

GLOBÁLNÍ POHLED NA KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ



Jeníček Pavel
VŠCHT Praha



Created in BioRender.com bio

Důležitost a unikátnost kalů

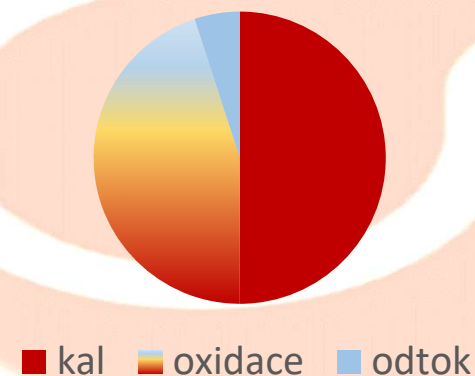
do kalů je transformováno

- 50-80 % původního znečištění

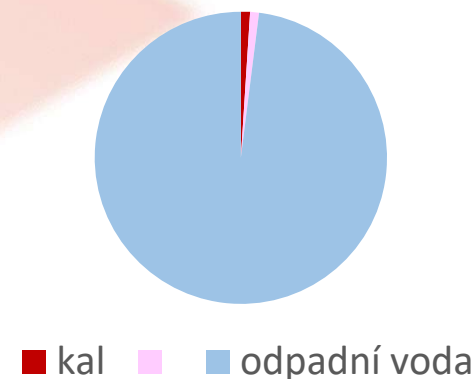
ale kaly představují:

