

# Recyklace nezná hranic!

## *Použité plenky začali recyklovat na střešní krytinu*

V Anglii včera otevřeli první továrnu, která recykluje použité dětské plenky. Závod ve West Bromwichi je zpracovává na umělou hmotu, která se pak používá k výrobě stavebních materiálů, především střešní krytiny či potrubí.

Jak podotkla stanice Skynews, většina rodičů nemá v současné

době čas používat klasické plenky, které se dají prát, a dává přednost těm na jedno použití.

Kvůli tomu každý rok v Británii přibude přes milion tun špinavých plenek, z nichž většina končí na skládkách nebo ve spalovnách.

Kanadská společnost Knowas-te, které nově otevřený závod pa-

tří, chce do roku 2015 na ostrovech zprovoznit ještě další čtyři podobné továrny.

„West Bromwich je první takovou investicí z celkové částky 25 milionů liber (přes 700 milionů korun),“ vysvětlil ředitel firmy Roy Browne.

Podle něj závod za rok zvládne recyklovat na 36 tisíc tun použí-

tých hygienických výrobků, což každoročně znamená snížení zátěže životního prostředí o přibližně 110 tisíc tun skleníkových plynů.

Odpady jsou zejména ze zdravotnických zařízení a dětských jeslí, časem se ale firma chce zaměřit i na takový odpad z domácností. (znk)

Recyklace a likvidace polymerního odpadu - PROBLÉMY A PERSPEKTIVY 9 2012

# RECYKLACE TERMOPLASTŮ, TERMOSETŮ A PRYŽÍ PROBLÉMY A PERSPEKTIVY

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

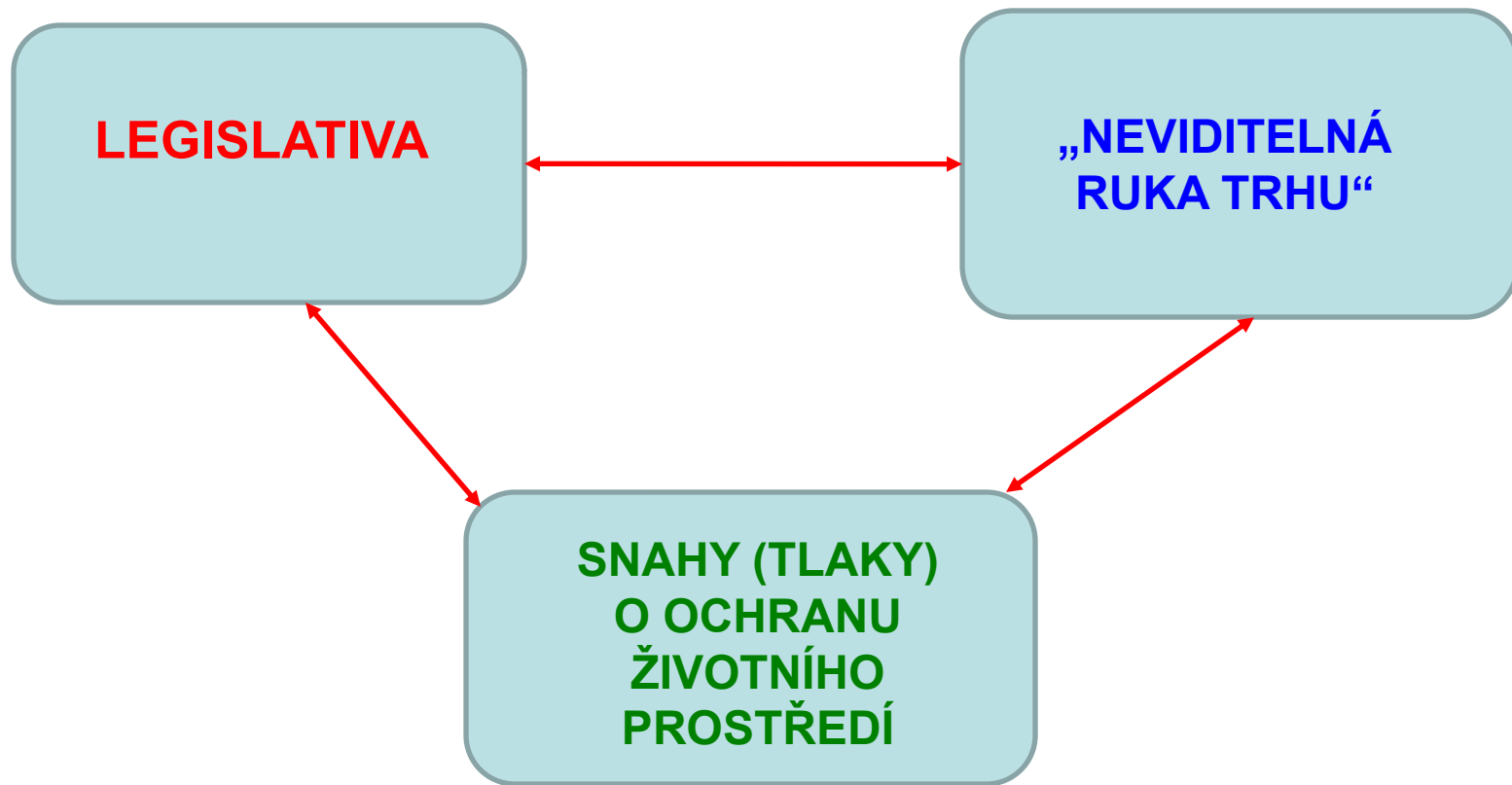
[pospisil@polymer.cz](mailto:pospisil@polymer.cz)

[www.polymer.cz](http://www.polymer.cz)

# Časový plán

1	1. 10.	Úvod do předmětu, legislativa a názvosloví, anglická terminologie, literatura.
2	8.10.	Sběr, identifikace třídění odpadu. Operace na suché cestě.
4	15.10.	Operace na mokré cestě.
4	22.10.	Zpracovatelské technologie v tavenině. Aditiva pro recykláty. Recyklace termoplastů. Recyklace PET.
5	29.10.	Recyklace termosetů
6	5.11.	Recyklace vulkanizátů.
7	12.11.	Chemická recyklace.
8	19.11.	Metody termického rozkladu. Energetické využití.
<b>9</b>	<b>26.11.</b>	<b>Problémy a perspektivy recyklace a likvidace polymerního odpadu.</b>
10	3.12.	Recyklace versus biodegradace
11	10.12.	Praktické příklady z literatury a praxe I
12	17.12.	<b>EXKURZE I (PETKA CZ)</b>
<b>13</b>	<b>Leden</b>	<b>EXKURZE II (SPALOVNA BRNO) – PODLE ZÁJMU &amp; možností</b>
<b>14</b>	<b>Leden</b>	<b>EXKURZE II (SVITAP) – PODLE ZÁJMU &amp; možností</b>

# Vzájemné ovlivňování recyklačních aktivit



Recyklace a likvidace polymerního odpadu - PROBLÉMY A PERSPEKTIVY 9 2012

# Hlavní problémy recyklovaných termoplastů v současné době

## Globální

### **Interkontinentální plastovod**

Šikovní Číňané vydělávají na evropském odpadu

Zatímco se politici hádají, jestli záloha na lahve PET neomezuje svobodu zákazníka, asijsí obchodníci si mastí kapsy. Evropské trhy zaplavují obrovským množstvím levného textilu, vyrobeného z plastových lahví.

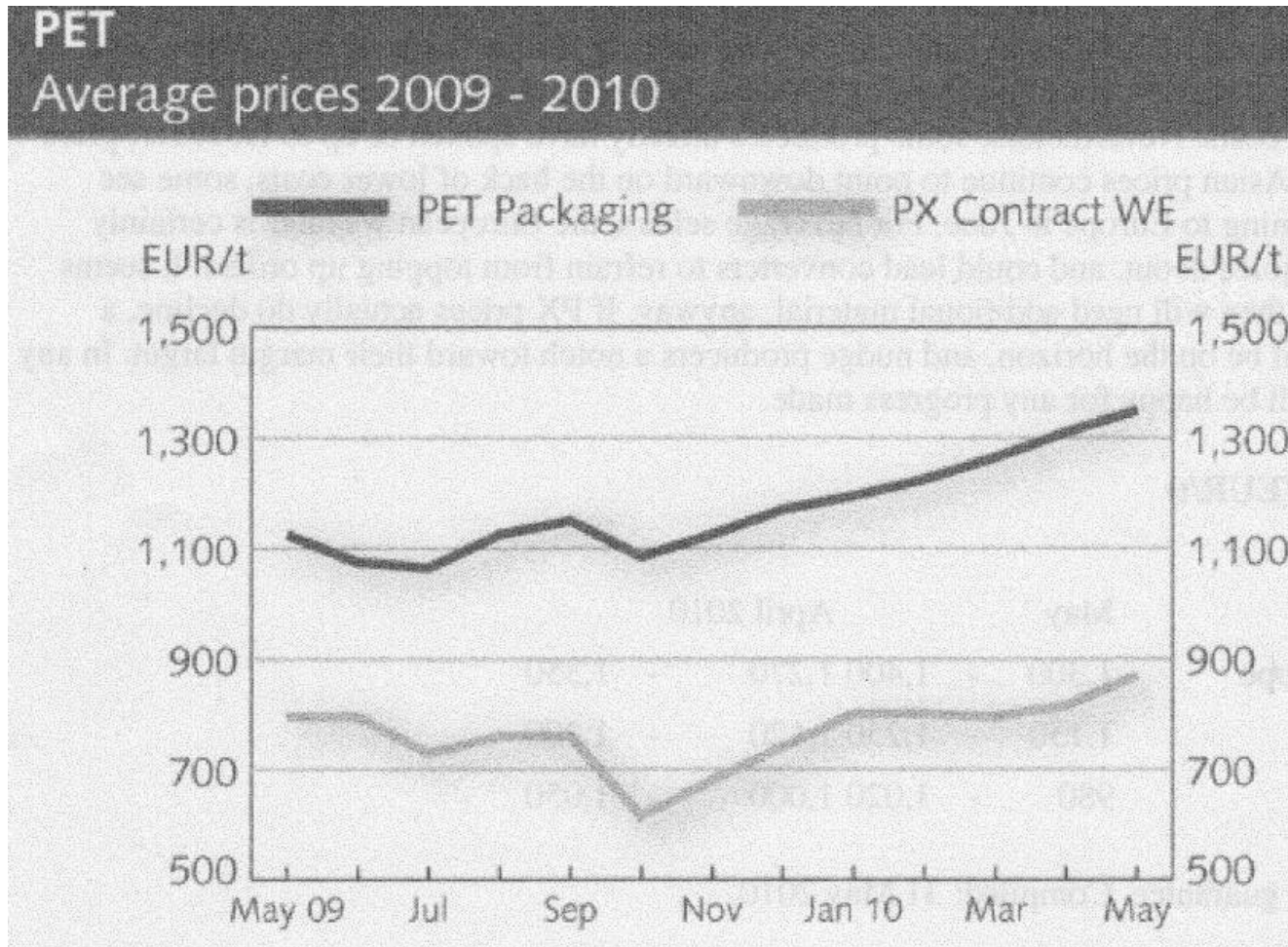
**Nedostatek PET lahví k recyklaci pro evropské firmy  
> zvýšení cen za transport suroviny k recyklaci > .....**

