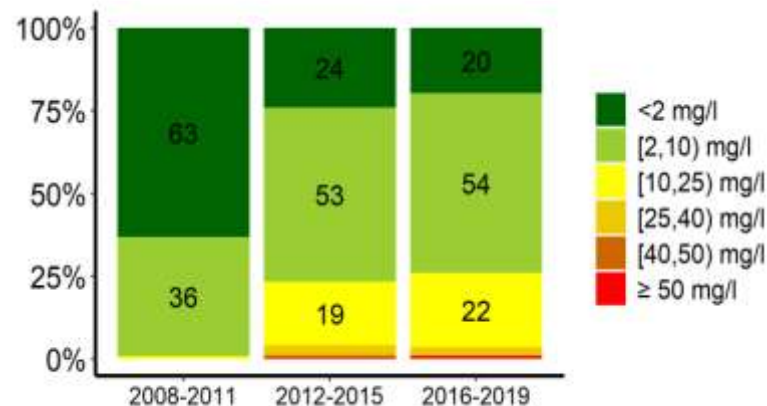
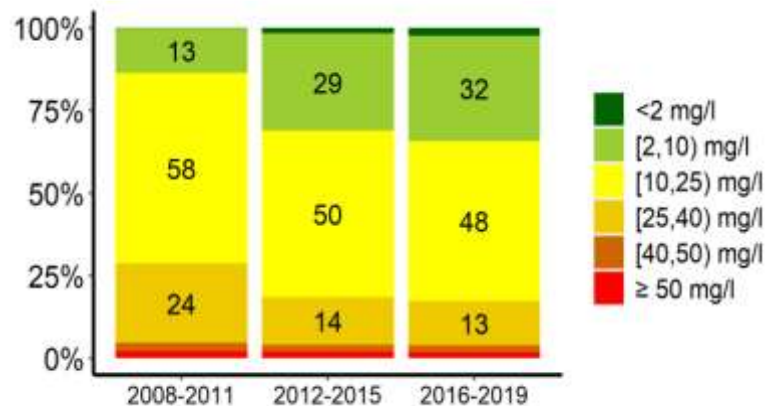
1,8 mil. ha využívané z.p., **3,8 DJ/ha**

bilance hrubá/čistá: **191 / 125 kg N/ha**

Podíl monitorovacích bodů dle průměrného obsahu dusičnanů (mg NO₃/l) – **podzemní vody**



Podíl monitorovacích bodů dle průměrného obsahu dusičnanů (mg NO₃/l) – **povrchové vody**



Bilance dusíku ve zranitelných oblastech

- **Zavedena v rámci 5. akčního programu (platí od 1. 7. 2020)**
 - **podrobnosti na www.nitrat.cz**
 - metodika "Hospodaření ve zranitelných oblastech – 5. akční program...,,
 - aplikace pro výpočet bilance N (a současně i P a K) – program v Excelu
 - povinnost pro zemědělský závod o výměře 30 a více hektarů zemědělské půdy (mimo vinice, chmelnice atd.)
 - bilance N se počítá v průměru celého závodu, i když je v ZOD zařazen jen částečně
 - do bilance se nepočítají plochy, hnojení ani výnosy ve vinicích, chmelnicích, školkách, ovocných sadech, sklenicích, fóliovnících, pařeništích a porostech jahod, okrasných rostlin, rychle rostoucích dřevin a vánočních stromků
 - z hlediska přívodu a odběru dusíku se nehodnotí pastva
 - prům. obsahy živin v rostlinných produktech (příl. č. 5 k NV č. 262/2012 Sb.)

