

# Polymery a plasty v praxi

# POLYETYLEN

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

[29716@mail.muni.cz](mailto:29716@mail.muni.cz)

## Kapacity výroby komoditních plastů v ČR

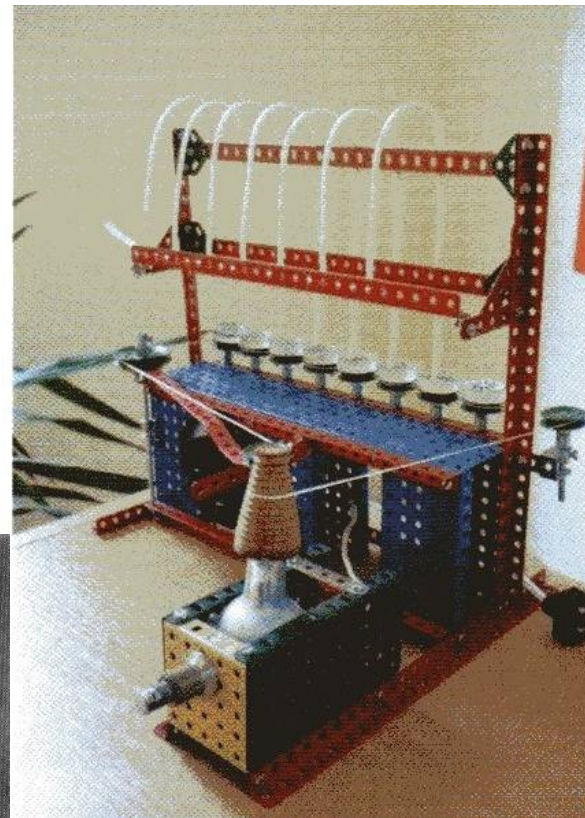
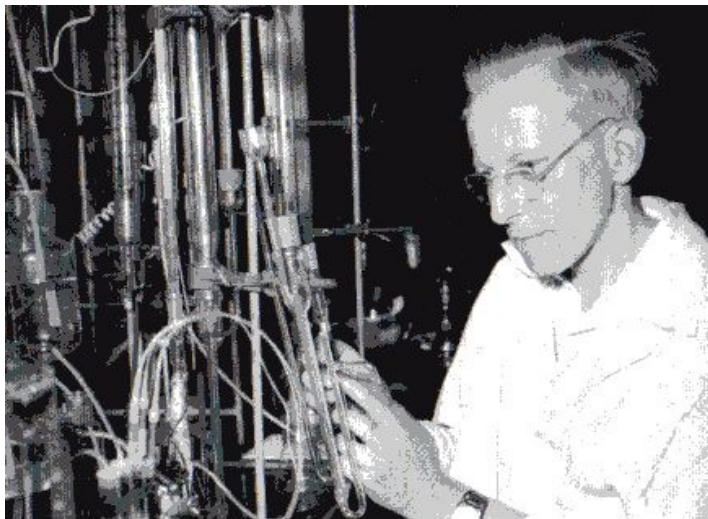
Název firmy	Produkt	Kapacita (t/r)
RPA Unipetrol	HDPE	330 000
	PP	275 000
Synthos Kralupy	EPS	100 000
	GPPS	30 000
	HIPS	48 000
Spolana Neratovice	PVC	130 000
Celkem		913 000

Z údajů EUROMAP vyplývá, že v roce 2010 se v EU zpracovalo 48,5 mil. t plastů následujícími technologiemi:

- vytlačování, včetně kompaundování 48,1%;
- vstřikování 27,6 %;
- vyfukování 14,6 %;
- ostatní 9,7 %.

Zatímco první technologie se využívá převážně v obalovém průmyslu, vstřikované výrobky hrají důležitou roli v automobilových aplikacích.

# Otto Wichterle – 109 let



**Jako správní  
chemici pijí z  
kádinek!**



Narozen 26. listopadu 1898  
Helsa poblíž Kasselu, Německo  
Zemřel 12. srpna 1973 (ve věku  
74 let)

Mülheim an der Ruhr, Německo  
Německá Alma mater  
Univerzita v Marburgu

Pracoviště RWTH Aachen  
Institut Maxe Plancka pro  
výzkum uhlí

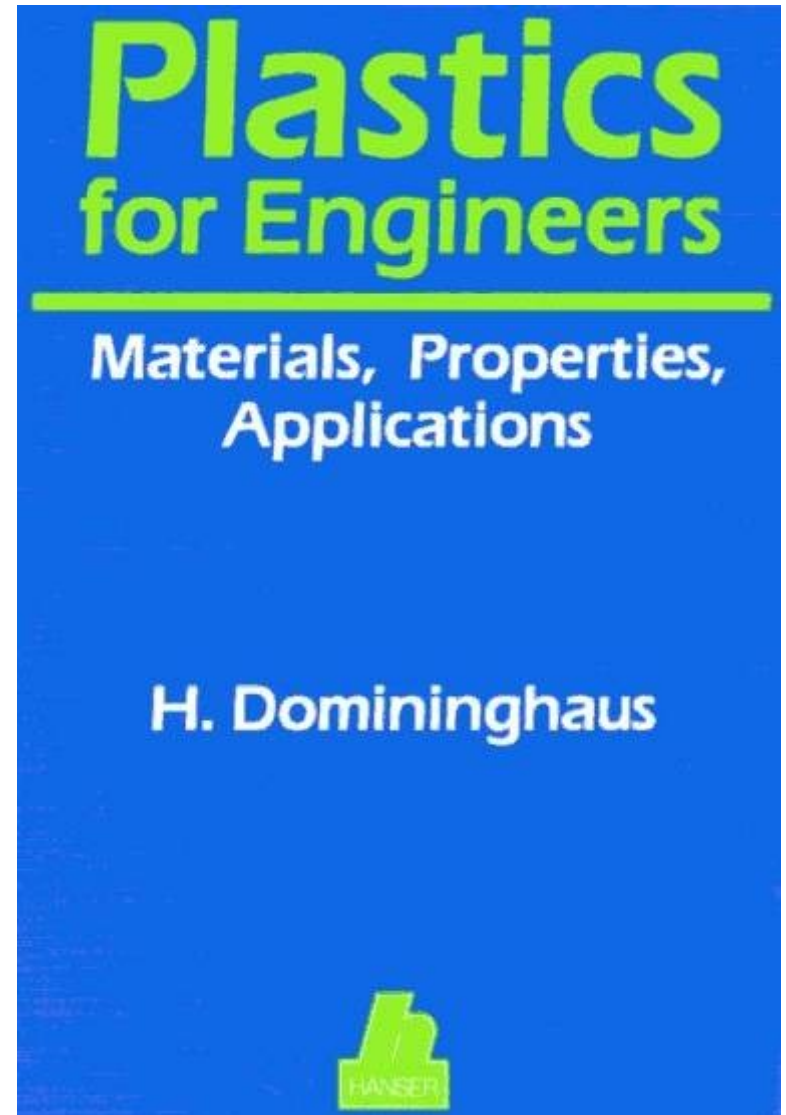
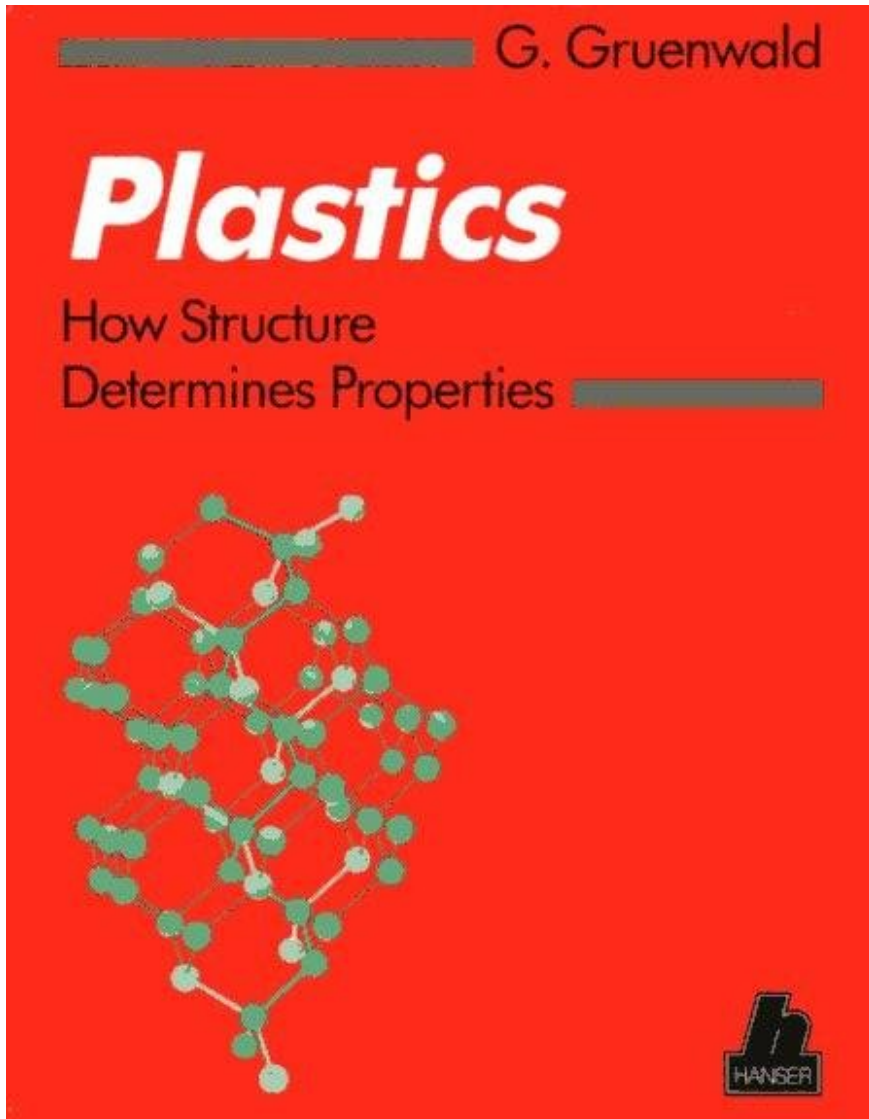
Obor organická chemie  
Získaná **ocenění**: Nobelova  
cena za chemii (1963)

**1952 - combination of**  
**TiCl<sub>4</sub> and Al(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>Cl**

**Karl Ziegler**



# Literatura



# Od monomeru k výrobku HDPE

- **Ropa** > destilace > **pyrolýzní BENZIN**
- Štěpení na kratší uhlovodíky > dělení produktů > **ethylen**
- **Ethylen + katalytický systém** > **polyethylénový prášek HDPE** > granulace s aditivy > **PLAST ve formě granulátu**
- Roztavení plastu ve **ZPRACOVATELSKÉM STROJI** > nástroj > **VÝROBEK**
- **POUŽÍVÁNÍ** > skončení životnosti > **RECYKLACE**

# Od monomeru k výrobku LDPE

- **Ropa** > destilace > **pyrolýzní BENZIN**
- Štěpení na kratší uhlovodíky > dělení produktů > **ethylen**
- **Ethylen + INICIÁTOR** > **TAVENINA**  
**LDPE** > granulace s aditivy > **PLAST ve formě granulátu**
- Roztavení plastu ve **ZPRACOVATELSKÉM STROJI** > nástroj > **VÝROBEK**
- **POUŽÍVÁNÍ** > skončení životnosti > **RECYKLACE**

