

Odděleně sbírané složky KO

Rámcová směrnice o odpadech 98/2008 požaduje k r. 2020 recyklovat 50 % komunálních odpadů, **minimálně pak 50 % papíru, plastů, skla a kovů**

- většina odděleně sebraného MVO v KO se materiálově využívá (> 85 % již v roce 2012) a není perspektiva pro zvýšení
- materiálové využití odděleně sebraného papíru se lineárně blíží k 98 % - je považováno za dosažitelnou maximální mez

Další potenciál:

- posilování separace vytvořením lepších podmínek
 - materiálové využití MVO KO by mělo vzrůst v letech 2013 až 2024 z 63,0 % v roce 2013 na 84,3 % v roce 2024 z potenciálu produkce MVO KO,
- tříděním SKO - minoritní zvýšení
 - materiálově by mělo být využito přibližně 50 % papíru odkloněného ze současného toku SKO

MOŽNOSTI RECYKLACE: papír

Sběrový papír se skládá ze 4 jakostních tříd dle klasifikace FAO (Food and Agriculture Organization)

- Staré suroviny a časopisy používané zejména v technologiích zesvětlování/odbarvování (deinking), s podílem cca 22 %,
- Vlnité lepenky a hnědé sulfátové papíry vhodné pro výrobu obalových papírů s podílem cca 41 %,
- Bezďevné papíry používané zejména pro jakostní aplikace a pro výrobu kancelářského s podílem cca 15 %,
- Směsný sběrový papír, který se používá zejména pro výrobu méně kvalitních balicích papírů a lepenek, s podílem cca 22 %.

Třídění: vybírání cizích předmětů (hadry, plechovky, apod.), třídění dle barvy, složení a znečištění; typicky ruční třídění, kovové složky pomocí elektromagnetu

MOŽNOSTI RECYKLACE: papír

- vytřídění nežádoucích frakcí
- převoz do místa zpracování – papírny
- rozvláknění - papír se máčí a míchá ve vlažné vodě. Vznikne "kaše", která obsahuje různé kovové předměty, jako sponky a svorky
- výjmutí cizích materiálů
- čistá hmota může jít k dalšímu zpracování.



MOŽNOSTI RECYKLACE: papír

- rozemletá kaše obsahující papírová vlákna a 95 % vody se musí nejprve důkladně vyčistit – zejm. od barev a inkoustu.
 - probubláváním vzduchu "kaši", přičemž se na bublinkách nežádoucí látky usadí
 - vzniká další odpad – obarvená pěna, která se likviduje ve spalovnách.
- kaše se nanáší na síto a vysouší => základní surovina pro výrobu nového papíru.
- bělení – přísadkou bělidel na bázi peroxidů nebo chloru
- papír nelze recyklovat donekonečna, opětovně jej lze využít 5x až 7x

MOŽNOSTI RECYKLACE: papír

Výhody recyklace papíru	
Úspora elektrické energie	23-74 %
Snížení emisí	74 %
Snížení znečištění vody	35 %
Snížení spotřeby vody	58 %

Separace papíru z SKO



MOŽNOSTI RECYKLACE: plasty

Typy plastů	Využití
Polyvinylchlorid (PVC)	Obaly na potraviny, plastové fólie, dětské postýlky, nárazníky, dlažba, dudlíky, sprchové závěsy, hračky, vodní dýmky, zahradní hadice, auto čalounění, nafukovací bazény, aj.
Ftaláty (DEHP, DINP a další)	Měkčené PVC výrobky s ftaláty, emulzní barvy, obuv, tiskařské inkousty, výrobky pro děti, vinylové podlahy, krevní vaky a hadičky, kontejnery, chirurgické rukavice, dýchací trubice, univerzální laboratorní pomůcky, aj. zdravotnické prostředky
Polykarbonát, s Bisfenolem A	Láhve na vodu
Polystyren (PS)	Mnohé nádoby na maso, ryby, sýry, jogurty; pěny a tuhé desky; obaly na arašidy, pěnové obaly, pouzdra na audiokazety, CD, jednorázové přístroje, zateplování budov, kbelíky na led, nástěnné obklady, nátery, servírovací podnosy, kelímky nápojových automatů, hračky, apod.
Polyethylen (PET)	Láhve na vodu, kobercová vlákna, žvýkačky, sklenice na pití, nádoby na potraviny a obaly, tepelně-zapečetěné plastové obaly, kuchyňské nádoby, umělohmotné tašky, hračky, apod.
Polyester (PE)	Ložní prádlo, oděvy, jednorázové plenky, tampony, čalounění, apod.
formaldehyd	Dřevotřískové desky, překližky, stavební izolace, textílie, apod.
Polyuretanová pěna	Polštáře, matrace, apod.
Akryl	Oblečení, příkrývky, koberce vyrobené z akrylových vláken, lepidla, kontaktní čočky, zubní protézy, podlahové vosky, jednorázové pleny, hygienické ubrousky, barvy, aj.
Tetrafluoroethylén	Oblečení, žehličky, potahy na žehličku prkna, klempířské nářadí, aj.

