



POLIMERTECHNIKA

NGB_AJ050_1

Polimerek (Műanyagok) szerkezete, gyártása és típusai

DR Hargitai Hajnalka

Személyesen:

90%-ban: L3-16 Labor (Anyagvizsgáló Laboratórium)

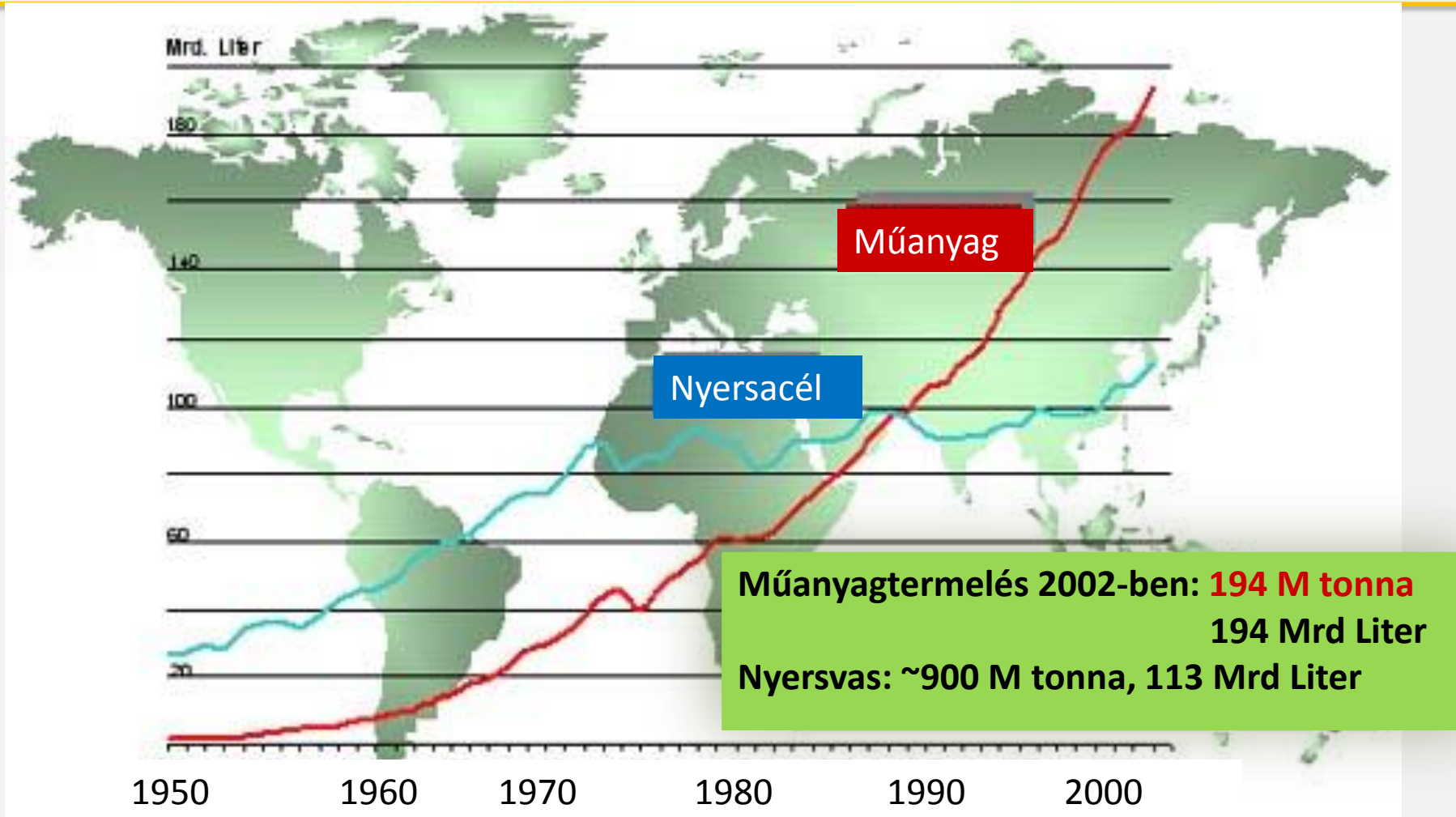
Hivatalosan: B403 (titkárság: B401)

E-mail: hargitai@sze.hu

Web: www.sze.hu/~hargitai/polimer



A világ nyersacél és műanyag termelése



CD, DVD / CD-ROM

Fröccsöntött PC

4-5 s fröccsöntési ciklus - 10 g>

nagy kapacitású, elnyűhetetlen lemez

300 000 nyomtatott oldalnak megfelelő adathalmaz

tízszer akkora gyűjtemény, mint Mátyás királyunk nevezetes könyvtára.

