

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

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

[pospisil@gascontrolplast.cz](mailto:pospisil@gascontrolplast.cz)

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

# OPRAVDU DOBRY SBĚRAČ!



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

ur to ensure that  
cycling continues  
an important mainstay

# 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**
- **KRÁTKOOBRÁTKOVÝ 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 1**

**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**

# **RECYKLACE PET – JAK TO V ČR VLASTNĚ BYLO 2**

**2004 - první linka na PET recyklaci v  
Brně PETKA CZ**

**2019 & 2020 - PETKA CZ PLÁNUJE  
DRUHOU A VĚTŠÍ LINKU, ale  
zdravotně - ekonomická krize akci  
pozastavila na neurčito**

## 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](http://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?

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

# Mlýny (granulátory) – PRO ZOPAKOVÁNÍ

**CO JSTE UŽ  
SLYŠELI A  
UVIDÍTE:**

- **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

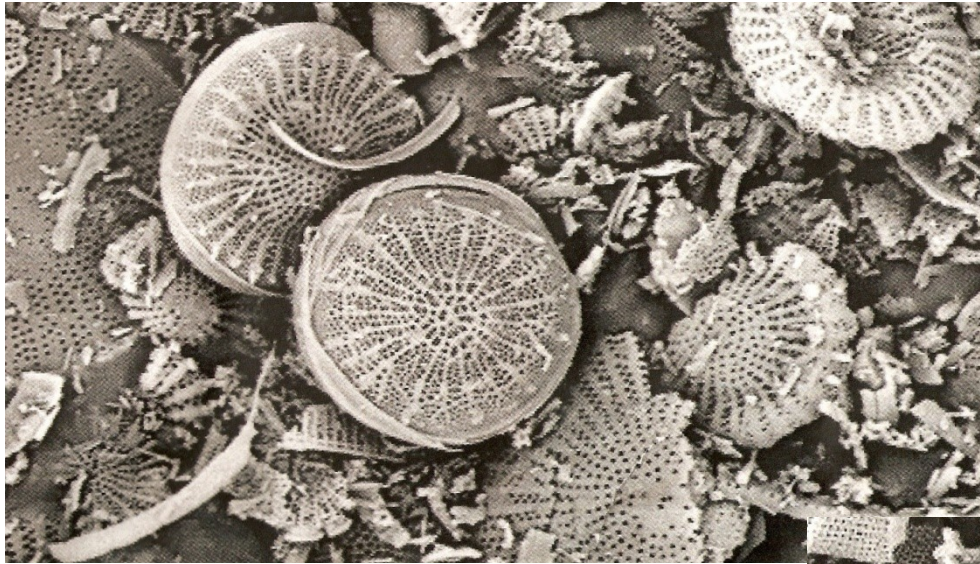
### Produkt

- PVC – bez detektoru není garantováno
- Papír – 20 ppm
- Polyolefiny – 50 ppm
- Lepidlo – 20 ppm
- Vlhkost – 0,7 %
- Filtrovatelnost – 100 bar/hod/cm<sup>2</sup>
- 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  $\mu\text{m}$ )
- **Barva po teplotní expozici** (např. 150 °C a 1 hodina)
- **Jiné polymery** (PS, ....)
- **Jiné nečistoty** (dřevo, písek, ....)
- .....

