

Polymery a plasty v praxi

POLYETYLEN

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

pospisil@gascontrolplast.cz

29716@mail.muni.cz

Tabulka 2. Kapacity výroby komoditních plastů v ČR

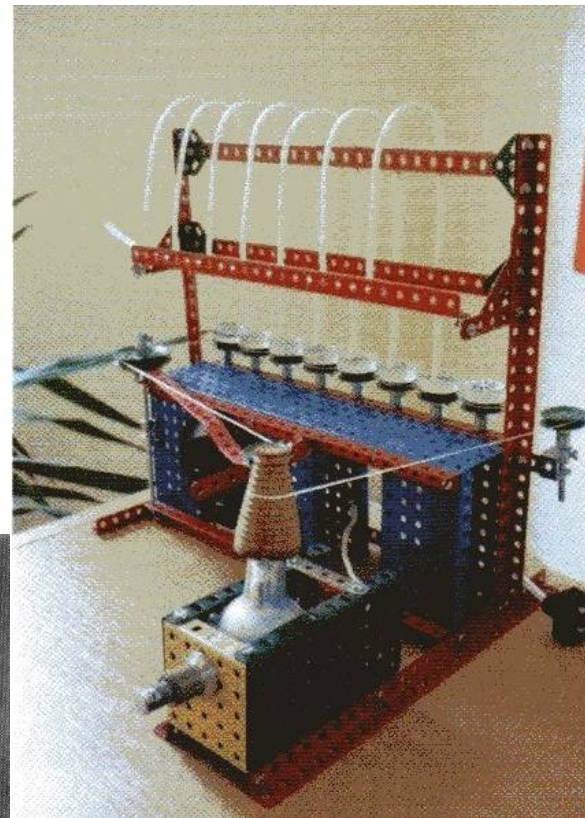
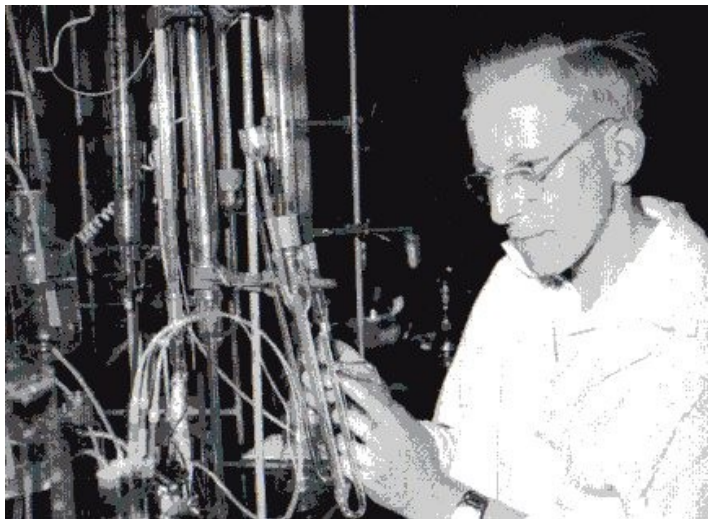
Název firmy	Produkt	Kapacita (t/r)
RPA Unipetrol	HDPE	330 000
	PP	275 000
Synthos Kralupy	EPS	100 000
	GPPS	30 000
	HIPS	48 000
Spolana Neratovice	PVC	130 000
Celkem		913 000

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 %.

