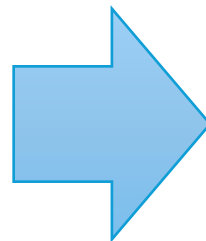


Od odpadů k surovinám pro plasty.

(trendy a technologie chemické recyklace)



Plastové odpady = surovina

- Globální produkce plastového odpadu (~350 Mt/rok) - EU (~43 Mt/rok) – ČR (~ 0,7 Mt/rok)
- Reálně nízká míra skutečné materiálové recyklace – globálně cca 9% (především mechanická)
- Cíle EU (50 % recyklovatelných plastových obalů do 2030) – požadavky na nárůst míry recyklace.
- Povinný obsah recyklátu (2030- 30% PET, 10% FCM mimo PET a 35% pro ostatní obaly).
- Nutnost řešení recyklace u směsných, kontaminovaných a degradovaných plastů.
- Rostoucí objem „missing plastics“ – odpad, který nelze efektivně třídít ani mechanicky recyklovat



Stoupající role metod chemické recyklace

Podpora využití plastů jako druhotných surovin

EU - světová jednička v regulacích

PPWR (nařízení o obalech a obalovém odpadu) – od roku 2026/2030 vyžaduje, aby všechny obaly byly recyklovatelné a obsahovaly určitý podíl recyklovaného plastu (10–35 % do 2030 podle typu, později až 25–65 %).

SUPD (směrnice o jednorázových plastech) – stanovuje konkrétní cíle pro PET lahve (25 % recyklátu do 2025, 30 % u všech plastových lahví do 2030) a zakazuje některé jednorázové výrobky.

ELV Regulation (nařízení o vozidlech na konci životnosti) – nově zavádí povinný podíl recyklovaných plastů v nových automobilech (15 % do 6 let, 25 % do 10 let od účinnosti).

Další přímo související legislativa:

Waste Framework Directive - umožňuje započítávat chemicky recyklovaný obsah do cílů recyklace

Waste Shipment Directive – umožňují volný pohyb recyklátů jako surovin napříč členskými

Circular Economy Act – připravován na tok 2026, fungování jednotného trhu s druhotnými surovinami

.....

Podpora využití plastů jako druhotných surovin

USA – velká recyklační centra a zpracovatelské jednotky

Chemická recyklace („advanced recycling“) = výrobní proces (nikoli zpracování odpadu nebo spalování) v 27 státech.

V jednání Recycling Technology Innovation Act (H.R. 6566), který umožňuje provozovatelům chemické recyklace (pyrolýza, gasifikace, depolymerizace a další) požádat EPA o vyloučení z definice spalování tuhého komunálního odpadu podle Clean Air Act.

Trh chemické recyklace v USA dle odhadů poroste na 7,26 miliard USD do 2035 (nárůst na 13,16 %). Hlavními trendy jsou zde důraz na EPR, minimální obsah recyklovaného materiálu a státní pobídky.

Podpora využití plastů jako druhotných surovin

Indie – masivní zavádění recyklátu

Plastic Waste Management Rules (druhý dodatek z roku 2025) zavádějí povinný minimální podíl recyklovaného obsahu v tvrdých plastových obalech: 30 % do roku 2026, 40 % do 2027.

FSSAI (*Food Safety and Standards Authority of India*) od března 2025 povolila použití recyklovaného PET v potravinářských obalech za specifikovaných podmínek.

Čína - opatrný rozvoj s centrálními regulacemi

V rámci 14. pětiletého plánu pro kontrolu znečištění plasty se v Číně zavádí pravidla pro design a recyklaci včetně certifikované sledovatelnosti výrobky. Od 1. února 2026 vstupují v platnost devět nových národních standardů pro recyklované plasty, které stanovují požadavky na design recyklovatelnosti, kvalitu, omezení nebezpečných látek a povinnou trasovatelnost.

Stále je v Číně omezeno používání recyklovaných plastů v potravinářství. Více jsou zde řešeny migrační limity pro primární plasty. Platí zde i zákaz vybraných jednorázových plastů.

