

Značení a kontrola kvality recyklovaných termoplastů

L. Kubáč, R. Kořínková, D. Hausner
CENTRUM ORGANICKÉ CHEMIE s.r.o.
Plastikářský klastr

Národní centrum kompetence polymerních materiálů a technologií pro 21. století

- Koordinace  Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- 12 firem, 6 akademických pracovišť, 5 klastrů, 1 technologické centrum
- Probíhá řešení 15 dílčích projektů
- Řešení projektu zaměřeno na technologie a materiály umožňující vyšší míru recyklace, cirkulární ekonomiky a snížení uhlíkové stopy
- Doba řešení 2023 - 2028



Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR v rámci Programu
Národní centra kompetence (č. projektu TN02000051).

Dílčí projekt 001 - Systém značení polymerů pro digitalizovaný systém třídění odpadů

- Nastavení systému značení plastů a textilních materiálů pro zvýšení efektivity třídění a recyklace
- Harmonizace se současným systémem strojového třídění s automatickým řízením
- Harmonizace s legislativou
- Doba řešení 2023-2026
- DP CirkPlast navazuje 2025-2028 – zaměřeno na metodiku stanovení kvality recyklátů



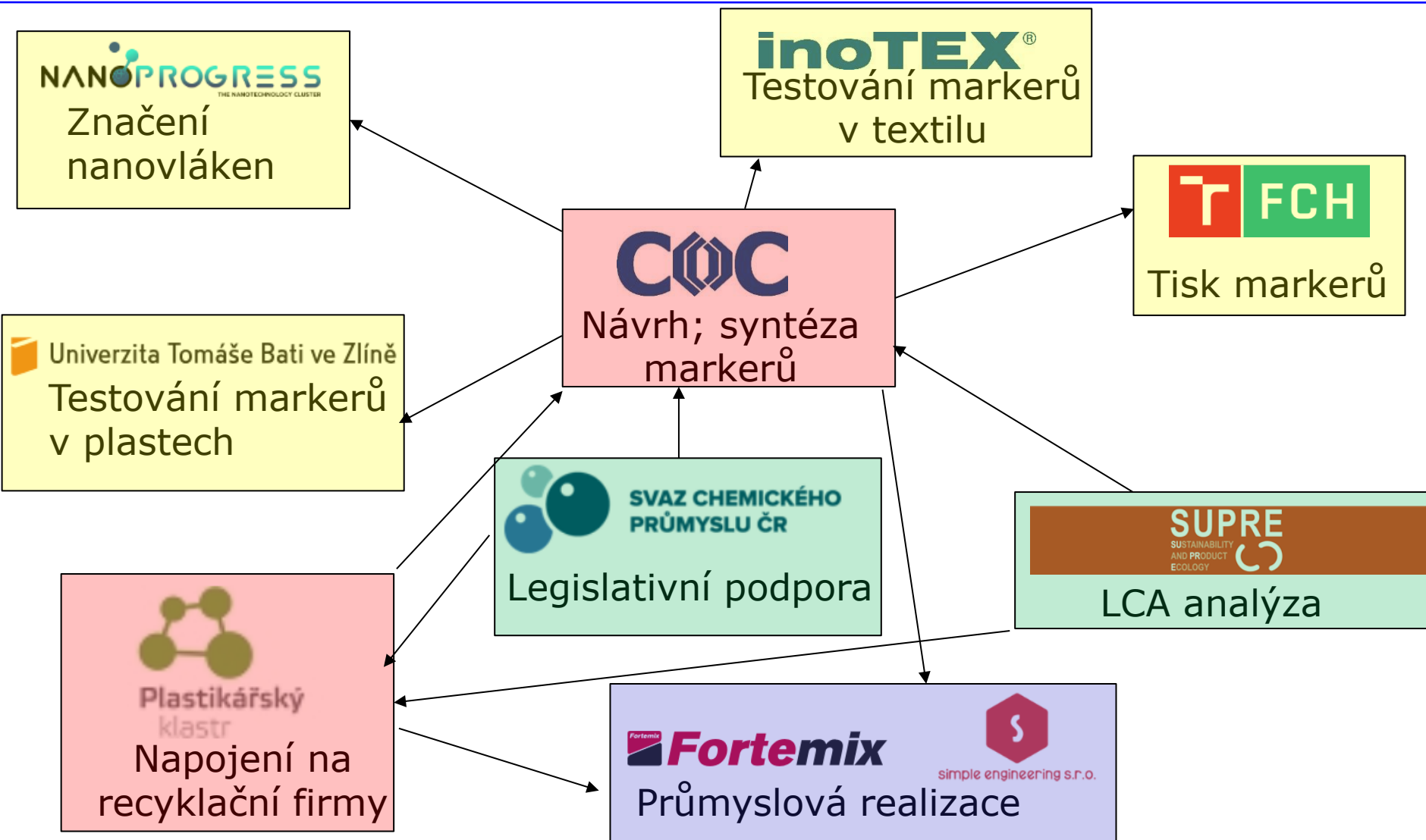
**Národní
plán
obnovy**

Projekt je podpořen ze zdrojů
Národního plánu obnovy.



**Financováno
Evropskou unií**
NextGenerationEU

Projekt NCK2 PolyEnvi21



Technické aspekty spojené s recyklací

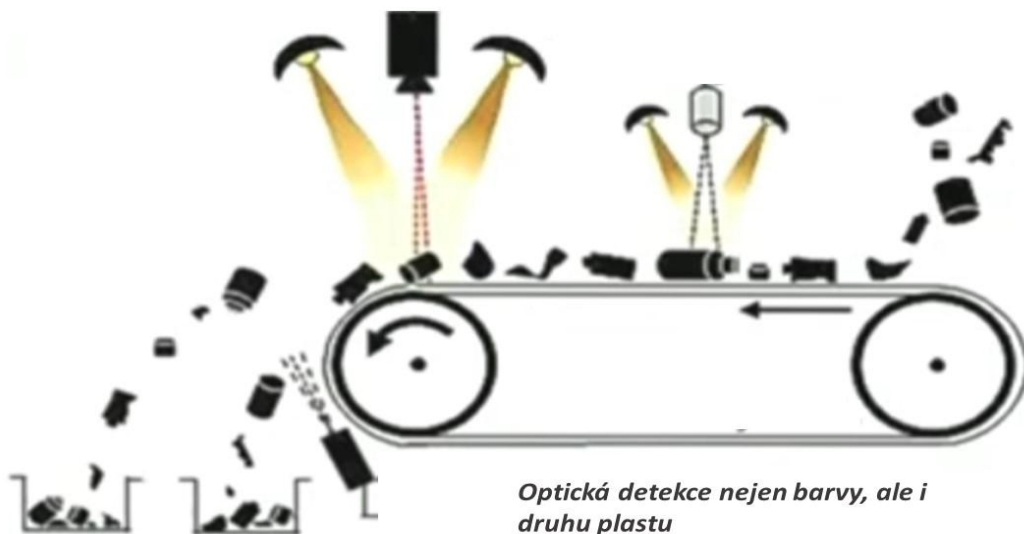
- Jednoduché rozlišení recyklátu a nového polymeru, resp. definovaného recyklátu
- Identifikace kvality recyklátu – obsah cizorodých polymerů, kvalita vlastního polymeru
- Separace odpadních termoplastů se zvláštním režimem zpracování



