



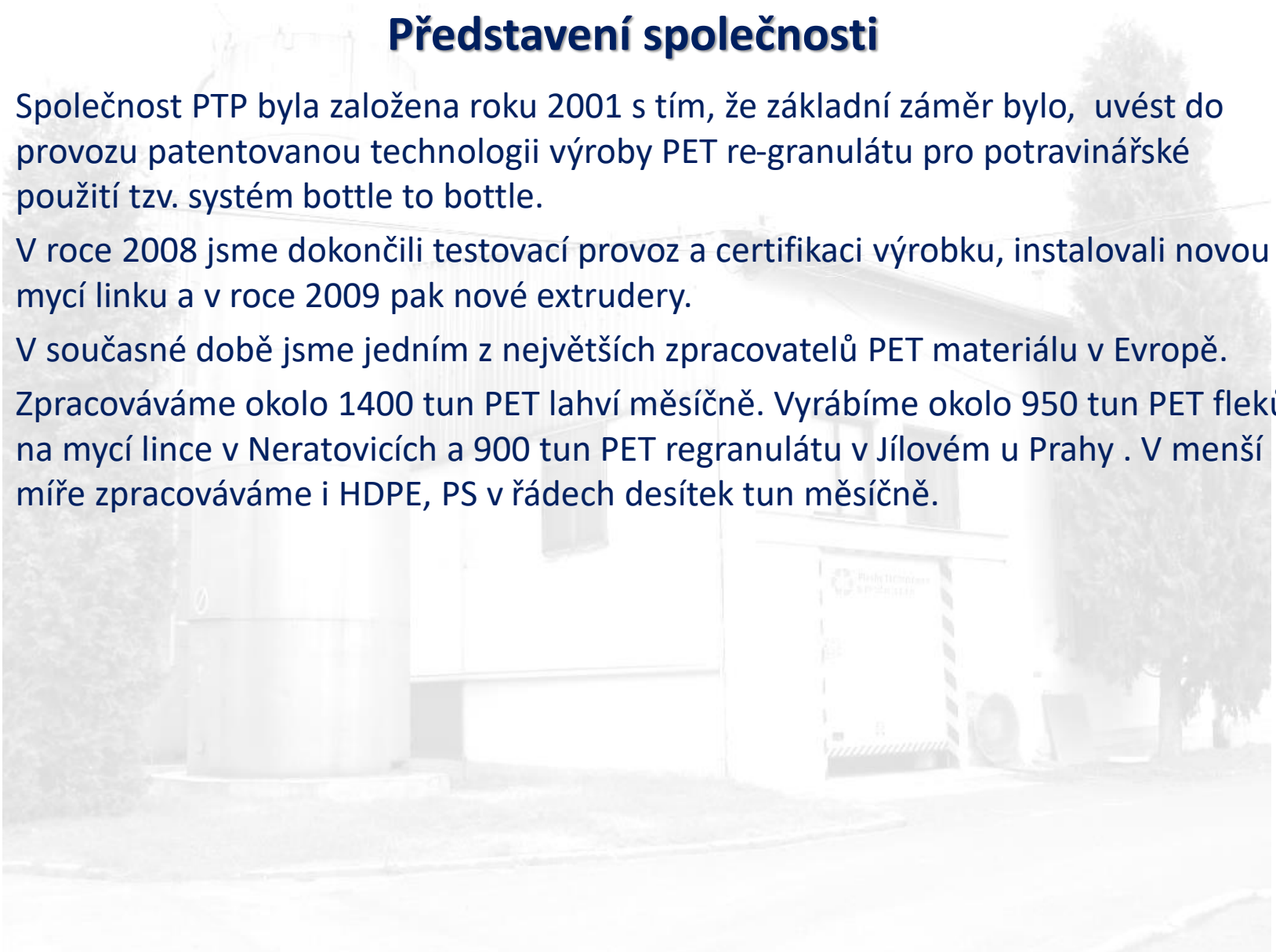
***Plastic Technologies
& Products S.r.o.***

**PROBLEMATIKA RECYKLACE PLASTŮ Z POHLEDU
ZPRACOVATELE**

Miroslav Fojt

Představení společnosti

- Společnost PTP byla založena roku 2001 s tím, že základní záměr bylo, uvést do provozu patentovanou technologii výroby PET re-granulátu pro potravinářské použití tzv. systém bottle to bottle.
- V roce 2008 jsme dokončili testovací provoz a certifikaci výrobku, instalovali novou mycí linku a v roce 2009 pak nové extrudery.
- V současné době jsme jedním z největších zpracovatelů PET materiálu v Evropě.
- Zpracováváme okolo 1400 tun PET lahví měsíčně. Vyrábíme okolo 950 tun PET fleků na mycí lince v Neratovicích a 900 tun PET regranulátu v Jílovém u Prahy . V menší míře zpracováváme i HDPE, PS v řádech desítek tun měsíčně.