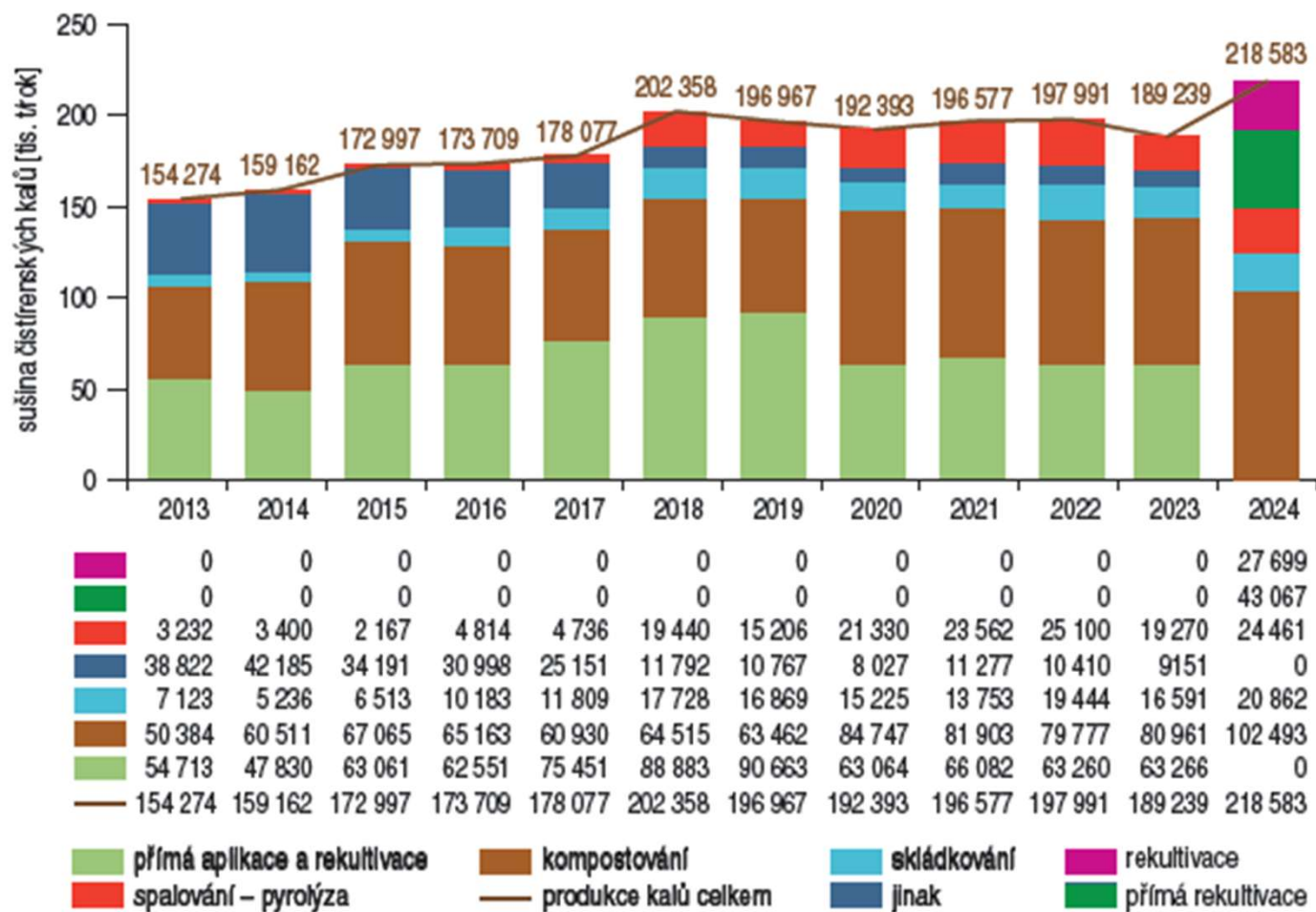
- přibližně 1-2 % objemu čištěných vod,

znečištění



objem





Vývoj produkce čistírenských kalů v ČR

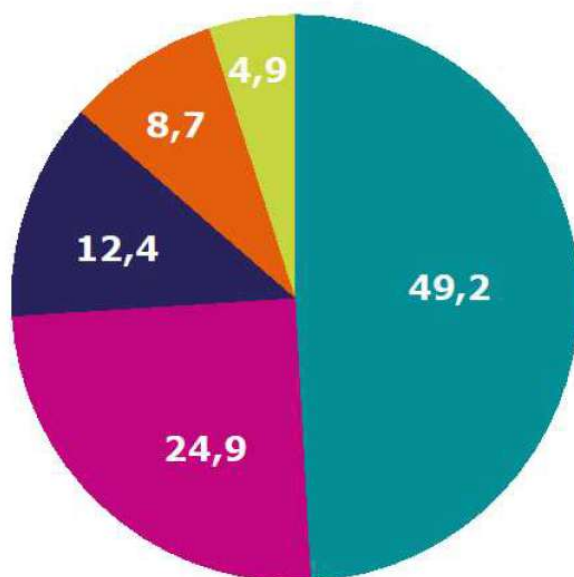
ČSÚ, 2026

Sludge destination in Europe



~ Extensive survey with EurEau members in 2017

~ European production of sludge (2014-15): **9.2 MtDS/y**



~ 4.5 M tDS/y in agriculture

~ 1.2 M tDS/y in recultivation /
land reclamation

~ 5.7 M tDS/y (61.6%) of sewage sludge
directly returned to land

■	Agriculture
■	Incineration
■	Recultivation / Land reclamation
■	Landfill
■	Other

(figure in % of sludge production)

EurEau. Water Matters.

eureau.org

Kaly v cirkulární ekonomice



Created in BioRender.com bio

V oblasti kalů se principy cirkulární ekonomiky již po mnoho desetiletí aplikují

energie

bioplyn

teplo

suroviny

P, N,

enzymy, vitaminy,
PHA, EPS, algináty, ...

„soil improver“

Nový kontext pro inovace v KH

- Evropská směrnice 2024/3019 o čištění městských odp. vod,
 - článek 11 - Energetická neutralita
 - článek 20 - Využití kalů a zdrojů
 - a) maximalizace prevence vzniku,
 - b) příprava na opětovné využití, recyklaci a jiné využití zdrojů, zejména **fosforu a dusíku**,
 - c) minimalizace nepříznivých účinků na životní prostředí a lidské zdraví



Směrnice 2024/3019 a ČR

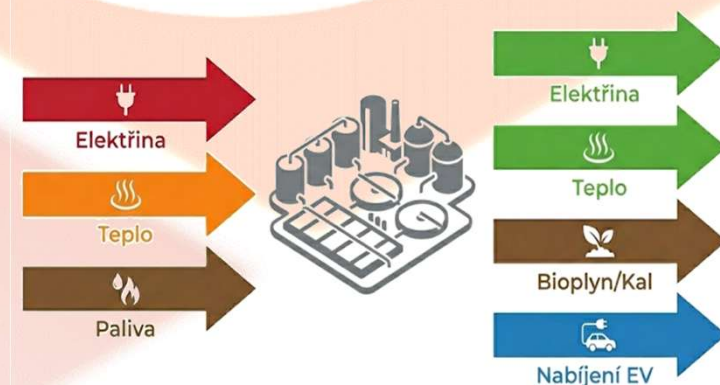
Implementační plán pro ČR - Pracovní skupina „Energetická neutralita“

