



Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

Vliv digestátu na stabilitu půdních agregátů a infiltraci

Mgr. Martin STEHLÍK

Mgr. Markéta MAYEROVÁ, Ph.D.

RNDr. Mikuláš MADARAS, Ph.D.

Ing. Tomáš ŠIMON, CSc.

Ing. Alena CZAKÓ

***Význam dlouhodobých pokusů a kvality půdy v podmínkách změny klimatu
- Využití pro zemědělskou praxi, 9.11.2022***

Proč digestát?

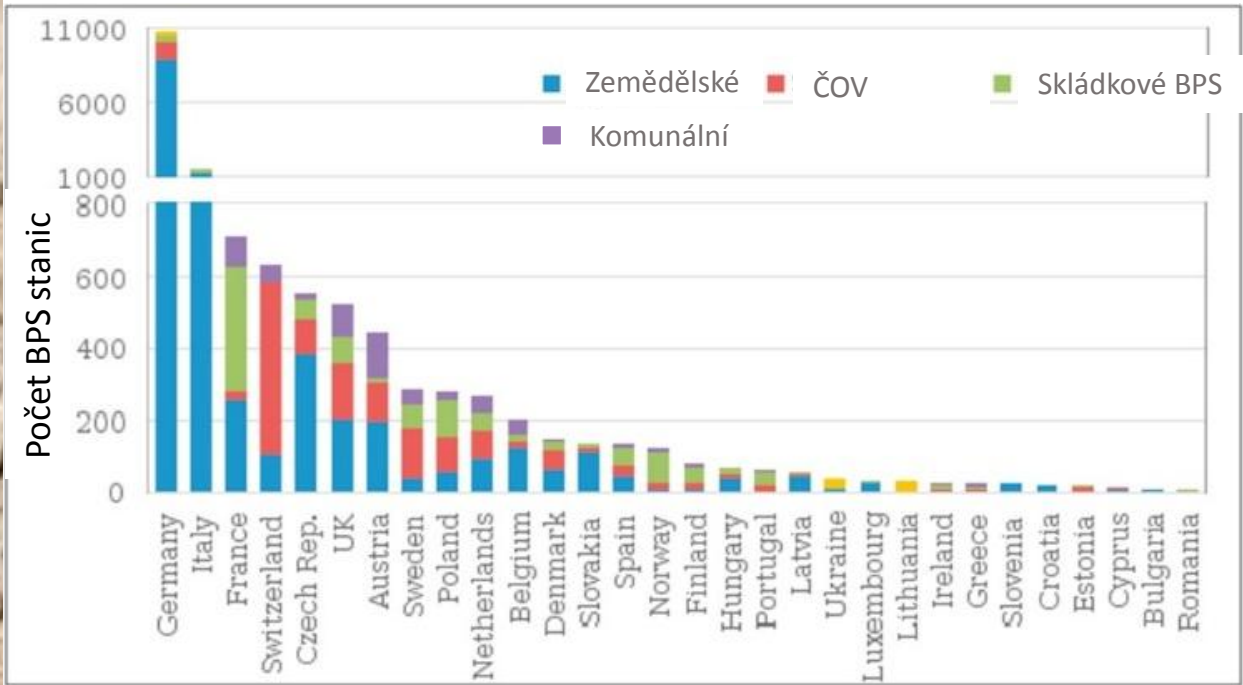
- Růst počtu bioplynových stanic v EU
- Pokles živočišné produkce – nedostatek organických hnojiv
- Růst ceny minerálních hnojiv
- Málo studií zabývajících se dlouhodobou aplikací digestátu na půdní vlastnosti

Otázka:

Jak působí dlouhodobá aplikace digestátu na půdní vlastnosti?

Bioplynové stanice v Evropě

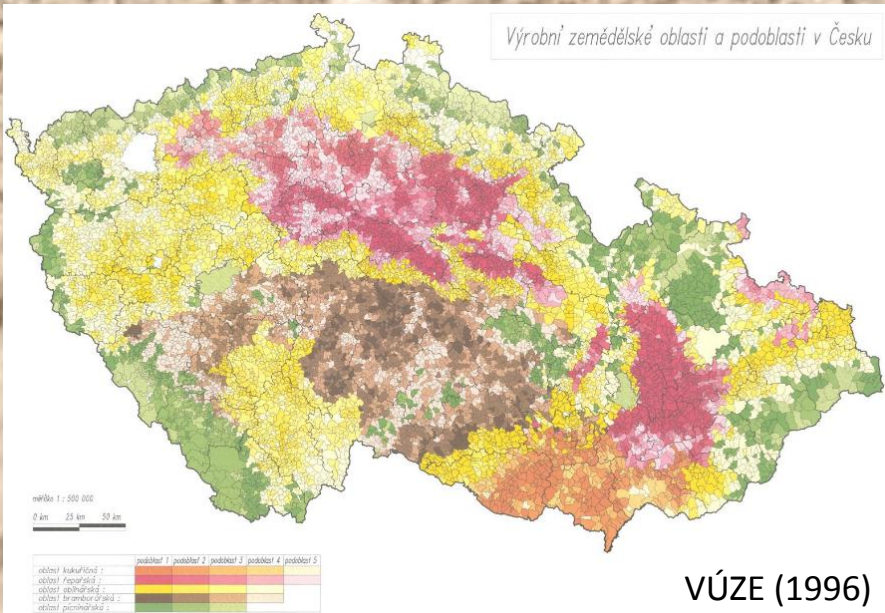
Scarlat et al. (2017)



