

# A pak že to nejde!

- **RIGK-G-SYSTEM**
  - for commercial and industrial packaging of **hazardous fillers**
- **RIGK-SYSTEM**
  - for commercial and industrial packaging of **non-hazardous fillers**
- **PAMIRA-SYSTEM**
  - For pesticide packaging of the agricultural sector
- **SEED-TREATMENT-PACKAGING-SYSTEM**
  - For seed treatment packaging of the agricultural sector
- **PELLE**
  - For films of the agricultural sector

[www.rigk.de](http://www.rigk.de)

# Vykupované typy obalů



## The fees

Reprocessing Group	2010	2011
	€/t	€/t
<b>A</b>	<b>355,-</b>	<b>355,-</b>
<b>B</b>	<b>410,-</b>	<b>410,-</b>

A, B – charakter nebezpečnosti původního obsahu

# RECYKLACE TERMOPLASTŮ, TERMOSETŮ A PRYŽÍ

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

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

# Časový plán

1	Úvod do předmětu, legislativa a názvosloví, anglická terminologie, literatura.
2	Sběr, identifikace třídění odpadu. Operace na suché cestě.
3	Recyklace – na mokré cestě
<b>4</b>	<b>Zpracování v tavenině a příbuzné operace</b>
5	Recyklace termoplastů. Recyklace PET.
6	Recyklace termosetů.
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. Praktické příklady z literatury a praxe.
12	Praktická ukázka filtračního testu PETP a PE (PIB)
14	<i>EXKURZE I (PETKA CZ) – RECYKLACE PET</i>
15	<i>EXKURZE II (SPALOVNA BRNO) – ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ</i>

# Velké kusy – LUMPS hmotnost až 50 kg



7. 10. 2014

RECYKLACE TERMOPLASTŮ,  
TERMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU

4 2014

# Shrnutí stavu recyklované hmoty

## Zaměříme se nyní na toto:

- Primární recyklace plastů, primární recyklování plastů
- Fyzikální recyklace plastů, fyzikální recyklování plastů
- Technologický plastový odpad
- Průmyslový plastový odpad

## Hmotu máme v tomto stavu:

- Odpad je vytríděn papírů, obalů atd.
- Odpad je zkontrolován co do obsahu kovů a tyto jsou odtríděny
- Odpad je rozdrčen a pomlet
- Odpad je suchý

# Zpracovatelské technologie pracující s drtí

## Výrobní

## Materiálové

Technologický plastový odpad

Průmyslový plastový odpad

je přímo vsázkou (surovinou)  
pro plastikářskou  
technologie :

- Vstřikování
- Vytlačování (desky, profily, fólie, .)
- Vyfukování nádob
- Lisování
- .....

vedoucí ke konečnému výrobku

TECHNOLOGIE:

- AGLOMEROVÁNÍ
- EXTRUZE

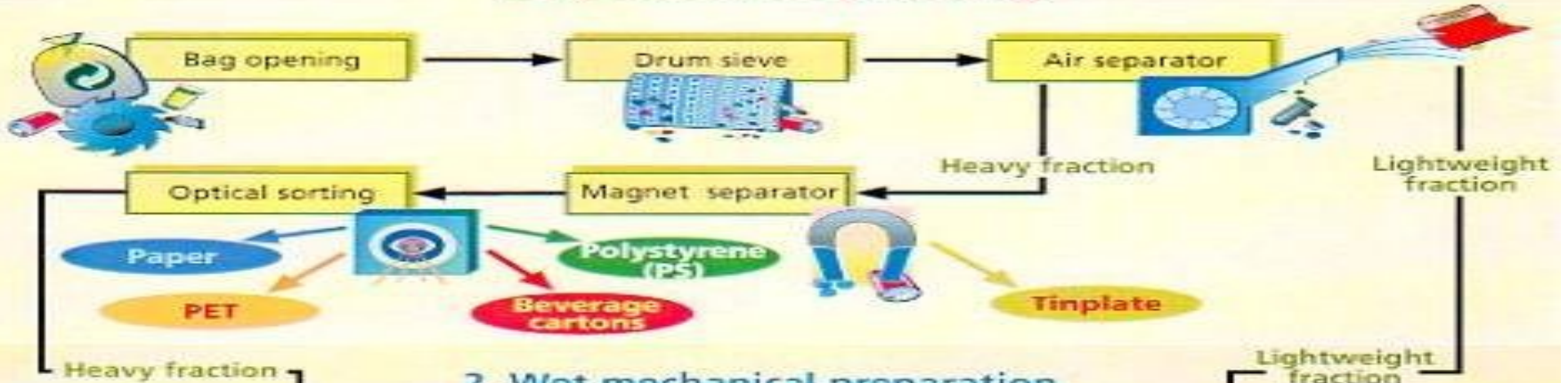
SUROVINOVÉ ZDROJE:

- Technologický plastový odpad
- Průmyslový plastový odpad

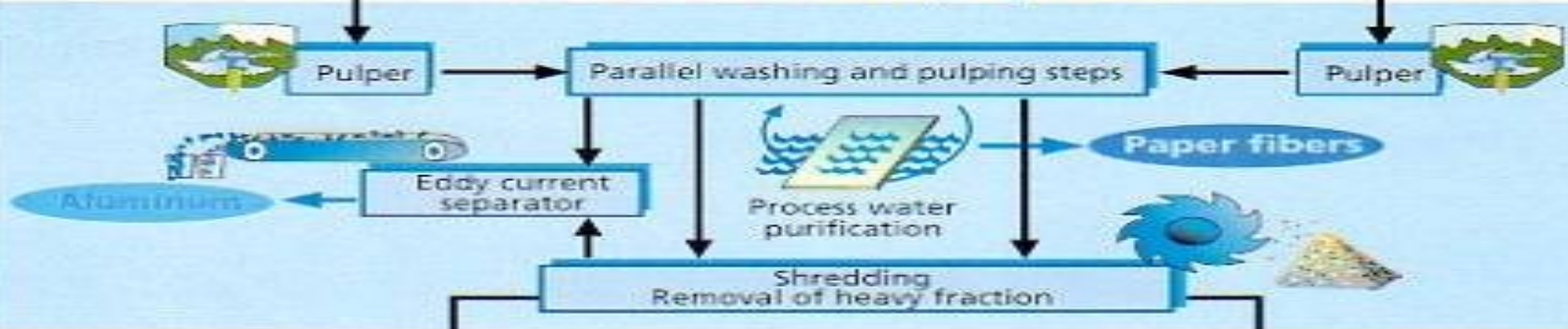
VÝSLEDEK (PRODUKT):

- AGLOMERÁT
- GRANULÁT

### 1. Dry mechanical presorting



### 2. Wet mechanical preparation

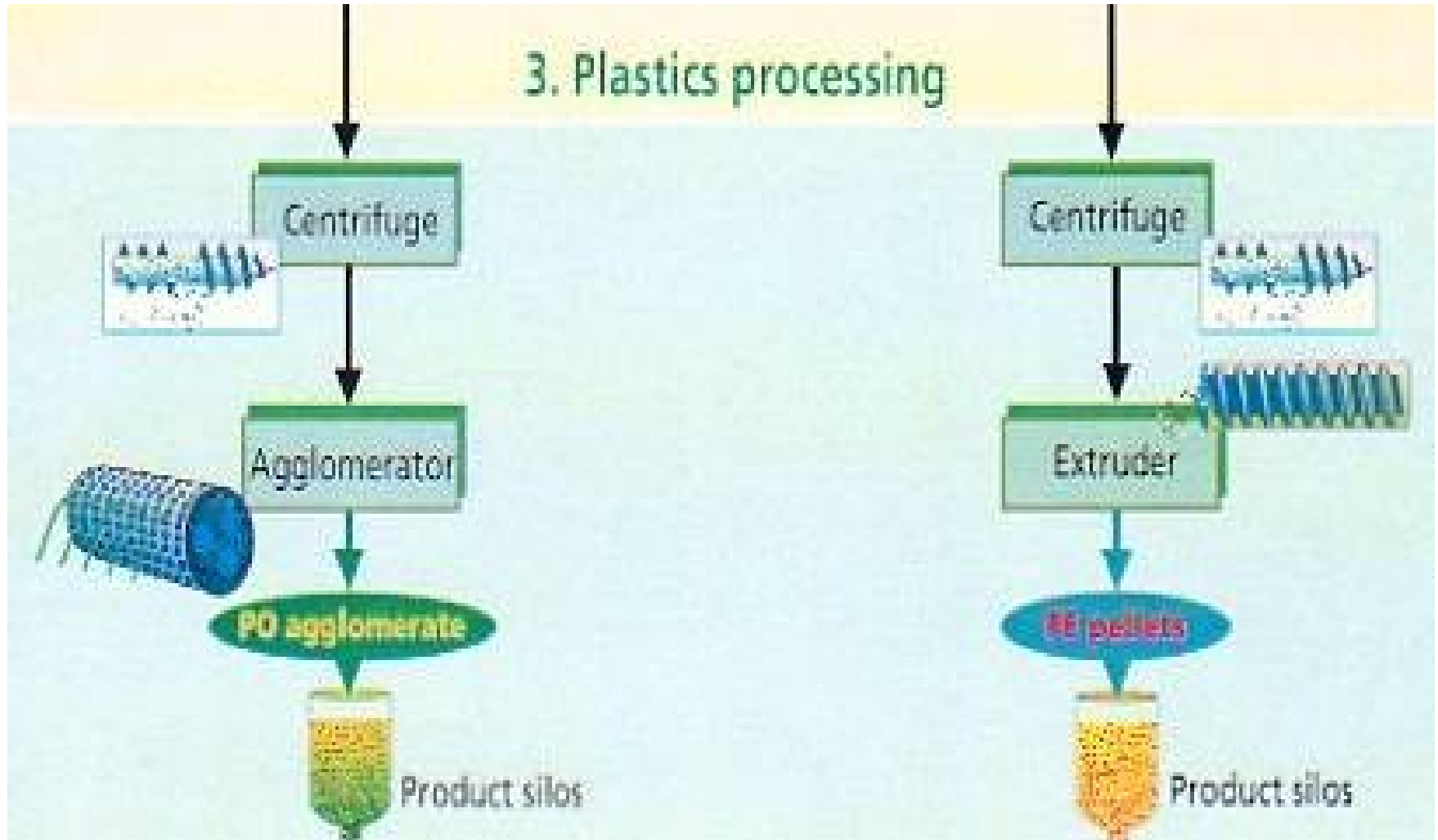


### 3. Plastics processing





# Zpracovatelské technologie pracující s drtí



# Aglomerát **versus** granulát

## Aglomerát



## Granulát



7. 10. 2014

CYKLACE TERMOPLASTŮ  
RMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU  
4 2014

10

# Aglomerace > AGLOMERÁT

- Materiál je ohřát (většinou frikcí) jen na teplotu, kdy se stane lepkavým
- Pak či současně na materiál působí tlak či vliv odstředivé síly, což vede ke vzniku a výsledkem je **AGLOMERÁT**

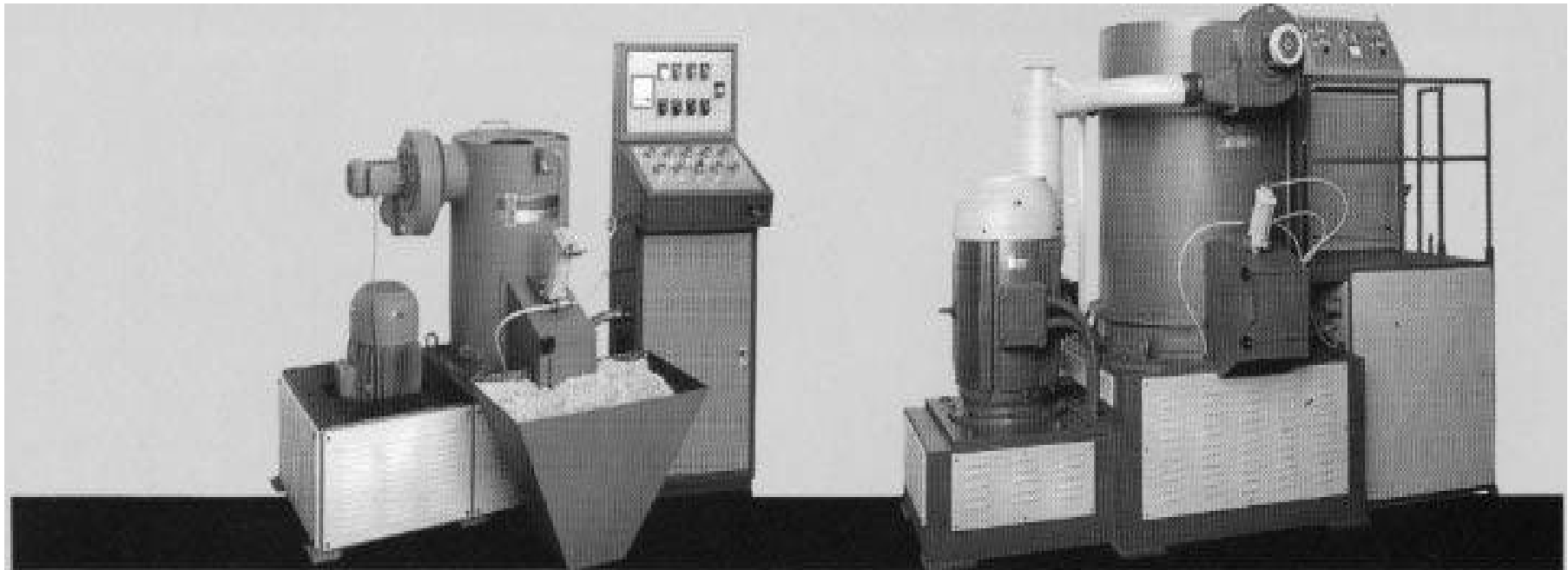
**AGLOMERACE** se používá:

- Vlákna,
- Fólie,
- Pásky

## ANGLICKÉ VÝRAZY

- **Agglomerate – Agglomerator - Agglomeration**
- **Densify – Densifier - Densification**

# DISKONTINUÁLNÍ aglomerátor TECNOVA Condor (materiál je jen minimálně nataven > výsledek je aglomerát



## CONDOR 450

PRODUZIONE ORARIA	450 KG.
HOURLY OUTPUT	
PRODUCTION HORAIRE	
STUNDLICHE AUSTOSSLEISTUNG	
PRODUCCION HORARIA	

## CONDOR 1200

PRODUZIONE ORARIA	1200 KG.
HOURLY OUTPUT	
PRODUCTION HORAIRE	
STUNDLICHE AUSTOSSLEISTUNG	
PRODUCCION HORARIA	

7. 10. 2014

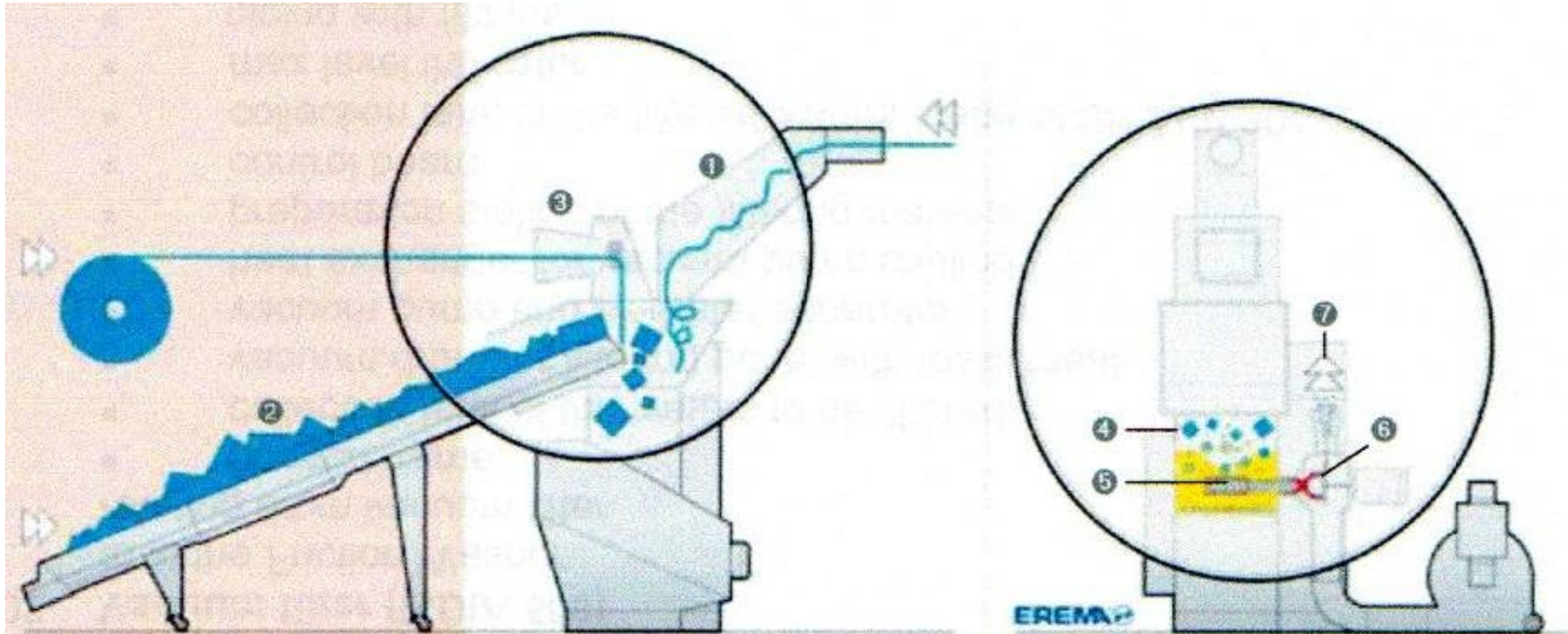
RECYKLACE TERMOPLASTŮ,  
TERMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU

4 2014

12



# Kontinuální aglomerátor EREMA KAG (materiál je jen částečně nataven > výsledek je něco mezi aglomerátem a granulemi)



(Basic Layout)

- ① Edge Trim Cyclone
- ② Conveyor belt
- ③ Roll feeder
- ④ Cutter/compactor
- ⑤ Extruder
- ⑥ Pelletising system
- ⑦ Product

n is fed

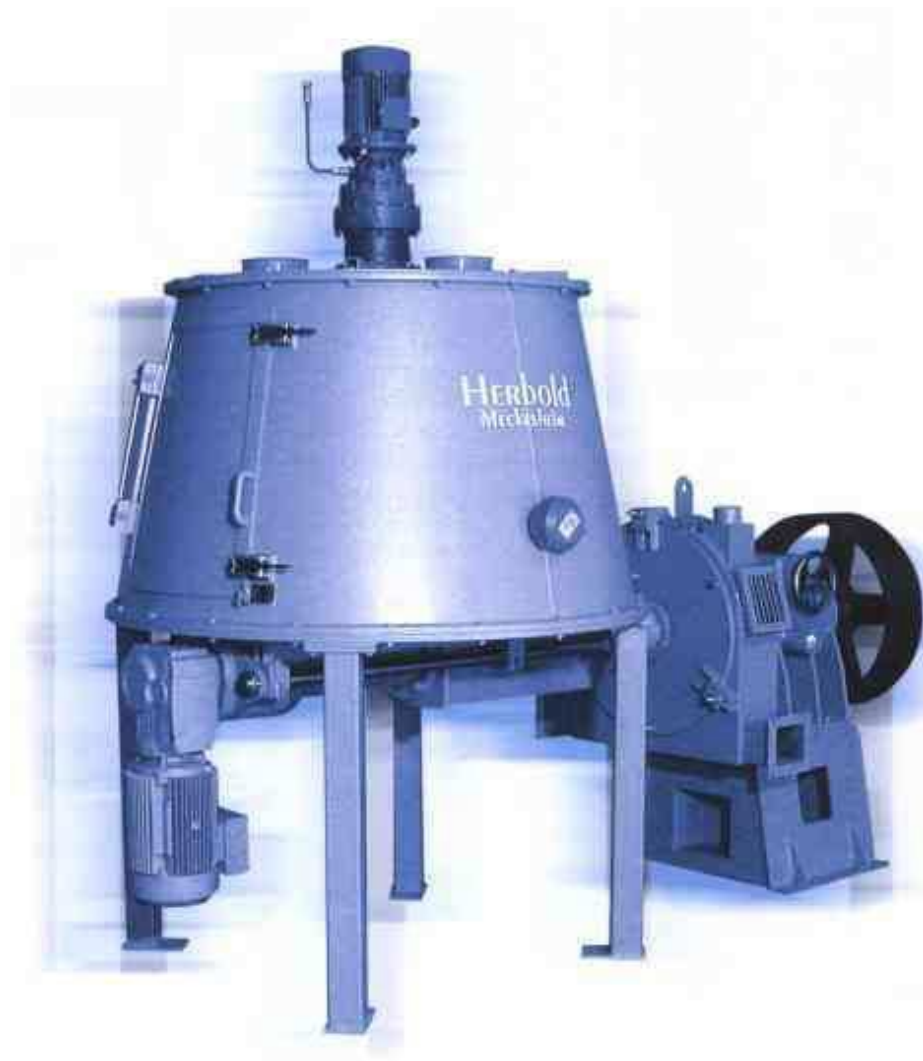
7. 10. 2014

RECYKLACE TERMOPLASTŮ,  
TERMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU

4 2014

13

# Kontinuální aglomerátor – celkový pohled

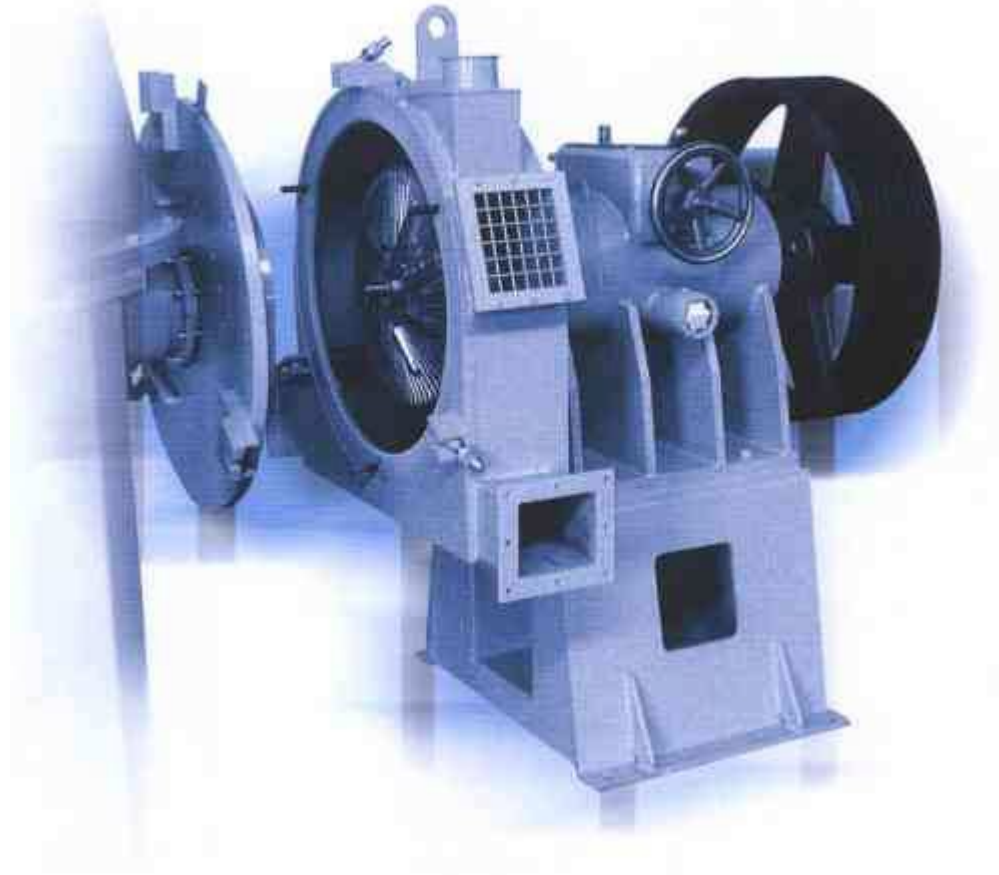


# Kontinuální aglomerátor – popis procesu

## The process

Processing takes place under continuous operation between a rotating and a fixed compaction disc, both discs being equipped with screw-fitted, replaceable kneading rails. The pre-granulated material (from 0-10 to 0-25 mm depending on type) is conveyed continuously from a feed silo through the centre of the fixed disc into the processing area by means of a feed screw. The material is rapidly heated up by the friction against and between the compactor discs.