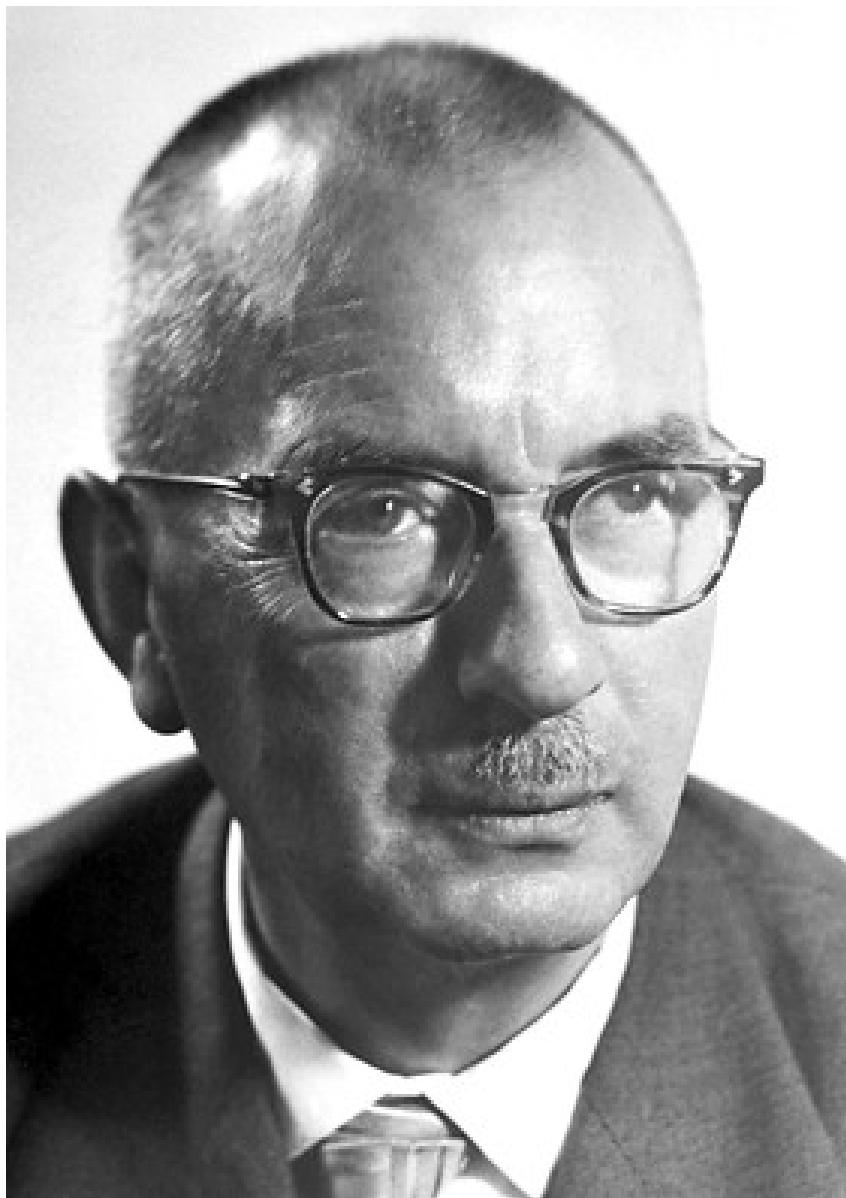
Zatímco první technologie se využívá převážně v obalovém průmyslu, vstřikované výrobky hrají důležitou roli v automobilových aplikacích.

