

Polymery a plasty v praxi

POLYVINYLCHLORID

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

29716@mail.muni.cz

POLYVINYLCHLORID

*vynikající plast se
ŠPATNOU POVĚSTÍ*

- **VOLNÝ MONOMER** – **VYŘEŠENO**
- **STABILIZÁRORY NA BÁZI Pb a Sn** –
VYŘEŠENO, Pb ZAKÁZÁNO
- **FTALÁTOVÁ ZMĚKČOVADLA** –
VYŘEŠENO
- **ZPLODINY HOŘENÍ** - **VYŘEŠENO**

PVC - změna oblasti využívání

DŘÍVE

- **Předměty pro KRÁTKODOBÉ
POUŽITÍ (fólie, obaly, ...)**

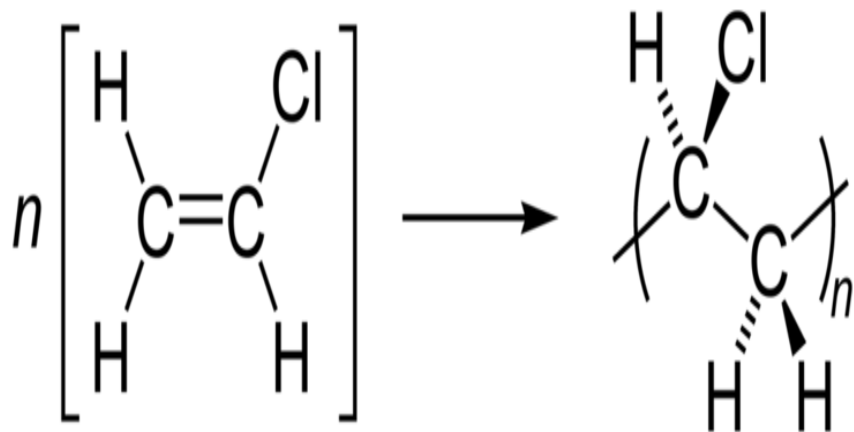
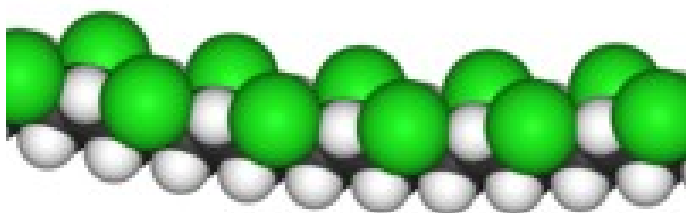
NYNÍ

- **Předměty pro DLOUHODOBÉ
POUŽITÍ (okna, střechy, obložení
staveb, ...)**

Historie PVC v České a Slovenské republice

1. Kořistná technologie IG Farben > **emulzní PVC**, Nováky (Slovensko) > **výzkumné zázemí v Brně na dnešním PIB od cca. roku 1950**
2. Nákup licence (německá firma Hüls) na **SUSPENZNÍ PVC** > Neratovice (Česká republika), cca. 120 000 tun roční kapacita, granulační jednotka na cca. 25 000 tun roční kapacita, **výzkumné zázemí v Brně na dnešním PIB od cca. roku 1970**
3. Kopolymer na gramofonové desky > **vyvinuto v Brně na dnešním PIB (vinylchlorid – vinylacetát)**
4. **Vývoj vlastní technologie SUSPENZNÍHO PVC, včetně reaktorů 80 m³ > polymerace vyvinuta v Brně na dnešním PIB > nakonec NEREALIZOVÁNO > nezvládnut reaktor**

POLYVINYLCHLORID (zkratka PVC) - základní informace 1



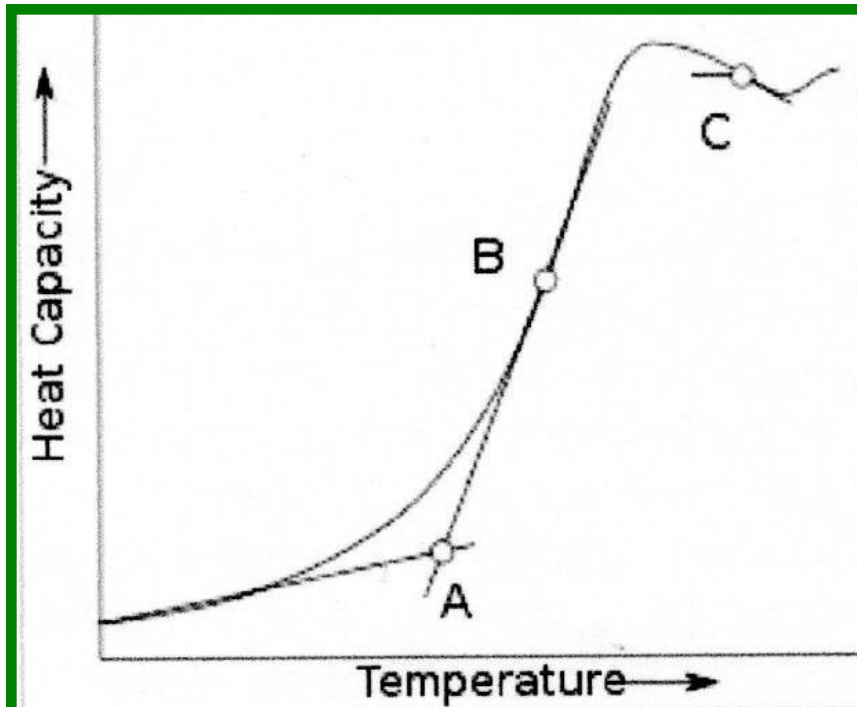
<u>Chemický název</u>	Polyvinylchlorid
<u>Hustota</u>	1,39-1,40 kg/m ³
<u>Molární hmotnost</u>	42,08 g/mol (vinylchlorid)
<u>Teplota skelného přechodu</u>	80 °C
<u>Tepelná vodivost</u>	0,16 W/(m·K)
<u>Měrná tepelná kapacita</u>	0,9 kJ/(kg·K)
<u>Modul pružnosti</u>	2 500 MPa
<u>Mez pevnosti</u>	50-60 <u>MPa</u>

PVC - základní informace 2

- **PVC je typickým příkladem AMORFNÍHO TERMOPLASTU**
- **AMORFNÍ TERMOPLAST** charakterizuje **TEPLOTA SKELNÉHO PŘECHODU**
- **TEPLOTA SKELNÉHO PŘECHODU** má u **AMORFNÍCH TERMOPLASTŮ** podobný význam – charakterizuje zásadní změny fyzikálních vlastností – jako u **SEMIKRYSTALICKÝCH TERMOPLASTŮ** bod tání krystalické fáze

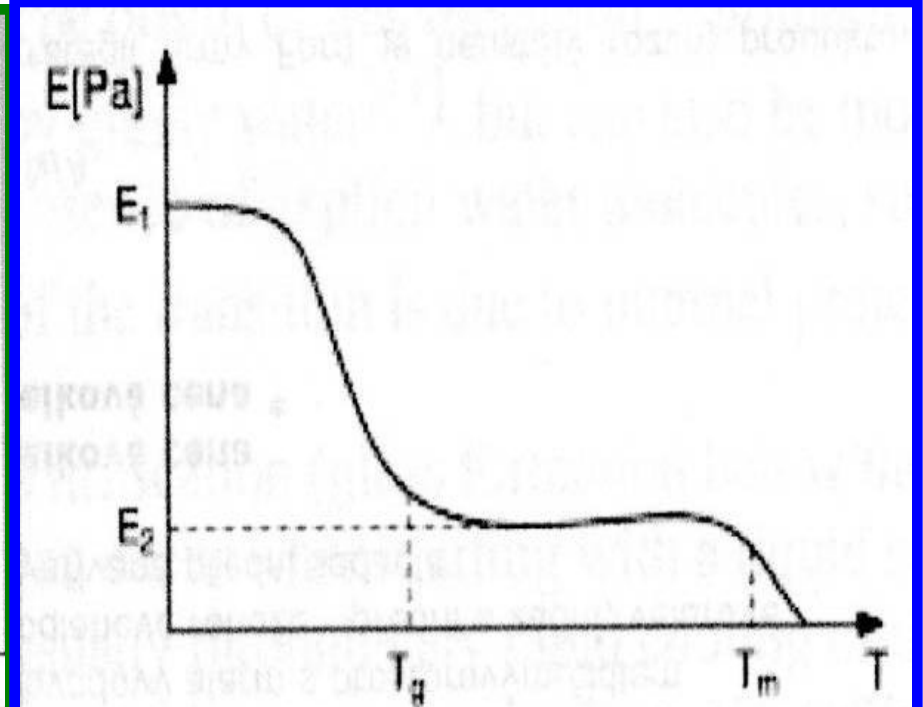
PVC - základní informace 3

T_g měřené pomocí DSC



Measurement of T_g by DSC. T_g is the temperature corresponding to point A. [10]

Tuhost versus T_g & T_m



Stiffness versus temperature

Jak se charakterizuje PVC

K hodnota

(asi to nikdy měřit nebudete,
pokud ano > vyhledat ČSN EN
ISO normu)

$$\log \eta_r = \frac{75k^2c}{1 + 1,5kc} + kc$$

Běžný rozsah vyráběných

K hodnot je 55 - 80

c – koncentrace, obvykle 0,5 – 1,0
g/100 ml rozpouštědla (u PVC
obvykle CYKLOHEXANON)

k – konstanta závislá na **c** a na
rozpouštědle

$$K = \frac{1,5 \lg \eta_r - 1 + \sqrt{(1 + 200/c + 2 + 1,5 \lg \eta_r) \cdot 1,5 \lg \eta_r}}{(150 + 3c) \cdot 10^{-3}}$$

Když se řekne „PVC“ – musíme se ptát:

Základní dotazy:

- *Měkčené nebo neměkčené (tvrdé)?*
- Homopolymer nebo kopolymer?