# Kontinuální aglomerátor – rotor a výstup hmoty



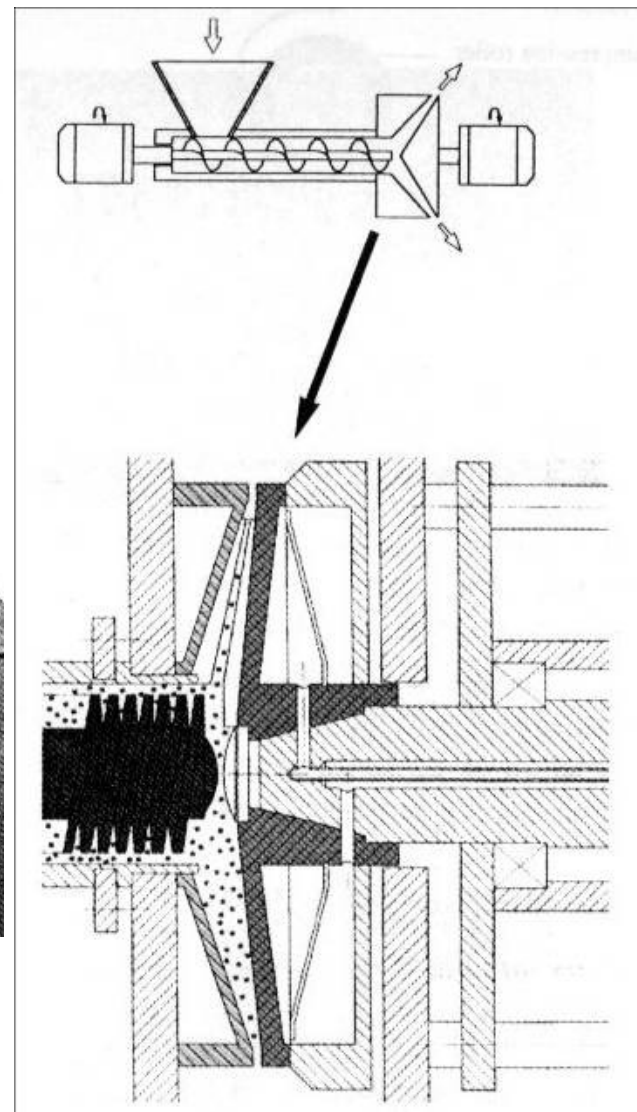
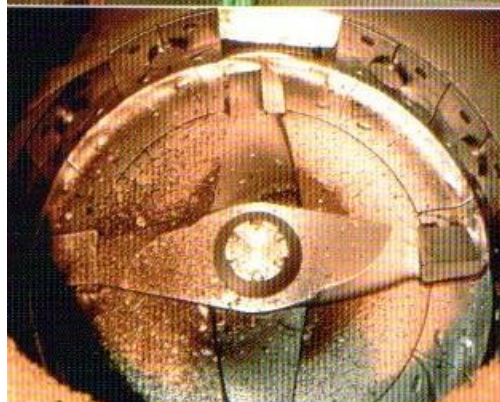
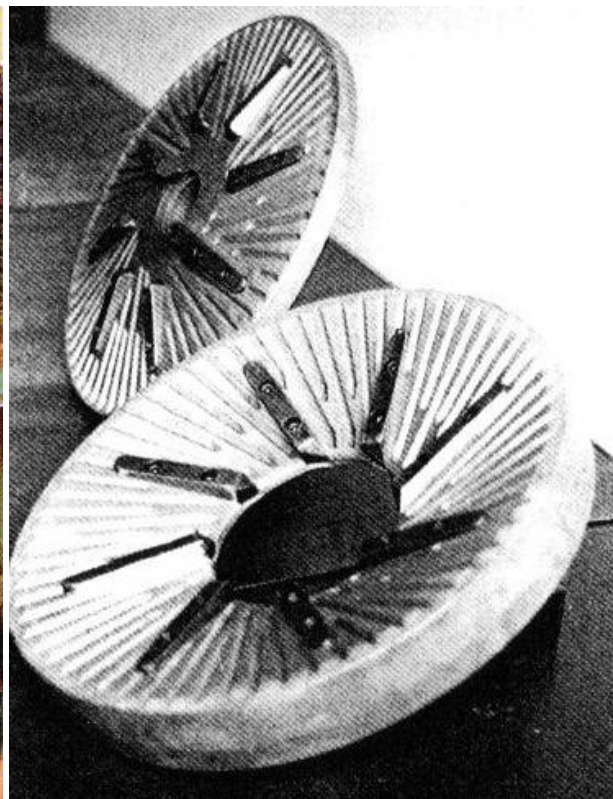
7. 10. 2014

RECYKLACE TERMOPLASTŮ,  
TERMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU  
4 2014

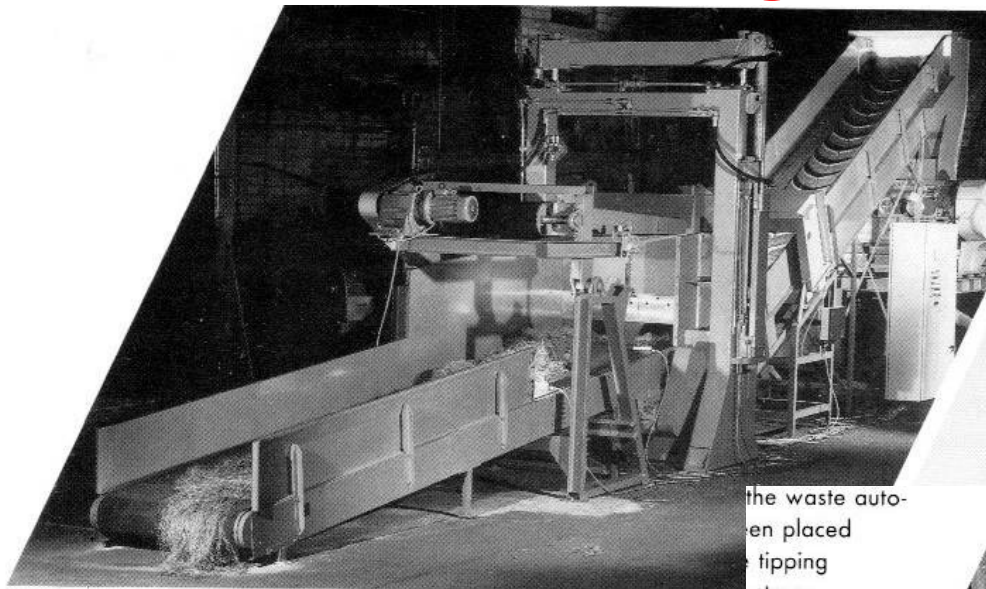
16



# Kontinuální aglomerátor – detaily



# Aglomerace vláken > napřed posekat > gilotina



Guillotine Cutter HGS 150/100, feed via a storage conveyor with suspended overhead pressing device; discharge via an inclined conveyor belt with metal detector.

the waste auto-  
then placed  
tipping  
straps



Particularly hazardous; loops formed when tangled fibrous material or monofil waste (See Photo on title page) is separated manually. This danger is eliminated with a guillotine cutter.

It is possible to select smaller downstream equipment, operating at optimal capacity when rubber bales and lumps are pre-cut.

Reject seconds elimination is unavoidable by hand. It metal detecti

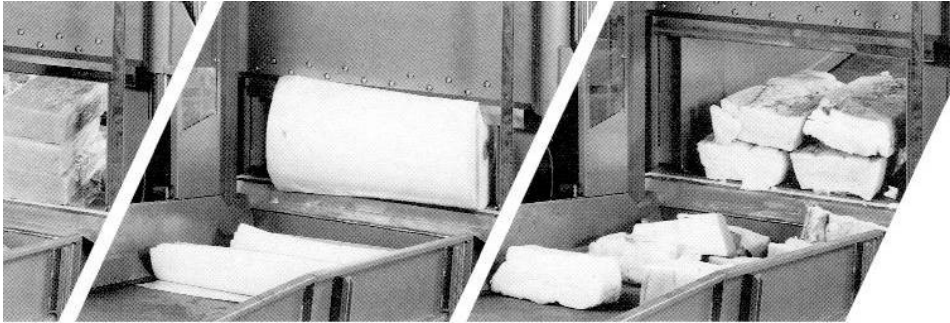
7. 10. 2014

RECYKLACE TERMOPLASTŮ,  
TERMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU  
4 2014

18



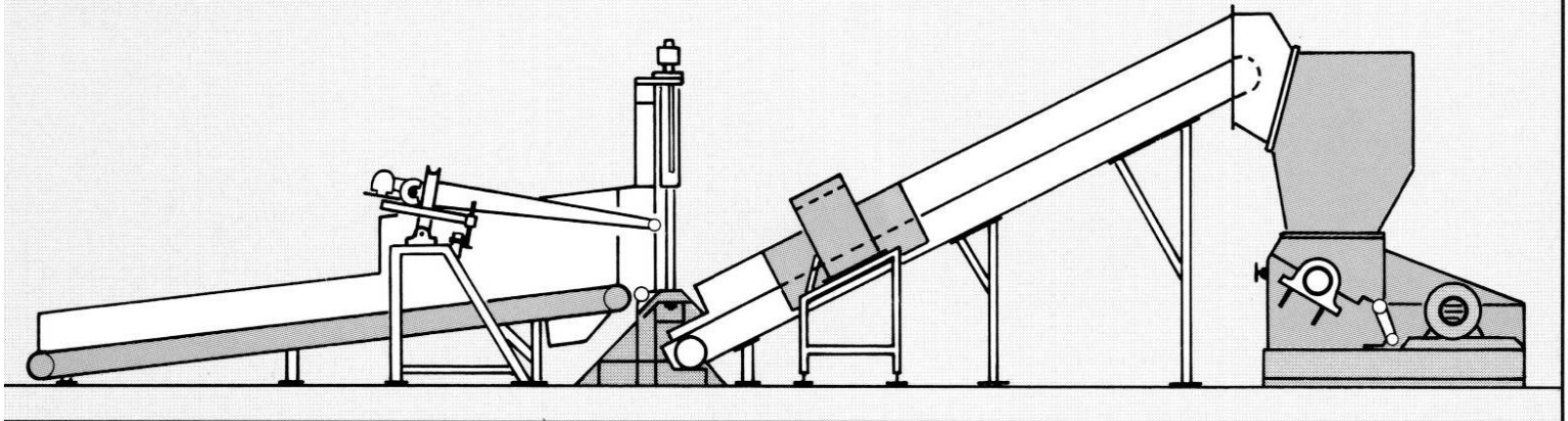
# Velké kusy možno napřed posekat > gilotina



Reject rolls can be pre-cut in seconds, using the guillotine cutter eliminating the danger of injury that is unavoidable when cutting material by hand. It is possible to include our metal detecting system in cases where metal pieces are expected.

Large start-up lumps and purgings maybe reduced by the guillotine cutter without difficulty. The danger of manual sawing is a thing of the past.

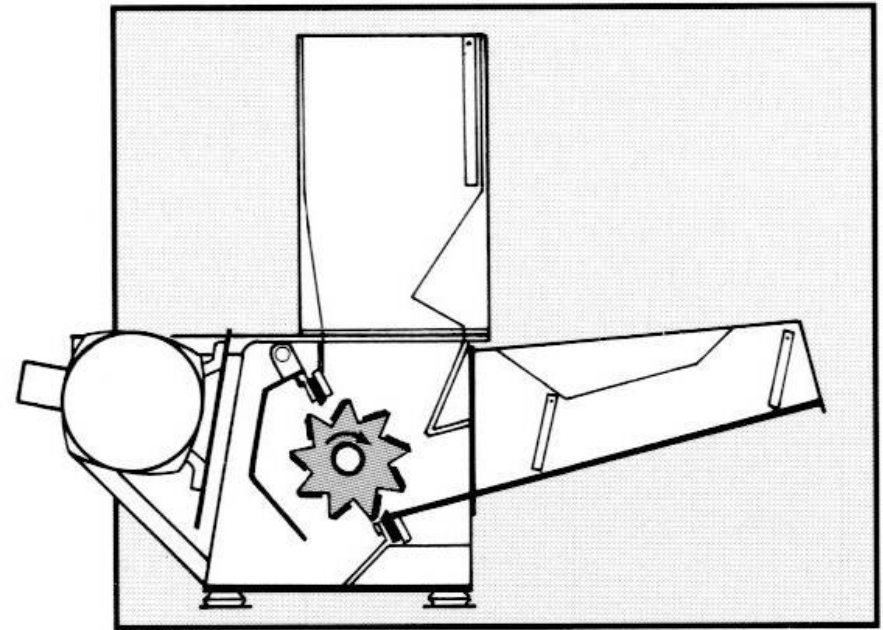
Complete system with pre-cutter and granulator.



