

**RECYKLACE
TERMOPLASTŮ,
TERMOSETŮ A PRYŽÍ
RECYKLACE PET**

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

1	19. 9.	Úvod do předmětu, legislativa a názvosloví, anglická terminologie, literatura.
2	26. 9.	Sběr, identifikace třídění odpadu. Operace na mokré a na suché cestě (MLETÍ)
3	4. 10.	Operace na mokré cestě (ČIŠTĚNÍ DRTĚ)
4	11. 10.	Zpracovatelské technologie v tavenině. Aditiva pro recykláty.
5	18. 10.	Recyklace termoplastů. Recyklace PET.
6	25. 10.	Recyklace termosetů.
7	1. 11.	Recyklace vulkanizátů.
8	8. 11.	Chemická recyklace.
9	22. 11.	Metody termického rozkladu. Energetické využití.
10	29. 11.	Problémy a perspektivy recyklace a likvidace polymerního odpadu.
11	6. 12.	Recyklace versus biodegradace
12	13. 12.	Praktické příklady z literatury a praxe I
13	16. 12.	EXKURZE I (PETKA CZ)
14	??.	EXKURZE II (SPALOVNA BRNO) – musíme se k někomu připojit, nás je málo
15	Leden	EXKURZE III (SVITAP) – PODLE ZÁJMU & možností
16	Leden	EXKURZE IV (RPG Recyling) – PODLE ZÁJMU & možností

OPRAVDU DOBŘÝ SBĚRAČ!