Vstupní surovina

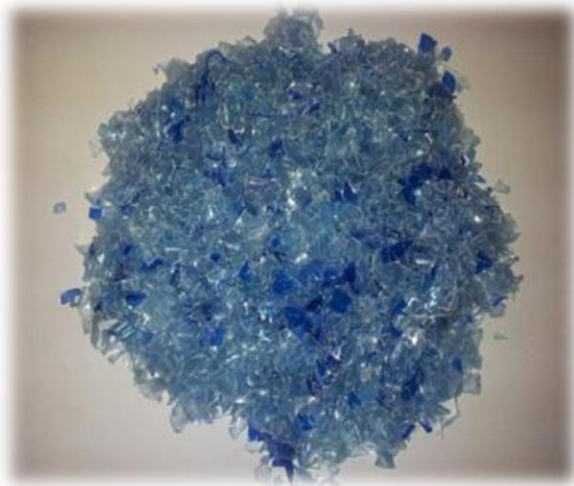


PET láhve



HDPE láhve – duté obaly

Základní suroviny pocházející z mycí linky na PET lahve



PET fleky (flakes/vložky)

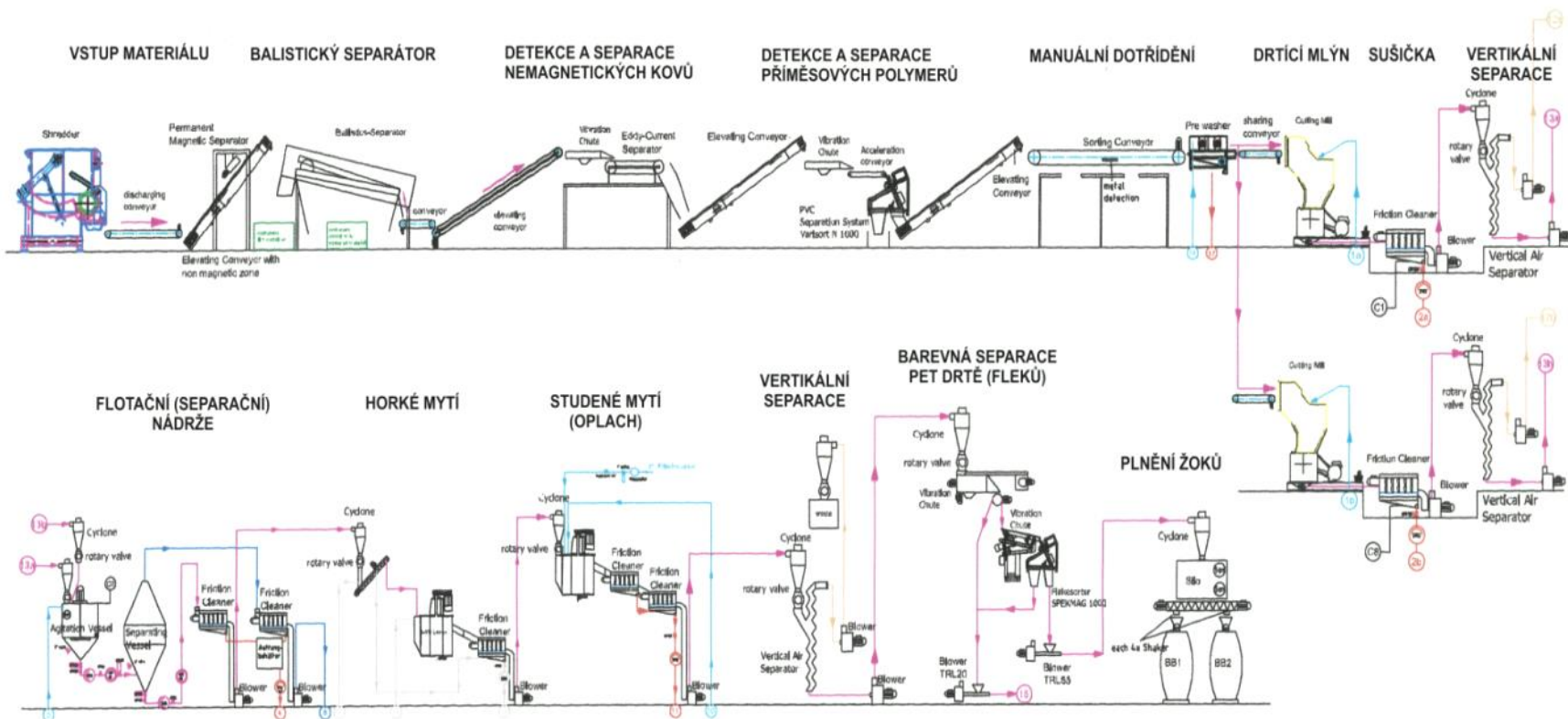


Etikety



Víčka (PO)

PET MYCÍ (RECYKLAČNÍ) LINKA



Recyklační linka

- Recyklační linka je souborem technologických zařízení, která slouží k separaci (odstranění) kontaminujících látek a materiálů včetně uzpůsobení (přepracování) odpadních lahví do dalšího stupně suroviny tzv. PET fleky (vločky, flakes).
- Jako vstupní surovina pro recyklační linku slouží předtříděné balíky slisovaných PET lahví, popř. HDPE ,PP lahví rozdělené dle barev na čiré, modré, zelené, hnědé, mix ostatních barev a chemie.
- PET vločky používají další zpracovatelé jako vstupní surovinu pro výrobu vláken nebo výrobu recyklátu, který je následně používán pro výrobu nových PET lahví.

Recyklační linka – popis zařízení

- **Rozrušovač (bale-breaker)** - vstupní zařízení které slouží k mechanickému rozrušení balíků.
- **Detektor/separátor kovů** - v předchozím odstavci bylo řečeno, že třídící linky provedou pouze hrubé předtřídění, znamená to tedy, že nejsou 100% odstraněny všechny příměsové materiály (kontaminanty) jako je papír, dřevo, sklo, železo
- **Balistický separátor** - zde se mechanicky (odstředivým pohybem) odstraňují nečistoty s nižší hmotností (igelity, dřevo, víčka lahví, kusy etiket)
- **Detektor/separátor kovových částic** - kombinovaný stroj, který umí detekovat a odstranit (mechanicky) magnetické i nemagnetické kovy tj. například aluminiové plechovky atd