Podpora využití plastů jako druhotných surovin

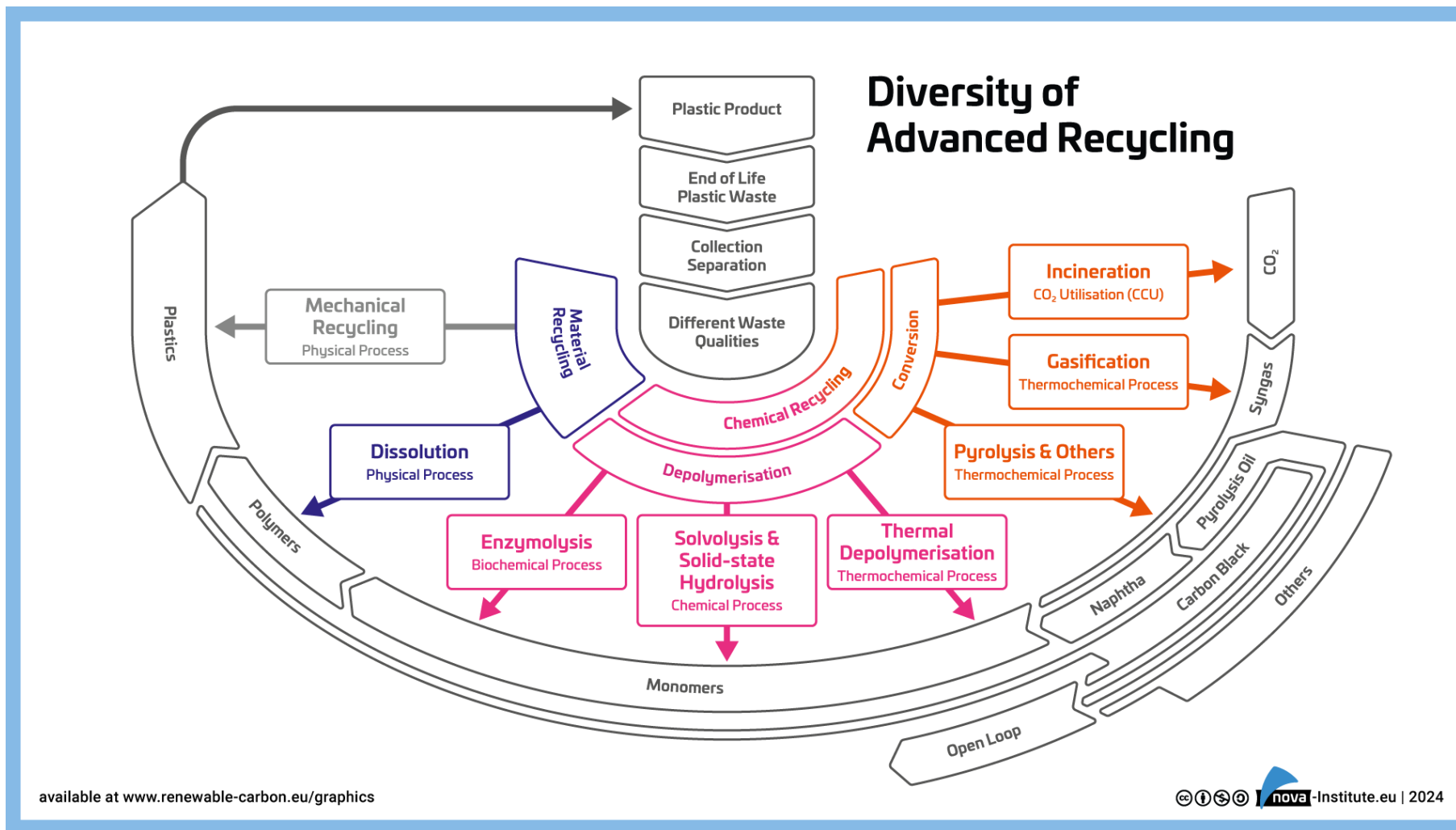
Japonsko – uzavřený cyklus použití plastů

Platí zde od roku 2022 komplexní legislativní rámec zaměřený na oběhovosti materiálů (Zákon o podpoře oběhu plastových zdrojů), kde je definován design pro recyklaci a také omezení některých druhů jednorázových plastových výrobků. Japonsko je lídrem v technologiích "bottle-to-bottle" (recyklace plastových lahví na nové plastové lahve lahve). Systém EPR by měl být nově plněn i pomocí digitálních pasů výrobků a klade se zde důraz na chemickou recyklaci pro vícevrstvé a kontaminované plasty.