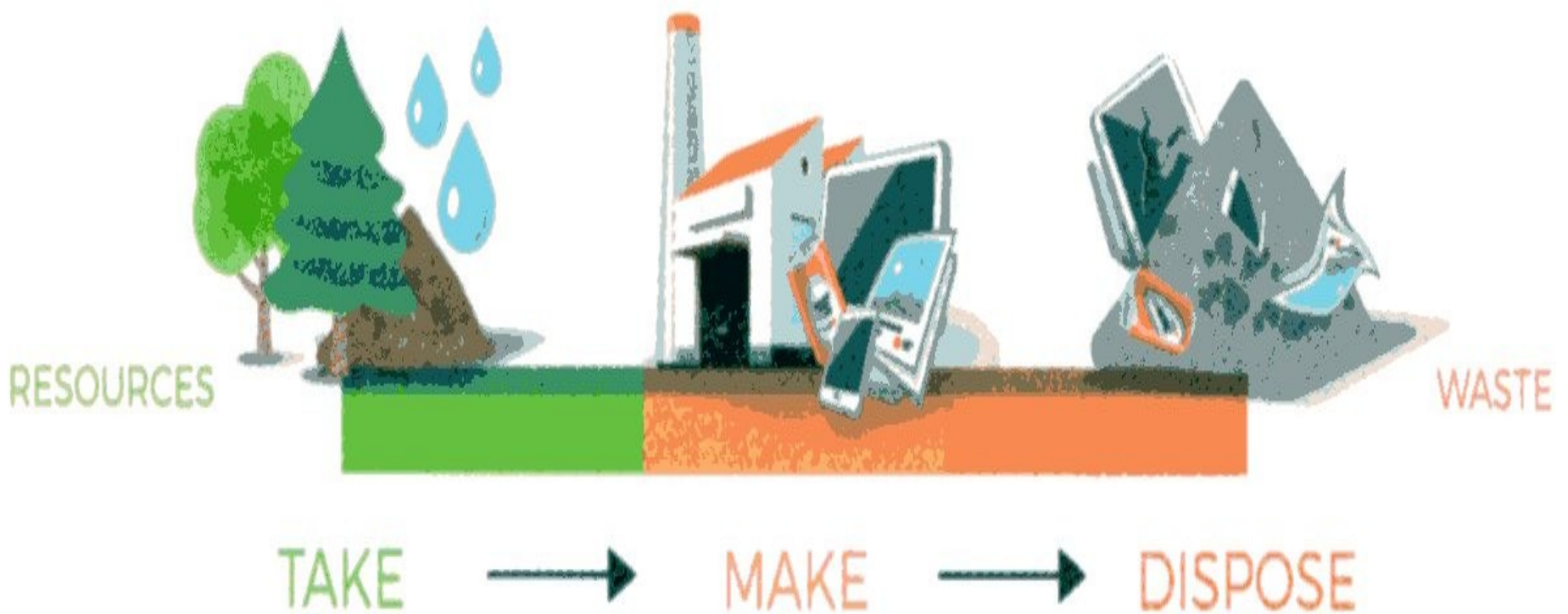


a-
o-
ne
t.
eli-
ter
val-
able
el-
v-
-
-
o
-
t-
ap-
aving

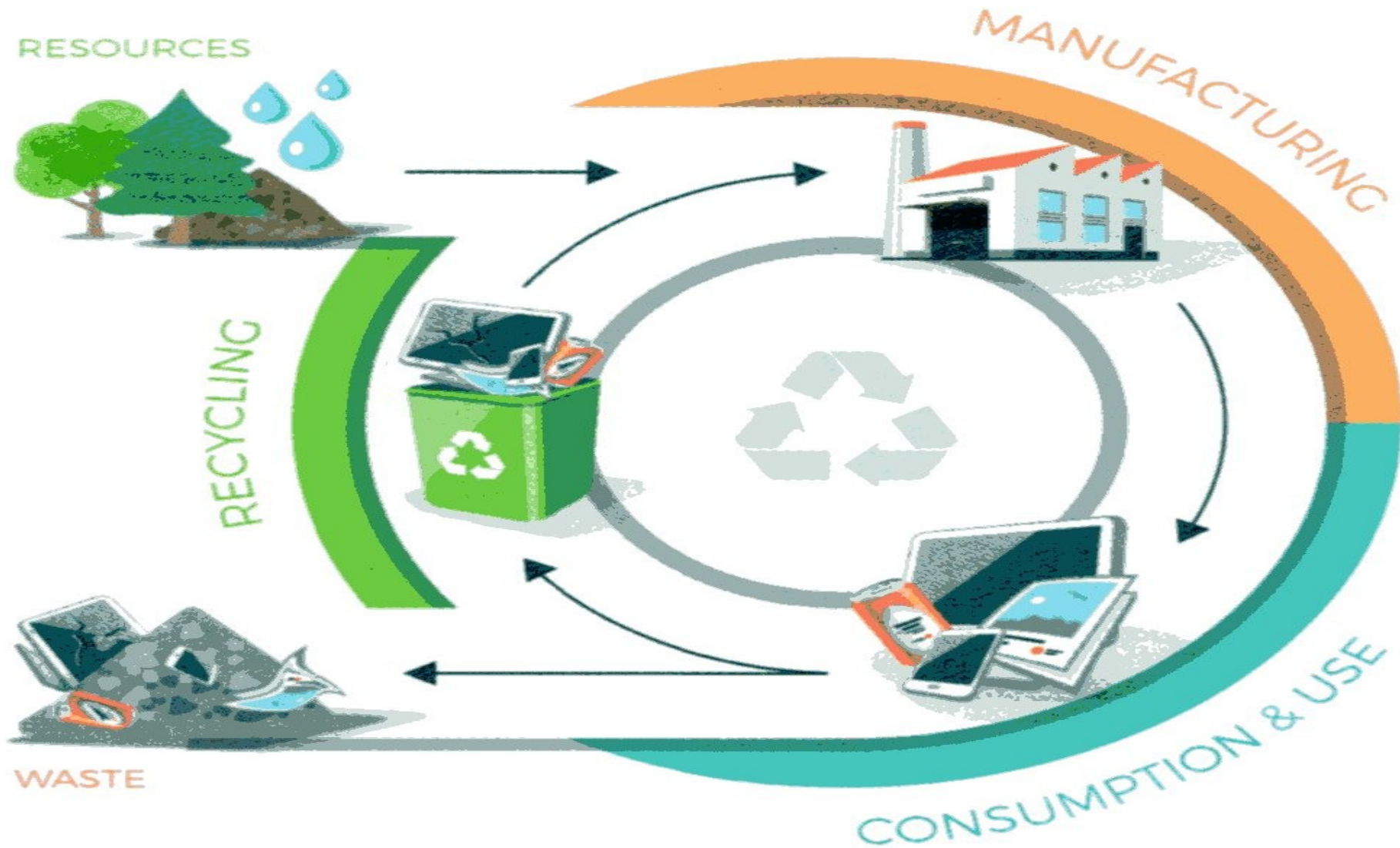
ir to ensure that
cycling continues
i important mainstav