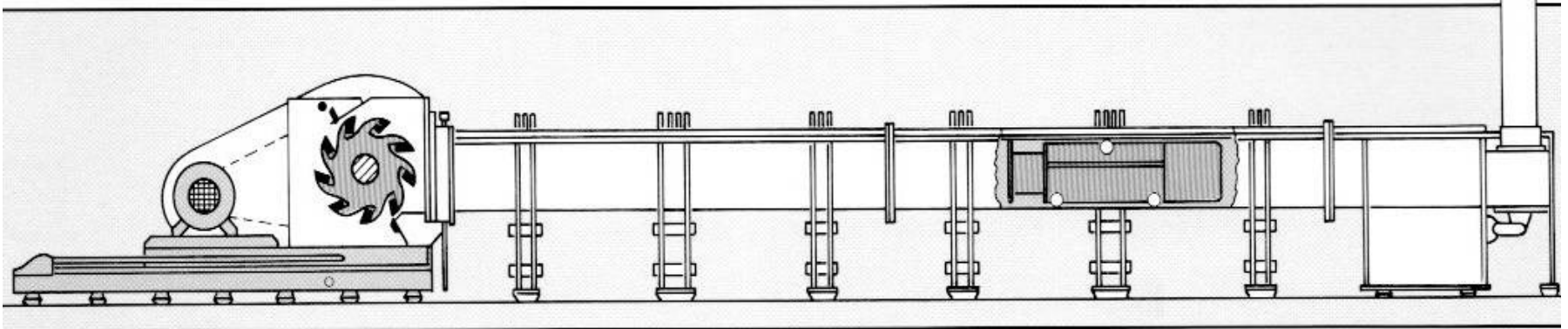
# Drcení trubek a profilů



Plastic granulate from rejects is valuable secondary raw material.

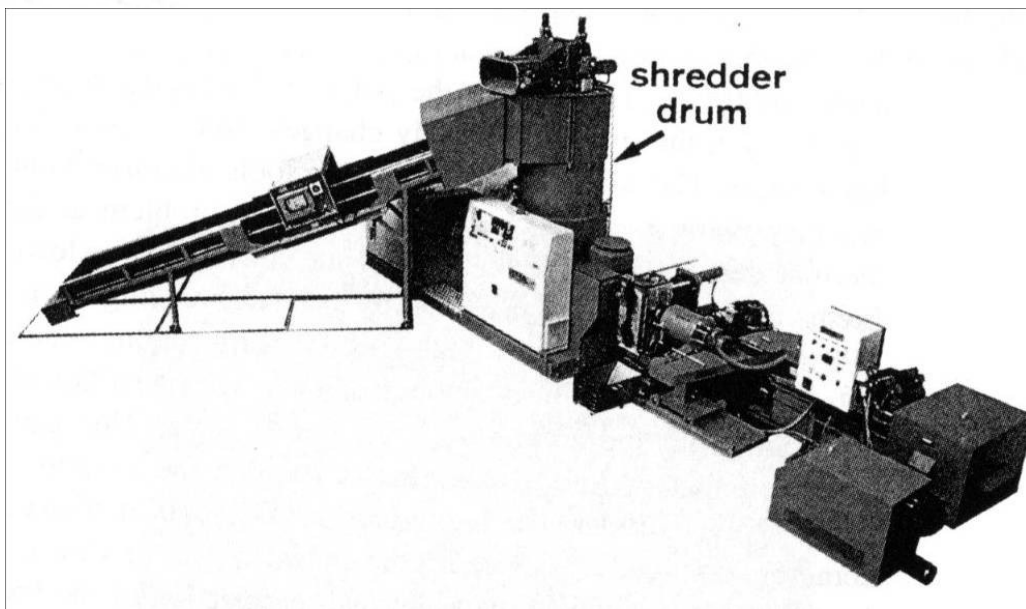
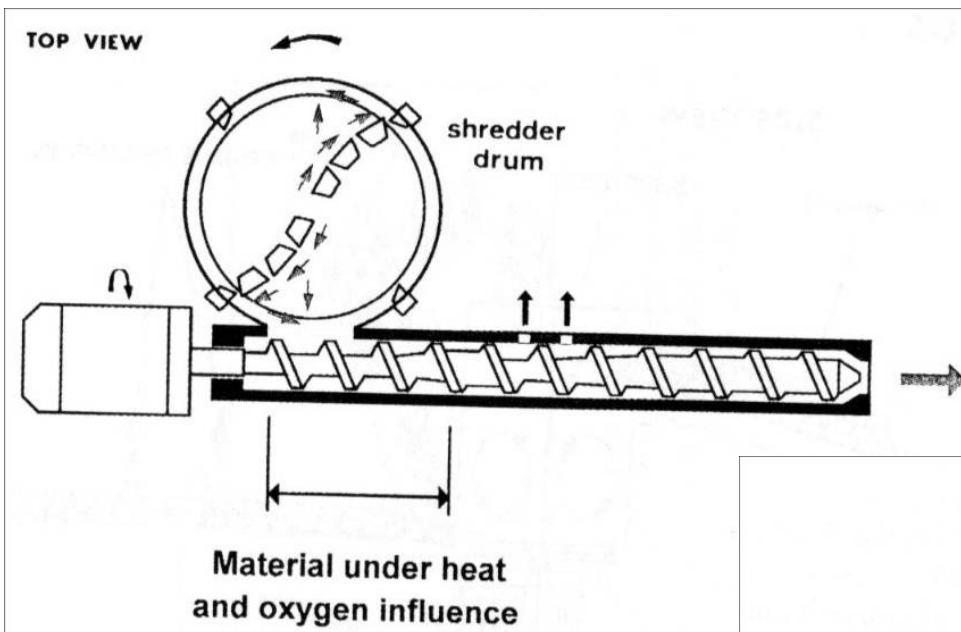


Granulator series SMP for pipes and profiles ▲

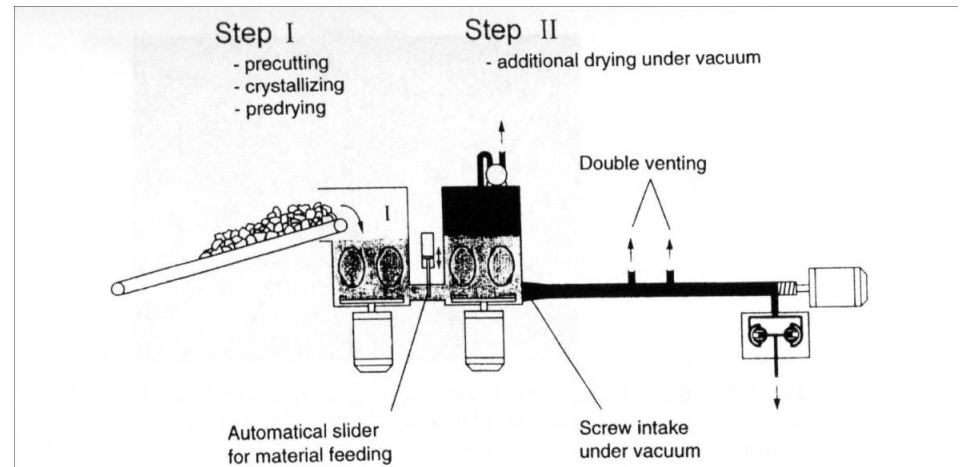
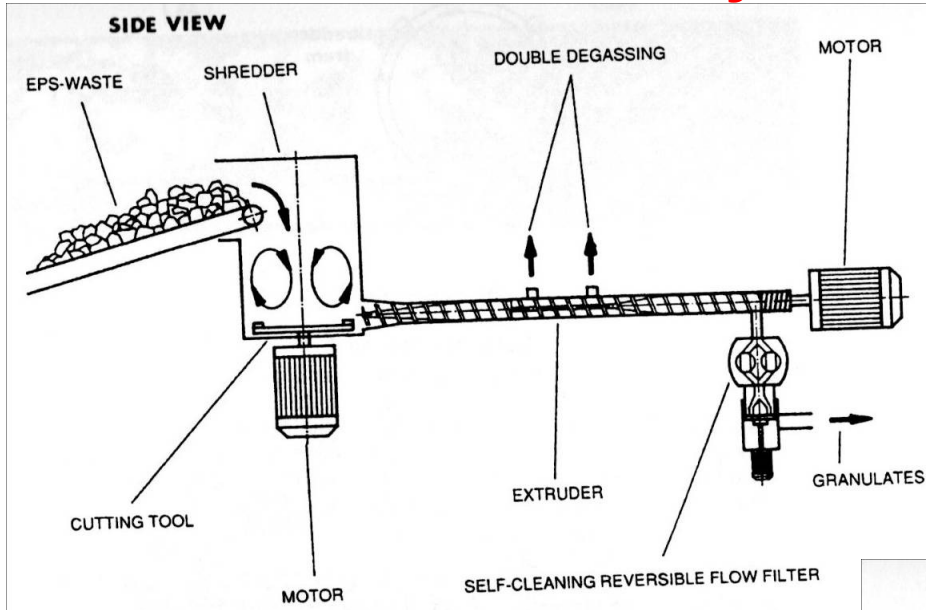




# System EREMA – DRCENÍ & AGLOMERACE & PODÁVÁNÍ DO EXTRUDERU

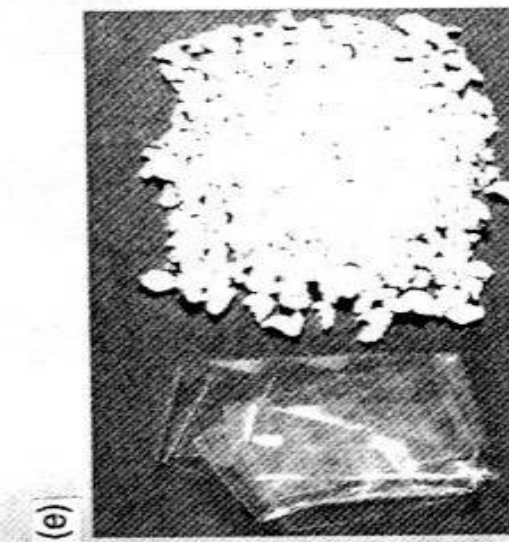
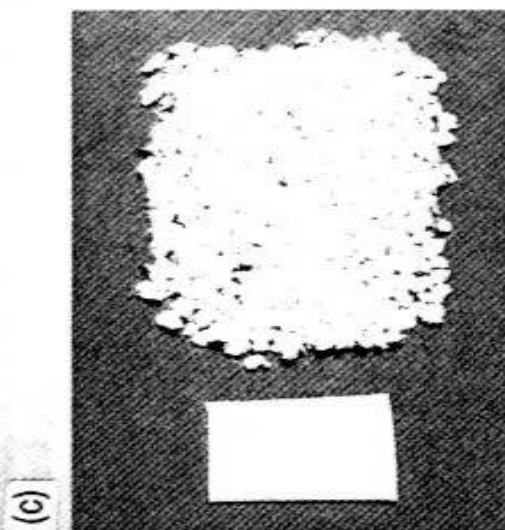
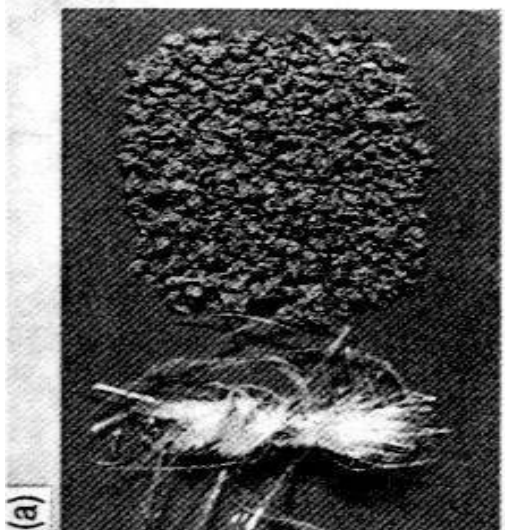
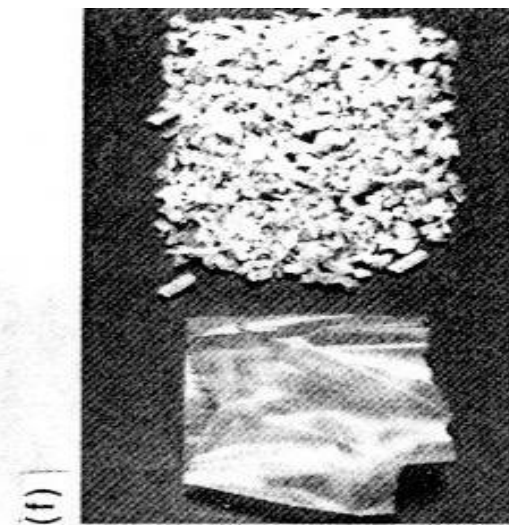
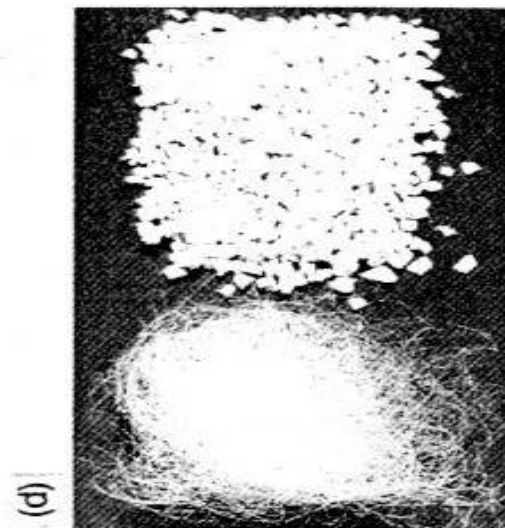
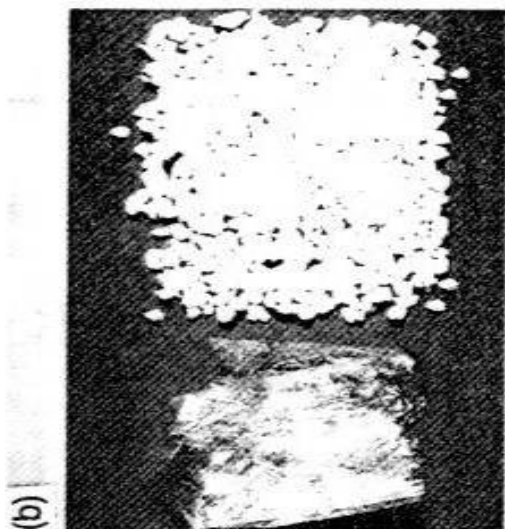