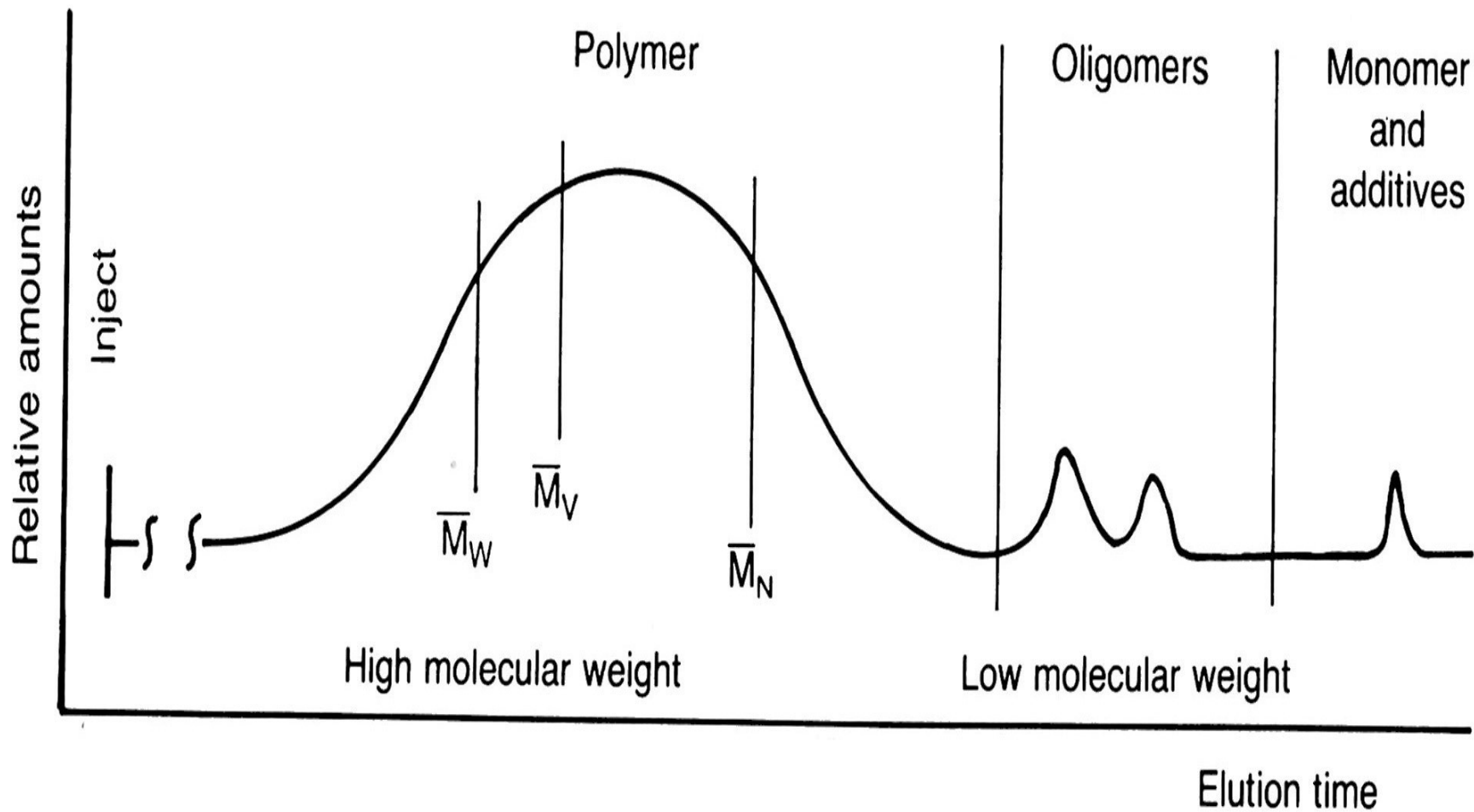


FIGURE 4.10. Molecular weight information available with gel permeation chromatography.  $M_n$ , Number average;  $M_v$ , viscosity average;  $M_w$ , weight average. Adapted from Waters Division of Millipore Corp. Milford, MA.

# MWD = DISTRIBUCE MOLEKULOVÝCH HMOTNOSTÍ

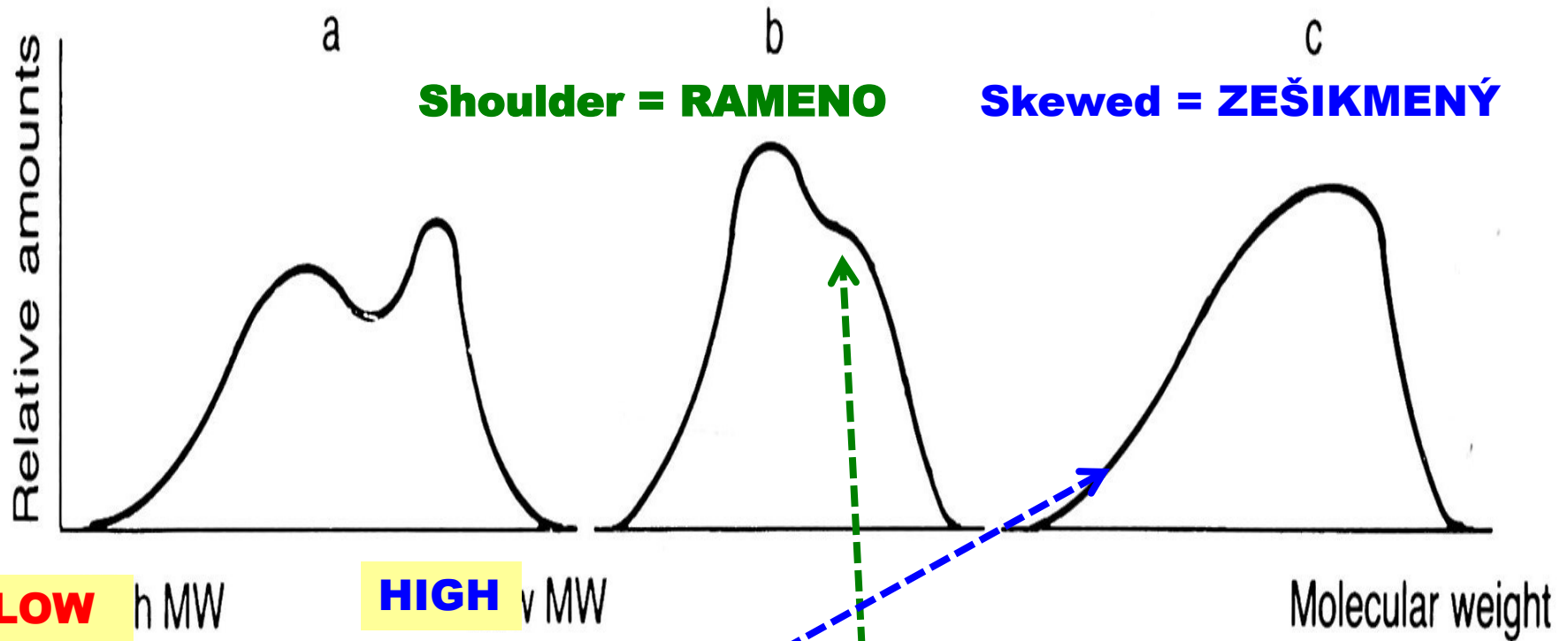


FIGURE 4.11. Molecular weight distribution curves for (a) multiple peak polymer (polymer blend, bimodal polymer), (b) shoulder at high-molecular-weight side, and (c) skewed distribution toward the low-molecular-weight side.



# Od monomeru k výrobku – další typy PE

- **LLDPE, VLDPE, UHMWPE, .....**
- **Podobné spíše HDPE postupu výroby**
- **Kopolymery s polárnými komonomery**
- **Spíše podobné LDPE**

# ALTERNATIVNÍ SUROVINY PRO PE

- **GREEN PE** > cukrová třtina > sacharóza > ethanol > dehydratace > **ETHYLEN**
- **NEJDŮLEŽITĚJŠÍ STÁT S TÍMTO POSTUPEM je BRAZÍLIE**
- **??? Co deštné pralesy Amazonie ?**
- **PODOBNÉ SNAHY V TUZEMSKU**
  - **SPOLEČNOST PRO ZPENĚŽENÍ LIHU už okolo roku 1920 > surovina brambory > zánik kvůli daňovým podvodům**
- **Nyní sacharóza > ethanol do benzínu**

# Většina dílů stavebnice LEGO je ale z ABS terpolymeru

## Slavné kostky už nebudou jen z ropy

Ještě letos se k dětem dostanou kostičky LEGO vyrobené z tzv. bioplastu.

„Vlády a firmy po celém světě se pouští do boje se závislostí na plastech,“ píše stránka *iflscience.com*. Britská královna zakázala plasty na jedno použití na všech svých panstvích a v Keni odmítli plasty úplně – za jejich použití vám hrozí pokuta v přepočtu až 800 tisíc korun nebo dokonce vězení.

Boj s plasty je zkrátka v módě. A na ekologickou kartu sází i výrobce těch vůbec nejznámějších kousků plastu: LEGO. Dosud se tento plast vyráběl z ropy.

Ještě letos se však k zákazníkům dostanou kousky vyrobené z tzv. bioplastu, konkrétně polyethylenu, jenž vzniká na základě cukrové třtiny. Tímto způsobem se nejdříve budou vyrábět jen určité dílky lega: listy, keře nebo stromy. Je možné je opakovaně recyklovat, ekologičtější je i výroba.

Firma už v roce 2015 vyhlásila, že do roku 2030 se budou takto vyrábět všechny její klíčové produkty a obaly. Už v roce 2015 vyhradila na tento účel miliardu dánských korun (přes 3,4 miliardy Kč). Každá válka, i ta s ropnými produkty, zkrátka něco stojí.



# **SUROVINY PRO PE - shrnutí**

- **Zatím dominuje ropa**
- **Snahy o využití  
břidličného plynu  
(methan) v USA**
- **Výroba ethanu přes  
ethanol je zatím  
minoritní**

# Zopakovat a postoupit dál

**Může se to lišit v různých knihách!**

Tab. 2.2. Třídění PE podle hustoty

Typ	Zkratka	Hustota (g/cm <sup>3</sup> )
PE s velmi nízkou hustotou	ULDPE (Ultra-Low Density)	0,888–0,915
PE s nízkou hustotou	LDPE (Low Density)	0,910–0,955
Lineární PE s nízkou hustotou	LLDPE (Linear Low Density)	0,918–0,955
PE se střední hustotou	MDPE (Medium Density)	0,925–0,940
PE s vysokou hustotou	HDPE (High Density)	0,941–0,954
PE s vysokou molekulovou hmotností	HMW-HDPE (High Molecular Weight HDPE)	0,944–0,954 MH = 200 000–500 000
PE s ultravysokou molekulovou hmotností	UHMW-HDPE (Ultra-High Molecular Weight HDPE)	0,955–0,957 MH = 3 000 000–6 000 000

## Typický semikrystalický plast



# HDPE Liten – příklady hustot a IT

Typ	Hustota (kg/m <sup>3</sup> )	Index toku taveniny (190 °C, 2.16 kg)	Homo - kopo	POUŽITÍ
MB 71	<b>963</b>	<b>16</b>	<b>Homo</b>	vstřikování
MS 57	<b>950</b>	<b>4,2</b>	Kopo	vstřikování
BB 29	<b>950</b>	<b>0,15</b>	Kopo	vyfukování nádob
FB 20	<b>938</b>	<b>0,20</b>	Kopo	vyfukování fólií
PL 10	<b>952</b>	<b>0,08</b>	Kopo	Trubky
TB 38	<b>952</b>	<b>0,50</b>	Kopo	Desky

## **LDPE Bralen– příklady hustot a IT (část 1)**

<b>Product</b>	<b>Applications</b>	<b>Examples for applications</b>	<b>Density kg/m<sup>3</sup> (23 C)</b>	<b>Melt Flow Rate (MFR) g/10min, 190 C, 2,16 kg</b>
RB 03-23	Extrusion (sheet, profile, pipe), Blown film, Blow moulding	Shrink films, heavy duty packaging films, blow moulded items, extrusion of pipes, sheets, profiles, toys	<b>919</b>	<b>0,35</b>
FB 03-53	Blown film	Films for greenhouses (lifetime 2 years by thickness 0.12 mm - in Middle Europe climate conditions) shrink and packaging films	<b>919</b>	<b>0,35</b>
FB 08-64	Blown film	Shrink and technical films	<b>918</b>	<b>0,80</b>
FB 2-17	Blown film	Packaging and technical films, bubble films, foamed sheets and profiles	<b>918</b>	<b>2,0</b>
FB 2-30	Blown film	Thin slip packaging films, carrier bags, bags and pouches for general purpose, films for food and hygienic packaging, laminated and co-extruded films	<b>918</b>	<b>2,0</b>

## LDPE Bralen– příklady hustot a IT (část 1)

Product	Applications	Examples for applications	Density kg/m <sup>3</sup> (23 C)	Melt Flow Rate (MFR) g/10min, 190 C, 2,16 kg
<b>RB 2-62</b>	Extrusion (sheet, profile, pipe), Injection moulding	Extrusion of pipes, sheets, profiles, injection moulding, toys, foamed sheets and profiles, blow moulded items	<b>918</b>	<b>2,0</b>
<b>FB 3-33</b>	Blown film	Thin slip packaging films, carrier bags, bags and pouches for general purpose, films for food and hygienic packaging, laminated and co-extruded films	<b>919</b>	<b>2,9</b>
<b>NA 7-25</b>	Coating, Injection moulding	Coating of paper, aluminium and textile, extrusion of sheets, injection moulding of technical articles, toys	<b>914</b>	<b>8,0</b>
<b>VA 20-60</b>	Injection moulding	Injection moulding of household goods, large sized technical items, toys	<b>914</b>	<b>20,0</b>

# **TIPELIN**

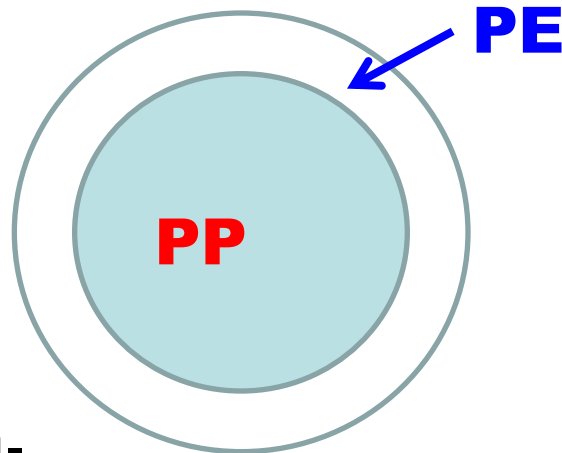
Tipelin is a registered trade mark for medium and high density polyethylene grades manufactured by MOL Petrochemicals Co. Ltd.