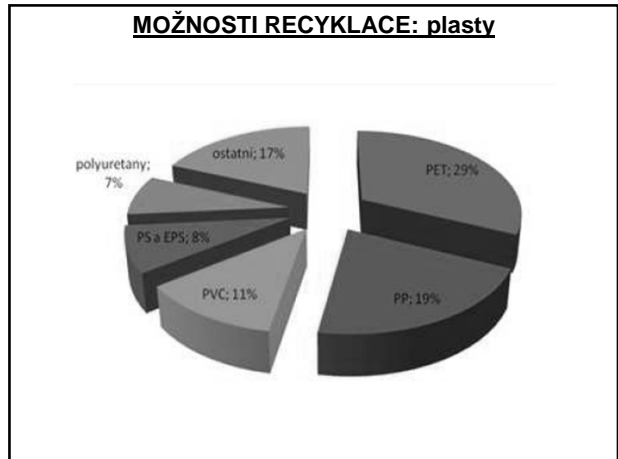
MOŽNOSTI RECYKLACE: plasty

ZNAČKY PLASTOVÝCH OBALOVÝCH MATERIÁLŮ

Označování obalů upravuje ČSN 77 0052, spotřebitel se z tohoto značení (pokud je tedy obal označen) dozví, o jaký druh materiálu se jedná. Podle technické normy ČSN 770052-2 se značí obal buď písmenným

identifikačním číslem (např. PET) a nebo grafickou značkou doplněnou buď číslem nebo písmenným kódem. Všechny tři možnosti jsou povoleny a jsou významově totožné.

PET	HDPE	PVC	LDPE	PP	PS	JINÉ
Polyetylen-tereftalát	Vysokohustotní polyetylen	Polyvinylchlorid	Nízkohustotní polyetylen	Polypropylen	Polystyren	
<ul style="list-style-type: none"> Lahve na vodu Limonády Obaly na šampony Obaly na ústní vody 	<ul style="list-style-type: none"> Obaly na chut, vodu, mléko Lahve s detergenty Vaníčky na pokrmové tuky a tvaroh Oděsné pytlíky 	<ul style="list-style-type: none"> Průhledné obaly na potraviny Lahve na šampony 	<ul style="list-style-type: none"> Sáčky na chleba Obaly na zmrazené potraviny Stlačitelné lahve (hořčice, med) 	<ul style="list-style-type: none"> Lahve na kečup Vaníčky na jogurt a tuky 	<ul style="list-style-type: none"> Vaníčky na maso Kartony na vejce Keřmíky a talířky 	<ul style="list-style-type: none"> Kečup Velké kontejnery na vodu Některé nádoby na džusy

