

RECYKLACE TERMOPLASTŮ, TERMOSETŮ A PRYŽÍ

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

UČO:29716

Kdo jsem a odkud přicházím

- **Od 1. 10. 1974 do 31. 12. 2015**
 - POLYMER INSTITUTE BRNO, spol. s r.o.
- **GASCONTROL PLAST a.s., Havířov**
 - **pospisil@gascontrolplast.cz**
- **Soukromá firma**

Recyklace ZAČALA UŽ V 19. STOLETÍ

the first documented *polymer processing* machinery dates back to 1820 when Thomas Hancock invented a rubber masticator. The primary use of this masticator, which consisted of a toothed rotor inside a toothed cylindrical cavity [5], was to reclaim rubber scraps which resulted from the manual manufacturing process of elastic straps*.

Mastikace = snižování MW mechano-chemickou degradací

Kaučuk nebyl VULKANIZOVANÝ, protože vulkanizaci vynalezl Ch. Goodyear až v roce 1833

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. (zmk)

Předmět kurzu je:

- **Pochopení recyklace a likvidace polymerního odpadu (termoplasty, termosety, vulkanizáty) jako komplexní problematiky zahrnující legislativní, ekonomické a technické požadavky. Probírán je celý proces, počínaje sběrem odpadu a končící využitím s důrazem na minimalizaci skládkování a dopadů na životní prostředí.**
- **Součástí výuky je minimálně jedna exkurze do recyklační firmy.**
- **Absolvent by měl získat základ pro práci v recyklační firmě a být schopen si dále samostatně doplňovat znalosti v této oblasti.**

Časový plán

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

Rozdělení lekcí

Technologie nebo téma	Počet přednášek
Legislativa, názvosloví, perspektivy ...	3
Přípravné činnosti, aditivace, zpracovatelské technologie	2
Mechanická recyklace	3
Chemická recyklace	1
Energetické využití	1
Recyklace versus biodegradace	1
EXKURZE, PRAKTICKÉ PŘÍKLADY, REZERVA	4
CELKEM	15

System studia

- Přednášky budou vloženy na Intranet
- Průběžná práce během celého semestru
- Kombinace odborných úloh (4) a překladů z angličtiny (4)(bude součástí hodnocení)
- **Zkouška jen písemná**
- **TERMÍNY zkoušky – dle dohody**

E - LEARNING

Přednášky	Budou vystaveny na e-learning
Chřipková epidemie a podobné problémy	Přednáška bude vystavena na e-learning
Dotazy a připomínky	Zasílat na moji Internetovou adresu pospisil@polymer.cz

Biomasa

Biomasa je souhrn látek tvořících těla všech organismů, jak rostlin, bakterií, sinic a hub, tak i živočichů. Tímto pojmem často označujeme rostlinnou biomasu využitelnou pro energetické účely. Energie biomasy má svůj prapůvod ve slunečním záření a fotosyntéze, proto se jedná o obnovitelný zdroj energie. Celková hmotnost biomasy je obvykle stanovena vážením, popřípadě též odhadem z objemu nebo délky těla. U čerstvě nalovených organismů je stanovena živá nebo čerstvá biomasa. Přesnější je stanovení biomasy suché (sušiny) a sušiny bez popelovin. Energetická hodnota biomasy je stanovena buď spálením v joulometru, nebo na základě podílu proteinů, cukrů a tuků.



RECYKLACE & ODPADY v umění

- **Bohumil Hrabal** se narodil v Brně-Židenicích
- **Film „Skřivánci na niti“ podle jeho knihy > kovy, Kladno**
- po těžkém úrazu pracoval v libeňských sběrných surovinách jako balič **starého papíru**
- **Jan Neruda – povídka „Kam s ní“ líčí potíže s tím, jak naložit se starým slamníkem**
- **J. & Z. Svěrákovi – film „Vratné lahve“ pracovník „Úlisný“ – lisoval papír a plasty pro RECYKLACI**

POLYMER - Plast (TERMOPLAST – Termoset)

Polymer	Plast
Makromolekulární látka bez dalších příměsí	Makromolekulární látka (polymer) obsahující příměsí (aditiva) potřebné pro zpracování a plnění funkce výrobku z ní připravené
PLAST	
TERMOPLAST	Termoset
Při zpracování dochází k minimální či žádné reakci (<u>vzniku nových vazeb či zániku existujících vazeb</u>) a hmotu lze znovu roztavit a vyrobit z ní nový (jiný) výrobek	<i>Při zpracování dochází k řadě reakcí <u>(vzniku nových vazeb)</u> a hmotu NELZE znovu roztavit a vyrobit z ní nový (jiný) výrobek</i>

ČSN 64 0003 Plasty – Zhodnocení plastového odpadu – Názvosloví

Česky	anglicky
Recyklace plastů, recyklování plastů Proces, při němž jsou použité a odložené plastové výrobky, které by se jinak zařadily do proudu tuhého odpadu, sbírány, tříděny, zpracovávány a materiál z nich získaný vrácen do užívání	Plastic recycling
Třídění plastového odpadu	Sorting of plastic waste
Zhodnocování plastového odpadu	Valorization of plastic waste, recovery of plastic waste

ČSN 64 0003 Plasty – Zhodnocení plastového odpadu – Názvosloví

Česky	anglicky
Primární recyklace plastů, primární recyklování plastů Proces, při němž se z plastového odpadu získává materiál či výrobek z tohoto materiálu, který má stejné nebo podobné vlastnosti jako materiál či výrobek původní	Primary recycling
Sekundární recyklace plastů, sekundární recyklování plastů Proces, při němž se z plastového odpadu získává materiál či výrobek, jehož vlastnosti jsou značně odlišné od materiálu původního	Secondary recycling

Literatura a zdroje poznání

- **Neznám českou či slovenskou učebnici ani skripta**
1. Vanessa Goodship: **Introduction to Plastics Recycling**, 2nd Edition (ISBN: 978-1-84735-078-7) – této knihy se budu snažit držet při výuce, vydáno v roce 2007 ([www. polymer-books.com](http://www.polymer-books.com))
 2. R.J. Ehring (Editor): **Plastics Recycling** (ISBN: 3-446-15882-0 Hanser, 0-19-520934-6 Oxford University Press)
 3. **Odborný slovník** anglicko – český a česko – anglický „**Ekologie a ochrana životního prostředí**“ (ISBN: 80-902541-0-1)
 4. A.L. Bisio, M. Xanthos (Editors): **How to Manage Plastics Waste** (Technology and Market Opportunities) (ISBN: 1-56990-136-8)
 5. J. Schiers: **Polymer Recycling** (ISBN:0-471-97054-9)