29. 10. 2018

Lineární ekonomika



Cirkulární ekonomika



5R podle Bey Johnson

REFUSE

odmítnout to, co nepotřebujeme -
plasty na jedno použití, produkty zdarma

REDUCE

zredukovat to, co potřebujeme -
minimalistický životní styl

REUSE

zužítkovat to, co spotřebováváme -
výměna jednorázových produktů za znovu
použitelné, nakupování z druhé ruky

RECYCLE

zrecyklovat to, co nemůžeme odmítnout,
zredukovat ani zužítkovat

ROT

zkompostovat zbytek

PROČ RECYKLACE PET?

- **ODHAD světových spotřeb (rok 2007):**
 - **Balená voda – 3 000 000 t**
 - **Limonády (Soft Drinks) – 4 500 000 t**
 - **Pivo a jiný alkohol – 1 000 000 t (MŮJ ODHAD)**
 - **JINÉ OBALY– 1 000 000 t (MŮJ ODHAD)**
- **Odolnost proti UV i termooxidační degradaci > dlouho je v přírodě vidět**
- **KRÁTKOBRÁTKOVÝ OBAL > stále obalů přibývá, obaly OBVYKLE nevratné**
- **Ví se co s recyklátem > vlákna, pásy, ...**
- **Fyzikální recyklace je zvládnutá a není nijak zvláště nebezpečná**

RECYKLACE PET – JAK TO V ČR VLASTNĚ BYLO

**1997 – první recyklační linka na PET
láhve spuštěna v SILONu, Planá nad
Lužnicí**

**2001- první linka na PET vyráběnou
pouze z recyklátu, tzv. „kompaktní
linka“ spuštěna v SILONu, Planá nad
Lužnicí**

**2016 – TŘETÍ tzv. „kompaktní linka“
spuštěna v SILONu, investice za 300
milionů Kč**

ROZDÍLY MEZI OBALY Z PET, SKLA A KOVU

Better footprint

A newly released life-cycle inventory of single-serving beverage containers concludes that PET bottles offer a better environmental footprint than aluminium cans or glass bottles by using less energy, generating less solid waste, and creating significantly fewer greenhouse gases.

The cradle-to-grave study, conducted by Franklin Associates for PETRA (PET Resin Association, US), compared total energy, solid waste and greenhouse gas emissions per 100,000 ounces (2,835 kg) of soft drinks packaged in typical 20-oz PET bottles, 8-oz glass bottles, or 12-oz aluminium cans. The PET bottles showed appreciably lower numbers across the board. Most notable were the lower greenhouse gas emissions, which registered 59% less than aluminium and 77% less than glass.

After PETRA received the preliminary LCI report on the soft drink containers, it asked Franklin to go back and recalculate its findings on the basis of 10,000 equally sized 12-oz containers. Under this scenario, the PET bottles still trumped aluminium or glass in terms of lower greenhouse gas emissions and solid wastes, while total energy use was deemed comparable for all three materials. For both analyses, the life cycle inventory covered extraction of raw materials through container fabrication, as well as post-consumer disposal and recycling.