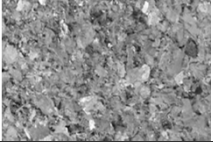


MOŽNOSTI RECYKLACE: plasty

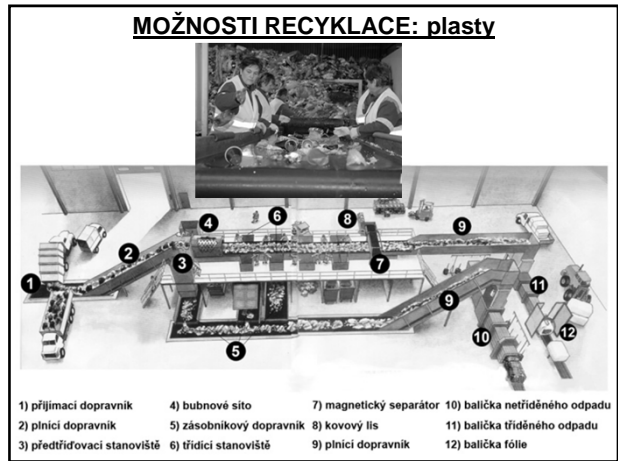
- materiálové zhodnocení**
přímé využití na produkci jiného výrobku; omezení použitelnosti vlivem znečištění a směšování s jinými plasty; příklad – z nárazníkového plasty automobilů se vyrábí „jen“ ozdobné poklice
- surovinové zhodnocení**
přepřacování za použití rozpouštědel a vyšších teplot, dojde k rozkladu polymerů, které se použijí pro syntézu jiných druhů plastů.

Používané procesy:

- Hydrolyza
- Alkoholýza
- Aminolýza
- Kombinovaný postup



- využití jako zdroje energie**
relativně vysoká výhřevnost, výroba TAP



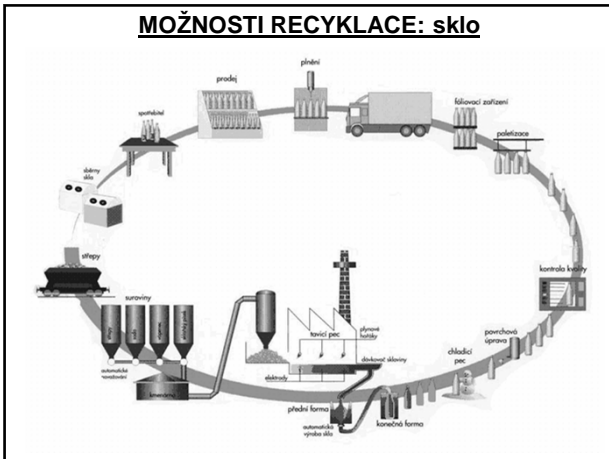
MOŽNOSTI RECYKLACE: sklo

zpracování je ekonomicky efektivní = motivace k třídění a sběru

- průmyslový odpad:**
 - při plnění skleněných obalů na jedno použití i vratných (pivovary, výrobci alkoholických a nealkoholických nápojů, konzervárny a další),
 - při zpracování tabulového skla pro všechny druhy využití
 - autoskla a bezpečnostní skla,
 - odpady ze sklářských výrob, zušlechťování, z obchodních organizací
- komunální odpad:**
 - tabulové sklo
 - obalové materiály – lahve; nejlepší k recyklaci je bílé tabulové sklo, u lahví je ale problém s tříděním-problematické jsou i jen stěpiny barveného skla; speciální kategorie je autosklo (obsahuje Fe – nelze použít na výrobu bílého skla)
 - sběr: 70-80% zelené a směsné, 10-20% bílé, 5-10% hnědé sklo; lze využít jen na výrobu barevného skla

MOŽNOSTI RECYKLACE: sklo

- pro recyklaci nesmí sklo obsahovat nebezpečné látky
 - nejprve hrubé rozřídění: plasty, hadry, dřevo, apod. a dotřídí se na bílé a barevné sklo (manuálně, jen velké kusy)
 - následně drcení skla na velikost zrna pod 25 mm, drť pak pokračuje na síto, kde se odděluje větší frakce a nerozdrcené složky – zejm. zátky a víčka, které jsou nežádoucí
 - dotřídění barevné-bílé sklo na třídící lince – drť prochází laserový paprsek, pokud neprojde, pneumaticky se neprůsvitný materiál odstraní (odfoukne)
 - drť se přepraví do sklárny, kde tvoří 30-40 % vsázky do sklářské pece, čímž se snižuje spotřeba sklářského kmene (umletá směs sklářského pisku a přídavných anorganických složek, např. hlinítkofemičitanů a oxidů železa), čímž se i uspoří spotřebovaná energie
 - recyklovat takto lze i autoskla



MOŽNOSTI RECYKLACE: textil

1) průmyslový:

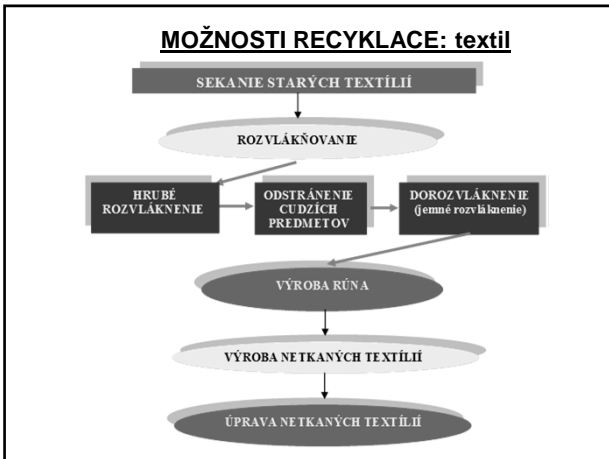
- vláknité odpady – včetně nespřadatelých a textilního prachu
- nitové odpady
- odstřížky textilií běžně zpracovatelných
- odstřížky vrstvených textilií a nezpracovatelných lepených textilií (jedná se o textilní vlákna spojená do plošné textilie s pomocí chemického pojiva)

2) domovní:

- opotřebované a obnošené šatstvo
- oděvní výrobky a součásti – např. šály, šátky, rukavice, klobouky aj.
- použitý bytový textil – záclony, závěsy, dekorativní textilie, a jiné.

zajímavá čísla:

- spotřeba oblečení na osobu: 5kg v rozvojových zemích, 26 kg v Evropě a 34 kg v USA
- průměrná doba užívání textilu (SRN): oblečení 3,5 roku, bytový textil 9 let



MOŽNOSTI RECYKLACE: textil

1) rozvlákňování:
stroj se skládá z jehlového podávacího válce (podává textil, nahrubo oddělení řezáním/sekáním), rozvlákňovací buben s hroty a thracími elementy.

2) mykací stroje:
spojování nasekaného rozvlákněného textilu do textilního plošného celku - rouna

MOŽNOSTI RECYKLACE: textil - využití

recyklát = netkané textilie; využití zejm. pro technické účely:

- zvukový, tepelně-izolační a ochranný materiál v stavebnictví,
- zvukově izolační a výplňový materiál při výrobě vozidel, letadel, lodí, vagonů, apod.
- geotextilie na dočasně cesty
- geotextilie na vykládání zásypů
- stélkové (vločkové) materiály pro obuvnický průmysl,
- ochranný materiál při malířských pracích,
- obalový materiál pro ochranu např. přepravovaného zboží,
- vzduchové nebo kalové filtry, separátory, apod.

MOŽNOSTI RECYKLACE: textil – technologická linka

1- řezací robot, 2- řezačka 3- detektor kovů, 4- posuvný dopravník, 5- řezačka, 6- sací dmychadlo, 7- směšovací box, 8- podávací dmychadlo, 9- separátor vzduch/vláknina, 10- sací dmychadlo, 11- rozvlákňovací stroj, 12- sací dmychadlo, 13- dmychadlo, 14- separátor vzduch/vláknina, 15- sací dmychadlo, 16- rozvlákňovací stroj, 17- sací dmychadlo, 18- podávací dmychadlo, 19- separátor vzduch/vláknina, 20- sací dmychadlo, 21- filtrační jednojika, 22- briketovací lis, 23- vertikální balicí lis, 24- miešací čehrací dopravník, 25- dopravník

MOŽNOSTI RECYKLACE: odpadní oleje

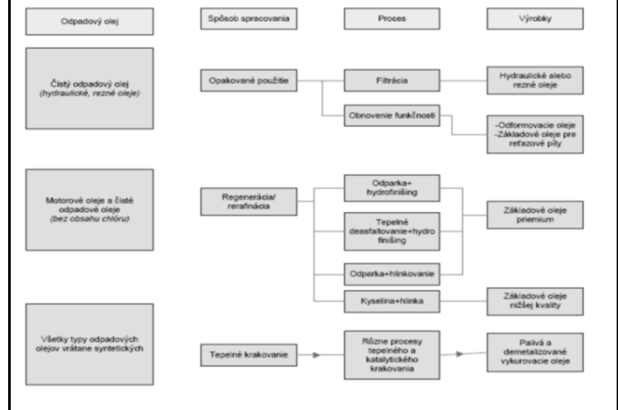
Pro technologicky, ekonomicky a marketingově náročné zhodnocování odpadních olejů je důležitým kritériem:

- velikost trhu pro výsledný produkt,
- dostatek vstupních surovin (odpadních olejů)

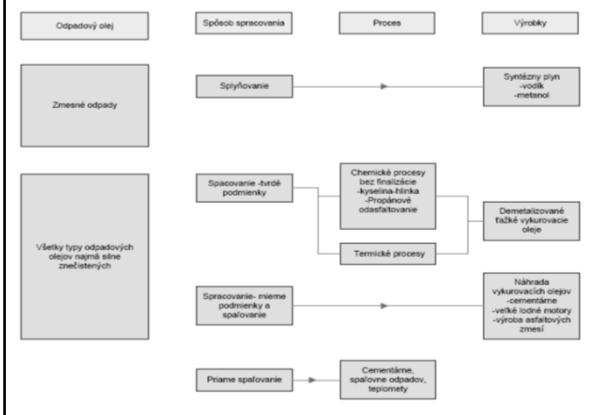
V souvislosti s těmito požadavky existují určitá omezení recyklace/zhodnocení odpadních olejů, např.:

- sběr je relativně nákladný,
- kvalita sebraného odpadního oleje
- ekonomické problémy vzhledem k ceně původních olejů a nákladům na recyklaci/zhodnocení, horšímu vnímání recyklovaných olejů z hlediska možných dopadů na kvalitu, doporučení specifikace např. výrobců automobilů

MOŽNOSTI RECYKLACE: odpadní oleje



MOŽNOSTI RECYKLACE: odpadní oleje



MOŽNOSTI RECYKLACE: odpadní oleje

Všechny technologie recyklace se snaží získat základní (původní) kapalinu-olej, a jeho oddělení od přídavných a znečišťujících složek, které vznikly při jeho používání.

Regenerace/recyklace obvykle vytváří vedlejší produkty, které se v případě:

- lehčích frakcí využívají jako palivo
- těžších frakcí jako složka do výroby asfaltu nebo jiných druhů povrchů silnic

MOŽNOSTI RECYKLACE: odpadní oleje

1) opakovaná rafinace

- použitý olej se zbavuje nečistot, aby mohl být znovu použit;
- tato forma recyklace je preferována, protože se vytváří původní produkt;

Fáze procesu:

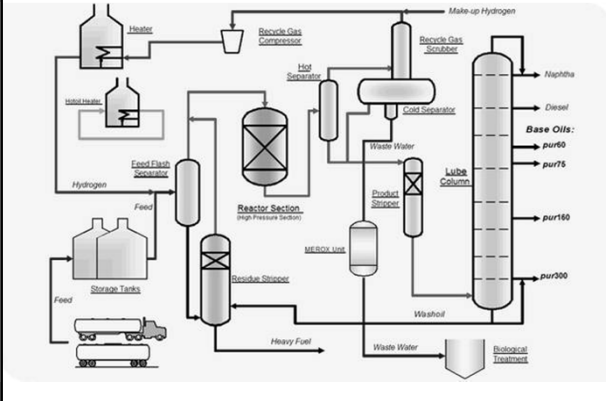
- předpříprava – „odvodňovací fáze“, obvykle na principu usazování – v nádrži se oddělí olejová a vodná složka
- filtrování a demineralizace: cílem je odstranit anorganické složky; olej z předchozího kroku se smíchá s H₂SO₄ (60°C) pro rozpuštění anorg. látek; poté se přidává surfaktant (např. fosforečnany) a následuje usazování – oddělení vodné (odčerpává se ze dna ve formě kalu) a organické části
- propanová deasfaltace (PDA) – proces je založen na použití solventu (propanu), rozpustnosti alifatických uhlovodíků a nerozpustnosti vysokoaromatických složek. Lze použít i jiné solventy (např. butan, pentan). Odpadní olej se míchá se solventem a atmosféricky a vakuově se destiluje. Produktem je asfalt a původní olej.