# System EREMA



**Figure 2.25.** Schematic showing the principle of operation of the Erema vacuum shredder drum for drying and agglomerating PET waste. This additional drying under vacuum helps to minimize hydrolytic degradation of the polyester during reprocessing. (Courtesy of Erema, Ansfelden/Linz, Austria.)

# Jak vypadá AGLOMERÁT?



7. 10. 2014

RECYKLACE TERMOPLASTŮ,  
TERMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU  
4 2014

23



# Jak vypadá AGLOMERÁT? (převzato z doporučení knihy od V. Goodship)

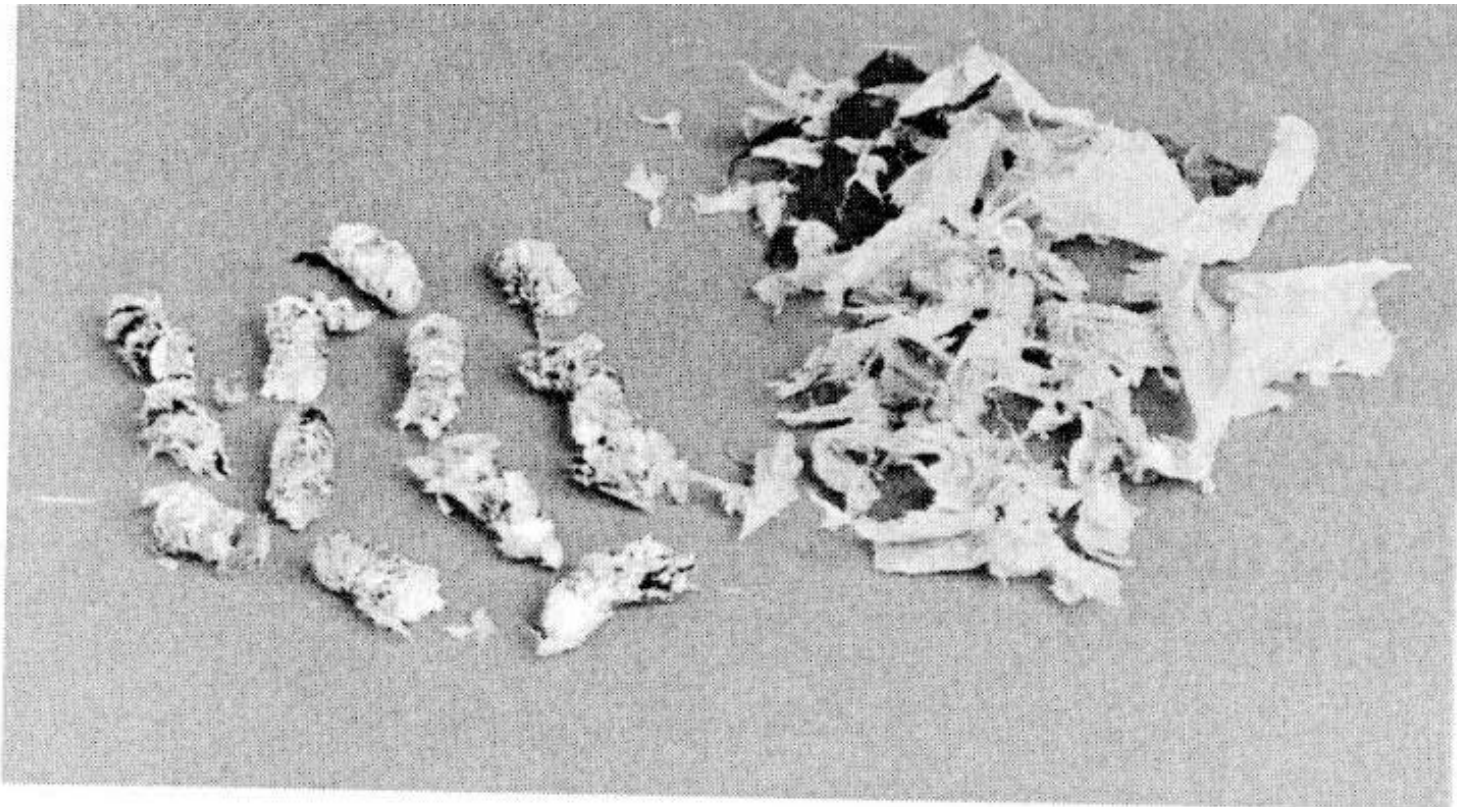


Figure 5.6 Film waste before and after agglomeration



# Které materiály **AGLOMEROVAT** a které raději ne

## Aglomerovat

- PĚNOVÝ POLYSTYRÉN
- LEHČENÉ PLASTY  
OBECNĚ
- vlákna
- Obecně materiály, které mají vyšší či vysokou viskozitu taveniny
- PROČ mají VYŠŠÍ viskozitu ???
- PROČ aglomerovat??
- Které to např. jsou???

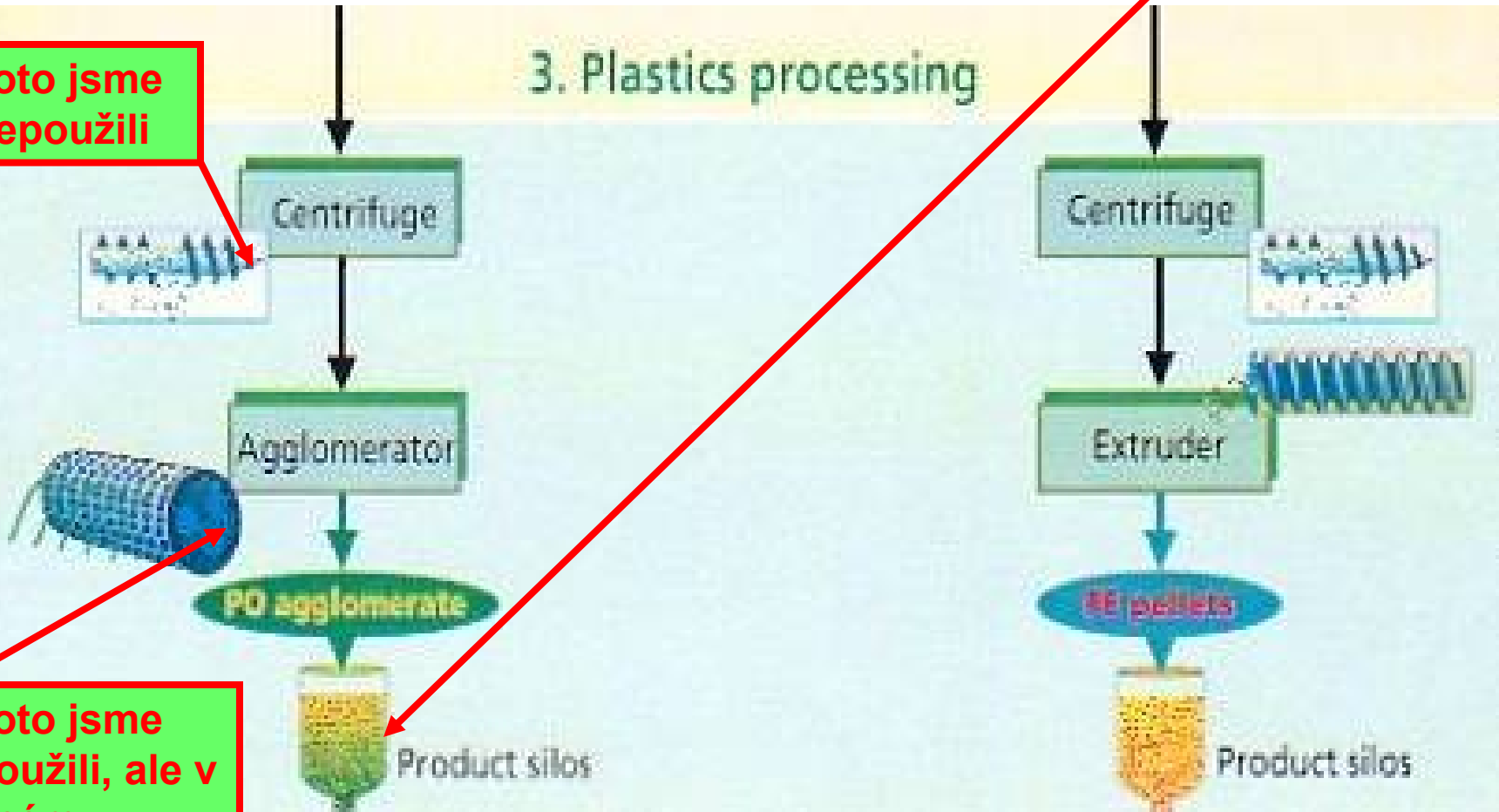
## NEAGLOMEROVAT

- Obecně materiály, které mají NIŽŠÍ či NÍZKOU viskozitu taveniny
- PROČ mají nižší viskozitu ???
- PROČ neaglomerovat ???
- Které to např. jsou???