www.petresin.org

PET – ROZDÍLY MEZI VLÁKNAŘSKÝM A LAHVOVÝM TYPEM POLYMERU

vláknařský

- **LVČ** pro střiž 0,65 – 0,75 dl/g
- **LVČ** pro hedvábí a kord jsou **VYŠŠÍ**
- **HOMOPOLYMER**
- Důvodem jsou vyšší pevnosti
- **Pro střiž ale stačí i KOPOLYMER**
- **NĚKDY SE STANOVUJE I OBSAH DEG**

lahvový

- **LVČ** 0,85 – 0,95 dl/d
- Vyšší **LVČ** > možnost tenčí stěny láhve
- **KOPOLYMER**
 - **DEG** (diethylenglykol)
 - Kys. Izoftalová
 -
- **DŮVODEM JE LEPŠÍ ČIROST LÁHVE PO VYFOUKNUTÍ**

PET versus PETG 1

PET

- HOMOPOLYMER
- KOPOLYMER
 - DEG (diethylenglykol)
 - Kys. Izoftalová
- **MÁ SCHOPNOST KRYSTALIZACE**
- LÁHVE z předlisků
- VLÁKNA
- FÓLIE
-

PETG

- KOPOLYMER s vysokým obsahem KOMONOMERŮ
 - DEG (diethylenglykol)
 - Kys. Izoftalová
 -
- **NEKRYSTALIZUJE**
- LÁHVE klasicky vyfukované
- Fólie koextruze

PET versus PETG 2

PET

- **LÁHVE** mají na dně stopu po horkém vtoku

PETG

- **LÁHVE** klasicky vyfukované mají na dně vidět příčnou stopu po sevření parizonu
- Velký obsah PETG může znehodnotit recyklát při výrobě vláken!

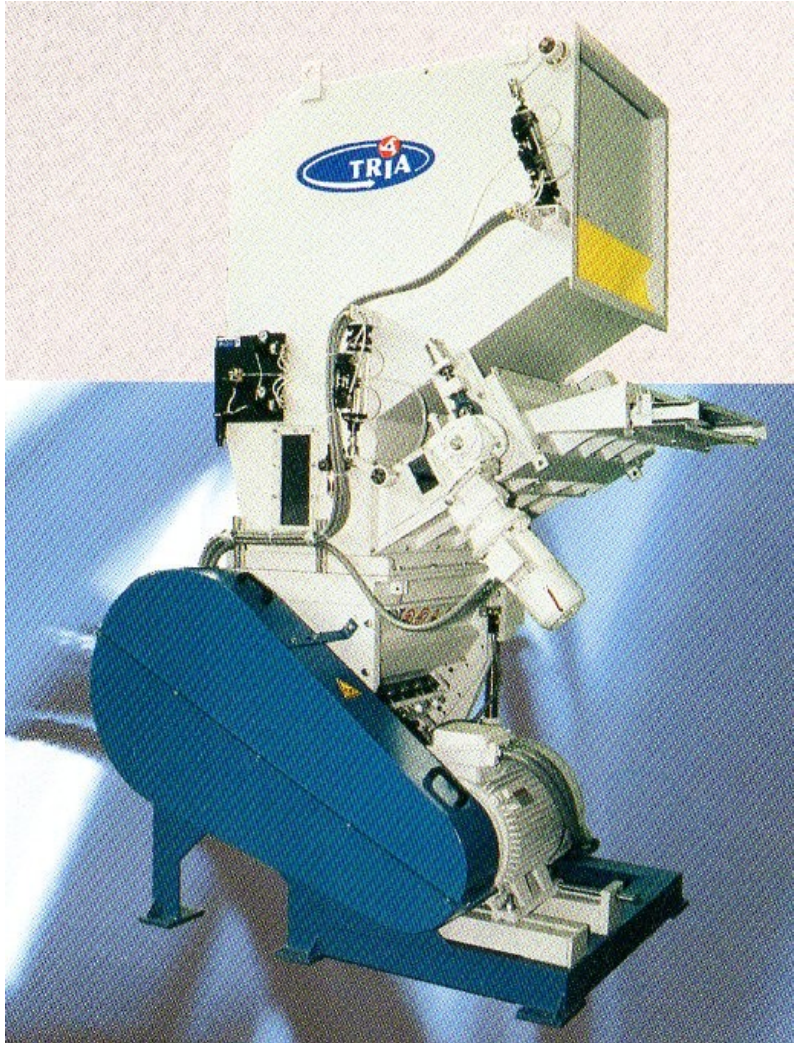
UKÁZKA LAHVÍ

PET versus PETG 3

JAK JE ROZLIŠIT?