Zemědělské bioplynové stanice v České republice



<https://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic.html>



VÚZE (1996)



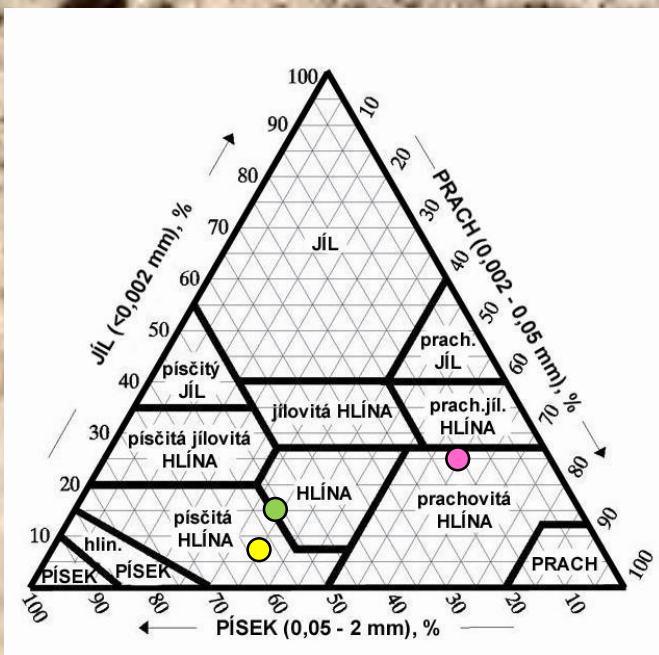
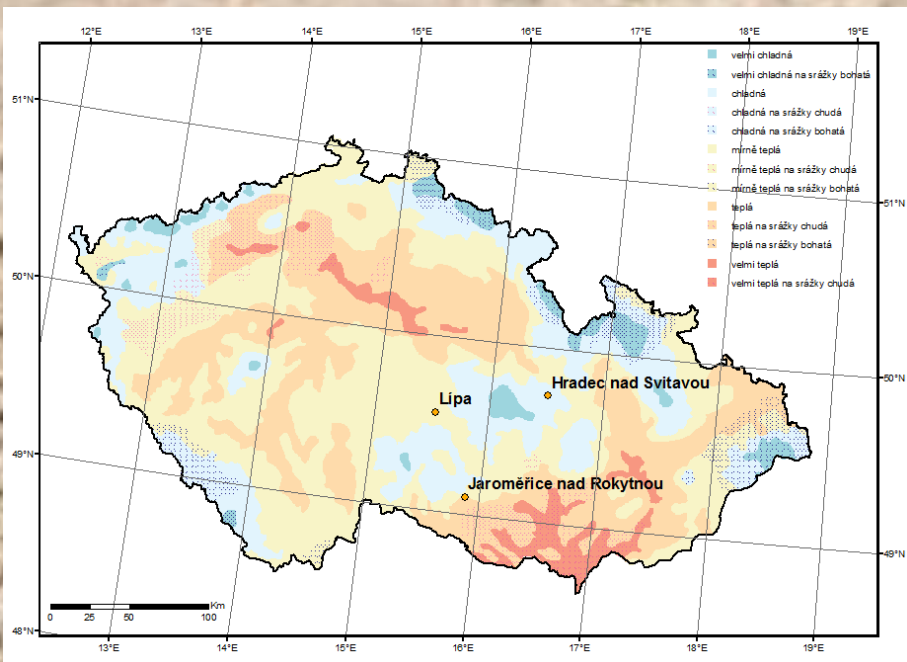
<https://biogaz-ingenierie.fr/methanisation/valorisation-du-digestat/>

Dlouhodobý polní pokus s digestátem na 3 lokalitách

Pod vedením ÚKZÚZ

Založený v roce 2013

Charakteristika	Jaroměřice nad Rokytnou	Lípa	Hradec nad Svitavou
Nadmořská výška (m)	425	505	460
Průměrná roční teplota (°C)	8.0	7.5	7.4
Průměrné roční srážky (mm)	481	594	616
Půdní typ	Hnědozem modální	Kambizem	Hnědozem ilimerizovaná
Půdní druh	Prachovitá hlína/Prachovitá jílovitá hlína	Písčitohlinitá	Písčitohlinitá/Hlinitá
C _{tot} (%)	<u>1.22</u>	<u>1.07</u>	<u>0.99</u>
pH (KCl)	6.1	5.6	7.1
pH (H ₂ O)	6.9	6.2	7.4
P _{avail} (mg kg ⁻¹)	62.5	44.8	77.5
K _{avail} (mg kg ⁻¹)	169	80	132
Ca _{avail} (mg kg ⁻¹)	2653	1543.3	2204.5
Mg _{avail} (mg kg ⁻¹)	223.5	92.5	46.8