Otto Wichterle – 102 let



23.2.2015

POLYMERY A PLASTY V PRAXI
Polyetylen 2-2015



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

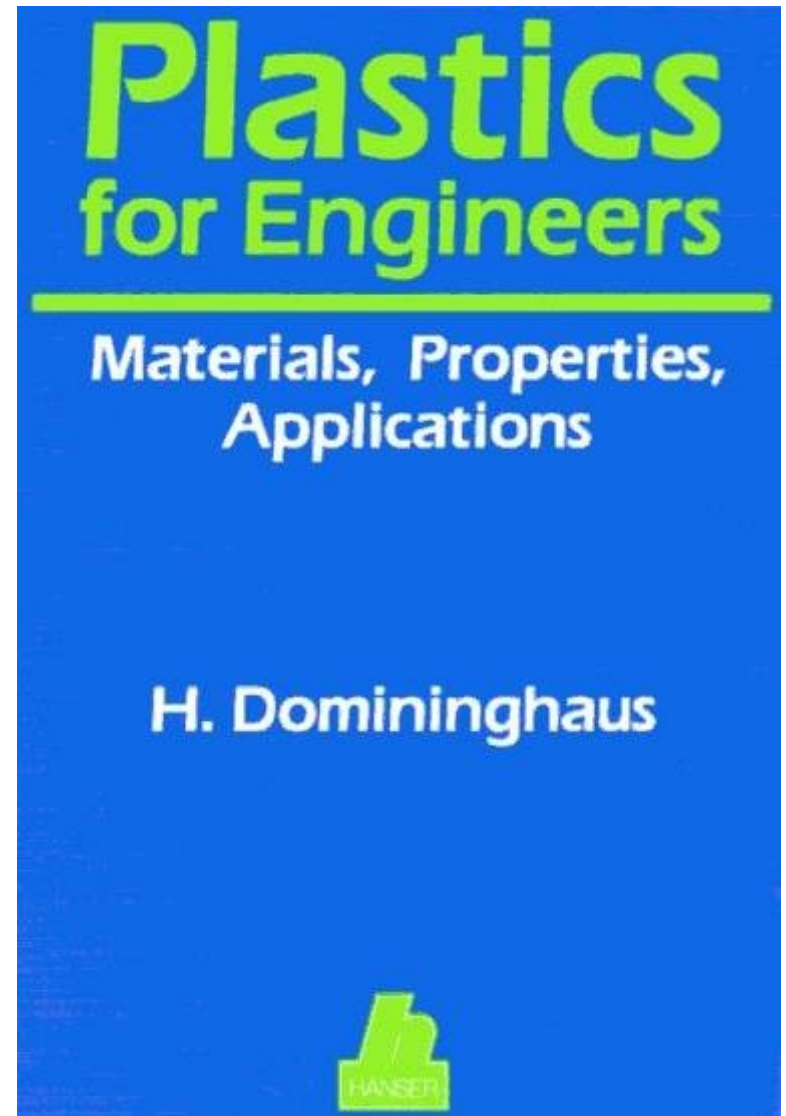
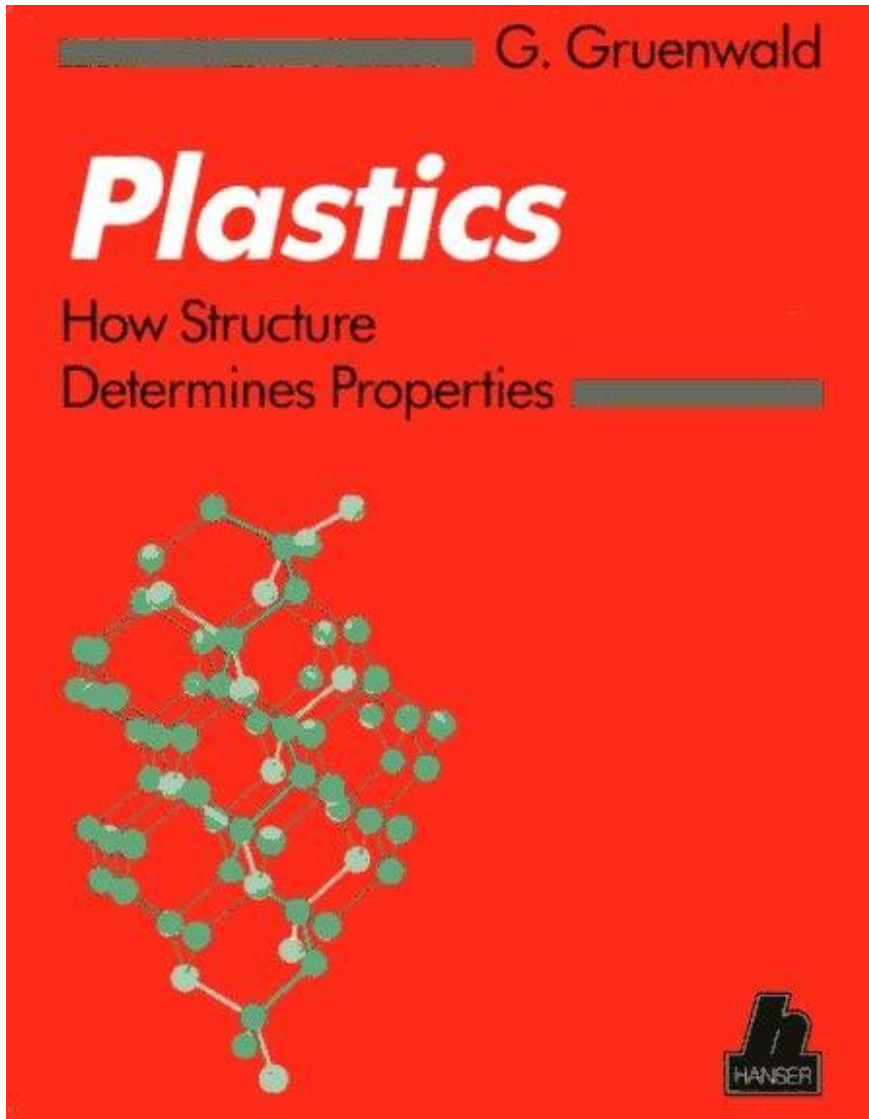
Mülheim an der Ruhr, Německo
Německá Alma mater
Univerzita v Marburgu