- Směrnice v článku 11 požaduje postupné dosažení energetické neutrality na úrovni ČOV.
- Toto opatření se vztahuje pro ČOV s maximálním týdenním zatížením BSK₅ vyšším než 10 000 EO.
- Bilancujeme dohromady **elektrickou energii, teplo a energii v palivech**
- Čistírenský kal je tak současně materiál pro výrobu bioplynu, přímé energetické využití i potenciální palivo – produkt ČOV, který je možné předávat dalším subjektům.
- **Využití energie v kalech je klíčové pro dosažení souladu se směrnicí 2024/3019.**



Pragmatický přístup: Efektivita díky jednoduchosti

- **Soulad se směrnicí (EU) 2024/3019:** Uplatňujeme komplexní přístup, který přistupuje k elektřině, teple a palivům (chemické energii) rovnocenně s cílem dosáhnout celkové energetické neutrality.
- **Důraz na celkovou bilanci (Vstup/Výstup):** Místo složitého měření vnitřních toků se zaměřujeme na energii, která překračuje hranice systému. Tím se proces racionalizuje, snižuje se administrativní zátěž a eliminují se potenciální chyby ve výpočtech spojené s vnitřními toky.
- **Flexibilní energetické využití:** Bioplyn, biometan a kal nabízejí strategickou volbu. Mohou být buď **přeměněny na energii** v rámci zařízení (započítává se vyrobená elektřina/teplo), nebo **vyvedeny** a bilancovány jako palivo na základě jejich energetického obsahu, což podporuje sektorovou integraci.



Co lze očekávat?

- Bylo provedeno dotazníkové šetření, ze kterého vyplynulo:
 - Provozovatelé se na požadavky směrnice chystají a to i v oblasti energetiky.
 - Nejvíce investic je nyní plánováno v oblasti solární energie.
 - Oblast kalového hospodářství je na druhém místě.
- Byly modelovány různé scénáře dosažení energetické neutrality na úrovni ČR:
 - Bez zvýšeného využití energie v kalech je energetická neutralita prakticky nedosažitelná
 - Je rozumné připravovat jak projekty pro zvýšení účinnosti stávajících zařízení, tak i nové projekty využívající energii v kalech a to nejen formou výroby bioplynu, ale i jejich spalováním, nebo produkcí kalu jako paliva.

Nový kontext produkce bioplynu z kalů

- Energetická neutralita ČOV

Intenzifikace produkce, externí substráty

- Stabilita produkce energie

oproti jiným obnovitelným zdrojům

- Možnost skladování energie a řízení produkce
plynojemy, variabilní zatěžování

CH₄
CH₄

Produkce kalu jako indikátor stavu vodního hospodářství

Z globálního pohledu je zpracování a využití kalů extrémně dynamickým odvětvím.

Většina kalů se produkuje v Evropě, Severní Americe, Japonsku, nově v Číně a v několika dalších regionech světa – jinde prognóza růstu.

Produkce kalů je vázána zejména na oblasti, kde jsou aplikovány pokročilé technologie čištění odpadních vod.