Introduction to Plastics Recycling

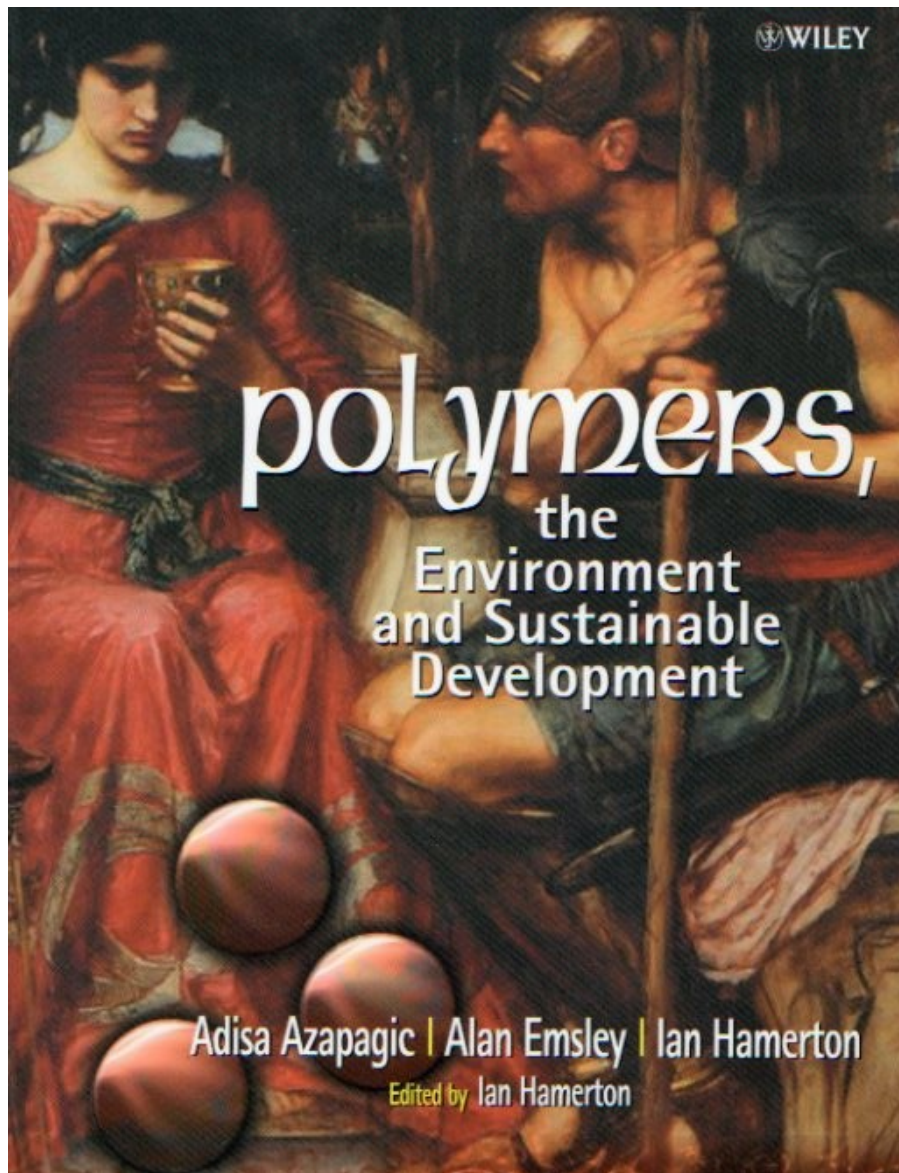
Second Edition

Vannessa Goodship

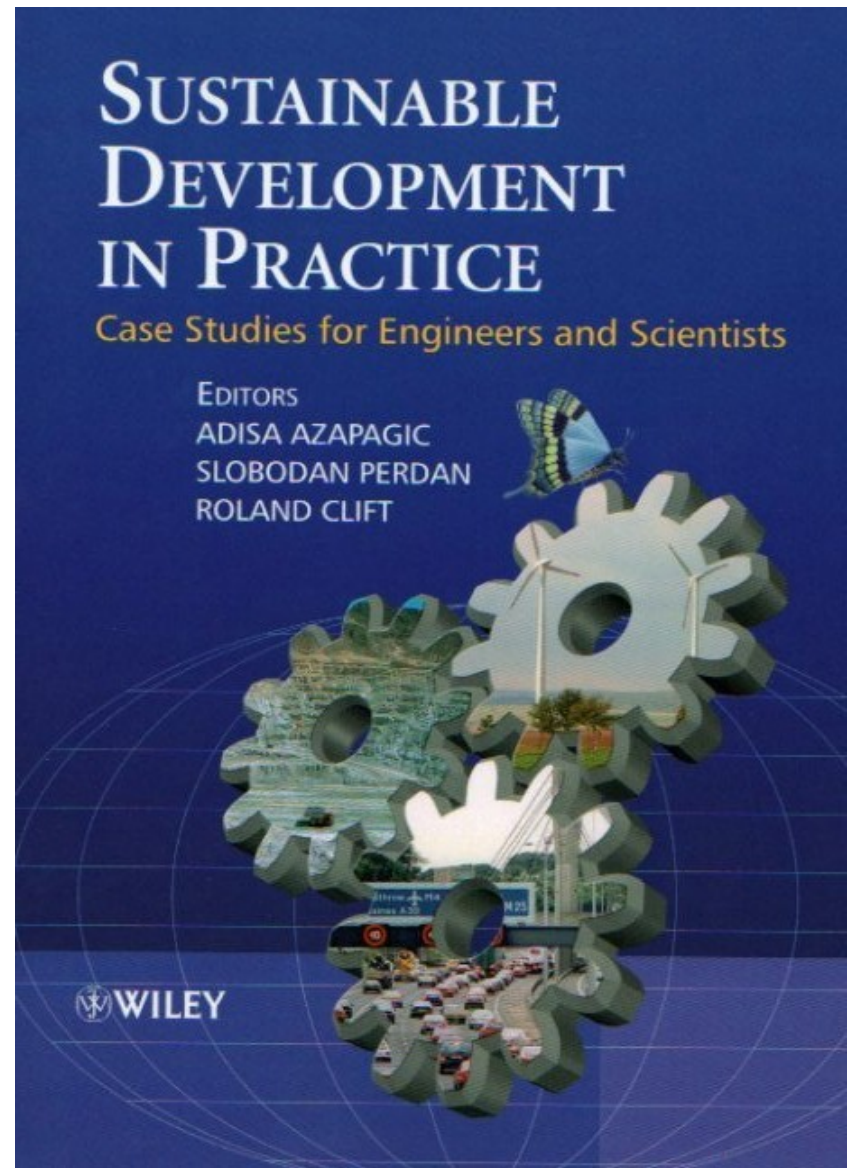
 SMITHERS
rapra

Název	Recyklace a zneškodňování tuhých odpadů Laboratorní cvičení
Autor	© Ing. et Ing. Ivo Kuřitka, Ph.D. Ing. Petr Slobodan, Ph.D. doc. MSc. Nabanita Saha, Ph.D.
Číslo publikace	1
Vydání	první
Náklad	60
Vyšlo	prosinec 2006
Vydavatel	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Tiskárna	UTB - Academia centrum Zlín

Pro začátečníky



Pro pokročilé



Pro hodně pokročilé

Literatura a zdroje poznání

1. **Časopis ODPADY** (měsíčník, česky, bereme na ústavu)
2. **Elektronický měsíčník WASTE** (jsem abonentem, můžu poslat ukázkou)
3. **Polymer Degradation and Stability** (časopis)
4. Části časopisů (Plastics & Environment), např. **MACPLAS** (anglicky)
5. Konference „**ODPADOVÉ FÓRUM**“, Milovy, každoročně
6. **SVĚT BALENÍ** (časopis), řada článků věnována plastům a plastovým odpadům
7. **Plasty a kaučuk** (časopis), řada krátkých anotací věnována plastům a plastovým odpadům