# Hlavní problémy recyklovaných termoplastů v současné době

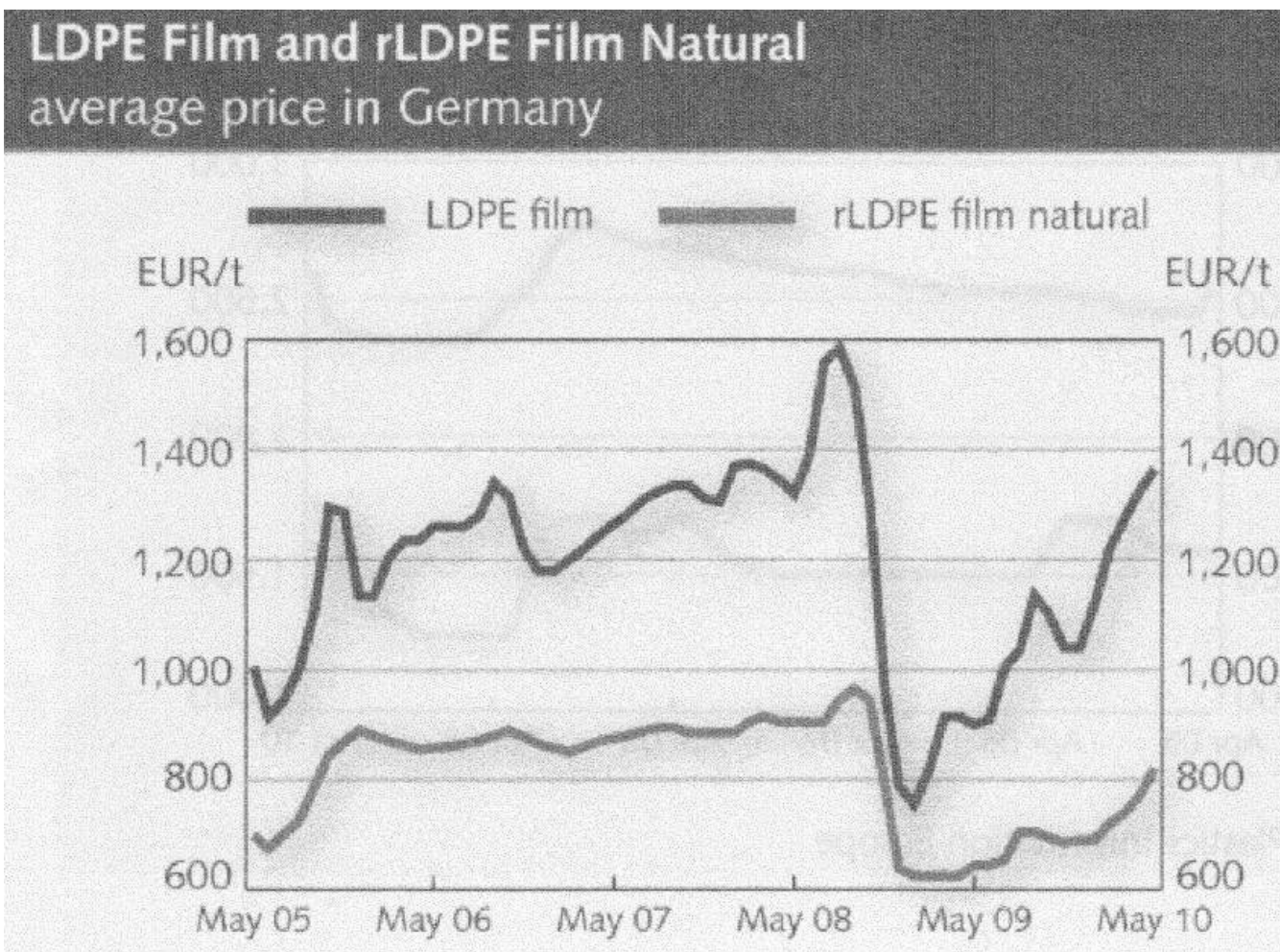
## Lokálně ekonomické

- Za krize rostou ceny energií a cena práce zhruba stagnuje
- Velké firmy vyrábějící prvotní plasty si mohou dovolit pokles cen až k úrovni recyklátů, *viz další snímky*
- **VÝSLEDEK: POKLES POPTÁVKY PO RTECYKLÁTECH A ZÁNİK FIREM**

# Porovnání cen prvotních a recyklovaných termoplastů v roce 2010 (po krizi)

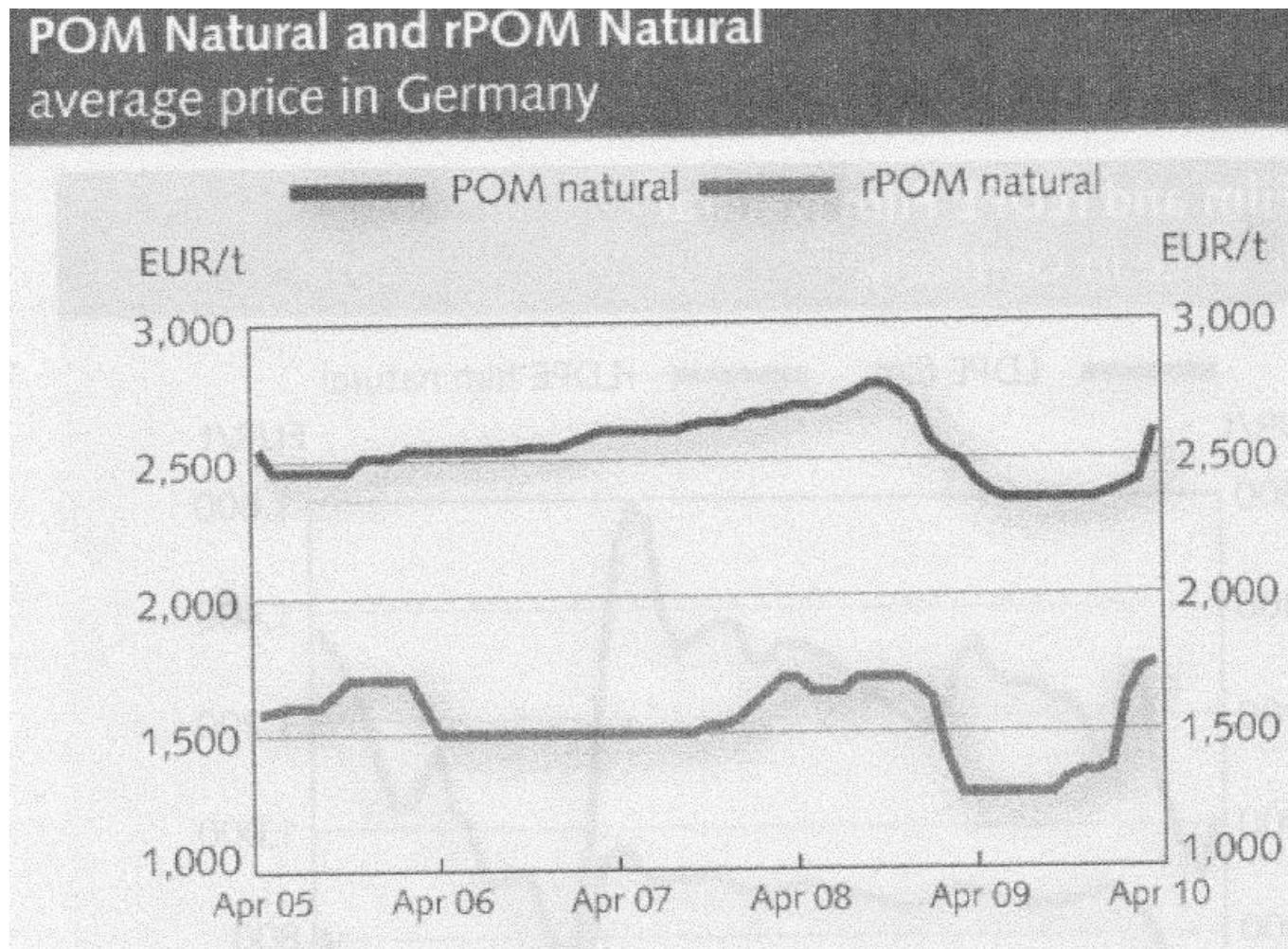


# Porovnání cen prvotních a recyklovaných termoplastů v roce 2010 (po krizi)





# Porovnání cen prvotních a recyklovaných termoplastů v roce 2010 (po krizi)



# Porovnání cen prvotních a recyklovaných termoplastů v roce 2010 (po krizi)

## PRVOTNÍ (EUR/t)

- LDPE fóliový – 1350-1380
- HDPE vyfukovací – 1180-1250
- PP homo přírodní – 1320-1390
- PS HI vstřikovací – 1635-1695
- POM přírodní – 2500-2900
- PA6 černý – 2390-2840