Prognóza: 45 – 60 → 150 – 160 mil. t/rok



Created in BioRender.com bio

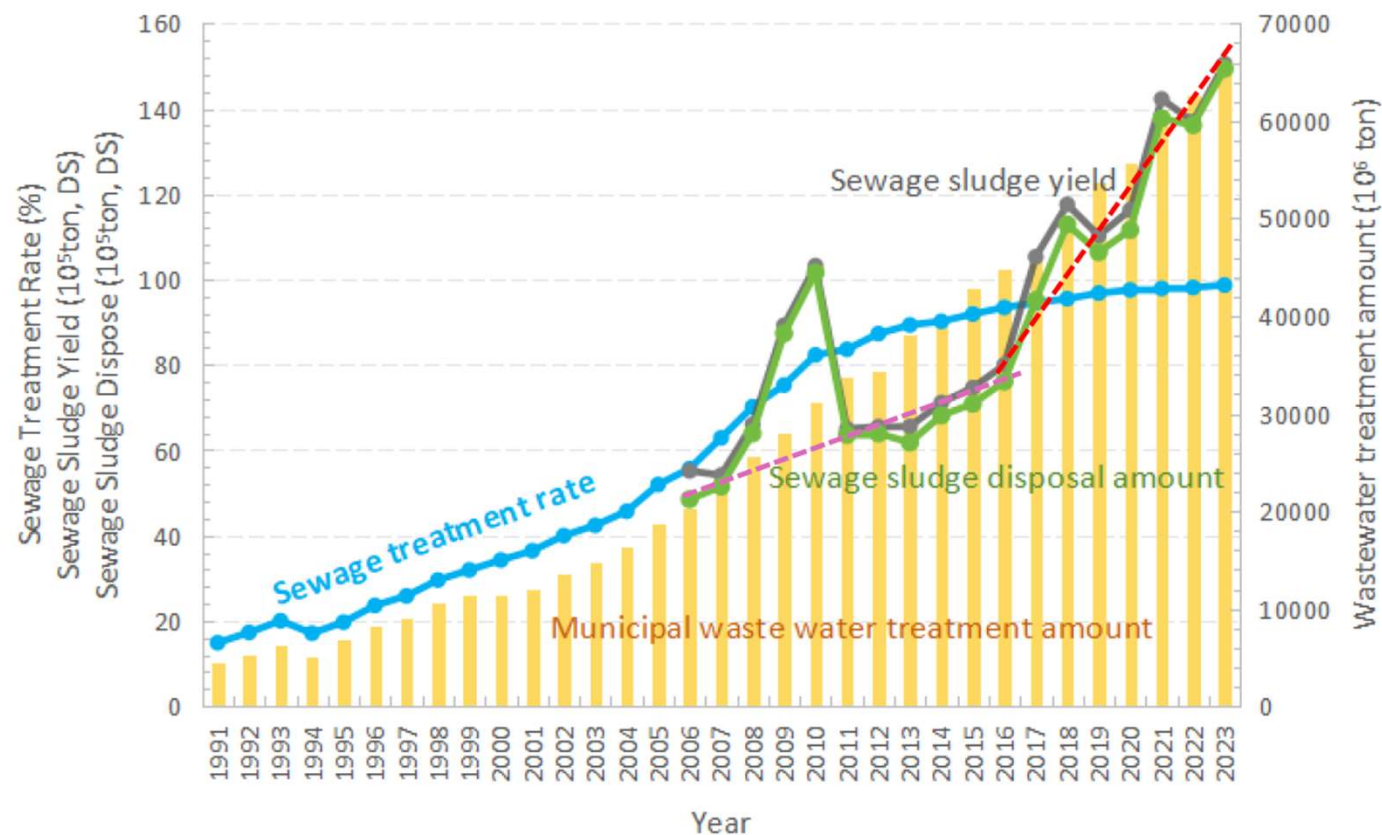
Čína

dnes již největší
producent kalů
(25-30 %)