MOL Petrochemicals unimodal medium and high density **TIPELIN grades (MDPE and HDPE)** are produced by continuous suspension polymerization using low pressure catalytic process under licence of Phillips Petroleum Co. The **density range** of homopolymers and **co-polymers produced with hexene-1 co-monomer** grades **is 934 - 961 kg/m<sup>3</sup>.**

# PE vlákna – zatím minoritní použití

Zvlákňování z gelu – balistická ochrana > extrémní cena

Zvlákňování z taveniny – vícevrstvá vlákna s PE zevně, struktura slupka (PE) – jádro (PP) > jednorázové hygienické potřeby



**Poměr PE/PP je cca.  
1/10**

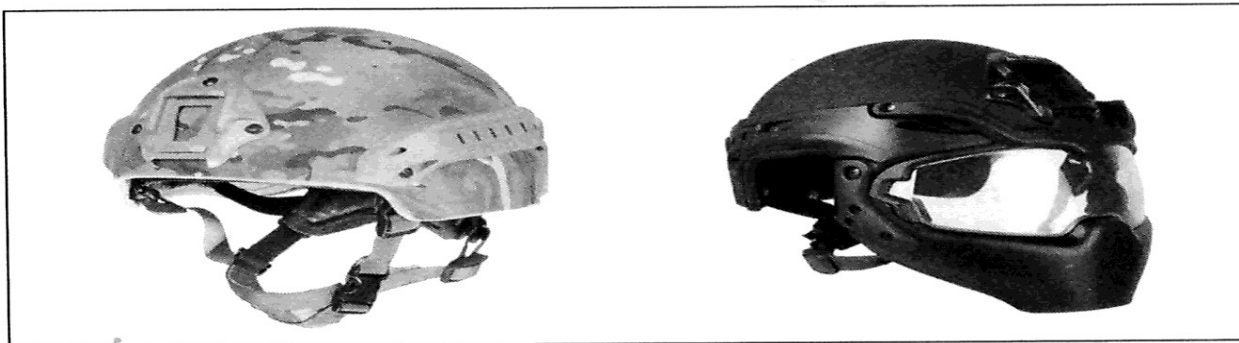


# PE-UHMW a co s ním 1?

## Ultra lehká vojenská přilba

Nizozemská firma DSM Dyneema, výrobce vláken z ultra vysokomolekulárního polyetyleny (PE-UHMW) a světový lídr v oblasti vývoje vláken a materiálů pro ochranu lidských životů oznámila, že po úspěšné spolupráci s firmou

nehořlavost, dynamická deformace a velmi nízká hmotnost.



Vojenské přilby LASA

Série přileb LASA se skládá ze dvou druhů. LASA AC914 je určená pro bojové operace a LASA AC915 pro speciální bojové operace, které umožňují větší sebevědomí. Obě přilby jsou kompatibilní s řadou speciálního odpružení, aby byl zajištěný komfort vojáka. Navíc, jejich hmotnost je o 30 % nižší, než u klasických přileb. Lehčí přilba tak kompenzuje další zatížení vojáků, kteří musí nést např. brýle pro noční vidění, obličejové clony, ochranu čelistí, komunikační systémy a kamery.

Morgan Advanced Materials uvedla na trh nový druh ultra lehkých vojenských přileb.

Firma Morgan vyhrála soutěž, jejímž zadáním byla výroba ultra lehké vojenské přilby pro kanadskou armádu. Nová přilba má označení LASA a konkurenční přilby předčí důležitými výkonovými požadavky, jako jsou např.

**Asi aditiva,  
jinak každý PE  
krásně hoří  
páchne po  
svíčkách!**

**Vlákná z PE-  
UHMW  
GELOVÉ  
SPŘÁDÁNÍ**

**POHLCENÍ HYBNOSTI (m.v) > absorbuující výplň**

# PE-UHMW a co s ním 3?

## Ochranné vesty pro policisty

Nizozemská firma DSM Dyneema, výrobce vláken z PE-UHMW (polyetylen s ultra vysokou molekulovou hmotností) a speciálních ochranných vláken, začala pod označením DYNEEMA dodávat na trh speciální patentovaný vláknový materiál, z něhož se dají vyrábět vysoce účinné vesty pro policisty.

Vesty vyrobené z materiálu ANTI STAB kombinují bezvadnou ochranu uživatele proti útočníkům s noži a jinými ostrými bodnými zbraněmi s velkou pružností, nízkou hmotností a komfortem. Firma DSM Dyneema při vývoji nových vest spolupracovala se společností Aegis Engineering Ltd.

Jakmile vesty obdrží mezinárodní certifikát, budou se ve velkém vyrábět pro britské policisty.

(tisková zpráva)

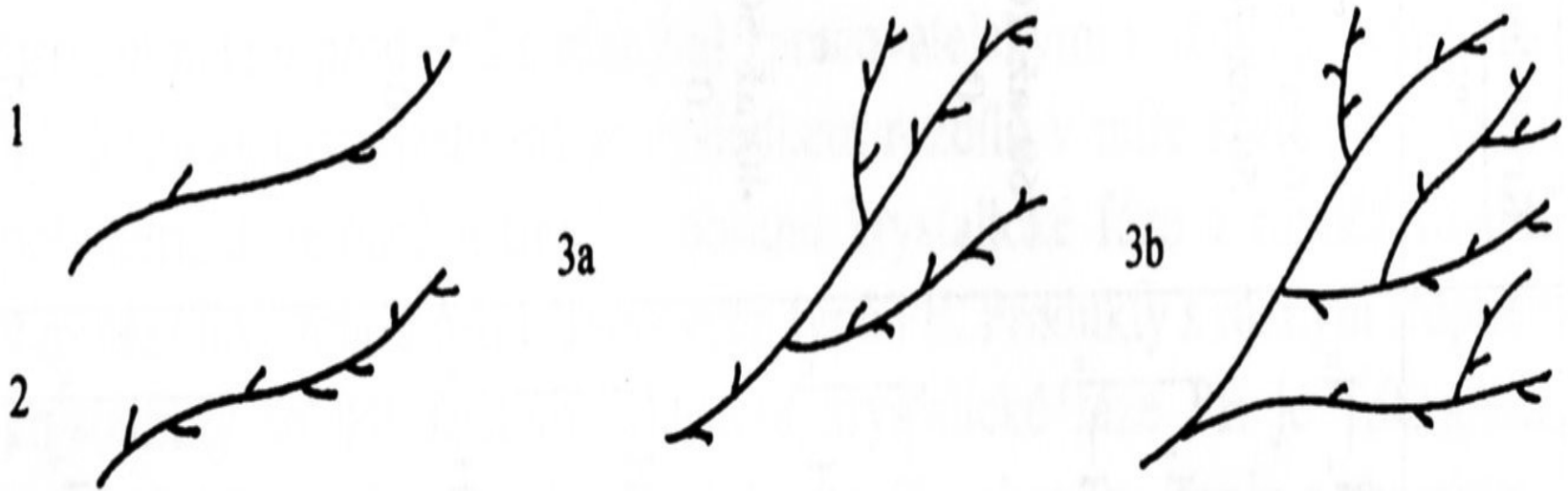
-mt-

# PE-UHMW a co s ním 2?

- **Otěruvzdorné obložení**
  - **Výsypky v lomech atd.**
  - **Obložení dráhy výrobků, např. láhve v pivovarech**
- **Kluzná ložiska**
  - **Nemusí se mazat > není znečištění vod u turbín**
    - **Snížení koeficientu tření aditivy, např. grafit**



# Zopakovat a postoupit dál – PE 1



Obr. 2.1. Struktura makromolekul různých typů PE: 1 – HDPE, 2 – LLDPE (krátké větvení), 3 – LDPE (dlouhé a krátké větvení, a – trubkový reaktor, b – autokláv)

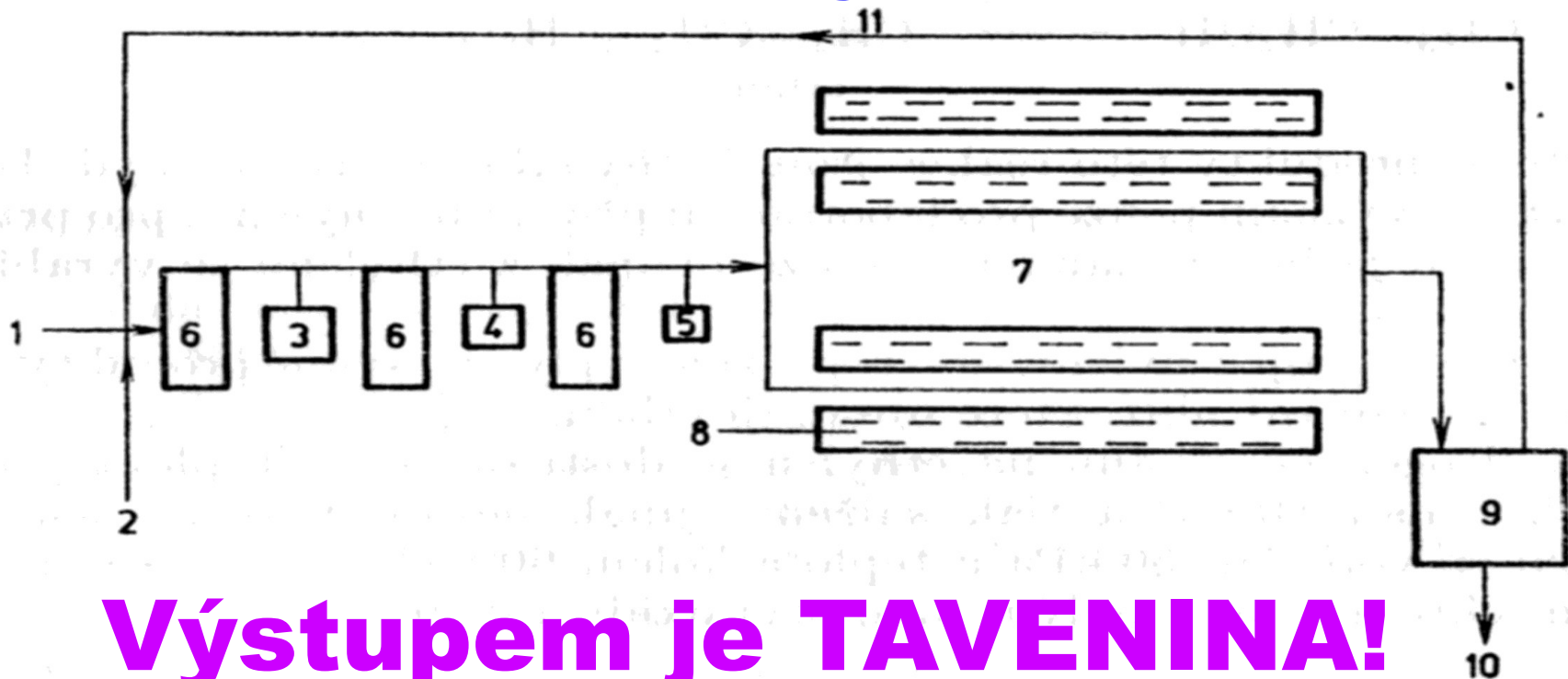
## Typický semikrystalický plast



# Zopakovat a postoupit dál – PE 2

**AUTOKLÁV** = reaktor obvykle stojatý,  
míchaný, pro vysoké tlaky i teploty

## Trubkový reaktor



**Výstupem je TAVENINA!**

Obr. 15. Schéma výroby rozvětveného polyethylenu

1 — čistý ethylen, 2 — katalytický kyslík, 3 — kompresor nízkotlaký,  
4 — středotlaký, 5 — vysokotlaký, 6 — chladiče, 7 — trubkový reaktor,  
8 — chladicí médium, 9 — oddělovač polymeru a plynu, 10 — vytlačování  
roztaveného polyethylenu, 11 — nezreagovaný ethylen



# Když začneme hledat na Internetu [www.unipetrol.cz](http://www.unipetrol.cz)

LITEN FB 29

**Z toho se dělá ona fólie a sáčky zvané MIKROTEN**

Charakteristika

LITEN FB 29 je kopolymer s širokou distribucí molekulových hmotností a základní aditivací, vhodný pro výrobu „papírových fólií“ pro obalovou techniku o doporučené tloušťce nad 15 µm.