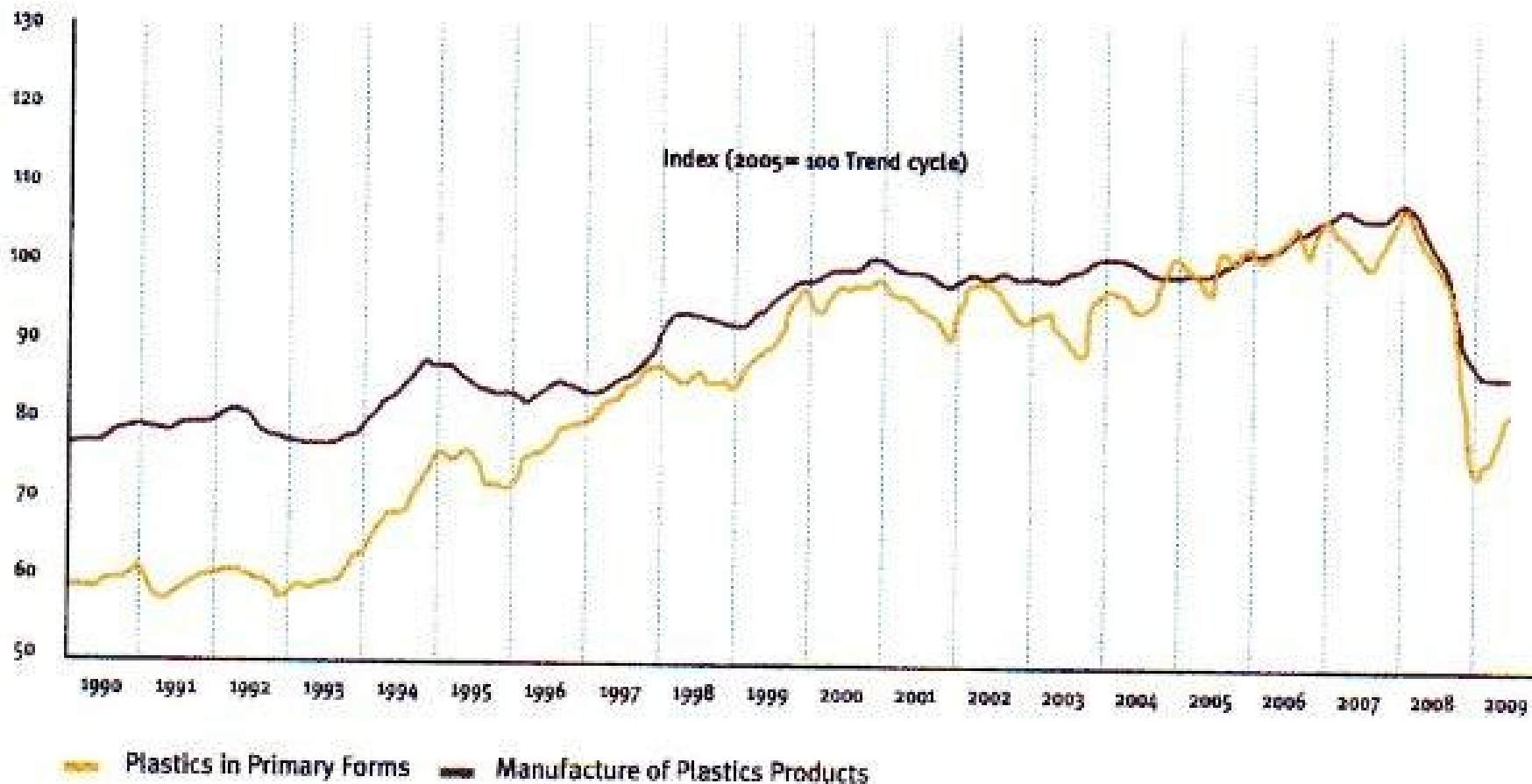
## RECYKLOVANÉ (EUR/t)

- LDPE fóliový – 800-840
- HDPE trubkový černý – 630-700
- PP homo černý – 750-850
- PS HI černý – 740-850
- POM přírodní – 1700-1850
- PA6 černý – 1950-2150

# UPLATNĚNÍ RECYKLÁTŮ V KRIZI?

Figure 15. Plastics industry production in EU27

Source: Eurostat/PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG)



# Hlavní problémy recyklovaných termoplastů v současné době

## Technické problémy

- Vícesložkové obaly (láhve, fólie .... )
- Etikety obalů (rukávové, lakované, kaučuková lepidla, ... )
- Kompozitní materiály (termoplasty i termosety)
- Odpady vznikající při recyklaci
- Požadavky na nové výrobky (hygienické, technické, estetické, ... )

## **Jak čelit této výzvě?**

- **Legislativa v obchodní oblasti** – málo pravděpodobné a asi i málo účinné
- **Legislativa v oblasti ochrany životního prostředí** – spíše lze očekávat v Evropě zpřísnění požadavků
- **Legislativa v oblasti práce** – pravděpodobné, ale asi málo účinné

**TECHNICKO- VĚDECKÁ PRÁCE  
– JEDINÉ ŘEŠENÍ**

# Návrhem výrobku to začíná i končí

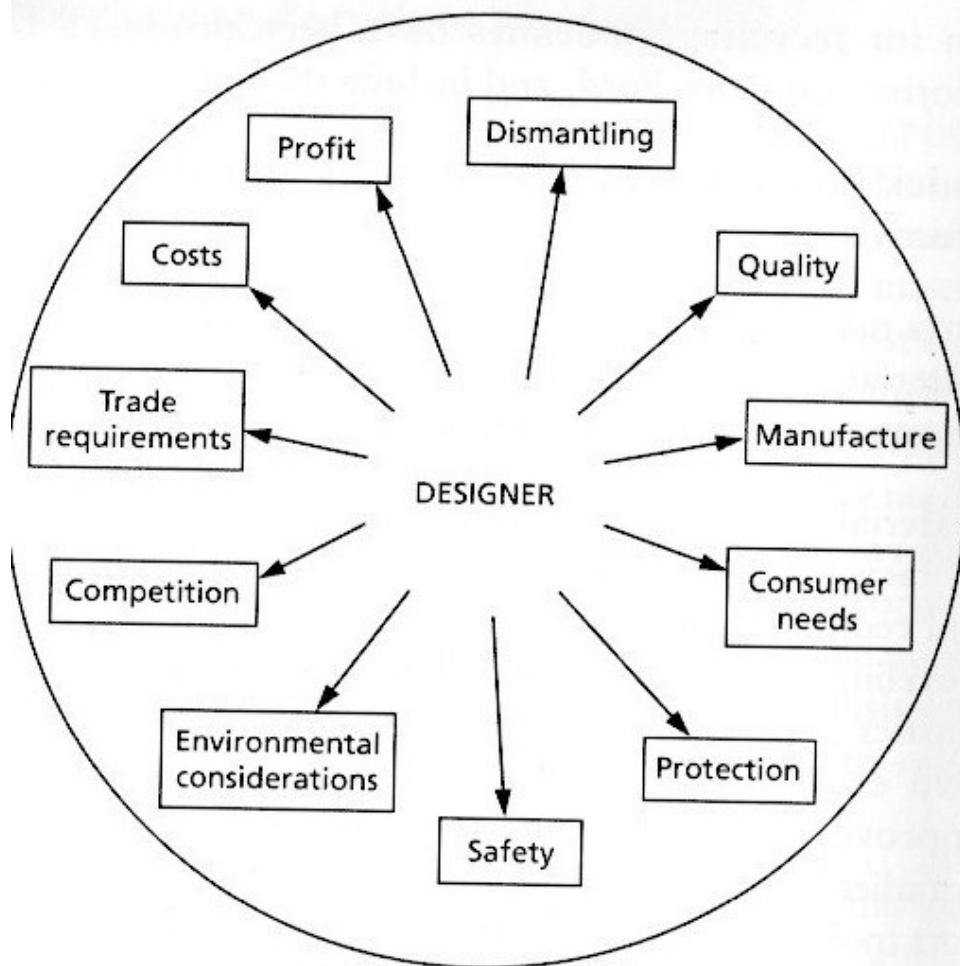


Figure 9.1 Design considerations for recycling

**Table 10.1 Breakdown of plastic consumption by sector**

<b>Sector</b>	<b>Plastic consumption (%)</b>
Packaging	41
Building/construction	19
Household	18
Electrical/electronics	8
Automotive	7
Other	7

Table 10.2 Difference in EU legislation/instruments for plastic packaging recycling in 1996 [3]			
Country	Materials	Objectives	Instruments
Belgium	Packaging waste	50% of packaging waste by 2001	'Cost-plus' system: collection of household waste financed by a fee.
Finland	All packaging waste	70%-85% of packaging waste recovered by 2001	Charges on non-refillable containers. Voluntary deposit-refund on plastic bottles. Shared producer responsibility.
Germany	Packaging	64% plastic recycling	Mandatory deposit/refund system. 'DSD' system responsible for collection and recovery of packaging.
Italy	Beverage containers, packaging waste	Recycling rate of 40% plastic, 15% plastic packaging waste recovery	Mandatory consortium. Raw material charge of 10% on virgin PE sold for film production. Waste disposal charges.



# Technické problémy

## Vícesložkové obaly (láhve, fólie .... )

### Důvody jejich nárůstu

- Prodloužení skladovatelnosti zboží - hlavně potravin
- Nové výrobky, kde jednovrstvý obal nestačí – např. inkoustové kazety do tiskáren

### Proč jsou problémem

- Různé teploty zpracování složek
- Degradace při opakovaném zpracování

### Možnosti řešení

- Chemická recyklace
- Jednoduché lisované výrobky

# Technické problémy

## Etikety obalů (rukávové, lakované, kaučuková lepidla, ...)

### Důvody jejich nárůstu

- Informace o baleném zboží po dobu, než je toto spotřebováno - hlavně bytová chemie a kosmetika
- Vyšší atraktivita výrobku – hlavně potravin pro děti

### Proč jsou problémem

- Nesnadné odstranění suchou i mokrou cestou > degradace zbytků při dalším zpracování
- Často zbude část etikety na obalu – PVC na PET > degradace zbytků při dalším zpracování

### Možnosti řešení

- **Chemická recyklace**

# Technické problémy

## Kompozitní materiály (termoplasty i termosety)

### Důvody jejich nárůstu

- Materiály nových a lepších vlastností
- Využití obnovitelných zdrojů surovin – kompozity s přírodními vlákny

### Proč jsou problémem

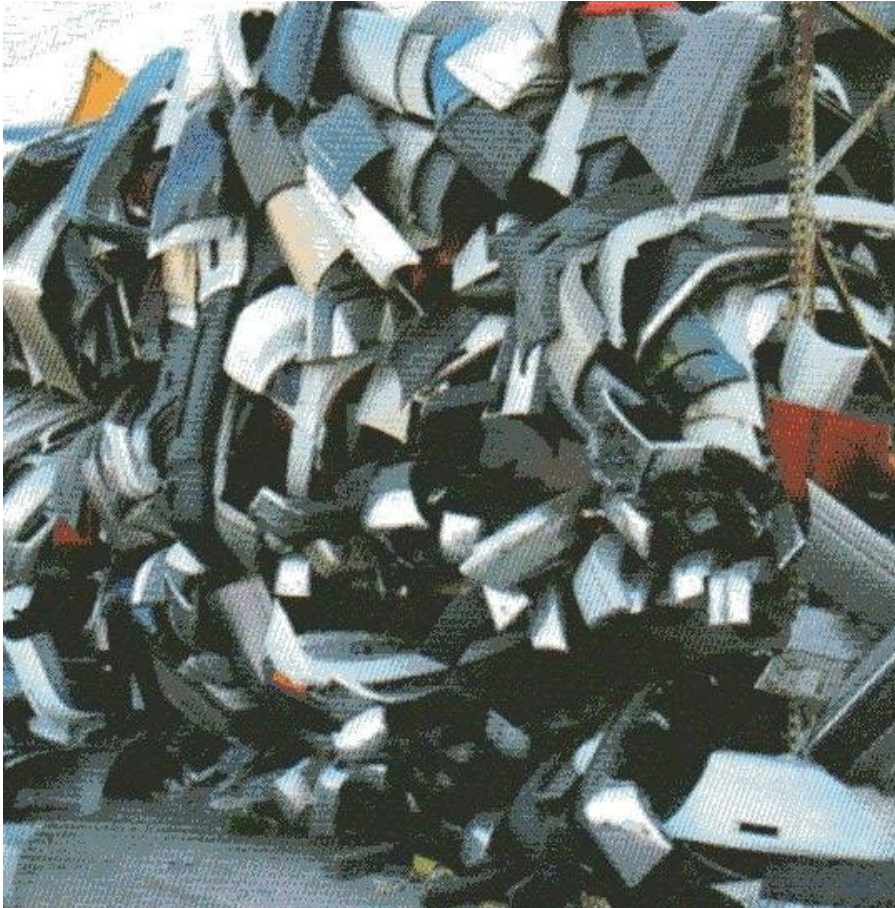
- Obrovský počet typů
- Často menší technické výrobky

### Možnosti řešení

- Zaměřit se na velké výrobky – nárazníky aut atd.
- Vytěžovat jen velmi cenné výztuže – uhlíková vlákna atd.