8.

Legislativa česká

Bez legislativy to nejde:

- Sbírka zákonů
- **Zákony a podzákoné normy**
 - **Zákon o odpadech č. 181/2001 Sb.**

- Vyhláška ministerstva životního prostředí č. 381/2001

Sb.: **KATALOG ODPADŮ** (použit zkrácený název)

Plasty se v 381/2001 Sb. Vyskytují hned v několika skupinách, z nichž asi Z HLEDISKA VEŘEJNOSTI nejdůležitější je skupina 15 ODPADNÍ OBALY > máte ke Sbírce přístup?

Legislativa EU

PŘEHLED LEGISLATIVY ČESKÉ & EU:

Odborný slovník anglicko – český a česko – anglický
„**Ekologie a ochrana životního prostředí**“ (ISBN: 80-902541-0-1)

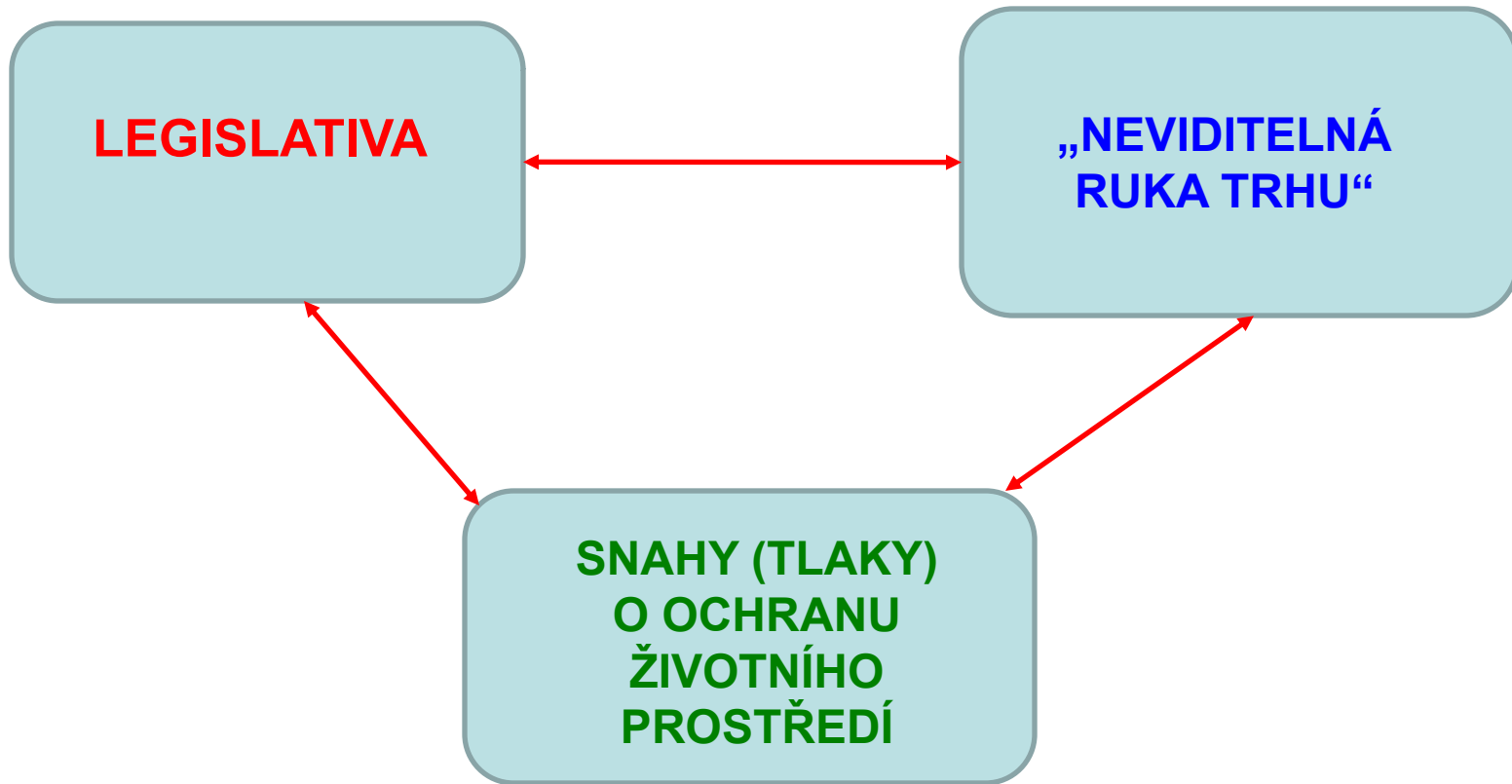
- Council Directive **75/442/EEC** of 15 July, 1975: „**Waste – Framework Directive**“
- Commission Decision **94/3/EC** of 20 December, 1994: „**European List of Wastes** “ (upřesňuje **75/442/EEC**) **je to tedy Katalog odpadů podle EU**
- Různé země mají různá specifika ve věci recyklace plastových odpadů, viz např. **Introduction to Plastics Recycling**, str. 134

Věda nebo technika?