Doplňující dotazy:

- *Zpracování v tavenině nebo pasta?*
- Hygienická omezení?

PVC – technologie zpracování

Výroba:

- Suspensní (dominantní)
- Emulzní (významné)
- Blokový (minoritní, ale velmi čistý)

Dodavatelská forma:

- VĚTŠINOU Prášek (*PE i PP jako GRANULÁT*)
 - Suspensní $10^1 - 10^2 \mu\text{m}$
 - Emulzní $10^{-1} - 10^2 \mu\text{m}$ (podle způsobu sušení, primární částice X suchý prášek)
 - Blokový $10^1 - 10^2 \mu\text{m}$

PVC – technologie zpracování

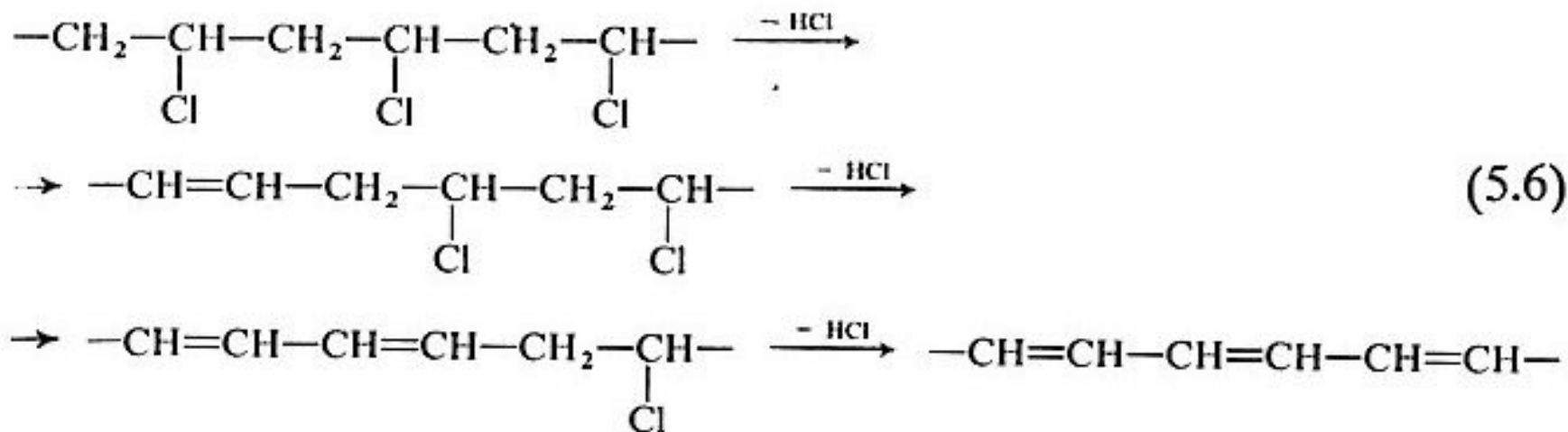
- **VELCÍ ZPRACOVATELÉ:**
 - **PRÁŠEK**
 - **ADITIVA**
 - **ZPRACOVÁNÍ PRÁŠKOVÉ SMĚSI**
- **Malí zpracovatelé:**
 - **Nákup granulátu** – obvykle od výrobce PVC prášku nebo od velkých zpracovatelů
 - **Zpracování granulátu**

PVC – technologie zpracování

• **Kalandrování > fólie**

- **Lisování > desky**
- **Vytlačování**
 - Trubky,
 - Profily,
 - Fólie
- **Vstřikování, vyfukování lahví**
- **Pasty > máčení**
- **Natírání na podklad > koženky**
- **Vlákná > gelové zvláknování**
- **Rotační natavování > míče, hračky**

PVC – termická degradace



HCl působí AUTOKATALYTICKY, tj. urychluje další degradaci PVC

HCl způsobuje korozi zpracovatelských zařízení

Při degradaci materiál žloutne, hnědne až černá

Při degradaci se snižuje MW a zhoršují se mechanické vlastnosti

Výhody neměkčeného PVC

1. Vynikající odolnost proti vodě, kyselinám (HF), alkáliím, řadě organických rozpouštědel, oxidačním činidlům
2. Nízká propustnost pro vodní páry, kyslíku a řadě organických par
3. Vysoká tvrdost, odolnost proti oděru, pevnost
4. Výborné elektroizolační vlastnosti
5. Lesk a čírost
6. Samozhášivost danou obsahem 55 ± 1 % hmot. chloru
- 7. Výrobna tvarovatelnost už za RELATIVNĚ nízkých teplot (nad T_g) > STAČÍ NAD 85 °C**
- 8. LEPITELNOST (rozpouštědla, roztoky PVC)**
- 9. Vynikající odolnost proti UV záření**
10. Malý obsah neobnovitelných surovin (ropy)

NEVÝHODY neměkčeného PVC

1. Nízká odolnost proti chlorovaným organickým rozpouštědlům, aromátům a ketonům
2. Nízká tepelná stabilita > rozklad za uvolnění HCl
3. Obtížná zpracovatelnost > vysoká viskozita taveniny > **přehřívání > degradace**
4. Křehkost za nízkých teplot, cca. pod 0 °C
5. Složité receptury – počet složek běžně > 5, **dávkování aditiv 10⁰ % hmot. (PE a PP obvykle 10⁻² 10⁻¹ % hmot.)**
6. Odlišné zpracovatelské stroje oproti polyolefinům i styrenovým plastům > **odštěpování HCl**

Otázka měkčeného PVC

Obsah změkčovadel je 30 – 70 dílů na 100 dílů PVC

!!! U PVC se receptury vztahují na 100 dílů základního prášku, nikoli na % hmot. !!!

1. Nízká odolnost proti chlorovaným organickým rozpouštědlům, aromátům a ketonům
2. Dobrá zpracovatelnost > nižší viskozita taveniny
3. Dobrá odolnost za nízkých teplot, cca. pod 0 °C
4. Složité receptury
5. Svařitelnost vysokofrekvenčně
6. Bezproblémová lepitelnost
7. Výborné optické vlastnosti
8. Široká škála tvrdostí

PVC – POUŽITÍ

Tvrký PVC se zpracovává na

- trubky a armatury na pitnou a odpadní vodu (44 %),
- profily ve stavebnictví (okna) a v nábytkářství (20 %),
- fólie a desky k obkládání fasád (18 %),
- duté výrobky, např. láhve na kosmetiku a čisticí prostředky (10 %),
- ostatní výrobky (8 %).

Měkký PVC se zpracovává na

- fólie a desky, tj. ubrusy, pleny atd. (25 %),
- izolace elektrických vodičů (24 %),
- podlahoviny (13 %),
- koženky na sedadla, tapety atd. (12 %),
- vstřikované výrobky (10 %),
- hračky, těsnění, rukavice, prostředky protikoroze ochrany (5 %).

PVC – JEŠTĚ JEDNO ZAJÍMAVÉ POUŽITÍ KOPOLYMERU S VINYLACETÁTEM

dostatečně rozpustný nebo aby se dostatečně vnitřně změkčil. Statistické kopolymery s obsahem vinylacetátu 2 až 20 % jsou co do vyráběného množství nejvýznamnějšími kopolymery vinylchloridu. Produkty s nízkým obsahem vinylacetátu jsou snáze zpracovatelné, zatímco typy s obsahem vinylacetátu kolem 15 % (nejčastěji 13 %) slouží k přípravě nátěrových hmot (hodnota $K = 45$ až 48), gramofonových desek ($K = 50$) a podlahových krytin ($K = 60$). Zlepšená tekutost kopolymeru je předpokladem pro přesný otisk zvukového záznamu v rýsce gramofonové desky, což způsobuje dominantní postavení kopolymerů VC/VAC v této oblasti. Při zpracovávání na podlahové vlysy je zase podstatnou výhodou vysoká schopnost plnění.