specif. produkce
cca 10 kg/ob.rok

cca polovina
oproti ČR

History and Development



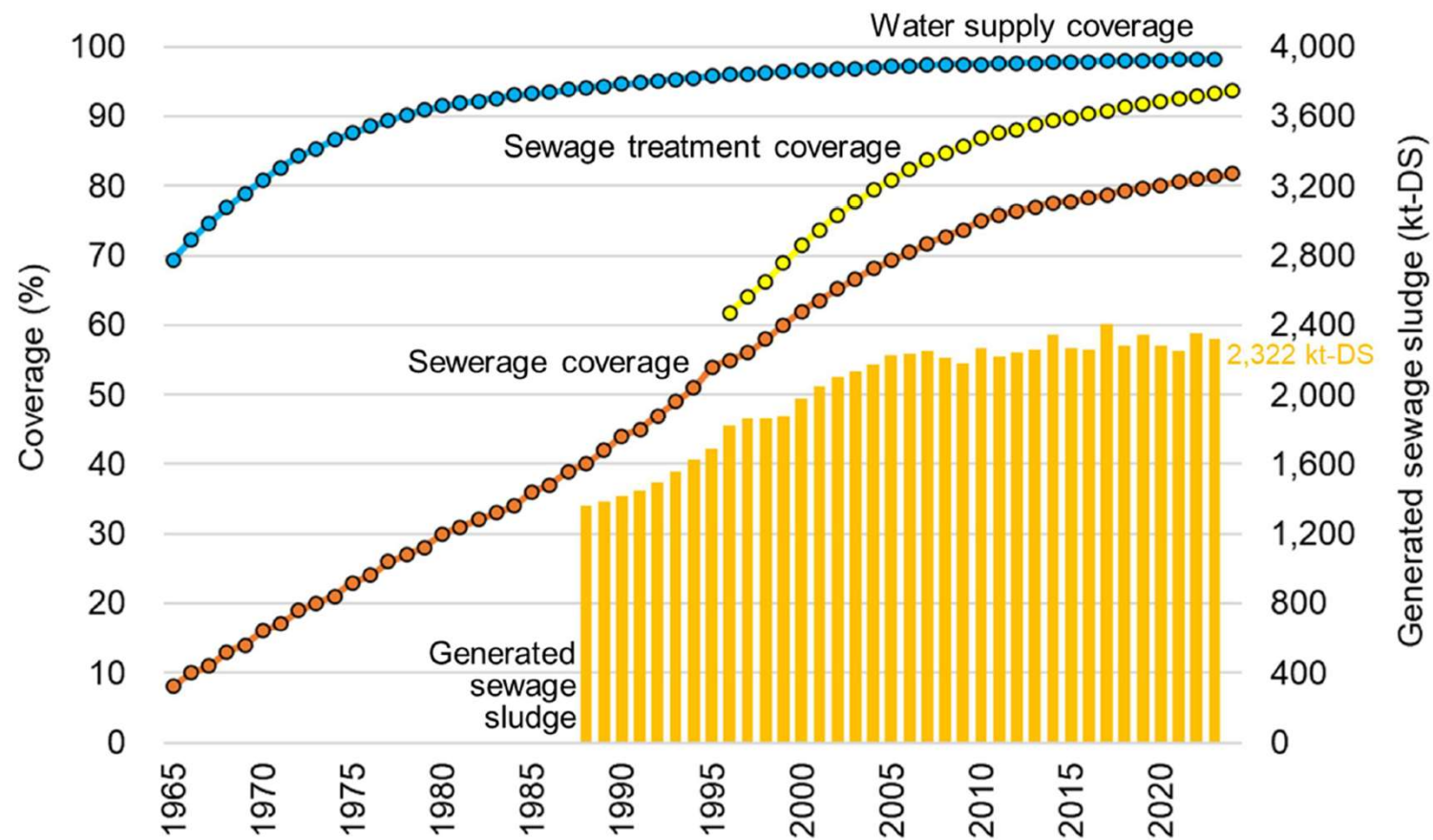
Xu Guoren et al. (2025) Land application of sewage sludge in China - history, challenge and policy .
Proc. of the 19th IWA Conference on Sludge Management, October 21-24, 2025 Kyoto, Japan