# Nárazník z nárazníku (Bumper to Bumper)



## PROBLÉMY

- LAKOVÁNÍ DÍLU
- NUTNO ODDĚLIT TERMOSETICKÉ NÁRAZNÍKY

### Co lze řešit snadněji

- Oddělování kovových částí
- Plniva a výztuže většinou v nízké koncentraci či vůbec ne
- Třídění podle typu plastu (PP X ABS X PPO)

# Recyklace termosetů?



Recyklace a likvidace polymerního odpadu - PROBLÉMY A PERSPEKTIVY 9

# Technické problémy

## Odpady vznikající při recyklaci

### Důvody jejich nárůstu

- Materiálová recyklace vícesložkových výrobků
- Energetická či surovinová recyklace vícesložkových výrobků

### Proč jsou problémem

- Odpady z materiálové či surovinové recyklace lze většinou jen spálit
- Odpady z energetické recyklace lze často (ne vždy) jen skládkovat

### Možnosti řešení

- **Odpady z energetické recyklace - stavebnictví**

# Technické problémy

## Požadavky na nové výrobky (hygienické, technické, estetické, ... )

### Důvody jejich nárůstu

- Stále přísnější hygienické požadavky na výrobky – což je ale správně
- „Obal prodává“ – i u technických výrobků budí obal z recyklátu často podezření na nekvalitu zboží

### Proč jsou problémem

- **Zatím malá rozšířenost technologie výroby vícevrstevných obalů (výrobků)**

### Možnosti řešení

- Technické asi žádné, asi jen legislativní



# Popis a analýza stavu > NÁVRH NA ŘEŠENÍ

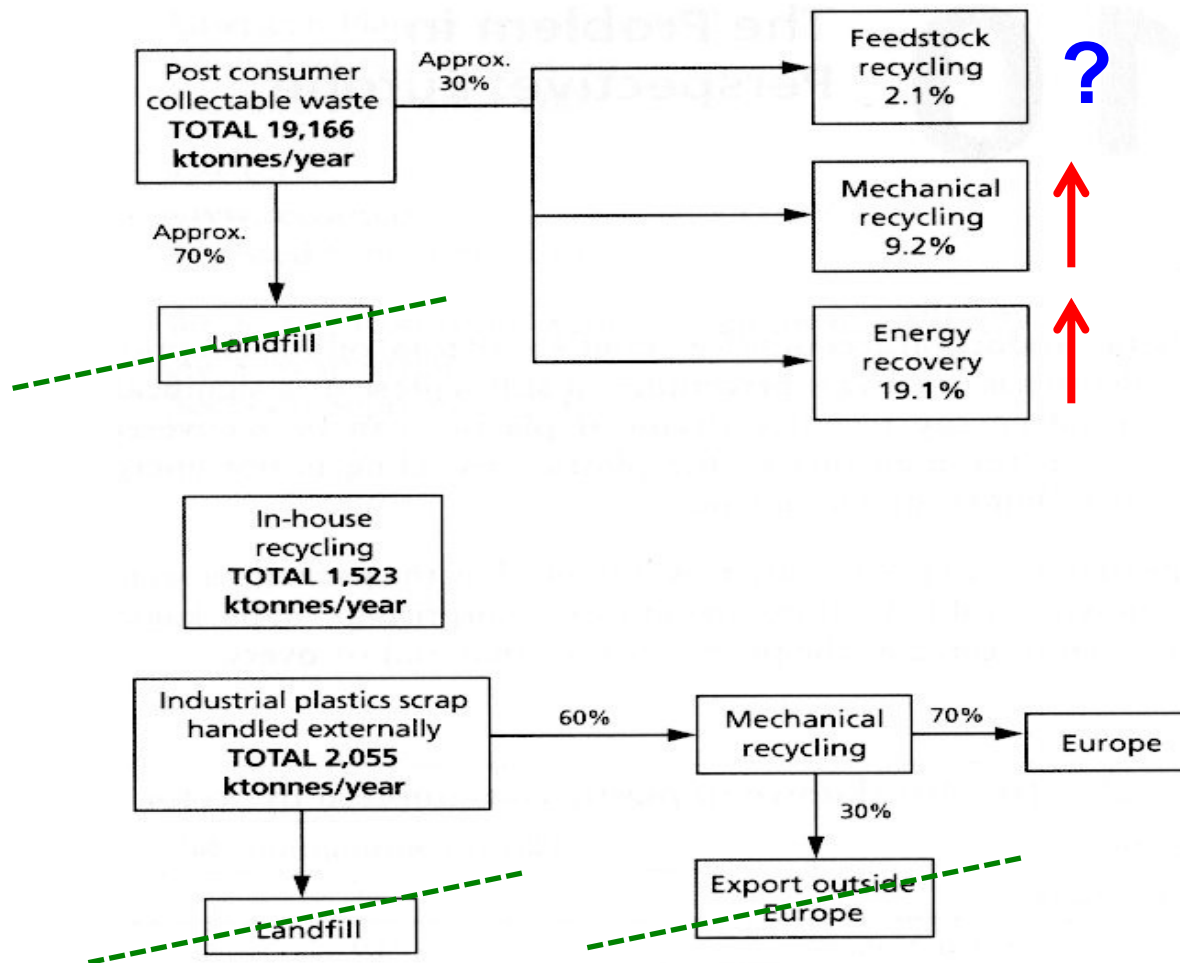


Figure 10.1 Plastic waste recovery routes in Europe in 1999.  
(Source: APME, 2001)

# PETP (PET) jako modelový příklad

- Každý zná tento termoplast z občanského života
- Široké možnosti použití
  - Vlákna,
  - Fólie,
  - Desky,
  - Láhve,
  - Technické kompozity

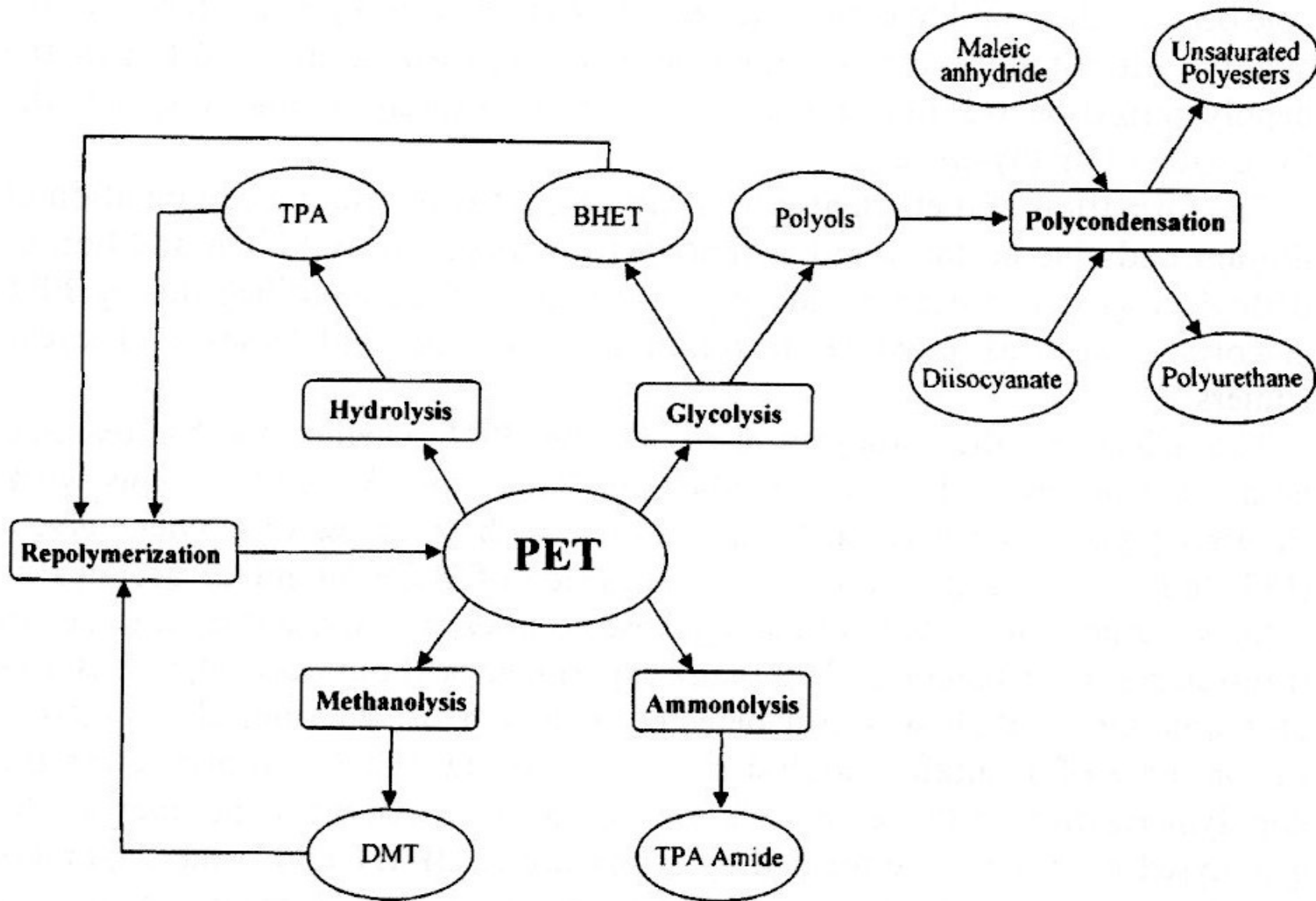
# Materiálová recyklace PETP (PET)

## Fyzikální

- Dobře propracované postupy
- Řada dodavatelů technologie „na klíč“
- *Nyní už jen nízká patentová aktivita*
- Problém vícevrstvých lahví
- Problém etiket
- **Naděje v metodách detekce cizích látek**

## Chemická

- Co postup, to originál
- Každá technologie je unikát
- *Vysoká patentová aktivita*
- Lze tak řešit problém vícevrstvých lahví
- Lze tak řešit problém etiket
- **Problém zpracování zbytků**