Recyklace plastů je problém (téma) spíše technický obsahující v sobě minimálně tři obory (odbornosti):

- **Chemie polymerů** (makromolekulární chemie)
- **Zpracování plastů**
- **Mechanické a jiné** (např. dlouhodobá stabilita) **vlastnosti výsledných materiálů**

Vzájemné ovlivňování recyklačních aktivit



Uživatelský plastový odpad

CO MÁ SMYSL Z TOHO RECYKLOVAT 1

Data z
USA –
rok
1995

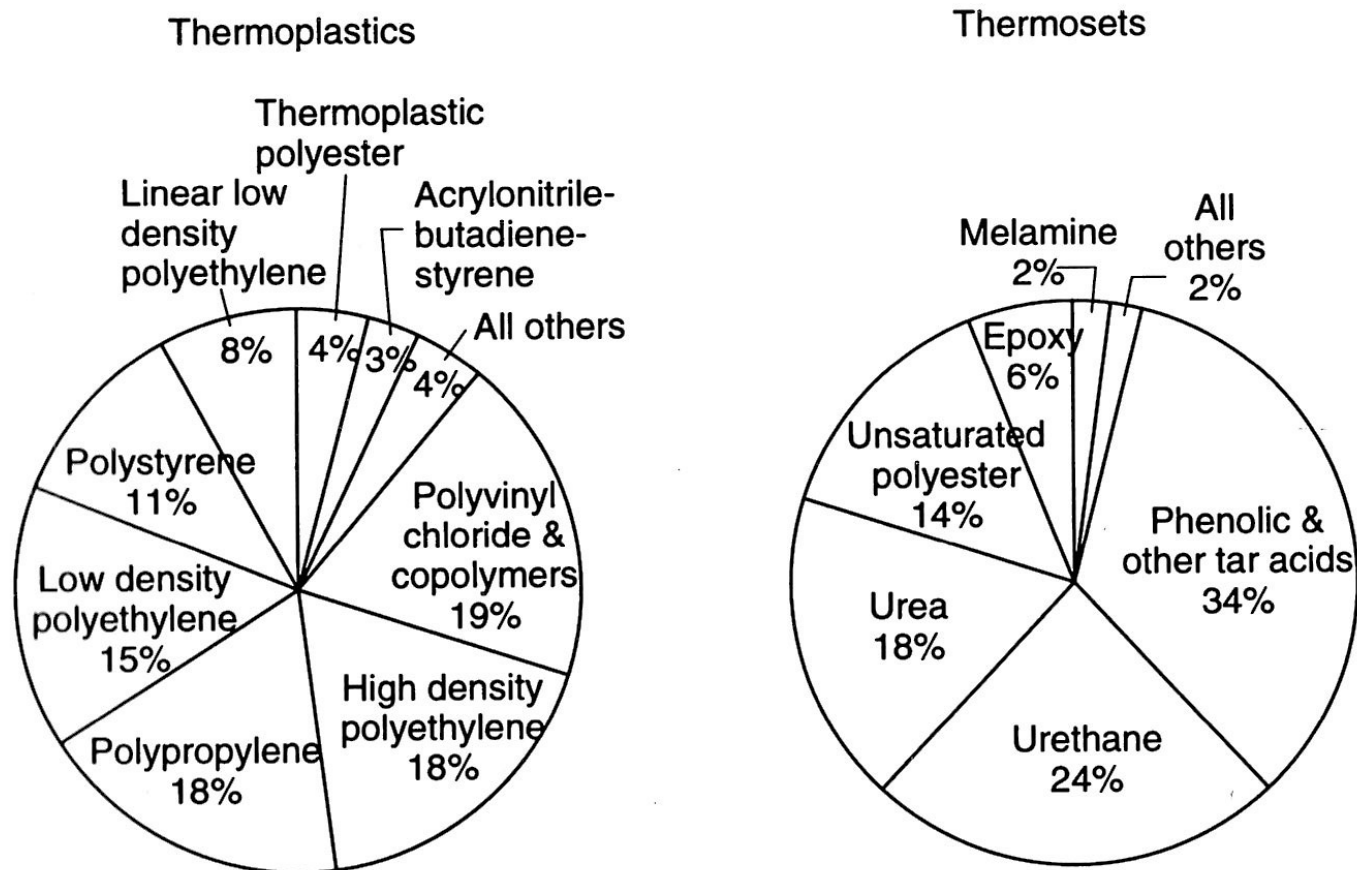
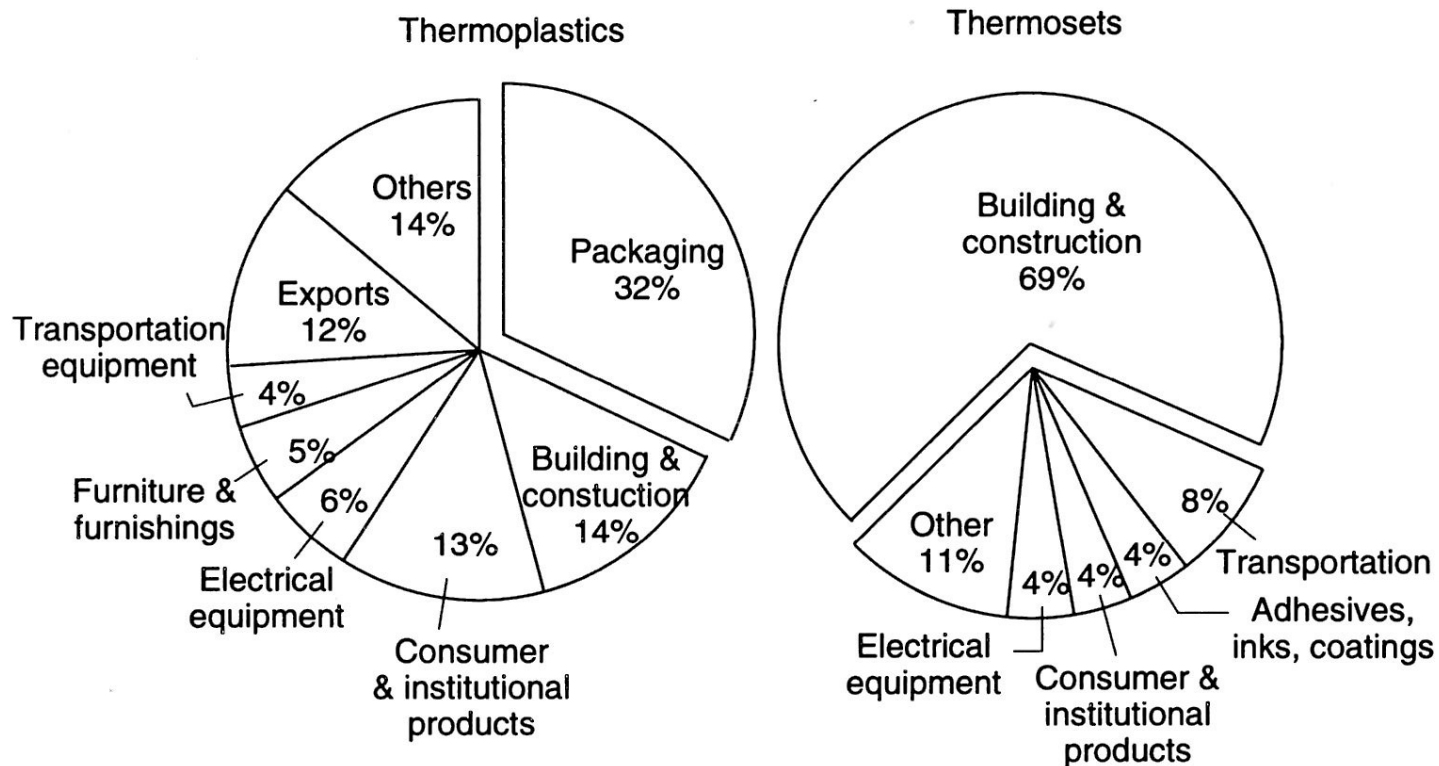