0,5 euró önköltségi ár, a kiegészítő műveletekkel (fémgőzölés, lakkozás, csomagolás stb.)

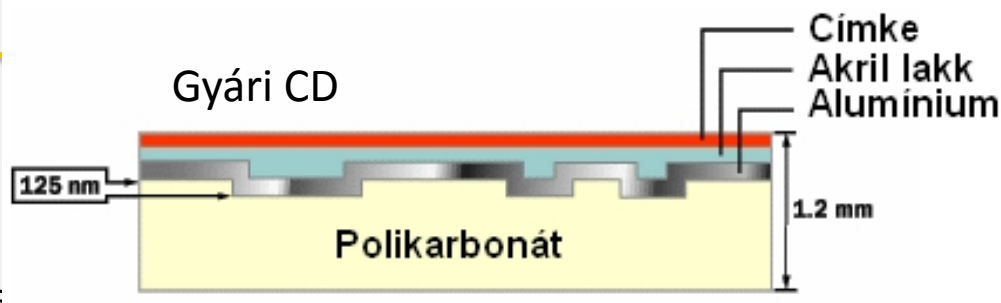
Digitális audioforradalom:

1982. augusztus 17: Az **első** kereskedelmi forgalomba került **CD**
(Philips / Hannoveri gyártósor)

1985 júniusa: **CD-ROM** (csak olvasható memória)

1990: **újraírható CD-t (CD-RW)** – Sony, Philips

Az audio-CD felvételi és lejátszási fordulatszáma **1800** fordulat/perc





Győrffy István professzor (1912-1999)

A világon elsőként

PMMA ból (plexi) kontaktlencsét (kontaktkagylót) gyártott,

amely már **majdnem** alkalmas volt **egész napos** viseletre.

Nem volt idegentest érzés.

Nagy méretpontosság.

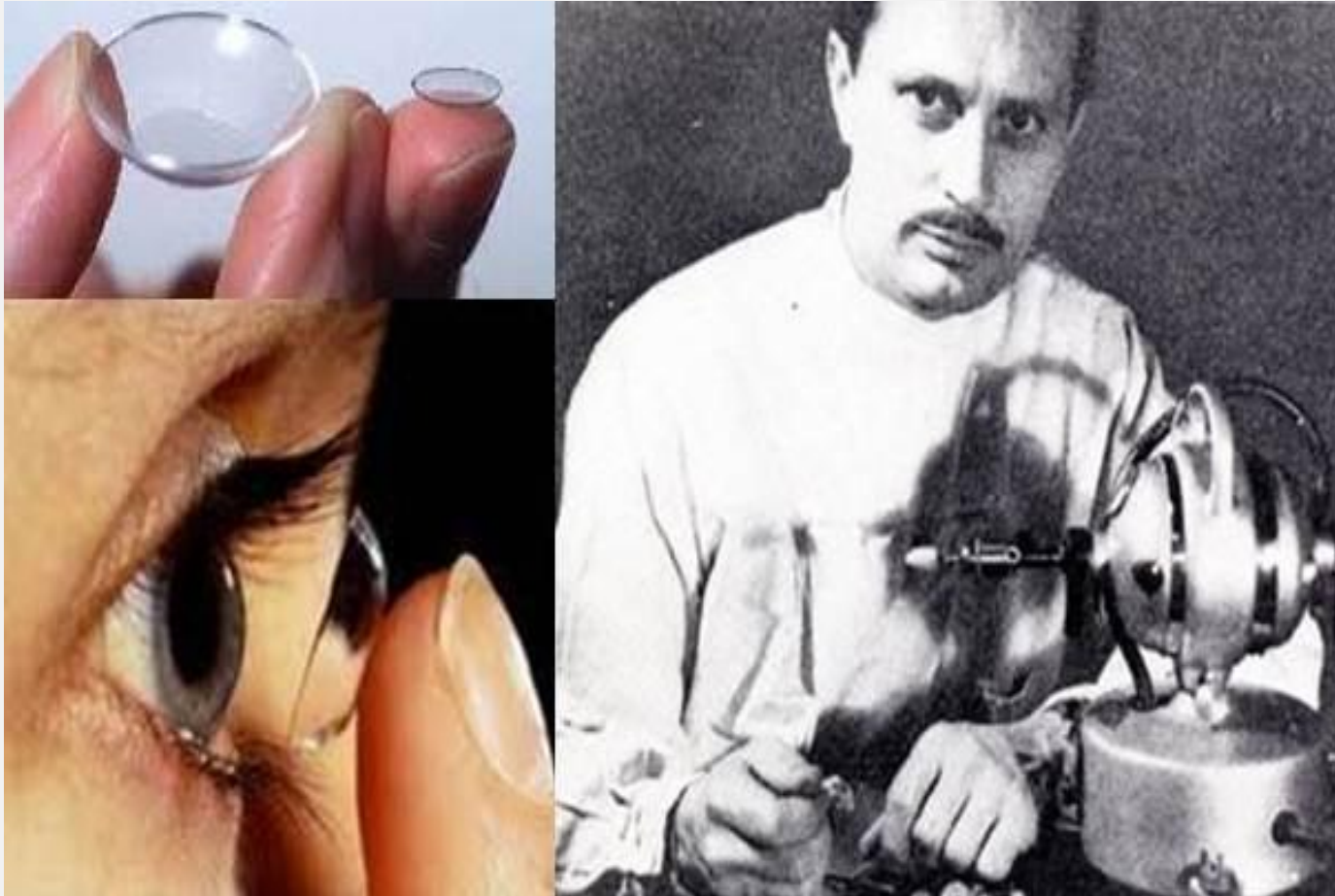
1939. Üveg helyett műanyag alapanyag - polimetilmetakrilát (PMMA) - alkalmazása.