Japonsko

aktuálně
stagnující
produkce

specif. produkce
cca 20 kg/ob.rok

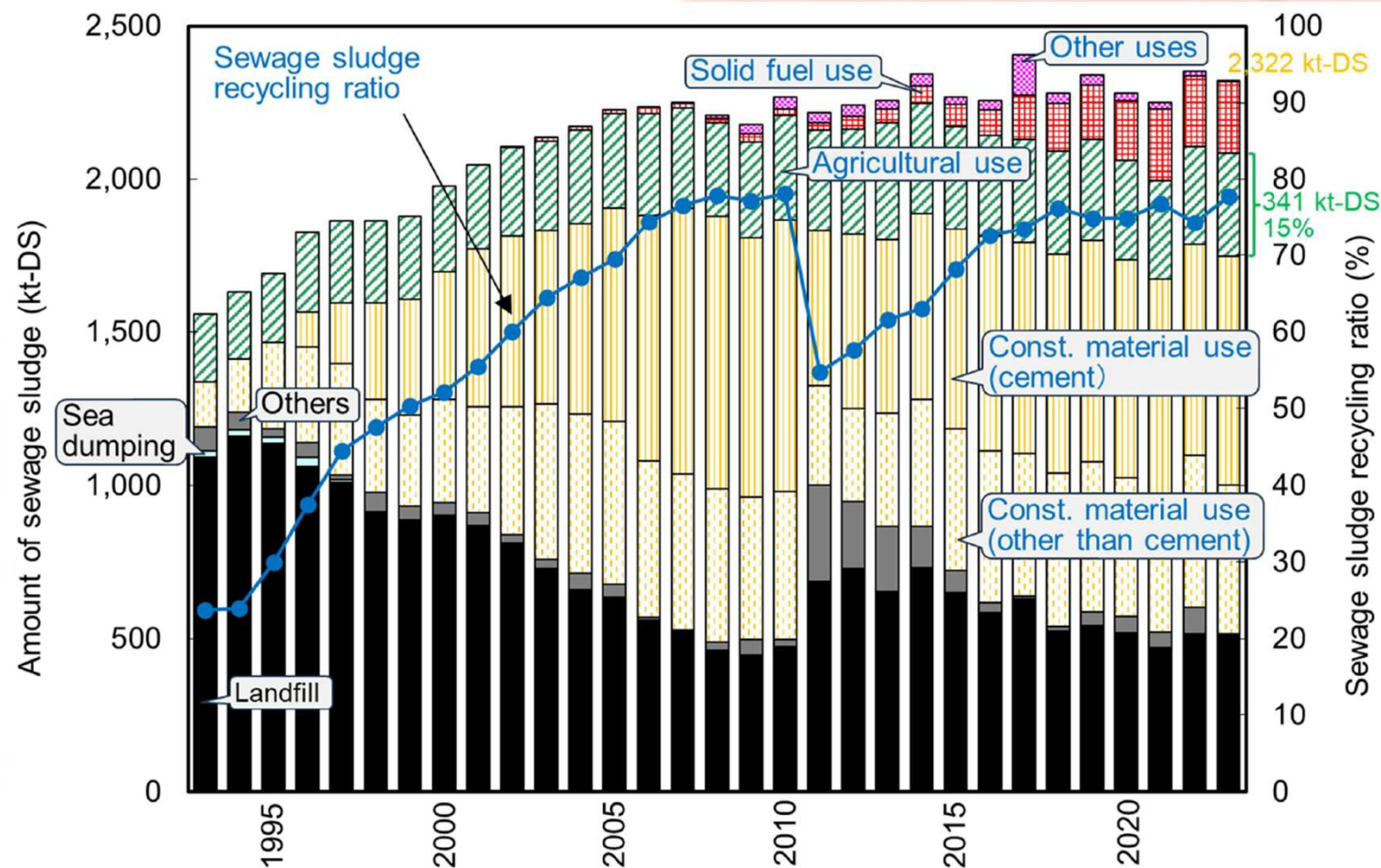


Yoshida T. (2025) Towards Maximising Agricultural Use of Sewage Sludge in Japan.
Proc. of the 19th IWA Conference on Sludge Management, October 21-24, 2025 Kyoto, Japan

Japonsko

světový leader
ve spalování kalů v
cementářských
pecích a produkci
stavebních
materiálů
(cca 50 %)

nízký podíl do
zemědělství
(cca 15 %)



Japonsko

geopolitická
situace:

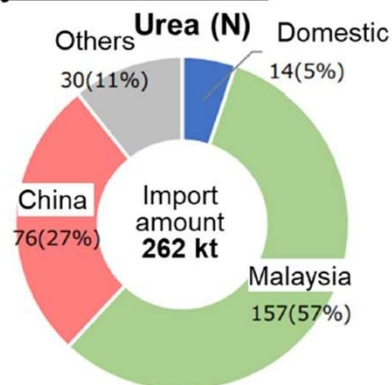
zhoršení vztahů
s Čínou

závislost na
dovozu hnojiv

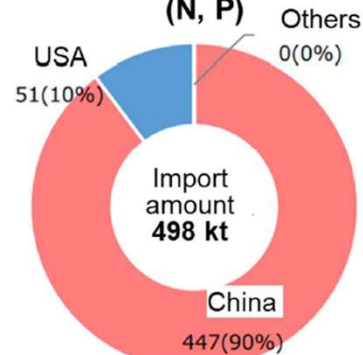
Import Partner and Amount of Chemical Fertiliser Raw Materials