Pracoviště RWTH Aachen
Institut Maxe Plancka pro
výzkum uhlí

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

1952 - combination of
TiCl₄ and Al(C₂H₅)₂Cl

Literatura



23.2.2015

POLYMERY A PLASTY V PRAXI
Polyetylen 2-2015

5

Zopakovat a postoupit dál

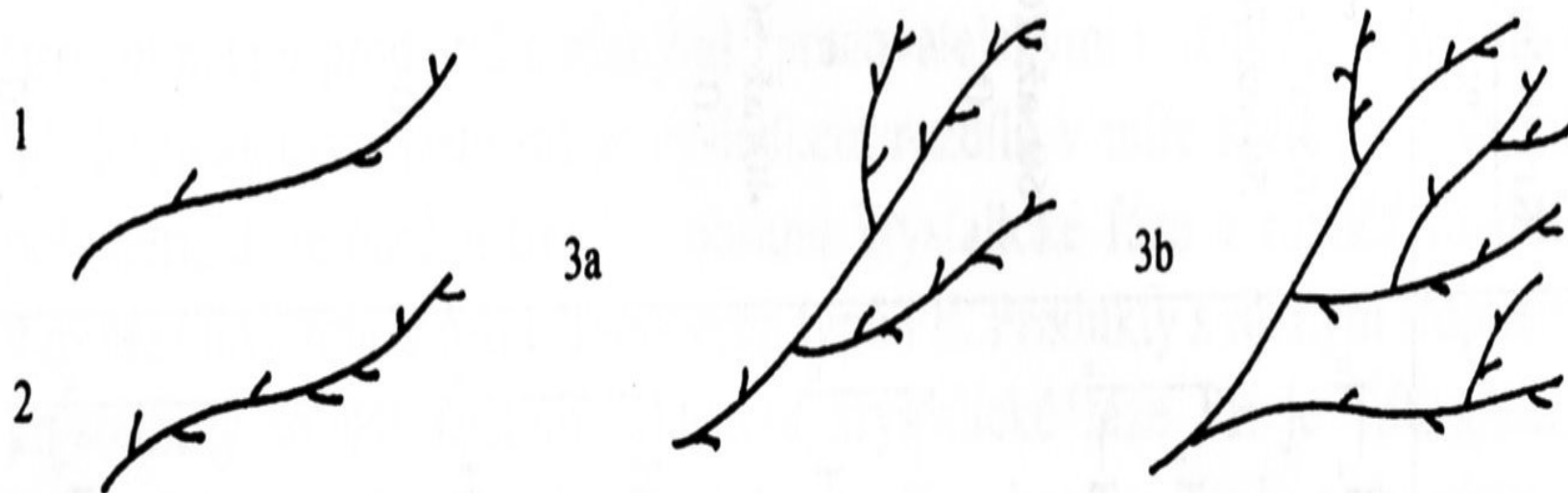
Může se to lišit v různých knihách!

Tab. 2.2. Třídění PE podle hustoty

Typ	Zkratka	Hustota (g/cm ³)
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

Zopakovat a postoupit dál - PE



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

Když začneme hledat na Internetu www.unipetrol.cz

LITEN FB 29

Charakteristika

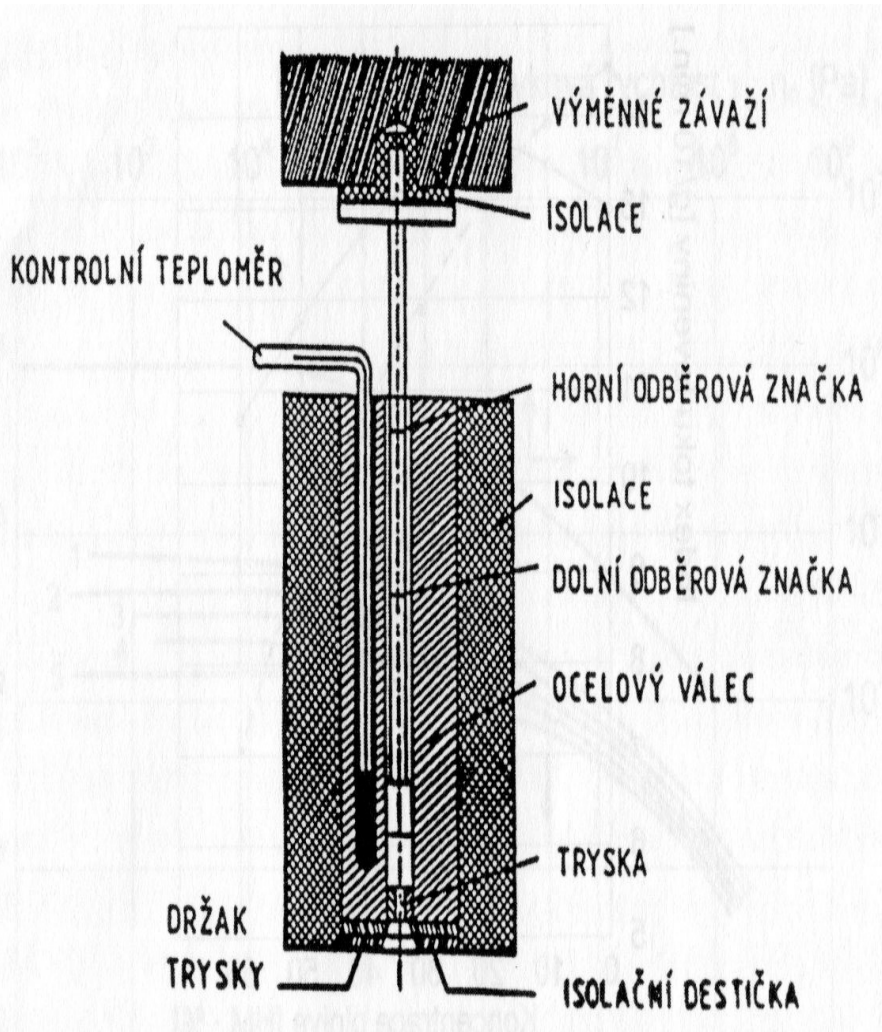
LITEN FB 29 je kopolymer s širokou distribucí molekulových hmotností a základní aditivací, vhodný pro výrobu „papírových fólií“ pro obalovou techniku o doporučené tloušťce nad 15 µm.