Bilance dusíku ve zranitelných oblastech

- **spotřeba hnojiv:** za hospodářský rok **2020/2021** (1. 7. 2020 – 30. 6. 2021)
- **plochy, sklizně:** kalendářní rok **2021** (= *kalendářní rok, ve kterém hospodářský rok končí*), plodiny dle JŽ 2021 (+ další plodiny na stejném DPB)
- **na rozdíl od nové elektronické evidence se bilance N nikam neposílá**
- povinnost prvního výpočtu bilance N byla **do 31. 12. 2021**
- **od ledna 2022** tedy kontrola již mohla vyžadovat **předložení výpočtu bilance N** (vyplněné tabulky č. 1 až 4 v příloze č. 5, nebo el. forma výpočtu); dosažený výsledek bilance N kontrola zatím hodnotit nebude, jen zkontroluje způsob výpočtu, porovná vstupy N s evidencí hnojení atd.
- limit bilančního přebytku dusíku je **70 kg N/ha z.p. závodu**, v průměru tří po sobě následujících hospodářských let; **hodnota průměrné bilance za 3 roky** tedy bude poprvé kontrolována až **od začátku roku 2024**
- odpočet N z důvodů neovlivnitelných ztrát výnosů (při poklesu výnosu min. o 30 % proti průměru z posledních 5 let) nebo za výměru zeleniny

Výpočet bilance dusíku – protokol dle § 7a (NV č. 262/2012 Sb.)

Tabulka č. 1

Obchodní závod	ZD Lhota
Hospodářský rok	2020/2021

Tabulka č. 2 Výpočet vstupů a výstupů dusíku (v tunách N za obchodní závod)

Vstupy celkového dusíku			Výstupy dusíku		
č.	Položka	t N	č.	Položka	t N
1.	Minerální hnojiva	211,0	1.	Hlavní sklizňové produkty	268,5
2.	Statková hnojiva, s výjimkou rostlinných zbytků	50,3	2.	Vedlejší sklizňové produkty	8,9
3.	Organická hnojiva	114,0	Celkové výstupy dusíku (B)		277,4
4.	Organominerální hnojiva	0,0			
5.	Upravené kaly	0,0			
6.	Přívod dusíku symbiotickou fixací	61,6			
Celkové vstupy dusíku (A) (součet hodnot v řádcích č. 1 až 6)		436,8			

Tabulka č. 3 Výpočet celkové bilance dusíku (v tunách N za obchodní závod)

č.	Položka	t N
1.	Rozdíl mezi celkovými vstupy dusíku (A) a celkovými výstupy dusíku (B) z tabulky	159,4
2.	Neovlivnitelné ztráty	4,4
Výsledek celkové bilance dusíku (od hodnoty v 1. řádku se odečte hodnota ve 2.)		155,0

Tabulka č. 4 Výpočet průměrné bilance dusíku (v kg N/ha obchodního závodu)

č.	Položka	Hodnota
1.	Započítaná plocha zemědělské půdy (§ 7a) v ha	2 220,0
2.	Výsledek celkové bilance dusíku z tabulky č. 3 v přepočtu na kg N	155 042,2
Výsledek průměrné bilance dusíku v kg N/ha zemědělské půdy (hodnota celkové bilance dusíku ve 2. řádku se vydělí hodnotou v 1. řádku)		69,8

Program pro výpočet bilance dusíku

Bilance dusíku (VÚRV, v.v.i., 2022)

Jednoduchý program (MS Excel) hodnotí bilanci dusíku (a současně i fosforu, draslíku a organické hmoty).

Odkazy:

www.vurv.cz (*Poradenství – Software*)

www.nitrat.cz

Výsledek výpočtu je uveden v **závěrečném protokolu** (k tisku nebo zkopírování). Současně je generován i výstup o spotřebě hnojiv pro vyplňování výkazu **ČSÚ Zem 6-01**.

