

Chemická recyklace odpadních plastů: technologie termického rozkladu bez přítomnosti kyslíku

Seminář „CHEMIE POMÁHÁ! ...NEJEN BYZNYSU“, Praha, 6.10.2021

Ing. Robert Suchopa, ORLEN UniCRE



ORLEN UniCRE



Litvínov
Ústí n./L.
Lokalita

1952
Založení

123
Zaměstnanců

Činnosti

- Základní a aplikovaný výzkum v oblasti průmyslové chemie, pohonných hmot a obnovitelných surovin
- Inovace rafinérských a petrochemických technologií a procesů
- Nezávislá akreditovaná laboratoř pro rozборы odpadních vod, zemin a ropných látek

Mezinárodní spolupráce

- Univerzitní a vědecká pracoviště v ČR i zahraničí (např. Finsko, Španělsko, Švédsko, Itálie či Slovensko)

Vzdělávání

- Popularizace chemie mezi studenty, přednášky a exkurze, studentské a vědecké práce, semináře pro pedagogy

Skupina ORLEN Unipetrol

Největší rafinérská
a petrochemická
společnost v Česku



Jediný
zpracovatel ropy
v České republice



Výrobce a distributor
paliv, olejů, maziv,
plastů, hnojiv a
dalších produktů



Provozovatel
největší sítě
čerpacích stanic
v Česku



Od 2005 součást
nadmárodní skupiny
PKN ORLEN



ORLEN



Rafinérie Litvínov (největší chemický areál v ČR)



- Lokalita: **Záluží u Litvínova**
- Rok založení: **1939**
- Počet zaměstnanců: **2 500**
- Segmenty: **rafinérie, petrochemie, agrochemie**

Hlavní produkty:



Nafta



Letecké
palivo



Benzín



Etylen



Benzen



Propylen



Čpavek



Oleje



Asfalt



LPG



Polyetylen



Polypropylen

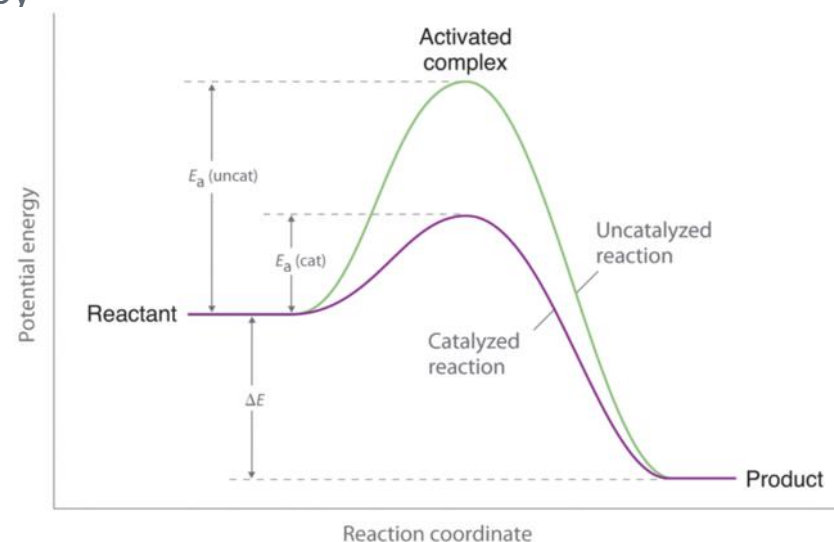
Termické procesy pro nakládání s odpadními polymery - pojmy

Cíl: dosažení přeměny odpadních polymerů na produkty znovu využitelné v rámci chemického průmyslu.

Pyrolýza nebo také termolýza (z řec. pur = oheň, thermos = teplo, luo = povolit) je proces chemické přeměny vyvolané působením tepla bez přístupu kyslík jejíž výsledkem jsou zpravidla menší molekuly (rozklad).

Termolytické procesy mohou probíhat při různých podmínkách (teploty, doby zdržení, tlaky, přítomnost reaktivních plynů, kapalin a katalyzátorů...). Pro základní dělení procesů se používá **teplota** (3 skupiny procesů) a **přítomnost katalyzátoru** (ano/ne):

- Nízkoteplotní termolýza (<400 °C)
- **Středně teplotní termolýza (400 – 600 °C)**
- Vysokoteplotní termolýza (>600 °C)
- Případně katalytická (s **cíleně** přidávaným katalyzátorem).