- Obalové materiály
- Technické textilie
- Termoplasty pro automobil

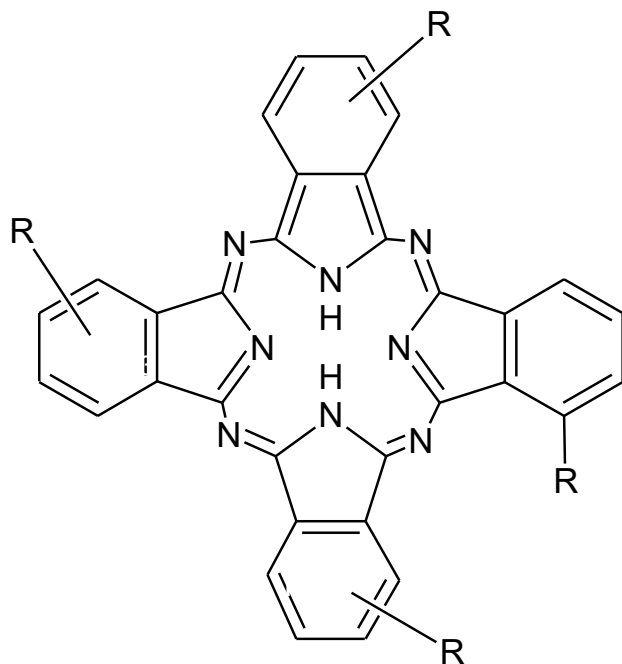


- Identifikace druhu plastu – využití AI
- Kombinace NIR a VIS spektrálních metod
- Dodavatelé technologií nabízejí i metody měření fluorescence
- Markery nesmí rušit vizuální vjem
- Omezení pro syté/černé odstíny

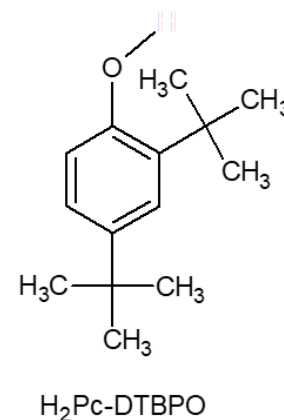
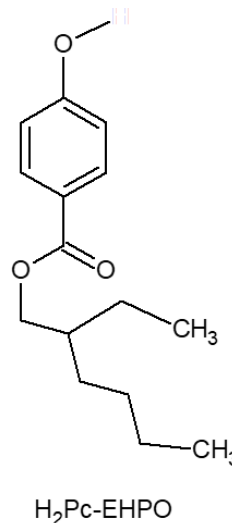


Organické koloranty jako markery

Bezkovové ftalocyaniny jako fluorescenční markery



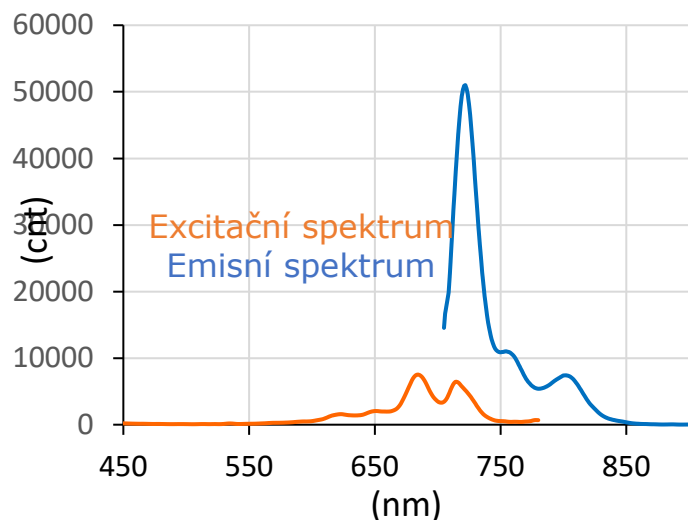
R =



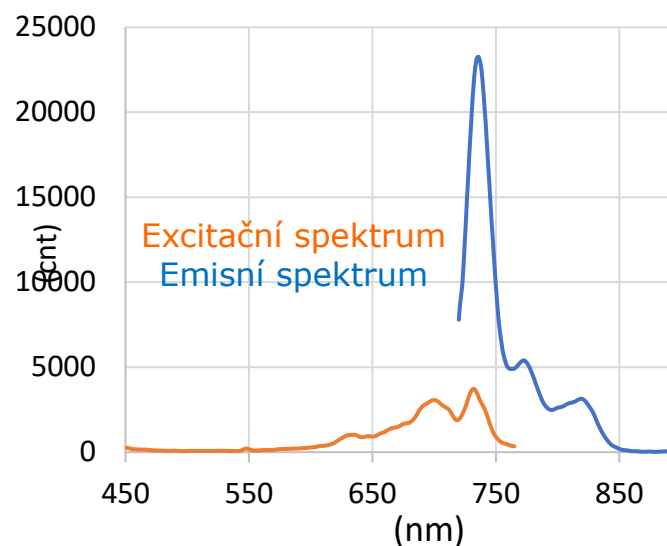
Derivát	Φ_{Fl}	Absorpční maximum v toluenu λ_{abs} [nm]	Emisní maximum v xylenu λ_{em} [nm]
H ₂ Pc-EHPO	0,55	713	717
H ₂ Pc-DTBPO	0,42	727	732

Organické koloranty jako markery

Fluorescenční markery



H₂Pc-EHPO	1203/63
λ_{max} (toluen)	713 nm
$\phi_{\text{fluor.}}$ (xylen)	0,55
λ_{em} (polystyren)	722 nm
λ_{em} (PMMA)	713 nm

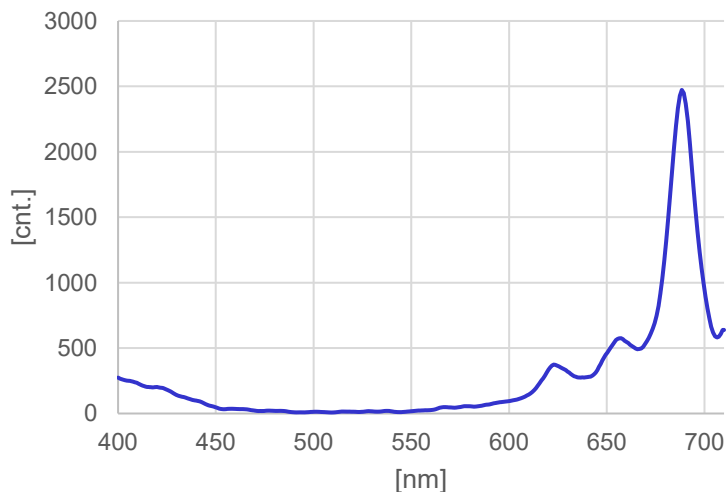


H₂Pc-DTBPO	1203/132
λ_{max} (toluen)	727 nm
$\phi_{\text{fluor.}}$ (xylen)	0,42
λ_{em} (polystyren)	735 nm
λ_{em} (PMMA)	729 nm