Vlastnost	Jednotka	Typická hodnota
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
HUSTOTA	kg/m³	950
NAPĚTÍ NA MEZI KLUZU	MPa	24
TAŽNOST NA MEZI KLUZU	%	10.0
OHYBOVÝ MODUL	MPa	1050
VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY 23°C	kJ/m ²	12.0
VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY -30°C	kJ/m ²	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



**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

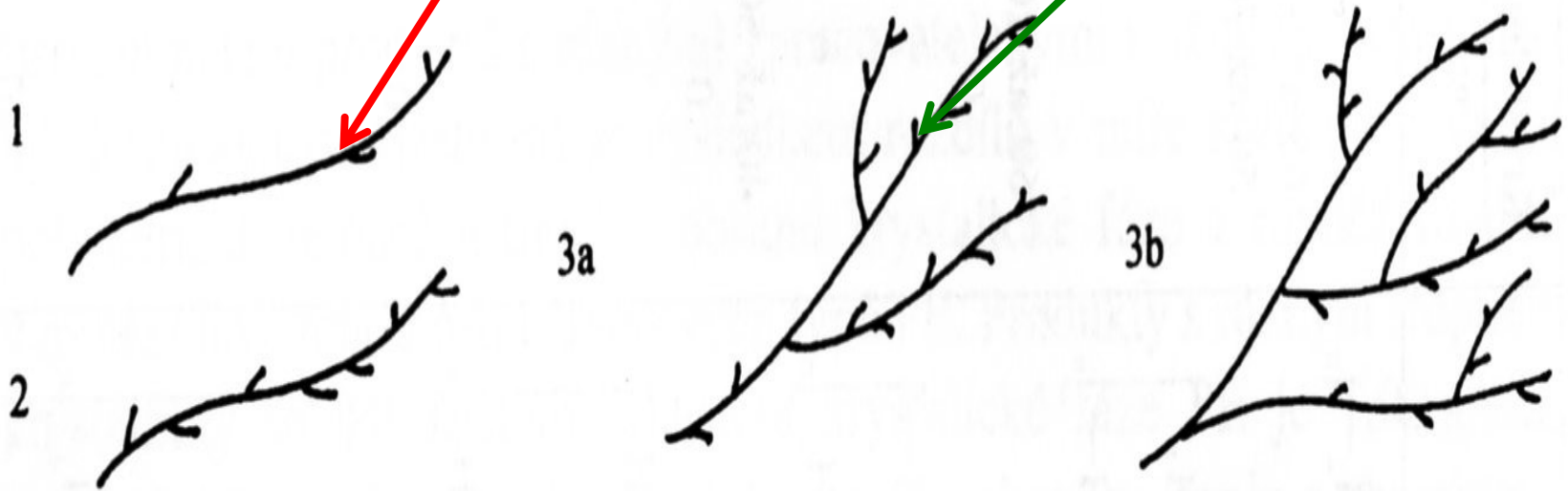
Index toku taveniny POLYETYLENU

- **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

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

- **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
Vstřikovací typ	
Napětí na mezi kluzu v tahu	26 MPa
Teplota měknutí podle Vicata	126 °C
Tvrdost Shore D	58