Katalyzátor je látka, která v reakci pomáhá ke snížení tzv. aktivační energie E_A (v kJ/mol). Zjednodušeně lze říct, že se jedná o jeden z „ovládacích prvků“ reakce.

Produkty termolytických procesů

Platí zákony zachování energie a hmoty! Vždy vznikají produkty v plynné, kapalně i pevné fázi. Mění se pouze jejich vzájemný poměr (tzv. výtěžkový vektor) a složení.

Plynné produkty

- Hlavní složky: C1 – C4 uhlovodíky (nasycené i nenasycené), H₂, H₂O, HCl, CO, CO₂, N₂, C4+ uhlovodíky
- Využití: energetické, při dostatečně instalované kapacitě lze separovat jednotlivé složky (vysoká hodnota).

Kapalné produkty

- Hlavní složky: všechno vroucí do 550 °C, nasycené, nenasycené i molekuly obsahující heteroatomy, charakterizuje se pomocí skupinového složení a destilačního rozmezí, funkcí procesu a vstupní suroviny.
- Využití: zdroj uhlovodíků pro rafinérskou a petrochemickou výrobu.

Pevné produkty

- Hlavní složky: těžké podíly (>550 °C), častěji nenasycené molekuly až elementární uhlík, méně často nasycené molekuly, veškeré inertní komponenty, zbytky katalyzátorů, kovy...
- Využití: potenciální zdroj uhlíku (výroba sorbentů, jako aditivum ve stavebnictví...), výroba sazí (?)



Produkty termolytických procesů – pauzička od textu



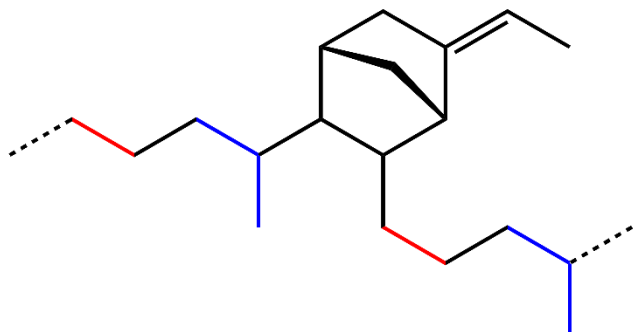
Produkty termolytických procesů – výtěžkové vektory a co je ovlivňuje

Výtěžkový vektor každého termolytického procesu zpracování odpadních polymerů je VŽDY funkcí:

- Složení vstupní suroviny (podíl organické molekuly vs. inertní molekuly).
- Technologického uspořádání procesu (teplota, tlak, typ reaktoru, přítomnost katalyzátoru...).
- Řízení procesu (rychlost předání tepla, nastavení PID regulátorů...).

Výrobek z EPDM kaučuku po skončení životnosti

Ethylen Propylen Dien Monomer (74 % hm.)



R-O-O-R, n-C14 apod. (celkem 6 % hm.)

C, CaCO₃, S apod. (celkem 20 % hm.)

Vsádková
pyrolýza, teplotní
program do 450
°C, doba zdržení
– 2 h, bez
katalyzátoru,
mírný podtlak

Výtěžkový vektor (vše v % hm.):