- **PVC separátor** - zde prochází proud lahví elektronickým zařízením, které zkoumá reflektanci světla z povrchu materiálů a na základě tohoto měření odseparuje mechanicky proudem vzduchu jiné polymery – PVC, PE

Recyklační linka - popis

- **Separátor barevných lahví** – na základě elektronického vyhodnocení spektra barev projíždějícího materiálu (PET lahví) a na základě předvolby odstraňuje (mechanicky) proudem vzduchu láhve, jejichž barva je ve výsledném produktu nežádoucí. Dodávaný materiál nikdy neobsahuje pouze barvy, které tvoří základní zpracovatelské odstíny (čirá, modrá, zelená), ale vždy tento materiál obsahuje i nějaké procento ostatních odstínů. Jiné než základní odstíny jsou většinou ve finálním produktu nežádoucí, neboť procento obsahu jiných barevných odstínů ve výstupním materiálu, je jednou z kontrolovaných veličin (certifikát PET fleků).
- **Ruční třídící pás** - kde pracovníci odebírají kontaminanty, které prošly přes kaskádu separátorů. Je třeba si uvědomit, že i sebelepší a nejmodernější detektor/separátor nepracuje se 100% účinností, proto je potřeba před vstupem do drtících mlýnů materiál kontrolovat lidským faktorem. Toto je poslední místo na lince, kde je ještě možno z toku materiálu odstranit nevhodné materiály. Je to pás, okolo kterého sedí určitý počet pracovníků (dle velikost linky a úrovně kontaminace vstupní suroviny), kteří ručně vybírají nevhodné materiály. Tato separace již probíhá na principu lidského oka, když pracovník vidí nevhodný materiál, vytřídí ho.

