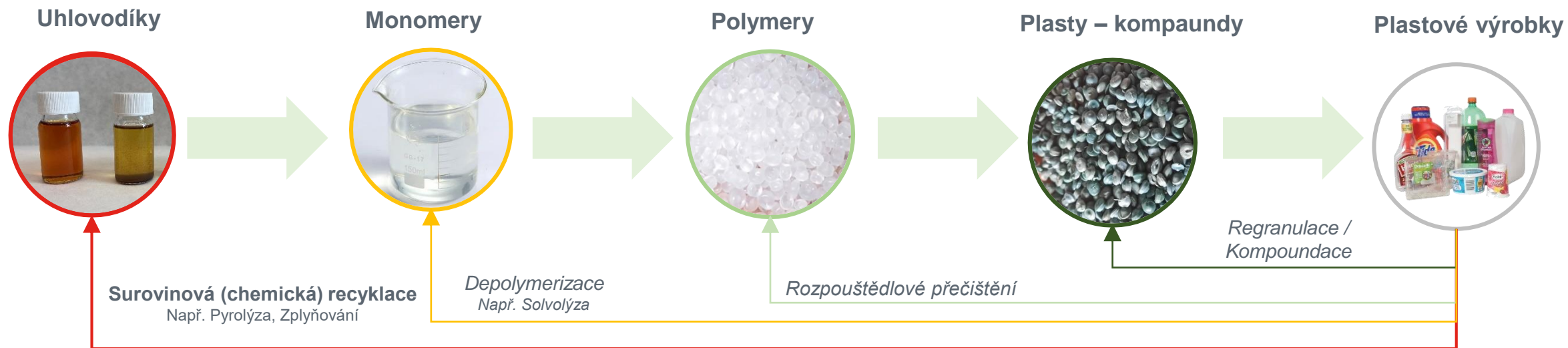


Chemická recyklace plastů pyrolýzou – praktické aspekty a současný stav

Konference k digitální a zelené transformaci plastikářského průmyslu, ČTPP, 2024
Technopark Kralupy VŠCHT Praha, Kralupy nad Vltavou



Technologie tzv. pokročilé recyklace, mezi které se řadí i chemická recyklace plastů prostřednictvím pyrolýzy, představují vhodný doplněk k současnému stavu na trhu s plasty v ČR i EU



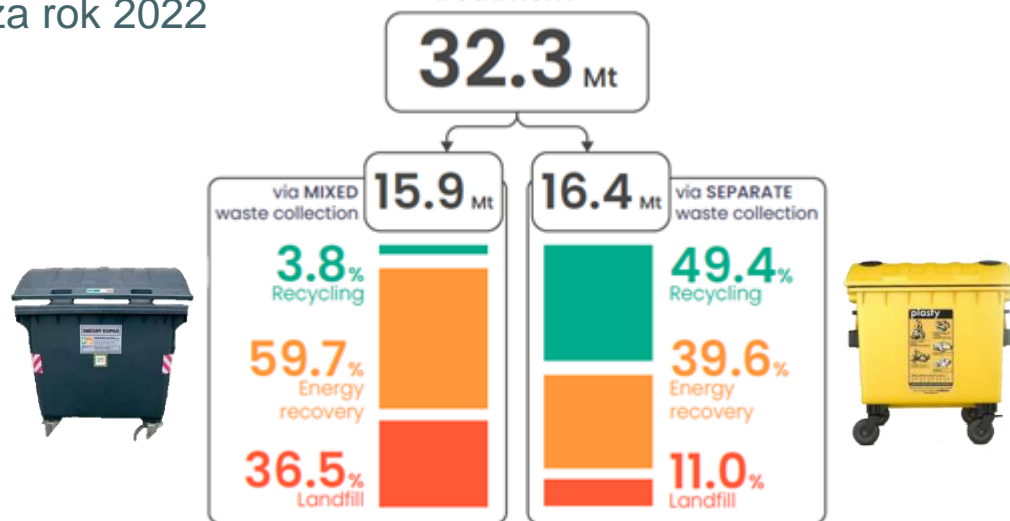
 K úspěšnému prosazení pyrolýzy na trhu je nezbytné najít řešení v těchto klíčových otázkách:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">? Zdroj a typ zpracovávané suroviny:? Kvalita a jakost produkovaných výstupů:? Legislativa a certifikace:? Ekonomická životaschopnost: | <ul style="list-style-type: none">➢ Post-consumer vs. pre-consumer, druhové složení, kontaminace➢ Technologické kroky zahrnuté v procesu a jejich vliv na klíčové parametry➢ Dosažení end-of-waste, REACH, IPPC, produktová legislativa (EFSA, PPWR...), ISCC Plus, EPDM a další➢ Propojení dvou sektorů – odpadové hospodářství (dodavatel) vs. chemický průmysl (zákazník) |
|--|---|