Ruská federace - zaměření na povinnosti výrobce

Nakládání s plastovými odpady v Ruské federaci aktuálně zahrnuje nové rozšířené odpovědnosti výrobce a přesouvá povinnost recyklace přímo na výrobce a dovozce obalů, stanovuje recyklační kvóty až na 100 % pro vybrané typy obalů a zavádí nové procedury pro dovozce ze zemí mimo Eurasijskou ekonomickou unii (EAEU). Od září 2025 je zakázána produkce a dovoz PET obalů, pokud recyklovatelnost nedosahuje minimálně 85 %.

Využití plastového odpadu - cesty



Technologická zralost chemické recyklace

- **Pyrolýza (thermal / catalytic) TRL 8–9** (plně komerční, široce nasazená technologie).
- **Gasifikace TRL 7–8** (pilotní / raně komerční fáze).
- **Depolymerizace (chemická i enzymatická) TRL 8–9** pro PET, PC, PA (komerční); **TRL 7–8** pro další aplikace (např. polyolefiny, PU).
- **Rozpouštění / purification / solvent-based TRL 8–9** (komerční).
- **Enzymatická recyklace TRL 6–8** (pilotní / komerční)
- **Plazmová pyrolýza / gasifikace TRL 5–7** (pilotní)
- **Hydrotermální depolymerace (HTL / supercritical water) TRL 6–7** (raně komerční)
- **Elektrochemická depolymerizace TRL 4–6** (laboratorní / pilotní)
- **Fotoreforming , iontové kapaliny, eutektická rozpouštědla TRL 1-3** (laboratorní)

Kapacity chemické recyklace - svět

Aktuální stav:

Celková kapacita: ~1,15 milionu tun/rok

- Pyrolýza: 68 %
- Glykolýza / Depolymerizace: 14 %
- Gasifikace: 8 %
- Hydrolýza / Enzymatická solvolýza: 7 %
- Ostatní (rozpouštění atd.): 3 %

Dle druhu materiálu:

- Smíšené plasty: 72 %
- Ostatní polymery (PA, PU, PMMA, PS atd.): 16 %
- PET: 9 %
- Smíšený odpad včetně neplastů: 3 %

Typické složení „smíšených plastů“:

PE – LDPE + HDPE, PP ,PS ,PVC – často v malém množství, PET– v menším podílu, vícerstvé fólie (PE + PA + EVOH + lepidla), kontaminované obaly, etikety, lepidla, zbytky jídla, neplastové nečistoty

ICIS, Future Markets Inc., Lux Research, AMI Plastics a ResearchAndMarkets – 2025/2026

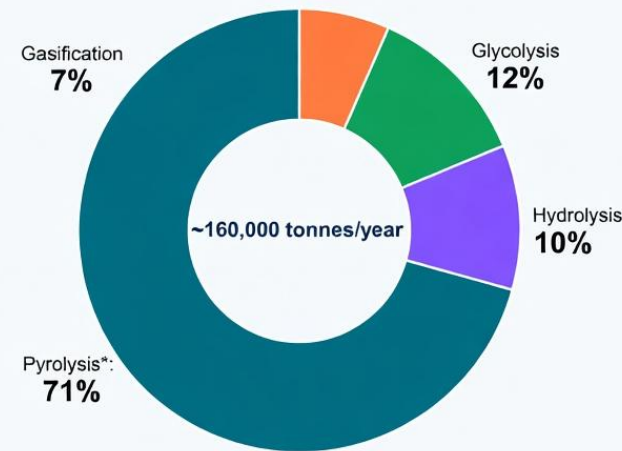
Kapacity chemické recyklace v EU

Aktuální stav:

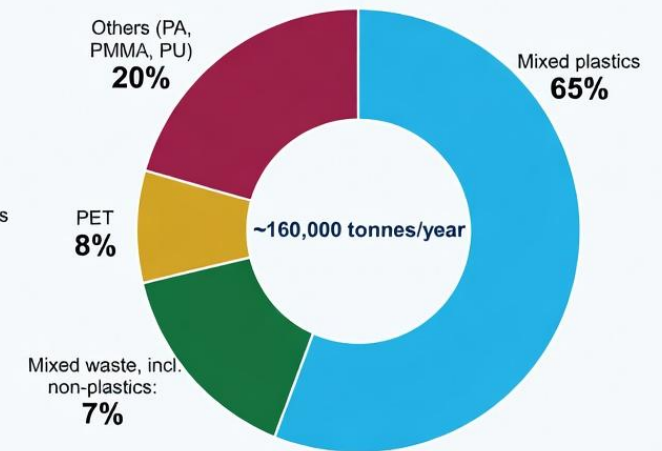
- Operační aktuální kapacita: 289 kt/rok (18 zařízení, především pyrolýza)
- Žádná komerční gasifikace, pouze testovací jednotky (Enerkem, VTT Bioruukki, Millenium Technologies)
- několik zrušených projektů (Agilyx & NextChem, OMV, Plastic Energy & Virgin Redcar, Quantafuel..)

Chemical recycling capacity in Europe is largely represented by pyrolysis at the moment

Total installed (input) capacity, Europe, operating (as of Apr 2024)
By technology



Total installed (input) capacity*, Europe, operating (as of Apr 2024)
By feedstock



* Includes pyrolysis-based projects (all types, for all relevant polymers), excludes tire pyrolysis

** Includes pyrolysis-based projects (all types, for all relevant polymers), gasification, glycolysis and hydrolysis projects.

Source: ICIS Recycling Supply Tracker – Chemical, 2024

ICIS is part of the LexisNexis® Risk Solutions portfolio of brands.
Copyright © 2023 LexisNexis Risk Solutions

Contact ICIS for more details on the Recycling Supply Trackers:
[Recycling supply tracker | Chemical | ICIS](#)

Pyrolýza

ExxonMobil (Exxtend™)	Pyrolýza pro smíšené plasty. Rozšiřuje kapacity v Texasu (Baytown, Beaumont) s cílem dosáhnout 454 kt/rok do roku 2027.
Quantafuel	Katalytická pyrolýza ve spolupráci se strategickým partnerem BASF; provozují jednotku v dánském Skive.
OMV (ReOil®)	Termická pyrolýza PE, PP a PS v rakouském Schwechatu. Výstupy slouží pro výrobu paliv i nových plastů (ve spolupráci s Borealis).
Pyrum Innovations	Termická pyrolýza zaměřená na zpracování opotřebovaných pneumatik v Dillingenu; dodavatel surovin pro BASF.
Agilyx	Specializace na pyrolýzu polystyrenu (PS) a směsných plastů na styrenový monomer či syntetický olej; komerční provoz v Oregonu.
Idemitsu / CRJ	Katalytická pyrolýza v japonském závodě Ichihara s kapacitou 20 kt/rok.
DOING Group / Henan Doing	Semi-kontinuální pyrolýza smíšených plastů; provozují několik menších linek v Indii.