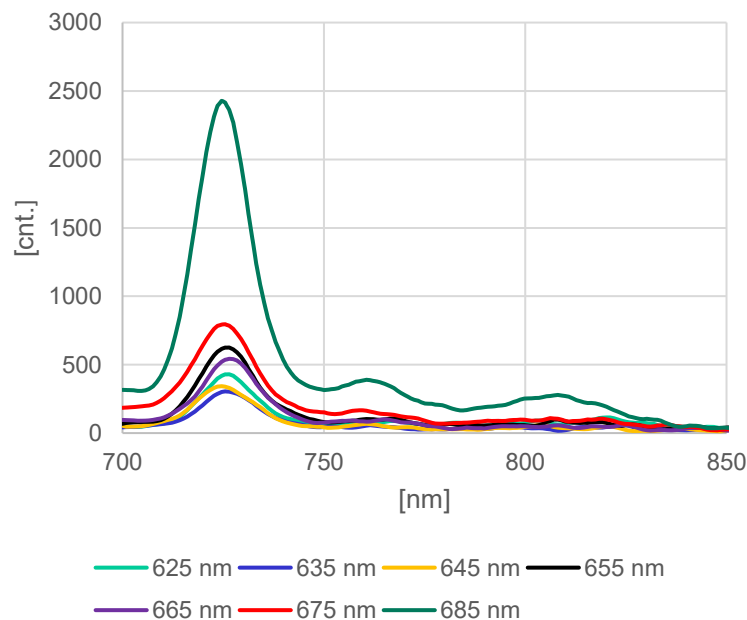
Organické koloranty jako markery

Aplikace FTC do PP

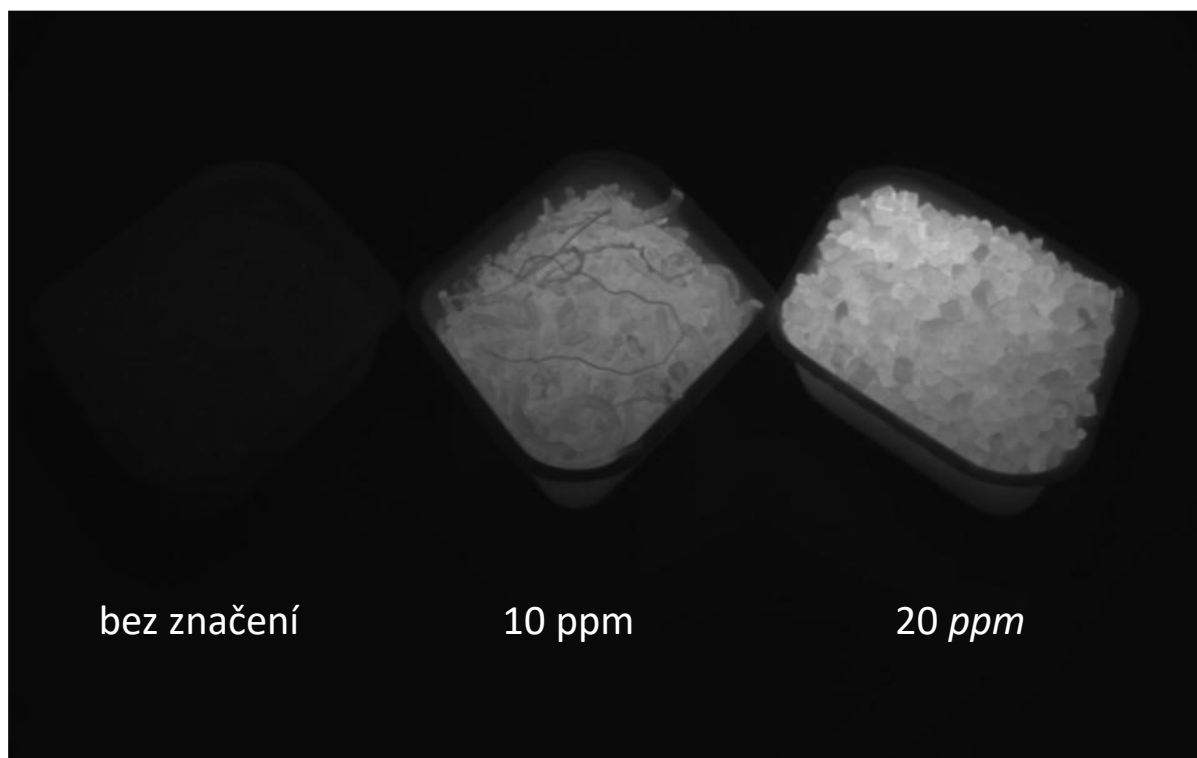
- Zvýšení intenzity fluorescence – emisní záření při vlnové délce 685 nm
- Max. fluorescence při 725 nm



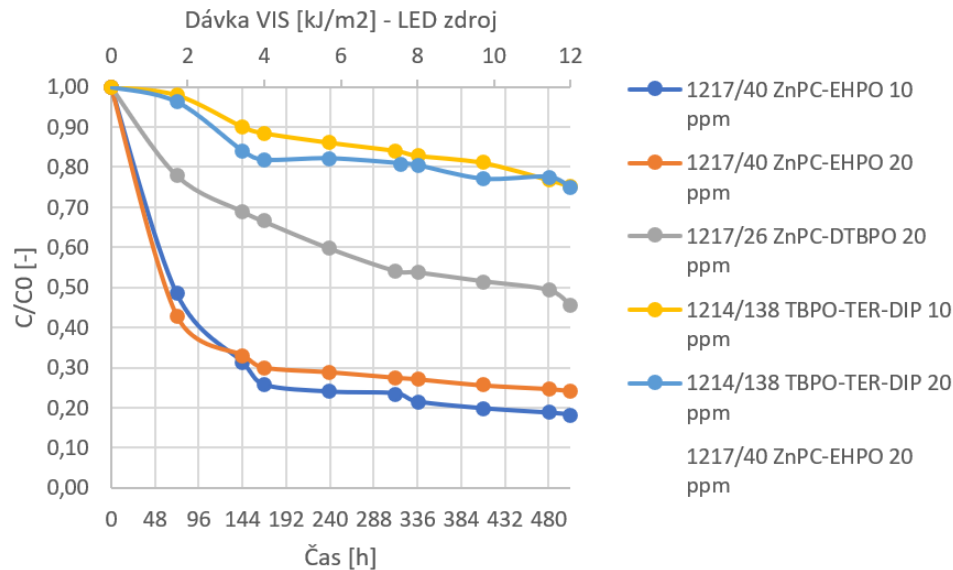
— PP+H2PC-DTBPO 24 ppm



- Pozornost soustředěna na polyolefiny
- Značení ve hmotě přes koncentráty
- Jednoznačně identifikovatelné granule recyklátu