MOŽNOSTI RECYKLACE: odpadní oleje

2) opakovaná hydrogenační rafinace „HyLube“

- základním vstupem je směs mazacích olejů;
- filtrace - odstranění pevných částic (např. zbytky Fe, Al, Zn)
- smíchání s ohřátým vodíkem v tlakovém směšovači (480°C, 80 bar – zajistí separaci vysokomolekulárních složek, aniž by došlo ke spékání a koksování); tato směs se jednorázově odpaří v separátoru (odtlakováním), zahuštěný odpařený kapalným zbytkem se odvádí do stripovací kolony pro zpracování zbytků (stripování = separace těžkých složek kapalnou směsí proudem jiného plynu – pára, vzduch)
- parní fáze ze separátoru a odpařený zbytek ze striperu se smíchají a odvádějí do katalytického reaktoru – odsíření, odchlorování, denitrifikace, odstranění kyslíku, saturace nenasycených vazeb a mírný hydrocracking.
- separace vodíku, finální destilace

MOŽNOSTI RECYKLACE: odpadní oleje-HyLube



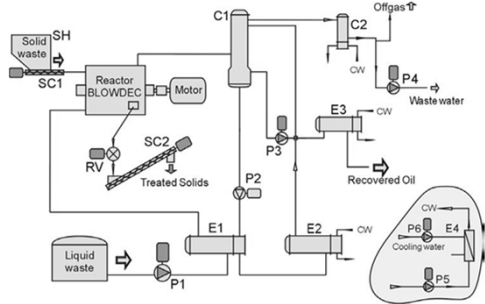
MOŽNOSTI RECYKLACE: odpadní oleje

současné zpracování pevných i kapalných uhlovodíkových materiálů

3) vířivý rozklad BLOWDEC:

- podstatou je separace kapalných a tuhých složek odpadního materiálu (nejen olejů, ale i např. zbytků plastů, PCB, elektronických desek, apod.) a následné zkapalňování a krakování za vzniku kapalně směsi uhlovodíků, vhodné pro další zpracování (destilaci)
- jádrem je vířivý reaktor (podobný lopatkovému mlýnu) s náplní horkého písku, cirkulovaného keramickými lopatkami

MOŽNOSTI RECYKLACE: odpadní oleje-BLOWDEC



Simplified flow chart: SH Solid hopper, SC1-2 Screw conveyer, RV- Rotary valve, P1-6 Pumps, C1 quench condenser, C2 plate condenser, E1-E3 heat exchanger, CW Cooling water.

MOŽNOSTI RECYKLACE: pneumatiky

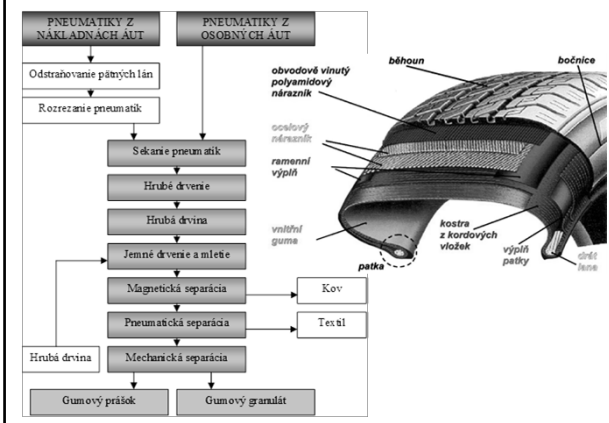
Existuje několik způsobů recyklace/zhodnocení ojetých pneumatik:

- úprava odpadu
- materiálové zhodnocení
- surovinové využití
- energetické využití

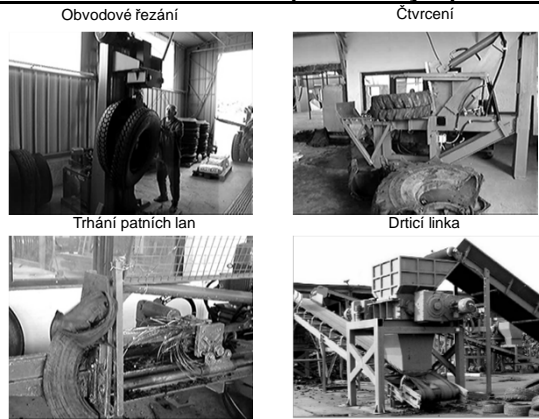
1) Úprava odpadu

- znamená rozdužení pneumatik a separaci jednotlivých částí mechanicky nebo kryogenně;
- mechanická úprava: postupné drcení a následná mechanická, magnetická a pneumatická separace