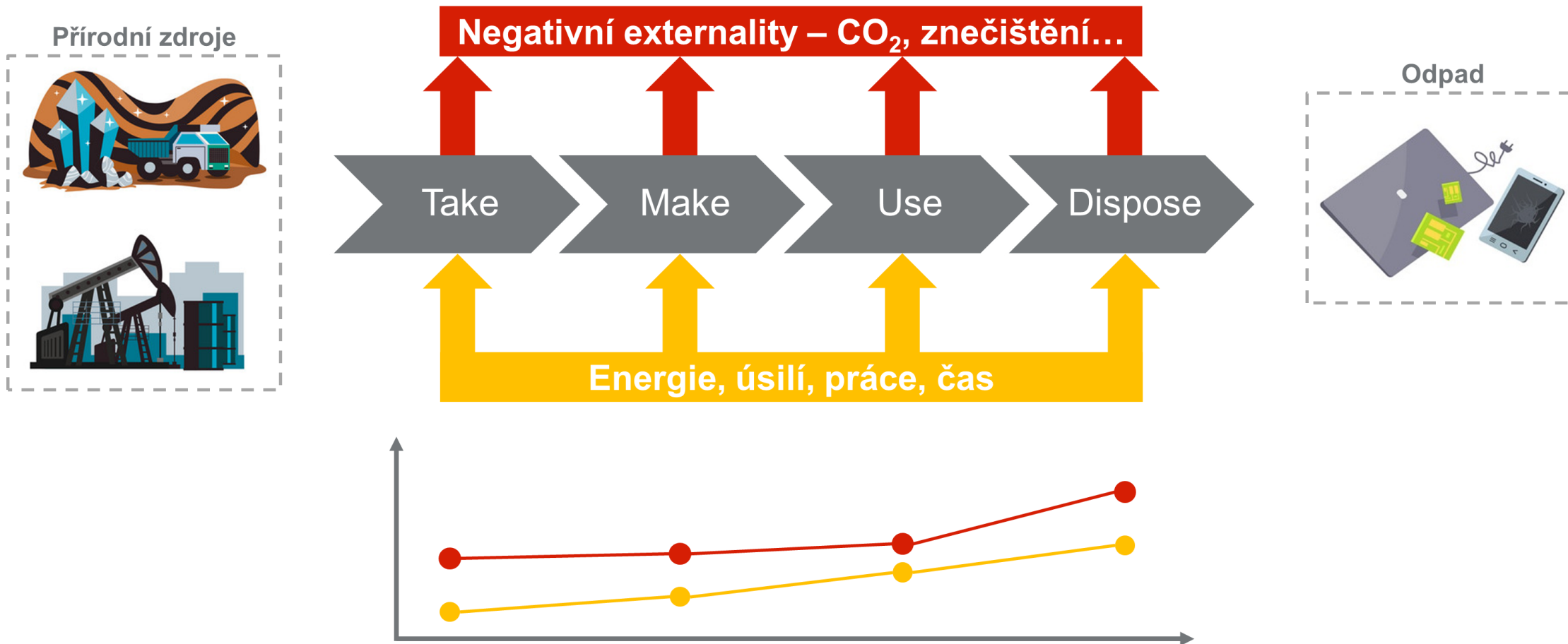
- **Plyn (15 %)** – 20 % H₂, 45 % C1 – C4 nenasycených, 15 % C1 – C4 nasycených., 10 % N₂ (inertizace), 10 % CO + CO₂ + C4+
- **Kapalina (55 %)** – 17 % alkany, 25 % alkeny, 48 % aromáty, 10 % org. sloučenin s heteroatomy (S, N, O)
- **Pevný podíl (30 %)** – 88 % C, 5 % Ca, 7 % S

Termolýza (pyrolýza) odpadních polymerů – jedna z možností, jak realizovat chemickou recyklaci.

Za určitých předpokladů z nich lze vyrobit opět produkty často v tzv. virgin kvalitě.



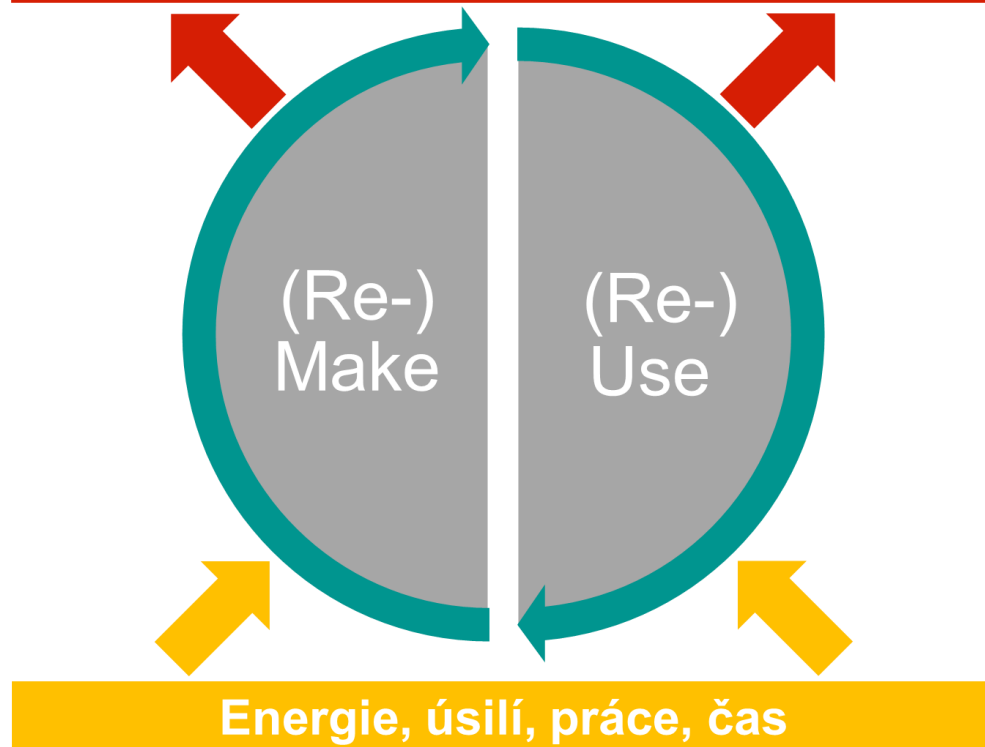
„Take → Make → Use → Dispose“ model tzv. lineární ekonomiky