Markery pro značení recyklátů – stabilita v PE

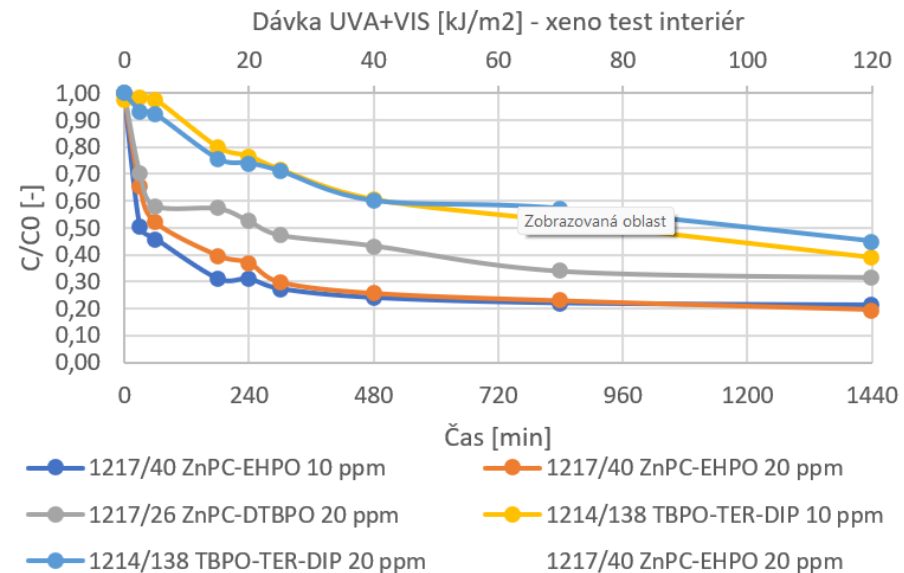


Info pro recyklaci

- Měření v rámci třídícího procesu
- Identifikace markeru v recyklátu značí nízkou dávku záření a předpoklad dostatečné stability