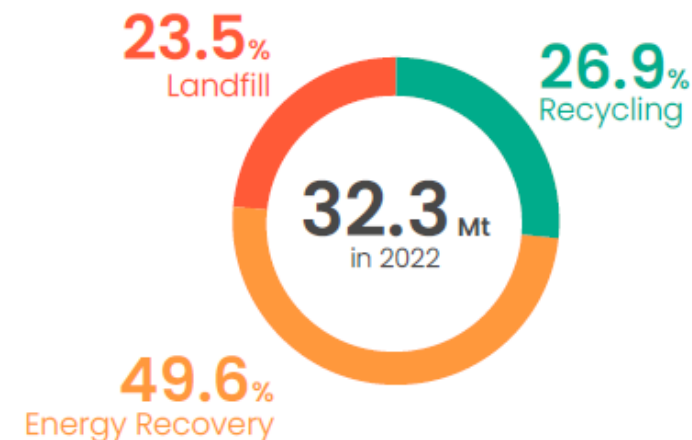
Zdroje suroviny

Jen 27 % ze zpětně získaného post-uživatelského odpadního plastu bylo v EU zrecyklováno roce 2022. SKO však představuje zajímavý potenciál

Zpětný odběr post-uživatelského plastového odpadu v Evropě za rok 2022



Způsoby využití post-uživatelského plastového odpadu v Evropě za rok 2022



- V roce 2022 bylo **36 %** zpětně odebraného post-uživatelského plastového odpadu (11,6 mil. tun) **bylo předáno k recyklaci**, ale jen 8,6 mil. tun skončilo jako recyklované plasty. Zbývající post-uživatelský plastový odpad byl buď energeticky využit, či skládkován.
- Do recyklace odešlo cca **29 %** zpětně získaného post-uživatelského plastového odpadu v **ČR**. V oblasti **odpadních plastových obalů** tak byla dosažená míra recyklace až **45 %** v **ČR** za rok 2022.