Použití neměkčeného PVC

1. Trubky a fitinky na pitnou i odpadní vodu – cca. 45 %
2. Profily pro stavebnictví (okna, dveře, nábytkové lišty atd.) – 20 %
3. Fólie a desky na obklady fasád – 18 %
4. Duté výrobky (nádobky na kosmetiku, bytovou chemii atd.) – 10 %
5. *Ostatní a různé – do 100 %*

Neměkčené PVC prakticky opustilo **MALÉ tvarované jednorázové obaly na potraviny, ale je stále používáno!**

Použití měkčeného PVC

Změkčovadla snižují T_g a usnadňují zpracování

- 1. Fólie**
- 2. Hadičky**
- 3. Elektrická izolace**
- 4. Podlahoviny**
- 5. Koženky a tapety**
- 6. Vstřikované výrobky**
- 7. Hračky, těsnění, rukavice**
- 8. Pasty**
- 9. *Ostatní a různé***

PVC pasty

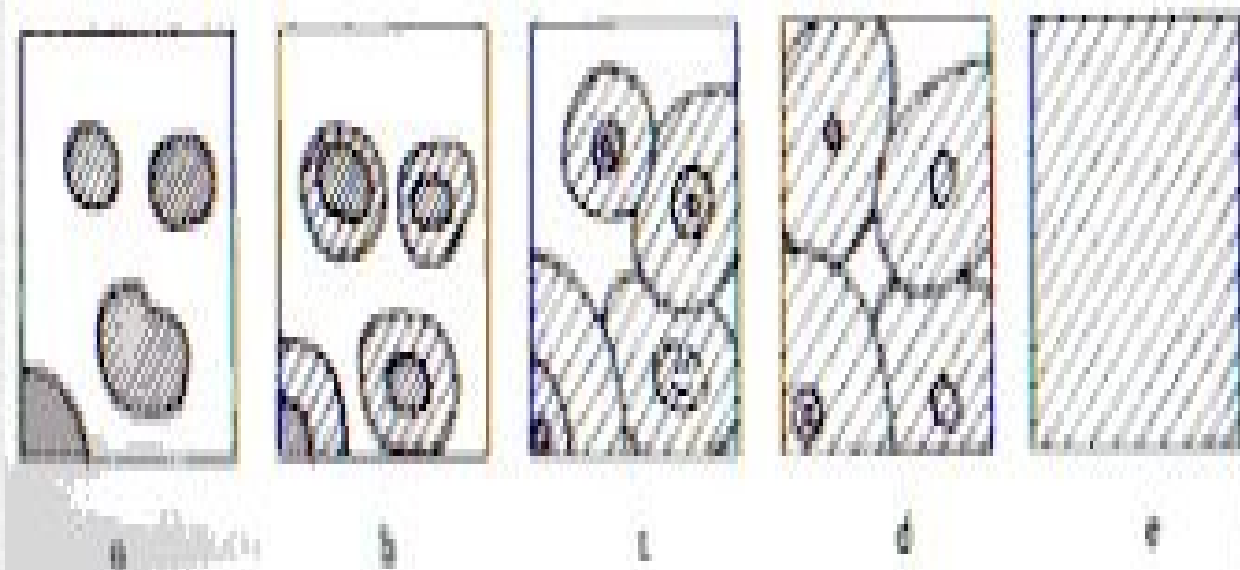
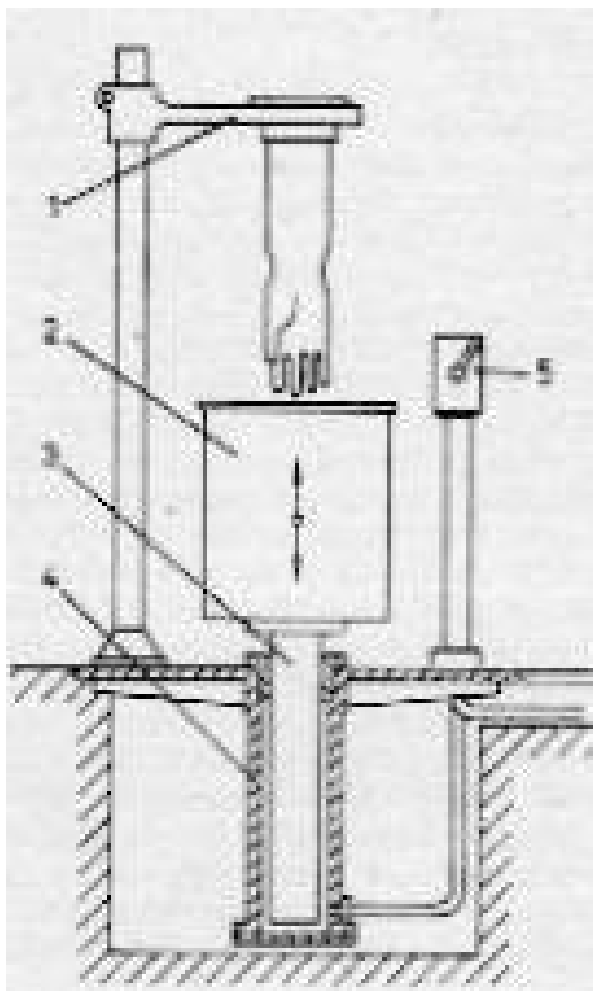
Podle literatury se až 1/3 PVC zpracovává jako pasty!

Co to je PVC pasta alias PLASTISOL?

Základem je DISPERZE PVC prášku ve změkčovadle (poměr obvykle 50/40) + pigmenty + stabilizátory + zahušťovadla (tixotropní vlastnosti)

- **Smíchání**
- **Botnění prášku v rozpouštědle**
- **Nános na podklad**
- **Zahřátí a vytvoření gelu**

PVC pasty – máčení a schéma vytvoření gelu

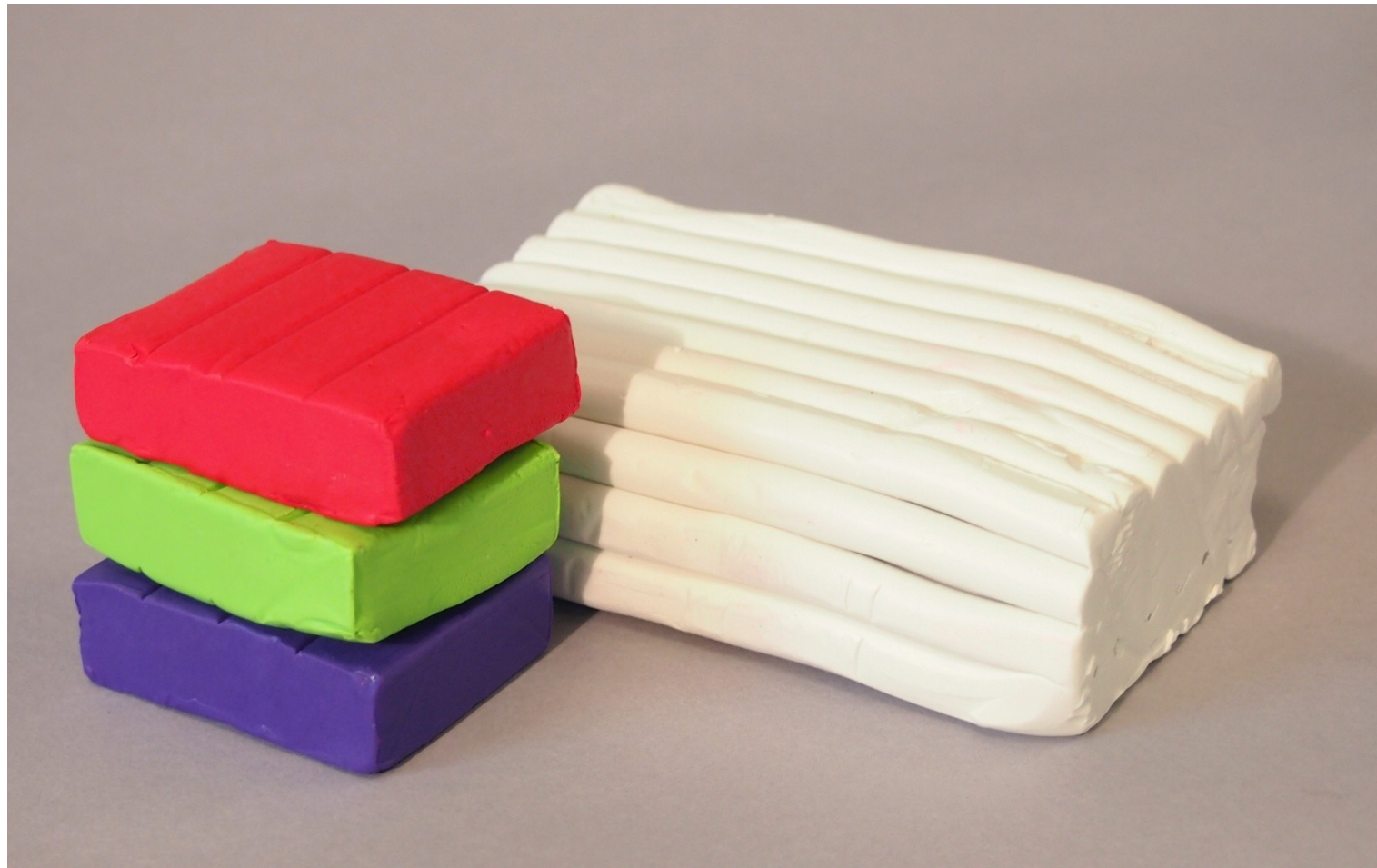


PVC pasty – VELOREX



TKANINA > zátěr pastou > ŽELATINACE

PVC pasty a „Polymer clay“- 1



PVC pasty a „Polymer clay“ - 2

Je to nám dobře známý MODURIT!

- PVC plastisol + pigmenty + stabilizátory + zahušťovadla (tixotropní vlastnosti)
- Vynalezeno v Německu v roce 1939
- U nás vytvořena receptura na VŠCHT Praha doc. Schätzem do Jiřího Trnku
- Vytvarovat > do vroucí vody > pevný gel > lze dále opracovávat a malovat na něj nebo ho lepit

PVC pasty a „Polymer clay“ - 3

100 g pastotvorného polyvinylchloridu (výrobce Chemické závody Wilhelma Piecka, Nováky) se dokonale prohněte se 30 až 80 g změkčovadla, nejčastěji dioktylftalátem nebo dibutylftalátem nebo jejich směsí v poměru 1 : 1. Vznikne suspenze, která se nechá několik hodin vyzrát a potom se důkladně v ruce propracuje. Podle množství přidaného změkčovadla se mění konzistence vzniklé pasty od tekuté licí pasty až po tuhou modelovací hmotu.