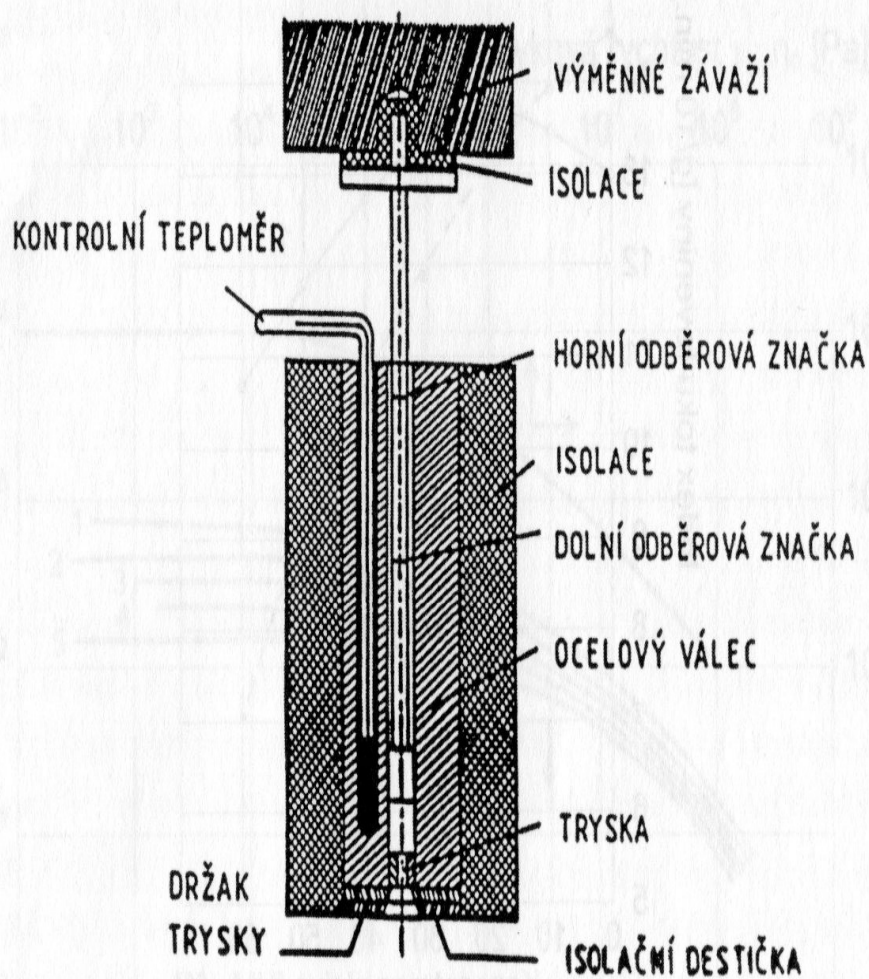
Vlastnost	Jednotka	Typická hodnota
<b>INDEX TOKU TAVENINY (190/2,16)</b>	<b>g/10 min</b>	<b>0.15</b>
<b>INDEX TOKU TAVENINY (190/5)</b>	<b>g/10 min</b>	<b>0.70</b>
<b>INDEX TOKU TAVENINY (190/21,6)</b>	<b>g/10 min</b>	<b>16.00</b>
<b>HUSTOTA</b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>950</b>
NAPĚTÍ NA MEZI KLUZU	MPa	24
TAŽNOST NA MEZI KLUZU	%	10.0
OHYBOVÝ MODUL	MPa	1050
VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY 23°C	kJ/m <sup>2</sup>	12.0
VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY -30°C	kJ/m <sup>2</sup>	5.0
TEPLOTA MĚKNUTÍ DLE VICATA	°C	125
TVRDOST SHORE D	-	60
ESCR F50; 50°C; 100% DETERGENT	h	250
OBSAH SAZÍ	%	-

# Jak v praxi charakterizujeme molekulovou hmotnost plastů?

- **VĚDECKÉ HODNOCENÍ** –  $\bar{M}_w$ ,  $\bar{M}_n$ ,  $\bar{M}_z$ ,  $D = \bar{M}_w/\bar{M}_n$
- **TECHNICKÉ HODNOCENÍ**
  - Index toku taveniny (polyolefiny, styrenové plasty, .....
  - Viskozitní číslo (PETP, PA, .....) ROZTOK
  - K hodnota (obdoba viskozitního čísla - PVC) ROZTOK

# Index toku taveniny POLYETYLENU

## (nepoplést si překlad ruského termínu)



**INDEX  
TOKU  
TAVENINY  
(190/2,16)**

**g/10 min**

**0.15**

**INDEX  
TOKU  
TAVENINY  
(190/5)**

**g/10 min**

**0.70**

**INDEX  
TOKU  
TAVENINY  
(190/21,6)**

**g/10 min**

**16.00**

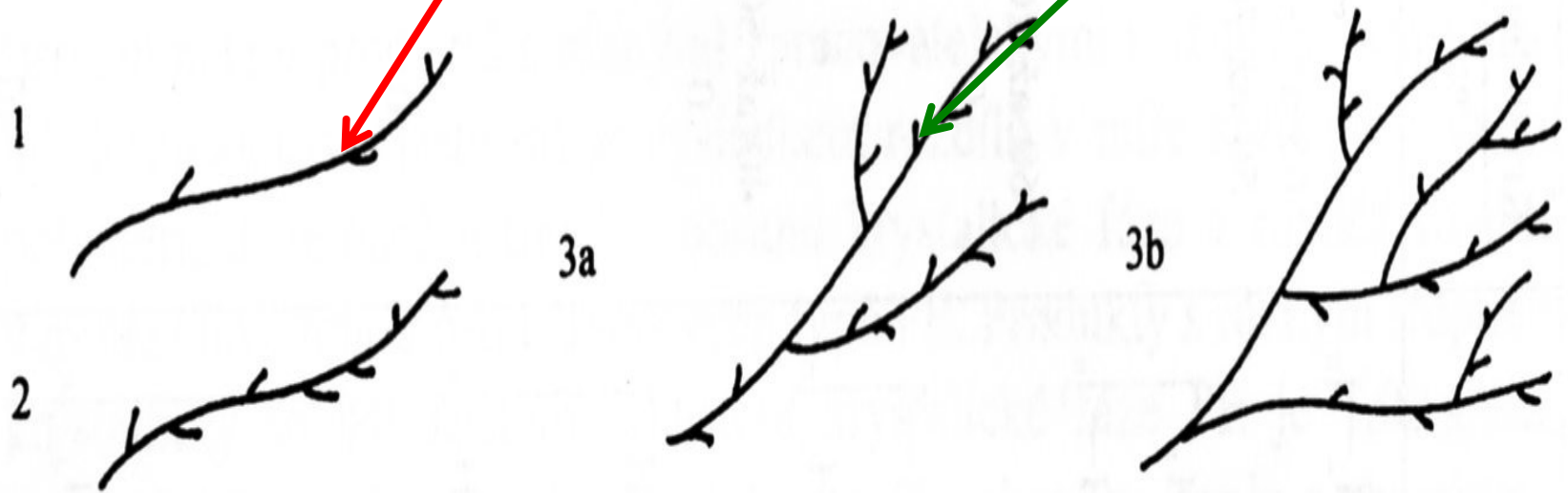
# Index toku taveniny POLYETYLENU

- **VĚDECKÉ  
HODNOCENÍ** –  $M_w$ ,  
 $M_n$ ,  $M_z$ ,
- **$D = M_w/M_n$**
- **TECHNICKÉ  
HODNOCENÍ**
- **IT, ITT – ČESKY**
- **MRF, MFI – anglicky**
- **IT (190/21,6)/ IT  
(190/2,16)**
- **Toto má u PE  
podobný význam  
jako  $D = M_w/M_n$**

# Typy POLYETYLENU podle použití

- **Vstřikovací**
- **Vytlačovací**
  - **Fóliové,**
  - **Deskové,**
  - **Trubkové,**
  - **Vláknářské (Liten LS 87)**
- **Vyfukovací**
- **Páskové**
- **Jiné a různé (Bralen SA 200-22 atd.)**

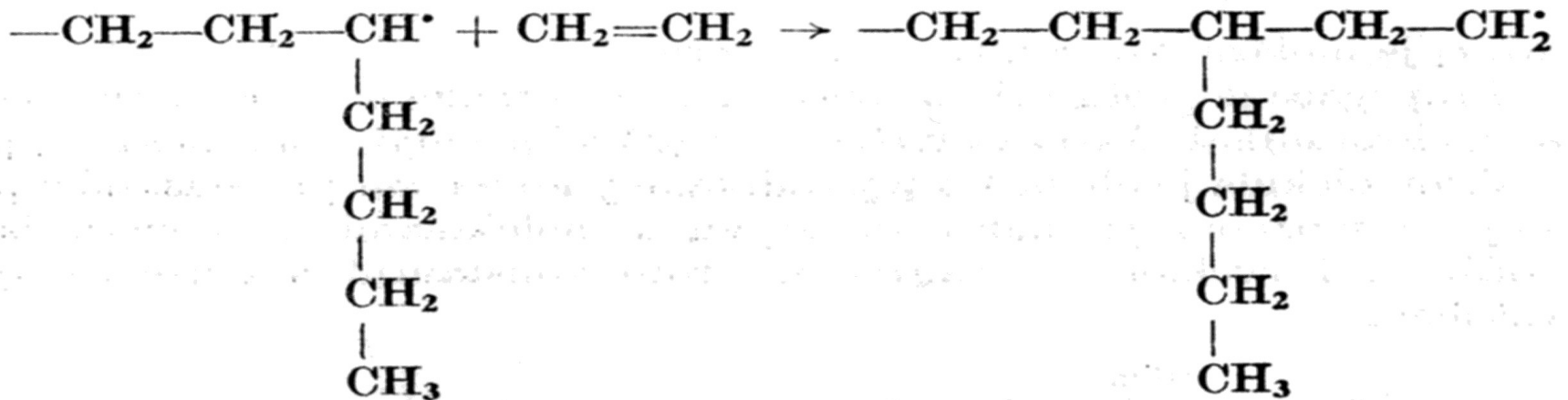
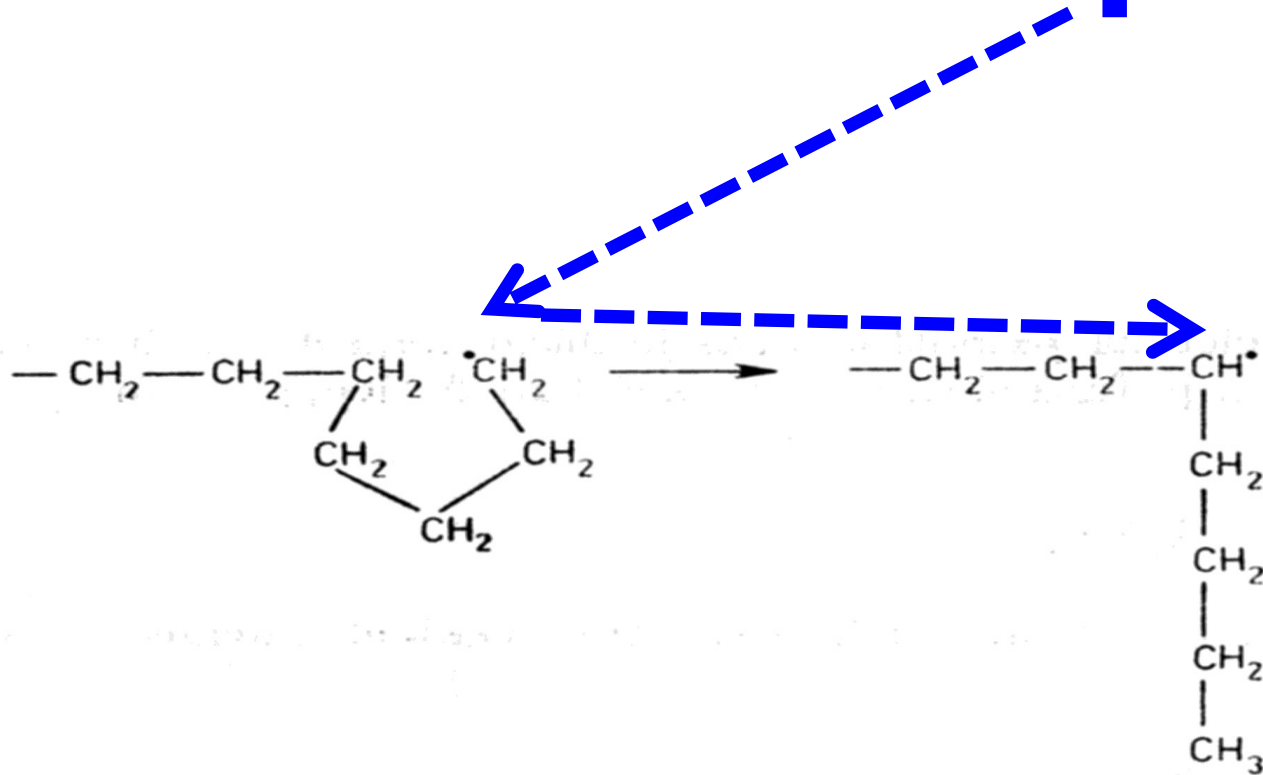
# HDPE Liten X LDPE Bralen