Design pokusu:

- Nehnojená kontrola
- Minerální hnojení – LAV s 27%N
- Digestát I (silážní kukuřice a hovězí kejda)
- Digestát II (silážní kukuřice, prasečí kejda, hnůj, seno)
- Kompost (městská zeleň, lihovarské a lesní zbytky, kal)

120-150kg N ha⁻¹ pro LAV a digestát

300 kg N ha⁻¹ pro kompost

4 opakování



Organické hnojivo	Suchá biomasa (%)	pH	C: N	Total N (%)	Spalitelné látky (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Kompost	36.8	8.2	17.5	0.8	26.4	0.8	1.6
Digestát I	7.1	8.0	6.1	6.1	73.7	2.5	5.5
Digestát II	5.6	8.4	4.2	8.5	72.3	2.7	10.2

Sledované půdní charakteristiky:

➤ *Stabilita půdních agregátů (1-2mm)*

**Metoda mokrého
prosévání dle Kandellera**

přístroj HERZOG



➤ *Vodní infiltrace*

**Výtopová infiltrace
Dávka srážky 50mm**



➤ *Objemová hmotnost*

➤ *Pórovitost a distribuce pórů*



Neporušené půdní vzorky

100 cm³ Kopeckého válečky

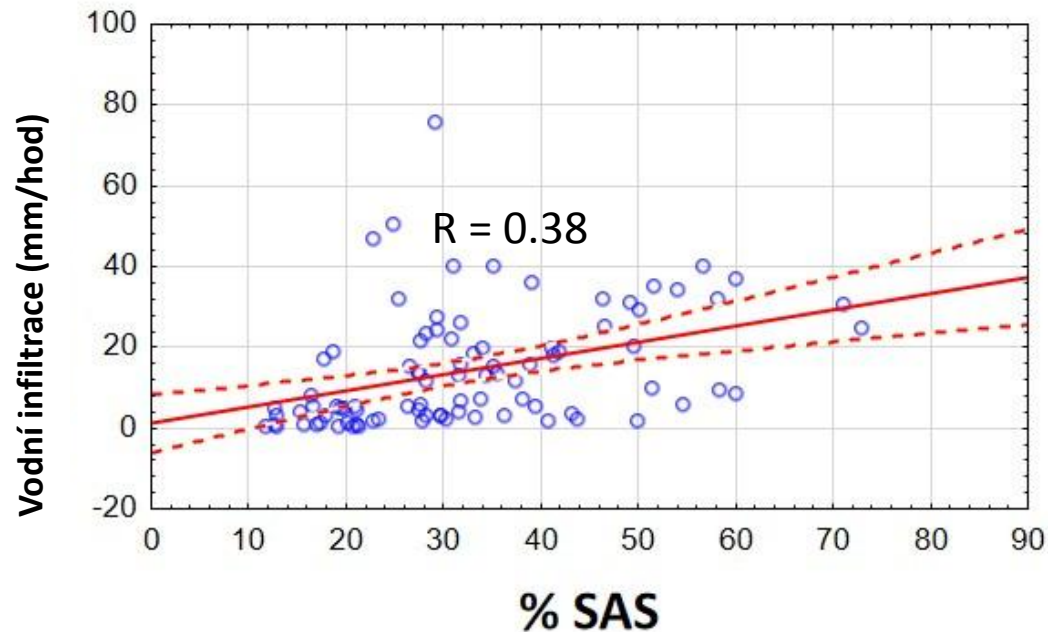
Tři válečky na opakování

Porušený směsný půdní vzorek z vrchní vrstvy půdy 0 – 7cm

Výsledky

➤ Signifikantní korelace mezi stabilitou půdních agregátů (SAS) a hydro-fyzikálními vlastnostmi