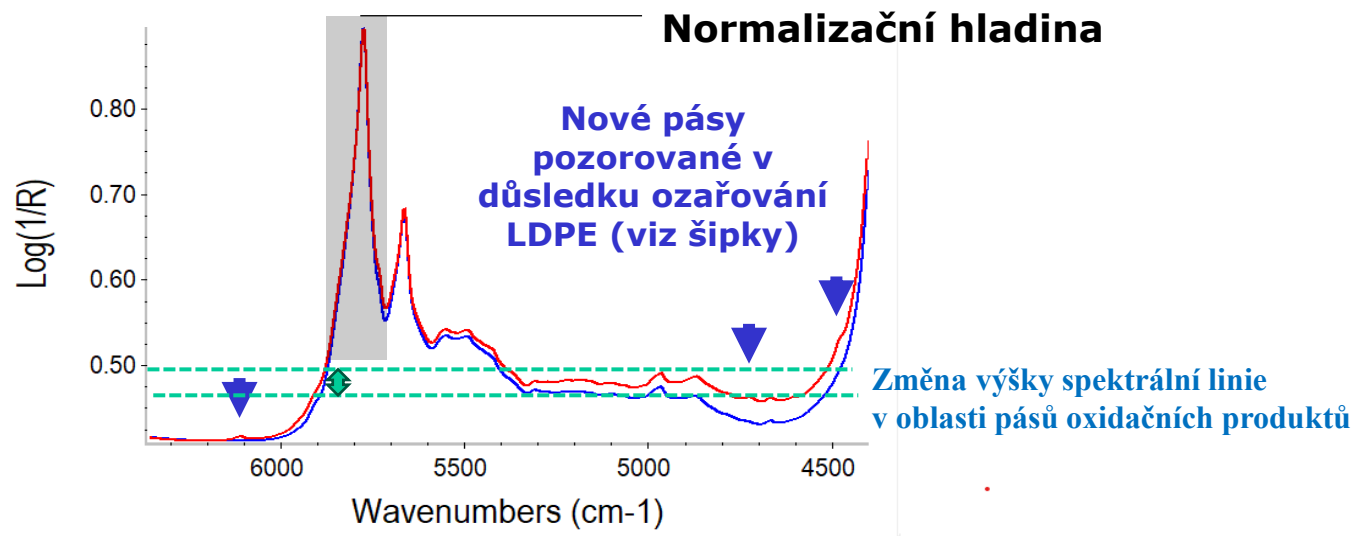
Reálná stabilita v interiéru

- 1 až 2 měsíce pro FTC
- Terylen (fluorescence 700 nm) je dostatečně stabilní

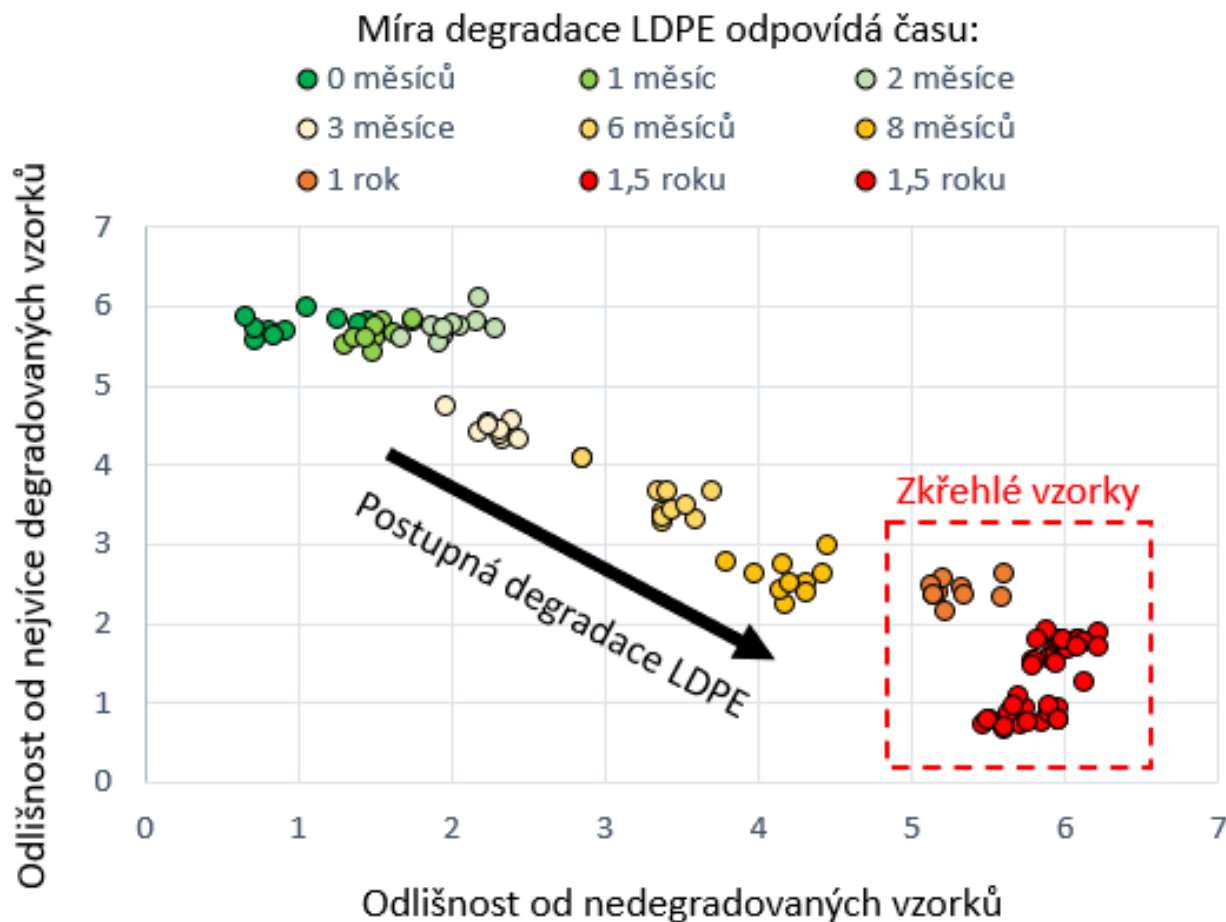


Identifikace nerecyklovatelných PE

- Měření stability LDPE fólií a změny NIR spekter v závislosti na podmínkách umělého stárnutí. Byly prokázány změny NIR spekter v návaznosti na degradaci fólií.
- Potvrzeno Ramanovou spektrometrií – VŠCHT Praha.



Identifikace nerecyklovatelných PE



Značení tiskem

- Obaly na potraviny
- Směsné obaly – více-druhov $\acute{e}$ polymery – obtížná recyklace
- Možná kombinace až 3 druhů markerů – fluorescence 650, 700, 750 nm.

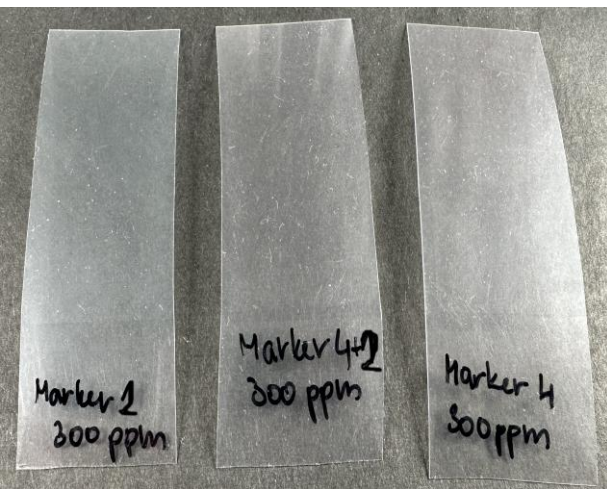
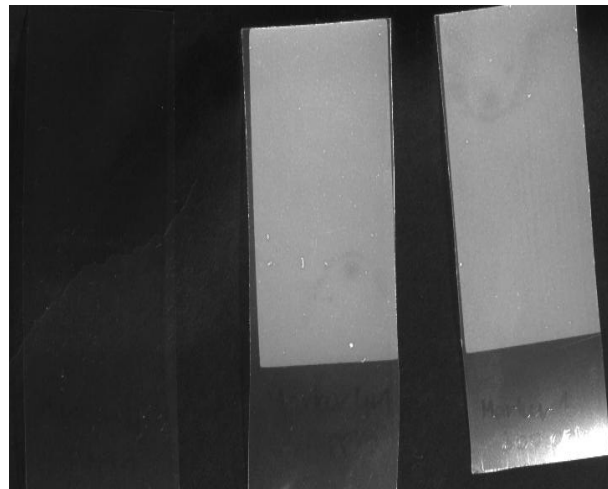