Půdní organická hmota (POH)

Základní orientační údaje

- na 1 ha je cca 3,0–3,5 tis. tun ornice (do hloubky 20–25 cm)
- při **1,5 % C_{org}** to je cca **50 t C_{org} /ha**, tedy asi **100 t organických látek**
 - z toho je asi 10 %, tj. cca **10 t/ha (\approx 15 krav)** živých organismů (mimo kořenů rostlin)
= **půdní edafon**:
 - houby (5 t/ha)
 - bakterie (2 t/ha)
 - aktinomycety (2 t/ha)
 - zvířata (1 t/ha)
 - hlavní část (cca 90 %) tvoří **kořeny rostlin** a **neživá část** půdní organické hmoty
 - kořenové výměšky (= exudáty)
 - odumřelé zbytky rostlin (uvolněná povrchová pletiva, kořenové vlášení, opad listů, ...), živočichů a mikroorganismů, exkrementy a výměšky živočichů, zbytky po organickém hnojení, a to v různém stupni přeměny a smíšení s minerálním podílem
 - **humus** (stabilní část, doba rozkladu – desetiletí, staletí), tvoří cca **60–80 % POH**

- ročně se v půdě rozloží cca **4,0–4,5 t organických látek (OL/ha)**, záleží na klimatu i „úhlu pohledu“ (v rámci vnitřního koloběhu v půdě to může být i 2x více)
 - rozložené množství primární organické hmoty je třeba průběžně nahrazovat
 - **primární organická hmota** = labilní součást POH, doba rozkladu – dny, měsíce, roky; ovlivnitelná hospodařením na půdě (pěstované plodiny, hnojení, zpracování půdy); měřením obsahu a kvality (C_{hw} , C_{biom} , enzymová aktivita, ...) zjišťujeme vliv opatření
 - = potrava pro mikroorganismy, opt. poměr C : N ve směsi organických látek je cca **25 : 1**, neboť $\frac{2}{3}$ C „prodýchají“, a tím poměr C : N sníží na **8 : 1** (= poměr v mikroorganismech)
 - zhruba **2,0-2,5 t OL/ha** nahradí rostliny kořenovými zbytky a neskliditelnými posklizňovými zbytky (strniště, plevy, pluchy, klasová vřetena, prázdné šešule apod.); návrat organických látek do půdy působením rostlin se obtížně kvantifikuje, může se však jednat o desítky procent z celkového množství rostlinou asimilovaného uhlíku
 - i když samotné minerální hnojení zvyšující výnosy navyšuje i přívod organických látek do půdy, nestačí to pro plnou náhradu rozložených organických látek v množství ani kvalitě
 - zbytek, tedy cca **1,5–2,0 t OL/ha** je třeba dodat hnojením – statková hnojiva živočišného i rostlinného původu (sláma, zelené hnojení, ...), organická hnojiva (digestát), uprav. kaly

Půdní organická hmota

- V půdě se vlivem mikrobiálních aktivit průběžně (sezónní výkyvy) rozkládají organické látky a částečně se zase do půdy doplňují působením rostlin (poutání uhlíku rostlinami z ovzduší ve formě CO_2 při fotosyntéze, s následnou tvorbou složitějších molekul).
- Do půdy se tak vlivem rostlin dostávají různé organické látky, např.:
 - ▣ v době růstu: kořenové výměšky (exudáty), uvolněná povrchová pletiva, odumírající kořenové vlášení, opad listů (např. u řepky),
 - ▣ po sklizni: odumřelé kořeny, neskliditelné rostlinné zbytky (strniště, plevy, pluchy, klasová vřetena, prázdné šesule apod.).
- Rostliny tak přirozeným způsobem nahradí cca polovinu v půdě rozložených organických látek, zbytek je ale třeba dodat cíleným organickým hnojením.

Půdní organická hmota

Podle vlivu lze plodiny na orné půdě rozdělit do několika skupin:

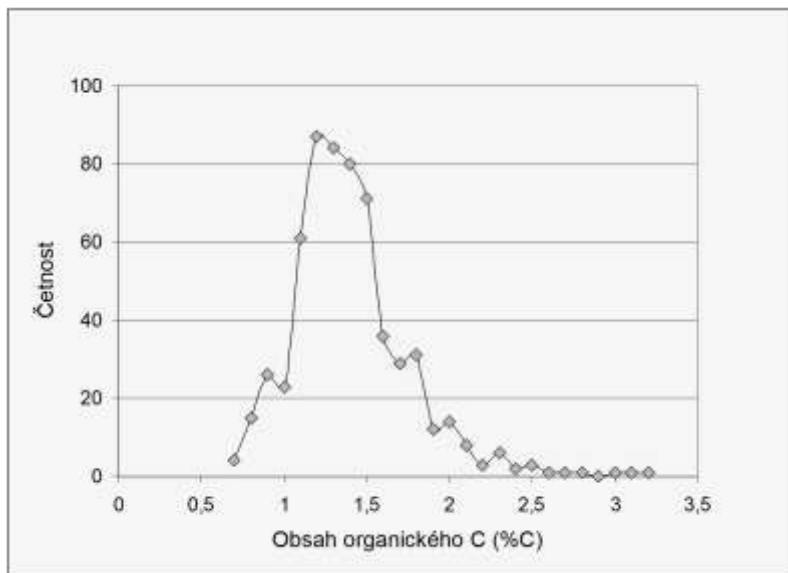
- plodiny které způsobem pěstování (zpracování půdy, pozdní zakrytí půdy) urychlují rozklad organických látek v půdě a současně vracejí málo organických látek v kořenových a neskliditelných nadzemních zbytcích – mají **silně negativní vliv** na bilanci půdní organické hmoty, tedy POH (např. okopaniny, jednoleté pícniny, zelenina)
- plodiny s **lehce negativním vlivem** – sice způsobují mírnější rozklad POH, ale ani navrácení ve větším množství kořenových a neskliditelných nadzemních zbytků tento rozklad plně nekryje (např. obilniny, luskoviny, olejniny)
- plodiny se **silně pozitivním vlivem** – nízká úroveň zpracování půdy, velké množství dodaných organických látek do půdy (např. jeteloviny, jetelovino trávy, víceleté travní porosty)

Stav půdní organické hmoty v orných půdách ČR

Hodnoty se vztahují zejména na intenzivně obhospodařované a hnojené půdy

Půdní druh	Počet sledovaných lokalit	Průměrný obsah org. C (%)	Uložený C* (t/ha)
Hlinito-jílovitá	3	1,61	53,7
Jílovito-hlinitá	72	1,35	45,0
Hlinitá	286	1,43	47,7
Písčito-hlinitá	185	1,24	41,3
Hlinito-písčité	52	1,28	42,7

Pozn.: zjednodušený přepočít: 1,5 % C = 50 t C/ha



Obsah organického C v půdě se ve většině orných půd pohybuje v intervalu 1 % až 2 % C a přechod mezi těmito hodnotami je plynulý. Totéž platí při kategorizaci půd podle půdního typu, podle půdního druhu i podle nadmořské výšky.