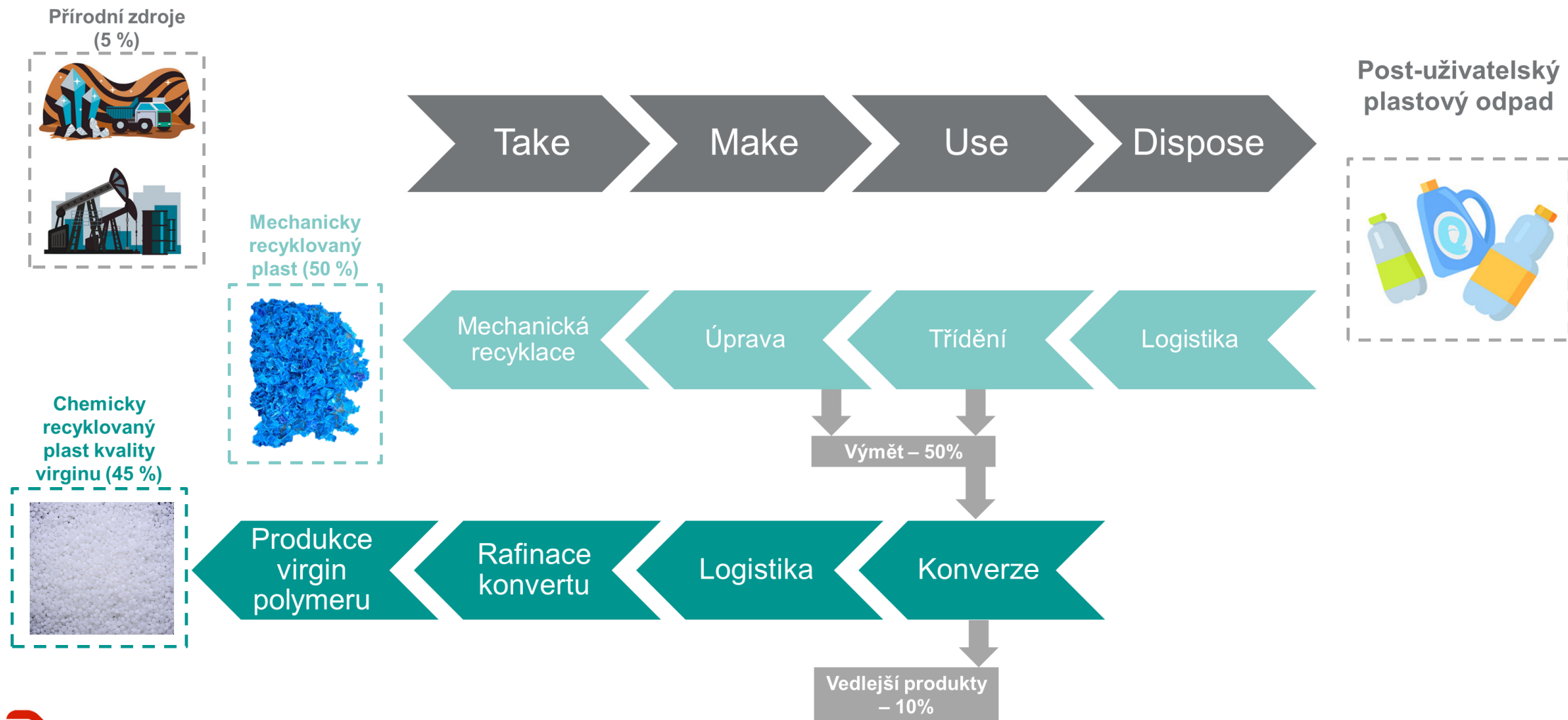
Cirkulární ekonomika – eliminace negativních externalit?