Recyklační linka - popis

- **Mokrý drtící mlýn** – skládá se z rotoru, který je osazen rotorovými noži, statorovými noži a síta. Síto má otvory o průměru 10 mm. Mokrý drcení znamená, že samotný proces probíhá s neustálým proplachem vody, který má výhodu v tom, že láhve jsou již při drcení zbavovány hrubých nečistot. Sekundární výhodou je, že abrazivní částice, které láhve obsahují (bláto aj.) jsou vodou spláchnuty a nedochází tak k výrazně rychlému tupení řezacích nožů. PET láhve jsou zde tedy nadrceny/rozřezány na částice o velikosti cca 10x10 mm. Je nutné podotknout, že jsou drceny kompletní láhve tzn. láhve s etiketami a víčky. Jejich separace proběhne v další části procesu.
- **Odstředivá sušička** - zde se materiál zbavuje přebytečné vody
- **Vertikální separace** - stacionární zařízení (obecně se používá název "zig-zag,,), využívá se zde opět fyzikálních zákonů tj. do zařízení je vhnán vzduch a lehčí částice jsou zachytávány do filtru.

Recyklační linka - popis

- **Separační/flotační tanky** - víčka a etikety (PVC, PO) mají nižší hustotu než voda a proto zůstávají plavat na hladině, kde jsou odebírány a odseparovány z toku materiálu. U PETu je to naopak, protože má vyšší hustotu než voda, klesá ke dnu odkud je pomocí čerpadel odsáván do odstředivé sušičky. Odtud je dopraven do tzv. horkého mytí. Pro teplou vodu bývá zdrojem elektrická energie (topné články) popřípadě pára. Zde se při teplotě cca 70 - 80°C s účastí chemických látek jako je např. louh sodný zbavují PET vločky zbytků lepidel z etiket ale i zbytků cukrů aj. , které ulpěly na láhvích. Tento krok je velice důležitý, neboť při špatném omytí dochází při dalším zpracování (extruzi) k výrazné degradaci materiálu. Po horkém mytí následuje oplach studenou vodou tj. studené mytí. Vločky jsou zbavovány chemických látek použitých při horkém mytí.

Recyklační linka - popis

- Odstředivé sušení a vertikální separace
- Detektor kovů
- Color flake sorter - je to zařízení, které opět na základě barevného spektra vyhodnocuje barvu PET vloček a pomocí tlakového vzduchu "odfoukává" z toku materiálu barvy, které jsou ve výsledném produktu nežádoucí. Poté je materiál již opět pomocí pneumatické dopravy transportován do plnicího zařízení, kde je finální produkt tj. čiré, zelené, mix PET vločky plněn do žoků.

PET vločky - testování kvality

Protože PET vločky jsou dodávány s garantovanou kvalitou tzn. výrobce ručí (certifikátem) za kvalitu materiálu, je důležitým závěrečným krokem výstupní kontrola.

- vzorek PET vloček se umístí do laboratorní pece na 30 minut a cca 200°C. Po testu se vyhodnocuje obsah částic, které vlivem teploty degradují (zežloutnou). Protože je teplota tavení PET je 267°C a vzhledem k tomu, že vzorek byl vystaven pouze teplotě 200°C, znamená to, že došlo k degradaci materiálů s nižší teplotou tavení (PVC,PO) popřípadě může dojít i k degradaci zbytků lepidla, není-li materiál dostatečně umyt.
- u každého výstupního materiálu jsou jasně dané hranice obsahu kontaminantů, na základě laboratorního testu jsou stanoveny průměrné hodnoty a na jejich základech se určuje kvalita (A,B,C a N jako nevyhovující).

PET vločky - testování kvality

PET FLAKES – Colourless

Product: PET flakes
Chemical description: Polyethylene terephthalate
Delivery form: Semi-crystalline PET flakes
Appearance: Natural

Packaging:
 Big Bags (height x width x depth) 2400 x 1000 x 1000
 delivered on one-way wooden pallet
 (width x depth) 1000 x 1000

Description:
 Semi-crystalline PET flakes are produced out of PET post-consumer beverage bottles.

Příklad certifikátu kvality vyrobeného materiálu, kde materiál musí splňovat veškeré Uvedené parametry a limity. Například u příměsí jiných polymerů je hraniční hodnota 100 ppm.