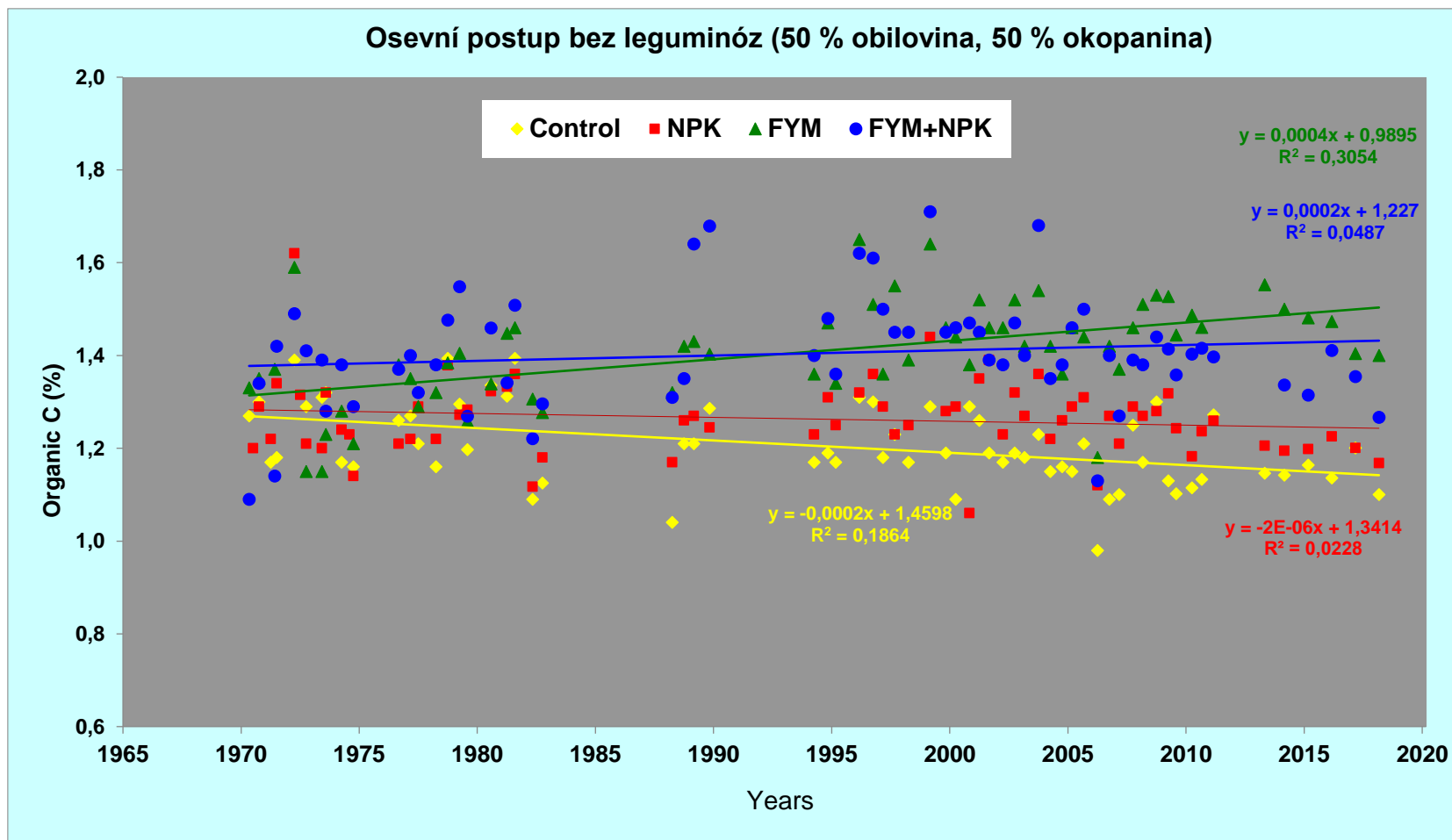
Obsah půdní organické hmoty (organického C v půdě) není výrazně specifický pro jednotlivé půdní kategorie podle půdního typu ani podle půdního druhu.

Výsledky sledování organické hmoty v půdách ČR

- Obsah organického C v půdě se ve většině orných půd pohybuje v intervalu 1 % až 2 % C, přičemž přechod mezi těmito hodnotami je plynulý. Totéž platí při kategorizaci půd podle půdního typu, půdního druhu i nadmořské výšky.
- Obsah půdní organické hmoty (organického C v půdě) není výrazně specifický pro jednotlivé půdní kategorie podle půdního typu ani podle půdního druhu.
- Organické hnojení a zprostředkovaně také minerální hnojení, zvyšuje vstup organické hmoty do půdy a posouvá tak bilanci organických látek k rovnovážným hodnotám nebo i směrem k akumulaci organických látek v půdě.
- Změny v obsahu půdní organické hmoty probíhají pozvolna, v řádu několika desetiletí (20 až 40 let, podle druhu půdy) a směřují vždy k určité hladině půdní organické hmoty, kterou lze považovat za rovnovážnou v daných půdních a klimatických podmínkách a při daném způsobu hospodaření.
- Samotné stanovení celkového obsahu organické hmoty v půdě (tj. obsahu organického C) nestačí pro posouzení, zda půda v této lokalitě má optimální, nízkou nebo vysokou zásobu organické hmoty. K tomu účelu je nutno znát další vlastnosti půdy a půdní organické hmoty, které lze souhrnně označit za kvalitativní znaky půdní organické hmoty, zkráceně její kvalitu.