Obr. 2.1. Struktura makromolekul různých typů PE: 1 – HDPE, 2 – LLDPE (krátké větvení), 3 – LDPE (dlouhé a krátké větvení, *a* – trubkový reaktor, *b* – autokláv)

## Typické semikrystalické plasty

# LDPE Bralen – větvení přenosem





# HD POLYETHYLEN Liten – ITT a použití

- **Vstřikovací – 3 – 25 g/10 minut**
- **Vytlačovací**
  - Fóliové, – 0,1 – 0,20 g/10 minut
  - Deskové, – 0,1 – 0,20 g/10 minut
  - Trubkové, – 0,1 – 0,20 g/10 minut
- **Vyfukovací – 0,1 – 0,25 g/10 minut**
- **Páskové – cca. 0,50 g/10 minut**
- **Vláknářské (Liten LS 87) - 25 g/10 minut**

# LD POLYETYLEN Bralen – ITT a použití [www.slovnaft.sk](http://www.slovnaft.sk)

- **Vstřikovací – 2 – 20 g/10 minut**
- **Vytlačovací**
  - Fóliové, – 0,3 – 3 g/10 minut
  - Deskové, – 0,3 – 2 g/10 minut
- **Vyfukovací – 0,3 g/10 minut**
- **Speciální – 7 – 200 g/10 minut (7-25, 70-21, 200-22)**

# HDPE Liten X LDPE Bralen

Liten MB 71

Bralen NA 7-25

ITT	7 – 8,5
-----	---------

ITT	7 – 8
-----	-------

Vstřikovací typ

Vstřikovací typ

Napětí na mezi kluzu v tahu	<b>26 MPa</b>
-----------------------------	---------------

Napětí na mezi pevnosti v tahu	<b>17 MPa</b>
--------------------------------	---------------

Teplota měknutí podle Vicata	126 °C
------------------------------	--------

Teplota měknutí podle Vicata	88 °C
------------------------------	-------

Tvrdość Shore D	<b>58</b>
-----------------	-----------

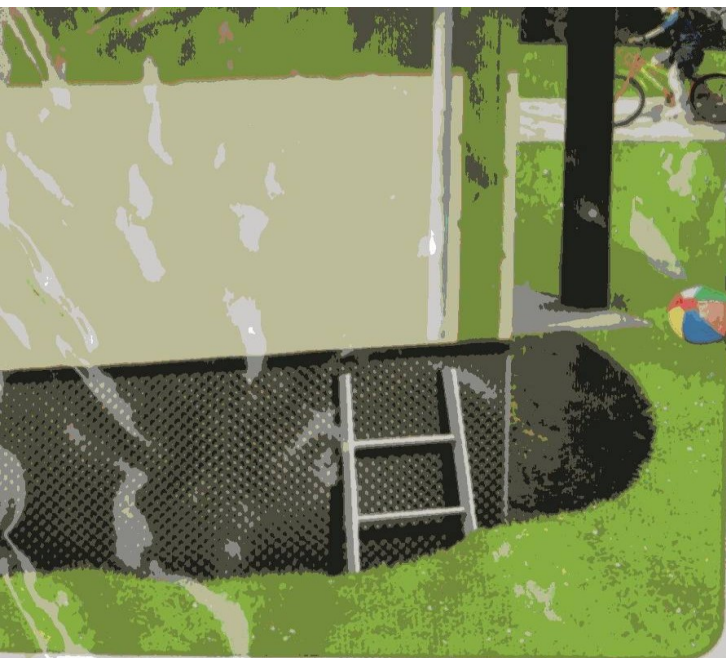
Tvrdość Shore D	<b>42</b>
-----------------	-----------

# **POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 1**

## **Nopová fólie**

- **Vytlačení silné černé (PROČ?) fólie**
- **Vytvarování komolých kuželů (PROČ?)**
- **Přiložení k vlhké vnější stěně (JAK ORIENTOVAT?)**
- **MECHANISMUS ÚČINKU**

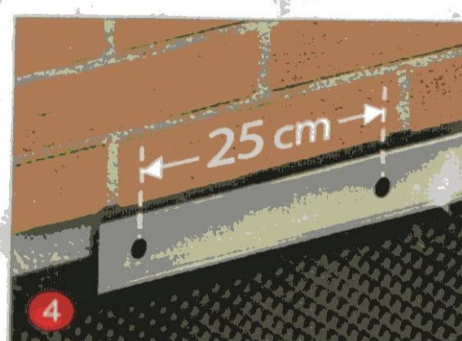
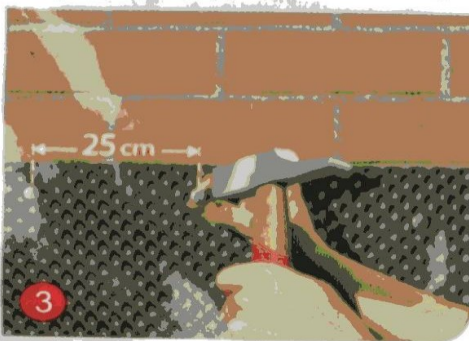
# NOPOVÁ fólie – HDPE



0.5 x 5 m



For more detailed information or languages,  
please scan the QR code



400g +/- 10%



Class F



> 100/80 N/50m



15/10%



2 kPa



# **POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 2**

## **Korugovaná perforovaná trubka**

- **Proč právě PE?**
- **Co to je ?**
- **Perforace (PROČ?)**
- **Kde přiložíme k vlhké vnější stěně ?**
- **Čím obalíme trubku a proč?**
- **Jak a proč uděláme vývod?**
- **MECHANISMUS ÚČINKU**



# **POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 3**

## **Bublínková fólie**

- **Co to je ?**
- **Proč právě PE a jaký?**
- **Kde se používá?**
- **MECHANISMUS ÚČINKU**
- **Jak zlepšit její vlastnosti a proč?**

# **Bublinková fólie**

**Jeden materiál, obvykle LDPE:**

- **Obalová ochrana zboží,**

**Vícevrstvá z různých materiálů:**

- **Podstřešní membrány**

- .....

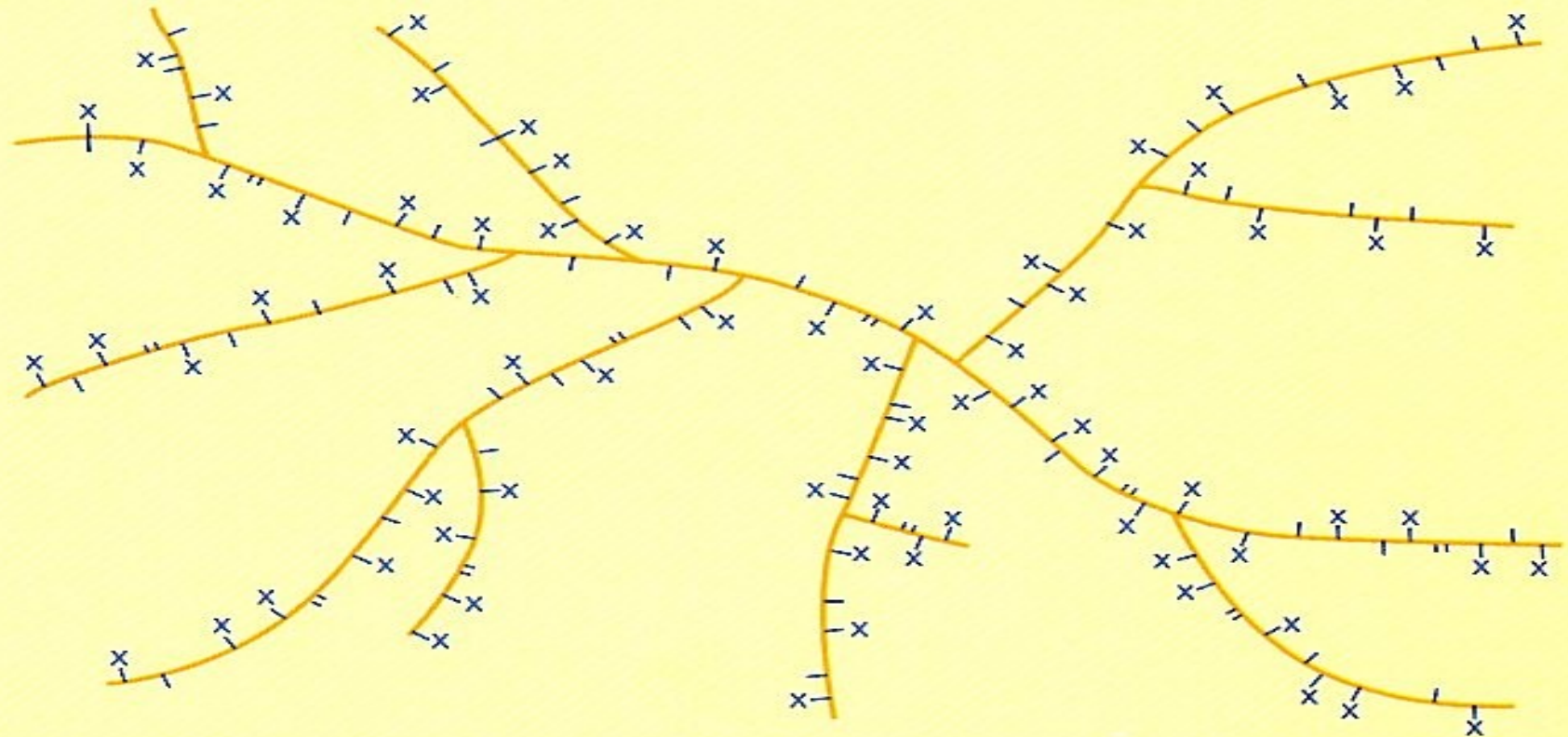
# POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 4

## Průtažná fólie (angl. Stretch film, *slangově „strečka“*)

- Co to je ?
- Proč právě PE a jaký?
- Přísady a proč (EVA, polyizobutylene)?
- Kde se používá?
  - Průtažná fólie (obvykle už trochu vydloužená fólie)
  - Tavná lepidla
  - Fólie na skleníky (má vyšší UV odolnost než LDPE)
  - Nánosy na papír, Al fólii a lepenku (lepší adheze polárních skupin)
- **MECHANISMUS ÚČINKU**