NÁVOD JE Z DOBY PŘED ROKEM 1989!
VÝROBCE JE NYNÍ: POVÁŽSKÉ CHEMICKÉ ZÁVODY NOVÁKY

Místo uvedených ZMĚKČOVADEL je nutné nyní použít jiná, méně těkavá a hygienicky bez pochybností, např. citráty a oligomerní tereftaláty

PVC pasty a „Polymer clay“ - 4

Vytvrzování

Modelovací hmota se po vymodelování může vytvrzovat několika způsoby. Vytvrzovací teplota se má pohybovat kolem 100 °C a nesmí překročit 120 °C.

Pokud se vytvrzuje ve formách, je nejvýhodnější, kde je to ovšem možné, vytvrzovat v sušárně vzduchem horkým 100 až 110 °C. Na každý 1 cm tloušťky materiálu formy počítáme 10 až 15 minut na prohřátí formy. Vytvrzování vlastní modelovací hmoty trvá nejméně 15 minut a záleží samozřejmě na tloušťce modelace. Předměty s modelací tlustší než 5 mm vytvrzujeme asi 45 minut, u ještě tlustších prodloužíme dobu až na 1 hodinu. Hmotu ve formě můžeme vytvrzovat také ve vroucí vodě nebo vyhřátím infralampou. Teplotu pod středem žárovky musíme velmi pečlivě kontrolovat, aby nedošlo k místnímu přehřátí hmoty, a tím k jejímu znehodnocení. Osvědčuje se vyhřívát formu infralampou v uzavřeném prostoru, v němž větráčkem dosáhneme rovnoměrného rozdělení teploty pod lampou.

Volně modelované předměty se nejlépe a nejjednodušeji vytvrzují ponořením do vroucí vody. Na 1 cm tloušťky modelace se počítá asi 10 minut varu, delší var hmotě nevadí.

PVC pasty a „Polymer clay“ - 5

TUHOST LZE MĚNIT:

- **SNIŽOVAT > VYŠŠÍ podíl změkčovadel**
- **ZVYŠOVAT > NIŽŠÍ podíl změkčovadel + plniva (mastek, křída)**

Vlastnosti vytvrzené hmoty

Po vytvrzení a vychladnutí je hmota tvrdá, prakticky nerozbitná, odolává vlivům povětrnosti a může se opracovávat ostrými nástroji, soustružit, řezat pilkou, krájet nožem, vrtat, brousit a leštit. Její vlastnosti se nemění do 100 °C, zahřátím na 150 °C změkne a může se částečně přetvarovat.

Při vytvrzování se smršťuje jen velmi nepatrně, v teplém vzduchu asi o 0,1 až 0,2 %, ve vroucí vodě ještě méně. Modelovací hmota má výborné elektroizolační vlastnosti a může se použít k výrobě izolátorů. Může se také lisovat ve formách pod tlakem. Výlisky se svými vlastnostmi podobají novoduru.

Lepení PVC 1

Rozpouštědla pro PVC:

- Dichlormetan, Metyletylketon, Cyklohexanon, Tetrahydrofuran, Aceton,

Lepení rozpouštědly X roztoky PVC nebo chlorovaného PVC (obvyklejší)

Rozpouštědla jen na nenáročné spoje

Lepení tvrdého PVC X měkčeného PVC

- U tenkých tvrdých fólií nebezpeční zbobtnání a deformace > jen tenké nánosy
- U měkkých fólií nebezpečí rozleptání fólie do hloubky > jen tenké nánosy

Lepení PVC 2

Kaučuková lepidla > Alkapren atd. > měkké i tvrdé PVC

Polyuretanová lepidla - tvrdé PVC

Epoxidová lepidla - tvrdé PVC

DOPORUČENÍ

Používat hotová lepidla, nevyrábět vlastní směsi

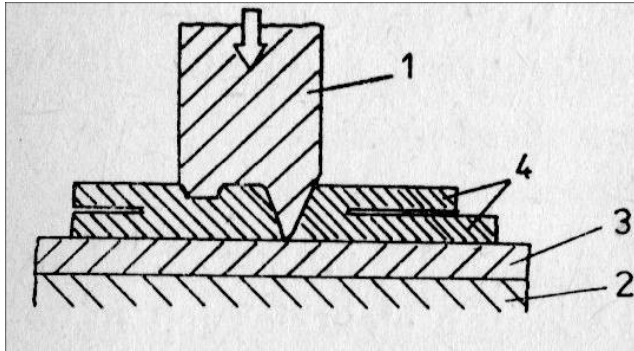
Svařování PVC

Pro PVC je typickým VYSOKOFREKVENČNÍ SVAŘOVÁNÍ

Princip:

- Polární vazby v molekule
- Rozkmitání atomů elektromagnetickým zářením o frekvenci řádově v MHz
- Přeměna rozkmitání v teplo
- Kromě PVC je vhodné i pro PET, PA, EVA, ABS,
.....

Svařování PVC



Obr. 7-339. Detail svařovacích elektrod [2]
1 — pohyblivá tvarová elektroda, 2 — spodní rovinná elektroda, 3 — izolační podložka, 4 — svařované fólie

**Zvláště
vhodné pro
měkčené
PVC –
hračky,
bazénky,
pláštěnky,**

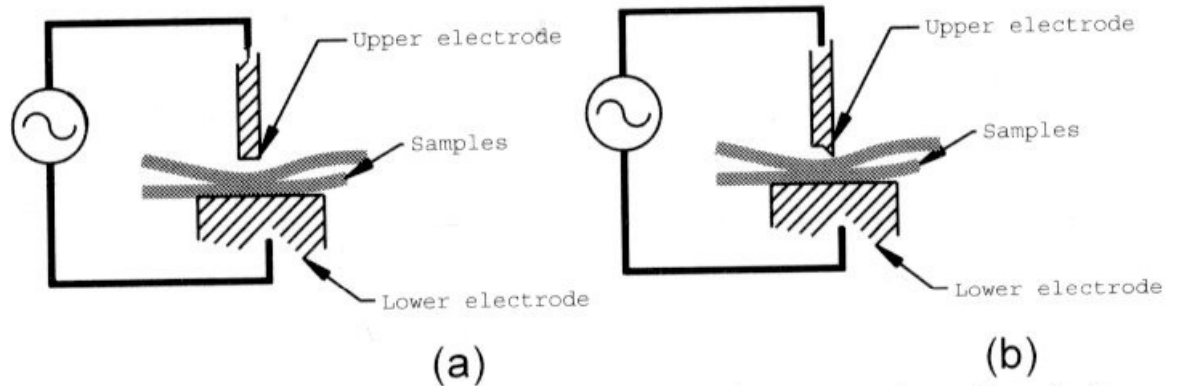


Figure 7.1 Typical electrode configuration for (a) welding and (b) cutting and sealing

Kde je PVC „jednička“?

VENKOVNÍ DLOUHODOBÉ POUŽITÍ

- **Vynikající odolnost proti UV záření** > okna, dveře, ploty, vnější obklady
- **Nízká hořlavost** – lze ještě zvýšit
přídavkem chlorovaného PVC a
potlačovačů dýmů (lapají uvolněný HCl)
- **Tuhost**
- **Tvrдость**
-

PVC okno není jen z PVC!

RECEPTURA – TYPICKÁ

- PVC
- PLNIVO - obvykle křída, zlevnění a snížení teplotní roztažnosti
- PIGMENT - obvykle TiO_2
- MAZIVA – bez nich nelze zpracovat
- STABILIZÁTORY PROTI TEPLOTNÍ DEGRADACI PŘI VÝROBĚ - bez nich nelze zpracovat
- UV STABILIZÁTORY - pro jistotu
- MODIFIKÁTORY HOUŽEVNATOSTI

PVC okno není jen z PVC!

PŘÍČNÝ ŘEZ PROFILEM

- Až 7 komor z PVC
- Výztuž kovovým profilem pro tuhost a omezení teplotní roztažnosti
- Bezúdržbové až 50 let
- Jedinou konkurencí v životnosti jsou ***sklolaminátové profily – bez kovové výztuže***
- **Špatné okno se v létě roztáhne tak, že ho nezavřete!**

Nebojte se podlahoviny z PVC!

www.fatra.cz

- **HETEROGENNÍ podlahová krytina**, se skládá z několika vrstev (heterogenní), které se od sebe liší složením:
- **PUR povrchová vrstva** – proti těkání organických látek a oděru
- **nášlapná vrstva s dekorem** - estetika
- **podkladní probarvená vrstva** - estetika
- **podkladní vrstva** – zpracování technologického odpadu, vysokoplněná > snížení ceny a roztažnosti

Nebojte se podlahoviny z PVC!