ITT	7 – 8
Vstřikovací typ	
Napětí na mezi pevnosti v tahu	17 MPa
Teplota měknutí podle Vicata	88 °C
Tvrdost Shore D	42

POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 1

Nopková fólie

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

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

Bublinková fólie

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

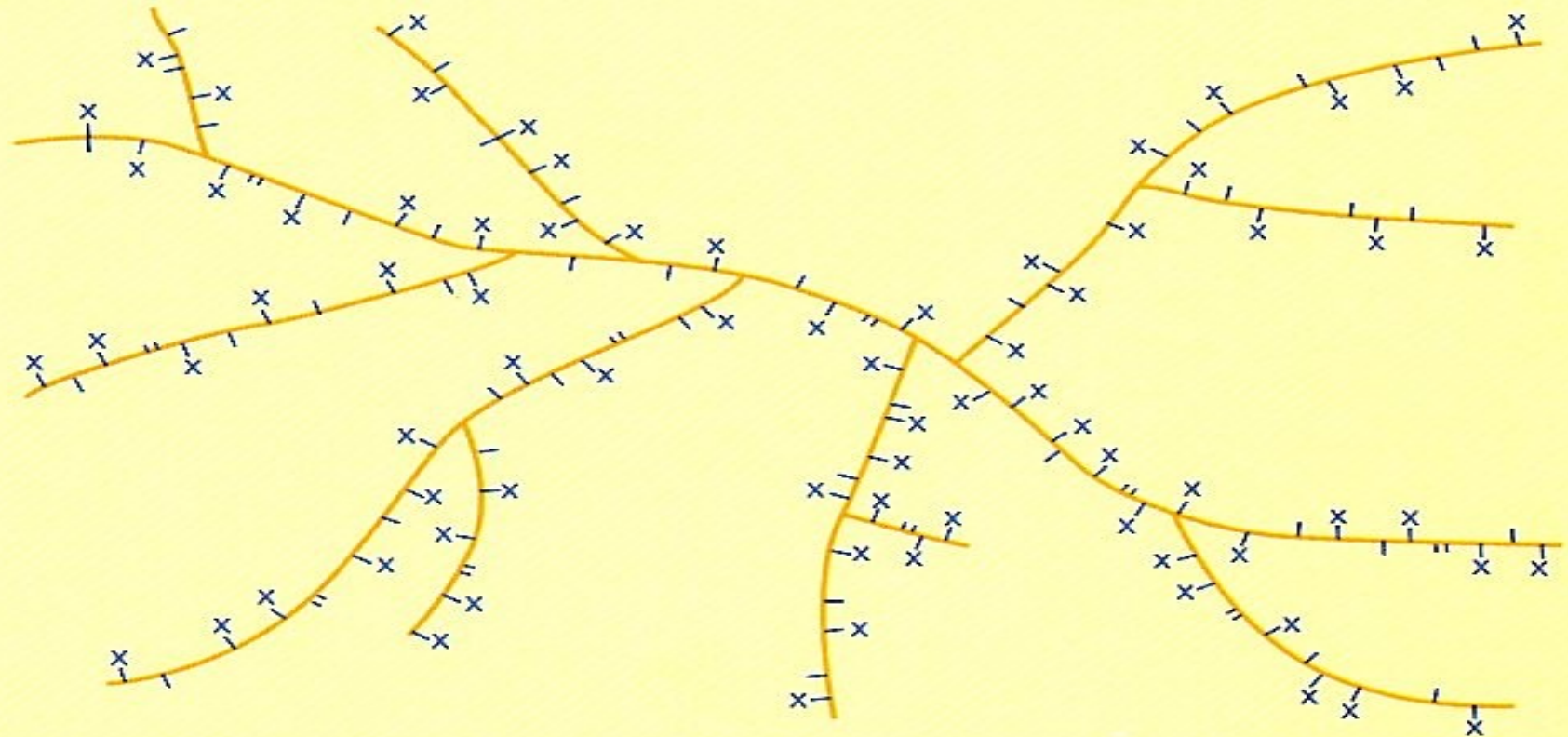
POLYETYLEN & konzervátor a restaurátor 4

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

- Co to je ?
- Proč právě PE a jaký?
- Příspěvky a proč (EVA, polyizobutylén)?
- 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