# Kopolymer ETYLEN – vinylacetát (EVA)

Fig. 1 - Formation of an EVA copolymer



X = acetate

Fig. 3 - Relation of density to vinyl acetate content

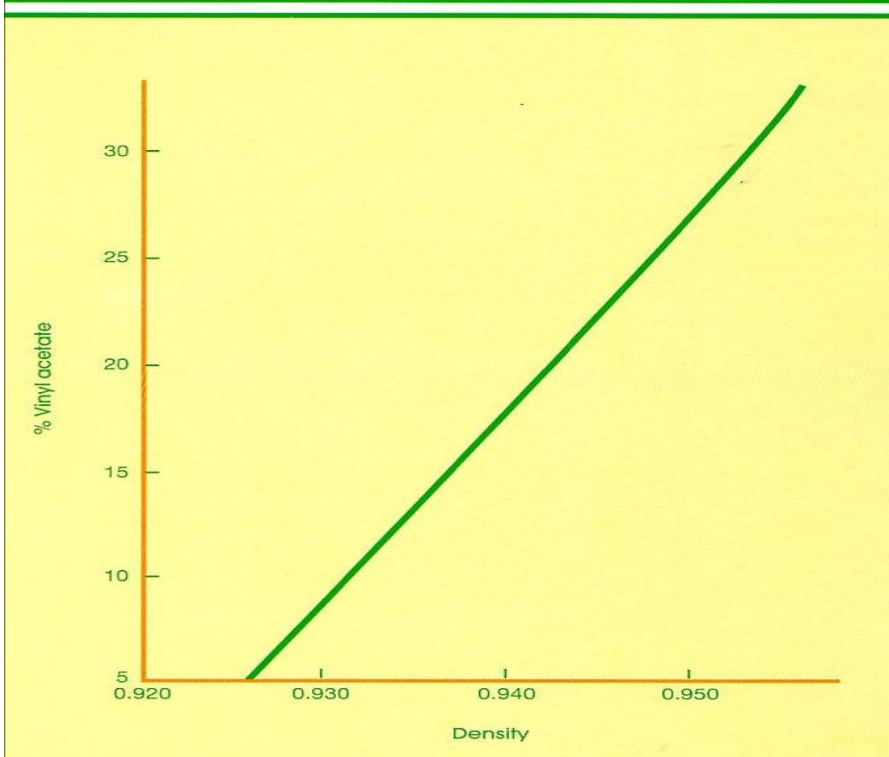
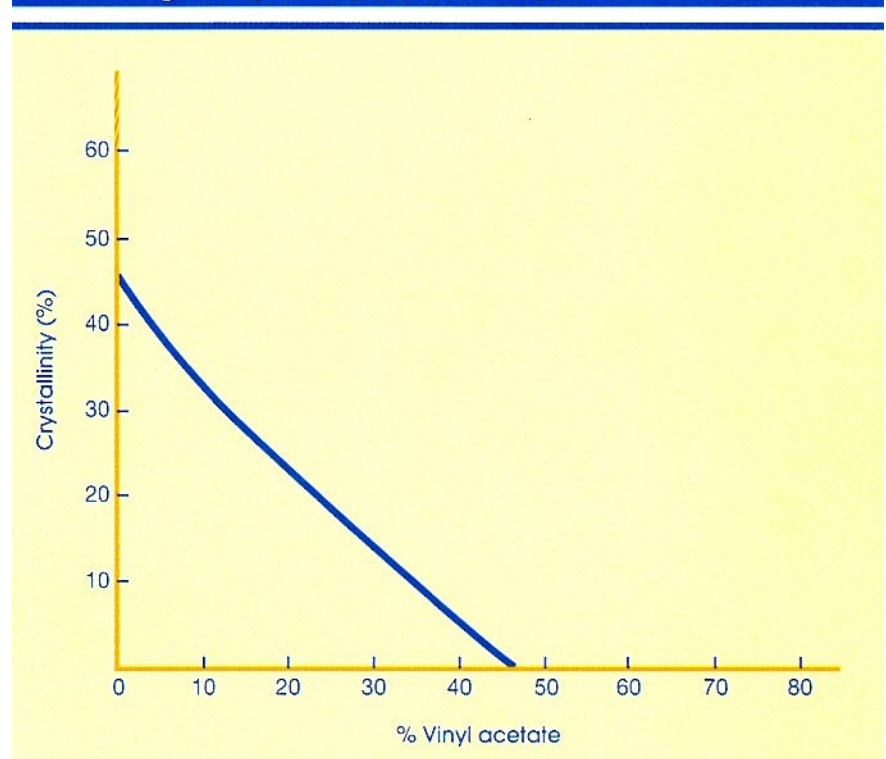


Fig. 2 - Crystallinity (%) versus vinyl acetate addition



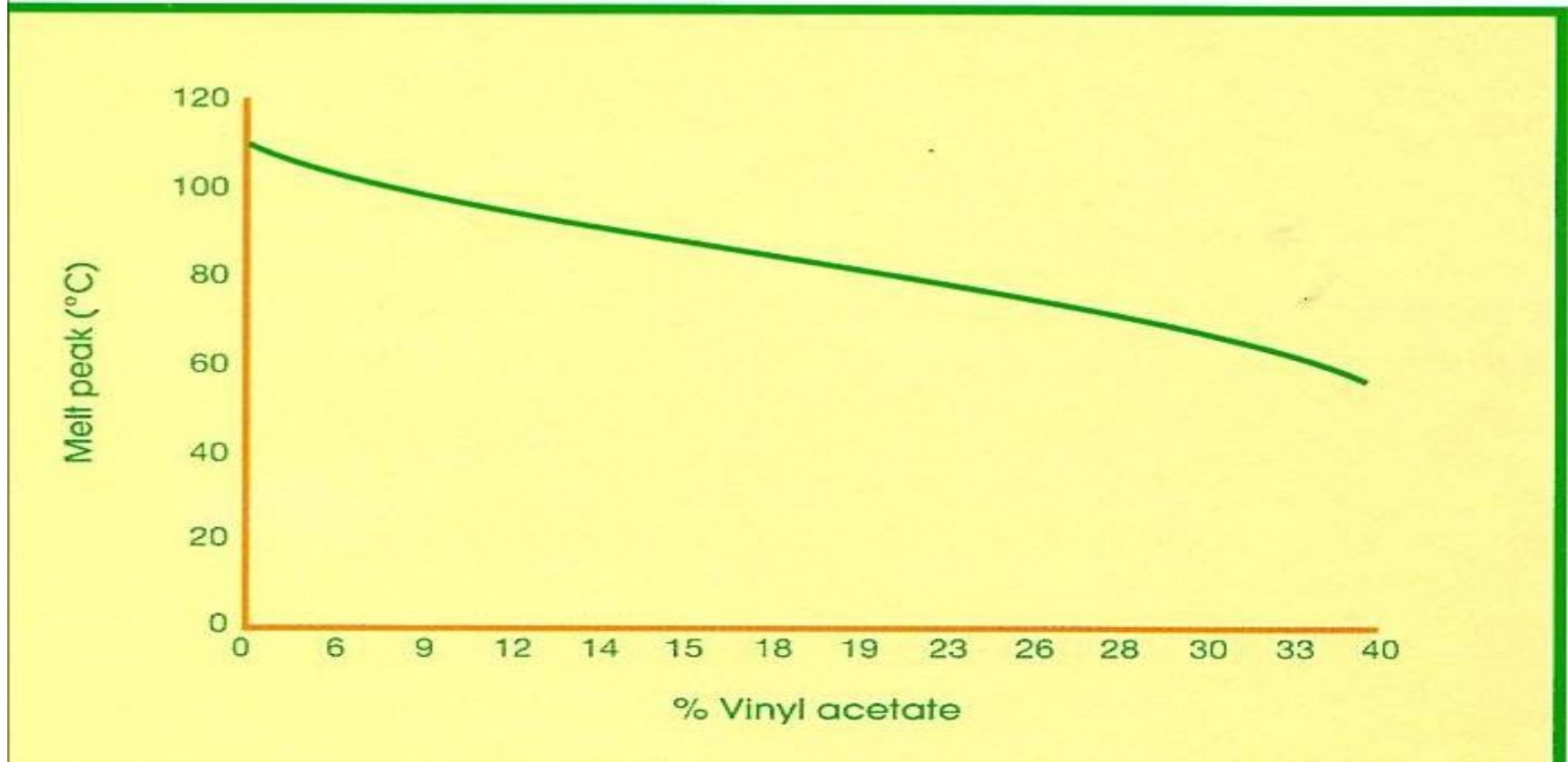
**S obsahem VAC (vinylacetát) vzrůstá HUSTOTA, ale klesá KRYSTALINITA.**

**To je s ohledem na vztah těchto vlastností u HDPE versus LDPE ZVLÁŠTNÍ.**

**VAC totiž obsahuje HETEROATOMY KYSLÍKU, což HUSTOTU ZVYŠUJE.**

**Proti tomu ale působí PORUCHY NA HLAVNÍM ŘETĚZCI, což KRYSTALINITU SNIŽUJE.**

**Fig. 8 - Influence of VA Content of an EVA copolymer on the Melt Peak Temperature (for resins with melt index less than 10)**



**S obsahem VAC (vinylacetát) KLESÁ MAXIMUM na DSC křivce tání (MELT PEAK).**

**Standardní LDPE má tento MELT PEAK cca. 109 °C (v grafu bod pro nulový obsah VAC)**



# **POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 5**

## **Antikoroziční fólie**

- **Co to je ?**
- **Proč právě PE a jaký?**
- **Přísady (vypařovací inhibitory koroze) a proč?**
- **Kde se používá?**
- **MECHANISMUS ÚČINKU (železné X neželezné kovy)**

# **POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 6**

## **Vícevrstvé fólie**

- **Co to je ?**
- **Proč právě PE a jaký?**
- **Další vrstvy a proč?**
- **MECHANISMUS ÚČINKU**
- **Kde se používá?**
- .....

# POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 7

## Smršťovací fólie

- **Co to je ?**

- Je to fólie vyfukovaná mající „zamrznuté vnitřní pnutí“.

- **Proč právě PE a jaký**

- Protože PE je typický pro vyfukované fólie, je ekologicky přijatelným a vyrábí se v široké škále IT, což dává možnost použít pro různou náročnost různé typy LDPE (např. Bralen FB 08-64 a pro balení celých palet RB 03-23)

# POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 7

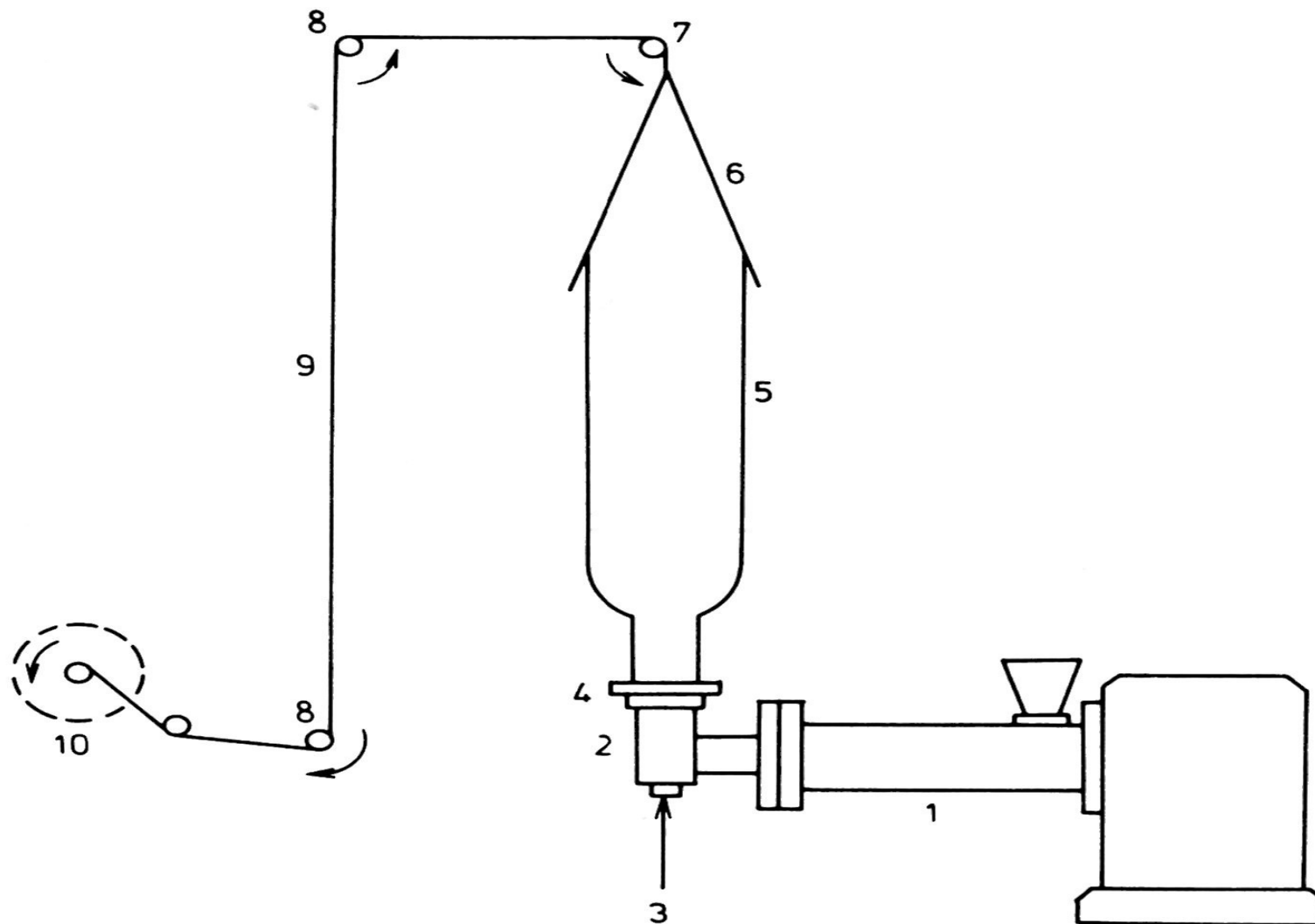
Typ LDPE	Hustota (kg/m <sup>3</sup> )	ITT (g/10 minut; 190 °C, 2.16 kg)
<b>Bralen FB 08-64</b>	<b>919</b>	<b>0,80</b>
<b>Bralen FB 03-23</b>	<b>919</b>	<b>0,35</b>

- **MECHANISMUS ÚČINKU**

- Po zahřátí se uvolní vnitřní pnutí a fólie se smrští okolo baleného zboží a tím ho upevní na paletě či ve skupinovém balení