- **HOMOGENNÍ podlahová krytina**, se skládá z jedné vrstvy v celém průřezu

Podlahoviny elektrostaticky vodivé

- Vnitřní elektrický odpor v rozsahu $0 - 1 \cdot 10^6 \Omega$.
- Podlahovina je určena pro aplikace do prostor s požadavkem na elektrostaticky vodivé provedení podlahy, např. prostory s nebezpečím výbuchu, laboratoře, ve zdravotnictví (RTG pracoviště, operační sály, přípravný atd.), pro výrobu zdvojených podlah.
- Patrně to máte v laboratořích
- **Nutno podložit Cu pásky a ty UZEMNIT!**

Použití měkčeného PVC na stavbě domu



14. 3.2016

POLYMERY A PLASTY V PRAXI
POLYVINYCHLORID 4 - 2016

38

Použití měkčeného PVC na stavbě domu

- **Střešní fólie**
- **Pochozí balkónová fólie**
- **Vegetační střecha**
- **Protiradonová ochrana**
- **Izolace proti zemní vlhkosti**
- **Zahradní jezírko**

VÝHODY

Lze lepit i svařovat, vytváření komplikovaných tvarů, chemická i UV odolnost

Protiradonová izolace z PVC



Použití tvrdého PVC na stavbě domu

- **Vnitřní odpady**
- **Vnější odpady (napojení na kanalizaci)**
- **Hrany kachličkových obkladů**
- **Obklady fasád (*anglicky plastic siding*)**

Použití tvrdého PVC na stavbě domu



VÝHODY

- **Nekoroduje,**
- **odolné proti UV**
- **neberou to sběrný,**
- **lepitelnost,**
- **tuhost,**
-

NEVÝHODY

- **malá houževnatost, zvláště za nízkých teplot**

Použití tvrdého PVC na stavbě domu

od ~~269,-~~ ks

cena od

199,- ks

PVC vlna

Rozměry: 2 x 0,9 m

Provedení: čiré, kouřové

Cena: ~~269,-~~ /ks **199,-** /ks

217674

PVC trapéz

Rozměry: 2 x 0,9 m

Provedení: čiré, kouřové

Cena: ~~209,-~~ /ks **229,-** /ks

217672



OTÁZKY

- co polykarbonát?
- co PMMA?
- proč ne PP či PE?
- proč ne PS, HIPS a ABS?

Použití tvrdého PVC na stavbě domu



~~99,- ks~~
69,- ks

Lišta s flexi okrajem PVC
Různé dekory, délka 2,5 m 221841

Podlahové příslušenství PVC
Spojka, koncovka levá/pravá, roh vnitřní/vnější
Cena od: ~~10,-~~ **15,-** 224621

ŠIROKÁ NABÍDKA DEKORŮ

**Asi kombinace
tvrdého PVC s
měkčným
Tvrdé PVC má asi
modifikaci pro
zvýšení
houževnatosti
Výhodou nízká
hořlavost**

Použití tvrdého PVC na stavbě domu populární hlavně v USA



14. 3.2016

POLYMERY A PLASTY V PRAXI
POLYVINYCHLORID 4 - 2016

45

Zpracovatelé PVC v tuzemsku

- **Stavební fólie měkčené** – FATRA .a.s., Napajedla, tradice již od roku 1936 (?1932) založená firmou Baťa
- **Trubky** – PIPE LIFE Czech s.r.o., Otrokovice + několik malých zpracovatelů
- **Desky lisované** - FATRA .a.s., Napajedla, její závod v Chropyni
- **Tvrdé fólie** - FATRA .a.s., Napajedla, její závod v Chropyni

SITUACE SE ALE MŮŽE MĚNIT!

Jak to je s volným vinylchloridem?

- In the early 1970s, the carcinogenicity of vinyl chloride (usually called vinyl chloride monomer or VCM) was linked to cancers in workers in the polyvinyl chloride industry. Specifically workers in polymerization section of a B.F. Goodrich plant near Louisville, Kentucky (US) were diagnosed with liver angiosarcoma also known as hemangiosarcoma, a rare disease.^[34] Since that time, studies of PVC workers in Australia, Italy, Germany, and the UK have all associated certain types of occupational cancers with exposure to vinyl chloride, and it has become accepted that VCM is a carcinogen.^[4] Technology for removal of VCM from products have become stringent commensurate with the associated regulations.

Jak to je s ftaláty?

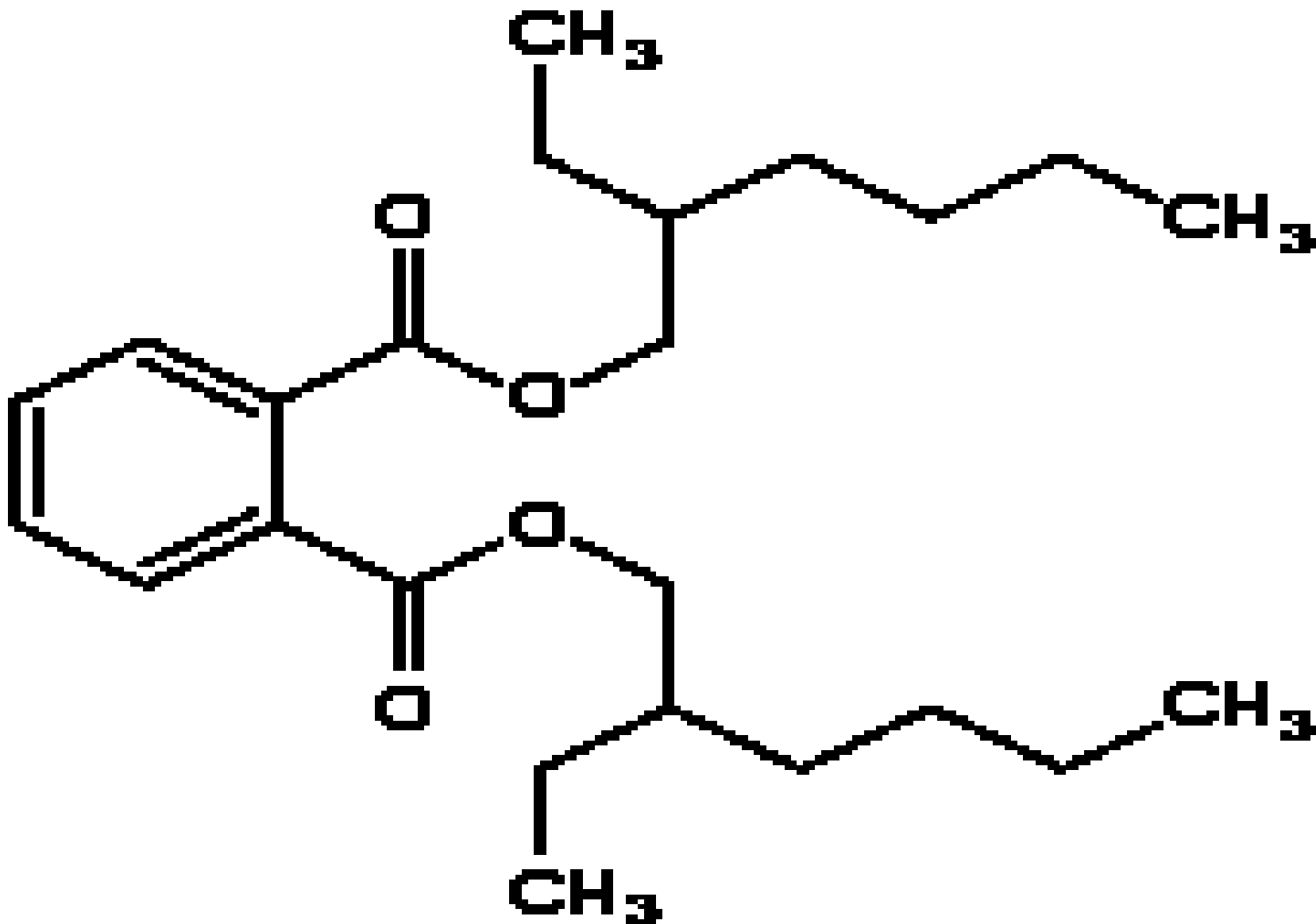
Ftaláty jsou stále nejběžnějším změkčovadlem

Z nich nejpoužívanější je **bis(2 etylhexyl)ftalát**

Je znám pod zkratkami:

- DOP
- DEPH

Hlavní problém jsou ORTHO FTALÁTY KRATŠÍCH ALKOHOLŮ, např. butylakoholu!