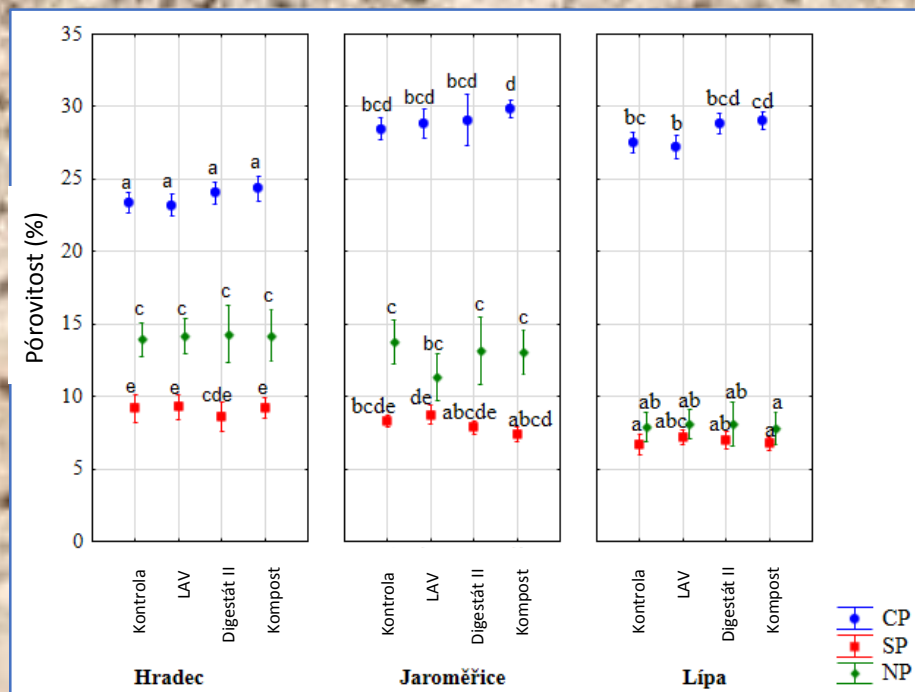
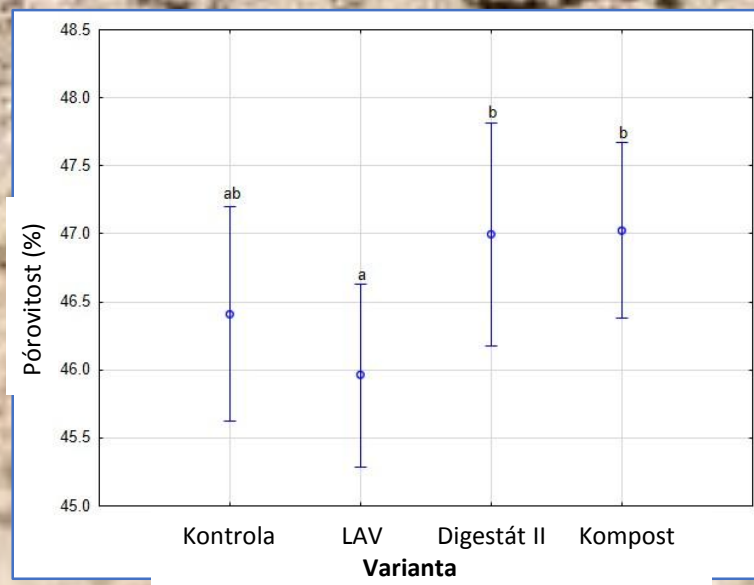
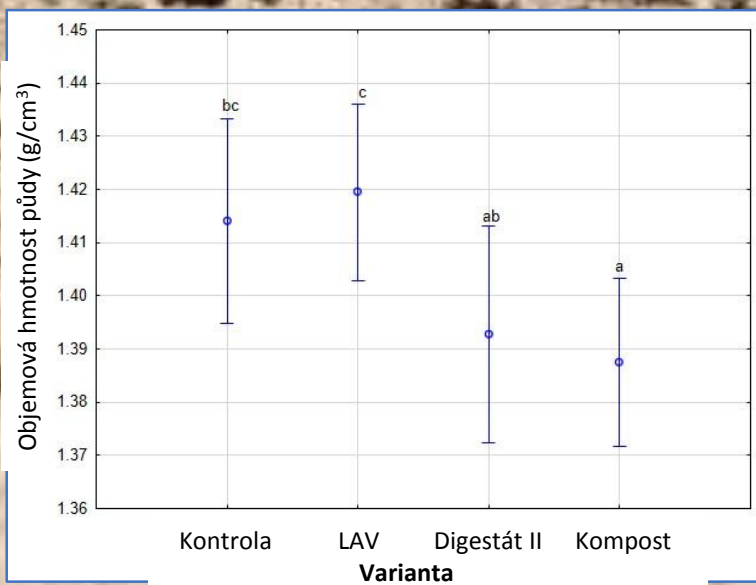
- SAS x obj. hmotnost- silná negativní korelace
- SAS x pórovitost - silná pozitivní korelace
- SAS x infiltrace – pozitivní korelace



Korelace SAS		Objemová hmotnost	Pórovitost	CP <0,2 μm	SP 0,2-10μm	NP >10 μm	Infiltrace
Vše		-0.54	0.57	0.13	0.34	0.19	0.38
Lokality	Jaroměřice	-0.61	0.56	-0.28	0.05	0.5	0.62
	Hradec	-0.42	0.44	0.34	0.57	0.1	0.47
	Lípa	-0.56	0.54	-0.08	0.55	0.17	0.60
Varianty	Kontrola	-0.59	0.67	0.04	0.26	0.24	0.48
	LAV	-0.51	0.61	0.20	0.12	0.13	0.32
	Digestát II	-0.49	0.56	0.08	0.71	0.21	0.67
	Kompost	-0.43	0.48	0.21	0.78	0.09	0.15