PROPERTIES	VALUE		UNIT
Material Source	beverage bottles		-
PET type	A		-
Bulk density	280		kg/m ³
Grain size	< 10 mm (max. 5% > 10 mm)		%
QUALITY PARAMETER	VALUE	UNIT	TESTING
Colour based on etalon before thermal exposure	1	-	2 x from a sample
Following thermal exposure 200°C/30 min	1	-	
Yellowed flakes	0,5	%	
Content of PVC	≤ 10	ppm	
Humidity	≤ 1,0	%	
Other polymers (PE,PP etc.)	≤ 100	ppm	
PA (polyamid)	≤ 0,05	%	
Contaminant			
wood, minerals, glass, metals, gum, textile, paper, Al content	≤ 100	ppm	
	light		
	≤ 1,0	%	
	blue		
Other color of PET flakes in colorless flakes max.	≤ 2,0	%	
	dark		
	≤ 0,01	%	
	OPAK		
	≤ 300	ppm	
Flakes with glue	≤ 0,5	%	
Dust fraction (mesh 1,0 mm)	≤ 0,2	%	
I.V. min.	> 74	ml/g	
Melting point	> 243	°C	

PET vločky - testování kvality



Na zobrazené fotografii je pro představu vzorek PET vloček, který obsahuje limitní množství příměsí jiných pomyerů tj. 100 ppm.

PET vločky - testování kvality



Příklad PET vloček před a po tepelném zátěžovém testu. Výrazné zažloutnutí je způsobeno vysokou kontaminací tzv. bioplasty.

Princip sběru plastů a následné třídění

Obsah žlutých kontejnerů, které slouží ke sběru plastového odpadu se sváží do sběrných třídících dvorů. V nich probíhá v naprosté většině - ruční (manuální) třídění jednotlivých druhů plastů (polymerů). Jednoduše řečeno - žlutý kontejner se vysype na dopravní pás, kde okolo pásu stojí obsluha a každý vybírá určitý druh suroviny (čirá PET láhev, modrá PET láhev, LDPE folie, HDPE láhve ,...).



Princip sběru plastů a následné třídění

Počet druhů separovaných plastů je závislé na technologických možnostech konkrétní třídící linky. Již zde naráží zpracovatelé na velký problém a tím je, že při vizuálním třídění plastů **není možné rozpoznat materiál láhve tj. například láhev z PETu od láhve z PLA!**

Je potřeba si uvědomit, že na třídícím pásu se pohybuje množství odpadních obalů cca 1tuna za hodinu. Z uvedeného důvodu, **není tedy technicky možné podrobně zkoumat láhev (či jiný plastový výrobek) a kontrolovat kód.** Tedy již v této fázi je problematické vytrždit ze směsného plastu výrobky z PLA a tak se tyto výrobky dostávají mezi PET láhve PET a také samozřejmě PLA obaly do LDPE.

Ze vyjmenovaných důvodů se tedy i obaly od bioplastů dostanou do vytržiděných polymerů jako jsou PET láhve, či LDPE folie. Dá se říci, že dojde ke kontaminaci tedy ke znehodnocení celého balíku se separovaným plastem a tento materiál pak putuje do recyklační firmy.

Lahve a materiály které výrazně ztěžují recyklaci

- **PVC (etikety z PVC)** - limity v konečném produktu (fleku) PVC jsou velmi přísné z důvodu ochrany životního prostředí. Většinou okolo 20 ppm tj. 0,0020 %).
- **Ostatní polymery** - hlavně PC (polykarbonát) a PS (polystyren). Oba tyto polymery mají (stejně jako PET) vyšší hustotu než voda, proto nefunguje separace pomocí flotace a zbývá pouze manuální separace, nebo použití speciálních automatických separátorů. Zde jsou limity koncových zpracovatelů poněkud vyšší než u PVC (cca 100-150 ppm) , ale samozřejmě i tyto plasty prodražují výrobu.
- **PC barely (většinou modré)** - někteří výrobci místo PETu používají PC. Lidským okem není možné tyto 2 druhy barelů od sebe rozlišit. Je potřeba si přečíst označení a to není v praxi možné použít.
- **Multi-layer** - vícevrstvé lahve (nejčastěji se jedná o hnědé pивní láhve), kde je mezi dvě vrstvy PET vložena vrstva PA pro zlepšení bariérových vlastností (ochrana před UV zářením tj. prodloužení životnosti obsahu).