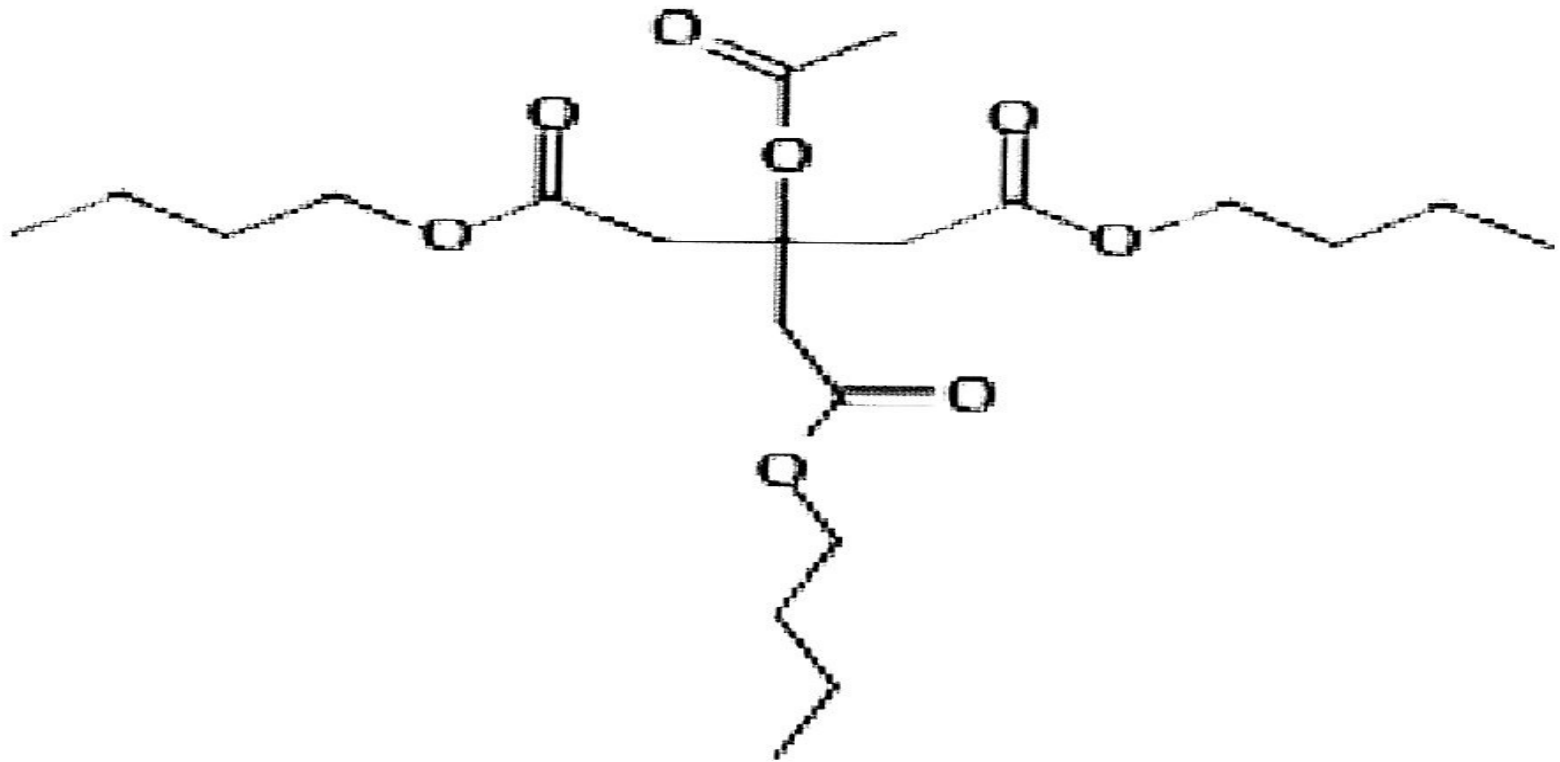
Alternativy k DOP (DEHP)

Manufacturers of flexible PVC articles can choose among several alternative plasticizers offering similar technical properties as DEHP. These alternatives include other phthalates such as diisononyl phthalate (DINP), di-2-propyl heptyl phthalate (DPHP), diisodecyl phthalate (DIDP), and non-phthalates such as 1,2-cyclohexane dicarboxylic acid diisononyl ester (DINCH), dioctyl terephthalate (DOTP), and citrate esters.

- The summary of a comprehensive European risk assessment, involving nearly 15 years of extensive scientific evaluation by EU regulators, was published in the EU Official Journal on February 7, 2008^[30] **The assessment demonstrated that DEHP poses no risk to the general population and that no further measures need to be taken to manage the substance in any of its key end-use applications.** This confirms an earlier opinion of member state experts and an opinion from the EU Scientific Committee for Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CSTEE) adopted in 2004. The only areas of possible risk identified in the assessment relate to:
 - **The use of DEHP in children's toys. Under regulations introduced in January 2007 DEHP is no longer permitted in toys and childcare articles in the EU.**
 - **Possible exposure of workers in factories. Adequate precautions are already taken based on occupational exposure limit values and some localised environmental exposure near to factories.**
 - **The use of DEHP in certain medical devices. An EU Scientific Review was requested to determine whether there may be any risk from the use of DEHP in certain medical applications (children and neonates undergoing long-term blood transfusion and adults undergoing long-term haemodialysis).**

Jde to i bez ORTHO-ftalátů? **JASNĚ!**

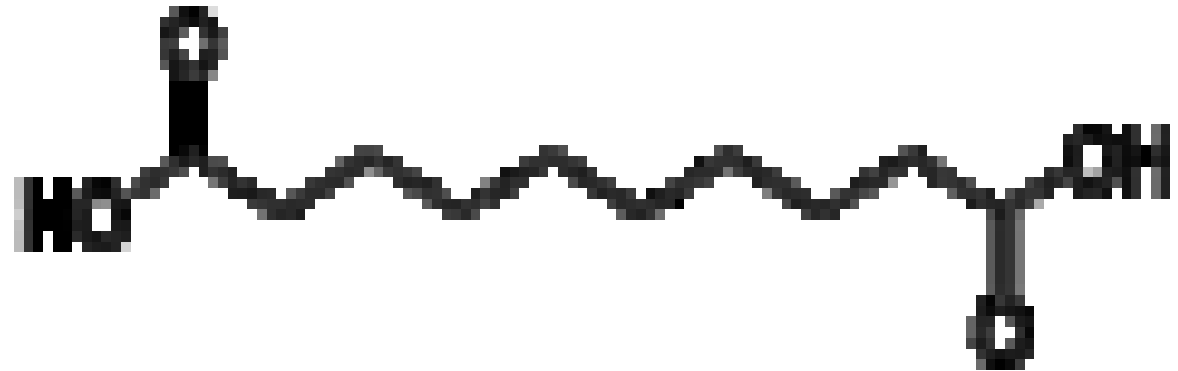
Acetyl tributyl citrate



ATBC

Jde to i bez ORTHO-ftalátů? **JASNĚ!**

- **TEREFTALÁTOVÉ OLIGOMERY**
- **SEBAKÁTY**



- **Epoxidy,**

**I slavná PLA a PHB se musejí
měkčit, jinak jsou křehké a
neupotřebitelné !**

Jak rozpoznat fólii z tvrdého PVC od fólií z PP, PS a PET

PVC X PP

- **Dát ústřížek do vody**
 - **PVC** jde ke dnu
 - **PP** plave na hladině

PVC X PS a PET

- **Dát ústřížek do PLAMENE**
 - **PVC** po vyjmutí z plamene zhasne
 - **PET** po vyjmutí z plamene hoří dál
 - **PS** po vyjmutí z plamene hoří dál a vytváří spoustu sazí

PVC a recyklace

- **Měkčené PVC** – většinou recyklace výrobce > spodní část podlahovin s vysokým obsahem plniv pro snížení roztažnosti s teplotou
- **Neměkčené PVC**
 - Většinou recyklace výrobce (trubky, profily)
 - Výkup odřezků okenních profilů a starých PVC oken > pomlet a přidat k prvotní surovině

PVC v komunálním odpadu a recyklace

- **Měkčené PVC**

- Většinou se separátně nesbírá,
- Je velkým problémem při recyklaci PET lahví > **PROČ? JAK ŘEŠIT?**
- Problém odlišit od PE atd. při ručním třídění

- **Neměkčené PVC**

- Většinou se separátně nesbírá, jsou to drobné výrobky > **JAKÉ?**
- Problém odlišit od PP a PS atd. při ručním třídění

PVC v komunálním odpadu a ENERGETICKÁ (TERCIÁRNÍ) recyklace

- **Odštěpování HCL**
 - Zachycování na **alkalické vypírce**, jako SO_2 (SO_3) ve spalinách z hnědého uhlí
 - **Lze vidět s SAKO Brno** > moje exkurze v rámci předmětu „Recyklace plastů a pryží“

1,4-Dioxin

[IUPAC name](#)

[show]
1,4-dioxin

Other names

p-dioxin, dioxin

Identifiers

[CAS number](#)

[290-67-5](#)

Properties

[Molecular formula](#)

C₄H₄O₂

[Molar mass](#)

84.07 g/mol

Appearance

Colorless liquid

[Boiling point](#)

75 °C, 348 K, 167 °F

Hazards

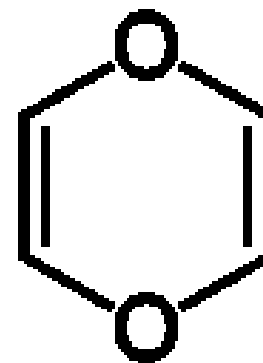
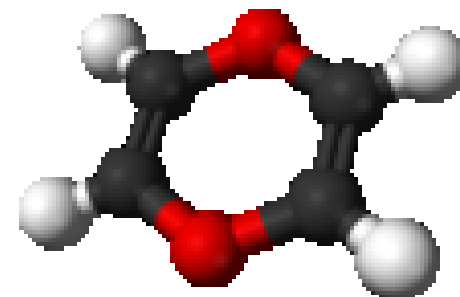
[EU classification](#)

Toxic (T)

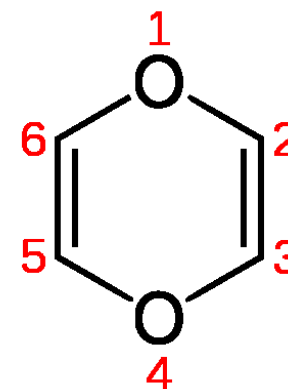
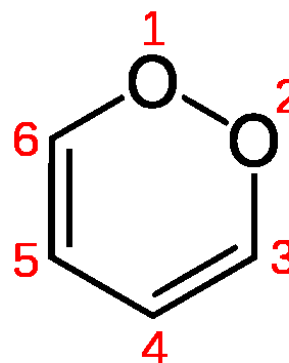
Related compounds