MF do
ft Office,
borů

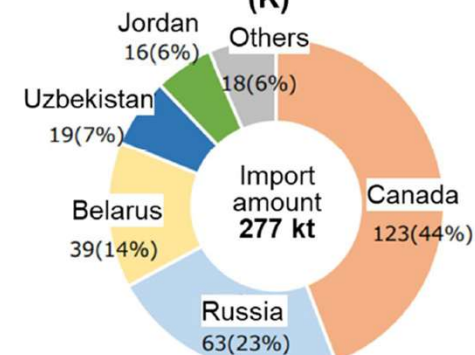
July 2020 - June 2021



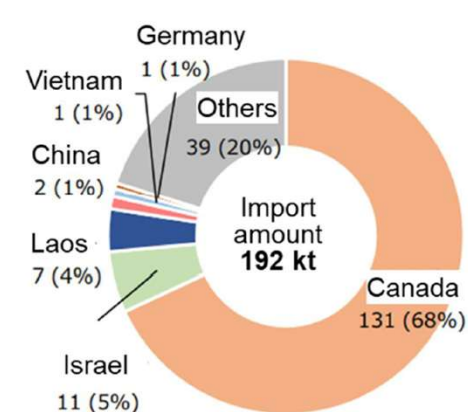
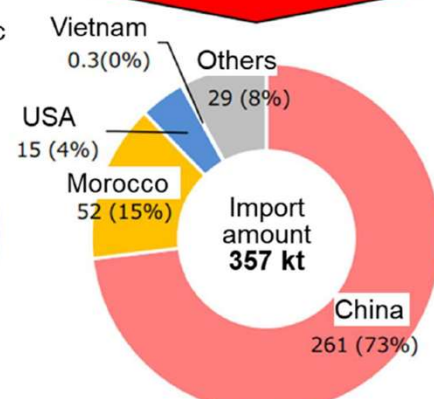
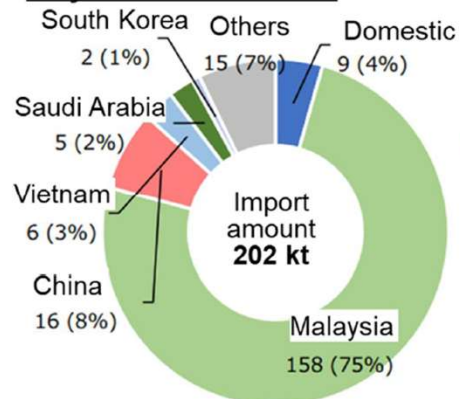
Ammonia phosphate (N, P)



Potassium Chloride (K)



July 2023 - June 2024



Source. "Situation regarding Fertiliser" Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Government of Japan, September 2025