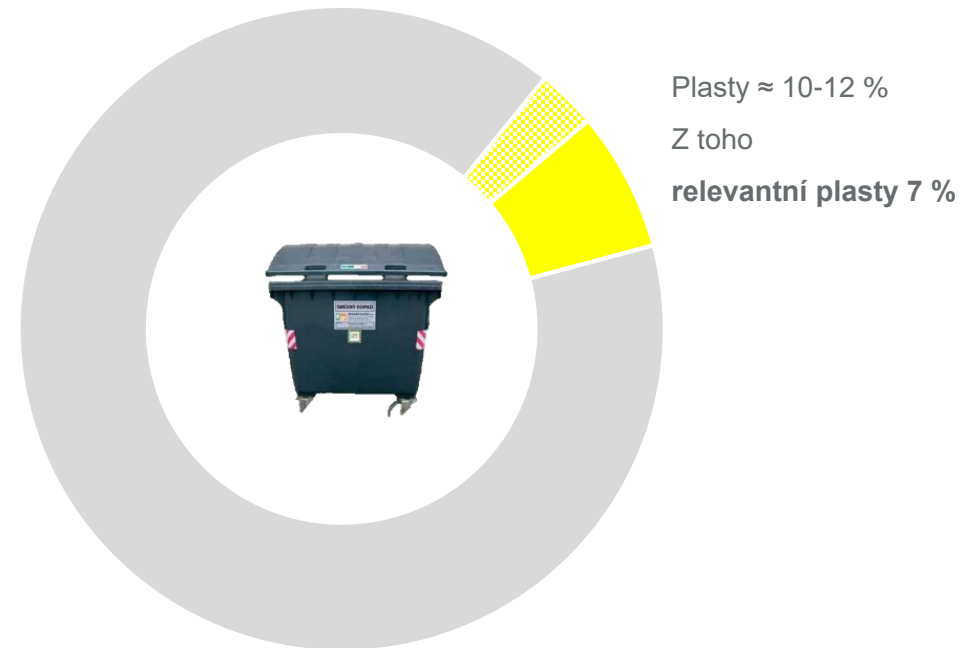
Odhad dostupnosti post-consumer plastového odpadu v ČR vhodného pro zpracování pyrolýzou – potenciál existuje, ne všechny plasty jsou však vhodné.

V České republice bylo vyprodukováno cca 285 tis. tun odpadních plastových obalů v roce 2021



Potenciál: 120 – 152 tisíc tun

V České republice bylo vyprodukováno cca 2 756 tis. tun SKO v roce 2021



Potenciál: 193 – 220 tisíc tun

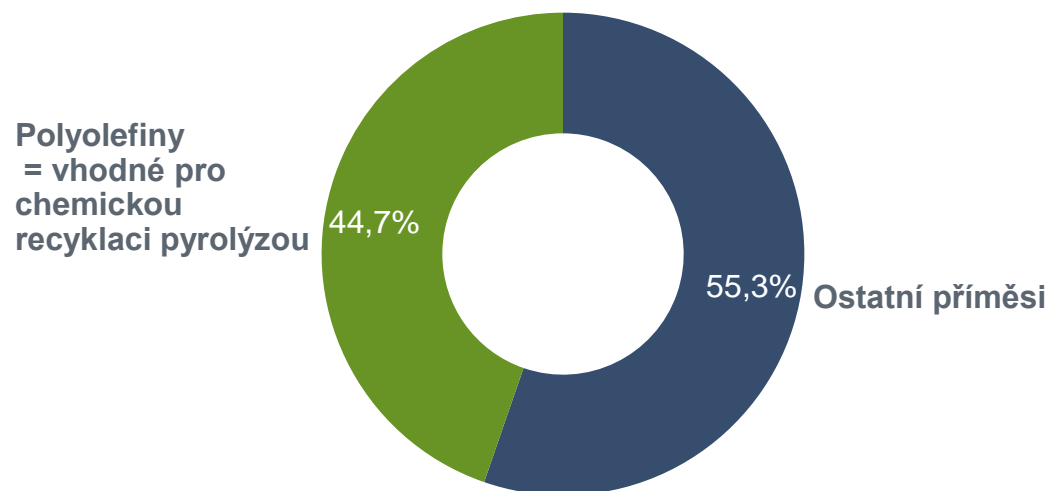
Odhadovaný potenciál dostupnosti odpadních plastů vhodných pro recyklaci pyrolýzou činí přibližně 313 – 372 tisíc tun ročně¹

Z analýzy výmětu z manuálních třídících linek jednoznačně vyplývá potenciál k navýšení míry recyklace plastů, avšak je nutná kvalitní předúprava.

- Během let 2022 - 2023 bylo ve spolupráci s odpadovými společnostmi realizováno **22 rozborů** skladby výmětů z manuální třídících linek (4 rozdílné linky) s celkovým objemem analyzovaného odpadu více než 2 000 kg.