**Figure 2.1** *Main PET chemolysis alternatives.*

# Budoucnost recyklace PETP (PET)

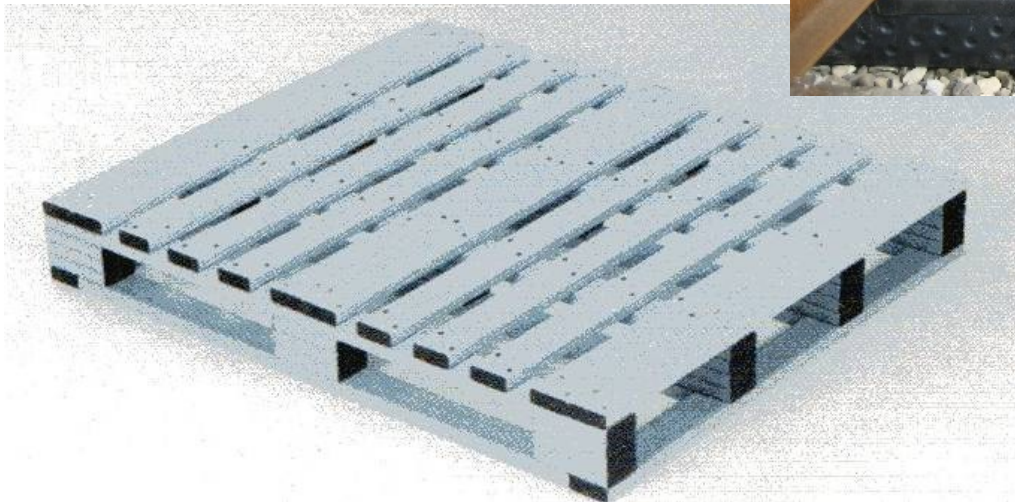
## Fyzikální

- Separace různých typů obalů až na vstupu do recyklační jednotky (ne v místě sběru)
- **Detekce a separace cizích látek na výstupu**
- **Řešením je proces „Láhev z láhve“ (Bottle to Bottle“)**

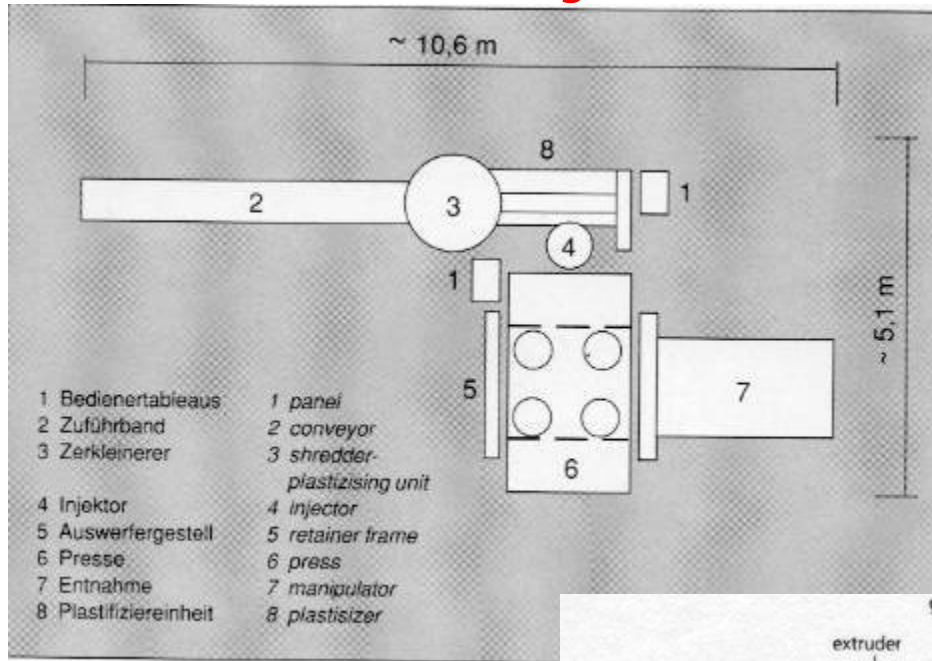
## Chemická

- Zaměřit se na obaly (láhve i fólie) nevhodné pro fyzikální recyklaci
- Vypracovat široce použitelnou technologii s možností jednotek stejného postupu a odstupňovaného výkonu
- **Výstup cílit na čisté monomery**
- **Problém zpracování zbytků řešit spalováním**

# Hledejme nové výrobky!



# Hledějme nové technologie!

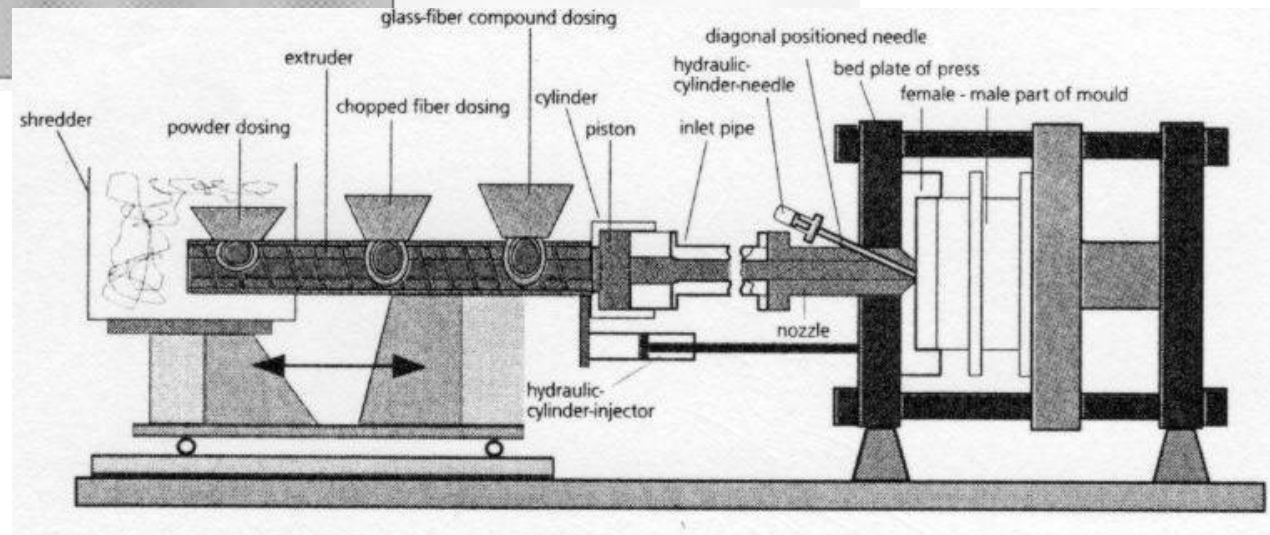


## Grundausrüstung

- Förderband mit Metaldetektor
- Zerkleinerer
- Plastifiziereinheit
- Injektor
- Presse
- horizontaler Entnahmewagen in Pressentischgröße
- Dokumentation

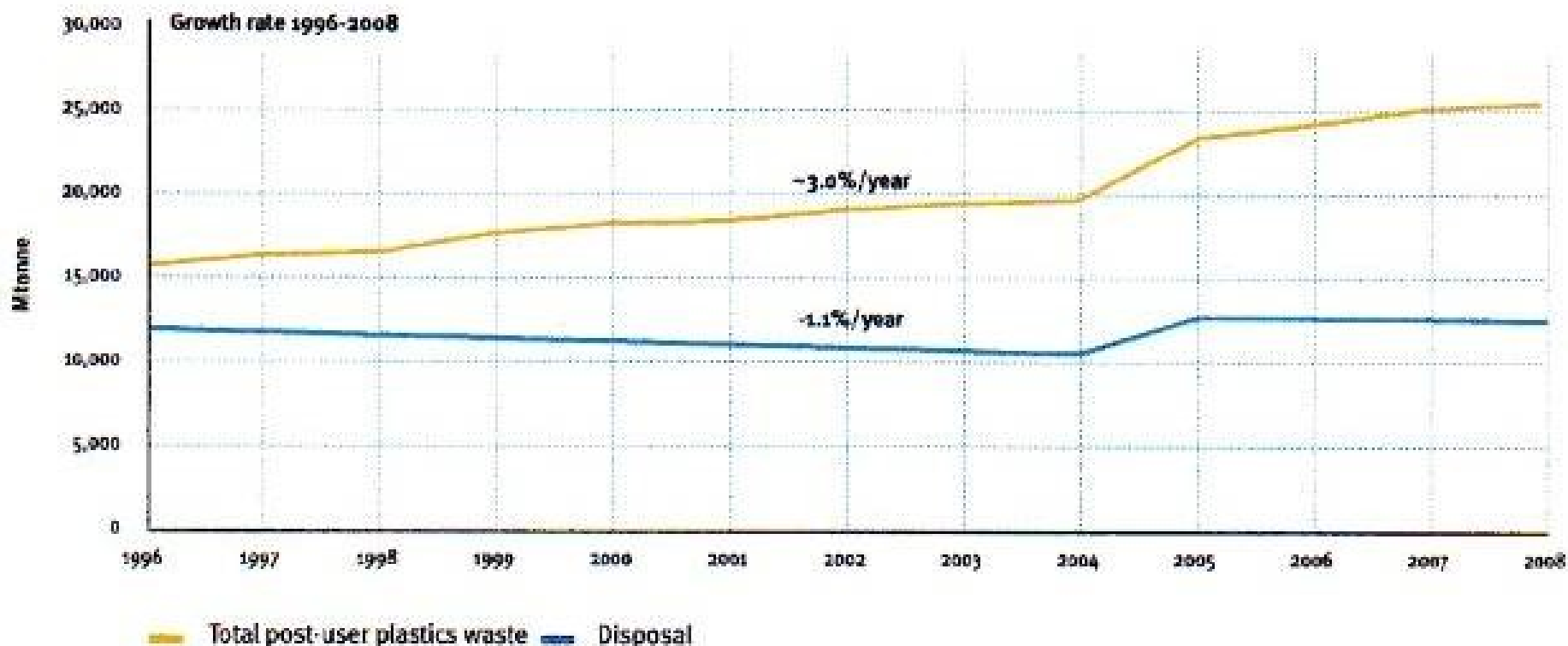
## Basic Equipment

- conveyor with metal detector
- shredder combined with plastisizing unit
- injector
- press
- horizontal demoulding cart in size of press table
- documentation



# SKLÁDKOVÁNÍ PLASTOVÉHO ODPDU TRVALE (SNAD) KLESÁ!

Figure 11. Continued decoupling of plastics waste and landfill



The figure shows the history for EU15+NO/CH until 2004 and for EU27+NO/CH from 2005 onwards.