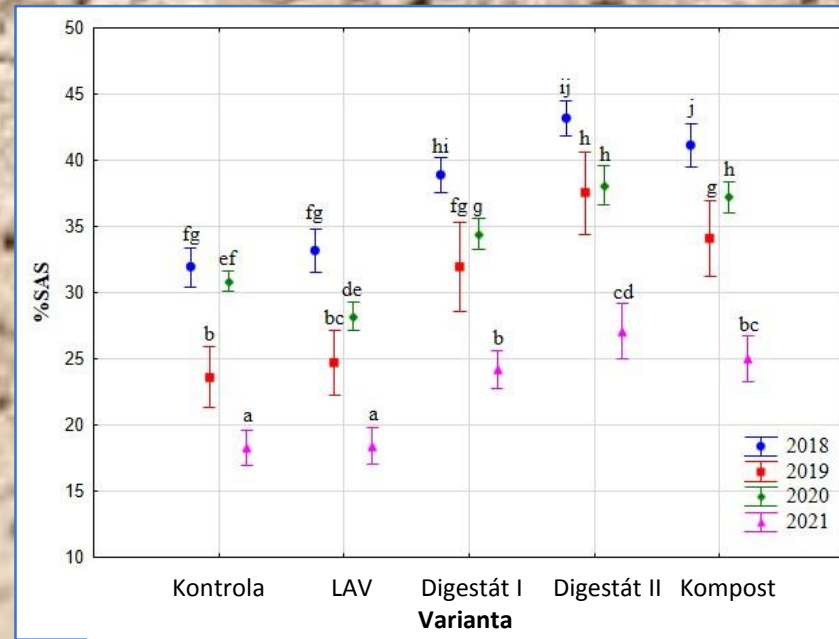
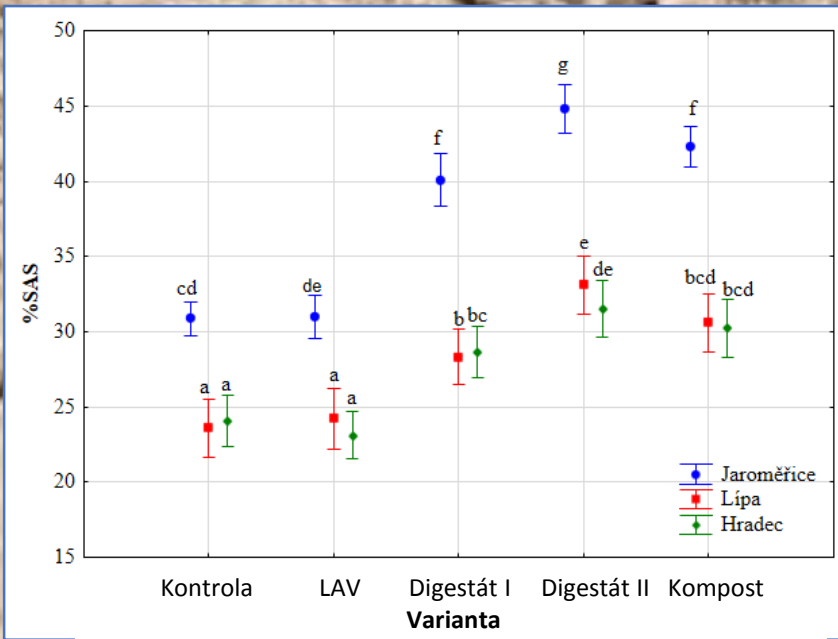
➤ Dlouhodobý efekt hnojení na hydro-fyzikální vlastnosti

- Minerální hnojení (LAV) má minimální efekt na půdní fyzikální vlastnosti a podobá se kontrole
- Organická hnojiva - kompost a digestát - pokles objemové hmotnosti půdy
- Organická hnojiva zvyšují pórovitost a částečně ovlivňují distribuci pórů

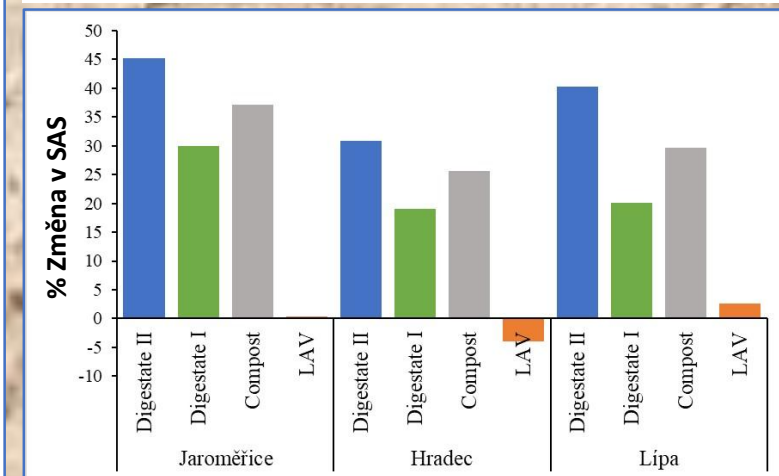


➤ Dlouhodobý efekt hnojení na stabilitu půdních agregátů (SAS)