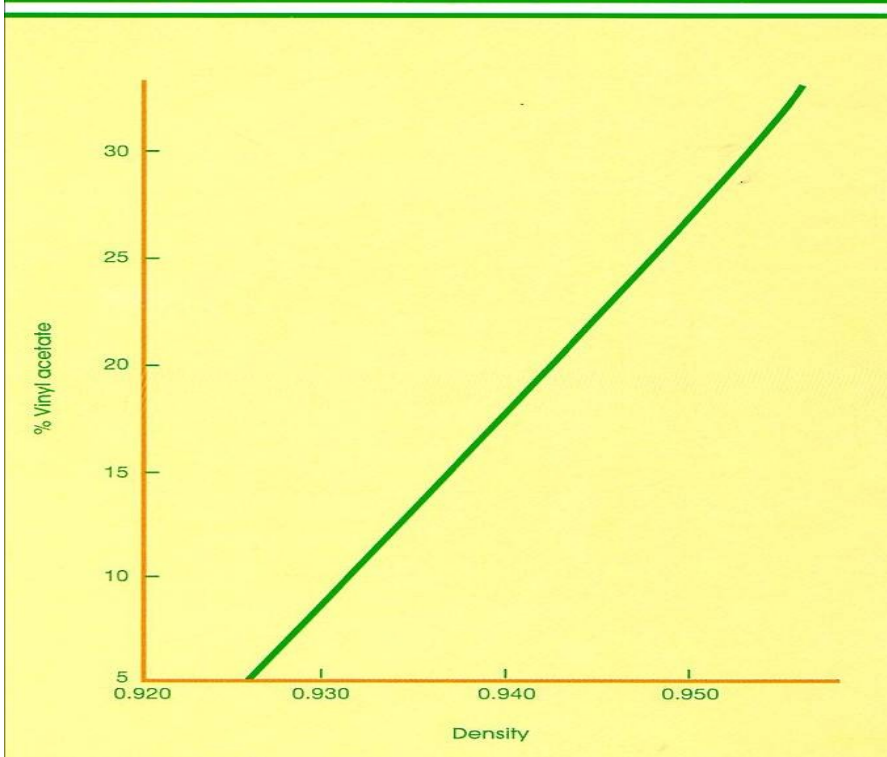
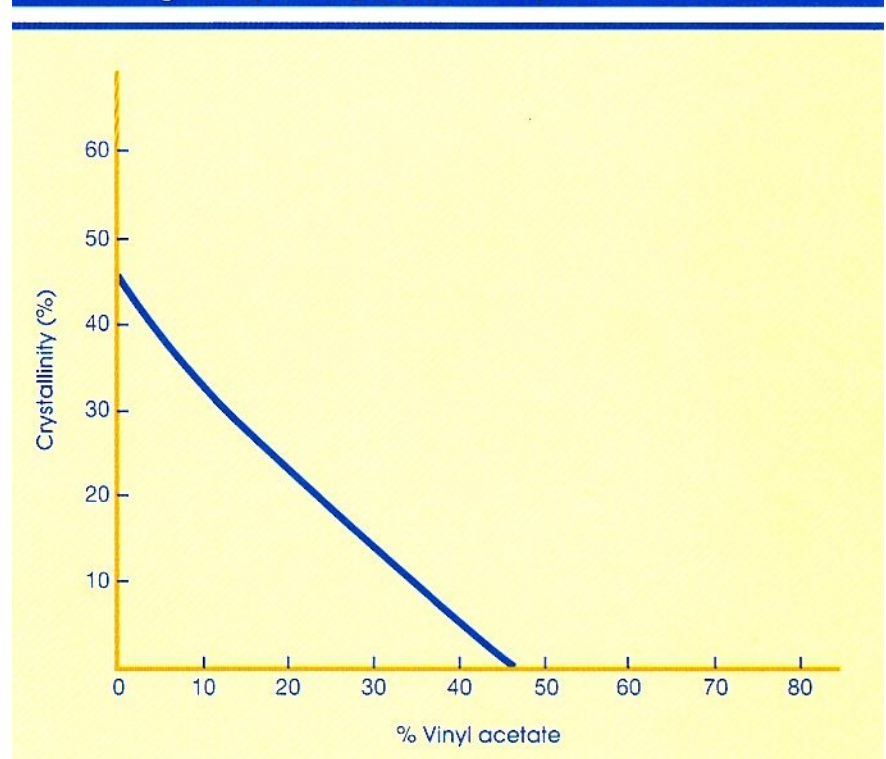