METODA	PET	PETG	Použitelnost na recyklační lince
DSC	Má pík tání T_m a T_g	Má jen T_g	NE
FTIR	Dost analyticky využitelných píků	Dost analyticky využitelných píků, ale pro rozlišení od PET málo citlivé	NE
RTG	Dost analyticky využitelných píků	Nemá píky k analýze	NE
Obsluha	BODOVÝ VTOK VE DNĚ	SVÁR VE DNĚ	ANO

Mlýny (granulátory) – PRO ZOPAKOVÁNÍ



CO JSTE VIDĚLI:

- výměna nožů
- zvukové izolace
- nože
-

- **Teplá voda – ohřev párou**
- **Praní s aditivy**
- **Jaká aditiva – dávkování membránovými čerpadly**
 - Povrchově aktivní látky,
 - Detergent
 - Odpěňovač
 - NaOH

Recyklace PET – surovina a produkt >

PŘÍKLAD PETKA CZ

Surovina

- Polyolefiny – max. 7 %
- Lepidlo – max. 1 %
- Papírové etikety – max. 3 %
- Inertní nečistoty (mimo kovů) – max. 0,5 %
- Hliník – max. 0,02 %
- Železo – max. 0,02 %
- PVC – bez detektoru není uvažováno

Produkt

- PVC – bez detektoru není garantováno
- Papír – 20 ppm
- Polyolefiny – 50 ppm
- Lepidlo – 20 ppm
- Vlhkost – 0,7 %
- Filtrovatelnost – 100 bar/hod/cm²
- pH vodného výluhu z vyprané drti - < 10

Recyklace PET – produkt >DALŠÍ MOŽNÉ UKAZATELE JAKOSTI

- **Sypná hmotnost** (před a po teplotní expozici)
- **Obsah prachu** (např. částice pod 250 μm)
- **Barva po teplotní expozici** (např. 150 °C a 1 hodina)
- **Jiné polymery** (PS,)
- **Jiné nečistoty** (dřevo, písek,)
-