Figure 1.2 Break down of U.S. polymer production into major polymer categories.

Uživatelský plastový odpad

CO MÁ SMYSL Z TOHO RECYKLOVAT 2



**Data z
USA –
rok
1995**

Figure 1.3 Break down of U.S. polymer production into major areas of application.

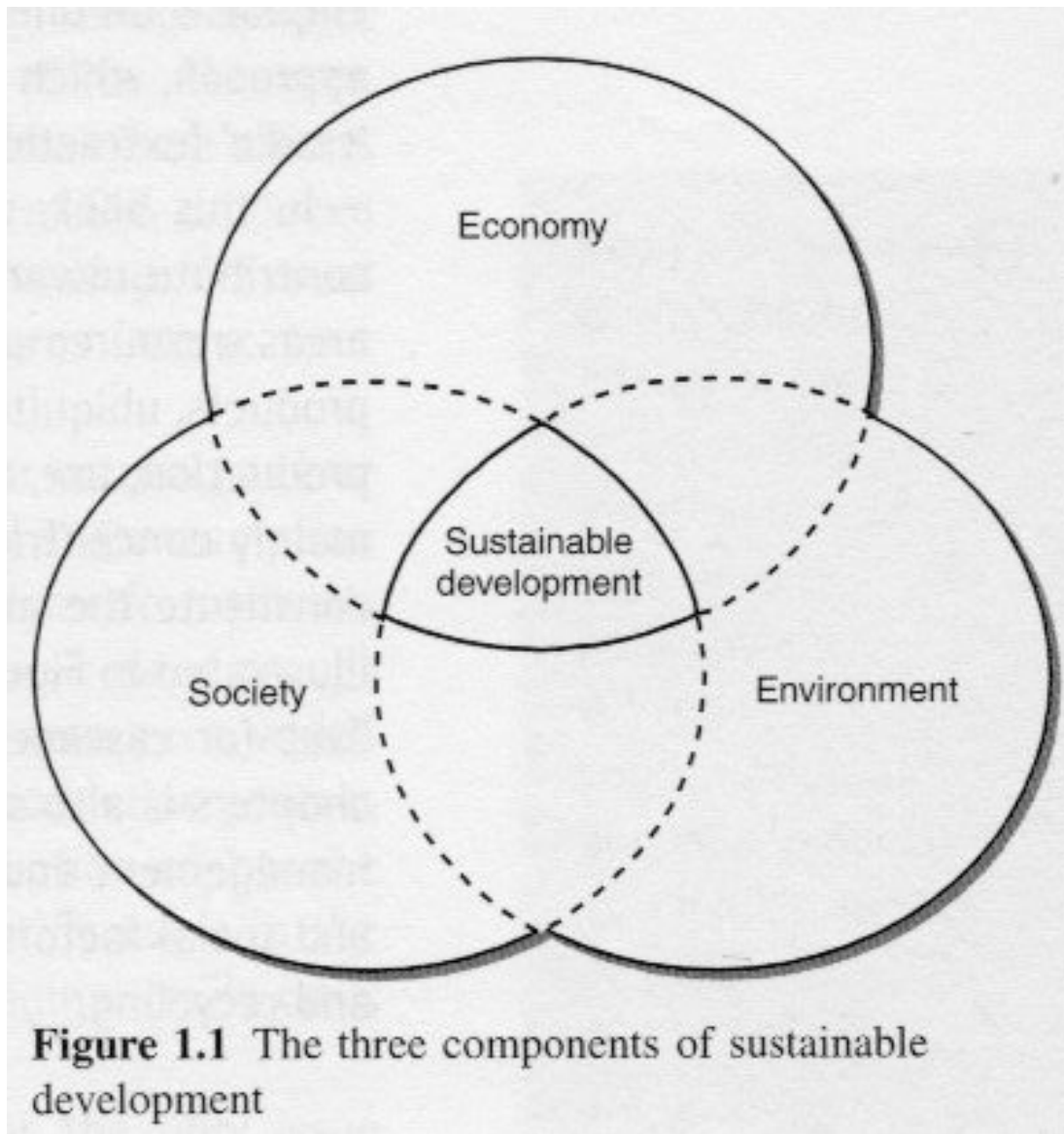
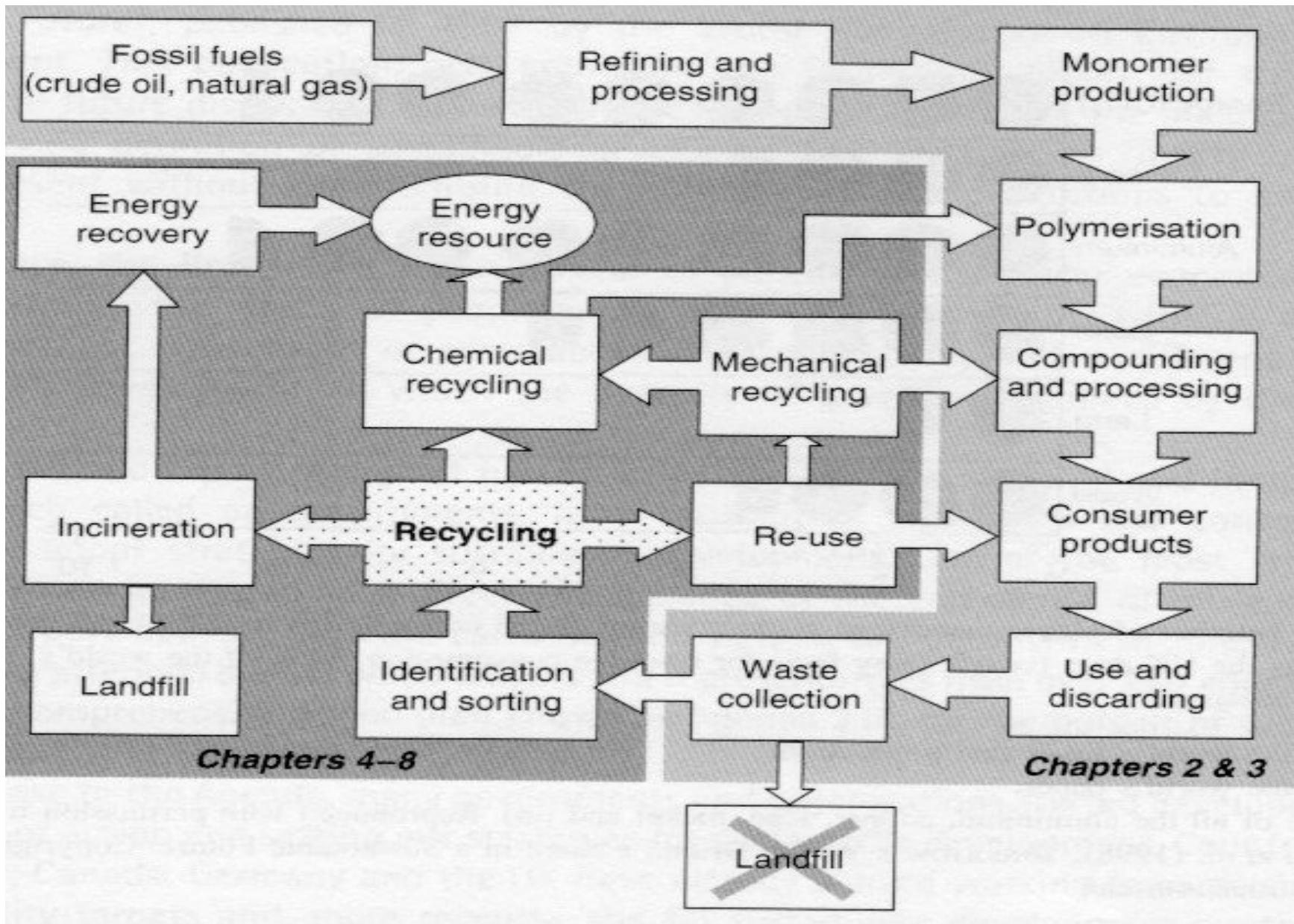