Hm. % nadsítné frakce > 40 mm	Střední hodnoty
Ostatní příměsi (PET, PS, PVC, PA, ABS, PUR, papír, pryž, anorganika)	55,3 %
Polyolefiny (Flexible + rigid packaging)	44,7 %

Normované výsledky analýzy výmětů z nadsítné frakce (>40 mm), hm. %



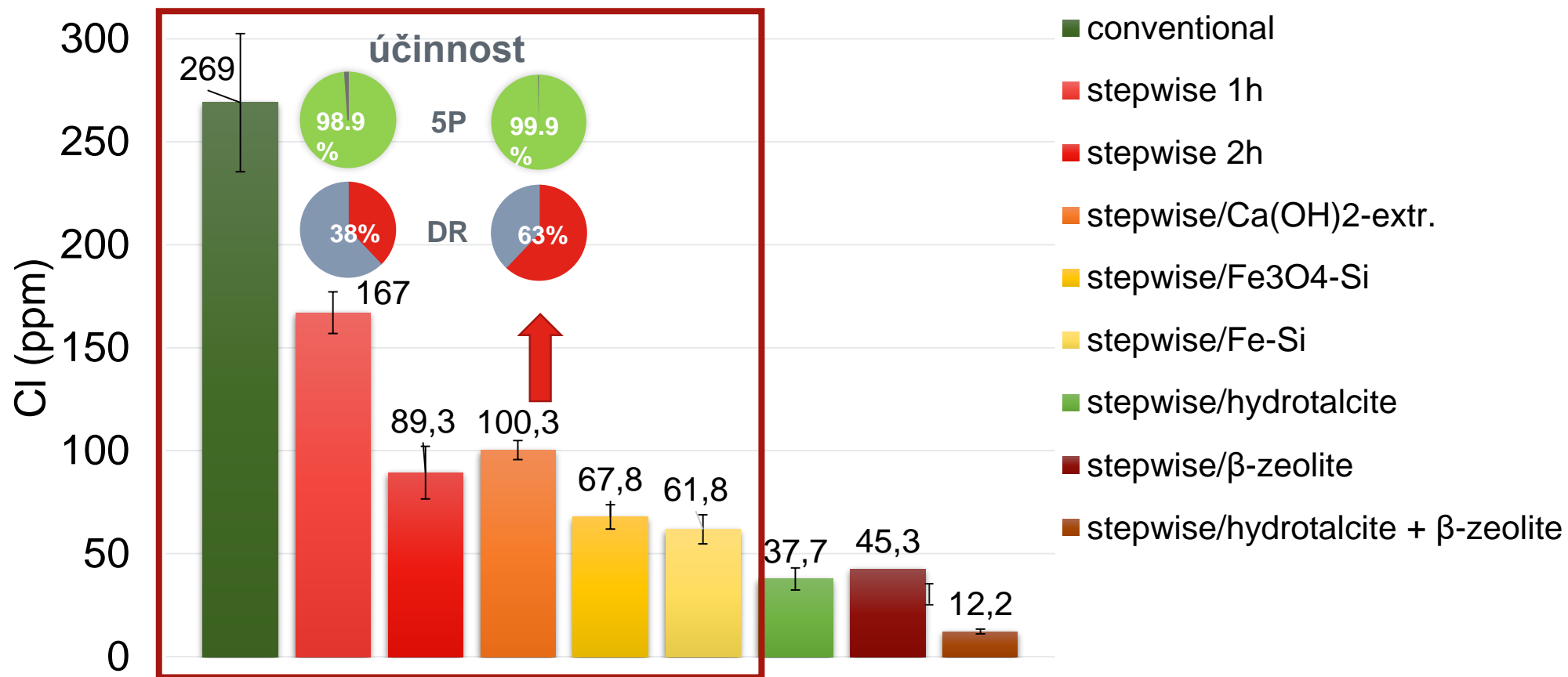
Kvalita a jakost

Vstupní materiál

	materiál	poměr
5P	LDPE	35 %
	PP	25 %
	HDPE	20 %
	PS	10 %
	PVC	10 %
+ aditiva	CaCO ₃ PET celulóza	10 %