1952. Próbasorozat készítése a scleralis kontaktlencse rendelésére.

1953. Európában elsőik között honosítja meg a cornealis kontaktlencse készítését és rendelését.

1954. Speciális préselési eljárás kidolgozása a cornealis kontaktlencse előállítására.

Kontaktlencse

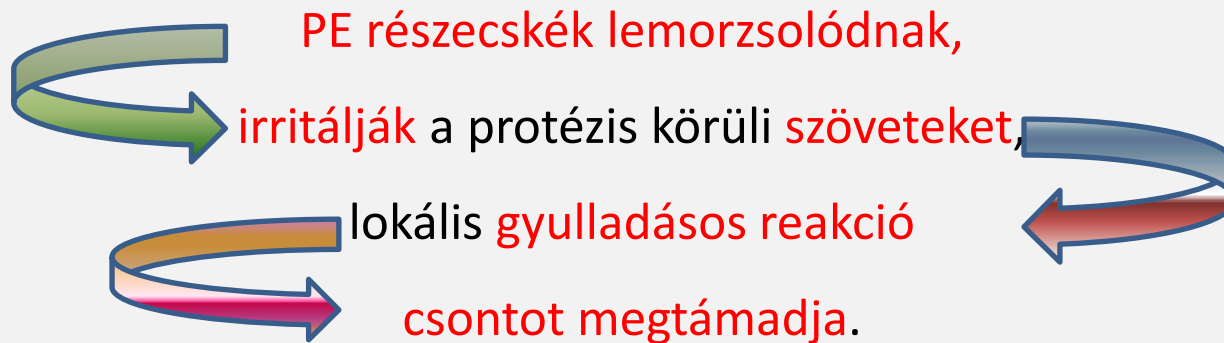


Szár és gömbfej: titán-, illetve krómötvözet

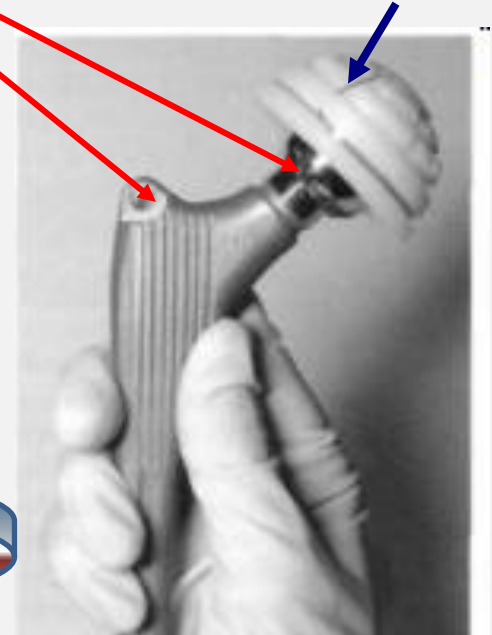
A csípőcsontba beültetett műanyag vápában forog a fém gömbfej.