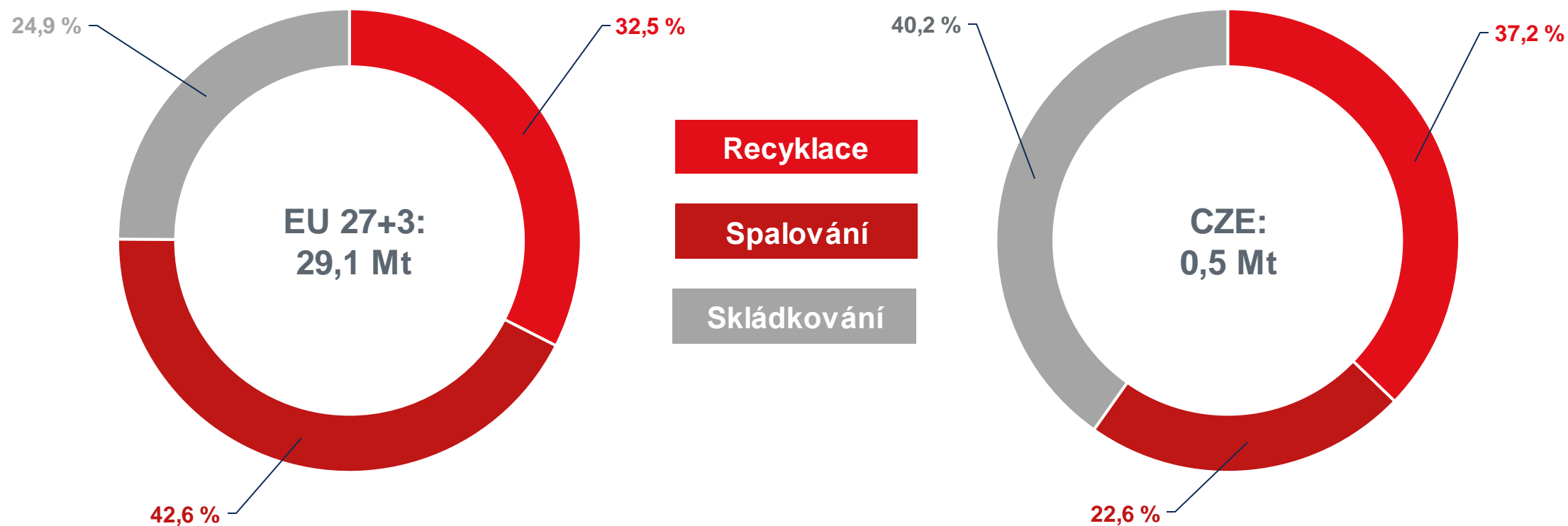
Negativní externality – CO₂, znečištění...



Proč chemická recyklace? Potenciální vyšší přidaná hodnota produktů díky vhodnému doplnění mechanické recyklace.



Post-uživatelský plastový odpad a nakládání s ním v rámci EU a CZE, včetně podílu skládkování, recyklace a spalování odpadu.



LCA technologie chemické recyklace od BASF

Srovnání emisí CO₂ mezi termolytickým zpracováním a spálením směsných odpadních plastů