Účinnost dechlorace při pyrolýze obalů z drogérie (DR)



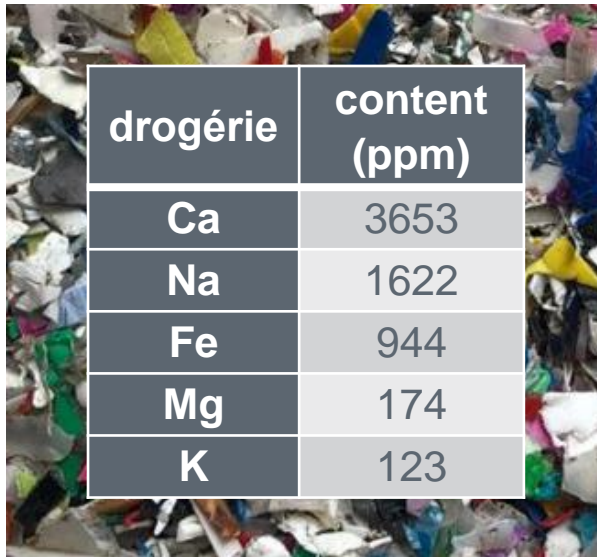
Snížení účinnosti krokové pyrolýzy o **60 %** ve srovnání s modelovou směsí.

Co komplikuje dehalogenaci při pyrolýze odpadních plastů?

Aditiva

- hypotéza založená na výsledcích experimentů se sorbenty in-situ
- málo evidence v literatuře

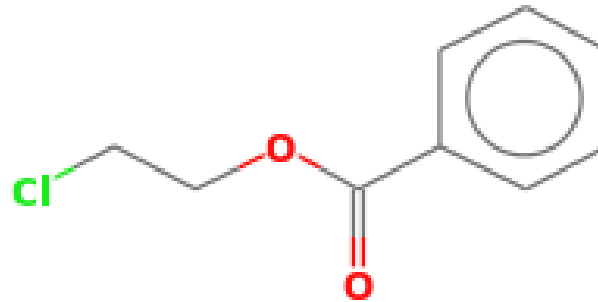
Prvky, které mohou během pyrolýzy tvořit chloridy zjištěné pomocí ICP:



drogérie	content (ppm)
Ca	3653
Na	1622
Fe	944
Mg	174
K	123

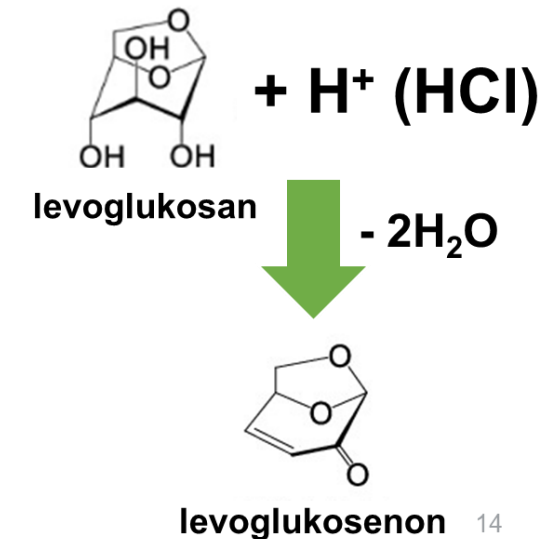
PET

- evidence v literatuře
- interakce tvořící chlorované estery kyseliny tereftalové a kyseliny benzoové



Celulóza

- sporné výsledky v literatuře
- výsledky se zaměřují spíše na vliv HCl na degradaci celulózy než naopak



Srovnání dosažených hodnot s limity pro parní krakování (kroková pyrolýza (2h) + β -zeolit/hydrotalcit)

Koncentrace v kapalině

	Výmět	Elektro	Limit (ppm)
halogeny	290	128	3
N	1833	7292	100
S	33	11	500
O (dopočet)	37573	11261	100
P	n.d.	n.d.	0.5
suma kovy	n.d.	7	0.1