- Signifikantně nižší SAS na nehnojených a minerálně hnojených parcelách
- Organické hnojení (digestát a kompost) signifikantně zvyšují SAS
- SAS závisí na místních podmínkách a roku
- Přidání digestátu I zvýšilo SAS v průměru o 23%, digestátu II o 38%, a kompostu o 31%

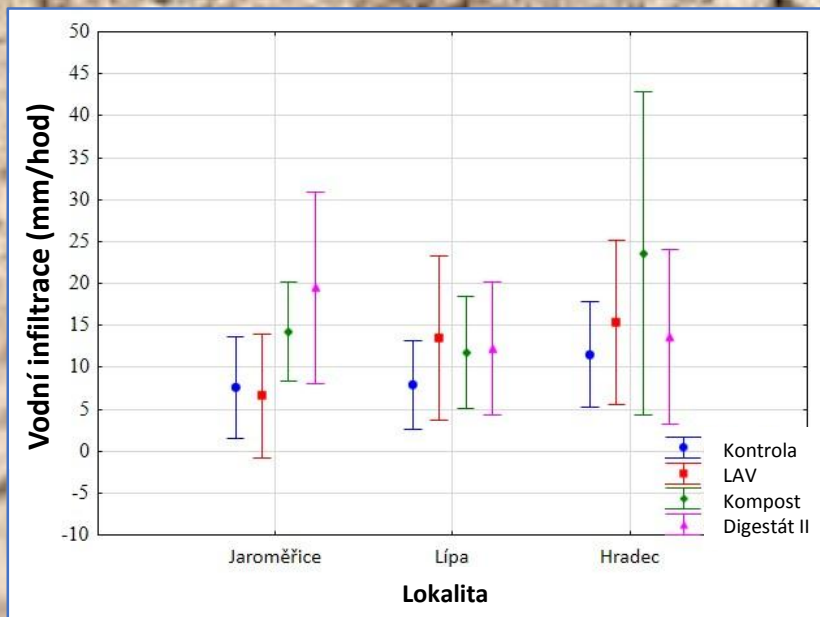


Změny v SAS – hnojení vs. kontrola

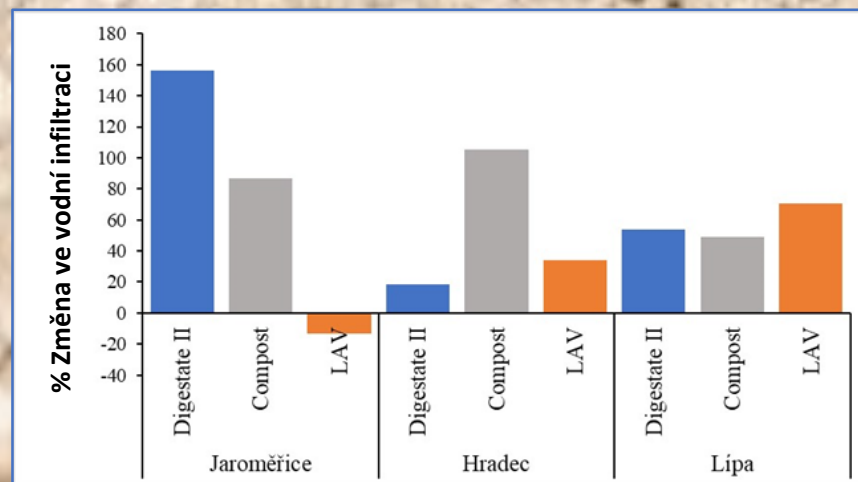


➤ Dlouhodobý efekt hnojení na vodní infiltraci

- Pozitivní efekt organického hnojení na infiltraci vody záleží na struktuře půdy a klimatu
- Jaroměřice s jílovitohlinitou půdou a teplejším klimatem – 156% a 87% nárůst infiltrace pro digestát a kompost
- Lípa s písčitohlinitou půdou a chladnějším klimatem – srovnatelný nárůst infiltrace v porovnání s kontrolou



Změny v infiltraci – hnojení vs. kontrola



- *Provázanost stability půdních agregátů (SAS) s erozí půdy*
- *Mezinárodní univerzální rovnice eroze USLE =*



Rovnice USLE:

$$G = R \times \mathbf{K} \times L \times S \times C \times P$$

kde: G – průměrná ztráta půdy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ za rok)

R – faktor erozní účinnosti deště – vyjádřený v závislosti na četnosti výskytu, úhrnu, intenzitě a kinetické energii deště

K – faktor erodovatelnosti půdy – vyjádřený v závislosti na textuře (M) a struktuře ornice (a), obsahu organické hmoty (OM) a infiltraci půdního profilu (b)