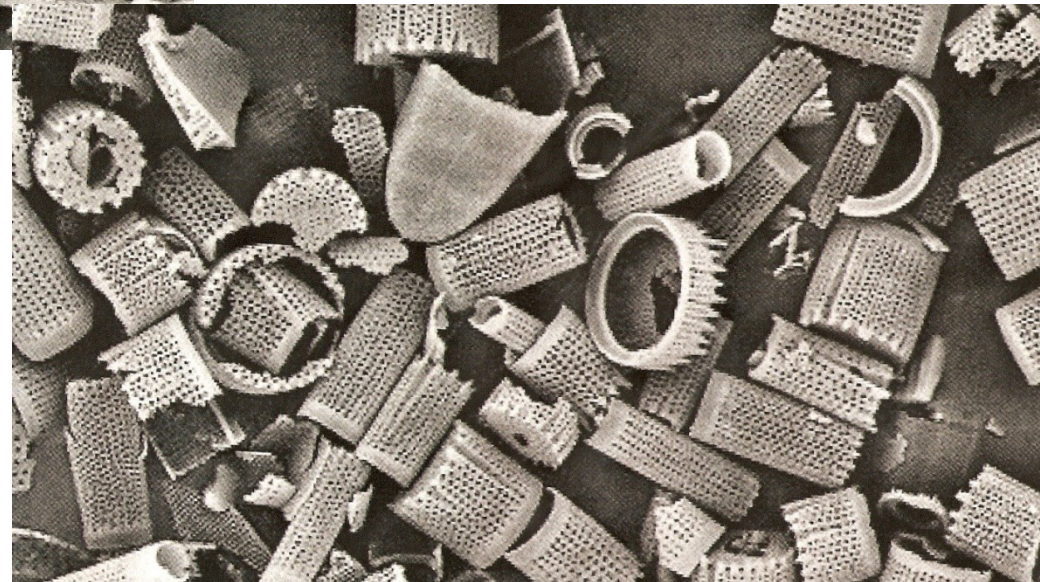
KŘEMELINA – filtrace prací vody



**TENTO
PŘÍRODNÍ
PRODUKT SE
PŘED POUŽITÍM
MELE**

Hlavní použití:

- **filtrace piva a vína**
- **antiblok ve fóliích LDPE, PP a PET**



Nakládání s vedlejšími produkty

PŘÍKLAD PETKA CZ

Produkt	Nakládání	Použitelnost MATERIÁLOVÁ
Nečistoty z 1. praní (anorganika, papír, ...)	Spalovna, i když je to vlhké	NE
Separované polyolefiny	Prodej	ANO
Filtrační křemelina	SKLÁDKA	NE
Částice PET prošlé otvory v odstředivce	Skladování (zatím)	NE (zatím)
Odtříděný PET prach	Skladování (zatím)	NE (zatím)

Recyklace PET – technologie EREMA

Sipa and Erema demo rPET preform system

Sipa and Erema have held an open house event at the former's headquarters at Vittorio Veneto, Italy. This demonstrated the direct processing of washed recycled PET flakes to make food contact grade pre-forms on the world's first

rPET Inline Preform system, which was previewed in 2016. It will be in industrial operation next year.

This technology combines the Xtreme preform production system from Sipa, a specialist in PET blow moulding systems, with

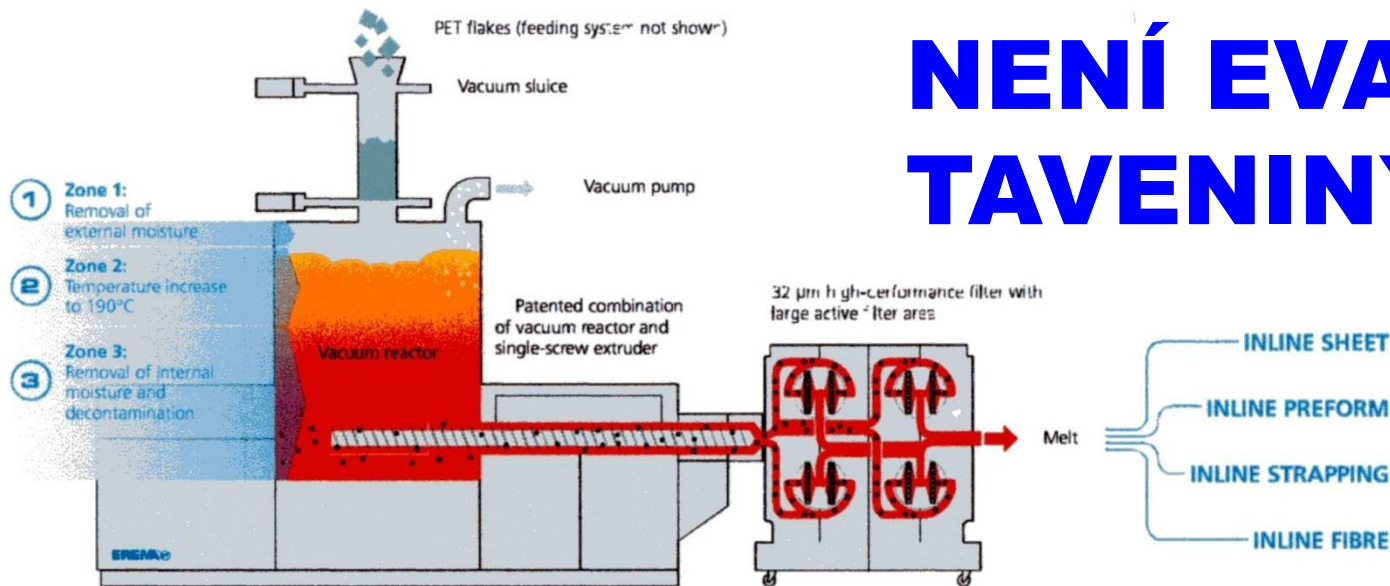
Vacurema technology from Erema, which makes plastic recycling systems.