Figure 1.1 The three components of sustainable development



RECYKLACE na území České republiky z historického hlediska

Pokřik „Hadry, kosti, staré železo“ se ozýval již po městech a vesnicích c.k. monarchie

Do roku 1989 se sbíraly a recyklovaly hlavně kovy, sklo a papír

Recyklace plastů pocházejících z odpadů domácností je záležitostí posledních cca. 18 – 20 let (výjimky např. láhve od motorových olejů,) – např. sáčky od mléka se ale běžně umývaly a dále používaly

Je-li na něco norma, pak se ji snažme používat ...

- Národní normy ČSN (často je za tím např. ISO, EN > harmonizace s jinými normami) > www.cni.cz
- Evropské normy ISO, EN > www.iso.org
www.cen.eu
- Americké normy ASTM > www.astm.org
- Německé normy DIN > www.din.de

Bez placené registrace lze získat jen anotaci obsahu!

Normy týkající se recyklace a recyklátů se postupně doplňují!

Je-li na něco norma, pak se ji snažme používat ...

- **ISO 472:1988 Plastics – Vocabulary (anglicky + francouzsky)**
- **EN 15347:2007 Plastics. Recycled Plastics. Characterization of plastics waste**
- **EN 15342:2007 Plastics. Recycled plastics. Characterization of polystyrene (PS) recyclates**
- **EN 15343:2007 Plastics. Recycled plastics. Plastics recycling traceability and assessment of conformity and recycled content**
- **EN 15344:2007 Plastics. Recycled plastics. Characterization of polyethylene (PE) recyclates**
- **EN 15345:2007 Plastics. Recycled plastics. Characterization of polypropylene (PP) recyclates**
- **EN 15346:2007 Plastics. Recycled plastics. Characterization of poly(vinyl chloride) (PVC) recyclates**
- **EN 15348:2007 Plastics. Recycled plastics. Characterization of poly(ethylene terephthalate) (PET) recyclates**

EN 15347:2007 Plastics. Recycled Plastics. Characterization of plastics waste

Contents of EN 15347 include:

- Foreword
- Introduction
- Scope
- Normative references
- Terms, definitions and abbreviated terms
- Requirements
- Classification scheme
- Quality Assurance
- Bibliography

Jak vypadá ANOTACE NORMY > viz www.bsi-global.com

Americká norma ASTM D 5033-00

Development of ASTM Standards Relating to Recycling and Use of Recycled Plastics

Stejný význam jako v ČSN 64 003

- Rozlišují primární, sekundární, terciární (výroba paliv) a kvartérní (spalování) recyklaci plastů
- Jinak pouze menší odlišnosti od evropských termínů

Národní normy ČSN

- **ČSN 64 0003 Plasty – Zhodnocení plastového odpadu – Názvosloví (*obsahuje i anglické ekvivalenty a synonyma*)**
 - **ČSN 83 8001 Názvosloví odpadů**
 - **ČSN 64 0001 Plastikářská a gumárenská terminologie**