Lahve a materiály které výrazně ztěžují recyklaci

- **Blokátory** - aditiva pro zlepšení vlastností lahví, popř. produktu v nich uskladněných. (barviva, stále více používané AA blokátory, UV filtry, oxygen blokátory, fast reheater,.....)



PVC etiketa



Čirý flake s blokátorem
(po tepelném testu)



Multi-layer
(po tepelném testu)

Lahve a materiály které výrazně ztěžují recyklaci



Bioplasty - PLA

Lahve a materiály které výrazně ztěžují recyklaci



Na obrázku vlevo je láhev, která je vyrobena z PLA. Stejný materiál je použit i pro výrobu kelímku (vpravo). Je více než zřejmé, že bez podrobnější kontroly výrobních údajů ve spodní části výrobku, je vizuálně nemožné rozpoznat, z jakého druhu polymeru je láhev vyrobena a proto je záměna za PET snadné.

Lahve a materiály které výrazně ztěžují recyklaci

- Ne všechny dotřídovací linky jsou schopny flexibilně reagovat na kvalitativní požadavky a pokyny zpracovatelů a dotřídovat problematické láhve samostatně (dodávat slisované číré láhve a odděleně číré láhve s PVC etiketou – prodejní cena lahví s PVC se pohybuje ve výši cca 50% ceny lahví, které PVC neobsahují).
- **Je samozřejmě možné recyklační mycí linky dovybavit nejmodernější automatickou detekcí a separací jiných polymerů**, je ale potřeba si uvědomit, že tento automatický separátor na jiné polymery s kapacitou 1 t/hod má cenu okolo 150 000 EUR. Nejnovější typy mají již možnost třídění např. PLA materiálu. Ale menší mycí linky (díky vysoké pořizovací ceně) většinou tyto automatické separátory neobsahují a třídění jiných druhů plastů probíhá pouze manuálně. Nevýhodou těchto moderních (kromě pořizovací ceny) je náročná a drahá údržba. Dále dochází k výraznému zvýšení odpadovosti. Také spotřeba el. energie a nároky na místo v hale nejsou zanedbatelné. Dalším důležitým faktem je to, že **i toto moderní zařízení nepracuje se 100% účinností.**

Proces regranulace

- Fleky se mohou přímo prodávat zpracovatelům jako výrobcům vláken, vázacích pásek, popř. mohou sloužit jako vstupní materiál pro regranulaci. Regranulace je nejdůležitější pro výrobu lahví, tyto se z důvodu nutné certifikace pro materiály vhodné pro styk s potravinami přímo z fleků vyrábět nemohou.
- Proces granulace probíhá tak, že flek se musí za stálého míchání usušit na vlhkost 0,01% (standartní PET flek má okolo 1% vlhkosti) poté je roztaven v extrudéru, kde za pomoci vakua jsou odsáty nežádoucí látky a přes filtry 35 μ m je tavenina zgranulována , na tzv. vibra stole dochází ke krystalizaci a granulát je poté nasypán do žoků. Tento granulát se většinou při výrobě lahví míchá v různém poměru s originál (virgin) PETem.
- Výsledná kvalita regranulátu, je přímo úměrná obsahu jiných polymerů v PET vločkách. Vzhledem k tomu, že některé polymery mají výrazně nižší teplotu tavení, dochází při průchodu extruderem (teplotní nastavení 260 ÷ 280°C k výrazné degradaci. To znamená, že jiné polymery jsou při takto vysoké teplotě “přepalovány“ a velmi negativně ovlivňují vlastnosti regranulátu (barva, IV).