Probléma:

Az implantátum kopik,



Vápa: UHMWPE

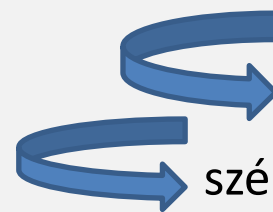
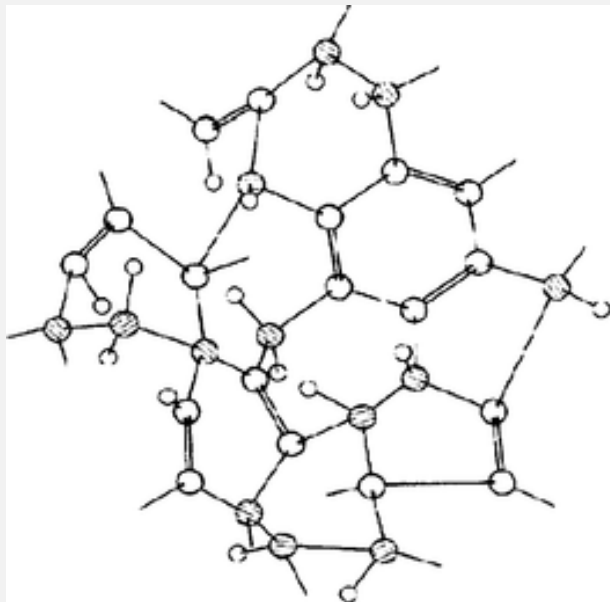


Ez csontfelszívódáshoz, végül a protézis kilazulásához vezet.

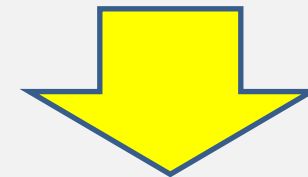
Hosszú élettartamú humánizületi protézisek kifejlesztése

Széchenyi Terv Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programjának pályázata 169 millió forint

ipari méretű és nagy teljesítményű, komputervezérelt **plazmaimmerziós ionimplantáló** (PI3) berendezés, ~ 5 éves munka, Európában egyetlen, Hódmezővásárhely



Ionbombázás (>300 ezer km/h)
polietilénből **hidrogén távozik el**,
szénhidrogénláncok között kémiai kötések.



Az eredmény:

gyémántszerű szerkezet
(korrózió- és kopásállóság)

az átalakított felületű műanyag implantálása elsőként a világon

EREDMÉNY, ELŐNYÖK

- Nő a **kritikus terhelhetőség**
- Nő a **kopásállóság**
- **Nő az élettartam** (10-12 év helyett akár 30-35 évig)