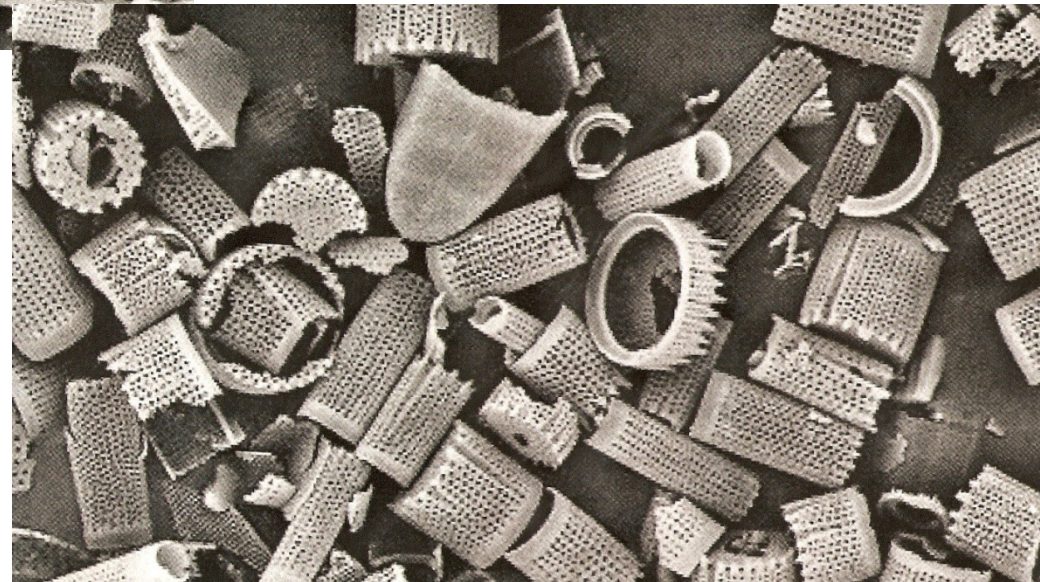
# KŘEMELINA – filtrace prací vody



**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

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

# 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

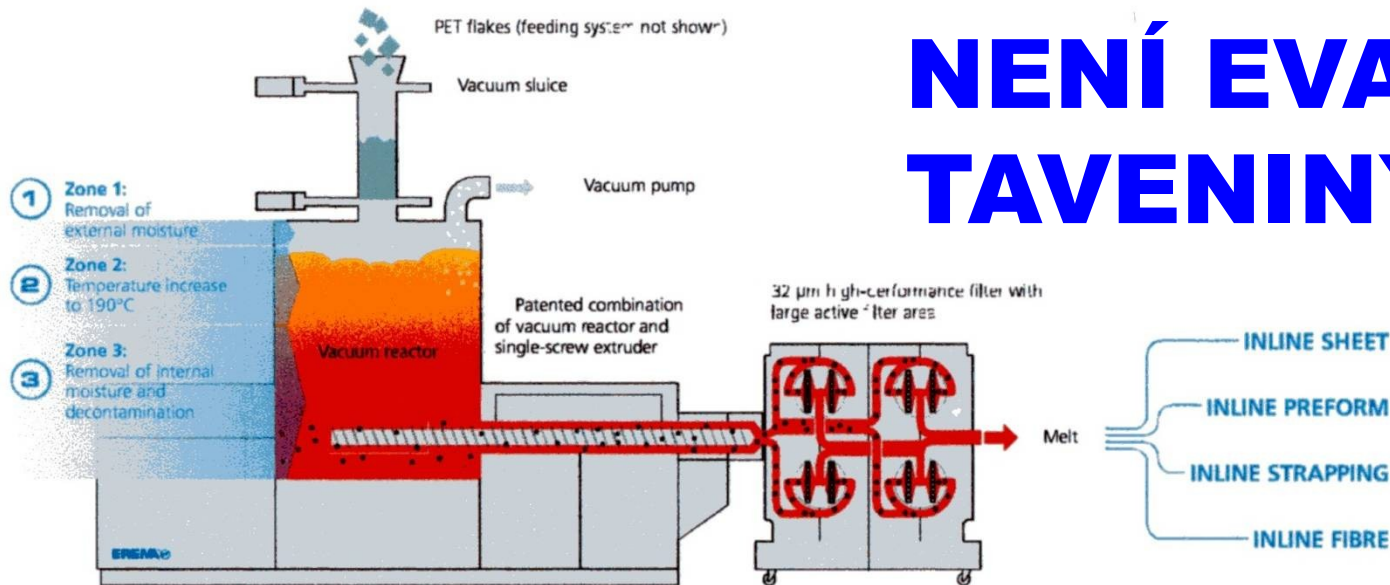
Vacurema technology from Erema, which makes plastic recycling systems.