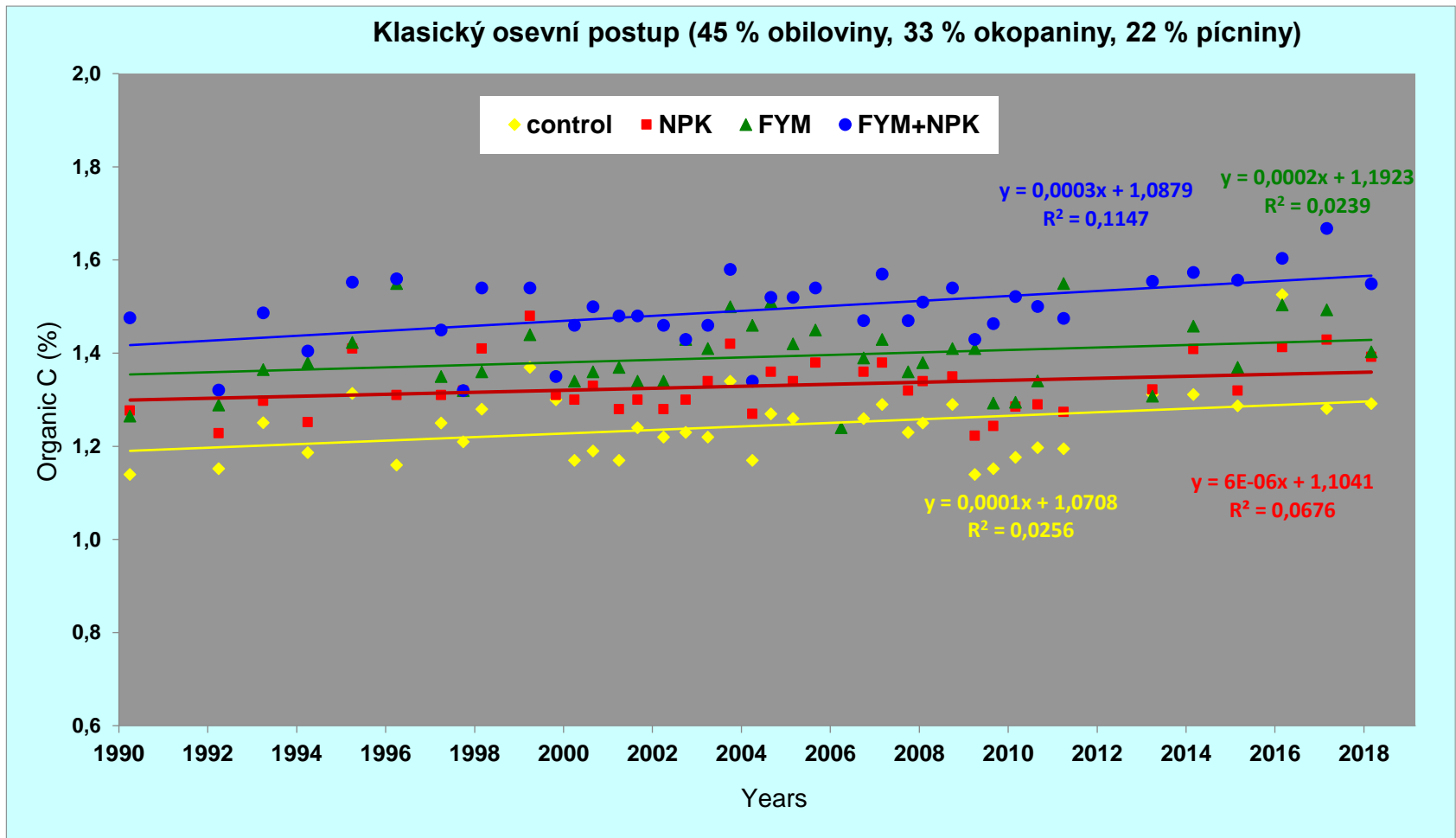
Trend vývoje obsahu organického uhlíku v dlouhodobém polním pokusu s organickým a minerálním hnojením v Praze-Ruzyni (Hon B, vývoj od roku 1970)