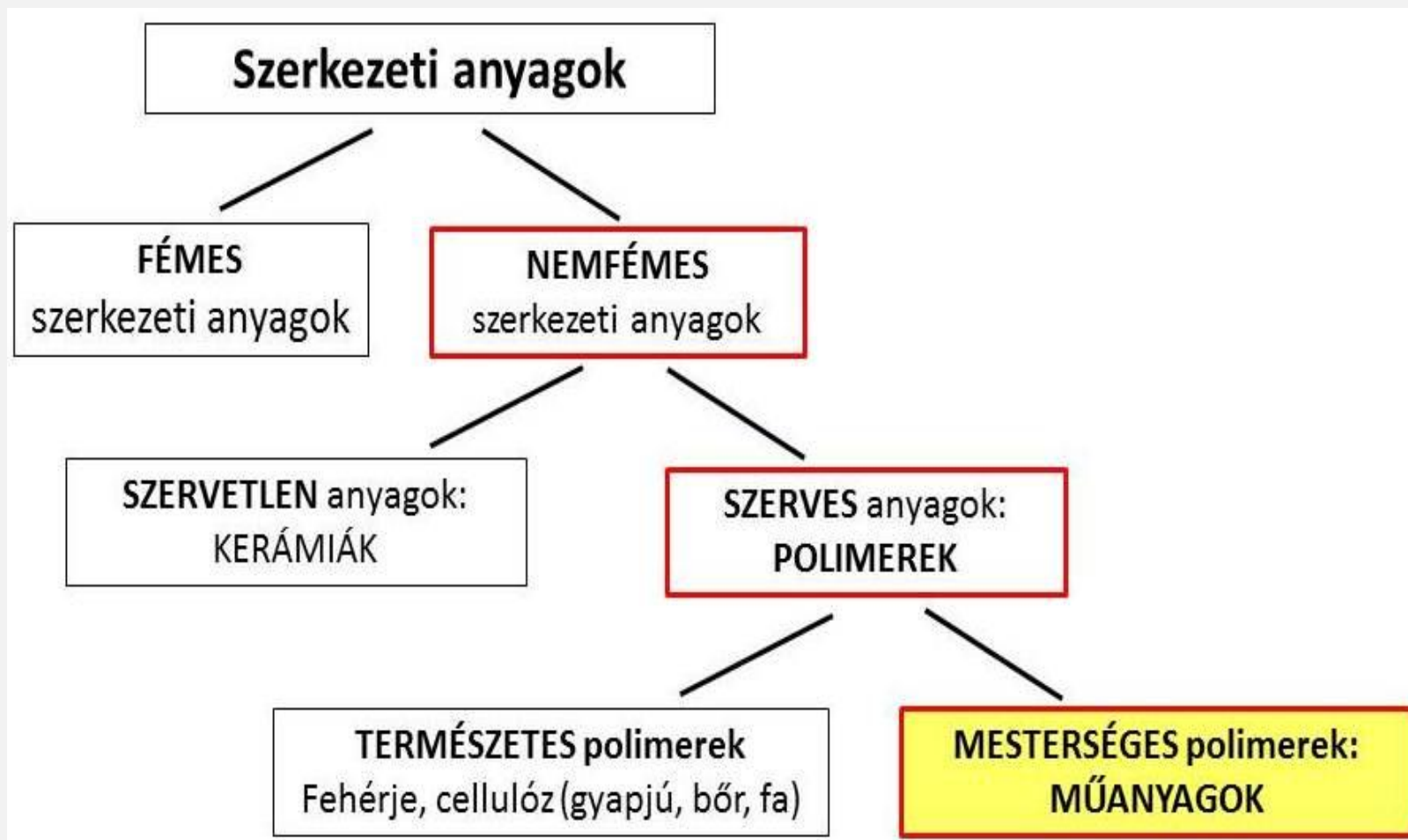
- 650-750 revíziós műtét évente a csípőprotézisek kilazulása miatt,
- Drágább, mint a primerműtétek.

Elérhető **megtakarítás: 350-550 millió forint**

Nem fémes szerkezeti anyagok

Csoportosítás:

1. **SZERVES** (karbon bázisú) nem fémes szerkezeti anyagok vagy **polimerek**
2. **SZERVETLEN** nem fémes szerkezeti anyagok vagy kerámiák