Technologie#1

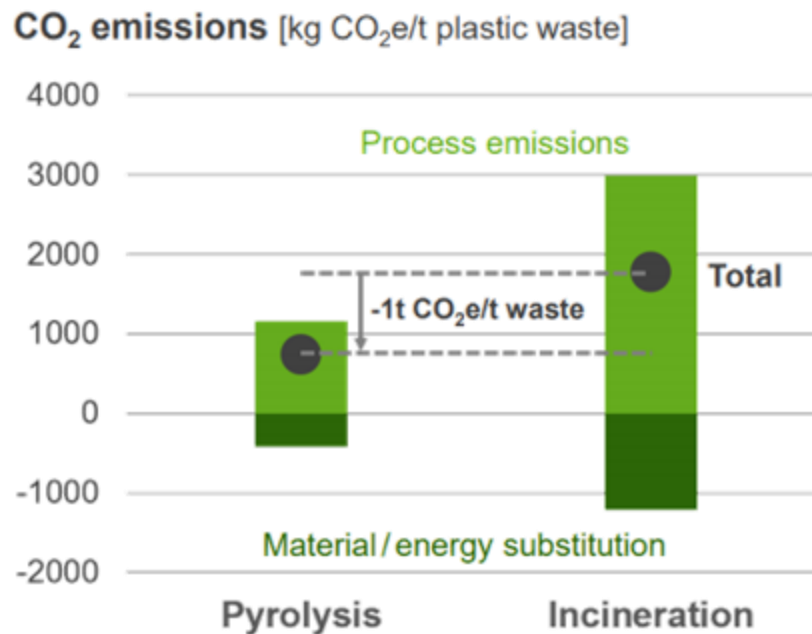


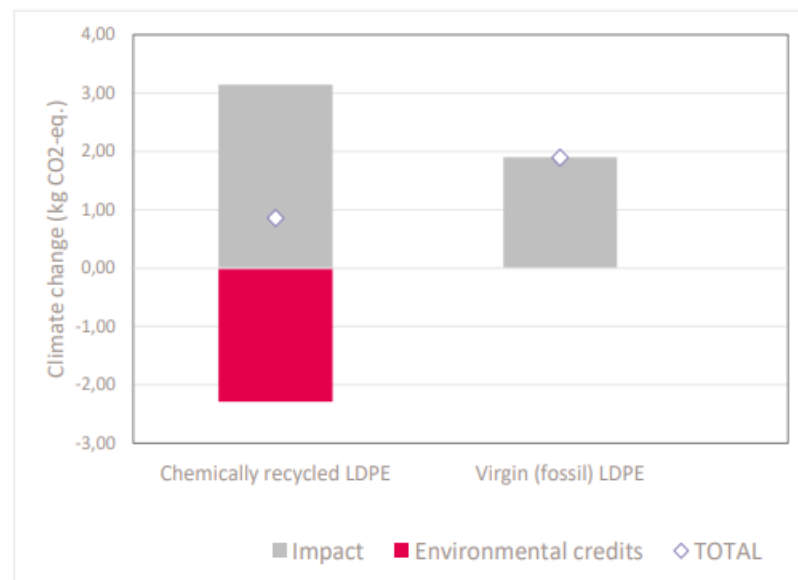
Fig. 1: Pyrolysis of 1t mixed plastic waste emits, in total, 739 kg CO₂e.
Incineration of 1t mixed plastic waste emits, in total, 1777 kg CO₂e.

- Termolytické zpracování odpadních plastů emituje o cca 50 % menší množství CO₂ než jejich spalování.
- Předpoklady – vezmou-li se v úvahu veškeré emise CO₂ a jejich úspory, obě alternativy získávají kredity (negativní hodnoty GWP):
 - Termolýza: Úspory CO₂ plynou z nahrazení fosilní suroviny ve výrobě plastů pyrolýzním kondenzátem z odpadních plastů
 - EVO: Úspory CO₂ plynou z výroby elektrické energie, které nahrazuje stejné množství elektrické energie s distribuční soustavou o určité emisivitě (hodnotě GWP).

LCA technologie chemické recyklace společnosti Plastic Energy

Srovnání emisí CO₂ mezi termolytickým zpracováním a spálením směsných odpadních plastů

Technologie #2



- Chemicky recyklovaný LDPE vykazuje výrazně nižší hodnoty GWP ve srovnání s virgin (fosilním) LDPE, a to až 1 kg CO₂ ekv. na každý kilogram vyrobeného LDPE (chemicky recyklovaný LDPE GWP 0.86 vs. fosilní LDPE GWP 1.90).
- U chemicky recyklovaného LDPE, úspora emisí plyne z eliminace nutnosti nakládat s daným množstvím odpadu, tj. 55 % úspory plyne z eliminace energetického využití, 45 % z eliminace skládkování. Je vycházeno z průměrného nastavení odpadového hospodářství na přič Evropou.