Nehnojená kontrola vykazuje soustavný pokles obsahu org. C během celého sledovaného období (od org. C=1,24 do 1,17 %). Varianta hnojená minerálním NPK má téměř vyrovnaný stav (org. C=1,26 %) a varianta hnojená hnojem (FYM) vykazuje stálý nárůst obsahu organického C během sledovaného období trvání pokusu (až na org. C=1,41 %). Podobně vykazuje varianta hnůj+NPK postupně se zvyšující obsah organického C, tento nárůst je pomalejší než u samotného hnoje.



Hon IV (vývoj od roku 1990)

Nehnojená kontrola vykazuje mírný nárůst obsahu org. C ve sledovaném období, varianta hnojená NPK má spíše vyrovnaný stav (org. C=1,32 %). Obsah organického C u varianty hnojené hnojem (FYM) se mírně zvyšuje, podobně jako u varianty hnojené hnojem+NPK (přibližně o 0,1 % org. C během 25 let). Jednotlivé varianty se zřetelně odlišují, významně vyšší průměrné obsahy organického C jsou pozorovatelné u variant hnojených hnojem a hnojem s přidavkem NPK.



Organické hnojení

Podle zastoupení skupin plodin se stanoví potřeba dodání dalších organických látek (OL) do půdy organickým hnojením:

- statková hnojiva živočišného původu (hnůj, kejda, ...),
- statková hnojiva rostlinného původu (sláma, zelené hnojení, ...),
- organická hnojiva (kompost, digestát, výpalky, ...),
- upravené kaly.

A to v takovém množství a kvalitě, aby se nahradilo, co se rozložilo a co nebyla rostlina schopna do půdy dodat.

Pro hodnocení bilance organické hmoty v půdě lze využít různé modely.

Prům. charakteristiky statkových a organických hnojiv, a uprav. kalů

	Hnojiva	Obsah sušiny (%)	Obsah org. látek (kg OL/t)	Obsah uhlíku (kg C/t)	Obsah dusíku (kg N/t)	Poměr C : N
SH	Hnůj skotu	22,0	165	86	6,7	13
	Hnůj prasat	24,0	187	97	8,5	11
	Hnůj koňský	30,0	240	125	5,2	24
	Hnůj ovcí a koz	32,0	256	133	8,9	15
	Močůvka skotu a hnojůvka	1,2	10	5	1,5	3
	Močůvka prasat a hnojůvka	1,2	10	5	2,2	2
	Kejda skotu	7,3	57	30	3,9	8
	Fugát kejdy skotu	5,8	45	24	3,9	6
	Separát kejdy skotu	21,0	164	85	4,2	20
	Kejda prasat	5,3	42	22	4,3	5
	Fugát kejdy prasat	3,4	27	14	4,1	3
	Separát kejdy prasat	27,0	216	112	6,6	17
	Drůbeží trus – uleželý	32,0	214	111	19,0	6
	Drůbeží trus – sušený	73,0	460	239	35,0	7
	Drůbeží trus s podestýlkou	42,0	302	157	20,4	8
OH	Kompost	40,0	240	125	5,5	23
	Digestát	5,8	44	23	5,3	4
	Fugát digestátu	3,9	29	15	5,1	3
	Separát digestátu, tuhý digestát	23,0	196	102	6,8	15
	Ost. org. hnojiva, např. výpalky	35,0	228	118	10,5	11
UK	Upravený kal (evid. ve 100% suš.)	100,0	600	312	37,0	8

Průměrné charakteristiky statkových hnojiv rostlinného původu

	Skliditelné vedlejší nebo hlavní rostlinné produkty použité ke hnojení	Obsah sušiny (%)	Obsah org. látek (kg OL/t)	Obsah uhlíku (kg C/t)	Obsah dusíku (kg N/t)	Poměr C : N
SH	Sláma hustě setých obilnin	85,0	800	420	4–5	80–100
	Sláma kukuřice na zrno	85,0	800	420	9	45
	Sláma luskovin	85,0	800	420	10–15	28–40
	Sláma olejnin	90,0	800	420	7–10	40–60
	Řepný chrást	15,0	100	50	4,0	13
	Plodina na zelené hnojení	15,0	100	50	2–5	10–25

Organické hnojení

Aplikace 30–40 t hnoje jednou za 3–4 roky by měla zajistit stabilizaci obsahu půdní organické hmoty (vyhnojení $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{3}$ orné půdy ročně).