Vliv ředění

Výmět		Elektro	
1:10	1:100	1:10	1:100
29	2,9	13	1,3
183	18,3	729	73
3,3	0,3	1,1	0,1
3757	376	1126	113
0,1	0,01	0,1	0,01
n.d.	n.d.	0,7	0,07

stanovení kyslíku dopočtem - značně nepřesné

limity pro většinu kovů pod mezí stanovitelnosti



Limit stanovitelnosti pro každý prvek cca **1 ppm** (ICP-OES)
Stanovováno 24 běžných kovů v pyrolýzních produktech.

I surovinová recyklace (pyrolýza) potřebuje pro správné fungování kvalitní třídění

V mnoha případech není manuální třídění schopno dosáhnout požadované kvality vytríděných plastů a dochází k (i) záměně, či k (ii) nevytrídění (není umožněno materiálové využití i vhodného materiálu).



Legislativa a certifikace

Sladit zájmy stakeholderů a umožnit dosažení jejich legislativních cílů vyžaduje koncepční řešení a provázanost při přípravě podkladů pro jednotlivá řízení.



What is ISCC Plus and what does it do?

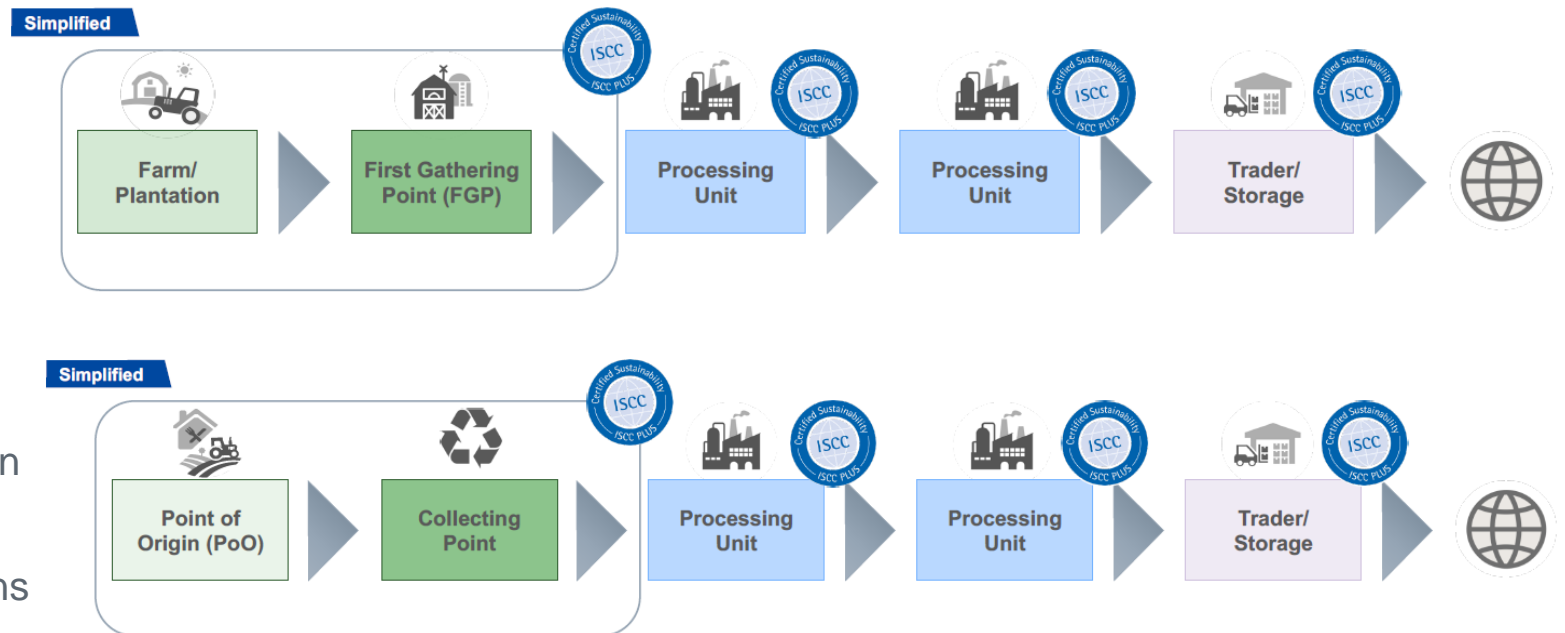
- It is a system for management of sustainable information transfer along the supply chain, that ensures traceability and implements particular chain of custody.