Plánované kapacity chemické recyklace v sektoru petchem



- As a result of partnership of Dow and MURA, Dow to receive supply of recycled feedstock's made from plastics waste from Mura's plant in Teesside, UK. The plant is expected to start operation **in 2022** (with capacity **20 ktpa** with future increase to 80 ktpa).
- Dow is also MURA's partner for considered projects of chemical recycling plants in Germany (Boehlen & Bomlitz – both with considered capacity 100 ktpa)
- In 2019, Dow signed an agreement with the Fuenix Ecology Group for the supply of pyrolysis oil feedstock (**estimated 15 ktpa**), which is made from plastic waste. The feedstock will be used to produce new polymers at Dow's production facilities at Terneuzen.



- In April 2020, INEOS and Plastic Energy announced a collaboration on the construction of a new plant to convert waste plastic into the raw material to make new plastic. The location of considered capacity of **30 ktpa** of plastic waste is yet not be decided. Production of the new facility would be targeted for the **end of 2023**.
- First trials of product from Plastic Energy's current advanced recycling process have been completed converting new raw material into virgin polymer through the INEOS cracker at Köln, Germany.



- In June 2021, Borealis has signed an agreement with Renasci Oostende Recycling NV to acquire the entire chemically recycled feedstock output from its high-tech recycling centre in Oostende, Belgium (**projected 20 ktpa**). In July 2021, Borealis deepens partnership Renasci N.V., acquiring a 10% minority stake.
- A **feasibility study** for a unit at the Borealis production site in Stenungsund is now underway. Subject to the feasibility study being successful and final investment approval, the unit is expected to **operational by 2024**.



- In October 2020, Total and Plastic Energy announced the creation of a strategic partnership and the development of the chemical recycling project in France (Total 60 %, Plastic Energy 40 %). The plant, with a capacity of **15 ktpa**, will be located in Grandpuits, France. The project is expected to become **operational in early 2023**.
- In May 2020, Total has signed an agreement with PureCycle Technologies to develop a strategic partnership in plastic recycling. As part of the agreement, Total undertakes to purchase part of the output of PureCycle Technologies' future facility in the United States and to assess the interest of developing a new plant together in Europe.



- In January 2021, SABIC and Plastic Energy set to start the engineering and construction phase chemical recycling project in Geleen, the Netherlands. The plant, with capacity **15-20 ktpa**, is expected to become **operational in the second half of 2022**.



- ExxonMobil is collaborating with Plastic Energy on chemical recycling project in France, with an initial capacity of **25 ktpa** of plastic waste, and plans to scale up to 33ktpa in near future. A final investment decision is expected in mid-2021 with **startup anticipated in 2023**



Děkuji za pozornost

robert.suchopa@orlenunicre.cz

Upozornění: Informace obsažené v této prezentaci jsou určeny výhradně oprávněným příjemcům a mohou obsahovat důvěrné informace, popř. mohou být předmětem obchodního tajemství. Neoprávněné prohlížení, šíření, úpravy, zpřístupnění jejího obsahu nebo jiný neoprávněný způsob užití jsou zakázány. Pokud jste obdržel(a) tuto prezentaci omylem, informujte o tom prosím okamžitě odesílatele a tuto prezentaci zničte/vymažte ze systému. Děkujeme.

Další čtení k tématu

McKinsey z roku 2018

[How the chemical industry could expand its activities in plastics waste recycling | McKinsey](#)
[Recycling and the future of the plastics industry | McKinsey](#)

„We also believe there are opportunities to build a new and profitable branch of the industry based on recycled plastics, which our research suggests could represent a profit pool of as much as \$55 billion a year worldwide by 2030.“

C&EN z roku 2020

[Companies are placing big bets on plastics recycling. Are the odds in their favor? \(acs.org\)](#)

„Plastics recycling will grow from \$48 billion in revenues today to \$162 billion by 2030. Chemical recycling processes—nearly nonexistent in 2020—will make up about a third of plastics recycling by then.“

Accenture report

[Chemical Industry Growth in a Circular Economy | Accenture](#)

„In response to rising environmental concerns and regulatory change, the value of the circular economy worldwide is set to hit US\$4.5 trillion by 2030“

Chemical recycling summary

[Chemical Recycling Poised to Take Off | Plastics Technology \(ptonline.com\)](#)

More individual statements directly from companies

[Closed Loop Partners Launches Multi-Million Dollar Circular Plastics Fund with Dow, LyondellBasell, & NOVA Chemicals to Accelerate Investment in Plastics Recycling Infrastructure | LyondellBasell](#)