# STÁLE JE CO ZLEPŠOVAT

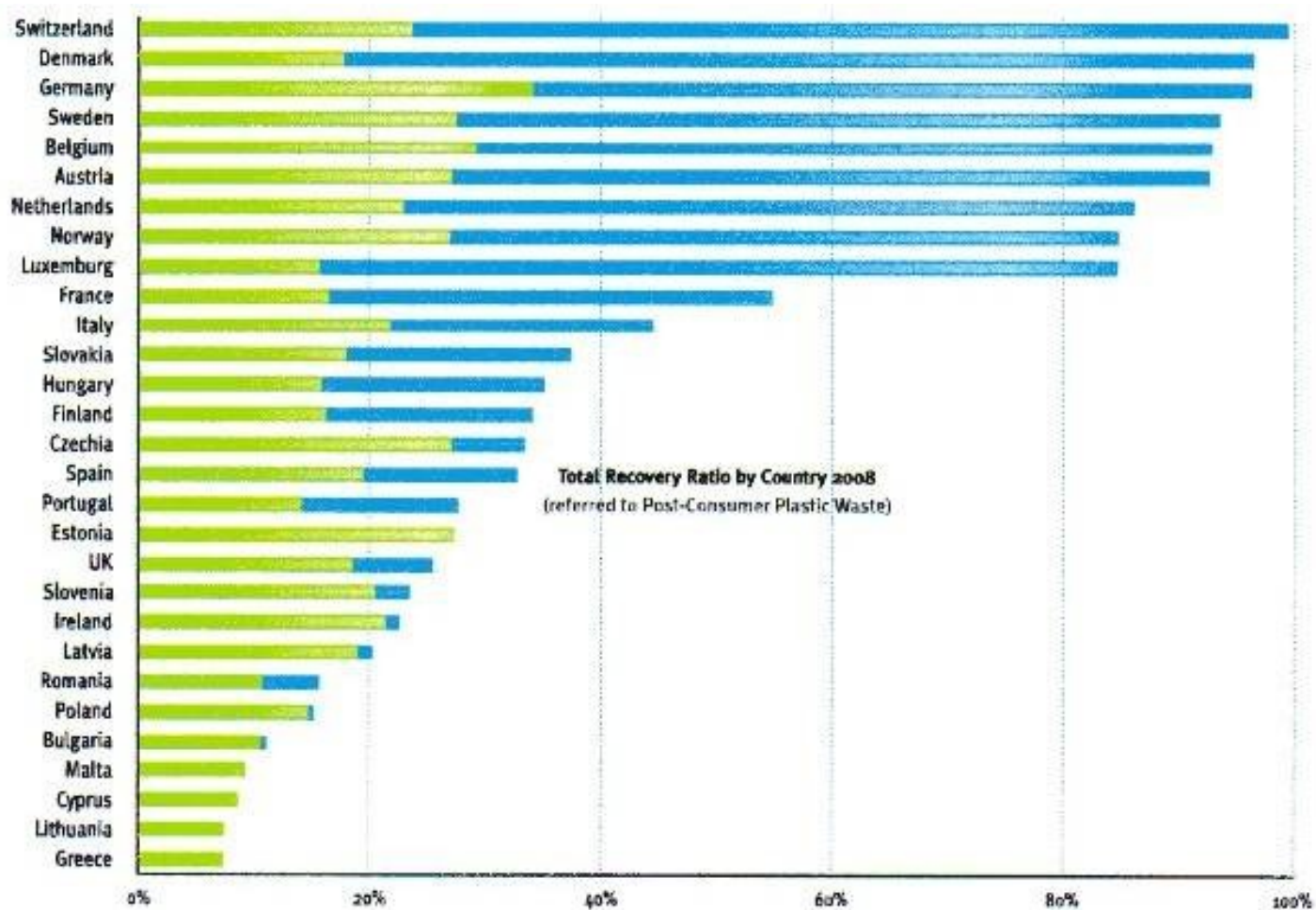


Figure 13. Recycling and energy recovery rate per country

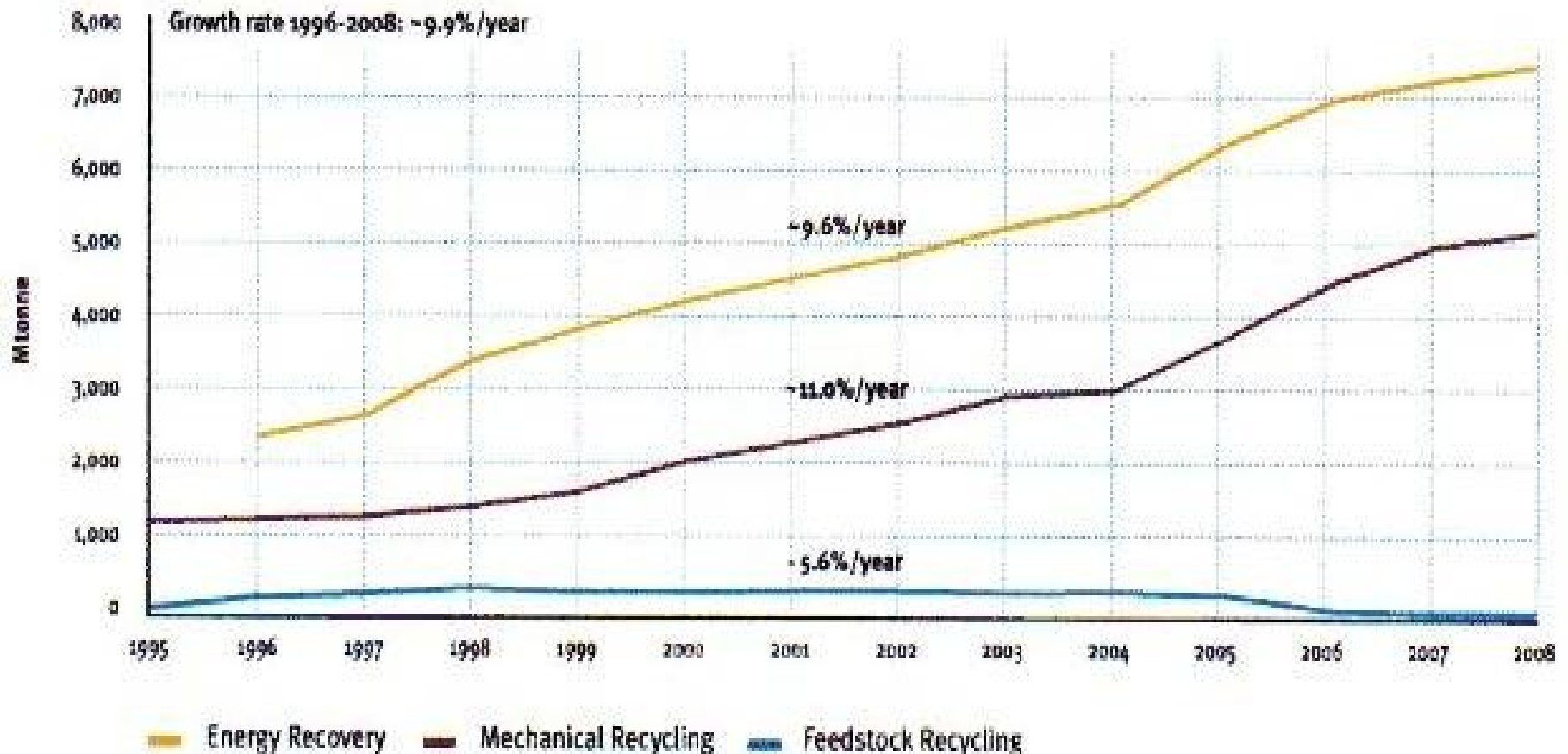
■ Recycling rate 2008 ■ Energy Recovery rate 2008

1 <http://www.prognos.com/Singleview.306+M5c828d79ff6.o.html>

# Výhody spaloven komunálního odpadu oproti „obnovitelným zdrojům“

- Kontinuální dodávka energie
- **Plasty jsou energeticky nejhodnotnější částí vsázky**
- Využití energie odpadu
- Minimální zábor zemědělské či lesní půdy

Figure 12. Strong continued growth of recycling and energy recovery



The figure shows the history for EU15+NO/CH until 2004 and for EU27+NO/CH from 2005 onwards.

## Plazmová technologie pro zpracování problémových odpadů

V odpadovém hospodářství se technologie používá pro odstraňování brizantních látek či vysoce problémových odpadů:

- ◆ Zpracování a vitrifikace radioaktivních odpadů z jaderných elektráren.
- ◆ Zpracování a inertizace chemických bojových látek a explozivních materiálů.
- ◆ Tavení speciálních slitin (Ti, Ni, Cr atd.) – např. pro astronautiku.

Instalovaná zařízení zpracují relativně nízké množství odpadů 0,1 – 1,0 tun za hodinu s vysokou energetickou náročností.

Pevné, pastovité nebo tekuté odpady jsou speciálním zařízením dávkovány do prostoru vlastního plazmového reaktoru, kde nastává účinkem vysokovýkonného plazmového hořáku rychlá destrukce škodlivin obsažených v odpadu. Plazmový hořák pracuje na principu elektrického oblouku a je napájen stejnosměrným proudem. Samotná plazma je ionizovaný vodivý plyn o teplotě 4000–5000 °C (jsou dosahovány i teploty 20 000 °C). Instalovaný výkon hořáku se může pohybovat kolem 1500 kW.

Anorganické podíly odpadu vytvářejí strusku v tekutém stavu (teplota může dosáhnout hodnot vysoko přes 1500 °C), která po ochladnutí tvoří inertní zbytkový materiál se skelnou strukturou (vitrifikace), který je vhodný k dalšímu použití či ke konečnému uložení na skládku.