# KAM JSME NYNÍ DOSPĚLI

## 3. Plastics processing

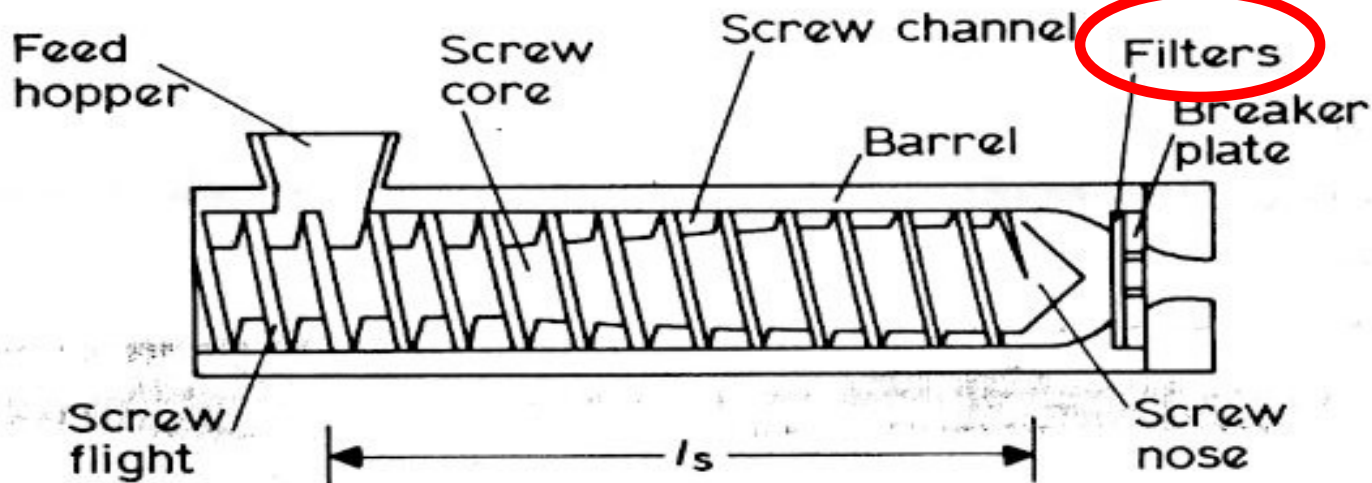
Toto jsme nepoužili



Toto jsme použili, ale v jiném technickém provedení

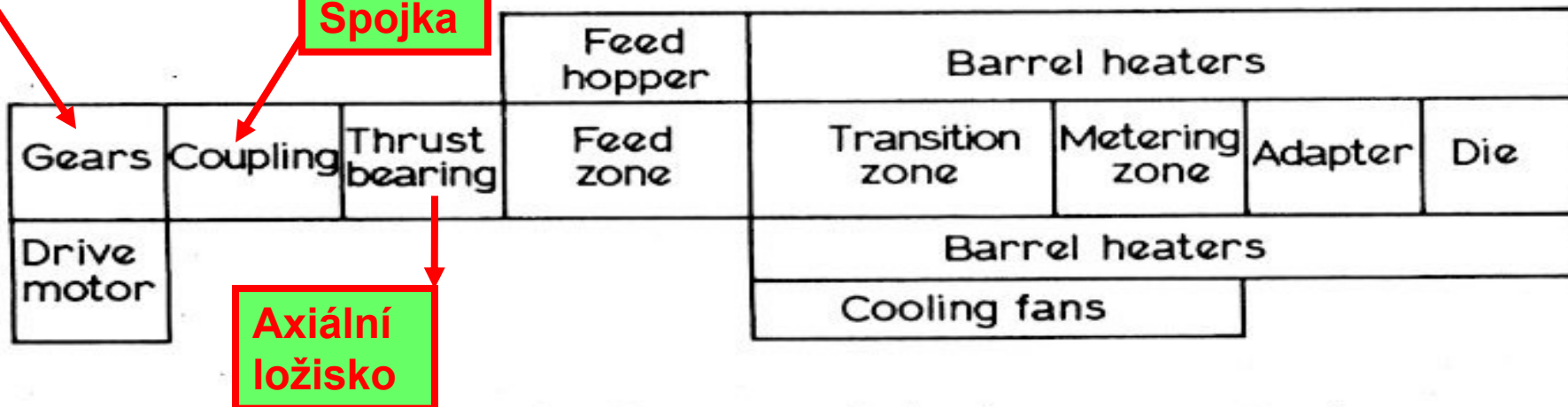
7. 10. 2014

# Ještě jednou schémata extruderu



Převodovka

Spojka



Axiální ložisko

**Fig. 11.1.** Basic elements of single-screw extruder.

# Ještě jednou schémata extruderu

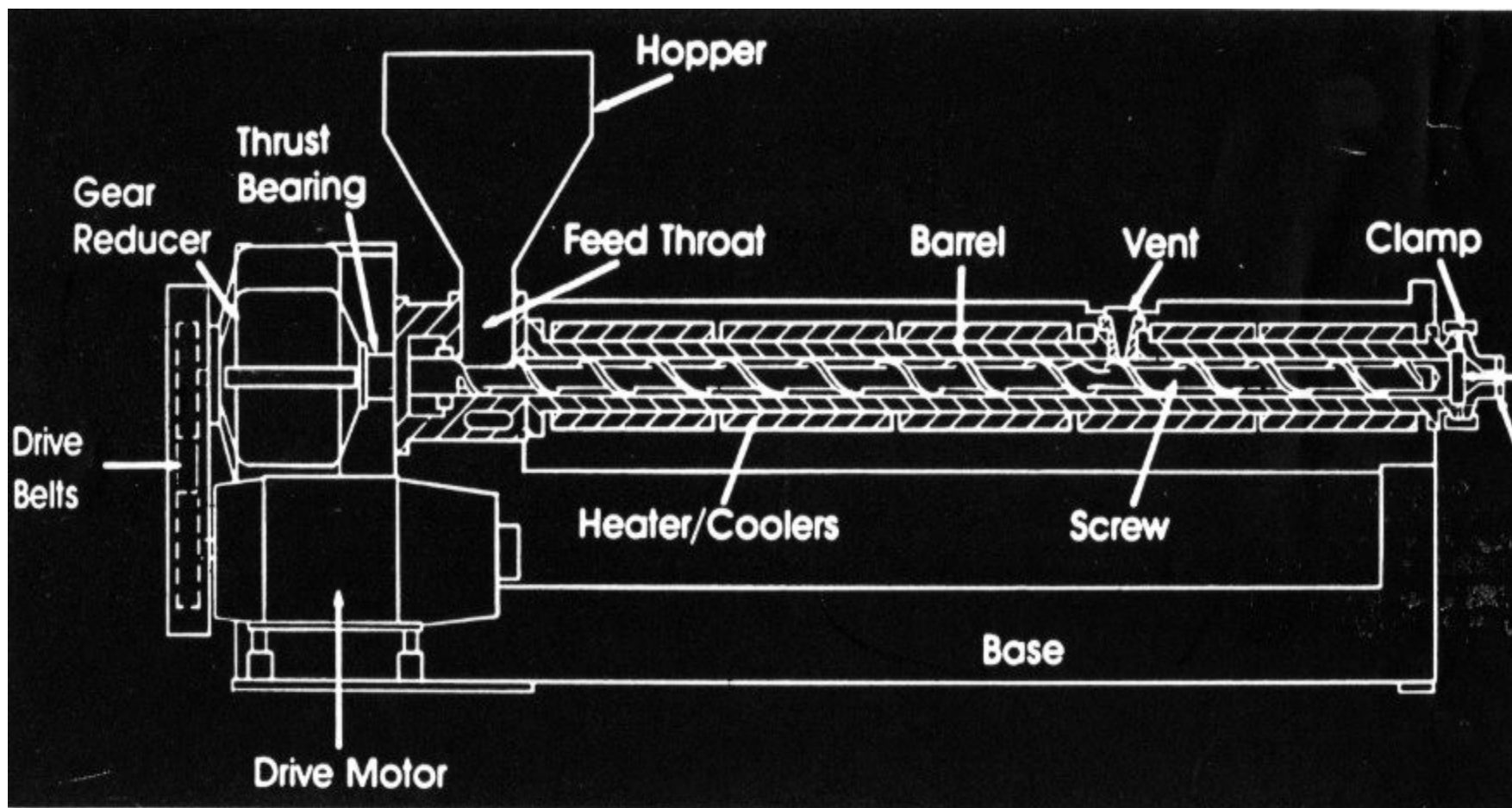
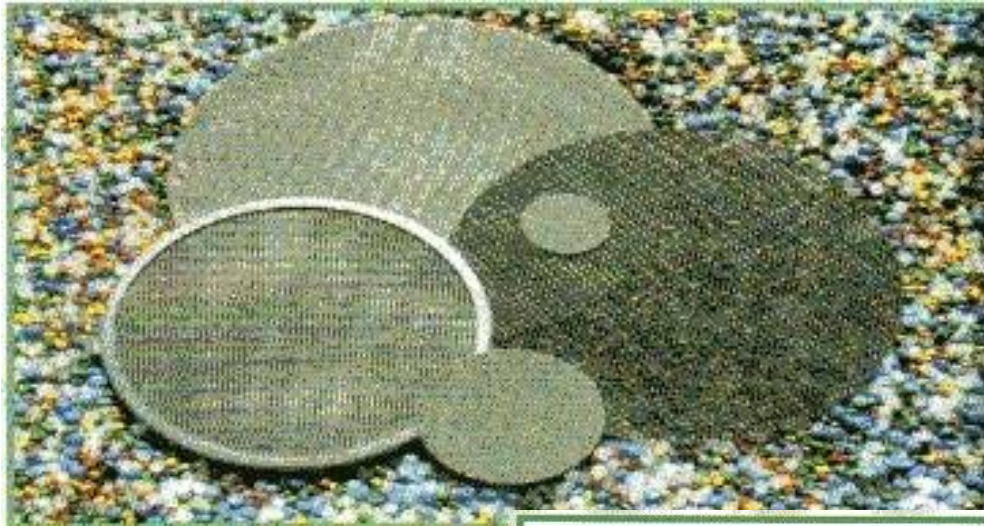


Fig. 4-1. Schematic figure of extruder. (Courtesy Davis-Standard)