Proces regranulace

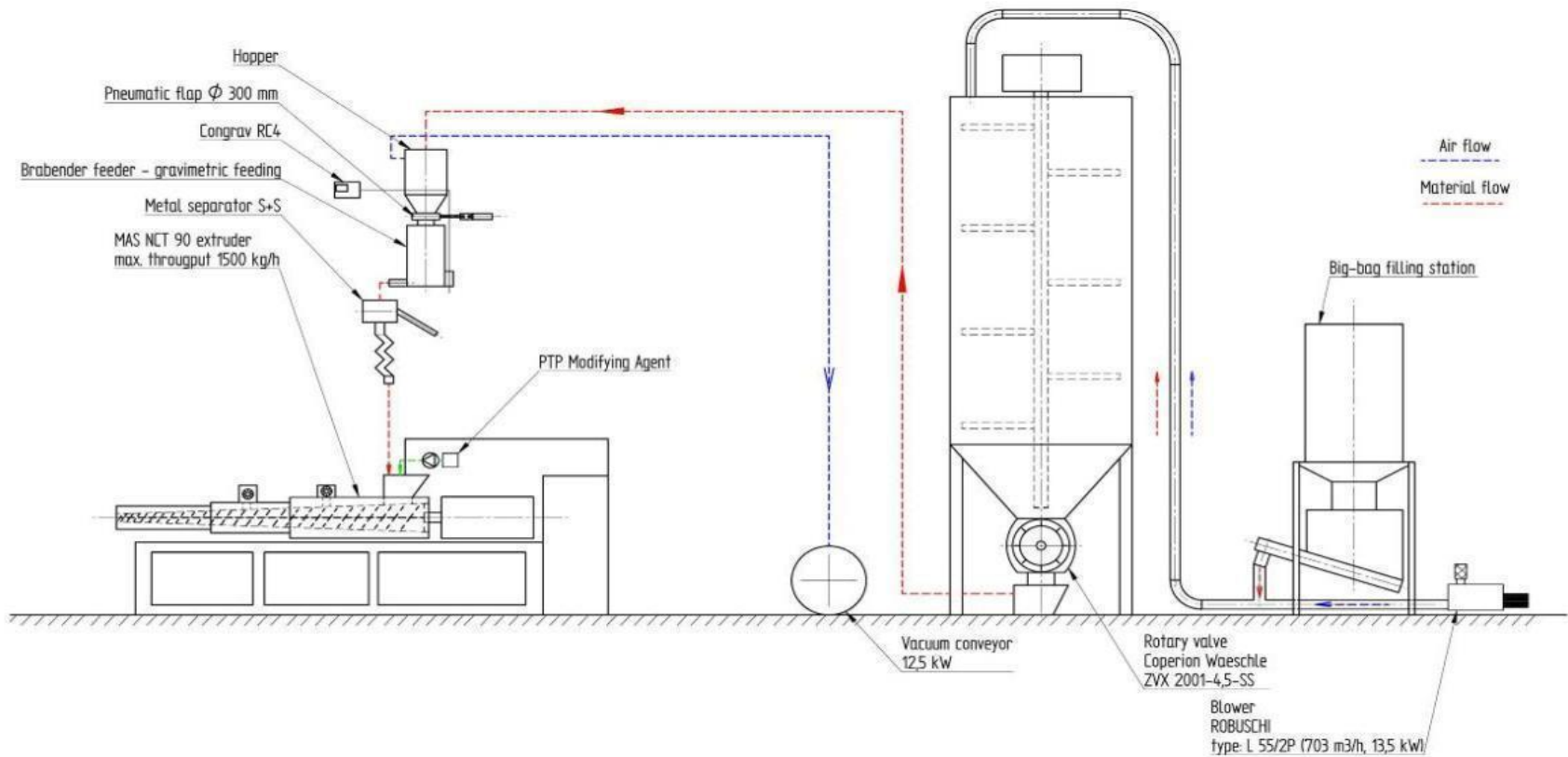
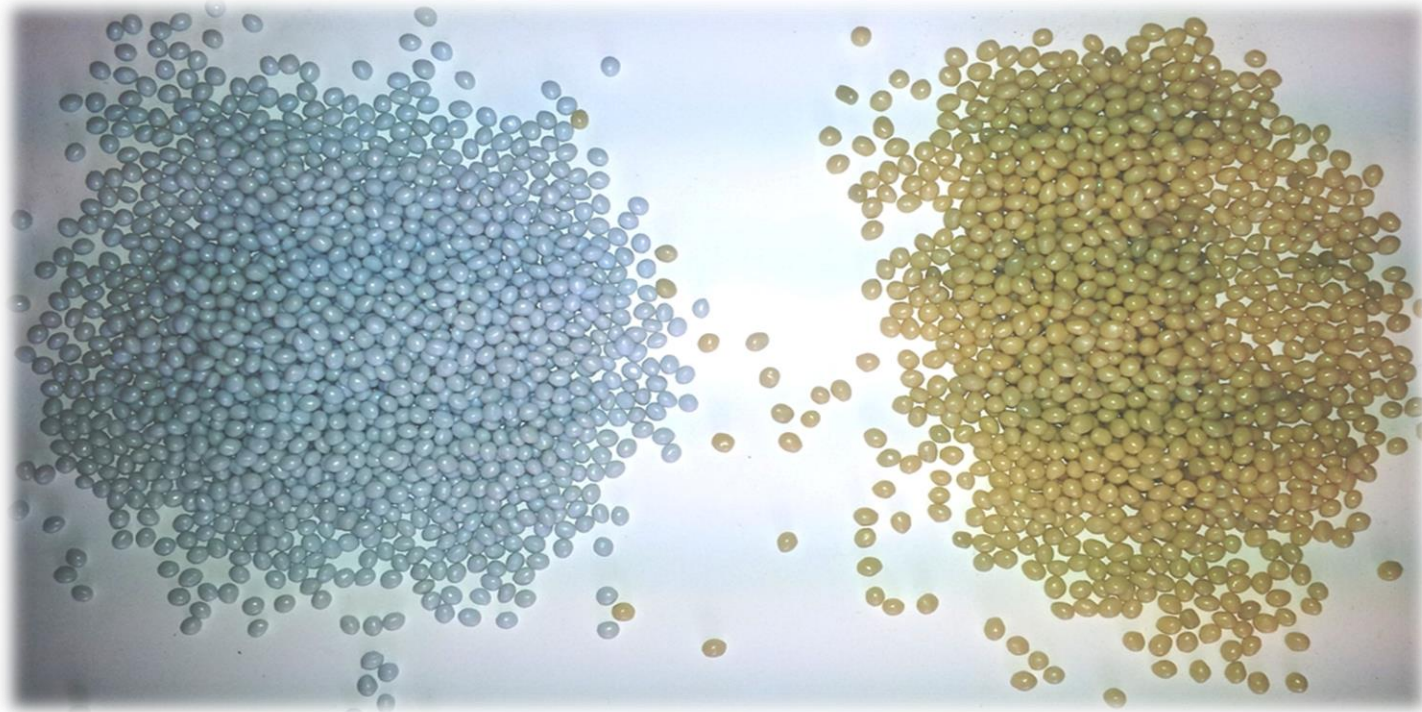