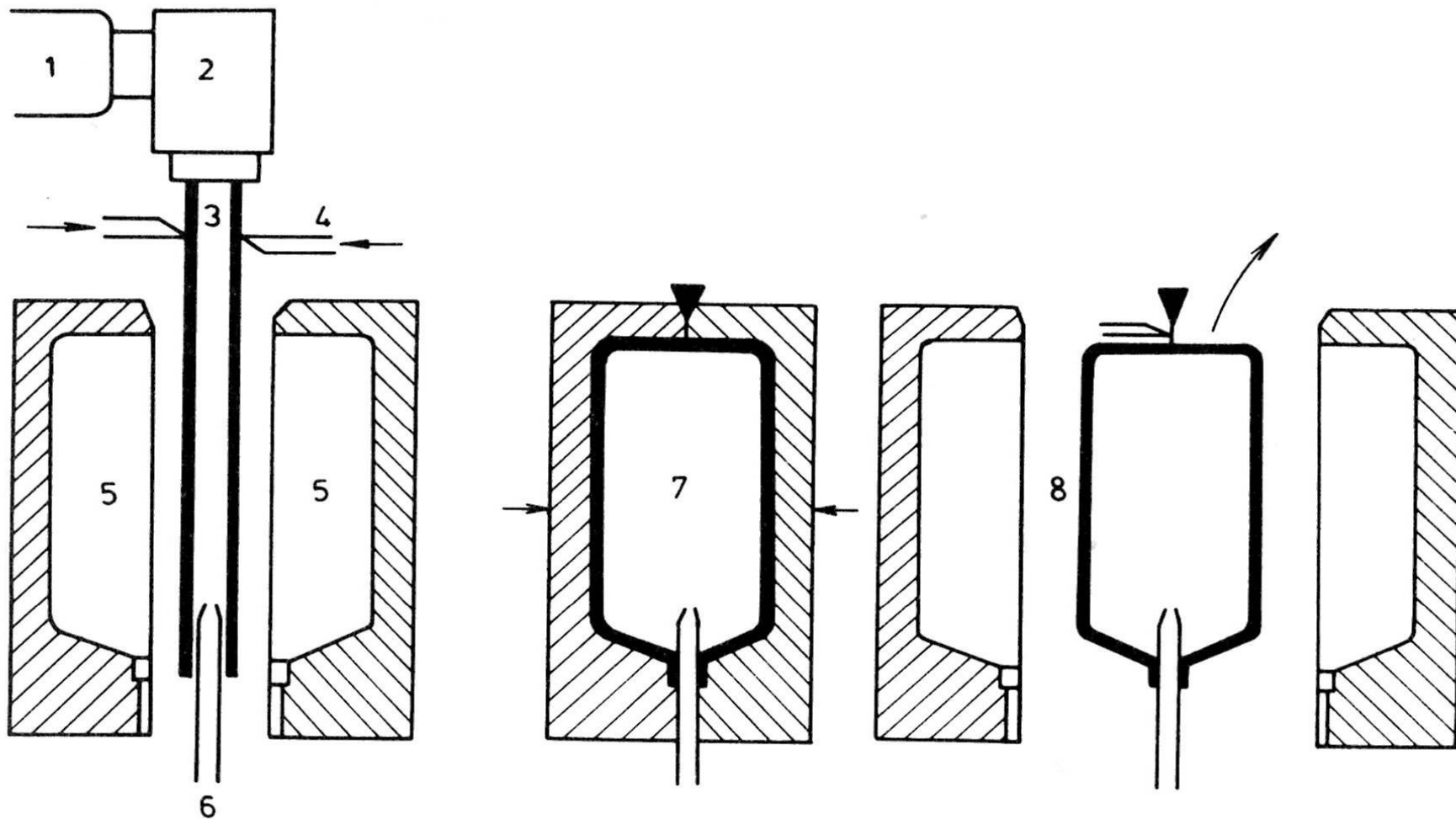
- **Kde se používá**

- Paletované zboží, např. pytle s plasty, cihly, tvárnice, .....



Obr. 24.2. Vyfukování vytlačované hadice pro výrobu fólií

1 – extrudér, 2 – vyfukovací hlavice, 3 – přívod vzduchu, 4 – chladičí kruh, 5 – hadice z polymeru, 6 – vodící plechy, 7 – stlačovací válce, 8 – vratný válec, 9 – dvojnásobná nerozřezaná plochá fólie, 10 – navíjecí zařízení s kladkou



Obr. 24.3. Vytlačování s vyfouknutím pro výrobu dutých těles (vyfukování spodem pomocí trnu)

1 – šnekový vytlačovací stroj, 2 – vytlačovací hlavice, 3 – vytlačovaná hadice, 4 – oddělovací zařízení, 5 – rozdělená forma, 6 – zavádění tlakového vzduchu, 7 – uzavřená forma s vyfouknutým dutým tělesem, 8 – otevřená forma a vyhození výrobku



# **POLYETHYLEN & konzervátor a restaurátor 8**

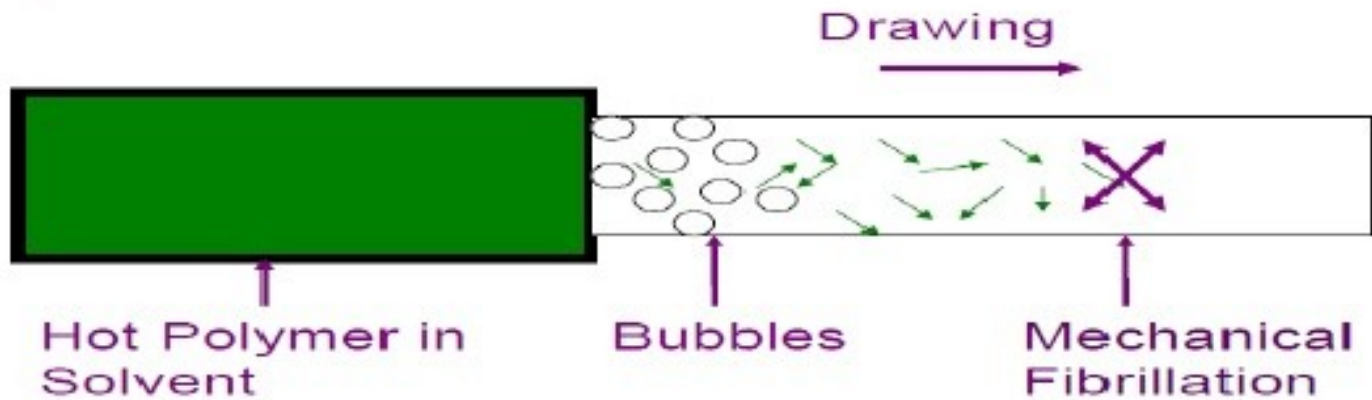
## **NETKANÁ TEXTILIE **TYVEK** PRO ARCHIVACI A RESTAUROVÁNÍ PAPIÍRU**

### **Finishing of **Tyvek**®**

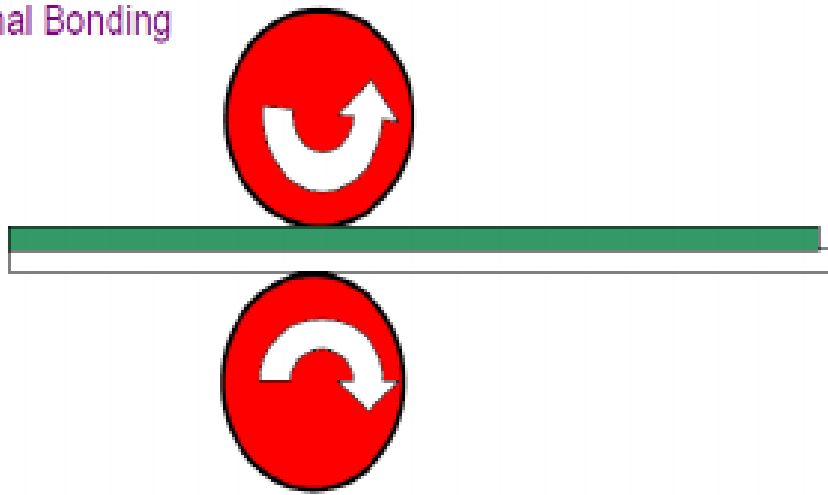
Either to apply any finishing treatment on Tyvek® or not depends upon its end use, for example, all products of Tyvek® with “R and D” suffix are Corona treated and anti-static treated like Tyvek® 1073D and Tyvek® 1443R. While all products of Tyvek® used in medical sterile packaging and direct food contact packaging applications are neither corona treated nor anti-static treated and the suffix “B” is used for these brands like Tyvek 1059B.

## Flash Spinning of Tyvek

### Top View of Sheet Extrusion

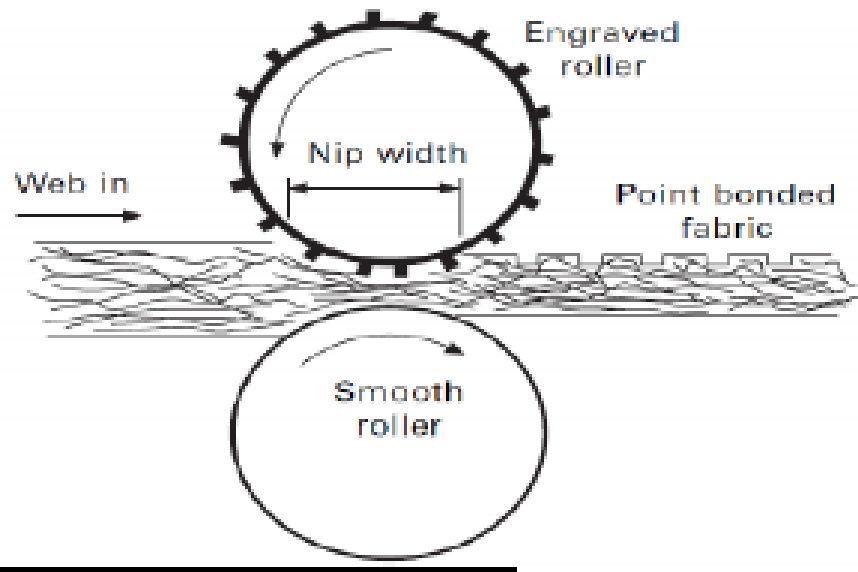


Thermal Bonding



Hot Rollers

**UPPER** picture is of area bonded Tyvek® which produces nonwovens which have stiff, hard, paper sheet like structure for example



**LOWER** picture is of point bonded Tyvek® which produces nonwovens which have flexible, soft, fabric like structure for example Tyvek® soft structure. One roller soft and second engraved and sometimes both engraved rollers are used.

# POLYETHYLEN V ZAHRADĚ

## VÝHODY:

- rázuvzdornost i za nízkých teplot
- vyšší odolnost proti UV záření než např. PP (PVC by byl málo rázuvzdorný)
- při zamrznutí vody v zimě „zvládne“ zvýšení objemu svou deformovatelností

### Sud na vodu

Materiál plast,  
včetně kohoutku  
a víka, bez podstavce.  
Objem 200 l.  
OBI č. 371710 5

Vhodné podstavce  
pod sud k dostání  
ve vaší prodejně OBI.

Super cena

**399,-**

# POLYETHYLEN – další použití 1

## POTRUBÍ:

- **Voda (místní i dálkové rozvody),**
- **Plyn (místní rozvody),**
- **Odpad**

Dnes často jako dvouvrstvé – vnější vrstva je **OHRANNÁ** pro snazší a levnější uložení ve výkopu

**Rekonstrukce kovových potrubí průtahem nového PE potrubí – hlavně dálkové rozvody**

## VÝHODY:

- **rázuvzdornost i za nízkých teplot**
- **vyšší odolnost proti UV záření než např. PP (PVC by byl málo rázuvzdorný)**
- **při zamrznutí vody v zimě „zvládne“ zvýšení objemu svou deformovatelností**

# POLYETHYLEN – další použití 2

**Automobilové nádrže – osobní auta > SNÍŽENÍ HMOTNOSTI & KOROZNÍ ODOLNOST**

**VYFUKOVÁNÍ + fluorizace vnitřku nádrže kvůli odolnosti vůči pohonným hmotám**

## **VÝHODY:**

- **rázuvzdornost i za nízkých teplot**
- **vyšší odolnost proti UV záření než např. PP (PVC by byl málo rázuvzdorný)**
- **při zamrznutí vody v zimě „zvládne“ zvýšení objemu svou deformovatelností**



# **POLYETHYLEN – další použití 3**

**VYFUKOVANÉ LÁHVE NA MLÉKO - hlavně v USA, ale začíná to i nás**

**V USA recyklace na desky plněné dřevem, začíná to i nás**

**Zkratka WPC > Wood Plastics Composite**

**Výroba dřevité moučky u nás > Bělkovice-Laštany u Olomouce**

## **VÝHODY:**

- rázuvzdornost i za nízkých teplot**
- při zamrznutí vody v zimě „zvládne“ zvýšení objemu svou deformovatelností**