Foto pod VIS

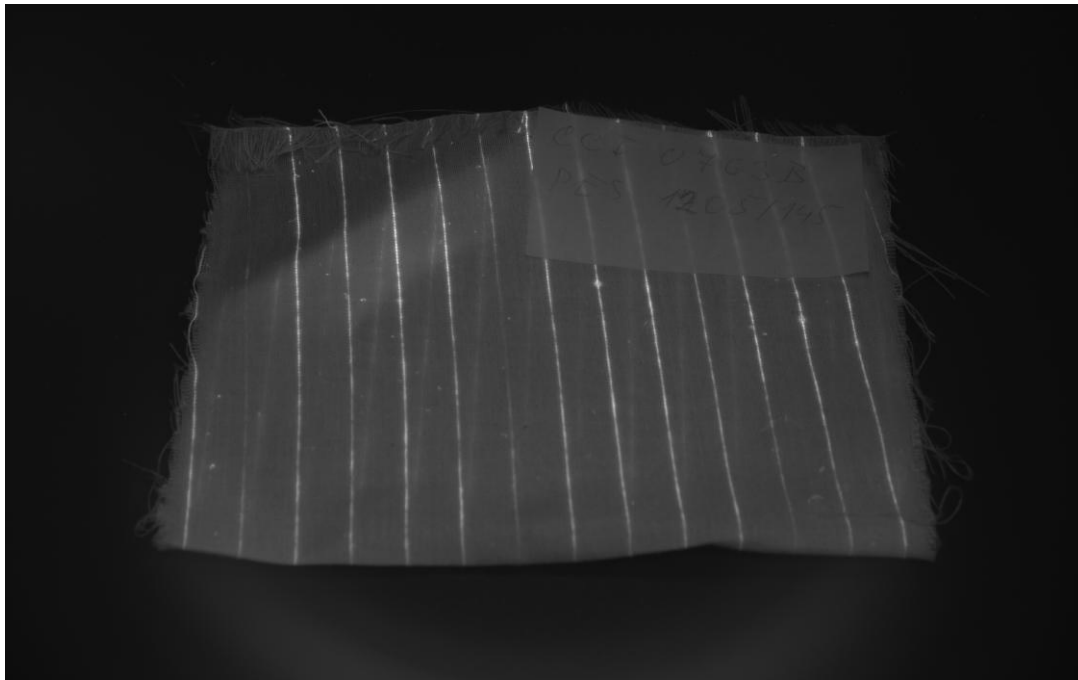


fluorescence 750 nm



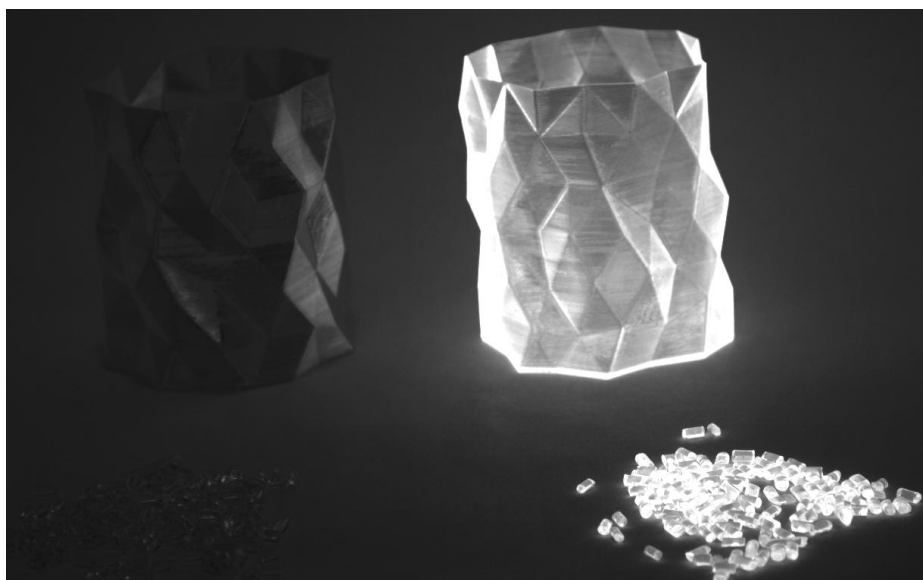
fluorescence 650 nm

- Odlišení PES vláken/přízí od jiných materiálů
- Možno aplikovat do hotových přízí postupem „disperzního barvení“
- Detekovatelné jako fluorescence při 750 nm
- Barvené PES příze snižují úroveň fluorescence



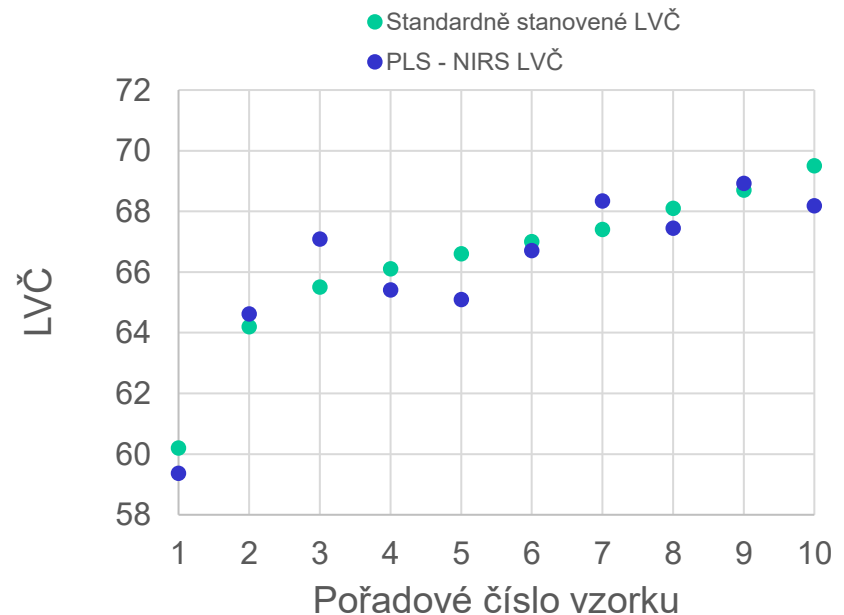
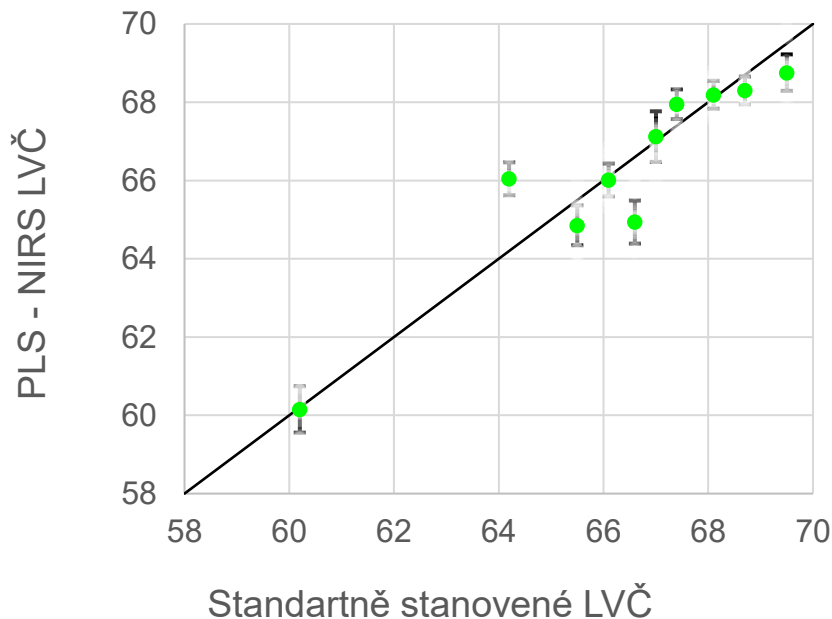
Aplikace markeru do hmoty

- Značení recyklátů – mířeno na PES stříž
- V současné době testováno v provozních podmínkách – Tesil Fibres Planá nad Lužnicí
- Následně bude testováno ve formě přízí a tkanin, resp. netkaných textilií