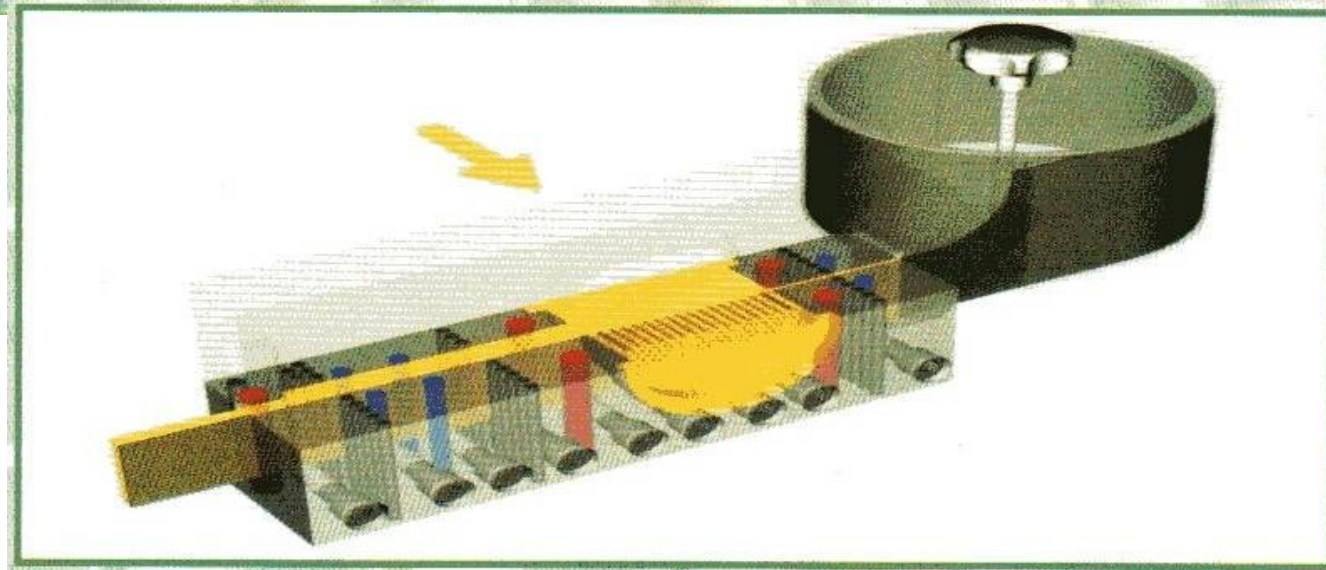


# Filtrace taveniny je klíčová operace!

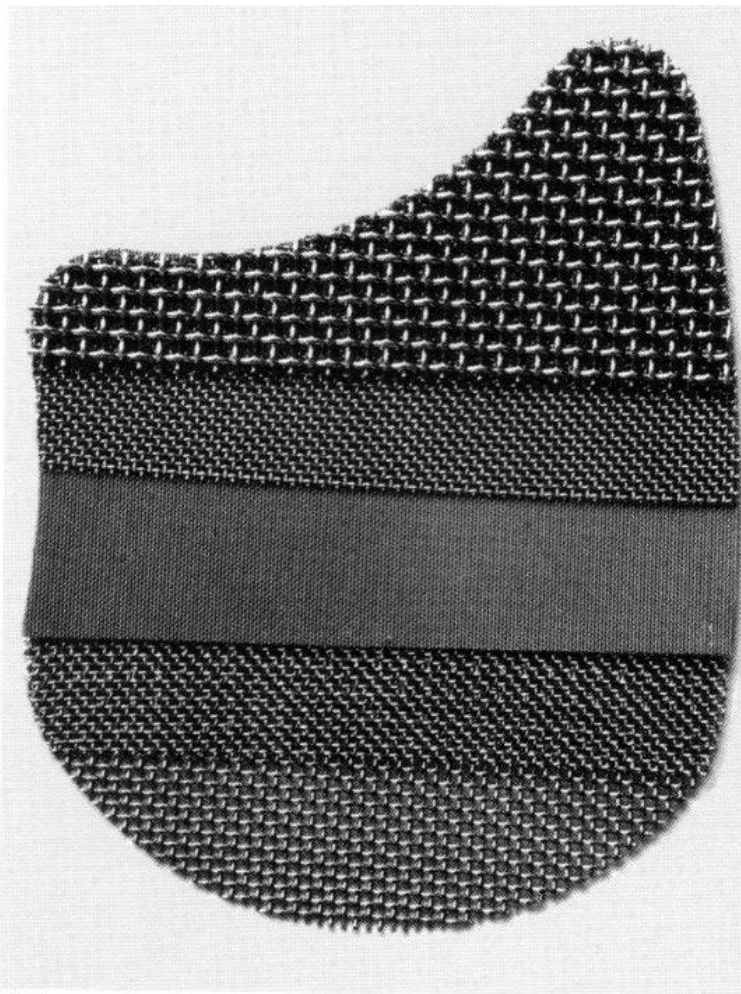


Diskontinuální filtrace > po ucpání se vyjme a dá do odpadu

Kontinuální filtrace > po ucpání se posune čistý kus do proudu taveniny



# Filtrace taveniny je klíčová operace!



Wire cloth extruder screen with five layers

1	2	3	4
Micron Retention	Porosity	Number of pores	
$\mu\text{m}$		$\text{cm}^2$	$\text{inch}^2$
500	73	180	1 146
500	68	140	959
400	69	250	1 527
400	69	210	1 395
315	68	390	2 432
315	68	310	2 021
250	68	600	3 837
200	69	947	6 108
160	69	1 479	9 543
125	68	2 379	41 290
100	69	3 764	24 282
75	69	6 400	39 377
63	68	9 426	60 812
42	61	16 438	106 042
25	59	40 000	258 064
75-80	59	2 480	16 000
56-63	60	3 880	25 000
36-45	55	9 920	64 000
28-32	56	37 200	240 000
22-24	45	55 800	360 000
20-24	51	25 390	163 800
15-18	41	71 610	462 000
16-17	60	67 700	436 800

7. 10. 2014

RECYKLACE TERMOPLA  
TERMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU

4 2014

30



# Filtrace taveniny je klíčová operace!

## Materiály pro filtraci tavenin plastů

- Papír?
- Skleněná fritka?
- Plastové vlákno?
- Kovové vlákno (drát)?
  - Materiál?
  - Vazba?
    - Útek
    - Osnova

## Vyjadřování velikostí otvorů

### Evropský systém

Mikrometry otvorů a průměr drátu (pokud je čtvercový otvor)

### Americký systém

*Mesh = počet otvorů na palec (cca. 2,54 cm)*

**Ukázat tabulku**

# Proč vlastně filtrujeme taveniny?

- **Nečistota = heterogenita** > zdroj možné poruchy ve výrobě (vlákna, fólie, pásy atd.)
- **Nečistota = heterogenita** > zdroj možné vady (selhání) výrobku
- **Nečistota = heterogenita** > vady estetické
- **Nečistota = heterogenita** > možné snížení prodejnosti výrobku
- **Nečistota** > zdroj možných hygienických problémů



# Konstrukce diskontinuálního filtru taveniny

- **LAMAČ (Breaker Plate)**– děrovaná tlakově odolná silná deska
- **Podložní tkanina** (větší otvory, např. 100 - 200  $\mu\text{m}$ ) – musí zabránit protržení filtrační tkaniny
- **Vlastní filtrační tkanina (malé otvory, např. 30 - 80  $\mu\text{m}$ )**
- **Krycí tkanina** (větší otvory, např. 200 - 400  $\mu\text{m}$ ) – nesmí bránit průtoku taveniny, ale zachycovat velké nečistoty

(převzato z doporučení knihy  
od V. Goodship)

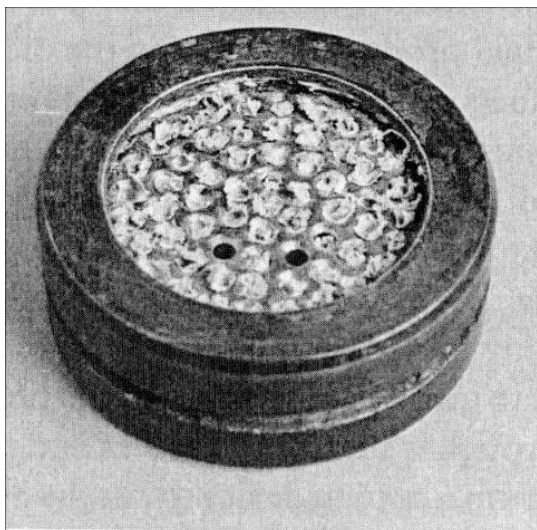
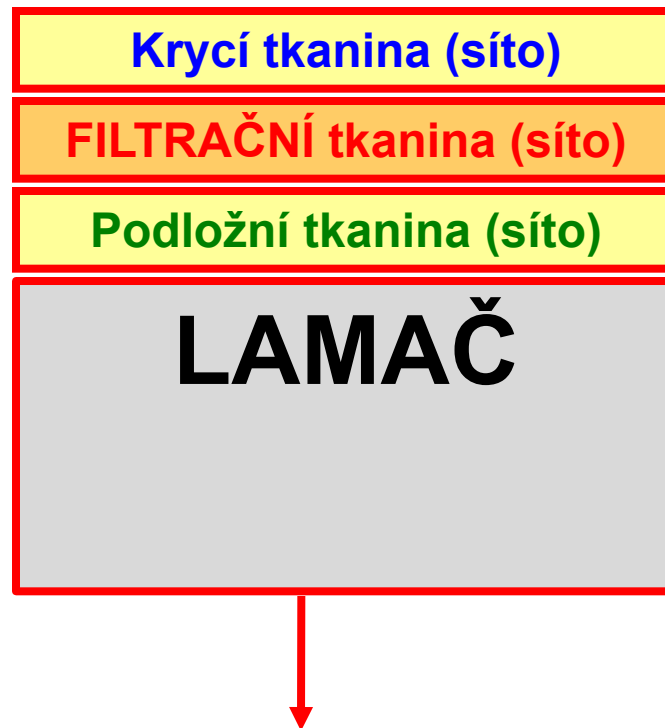


Figure 6.3 Breaker plate

**LAMAČ**

SMĚR TOKU  
TAVENINY



# KAŽDÝ diskontinuální filtr taveniny se jednou ucpe, a co pak?

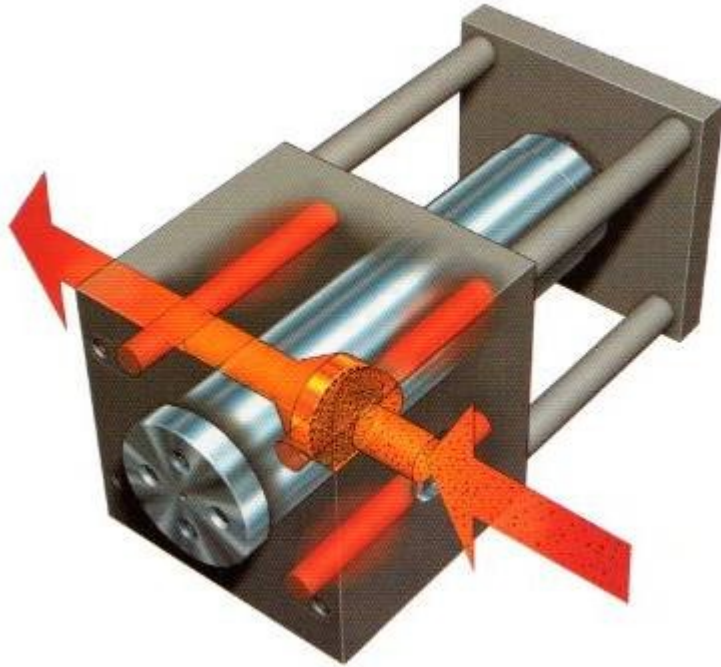
## Filtry bez zpětného proplachu

- Demontážní systém
- Šoupátkový systém
- Karuselový systém

## Filtry se zpětným proplachem (*Back Flush System*)

# Filtry bez zpětného proplachu

Šoupátkový systém s jen  
s jedním filtrem



Šoupátkový systém s  
dvěma filtry vedle sebe



3D model of a screen changer for continuous operation type KHS-Y in production position. The main feature is a continuous production with only one screen bolt.

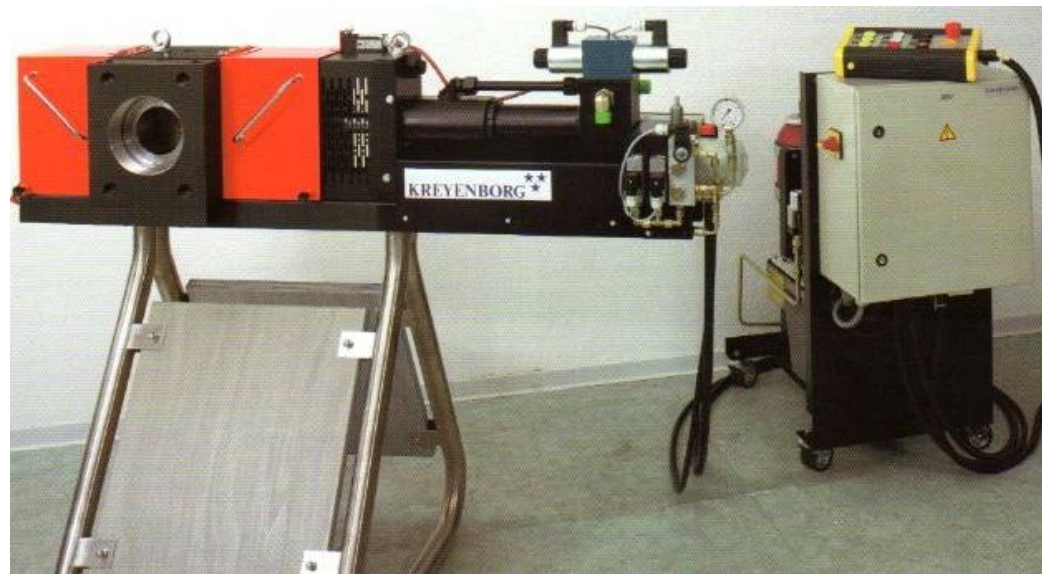
# Šoupátkový systém s dvěma filtry pod sebou