Traceability:

- **Identification and backtracking** of origin, distribution, location and application of products and materials through the supply chain
- “Step-by-step” traceability possible under ISCC

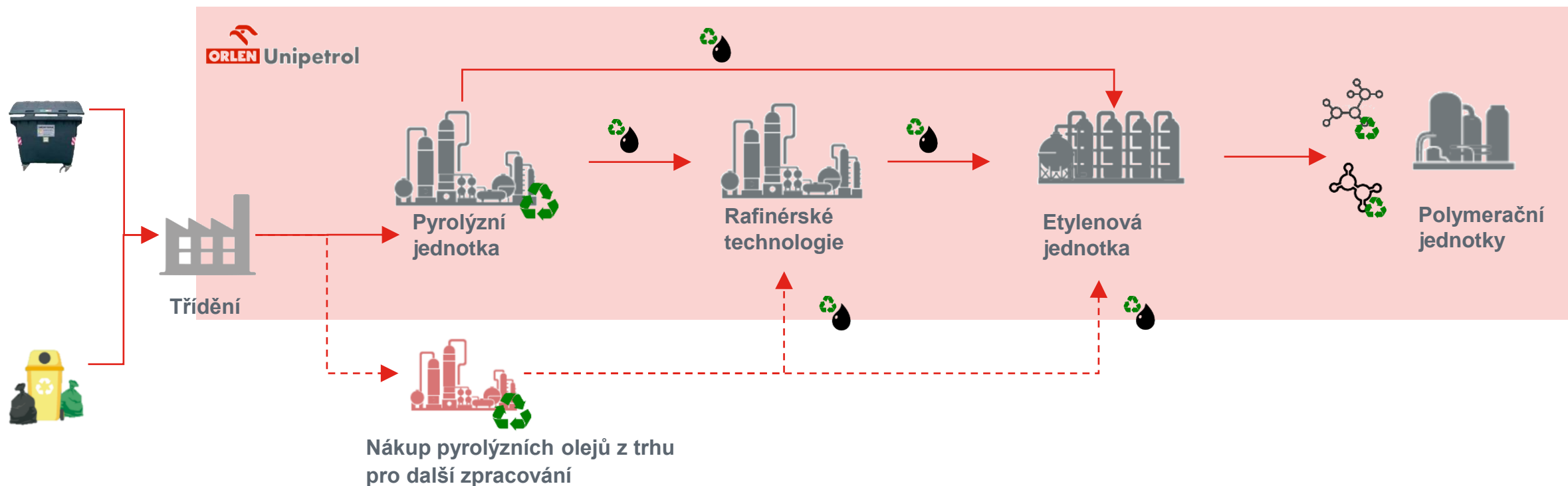
Chain of custody:

- **Connection** of sustainability information and materials
- Under ISCC the chain of custody options **mass balance and physical segregation** are available for handling material