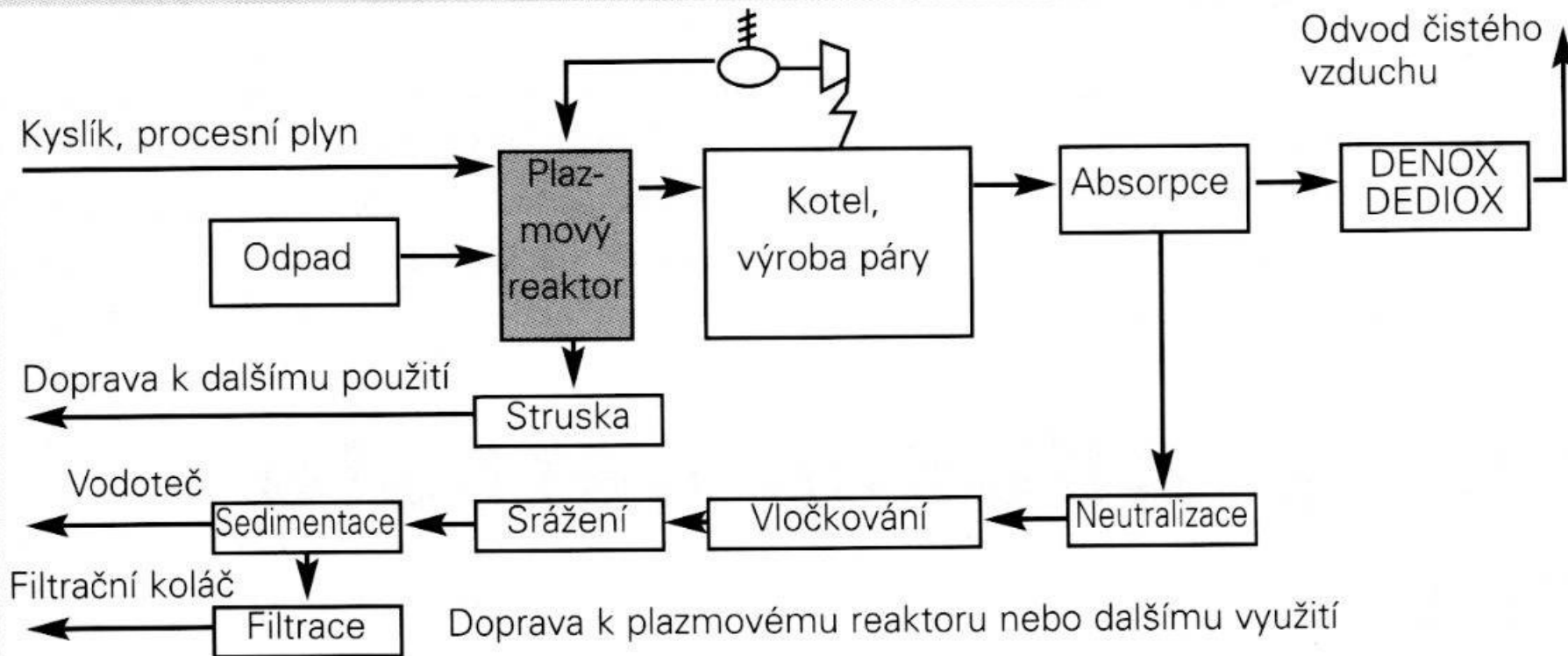
Organické podíly odpadu jsou pyrolyticky rozloženy na jednotlivé elementy. Vzniklý pyrolytický či také syntézní plyn může být po úpravě využit k výrobě páry, která v kogeneračním procesu produkuje energii používanou pro provoz zařízení.

Vystupující plyn s teplotou kolem 200 °C je podroben několikasťupňovému komplexnímu čištění, včetně destrukce látek typu PCDD/F. Výstupní emisní hodnoty dosahují zlomků zákonných emisních limitů.

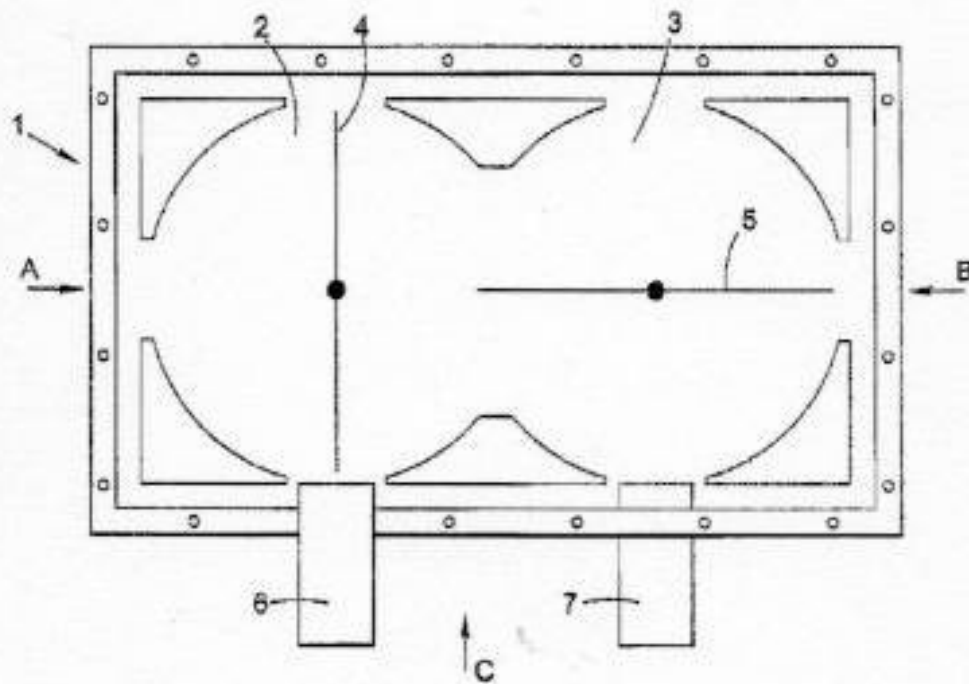
Prací médium z procesu čištění vystupujících plynů je rovněž podrobena komplexní úpravě. Odloučené škodliviny (hlavně těžké kovy) se koncentrují do tzv. filtračního koláče, který může být předán plazmovému procesu nebo postoupen dalšímu látkovému využití.

*zdroj: NOVENTAX AG/MGC Muttenz, Švýcarsko*

## Plazmová technologie – zjednodušené blokové schéma (oxidace syntézního plynu)



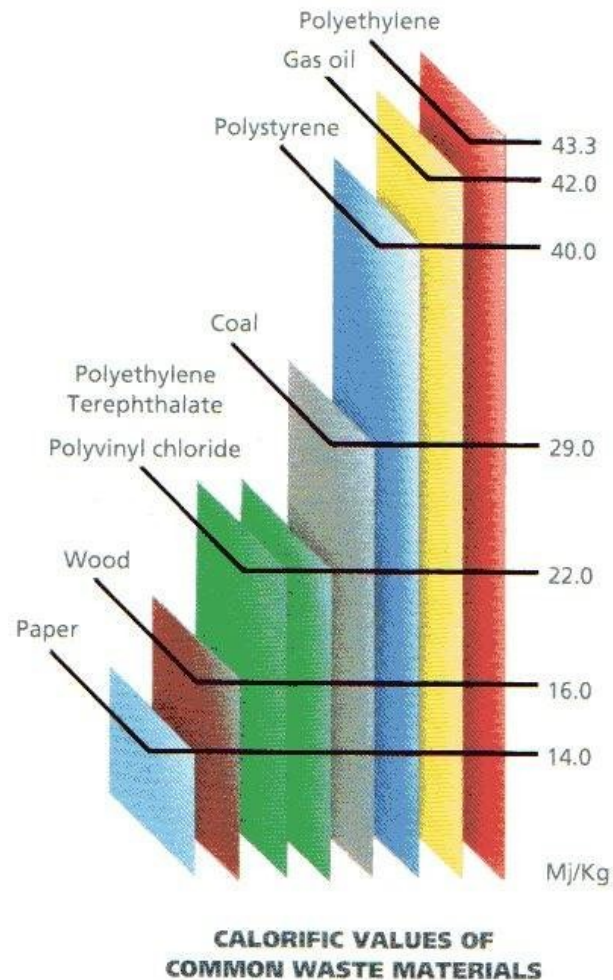
(54) Title: MICROWAVE INDUCED PYROLYSIS REACTOR AND METHOD



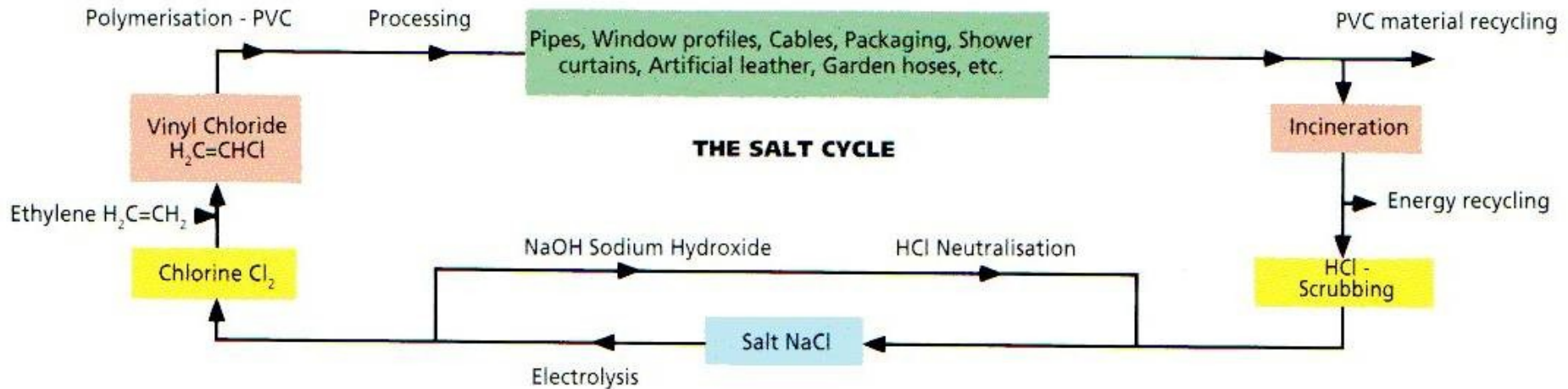
**(57) Abstract:** A continuous method is provided for recycling a metal/organic laminate comprising metal, such as aluminium, laminated with an organic material, the method comprising: providing a reactor (1) comprising a first chamber (2) having a first rotary stirrer (4) and a second chamber (3) having a second rotary stirrer (5), each chamber (2, 3) containing a bed of particulate microwave absorbing material; introducing laminate and additional particulate microwave absorbing material into the first chamber (2) via an inlet (6); under a reducing or inert atmosphere stirring the mixture of particulate microwave absorbing material and laminate in the first chamber (2) using the first rotary stirrer (3) and applying microwave energy in the first chamber (2) to heat

the particulate microwave absorbing material to a temperature sufficient to pyrolyse organic material in the laminate; transferring a portion of the mixture in the first chamber (2) to the second chamber (3); stirring the mixture in the second chamber (3) using the second rotary stirrer (5) and applying microwave energy in the second chamber (3) to heat the particulate microwave absorbing material to a temperature sufficient to pyrolyse organic material remaining in the laminate, whereby laminate or delaminated metal migrates towards and floats on the upper surface of the mixture in the second chamber (3), said second rotary stirrer (5) rotating in a horizontal plane and being so configured as to fluidise the mixture such that the upper surface of the fluidised mixture has a radial profile that biases laminate or delaminated metal floating on the fluidised mixture to migrate radially outwards; transferring a portion of the mixture in the second chamber (3) to an exit (7) from the reactor (1); and recovering metal from the exit (7). Also provided is a reactor (1) for recycling a metal/organic laminate comprising metal, such as aluminium, laminated with an organic material.