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](http://www.sipa.it)

➤ [www.erema.com](http://www.erema.com)



# NENÍ EVAKUACE TAVENINY!

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

# **Recyklace PET – LÁHEV Z LÁHVE**

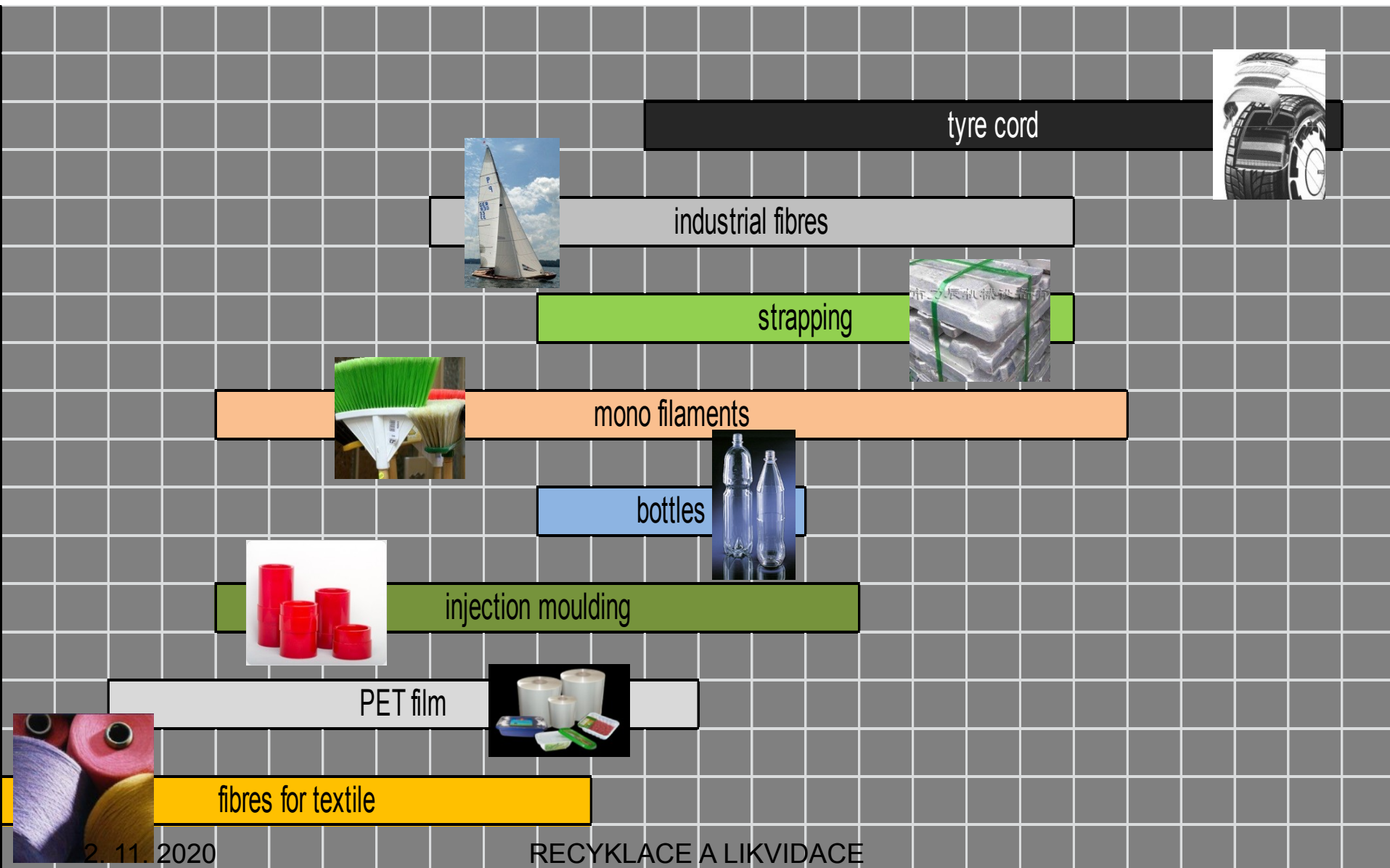
## **POTŘEBUJEME ZVÝŠIT LVČ >**

### **CESTY:**

- **CHAIN EXTENDERS** – nepoužívá se zatím,
- **SSP (SOLID STATE POLYMERISATION),**
- **LSP (LIQUID STATE POLYMERISATION)**

**SSP – nyní už dělá GENERAL PLASTICS Kolárovo**

# Hlavní použití recyklovaného PET



2. 11. 2020

RECYKLACE A LIKVIDACE

POLYMERNIHO ODPADU VUT

ECH PET 5 2020

0,50

0,55

0,60

0,65

0,70

0,75

0,80

0,85

0,90

0,95

1,00

1,05

1,10

# 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](http://www.solvay.com)  
> [www.husky.co](http://www.husky.co)

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