Ekonomická životaschopnost

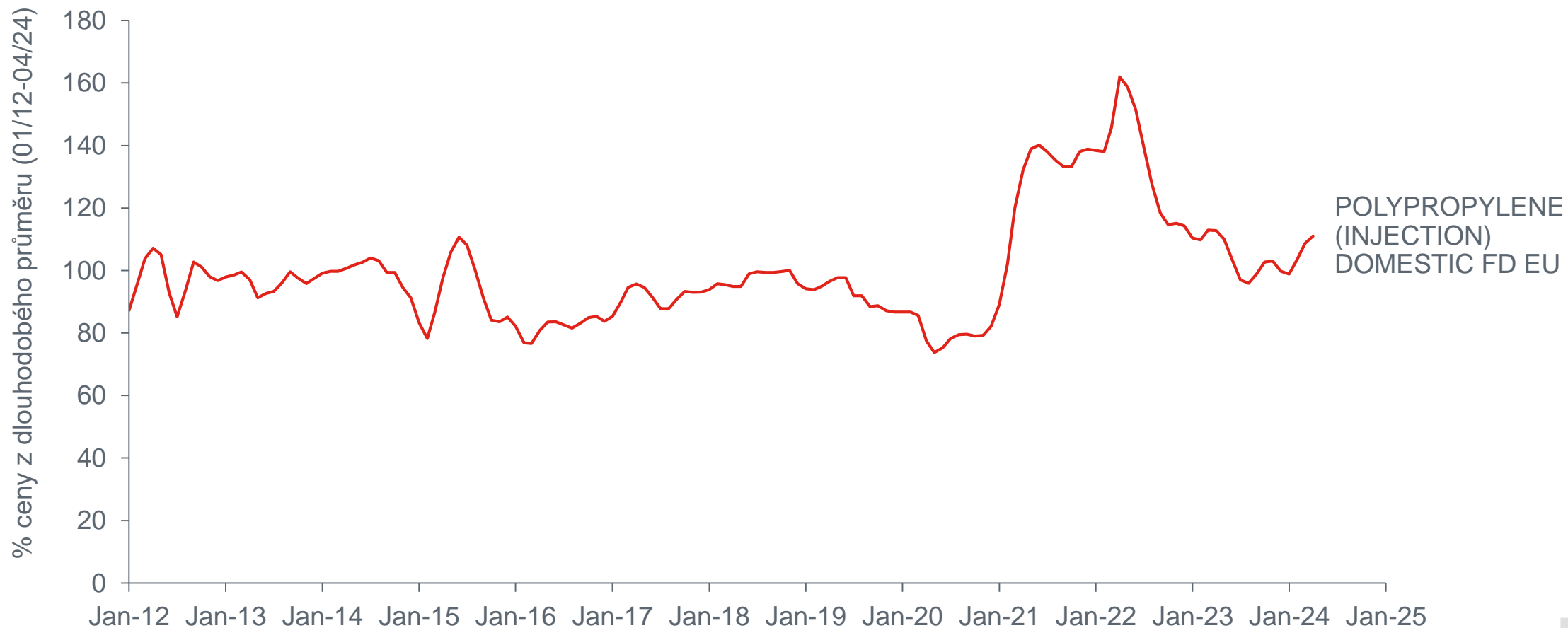
Budování odvětví pokročilé recyklace vyžaduje vytvoření nových dodavatelsko-odběratelských vztahů



Stakeholderi napříč řetězcem, jejichž zájmy se „musí potkat“, aby mohl celý řetězec efektivně fungovat:

EPR, obce, MŽP, svozové firmy, recyklátoři, zpracovatelé plastů, výrobci (potravin, kosmetika, automotive...), koncoví uživatelé.

Zpracovatelé plastů jsou zvyklí pracovat s cenovou fluktuací, kterou lze modelovat a proti extrémům se lze zajistit. Podobný přístup lze očekávat i v chemické recyklaci.



Byznysový potenciál oblasti chemické recyklace láká i subjekty, jejichž působení přináší značné reputační riziko.



Nicméně, přes veškerou snahu a dohodu mezi společnostmi, bylo nyní oznámeno, že po třech měsících existence firmy NextForm Energy a.s. byly její bankovní účty zablokovány policií České republiky, což výrazně znemožnilo pokračování v podnikání. Odůvodnění: PODVOD.





Děkuji za pozornost

Robert Suchopa – projektový manažer chemické recyklace