Related compounds

[dibenzodioxin](#)



IZOMERY



Dioxin – **derivát** (1,4 dibenzo
+ 4x chlorovaný)

Systematický
název 2,3,7,8-
tetrachloro-
dibenzo
(b,e)(1,4)dioxin
2,3,7,8-
tetrachlordibenzo
- *p*-dioxin

Triviální název dioxin, TCDD

Sumární vzorec $C_{12}H_4Cl_4O_2$

Vzhled bezbarvá
krystalická látka

Identifikace

Registrační číslo
CAS 1746-01-6

Vlastnosti

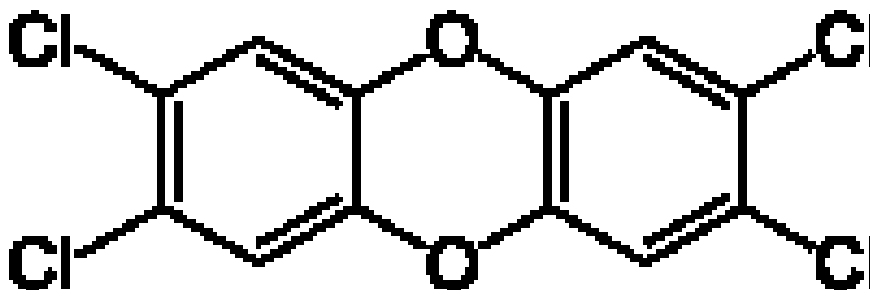
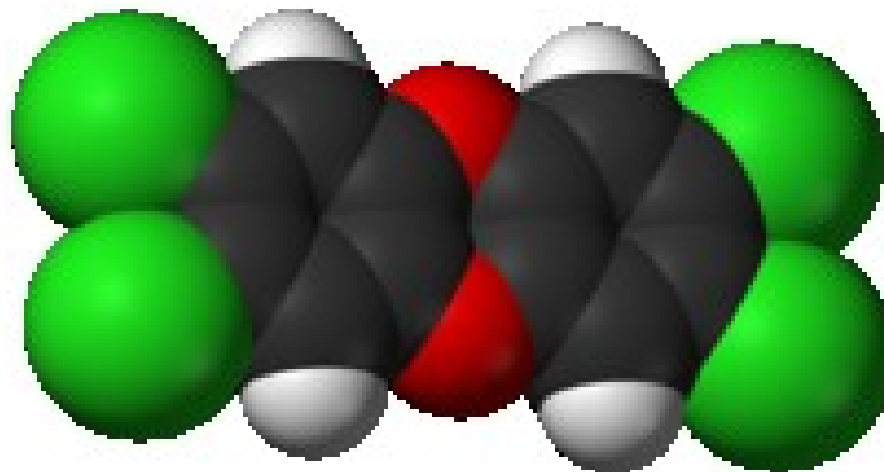
Molární hmotnost 321,98 g/mol

Teplota tání 305 °C

Teplota varu 421 °C

Hustota 1,643 g/cm³

Rozpustnost ve
vodě 2×10^{-4} mg/l (25 °C)



Smrtelná dávka u krys
LD50 při podání v
potravě je pouhých
20 µg/kg.

Dibenzofuran

Identifiers

[CAS number](#) [132-64-9](#)^Y

[ChemSpider ID](#) [551](#)

Properties

[Molecular formula](#) C₁₂H₈O

[Molar mass](#) 168.19 g/mol

[Appearance](#) white to pale yellow crystalline powder

[Melting point](#) 81 - 85 °C

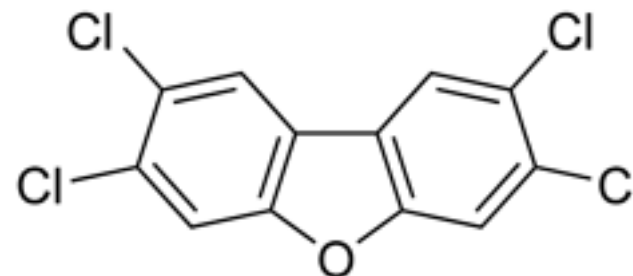
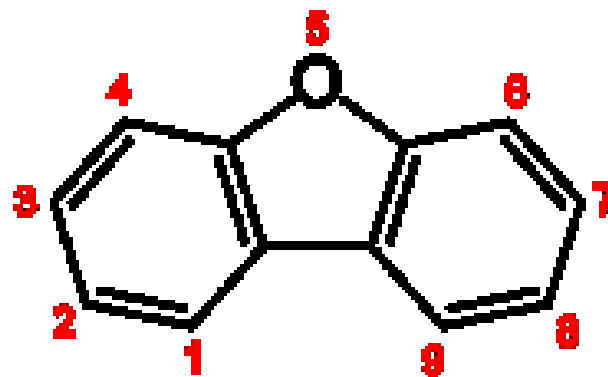
[Boiling point](#) 285 °C

[Solubility in water](#) Insoluble

Hazards

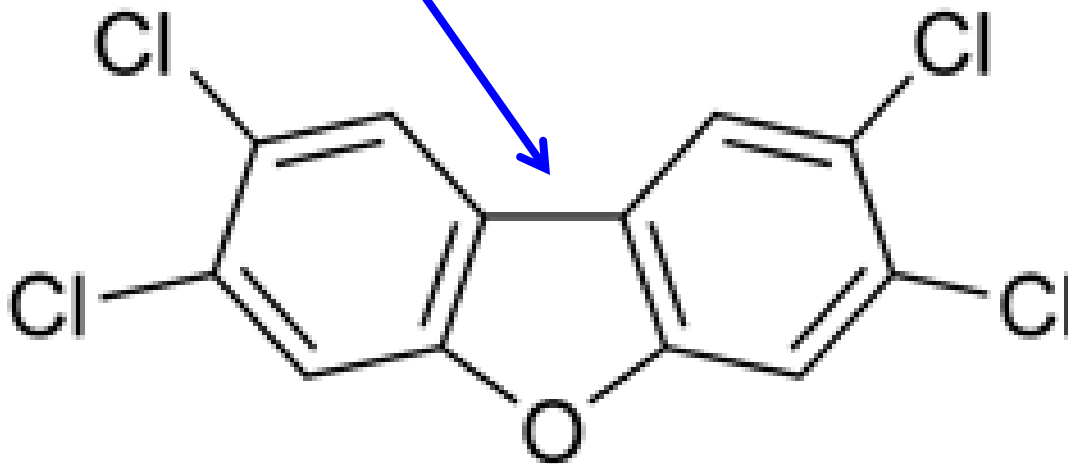
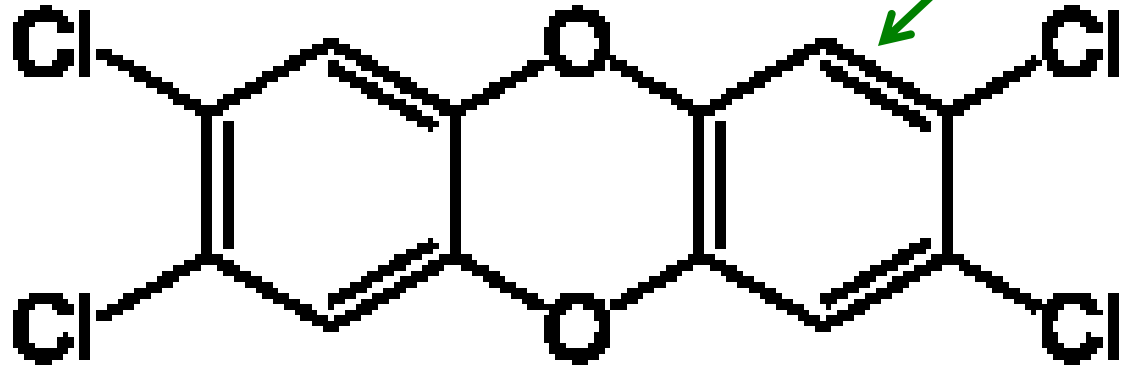
[R-phrases](#) [R51/53](#)

[S-phrases](#) [S24/25](#) [S29](#) [S61](#)



Polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD)

Polychlorované dibenzofurany (PCDF)