ČSN 64 0003 Plasty – Zhodnocení plastového odpadu – Názvosloví

Česky	anglicky
Fyzikální recyklace plastů, fyzikální recyklování plastů	Physical recycling
Chemická recyklace plastů, chemické recyklování plastů, rekonstituce plastového odpadu	Reconstitution of plastic waste, <u>Chemical recycling – běžně se používá, ale není v této normě</u>
Surovinové zhodnocení plastů, přeměna plastového odpadu na suroviny surovinové využití plastového odpadu	Transformation of plastic waste into raw materials <u>Feedstock recycling – běžně se používá, ale není v této normě</u>
Energetické zhodnocení plastů, přeměna plastového odpadu na energii, energetické využití plastového odpadu	Transformation of plastic waste into energy <u>Energy recovery – běžně se používá, ale není v této normě</u>

Extruder neboli VYTLAČOVACÍ STROJ

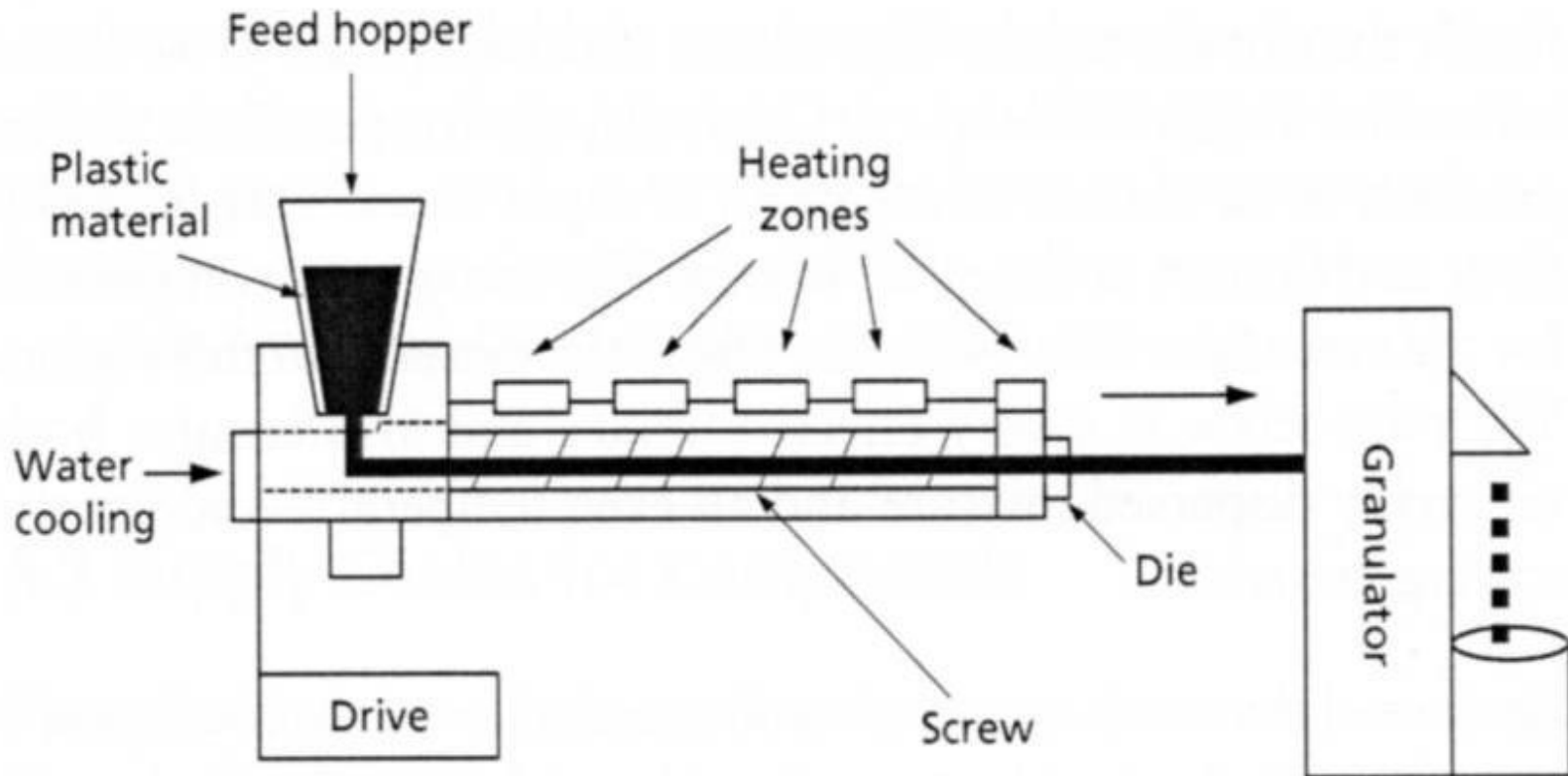


Figure 6.4 Schematic of an extruder

Zhodnocení plastového odpadu – Nenormované, leč používané výrazy

Česky norma	Česky Nenormované, leč používané výrazy
Fyzikální recyklace plastů, fyzikální recyklování plastů	Mechanická recyklace
Fyzikální recyklace plastů, fyzikální recyklování plastů	Materiálová recyklace (pro odlišení od energetického využití plastového odpadu)
Chemická recyklace plastů, chemické recyklování plastů, rekonstituce plastového odpadu	
Surovinové zhodnocení plastů, přeměna plastového odpadu na suroviny surovinové využití plastového odpadu	

Fyzikální recyklace plastů, fyzikální recyklování plastů

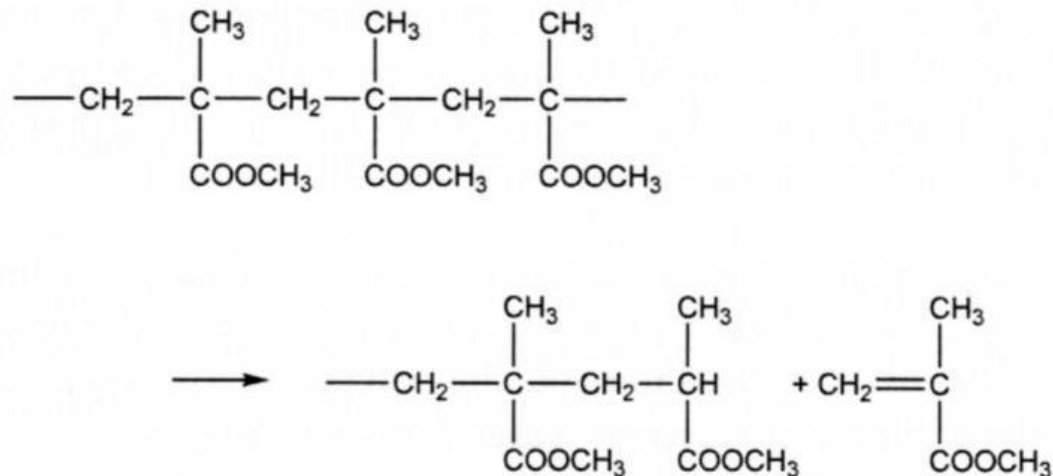
Proces, při němž se z plastového odpadu získává nový materiál nebo složky nového materiálu a při němž neprobíhá záměrně vyvolaná chemická reakce