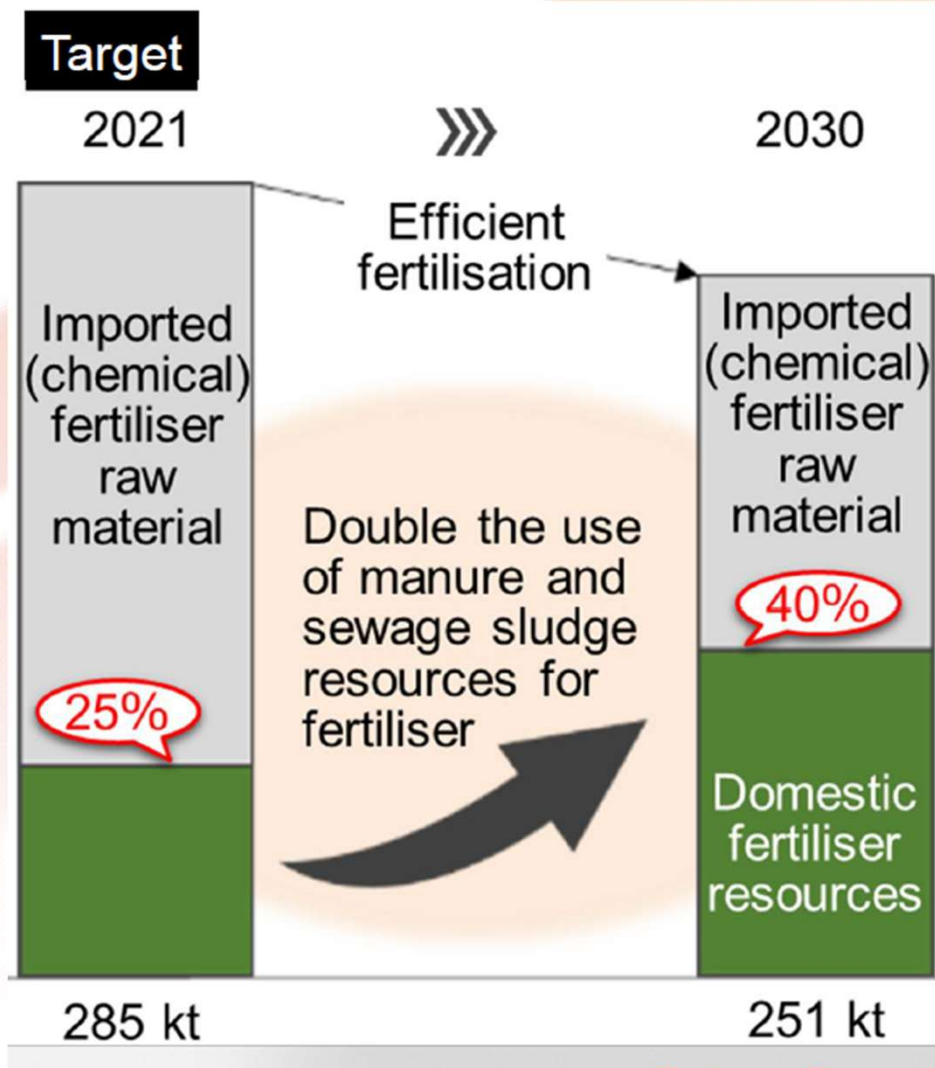
8



Japonsko

geopolitická situace
vyvolala opatření
v oblasti zpracování
kalů

zdvojnásobit využití
zdrojů P a N ze
zemědělských odpadů
a kalů z ČOV pro
hnojení



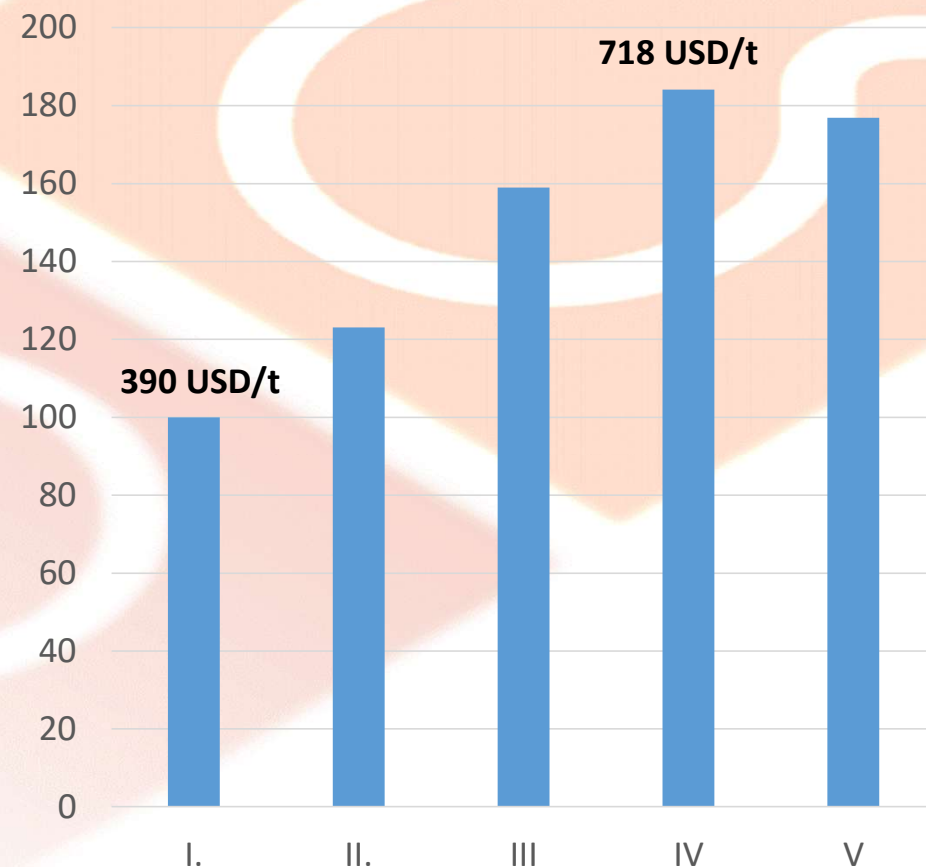
Recyklace dusíku z kalů *aneb jak geopolitická situace ovlivňuje ekonomickou životaschopnost technologií*

Efekt blokády Hormuzského průlivu

Cena a dostupnost umělých hnojiv

Zájem o dusík a fosfor z kalů roste
a technologie, které dosud nebyly
ekonomicky rentabilní se jimi
ze dne na den mohou stát.

Vývoj ceny močoviny (%)



Budoucí vývoj v nakládání s kaly v EU

- vyšší využití energie a zdrojů z kalů
- útlum v skládkování kalů v souladu s požadavky legislativy zemí EU
- zachování zemědělského využívání stabilizovaných kalů, nové formy (STRUBIAS)
- vyšší požadavky na hygienizaci kalu (nově viry, antibiotická rezistence)
- řešení přítomnosti mikropolutantů (*PPCP – pharmaceuticals and personal care products, pesticidy, mikroplasty, PFAS, ...*)
- růst termických metod – sušení, zplyňování a různé způsoby spalování kalů