Fig. 2 - Crystallinity (%) versus vinyl acetate addition



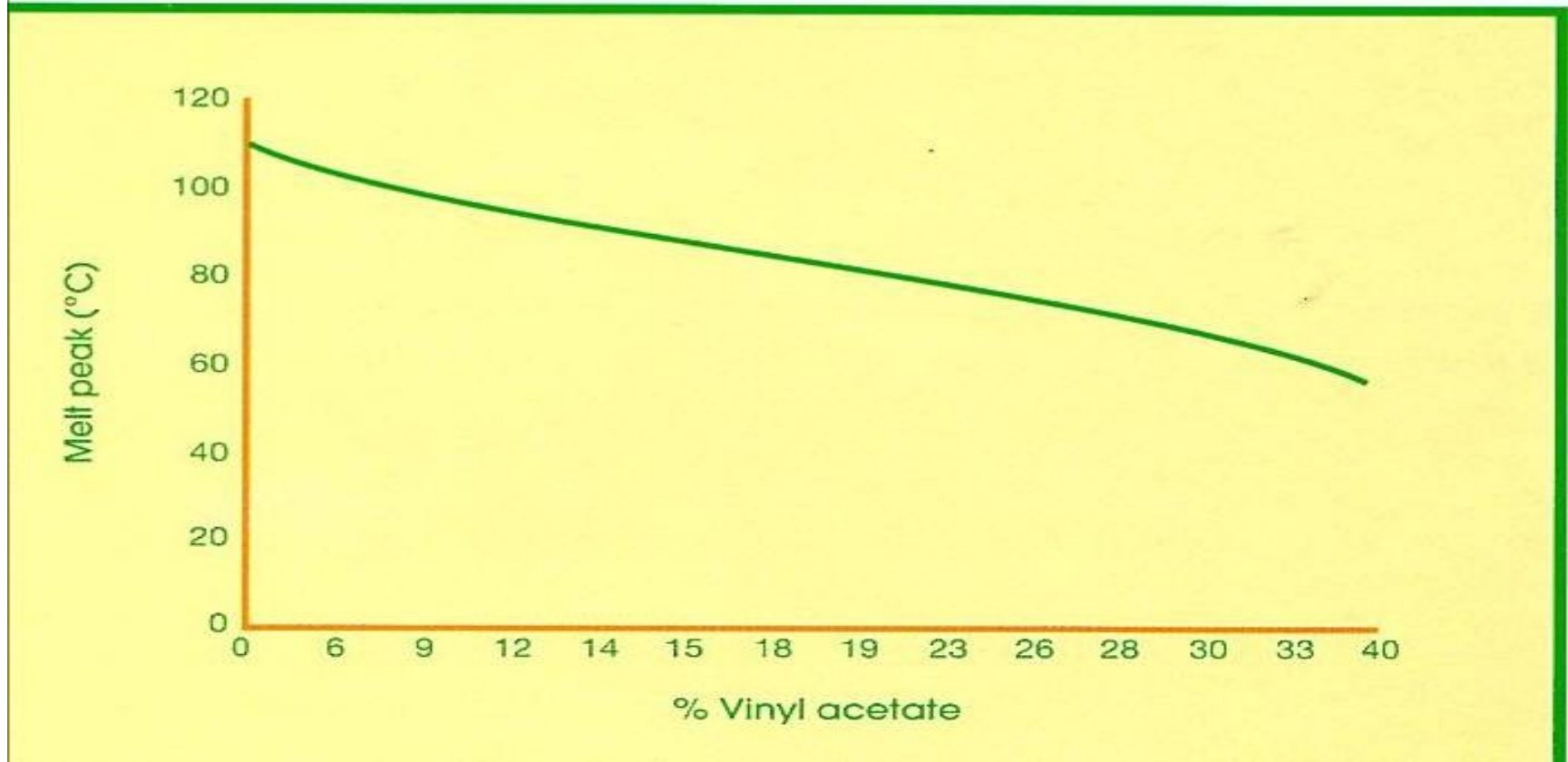
S obsahem VAC (vinylacetát) vzrůstá HUSTOTA, ale klesá KRYSTALINITA.

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

Antikorozní 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?**
- **.....**



23.2.2015

POLYMERY A PLASTY V PRAXI
Polyetylen 2-2015

26



23.2.2015

POLYMERY A PLASTY V PRAXI
Polyetylen 2-2015

27



23.2.2015

POLYMERY A PLASTY V PRAXI
Polyetylen 2-2015

28



23.2.2015

POLYMERY A PLASTY V PRAXI
Polyetylen 2-2015

29