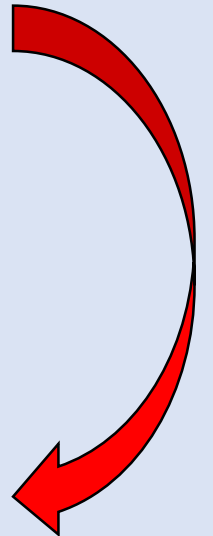
L – faktor délky svahu – vyjadřující vliv nepřerušené délky svahu na velikost ztráty půdy erozí

S – faktor sklonu svahu – vyjadřující vliv sklonu svahu na velikost ztráty půdy erozí

C – faktor ochranného vlivu vegetačního pokryvu – vyjádřený v závislosti na vlivu vegetace a použité agrotechnice

P – faktor účinnosti protierozních opatření

$$K = ([2,1 M^{1,14} \times 10^{-4} \times (12 - OM) + 3,25 (a - 2) + 2,5 (b - 3)]/100) * 1,32 \text{ (Janeček a kol., 2012)}$$



- *Provázanost stability půdních agregátů (SAS) s erozí půdy*
- *Rozdíl v K-faktoru 0,1 = 25 % úspory v erozi půdy*



USLE Půdní erozní kalkulátor

Vliv K-faktoru na erozi půdy, modelace pro prachovitou jílovitou hlínu typu lokality Jaroměřice

RUVIVAL

1. Erosivity Factor (Rainfall Factor) [(Mj mm) / (ha h yr)] - Slide 2-3:

2. Soil Erodibility [(t / ha)] - Slide 4-5:

3.1. Slope [%] - Slide 6:

3.2. Slope Length [m] - Slide 6:

4. Crop Type Factor[-] - Slide 7-8:

5. Tillage Factor [-] - Slide 7-8:

6. Support Factor [-] - Slide 9-10:

1. Erosivity Factor (Rainfall Factor) [(Mj mm) / (ha h yr)] - Slide 2-3:

2. Soil Erodibility [(t / ha)] - Slide 4-5:

3.1. Slope [%] - Slide 6:

3.2. Slope Length [m] - Slide 6:

4. Crop Type Factor[-] - Slide 7-8:

5. Tillage Factor [-] - Slide 7-8:

6. Support Factor [-] - Slide 9-10:

Annual Average Soil Erosion Rate (t/h/yr):

Annual Average Soil Erosion Rate (t/h/yr):

CALCULATE

C-faktor = 0.17	% Cox	% Humus (OM)	Struktura (a)	Infiltrační třída (mm/hod) (b)	R-faktor K-faktor	Eroze t/ha/rok délka svahu 100m							
						R - hodnota 400		R-hodnota 500		R- hodnota 640			
						Svah sklon 3°	Svah sklon 6°	Svah sklon 3°	Svah sklon 6°	Svah sklon 3°	Svah sklon 6°	Svah sklon 9°	Svah sklon 9° délka 20m
1.16		2	drobtovitá	15-50	0.410	13.3	34.0	16.6	42.6	21.3	54.5	95.4	42.7
1.45		2.5	drobtovitá	15-50	0.390	12.6	32.4	15.8	40.5	20.2	51.8	90.7	40.6
1.74		3	drobtovitá	15-50	0.369	12.0	30.6	15.0	38.3	19.1	49.0	85.8	38.4
1.16		2	drobtovitá	5-15	0.443	14.4	36.8	18.0	46.0	23.0	58.9	103.1	46.1
1.45		2.5	drobtovitá	5-15	0.423	13.7	35.1	17.1	43.9	21.9	56.2	98.4	44.0
1.74		3	drobtovitá	5-15	0.402	13.0	33.4	16.3	41.7	20.9	53.4	93.5	41.8
1.16		2	hrudkovitá	15-50	0.453	14.7	37.6	18.4	47.0	23.5	60.2	105.4	47.1
1.45		2.5	hrudkovitá	15-50	0.433	14.0	36.0	17.5	44.9	22.5	57.5	100.7	45.1
1.74		3	hrudkovitá	15-50	0.412	13.4	34.2	16.7	42.8	21.4	54.7	95.8	42.9
1.16		2	hrudkovitá	5-15	0.486	15.8	40.4	19.7	50.4	25.2	64.6	113.1	50.6
1.45		2.5	hrudkovitá	5-15	0.466	15.1	38.7	18.9	48.4	24.2	61.9	108.4	48.5
1.74		3	hrudkovitá	5-15	0.445	14.4	37.0	18.0	46.2	23.1	59.1	103.5	46.3

C-faktor = 0.35	% Cox	% Humus (OM)	Struktura (a)	Infiltrační třída (b)	R-faktor K-faktor	Eroze t/ha/rok délka svahu 100m							
						R - hodnota 400		R-hodnota 500		R- hodnota 640			
						Svah sklon 3°	Svah sklon 6°	Svah sklon 3°	Svah sklon 6°	Svah sklon 3°	Svah sklon 6°	Svah sklon 9°	Svah sklon 9° délka 20m
1.74		3	2	3	0.369	24.6	63.1	30.8	78.9	39.4	100.9	176.7	79.0
1.16		2	3	4	0.486	32.4	83.1	40.6	103.9	51.9	132.9	232.8	104.1