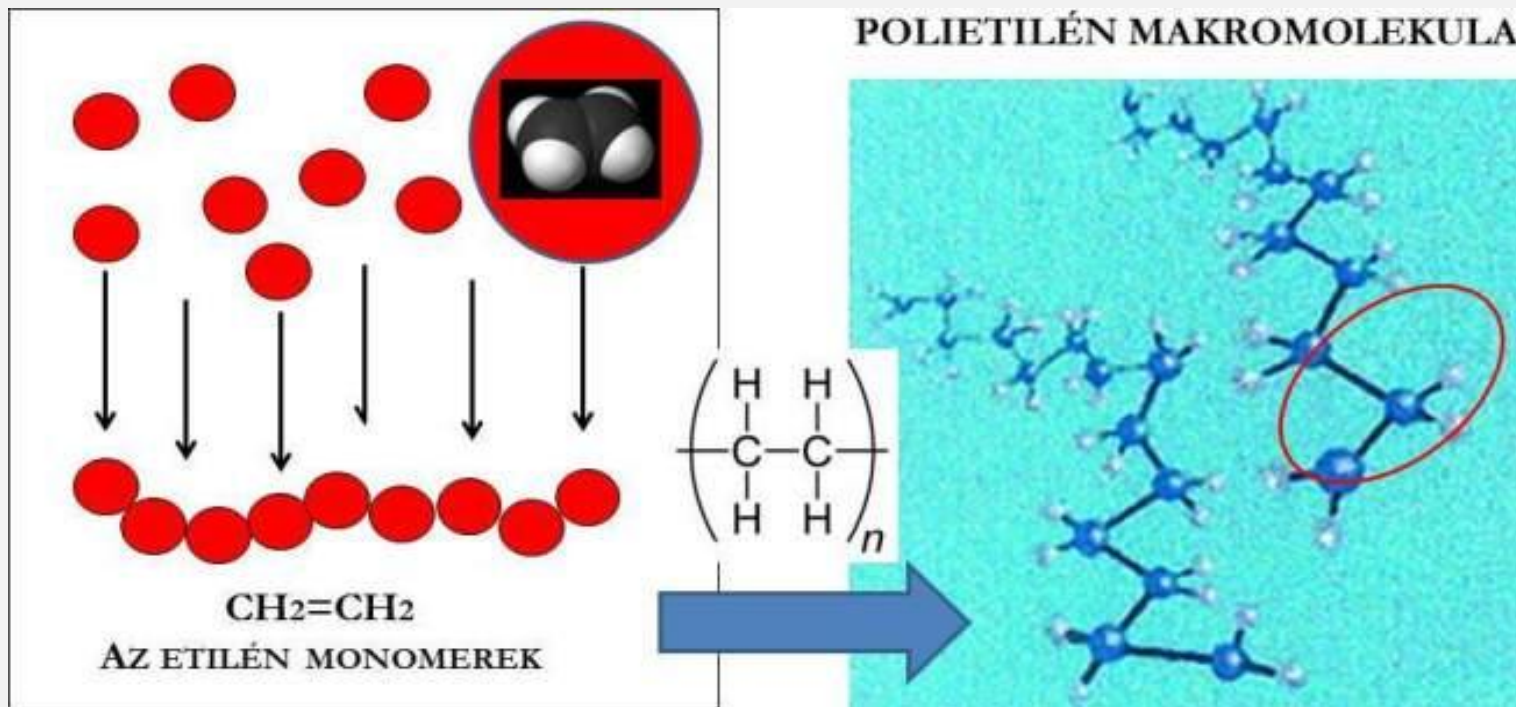


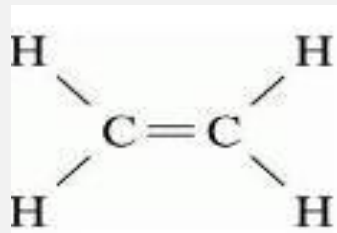
MAKROMOLEKULA

- ismétlődő egységekből áll,
- nagy molekulatömegű

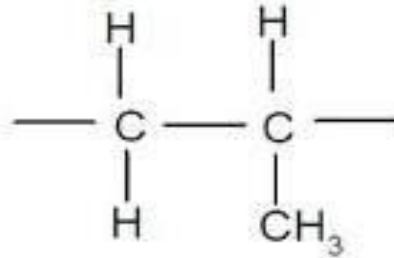
POLIMER:

- makromolekula / makromolekulák összessége
- Hosszúlán-cú vegyület,
- Ismétlődő építőegység: monomer,
- elsődleges kémiai kötéssel kapcsolódnak.