Pyrolýza

Plastic Energy (TAC technologie®)	Termická pyrolýza s výnosy až 85 %. Provozuje závody v Almerii a Seville. Spolupracuje se SABIC a TotalEnergies na velkých projektech v Nizozemsku a Francii, plánuje provoz v belgickém Ghentu (160 kt/rok).
Mura Technology (HydroPRS)	Hydrotermální proces pro zpracování PE/PP. Má kapacity v britském Teesside (80 kt/rok) a spolupracuje s Mitsubishi Chemical v Japonsku (20 kt/rok).
BlueAlp	Dodavatel modulárních pyrolýzních jednotek. Připravuje projekty v Itálii a Belgii (projekt P2C v Antverpách), zaměřené na depolymerizaci pro partnery Ineos a TotalEnergies.
Guangdong Dongyue Chemical	Čínský projekt v Jieyangu využívající jednostupňové katalytické krakování pro netříděné plasty. Plánuje expanzi z 200 kt/rok až na 3 Mt/rok.
IPEC (TDP-2 série)	Ruský výrobce zařízení pro kontinuální pyrolýzu pneumatik a ropných kalů s kapacitou 15–20 kt/rok na jednotku.

Zpracování pyrolýzního oleje

Neste	Úprava nakupovaného pyrolýzního oleje (např. od Wastewise Group) v závodě Porvoo. Kapacita 150 kt/rok; spolupráce s BASF a Covestro.
BioBTX (ICCP technologie)	Integrovaná kaskádová katalytická pyrolýza s ex-situ aromatizací par (Delfzijl, Nizozemsko). Kapacita 50 kt/rok směsných plastů; produkce aromatů.
Encina Development Group	Katalytická pyrolýza plastů zaměřená na přímou konverzi na aromáty (benzen, toluen, xyleny) a propylen.

Využití pyrolýzního oleje

SHELL	Provozuje jednotku MDU v nizozemském Moerdijku (50 kt/rok) pro úpravu nakupovaného oleje z plastových odpadů.
BASF (ChemCycling®)	System integrace pyrolýzních olejů do výroby pomocí hmotnostní bilance. Produkuje certifikované "Cycled" produkty se snížením emisí o 50 %.
SABIC (TRUCIRCLE™)	Externí nákup pyrolýzních olejů a jejich transformace na cirkulární polymery upravené podle specifických požadavků zákazníků.

Gasifikace jako zdroj chemických surovin

Enerkem (Alberta Biofuels)	Zplyňování směsného komunálního odpadu (MSW) na syngas a následně na methanol. Edmonton, Kanada. Kapacita: 100 kt odpadu/rok (cca 38 mil. litrů methanolu).
Varenes Carbon Recycling (Enerkem & Shell)	Pokročilá gasifikace nerecyklovatelných odpadů na biomethanol (vhodné pro MTO). Varennes, Kanada. Kapacita: 200 kt odpadu/rok (cca 125 kt methanolu).
Fulcrum BioEnergy (Sierra BioFuels)	Zplyňování komunálního odpadu následované Fischer-Tropsch syntézou na syntetickou ropu pro výrobu leteckého paliva (SAF). Reno, Nevada, USA. Kapacita: 175 kt odpadu/rok.
idara Energy	Technologie HTW [®] (High-Temperature Winkler) zplyňování odpadu na methanol s výhledem na proces Methanol-to-Olefins (MTO). Amsterdam, Nizozemsko. Kapacita: 175 kt. odpadu/rok (87 kt methanolu). Spuštění bylo plánováno na 2025..

- **Methanol-to-Olefins (MTO):** Většina projektů materiálového využití končí u výroby methanolu. Ten je následně prodáván firmám jako BASF nebo SABIC, kteří jej ve svých stávajících jednotkách MTO zpracují na ethylen a propylen.
- **Fischer-Tropsch (FT):** Dominantně směřována k výrobě udržitelného leteckého paliva (SAF), protože u plastů je ekonomicky výhodnější pro výrobu nových plastů cesta přes methanol (MTO)