According to the two firms, this offers PET processors such benefits as energy savings, lower logistics and process costs, by directly linking the two systems and

eliminating waste. It also offers 8% lighter weights than possible with conventional injection moulding, while maintaining weight consistency, viscosity and colour values.

➤ www.sipa.it

➤ www.erema.com



NENÍ EVAKUACE TAVENINY!

From flakes to the end product in a single process step. How it works:

Recyklace PET – technologie **AMUT** a **SOREMA** jako příklady

- **AMUT** – samostatná prezentace Power Point
- **SOREMA** – samostatná prezentace VIDEO
- **Firmy v Číně**

Recyklace PET – PROBLÉMY SOPUČASNOSTI & BUDOUCNOSTI

Barrier preforms on show

Solvay Specialty Polymers and Husky Injection Molding Systems are launching Verian high barrier polyester (HBP).

This was on show at Husky's stand at Drinktec in 2017 in Munich in September, being processed for a 17g carbonated soft drink application on a HyPET HPP5 fully integrated preform manufacturing system. Other features include an advanced melt delivery system and highly sophisticated controls.

> www.solvay.com
> www.husky.co

- **BARIÉROVÁ VRSTVA Z PVOH**
- **BLOKÁTORY**
- **LAPAČE KYSLÍKU**
- **RUKÁVOVÉ ,ETIKETY**
- **ETIKETY NA KOSMETICE A DOMÁČÍ HYGIENĚ**
- **????????????????????????????????**

Recyklace odpadních PET lahví mikrovlnnou technologií

V současné době s rostoucí výrobou PET (polyethylentereftalát) obalů narůstají problémy s hromadícími se použitými obaly, zejména PET lahvemi. Většina odpadních netříděných PET obalů se likviduje spalováním v cementárnách a podobných zařízeních. Za účelem řešení problému hromadění zejména odpadních PET lahví na skládkách byla vyvinuta technologie založená na využití mikrovlnné energie. Tato unikátní recyklační technologie vznikla v rámci základního výzkumu a využívá mikrovlnnou energii k depolymeraci PET materiálů, jako jsou nejen netříděné odpadní PET lahve, ale i textilie, koberce a obecně materiály vyrobené z PET surovin, přičemž je výhodné, že PET lahve není třeba podle barvy před zpracováním třídít.

Depolymeračním procesem se získají 2 produkty ethylenglykol a kyselina tereftalová, které kondenzační reakcí poskytnou opět PET materiál. Výhodou mikrovlnné technologie je nízká energetická spotřeba a vysoká čistota produktů, řádově v ppm, nazývaná „Polymer Grade“ a značená též zkratkou PTA (purified terephthalic acid). Vývoj technologie trval 6 let a byla optimalizována na 280 l a úspěšně ověřena na 1000 l mikrovlnném reaktoru. Tato nová technologie je chráněna patentovými dokumenty jak v České republice (CZ299908), tak zahraničními patenty např. v Německu, Itálii, Francii, Anglii a Číně, tj. v zemích, kde jsou největší výrobci PET lahví.

O využití výsledků výzkumu a možnost realizace technologie projevila zájem společnost NRT POLSKA Sp. z o.o., která v roce 2013 za spolupráce s ÚCHP dokončila testování technologie v poloprovozním měřítku. Společnost NRT POLSKA podepsala s ÚCHP smlouvu o prodeji patentu a plánuje zahájení výstavby závodu v Polsku v roce 2014. Mikrovlnná technologie recyklace PET lahví chemickým procesem nebyla ve světě dosud realizována a je českou prioritou.