Ztráta 25 tun půdy = vrstva půdy 1mm

Závěr

- Dlouhodobá aplikace organických hnojiv pozitivně ovlivňuje hydro-fyzikální vlastnosti půdy na písčitohlinité a prachovité hlíně
- Dlouhodobá aplikace minerálních hnojiv má minimální vliv na hydro-fyzikální vlastnosti půdy
- Efekt hnojení závisí na lokálních a klimatických podmínkách
- Použití digestátu zvyšuje hydro-fyzikální vlastnosti půdy a jeho efekt je srovnatelný s kompostem
- Digestát má potenciál nahradit minerální a organická hnojiva

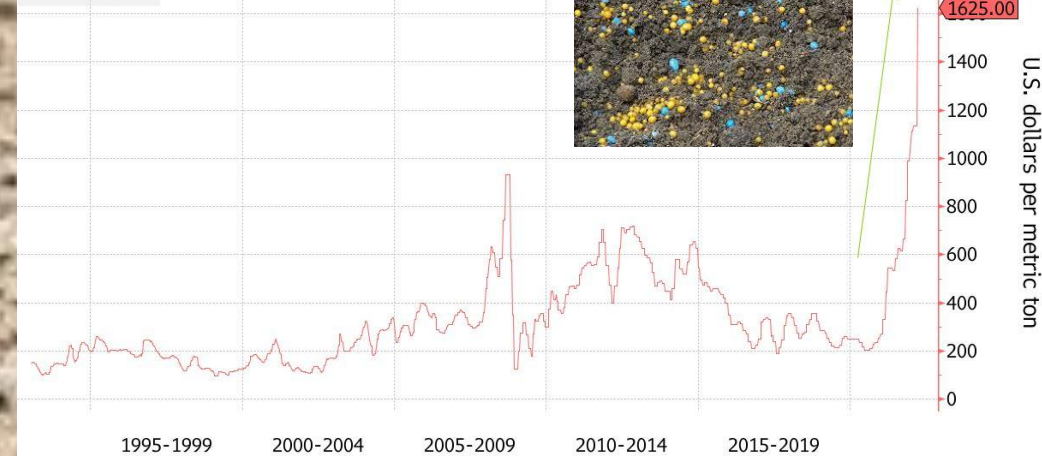
Budoucnost?

Dlouhodobá kvalita půdy

Fertilizer Frenzy

U.S. Tampa ammonia prices surge to record

Ammonia prices



Source: Green Markets, Bloomberg

Bloomberg

Mineral fertiliser

Fertiliser prices hit new highs

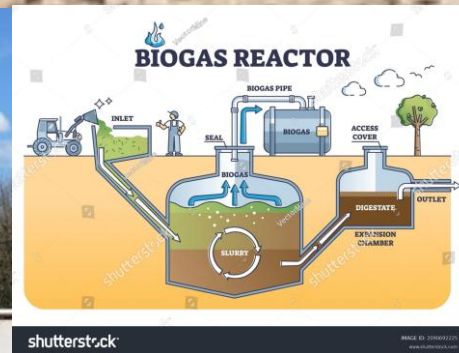
CRU Fertiliser price index (Jan 2006=100)



Source: CRU
© FT



Kompostárna => spotřeba energie =>
organické hnojivo KOMPOST



Bioplynová stanice => produkce energie
=> Organické hnojivo DIGESTÁT



Tato práce byla podpořena Ministerstvem zemědělství České republiky, projekt č. QK1810186.

- Zlepšení stability půdní struktury a zvýšení infiltrace pomocí agrotechnických postupů



Děkuji za pozornost

Mgr. Martin Stehlík
martin.stehlik@vurv.cz



Dufková, J., Toman, F., Šťastná, M. (2005). Comparison of Methods for Determination of Soil Erodibility Factor K. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 53(5):197–206.

Ghosal, K., & Das Bhattacharya, S. (2020). A Review of RUSLE Model. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 48(4), 689–707.

Honek, D., & Caletka, M. (2021). Alternativní stanovení faktoru R (erozní účinnost deště) v povodí Husího potoka. *Vodohospodářské Technicko-Ekonomické Informace*, 63(6), 34.

Janeček, M., Dostál, T., Kozlovsky-Dufková, J., Dumbrovský, M., Hůla, J., Kadlec, V., ... Vlasák, J. (2012). Ochrana zemědělské půdy před erozí. *Metodika*, 113.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., Mccool, D. K., & Yoder, D. C. (1997). *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)* (No. 703). U.S. Department of Agriculture.

RUVIVAL – Soil erosion calculator, <https://www.ruvival.de/soil-erosion-calculator/>