Správně hospodařit s organickou hmotou je možné i bez hnoje. Je ale třeba vzít v úvahu rozdílnou účinnost dodaných organických látek (OL) pro náhradu rozloženého humusu. Např. **1 t OL z kvalitního vyzrálého kompostu** vydá za **5 t OL zeleného hnojení...**

Při používání kejdy či digestátu se musí daleko více dbát na navrácení organických látek do půdy, navíc v širším spektru. Ideální jsou tzv. dvoj- a trojkombinace, tedy kejda + sláma + zelené hnojení. Účinnost těchto „náhradních zdrojů“ (skliditelné rostlinné zbytky) je však nižší.

Navíc, při intenzivním hnojení minerálními N-hnojivy nebo digestátem dochází k rychlejší mineralizaci půdní organické hmoty. Dodaný dusík podporuje nárůst mikroorganismů a ty pak hledají zdroj uhlíku v různých složkách půdní organické hmoty.

Organické hnojení

Při stanovení přepočítávacích koeficientů se vychází:

- z přívodu organických látek (OL) při obvyklých dávkách a
- z podílu dodaného uhlíku, který mikroby „neprodýchají“ a který tak může nahradit úbytek OL z půdy.

V úvahu je nutné vzít i vliv různých opatření na snížení mineralizace POH, např. víceleté plodiny, rostlinný pokryv a způsoby zpracování půdy.

Bilance organických látek – pro ekoplatbu

- **Aktuální podoba návrhu Strategického plánu SZP na období 2023–2027 pro Českou republiku (zveřejněno 28. 1. 2022)**
 - verze zaslaná Evropské komisi k připomínkám, které se nyní diskutují
 - odkaz: <https://eagri.cz/public/web/mze/dotace/szp-pro-obdobi-2021-2027/zakladni-informace/navrh-strategickeho-planu-szp-odeslany-k.html>
 - režimy pro klima a život. prostředí – celofaremní ekoplatba (str. 206)
 - ekoplatba = tzv. top-up k základní platbě, na všechny hektary závodu
 - jedna z podmínek pro ekoplatbu = udržitelné hospodaření s organickou hmotou v půdě, tj. na **min. 35 % orné půdy** (R, G, U) se organicky hnojí nebo se provedou další opatření (meziplodiny, strip-till apod.)
 - základ 35 % se úměrně zvýší při pěstování kukuřice, brambor, cukrovky, polní zeleniny apod., nebo sníží při pěstování víceletých pícnin

„Etalon“: hnůj 30 t/ha, 1 x za 3 roky (= 10 t/ha v průměru ročně).
 Jiná hnojiva nebo postupy (přepočít dle něm. metodiky VDLUFA), např.:

	koef.	při aplikaci (t/ha)
Hnůj (etalon)	1,00	30
Hnůj (*přesný koef. 0,83, zaokrouhlen na 0,85)	0,85	25
Kompost s poměrem C:N pod 10	0,65	15
Jiný kompost	1,00	15
Kejda skotu	0,18	20
Kejda prasat	0,10	20
Digestát	0,15	20
Sláma	0,50	
Meziplodiny – letní	0,20	
Meziplodiny – podzimní	0,35	

Příklad praktického přepočtu roční spotřeby hnoje na výměře 1 000 ha orné půdy:
 $11\ 000\ \text{t} : 25\ \text{t/ha} \times 0,85 = 374\ \text{přepočtených ha}$ (= 37,4 % o. p.)