# BUDE OMILOSTNĚNO PVC?

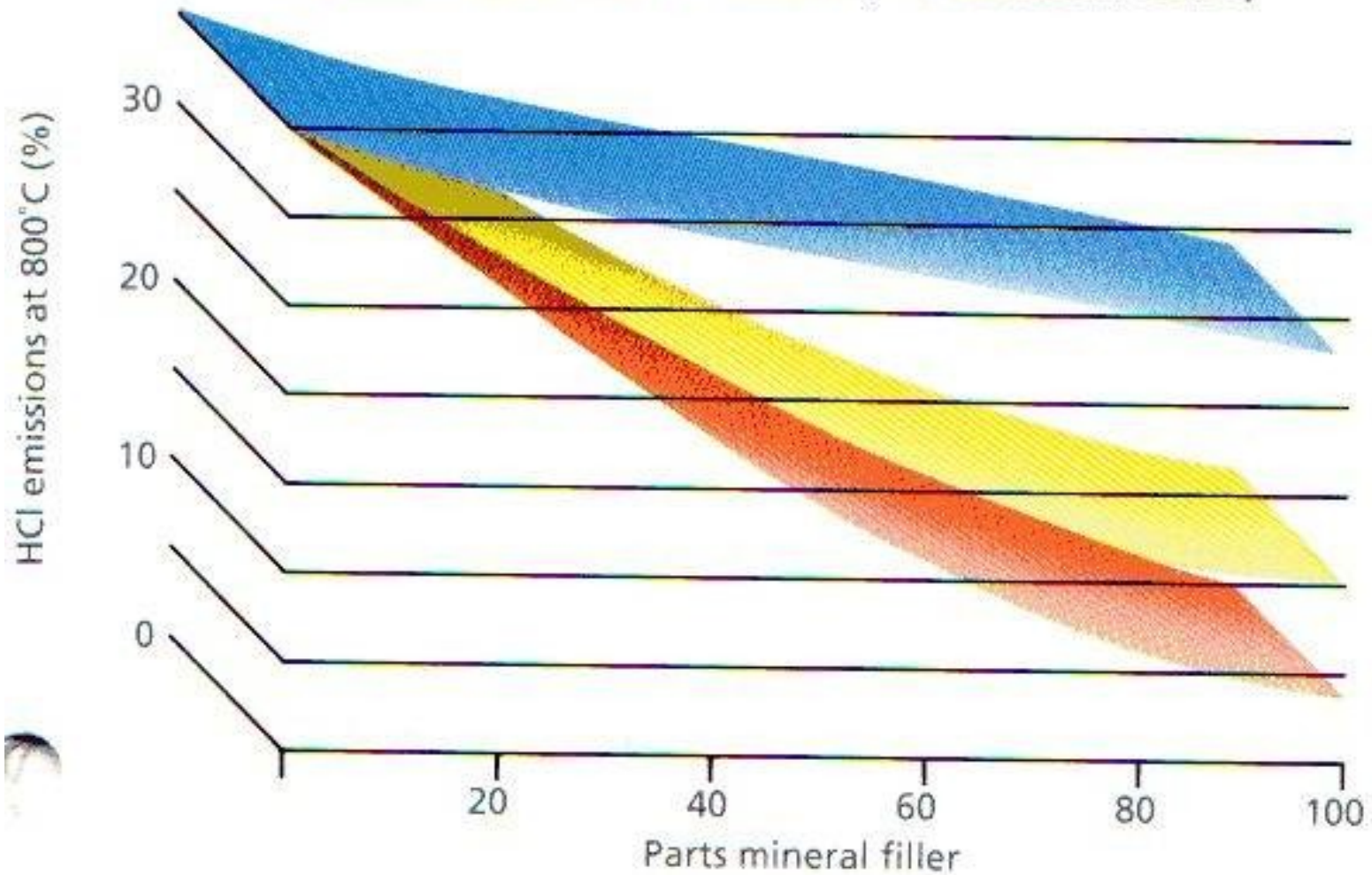


# BUDE OMILOSTNĚNO PVC?





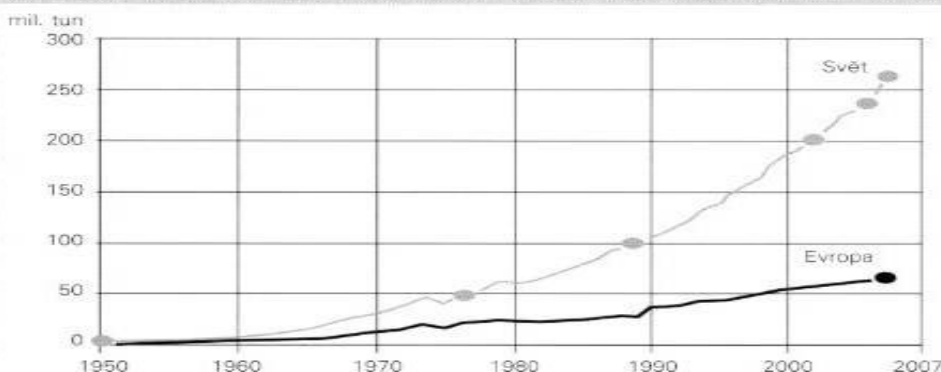
### HCl EMISSION FROM ELECTRICAL CABLES MADE FROM FLEXIBLE PVC THE INFLUENCE OF MINERAL FILLERS (FIRE TESTED AT 800°C)



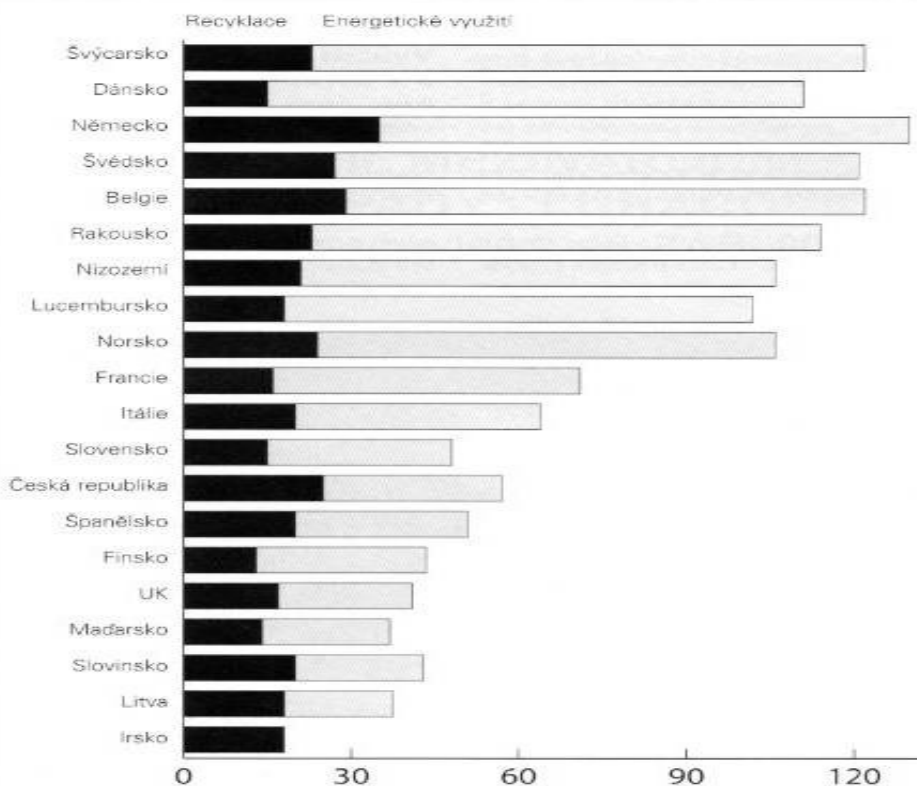
► v energetickém využití odpadních plastů – podíl 7 %. Co však je katastrofické, je 68% podíl skládkování odpadních plastů.

Je známo, že při skládkování odpadů vzniká metan, který má 21x vyšší potenciál pro skleníkový efekt než oxid uhličitý. Podle studie

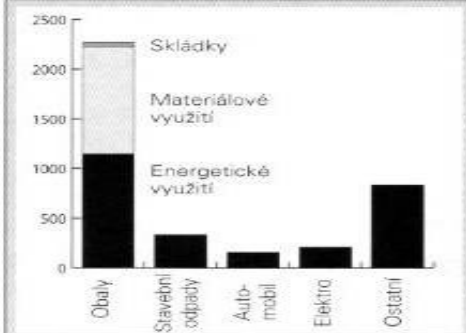
**Obr. 1 Světová spotřeba plastů do roku 2007**



**Obr. 2 Podíl recyklace, spalování a skládkování plastů v některých zemích EU 27 + Švýcarsko a Norsko v roce 2007**



**Obr. 3 Odpadní plasty v Německu v roce 2007 podle aplikací a využití (Celkem 3800 tis. tun)**



Prognos AG se eliminací skládkování kalorických odpadů do roku 2020 dá ušetřit ekvivalent 234 Mr oxidu uhličitého ve srovnání s rokem 2004. Toto číslo je tak alarmující, že Evropská komise zvažuje zřízení zvláštní agentury, která by dohlížela na implementaci směrnice o skládkách. A to se v EU průměrně skládá 42 % všech odpadů, do roku 2016 se však má omezit skládkování biologicky rozložitelného odpadu o 65 % proti roku 1995.

Z obr. 3 vyplývá, že ekologické země, jako jsou Švýcarsko, Dánsko, Švédsko, ale i Německo, Belgie a Rakousko problém skládkování již téměř vyřešily, když využívají ve značné míře energetické užití plastů. Plastics Europe uvádí, že v Evropě pracuje 370 zařízení na energetické využití plastových odpadů (na podporu procesů energetického využití plastových odpadů vydala Plastics Europe i speciální publikaci).

V Polsku mají pro tento účel pouze jedno zařízení a do roku 2013 plánují výstavbu dalších devíti zařízení ve velkých městech. Počítají s náklady jedné miliardy euro a s 60% podílem financování z EU. V České republice fungují tři zařízení na energetické využití odpadů, to je však příliš málo.

Příznivý stav v ČR v oblasti mechanických recyklaci plastů je dán dobře nastaveným způsobem třídění obalových plastů, zejména PET lahví v rámci obcí a měst. Společnost EKO-KOM zpracovává údaje o třídění komunálních odpadů, z nichž lze vyčíst i údaje o využití plastů. Obdobné údaje za oblast stavebnictví, automobilového průmyslu a elektro jsou prakticky nedostupné. Lze si jen přát, abychom v brzké budoucnosti měli k dispozici obdobné údaje o využití odpadních plastů, jako mají v Německu.

**Ing. František Vörös,**  
reprezentant Plastics Europe pro ČR  
při SCHP ČR

# Nepodceňujme „rozvojové státy“

## Recyklace skládek na ostrově Bali

- Přetřídění hmoty
  - Plasty
  - Kovy
  - **KOMPOSTOVATELNÝ ODPAD > KOMPOSTÁRNA > PARKY, ZAHRADY A GOLFOVÁ HŘIŠTĚ**

## Plastový odpad na Sri Lance

- Statistika výskytu
- Technologie recyklace
- Vliv recyklace plastů na životní prostředí

# Jaká může být budoucnost?

- **Recyklace skládek a vytěžování složek**
- **Na velkých skládkách možná získávání methanu?**
- **Tendence k omezení skládek na úkor materiálové a energetické recyklace**
- **Surovinová recyklace se asi zatím neprosadí**
- **Rozvine se chemická recyklace, hlavně PETP**
- **Fyzikální recyklace „výrobek z výrobku“**
- **Rozvoj využití plasmatu a mikrovln**