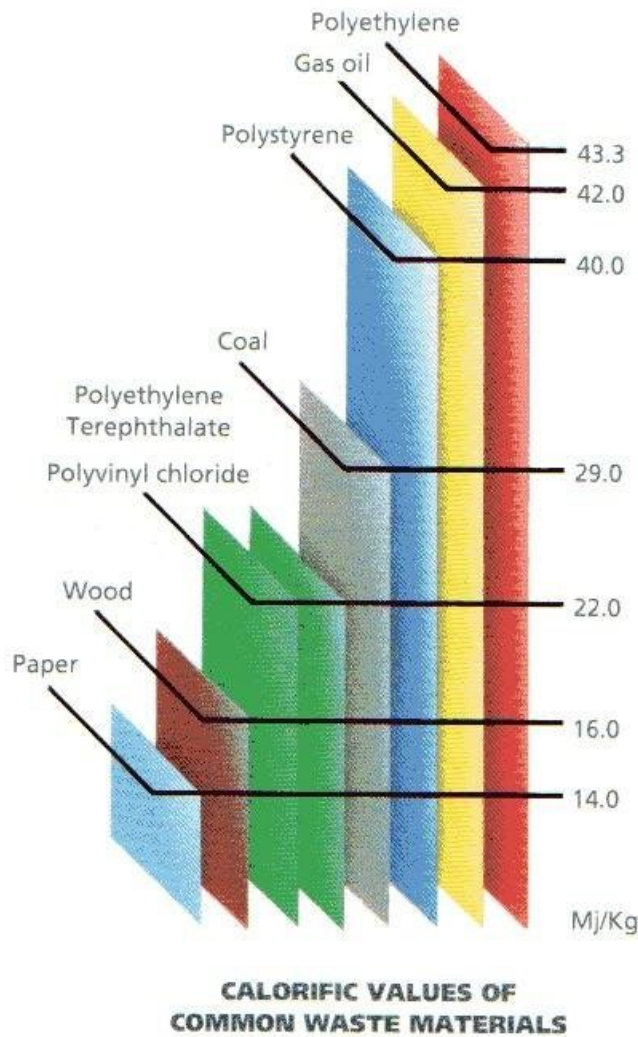
AMOUNTS AND SOURCES OF ACID GASES

Emitted to atmosphere, Western Europe

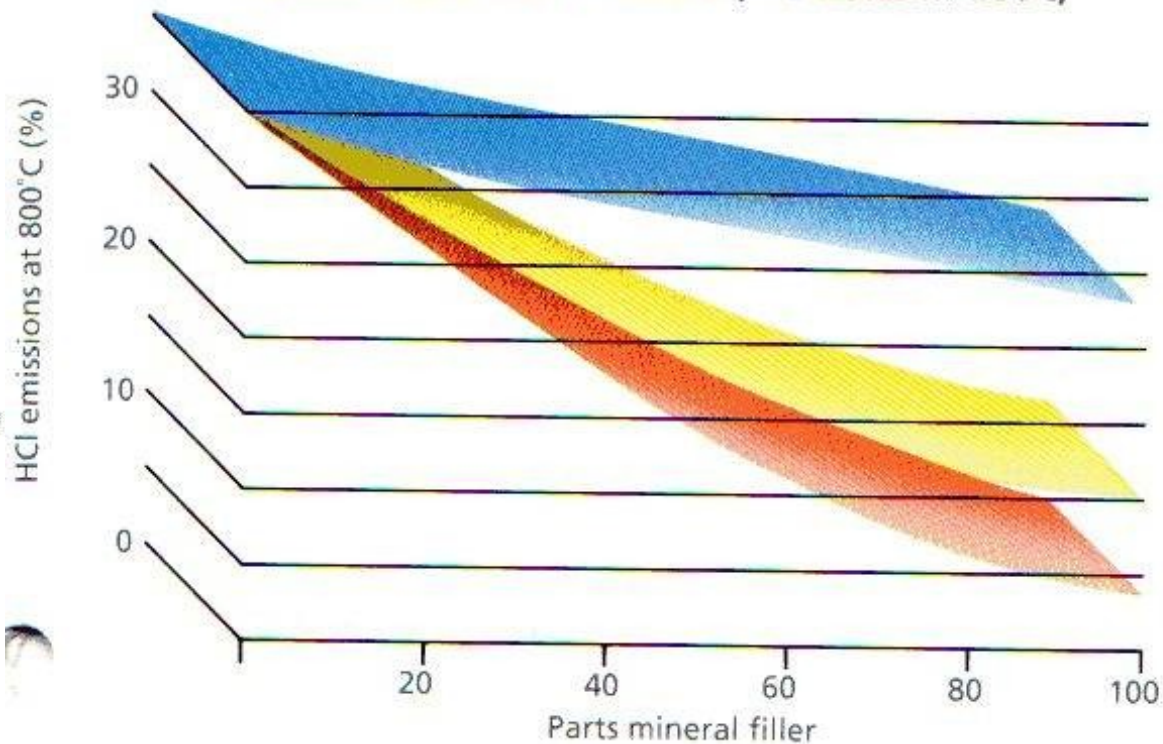
	% of total potential acidity
<i>Sulphur Dioxide (mainly from power stations)</i>	61
<i>Nitrogen Oxides (mainly from power stations)</i>	37
<i>Hydrogen Chloride (of which from MWI)</i>	2 (<i>< 0.5</i>)
<i>(PVC contribution)</i>	<i>(<i>< 0.25</i>)</i>
Total	100

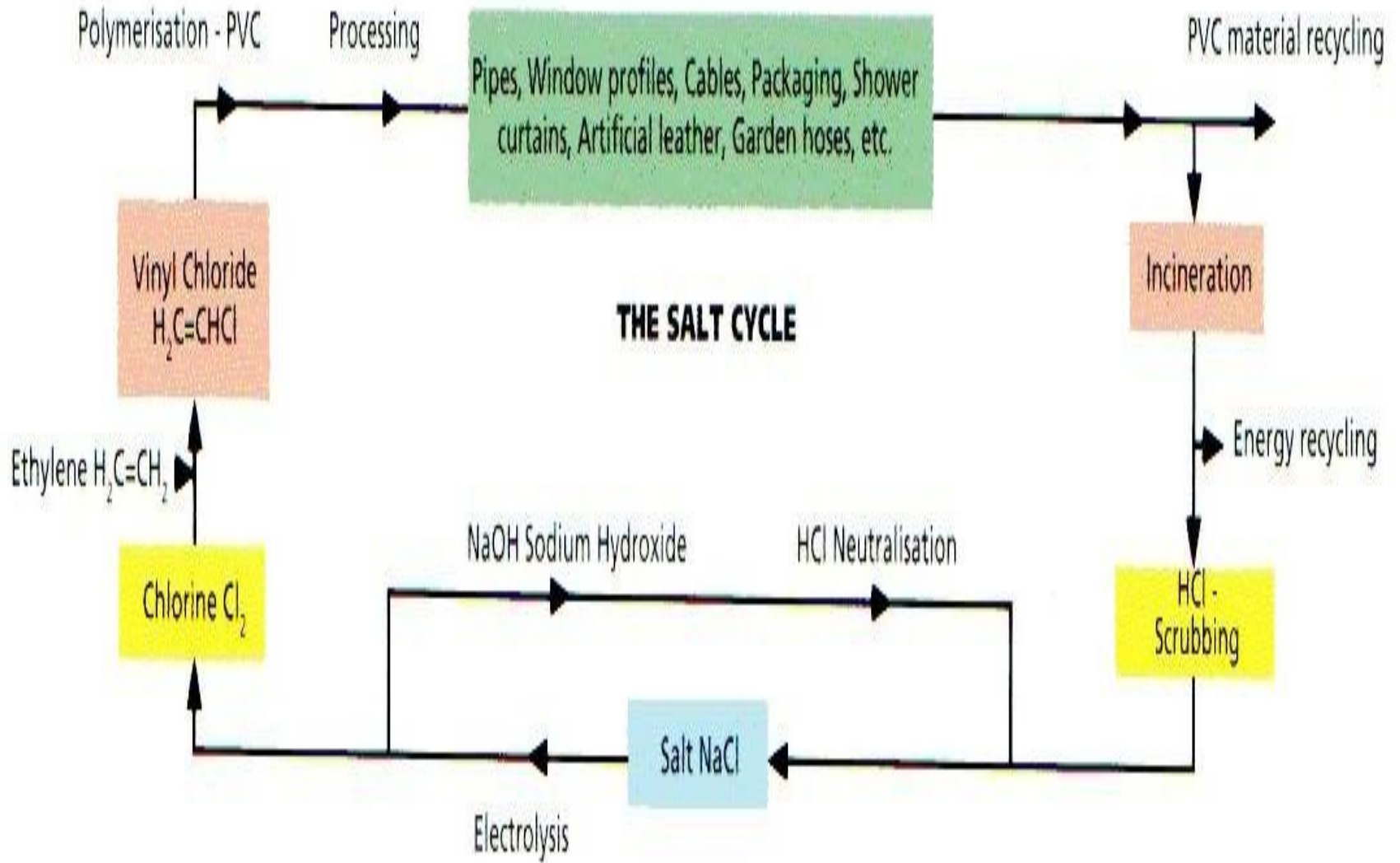
HEAT CONTENT OF PLASTICS AND OTHER MATERIALS

	<i>Heat content Mega Joule / kg</i>
<i>Polyethylene</i>	43.3
<i>Gas, Oil</i>	42.0
<i>Polystyrene</i>	40.0
<i>Coal</i>	29.0
<i>PVC</i>	22.0
<i>Wood</i>	16.0
<i>Paper</i>	14.0



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





PVC – co by vás ještě MOHLO zajímat

KOPOLYMERY VINYLCHLORIDU

- **Propylén,**
- **Ethylen + vinylacetát,**
- **Vinylacetát,**
- **Vinylizobutyleter**

CHLOROVYNÝ PVC

- **> 65 % hmot. Cl,**
- **Ještě nižší hořlavost než PVC,**
- **Vyšší tepelná odolnost,**
- **Vašší odolnost vůči oxidačním činidlům**

PVC – co vás ještě zajímá?

- **PVC jsem řadu let dělal**
- **V oblasti zpracování PVC se stále pohybují**
- **PTEJTE SE!**