Příklad - fyzikální recyklování plastů

Odpadní pytle z LDPE se vyperou, přetaví, tavenina se zfiltruje a zgarnuluje

Příklad – proces NENÍ fyzikální recyklování plastů

Odřezky, piliny a hobliny z blokového PMMA se termicky rozloží (depolymerace) na metylmetakrylát (monomer)



Chemická recyklace plastů, chemické recyklování plastů

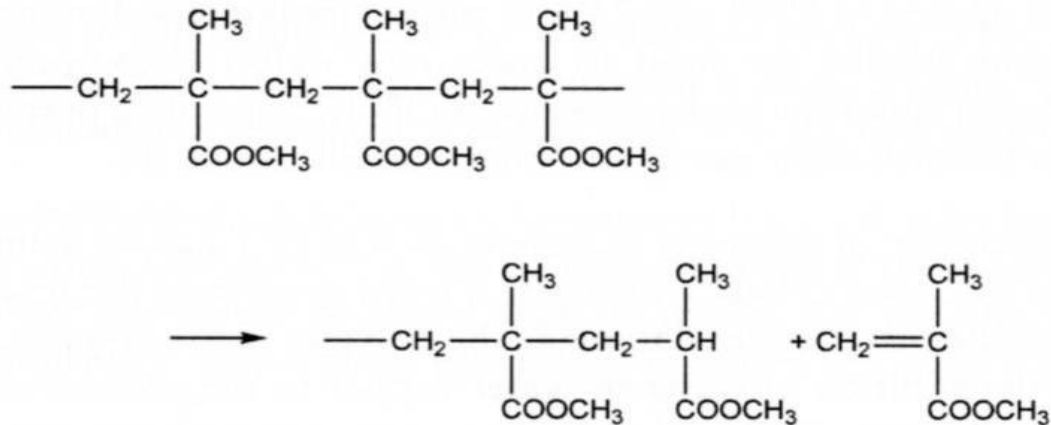
Chemický nebo tepelný rozklad druhově tříděného plastového odpadu na jednoduché sloučeniny, obvykle monomery, z nichž se chemickými procesy připraví nový materiál

Příklad – chemického recyklování plastů

Odřezky, piliny a hobliny z blokového PMMA se termicky rozloží (depolymerace) na metylmetakrylát (monomer)

Příklad – proces NENÍ chemické recyklování plastů

Vtoky a nestandardní výstřiky ze vstřikovacího PMMA se podrtí, přetaví, zgranulují a znovu použijí na vstřikování



Surovinové zhodnocení plastů

Přeměna plastového odpadu, většinou smíšených plastů, na základní suroviny chemického průmyslu nebo na paliva tepelným rozkladem, hydrogenací či podobnými procesy

Příklad – Surovinové zhodnocení plastů

Nízkoteplotní či vysokoteplotní pyrolýza směsných odpadů na kapalně a plynné složky

Příklad – proces NENÍ surovinové zhodnocení recyklování plastů

Spalovny komunálního odpadu

Energetické zhodnocení plastů

Spalování plastového odpadu, většinou smíšených plastů, a využití energie obsažené v materiálu pro výrobu tepla nebo elektřiny

Příklad – Energetické zhodnocení plastů

Spalovny komunálního odpadu > nová spalovna v Brně > teplo i elektřina

Příklad – proces NENÍ energetické zhodnocení recyklování plastů

Skládkování komunálního odpadu

ČSN 64 0003 Plasty – Zhodnocení plastového odpadu – Názvosloví

Česky	anglicky
<p>Průmyslový plastový odpad Materiál známého složení pocházející z vnitropodnikových technologických operací, nezhodnocený používáním výrobku; může obsahovat plast jednoho druhu či typu nebo směs plastů</p>	<p>Industrial plastic waste, Industrial plastic scrap</p>
<p>Technologický plastový odpad Materiál známého složení pocházející z technologické operace, nezhodnocený používáním výrobku; <u>obsahuje pouze plast jednoho druhu či typu</u></p>	<p>Industrial <u>single material</u> plastic scrap</p>

ČSN 64 0003 Plasty – Zhodnocení plastového odpadu – Názvosloví

Česky	anglicky
Uživatelský plastový odpad Plastové výrobky pocházející od uživatelů , kde sloužily svému účelu a posléze byly odděleny od jiného tuhého odpadu, zejména za účelem sběru, třídění, recyklování, popř. jiného využití či zhodnocení	Postconsumer plastic waste
Smíšené plasty, směsice plastů Směs různých plastů, jejichž vlastnosti se mohou navzájem značně lišit	Commingled plastics

ČSN 64 0003 Plasty – Zhodnocení plastového odpadu – Názvosloví

Česky	anglicky
Prvotní plast, panenský plast, plast z prvovýroby	Virgin plastic
Prvotní plasty mimo jakostní interval, prvotní plasty off- grade, prvotní plasty off-spec	Off -spec Virgin plastic , off -grade Virgin plastic
Proplachovací materiál, pročišťovací materiál, vyjížděcí směs	Purge

Regenerát versus recyklát

Česky	anglicky
Regenerát z vlastních zdrojů Materiál získaný z vlastního technologického odpadu, určený pro použití uvnitř podniku	Reworked plastic
Regenerát z vnějších zdrojů Materiál z technologického odpadu, <u>zpracováváný nebo přepracováváný mimo podnik, v němž vznikl</u>	Reprocessed plastic
Recyklovaný plast Materiál získaný recyklováním UŽIVATELSKÉHO plastového odpadu, tento materiál je většinou předmětem dalších zpracovatelských operací vedoucích k výrobku	Recycled plastic