Výhodou je větší plocha filtru

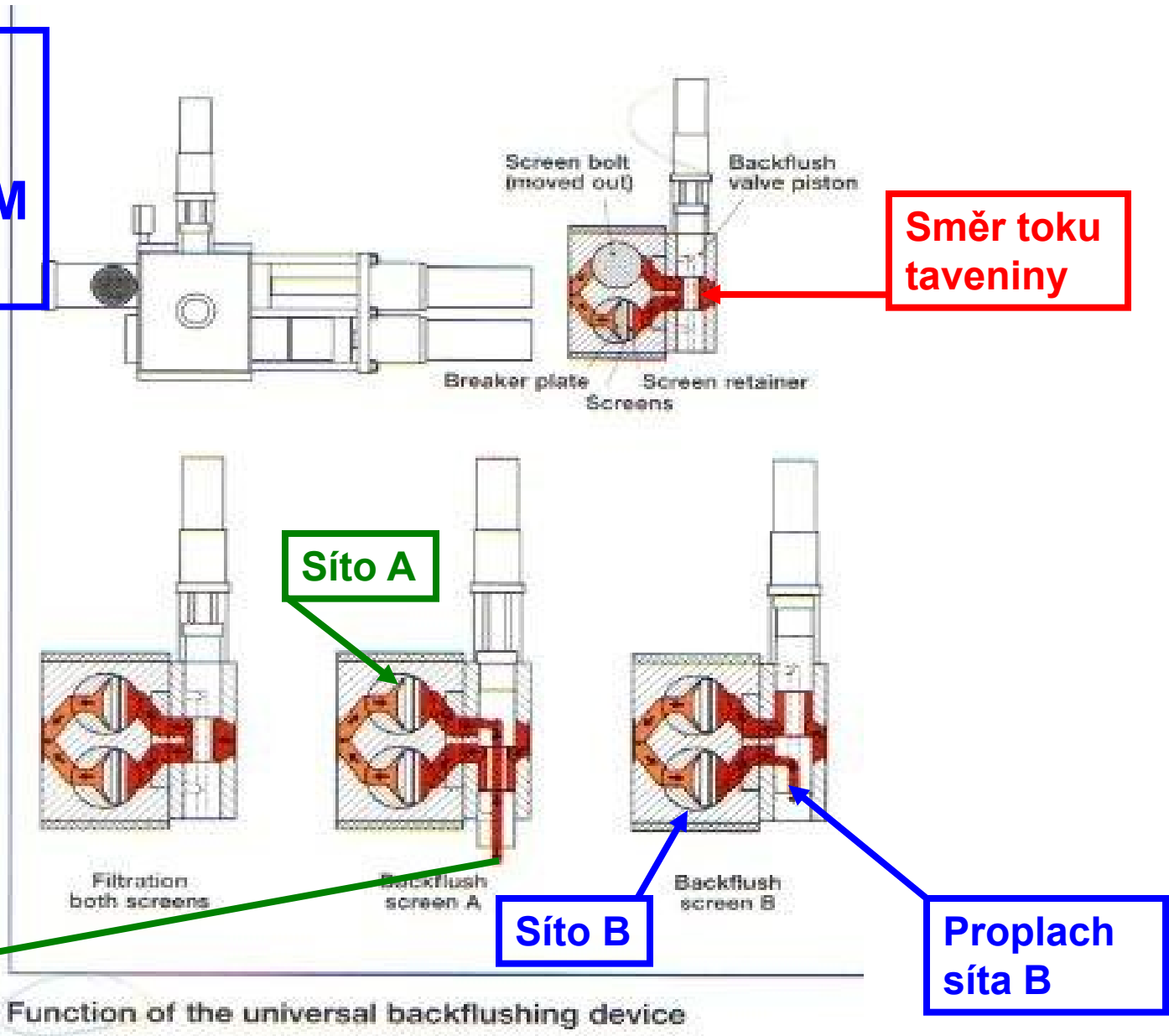
Foto – filtry vedle sebe



3D model of a continuous screen changer type LK-SWE in screen change position



# FILTR SE ZPĚTNÝM PROPLACHEM - SCHÉMA



Proplach síta A

Síto B

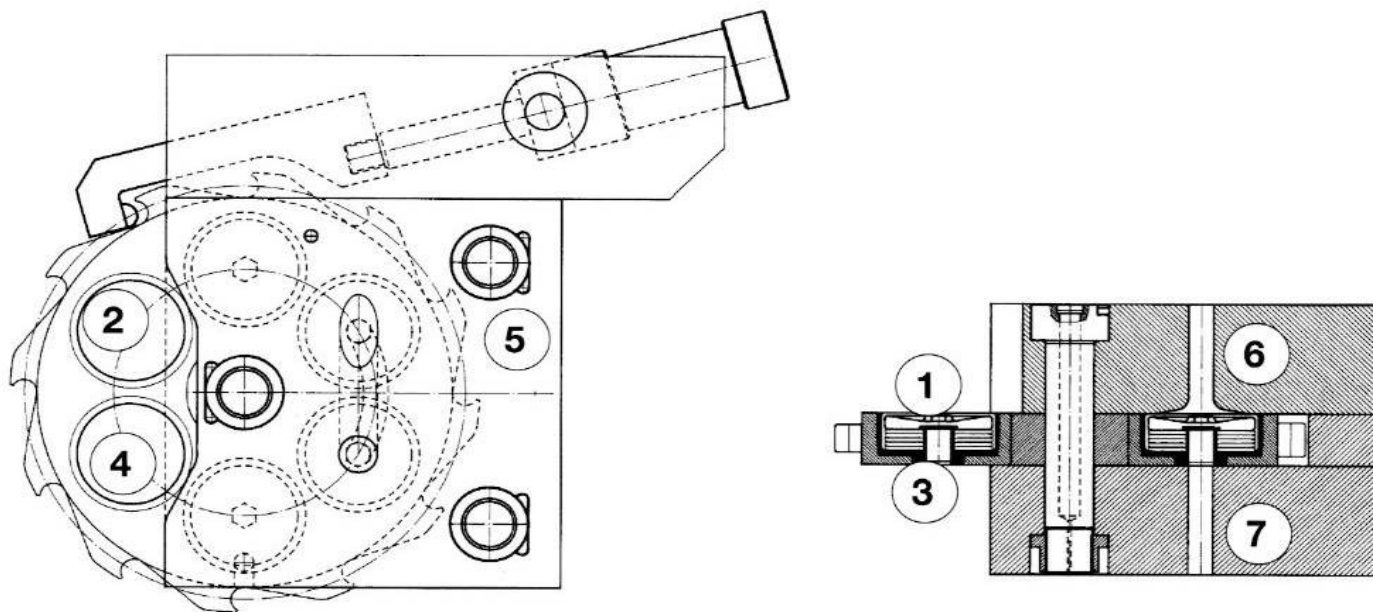
Proplach síta B



# FILTR SE ZPĚTNÝM PROPLACHEM – KDE JE NEJVĚTŠÍ NEBEZPEČÍ PORUCHY (podle vlastní zkušenosti)

- **Dřevěné třísky –**
  - zabodnou se do filtru a nejdou taveninou vytlačit ven
  - Při velkém tlaku se protlačí filtrem a výsledkem je průtok taveniny bez filtrace
- **Výrobky z celulózy (papír, bavlněná tkanina)**
  - Pokryjí plochu, zakotví se v ní a nejdou taveninou vytlačit ven

# Karuselový systém 1



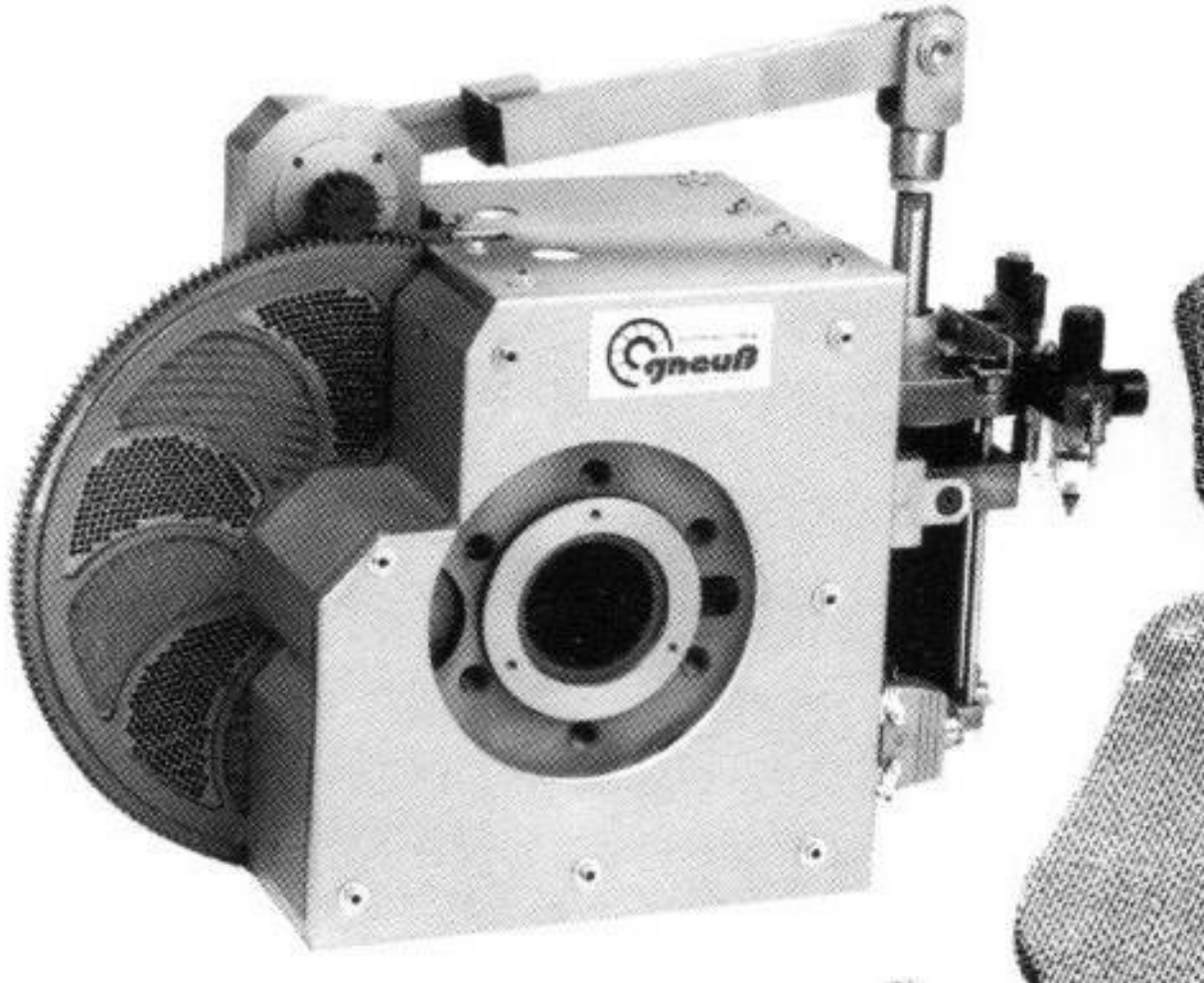
- 1 Extremely fine filtration
- 2 Re-usable filter elements
- 3 Simple handling – the filter elements are easily changed

- 4 Almost completely unrestricted filter surface available.
- 5 Compact design.
- 6 Narrow dwell time spectrum in filter (no “dead spots”)

- 7 High throughput with low pressure drop.



# Karuselový systém 2



7. 10. 2014

RECYKLACE TERMOPLASTŮ,  
TERMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU  
4 2014

41

# Příklady použití recyklátů

## KOMPOSTOVÁNÍ



Město Brno nabízí  
dotované kompostéry



Mini  
WASTE

Statutární město Brno v rámci udržitelnosti projektu MINI-WASTE realizuje prodej kompostérů. Od února tohoto roku mohou občané města Brna kupovat dotované kompostéry. Brno je svým obyvatelům nabízí za poloviční cenu. Chce totiž snížit množství bioodpadu.

Nabídku koupit si kompostér za nižší cenu využilo již přes dvě stě občanů. Na internetových stránkách [www.miniwaste.cz](http://www.miniwaste.cz) vyplnili webový formulář. Na té samé adrese zjistili, kdy se koná školení. Zúčastnili se ho a dozvěděli se tam, jak se svým kompostérem mají správně nakládat. Po absolvování školení, které proběhlo v areálu brněnské spalovny, zaplatili v hotovosti 790 korun za kompostér o objemu 400 litrů a odvezli si ho domů.

Žádat o zbývajících 300 dotovaných kompostérů může jen fyzická osoba starší osmácti let, která má hlášený trvalý pobyt ve městě Brně. A to buďto formou výše zmíněného webového formuláře, nebo telefonicky prostřednictvím Odboru životního prostředí Magistrátu města Brna na čísle 542 174 552. Obráženou nádobu pak musí umístit u nemovitosti v Brně.



Kompostování přispívá k ochraně životního prostředí. Snižuje se totiž množství sváženého komunálního odpadu a současně vzniká organické hnojivo. To se může využít na zahradě nebo i do květináčů. V konečném důsledku napomáhá kompostování i ke snížení emisí skleníkových plynů, protože při procesu dochází k ukládání vázaného uhlíku do půdy.

Odbor životního prostředí  
Magistrátu města Brna

**☑ Kompostér K400** – objem 400 litrů, výška 82 cm, rozměry základny 82x82 cm, barva zelená, hmotnost 12,5 kg

7. 10. 2014

RECYKLACE TERMOPLASTŮ,  
TERMOSETŮ A PRYŽÍ PŘF MU

4 2014

42



# Příklady použití recyklátů firma JELÍNEK TRADING vstřikování ve Vrbně pod Pradědem



**VŠECHNY KOMPOSTÉRY NYNÍ S DOPRAVOU ZDARMA!**

**Proč je asi takový cenový rozdíl?**