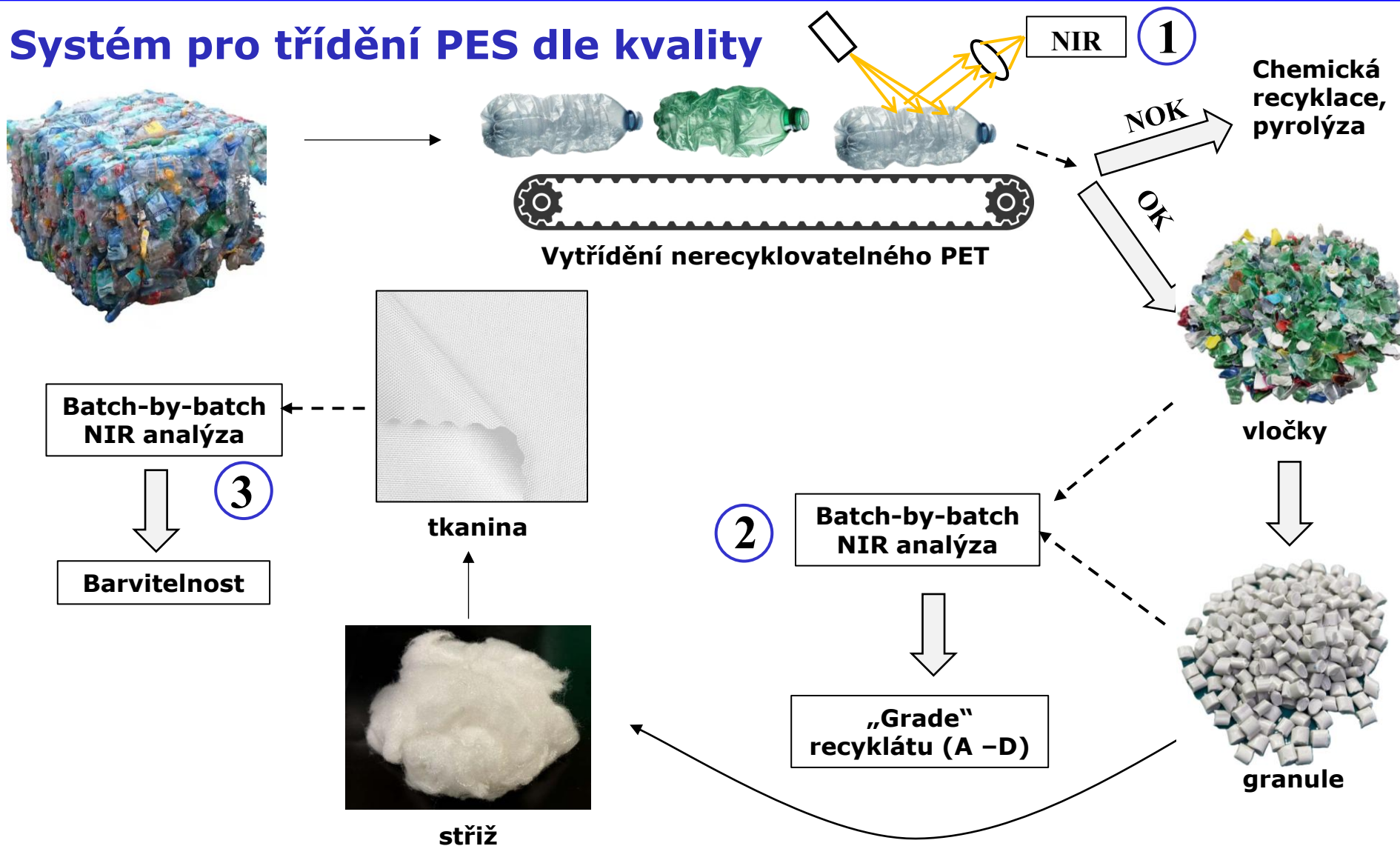


NIRS pro identifikaci nežádoucích změn PES

- Standardně se měří „limitní viskozitní číslo“ pro definici kvality PES
- Nižší LVČ ukazuje na nižší kvalitu
- Přesná definice LVČ umožňuje správné nastavení technologických podmínek výroby

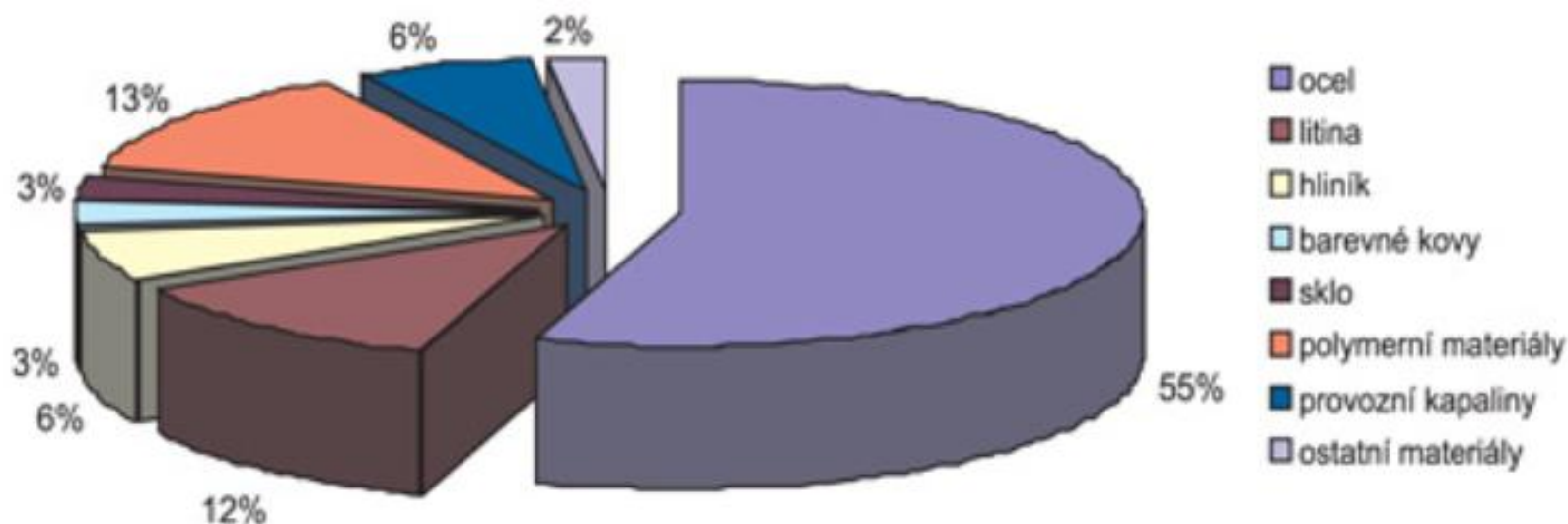


Systém pro třídění PES dle kvality



Kontrola recyklace pro automobil

- Pestrá směs materiálů – PC, PA, PP, ABS, PC/ABS, PS, termosety
- Důraz na vysokou stabilitu, vizuální úroveň
- Zvyšující se míra podílu plastů a recyklátů – snížení hmotnosti, uhlíkové stopy
- Elektromobily zvyšují tlak na snížení hmotnosti vozů