Schéma toku PET vloček při opětovné granulaci

Proces regranulace



Na přiloženém snímku je dobře patrný velký kvalitativní rozdíl mezi standardním PET granulátem (vlevo) a PET granulátem, kde PET fleky vykazovaly vysokou kontaminaci bioplastem (PLA).

Tento materiál nevyhovuje jak z hlediska vizuální kvality, tak má i výrazně horší další důležité parametry tj. IV.

Závěr

- **Recyklace není ovlivněna pouze** kvalitou primárních surovin a materiálovým složením výrobků / obalů, cenami energií, mzdovými náklady, poptávkou po výrobcích ale rovněž způsobem sběru a svozu odpadu, kdy naprosto stěžejní je jeho úprava (na dotřídovacích linkách) na kvalitativně vyhovující druhotnou surovinu.
- **Nebezpečí rozšířeného používání biodegradabilních plastů a bioplastů v obalech** (v ČR zatím minimální, ale zkušenosti kolegů např. z UK jsou velmi špatné.) Bioplasty se v žádném případě nemohou recyklovat spolu se standardním PETem, neboť teplota tavení bioplastu je podstatně nižší tj. při stejném zpracování by došlo k naprosté degradaci konečného výrobku
- **Poptávka výrobců obalů po recyklovaném materiálu stále roste**, což je z pohledu ekologie správný trend. Bohužel díky stále novým, a ve větší míře vyráběným nestandardním obalům je všeobecně recyklace stále technicky obtížnější a nákladnější proces. Z našeho pohledu by stačila lepší komunikace mezi výrobcí obalů (hlavně marketingovými odděleními) a recyklačními společnostmi.

Závěr

- I z výše uvedených důvodů **jsme uvítali vznik Komoditního výboru** pro plasty, založeného v rámci systému EKO-KOM, jehož členy jsou zástupci výrobců a plničů obalů, Potravinářská komora, SMO ČR a tuzemští úpravci a koneční zpracovatelé, prostřednictvím kterého dochází ke komunikaci a vyhodnocování trendů ve vývoji a užití obalů a možností jejich následné recyklace.
- **I přes výše uvedené obtíže při recyklaci komodity PET se objem recyklovaných odpadů z obalů / DS stále zvyšuje.**