# **POLYETHYLEN UV odolnost**

**Relativně dobrá, lepší než PP i  
styrénové plasty  
HORŠÍ NEŽ PVC a PMMA**

**V případě potřeby se přidávají:**

- **saze**
- **UV stabilizátory ( 0,1 – 0,3 % hmot.)**

# **POLYETHYLEN chemická odolnost**

**Relativně dobrá, lepší než PP i styrenové plasty**

**Tabulky poskytuje výrobce:**

- vliv koncentrace chemikálie,**
- vliv teploty,**
- vliv času,**
- vliv mechanického napětí (*síla/průřez*).**

# POLYETHYLEN LITEN chemická odolnost vysvětlivky

Význam použitých symbolů:

---

- + = odolný (botnavost polymeru  $< 3\%$  nebo pokles hmotnosti polymeru  $< 0,5\%$   
tažnost polymeru se podstatně nemění)
- / = omezeně odolný (botnavost polymeru v rozsahu  $3 - 8\%$ , nebo pokles hmotnosti  
polymeru v rozsahu  $0,5$  až  $5\%$ , tažnost polymeru se snižuje o  $50\%$ )
- = neodolný (botnavost polymeru  $> 8\%$ , nebo pokles hmotnosti polymeru  $> 5\%$ ,  
tažnost polymeru se snižuje o  $> 50\%$ )
- z = změna zabarvení polymeru
- o = vodný roztok jakékoliv koncentrace
- oo = platí pouze při nízkém mechanickém namáhání
- x = platí při teplotě varu příslušné látky
- xx = neplatí pro svařované spoje ve výrobku z Litenu

# POLYETHYLEN

## chemická odolnost 1

### Tabulka V.

### Chemická odolnost Litenu

Název látky	20 °C	60 °C
acetaldehyt	+	/
acetanhydrid	+	/ z
aceton	+	+ x
acetonitril	+	+
acetylchlorid	/	/
akrylonitril	+	+
alkylalkohol, 96 %	+	+
amylacetát	+	+
amylnitrit	/	/
anilin	+	+
anisol	/	/ až -
benzaldehyd	+	+ až /
benzen	/	/
benzin	+	+ až /
benzylalkohol	-	+
benzylchlorid	/	/
borax	+	+
brom kapalný	-	-
benzoan sodný	+	+
butylacetát	+	/
butylalkohol	+	+
butylenglykol	+	+
butylester kyseliny glykolové	+	+
cyklohexan	+	+
cyklohexanol	+	+
cyklohexanon	+	/
čpavek kapalný	+	
čpavek plynný	+	+
dekalín	+	/
dibutyleter	+ až -	-
dibutylftalát	+	/
dietyler	+ až /	/ x
o - dichlorbenzen	/	-
p - dichlorbenzen	/	-
dichloretylen	-	-
diisobutylketon	+	/ až -
diisopropyleter	+ až /	-
dimethylamin	+	/
dimetylformamid	+	+ až /
dimetylsulfoxid	+	+
dioxan	+	+
dusičnan draselný vodný nasycený roztok	+	+
dusičnan sodný	+	+
dusičnan stříbrný	+	+
dusičnan vápenatý 50 %	+	+

08032021

POI

# POLYETHYLEN

## chemická odolnost 2

Název látky	20 °C	60 °C
emulgátory	+	+
epichlorhydrin	+	+
etylacetát	+	/
etylalkohol, 96 %	+	+
etylbenzen	/	/
etylendichlorid	/	/
etylglykol	+	+
etylester kyseliny monochloroctové	+	+
fluor	-	-
formaldehyd 40 %	+	+
fosforečnany	+	+
fotografická vývojka	+	+
furylalkohol	+	+ z
glycerin	+	+
glykol	+	+
hydrazinhydrát	+	+
hydrosiřičitan sodný 10 % vodný roztok	+	+
hydroxid draselný	+	+
hydroxid draselný 30 % vodný roztok	+	+
hydroxid sodný	+	+
hydroxid sodný 30 %	+	+
chlor kapalný	-	-
chlor plynný suchý	/	-
chlor plynný vlhký	/	-
chloralhydrát	+	+ z
chlorbenzen	/	-
chlorid amonný	o +	+
chlorid antimonitý	+	+
chlorid draselný	o +	+
chlorid fosforitý	+	+
chlorid hlinitý	o +	+
chlorid hořečnatý	o +	+
chlorid rtuťnatý	+	+
chlorid sodný nasycený vodný roztok	+	+
chlorid uhličitý	/ oo	-
chlorid vápenatý	o +	+
chlorid zinečnatý	o +	+
chlorid železitý	o +	+
chlornan sodný 50 %	+	+
chlornan vápenatý	o +	+
chloroform	/ oo až -	-
chlorovodík (suchý a vlhký)	+	+
isooktan	+	/
isopropylalkohol	+	+
jodová tinktura	+	/ z

08032021

POL

# POLYETHYLEN

## chemická odolnost 3

Název látky	20 °C	60 °C
kamenec hlinito-draselný	+	/ z
ketony	+	+ až /
kresol	+	+ z
křemičitan sodný	+	+
kyanid draselný	+	+
kyselina benzensulfonová	+	+
kyselina benzoová	+	+
kyselina boritá	o +	+
kyselina bromovodíková	+	+
kyselina citronová	+	+
kyselina dichloroctová 50 %	+	+
kyselina dichloroctová 100 %	+	/ z
kyselina dusičná 25 %	+	+
kyselina dusičná 50 %	/	- z
kyselina etylendiaminotetraoctová	+	+
kyselina fluorovodíková 40 %	+	/
kyselina fluorovodíková 70 %	+	/
kyselina fluorokřemičitá	+	+
kyselina fosforečná 25 %	+	+
kyselina fosforečná 50 %	+	+
kyselina fosforečná 95 %	+	/ z
kyselina ftalová 50 %	+	+
kyselina glykolová 55 %	+	+
kyselina glykolová 70 %	+	+
kyselina chloristá 50 %	+	/
kyselina chloristá 70 %	+	- z
kyselina chlorsulfonová	-	-
kyselina chromová 80 %	xx +	- z
kyselina jablečná 50 %	+	+
kyseliny karbonové aromatické	+	+
kyselina jantarová 50 %	+	+
kyselina křemičitá	+	+
kyselina kyanovodíková 50 %	+	+
kyselina maleinová	+	+
kyselina mléčná	+	+
kyseliny mastné	+	+ až /
kyselina máselná	+	/
kyselina monochloroctová	+	+
kyselina mravenčí	+	+
kyselina octová 10 %	+	+
kyselina octová ledová 100 %	+	/ z
kyselina propionová 50 %	+	+
kyselina propionová 100 %	+	/
kyselina sírová 10 %	+	+
kyselina sírová 50 %	+	+
kyselina sírová 98 %	+	- z
kyselina siřičitá	+	+
kyselina solná (jakékoliv koncentrace)	+	+
kyselina stearová	+	/

08032021

POL



# POLYETHYLEN

## chemická odolnost 4

Název látky	20 °C	60 °C
kyselina trichloroctová 50 %	+	+
kyselina trichloroctová 90 %	+	/ až -
kyselina vinná	+	+
kyselina šfavelová 50 %	+	+
kysličník fosforečný	+	+
kysličník sírový	-	-
kysličník siřičitý (suchý)	+	+
kysličník siřičitý (vlhký)	+	+
kysličník uhličitý	+	+
lučavka královská	-	-
lůj	+	+
manganistan draselný	+	+ z
melasa	+	+
mentol	+	/
metylalkohol	+	+
metylcyklohexan	/	/ až -
metylchlorid	/	/ x
metylester kyseliny dichloroctové	+	+
metylester kyseliny monochloroctové	+	+
metyletylketon	+	/ až -
metylglykol	+	+
4 - metyl - 2 - pentanol	+	+ až / z
metoxybutylalkohol	+	/
močovina 33 %	+	+
morfolin	+	+
motorová nafta	+	+
naftalen	+	/
nitrobenzen	+	/
o - nitrotoluen	+	/
nitrosní plyny	+	+
olej hydraulický	+	/
olej kokosový	+	/
olej kukuřičný	+	/
olej lněný	+	+
olej minerální	+	+ až /
olej motorový	+	+ až /
olej parafinový	+	+
olej rostlinné a živočišné	+	+ až /
olej silikonový	+	+
olej terpentýnový	+ až /	/
olej topný	+	/
olej transformátorový	+	/
olej většenový	+ až /	/
oleum	-	-
ovocné šťávy	+	+
oxychlorid fosforečný	+	/

08032021

POI

# POLYETHYLEN

## chemická odolnost 5

Název látky	20 °C	60 °C
petroleter	+	/
petrolej	+	/
peroxid vodíku 10 %	+	+
peroxid vodíku 30 %	+	+
peroxid vodíku 100 %	+	-
pivo	+	+
polyglykoly	+	+
povidla	+	+
propylenglykol	+	+
pyridin	+	/
ropa	+	/
rtuť	+	+
solí mědi	o +	+
solí niklu	+	+
sulfurychlorid	-	
síra	+	+
sírany	+	+
sirnatan sodný	+	+
sirník sodný	o +	+
sirouhlík	/	
sirovodík	+	+
škrob	+	+
tanin 10 %	+	+
tetrabrometan	oo / až -	-
tetrachloretan	oo + až /	-
tetrahydrofuran	+ až / oo	-
tetralín	+	/
thiofen	/	/
thionylchlorid	-	
tributylfosfát	+	+
trietanolamin	+	+ z
trichloretylen	oo / až -	-
trikresylfosfát	+	+
toluen	/	-
uhličitan sodný	+	+
vazelína	oo + až /	/
včelí vosk	+	oo / až -
voda mořská	+	+
p - xylen	/	-
želatina	+	+

08032021

POL

# POLYETHYLEN LITEN - SPOJOVÁNÍ

## Nedoporučuji lepit!

Někdo udává, že lze lepit po oxidaci povrchu (plamen, kyselina chromsírová,  $\text{HNO}_3$  atd.), ale já s tím nemám dobré zkušenosti

## PE všech druhů lze spojovat SVAŘOVÁNÍM

- fólie,
- desky,
- trubky (VODA, PLYN, ODPAD, VZDUCH, ...)
- .....

# **POLYETHYLEN LITEN – NASÁKAVOST, TEPLÁ VODA**

## **PRAKTICKY NENASÁKAVÝ DO HMOTY!**

**jen voda vykondenzovaná na povrchu**

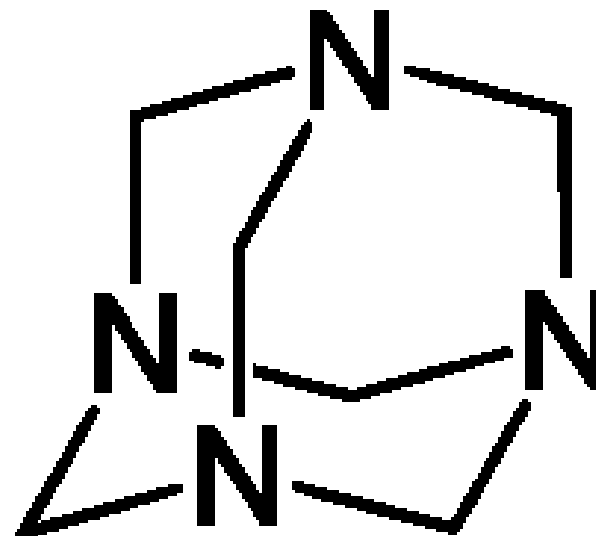
<b>Teplota (°C)</b>	<b>Odolnost</b>	<b>Upřesnění</b>
<b>20</b>	<b>Bez problémů</b>	<b>Jen případný vliv mechanického napětí</b>
<b>70</b>	<b>trvale</b>	<b>Je vliv mechanického napětí</b>
<b>90</b>	<b>Nárazově</b>	

## Tuhé palivo pro britskou armádu

Na základě výsledků dlouhodobých zkoušek objednalo britské ministerstvo obrany u firmy BCB International dodávky tabletového tuhého paliva nové generace, určeného pro jednoduché rozkládací polní ohřívače. Nese označení FireDragon a je vyrobené z nové směsi na bázi tuhého etylénu. Nahrazuje dosud široce používané tabletové palivo na základě hexaminu, které při hoření v zásaditějším prostředí vytváří toxický formaldehyd. Výrobce již britské armádě začal dodávat FireDragon v baňení poskytujícím jednomu vojákovu palivo na 24 hodin, přičemž dodávky FireDragon budou probíhat celkem čtyři roky. Palivo lze použít za každého počasí, snadno se zapaluje a má dobrou výhřevnost.



**Urotropin** je heterocyklická organická sloučenina, která může být připravena reakcí formaldehydu s amoniakem. Je to krystalická látka bílé barvy.



**Patrně miní POLYETHYLEN**









08032021

POLYMERY A PLASTY V PRAXI  
Polyetylen 2-2021

69





**Sud na vodu, už  
tam mám cca. 15  
let**





08032021

POLYMERY A PLASTY V PRAXI  
Polyetylen 2-2021

71