MOŽNOSTI RECYKLACE: pneumatiky- zpracování



MOŽNOSTI RECYKLACE: pneumatiky- zpracování

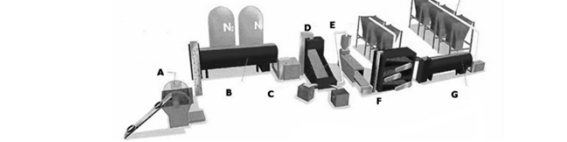
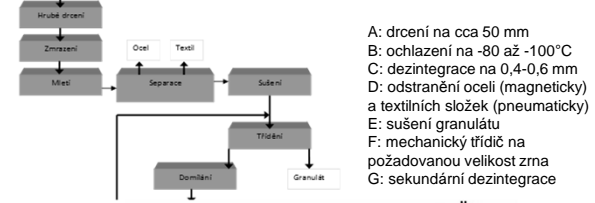


MOŽNOSTI RECYKLACE: pneumatiky - zpracování

- **kryogenní úprava:** podchlazení pneumatik na teplotu cca -80°C – pneumatika natolik ztuhne, že ji lze lehce strojově rozsekát; podchlazení se zajišťuje kapalným dusíkem, který rovněž zabraňuje vzniku výbušných směsí se vzduchem při drcení

- pneumatiky se drtí vcelku i s ocelovou výztuhou, je jednodušší oddělit textilní a kovové části od gumových
- nízká teplota zabraňuje povrchové degradaci gumy
- nevýhodou jsou vyšší náklady – není ekonomicky efektivní pod 100 tis. tun/rok; vyšší energetická náročnost, částečné problémy při manipulaci.
- produktem je granulát, který má relativně vysokou výrobní cenu a významně se mění původní vlastnosti gumy
- spotřeba kapalného dusíku je cca 0,6 kg/ 1 kg pneumatik

MOŽNOSTI RECYKLACE: pneumatiky - zpracování



Legenda: A – předradný drtič, B – mrazicí tunel, C – kladivový mlyn, D – separátor ocele a tkanin, E – sušič, F – tříděč, G – domláni, H – zásobník granulátu

MOŽNOSTI RECYKLACE: pneumatiky - materiálové využití

2) materiálové využití

- gumový granulát je možné (pro přidání přídavných látek) využít jako surovinu pro gumové výrobky
 - přísadu do směsi při výrobě nových pneumatik
 - podkladů vozovek a kolejnic
 - výrobu dopravních pásů
 - obalových materiálů nebo
 - v obuvnictví (podrážky, podpatky, apod.)

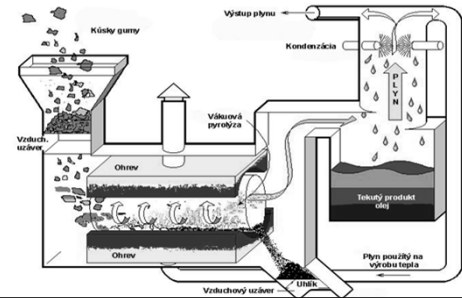
Úprava granulátu na tzv. **regenerát**:

- tepelná devulkanizace – recyklace vyžaduje přerušení vazeb mezi molekulami vytvořených při vulkanizaci, obvyklým problémem je, že teplota devulkanizace a depolymerace jsou podobné;
- příklad – mikrovlnná regenerace: pomocí MW se drcená pneumatika ohřeje v reaktoru na 180-240°C, v navazující zóně dojde k vyrovnání teploty a poté ochlazení na 80-100°C.
- využití vyrobeného regenerátu: zvukové izolace, tepelné izolace, sorbenty

MOŽNOSTI RECYKLACE: pneumatiky - surovinové využití

3) surovinové využití - pyrolyza

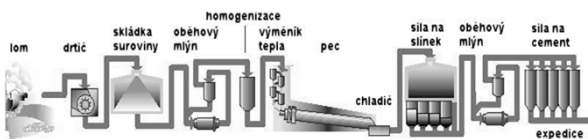
produkty: lehké oleje použitelné jako topný olej, střední použitelné pro výrobu mazacích prostředků, těžké oleje pro výrobu uhlíkových vláken; plyn se používá na ohřev pece, přebytek pro plynový motor; uhlíkový zbytek (po separaci kovů) má podobné vlastnosti, jako aktivní uhlí