Solvolyza a depolymerace – zpět k monomerům

Eastman Chemical	Methanolýza PET na DMT a MEG (pro výrobu Tritan™ Renew). Kingsport, Tennessee (110–130 kt/rok) a plánovaný restart Longview, Texas (2027). Výnosy 75 % recyklovaného obsahu.
Loop Industries	Nízkoteplotní depolymerizace (methanolýza) PET a textilu na monomery Twist™. Projekty v Indii (70 kt/rok, 2027) a Koreji (70 kt/rok, 2026). Výnosy procesu až 95 %.
Carbios	Enzymatická depolymerizace PET na PTA a MEG. Komerční závod v Longlaville, Francie (50 kt/rok, 2028) a JV v Číně (50 kt/rok, 2027). Cíl 1 Mt/rok do roku 2030 skrze licence.
Indorama Ventures	Glykolýza PET, recyklace PET vloček zpět na monomery. Zevenaar, Nizozemsko. Kapacita: cca 10 kt/rok (integrováno do výroby nových PET granulátů).
Ioniqa Technologies	Glykolýza barevného PET odpadu na čisté monomery (BHET). Geleen, Nizozemsko. Kapacita: 10 kt/rok.
Voltariq	Solvolyza polyuretanu (PU), rozklad starých matrací a pěn na polyoly pro novou výrobu. Francie. Kapacita: cca 5–10 kt/rok.
Garbo (ChemRecycle)	Chemická glykolýza, speciálně pro PET z odpadních obalů a technických plastů. Cerano, Itálie. Kapacita: 10 kt/rok (plánovaná expanze na 40 kt/rok)

Trendy a doporučení

Třídění → Mechanická předúprava → Mechanická/Chemická recyklace

Třídění – aktuálně trend NIR automatických systémů s AI obrazovou analýzou (až 99%) -TOMRA, AMP Robotics, ZenRobotics, Recycleye

Mechanická předúprava - přechod od mokrých k suchým / hybridním procesům (mechanické tření, vzduchové separace, infračervené sušení, plazmové čištění nebo čištění CO₂). Často doplněno intenzivní odstranění pachů a migrujících látek (food grade). Jemné mletí s řízenou velikostí částic – chlazení při mletí.

Frakce vhodné pro mechanickou recyklaci – postup dle typu plastů („tvrdé“ x folie).Zpracování extruzí s velmi jemnými filtry (40-120 mikrometrů), použití vakua (1-5 mbarr),kontrola vlhkosti a sušení po granulaci. SSP (Solid State Polycondensation) pro food-grade rPET.

Frakce pro chemickou recyklaci - velmi jemné mletí (2–6 mm), odstranění chloru (PVC) a těžkých kovů, homogenizace a peletizace pro stabilní vstup do chemického procesu

Chemická recyklace (depolymerizace, solvolýza) - zpracování čistých frakcí. Výstupem jsou monomery s čistotou >95 %, vhodné pro výrobu plastů.

Termochemická recyklace (pyrolýza, gasifikace) - zpracování smíšených nebo kontaminovaných plastů (např. HIPS+ABS) na oleje, syngas a uhlík.

Česká technologická platforma PLASTY

Sdružení právnických osob s cílem podporovat rozvoj plastikářského a souvisejícího zpracovatelského průmyslu v České republice.

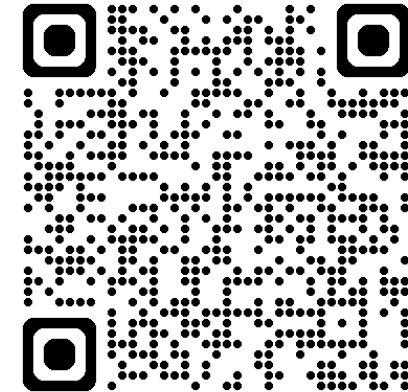
Hlavní zaměření aktuálního projektu Plasty V:

- Digitální a zelená transformace.
- **Cirkulární ekonomika, chemická recyklace.**
- Legislativa a strategie plastů
- Marine littering , mikroplasty, FCM

Hlavní výstup projektu :

Akční plán digitální a zelené transformace plastikářského průmyslu.

Více informací na www.tp-plasty.cz



Děkuji za pozornost.

Ing. R.Pjatkan
Česká technologická platforma PLASTY
e-mail: radek.pjatkan@schpcr.cz
www: <http://www.tp-plasty.cz>



Plasty V projekt CZ.01.01.01/07/23_010/0001245
České technologické platformy PLASTY za
podpory programu Ministerstva průmyslu a
obchodu ČR a je spolufinancován Evropskou
unií.