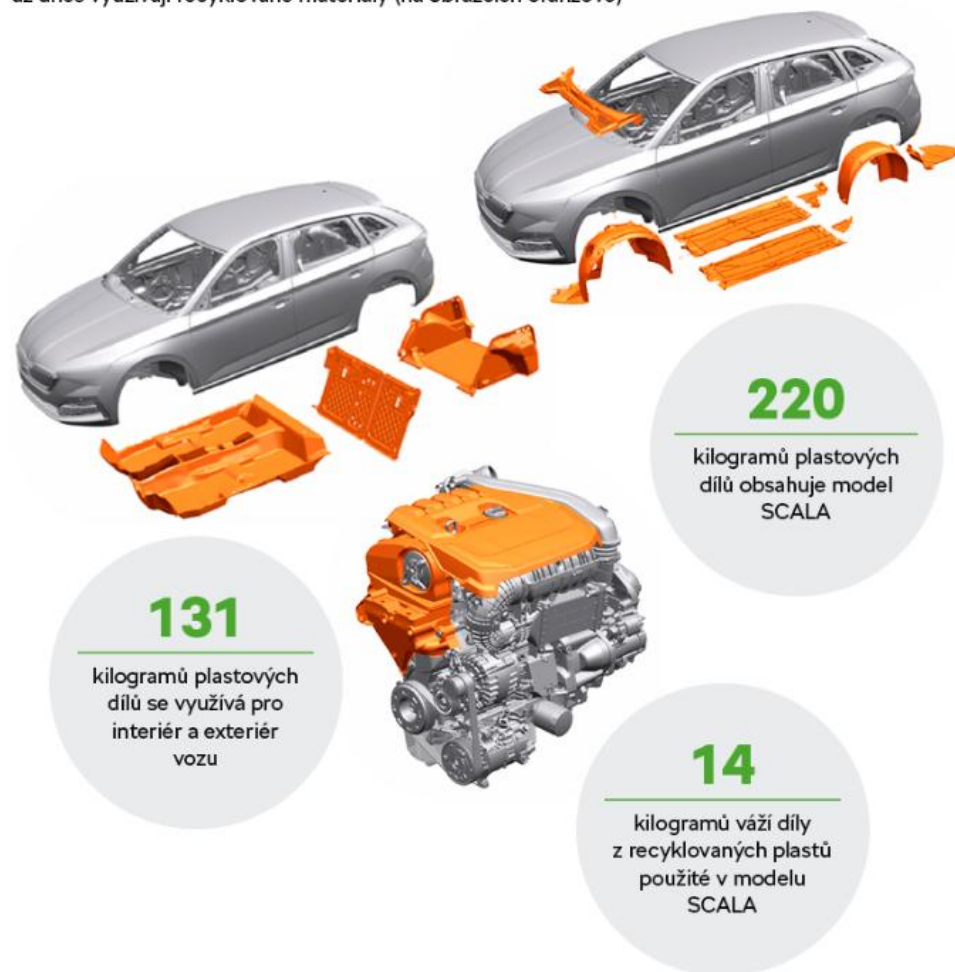


Kontrola recyklace pro automobil

- Recyklace především u barvených termoplastů
- „Nepohledové díly“
- Transparentní PC je spojeno s vysokými požadavky na čistotu, použití recyklátů není realistické

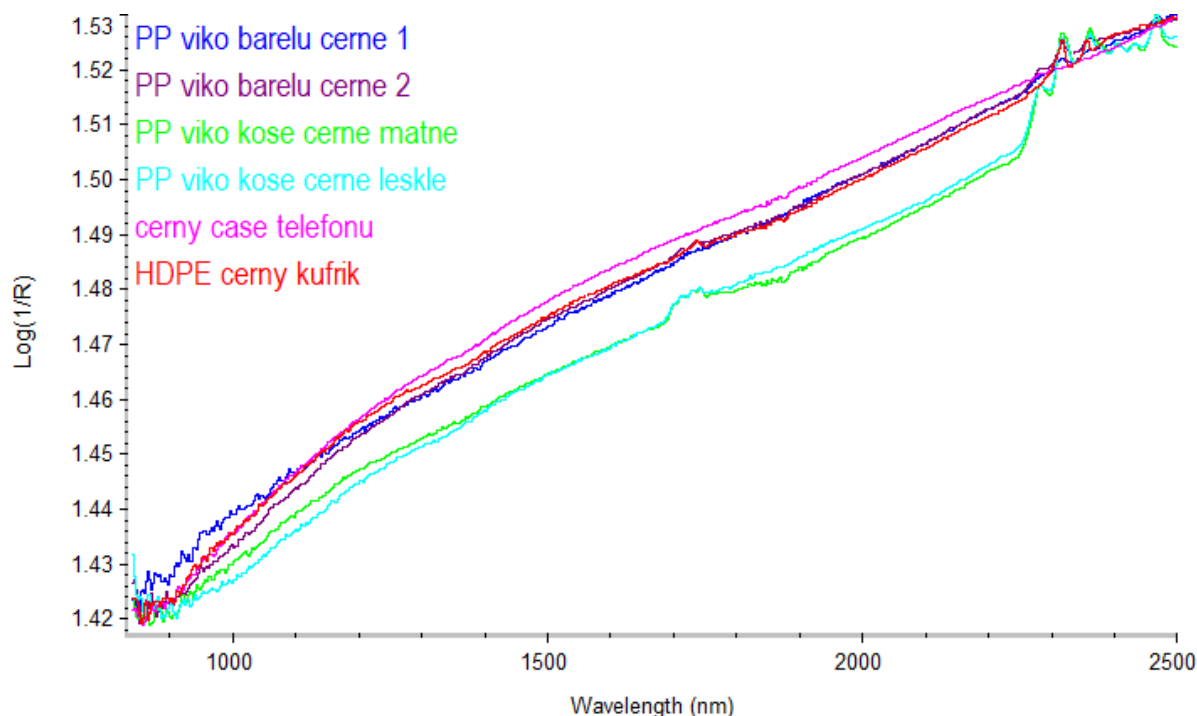
ŠKODA SCALA a recykláty

Kde všude a v jaké míře se v modelu ŠKODA SCALA už dnes využívají recyklované materiály (na obrázcích oranžově)



Kontrola recyklace pro automobil

- Termoplasty barvené sazemi nelze měřit NIRS
- Saze zasahují do oblasti spektra, ve kterém lze identifikovat změny struktury polymeru
- Další spektrální techniky jsou rozpracovány



Závěr – efektivní režim recyklace termoplastů



Použití markerů

- Marker pro identifikaci recyklátů lze zapracovat do koncentrátu a následně do hmoty při výrobě granulátu
- Lze jednoznačně odlišit neznačený a značený recyklát
- Stabilita markeru identifikuje podmínky, za kterých je výrobek používán
- Markery pro tiskové aplikace lze použít pro identifikaci výrobků se zvláštním režimem třídění

Závěr – efektivní režim recyklace termoplastů



Metodika pro identifikaci kvality recyklátů

- NIRS je vhodná metodika pro rychlou identifikaci recyklátů s nízkou kvalitou (rozklad UV apod.)
- NIRS je možné použít pro sortování recyklátů-granulátů dle kvality, což umožní lepší nastavení technologických postupů
- Termoplasty barvené sazemi je nutno identifikovat jinými spektrálními technikami – probíhá výzkum
- Cílem je navrhnout metodiku pro testování kvality recyklátů – probíhá výzkum

Centrum organické chemie s.r.o.

Rybitví č.p. 296

533 54 Rybitví ČR

www.coc ltd.cz



Ing. Lubomír Kubáč, Ph.D.

Telefon: +420 466 822 610

e-mail: lubomir.kubac@coc ltd.cz