MOŽNOSTI RECYKLACE: pneumatiky - energetické využití

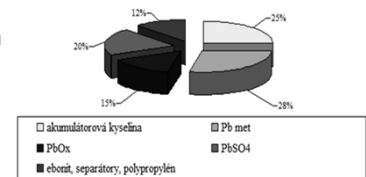
4) energetické využití

- přímé spalování nebo zplyňování; výhřevnost pneumatik cca 25-32 MJ/kg
- majorita energ. využití je využití jako sekundární palivo v cementárnách, typicky v předkalcinátoru; zároveň se využije i obsah anorganických složek do produktu – cementářského slínku



MOŽNOSTI RECYKLACE: použité baterie a akumulátory

- akumulátory, zejm. obsahující Pb, jsou stále větším problémem; rozvoj elektromobility...?
- klasický akumulátor se skládá z článků zapojených do série; články obsahují elektrody, separátory a elektrolyt. Na kladných elektrodách (nejč. deskové) je aktivní látkou PbO₂. Na záporných elektrodách je aktivní látkou houbovitě olovo. Separátory brání mechanickému dotyku elektrod. Elektrolytem je zředěná (tzv. akumulátorová) kyselina sírová H₂SO₄
- v ČR se stále dostává do komunálního odpadu cca 10 000 t/rok akumulátorů, do ŽP se dostane cca 6500 t Pb a 1200 t H₂SO₄



MOŽNOSTI RECYKLACE: použité baterie a akumulátory

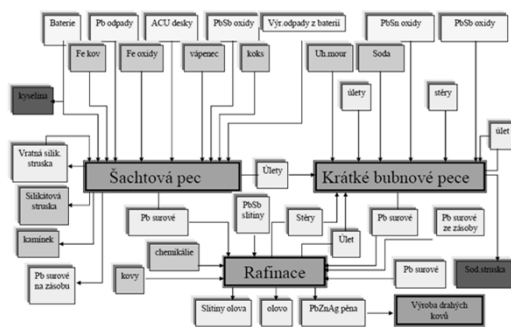
- 1) MA a CX proces: úplné rozdrčení akumulátorů a následné oddělení jednotlivých konstrukčních prvků. Získává se několik produktů – olověné slitiny, olověné pasty, kyselina sírová, organické materiály (plasty). Kovonosný materiál se zpracovává v bubnových pecích, organická frakce je obtížně zpracovatelná (nehomogenita, obsah Pb) a skládkuje se popř. spaluje jako nebezpečný odpad. Technologie je náročná na vodu (záchyt prachových úletů do vody)
- 2) technologie Kovohutě Příbram (proces VARTA): odstranění kyseliny, rozbití pevných částí a smíchání s :
 - ostatními Pb odpady, typicky z výroby akumulátorů
 - vratnou struskou
 - vápencem,
 - kovovým železem a oxidy železa

MOŽNOSTI RECYKLACE: použité baterie a akumulátory

- 3) dávkuje se do pece, kde se spaluje koks – tavení a redukce olova uhlíkem, tavenina vytéká z pece; síra obsažená ve vsázce se váže na železo a odpichuje se společně se struskou; po ztuhnutí se olovo mechanicky odděluje od strusky; produktem je slitina olova s antimonem (cca 2%), tzv. tvrdé olovo, struska a olovářský kamínek, který se recykluje při primárním tavení olova



The first important step was to change the approach and hygiene habits of the employees.

MOŽNOSTI RECYKLACE: použité baterie a akumulátory**Technologie recyklace odpadů olova****MOŽNOSTI RECYKLACE: použité baterie a akumulátory**

- PVC separátory – uvolněný chlor reaguje s Pb na $PbCl_2$, zachycuje se v úletu na filtrech; úlet se zpracovává v bubnových pecích se sodou, odpadem ze zpracování je sodná struska se zbytkovým obsahem Pb, Sn, As (ekologický problém se špatně zabezpečenou skládkou)
- v rozvoji rafinace olova kyslíkem – olovo se znovu roztaví (cca 330 °C) a do taveniny se vhání čistý kyslík. Dojde k prioritní oxidaci Sn, As a Sb, které vyplavou na povrch v podobě pěny, která se stahuje a zpracovává.
- Přidávkem zinku do taveniny se získávají drahé kovy, opět ve formě vyplavené pěny na povrchu