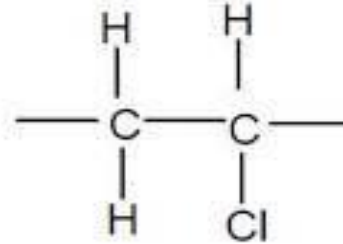




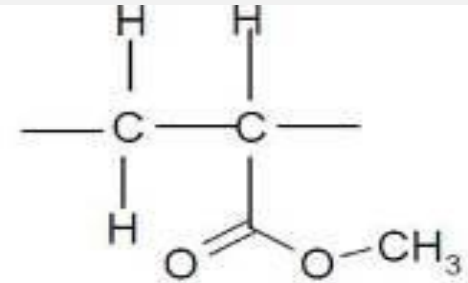
polietilén



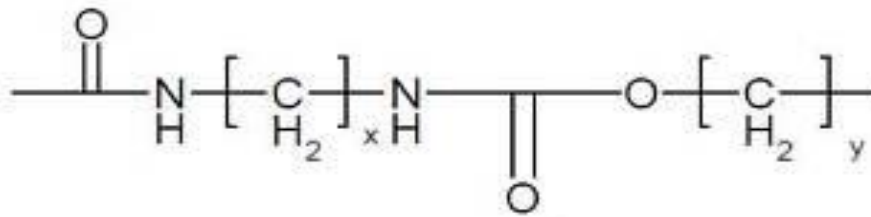
polipropilén



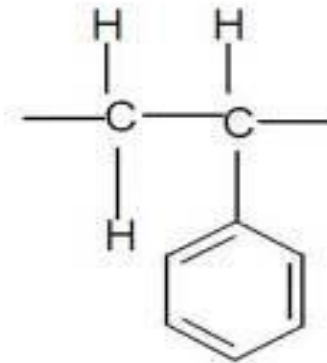
poli-(vinil-klorid)
PVC



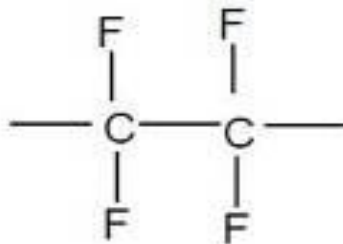
poli-(metil-metakrilát)
plexi



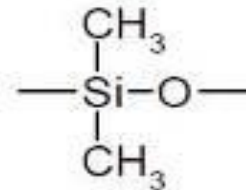
poliuretán



polisztirol



poli-(tetrafluoretilén)
teflon



poli-(dimeti-sziloxan)
szilikon



1	PET/PETE – Polietilén-tereftalát, üdítős, ásványvizes flakonok, poharak, néhány háztartási- és tisztálkodószer flakonja
2	HDPE – Nagysűrűségű polietilén, játékok, tejes flakonok, mosószerek, tisztítószeres, samponok, motorolaj flakonjai
3	V vagy PVC – Polivinilklorid, csövek, palackok, háztartási olaj palackja
4	LDPE – Kicsűrűségű polietilén, fóliák, zacskók
5	PP – Polipropilén, palackok, joghurtos dobozok, krémsajtok, egyéb tejtermékek dobozai, mustáros, ketchupos flakonok, műanyag edények, tálcák, kulacsok, háztartási szerek flakonjai
6	PS – Polisztirol, kávéspoharak, élelmiszeres dobozok, joghurtok dobozai, egyéb tejtermékek dobozai

POLIMER

TERMÉSZETES

Fehérje, cellulóz
(gyapjú, bőr, fa)

MESTERSÉGES:

MŰANYAGOK

**Természetes
alapanyagú műanyagok**

Alapanyag szerint:

Kaucsuk alapúak

Cellulóz alapúak

Fehérje alapúak

**Mesterséges
alapanyagú műanyagok**

Előállítási reakció
típusa szerint:

Polimerizációs

Polikondenzációs

Poliaddíciós



Laboratóriumi kísérletek 1838-tól

Victor Renault - PVC

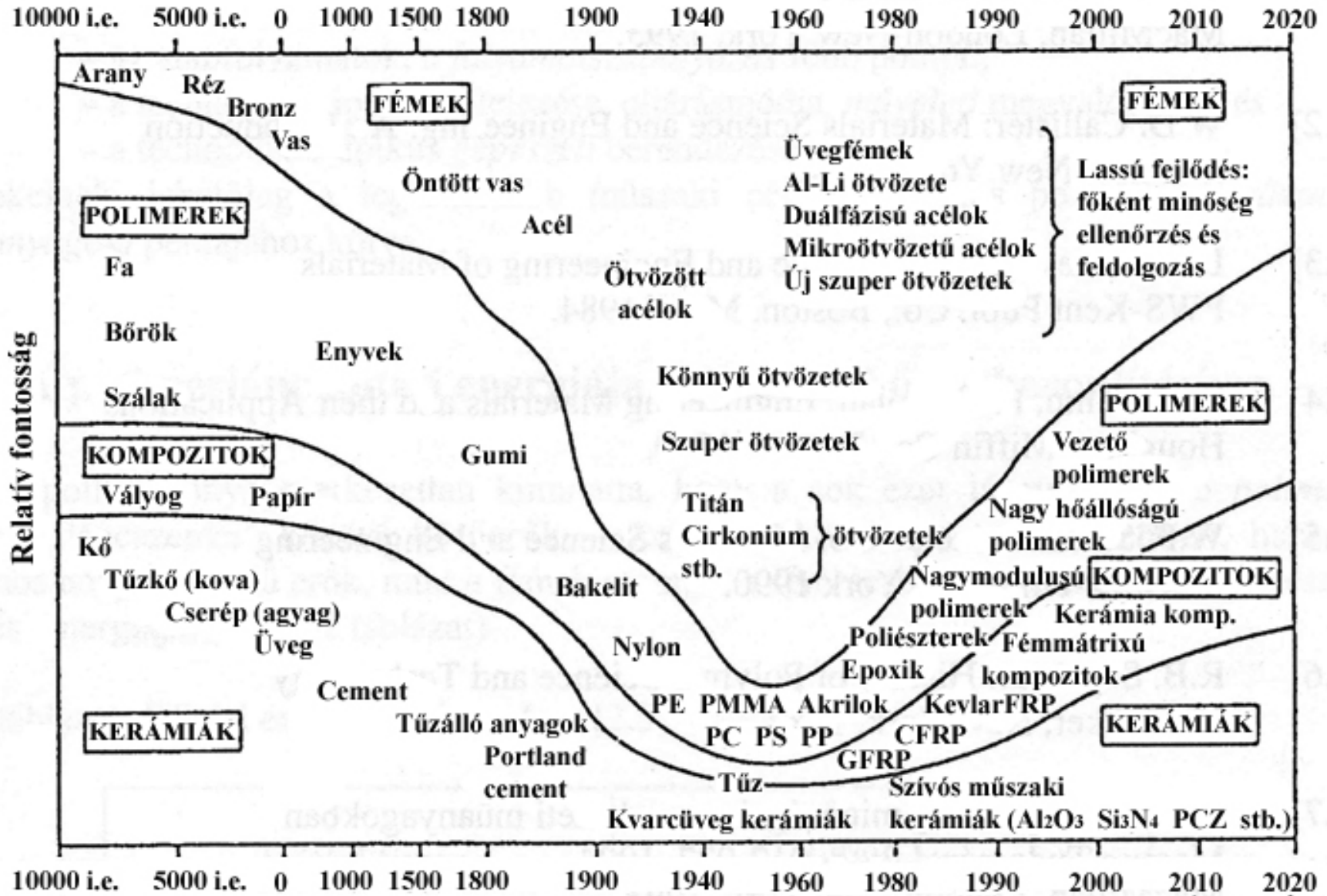
Goodyear - gumit (vulkanizált kaucsuk),
linóleum és a műbőr

John Wesley Hyatt (1869) – modern műanyagipar kezdete

cellulóz nitrát (celluloid) - üzemésítette és kereskedelmi forgalomba hozta (az elefántcsont biliárdgolyók kiváltására)

Az első szintetikus műanyag: 1907-ben Leo Bakeland (Bakelit),

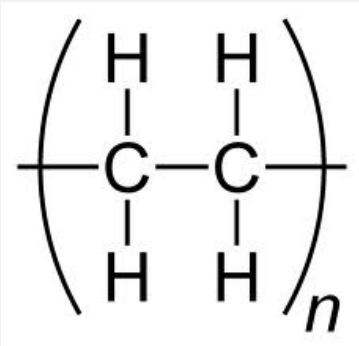
XX. század második felétől a műanyagfejlesztés, gyártás és alkalmazás **ugrásszerű növekedésnek** indult.



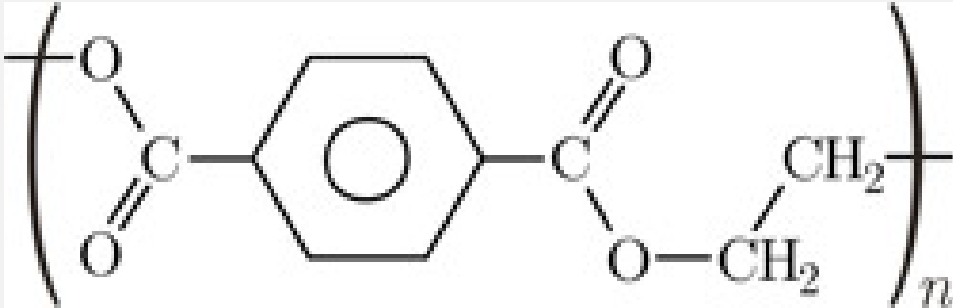
Polymer – poly meros („sok rész”)

Dr. Hermann Staudinger (1922): szerves anyagok vázát hosszú molekulaláncok képezik – **műanyag: makromolekula** (óriásmolekula)

A **műanyagok** kisebb molekulákból, **monomerekből** felépített makromolekulák (100-1000) összessége.



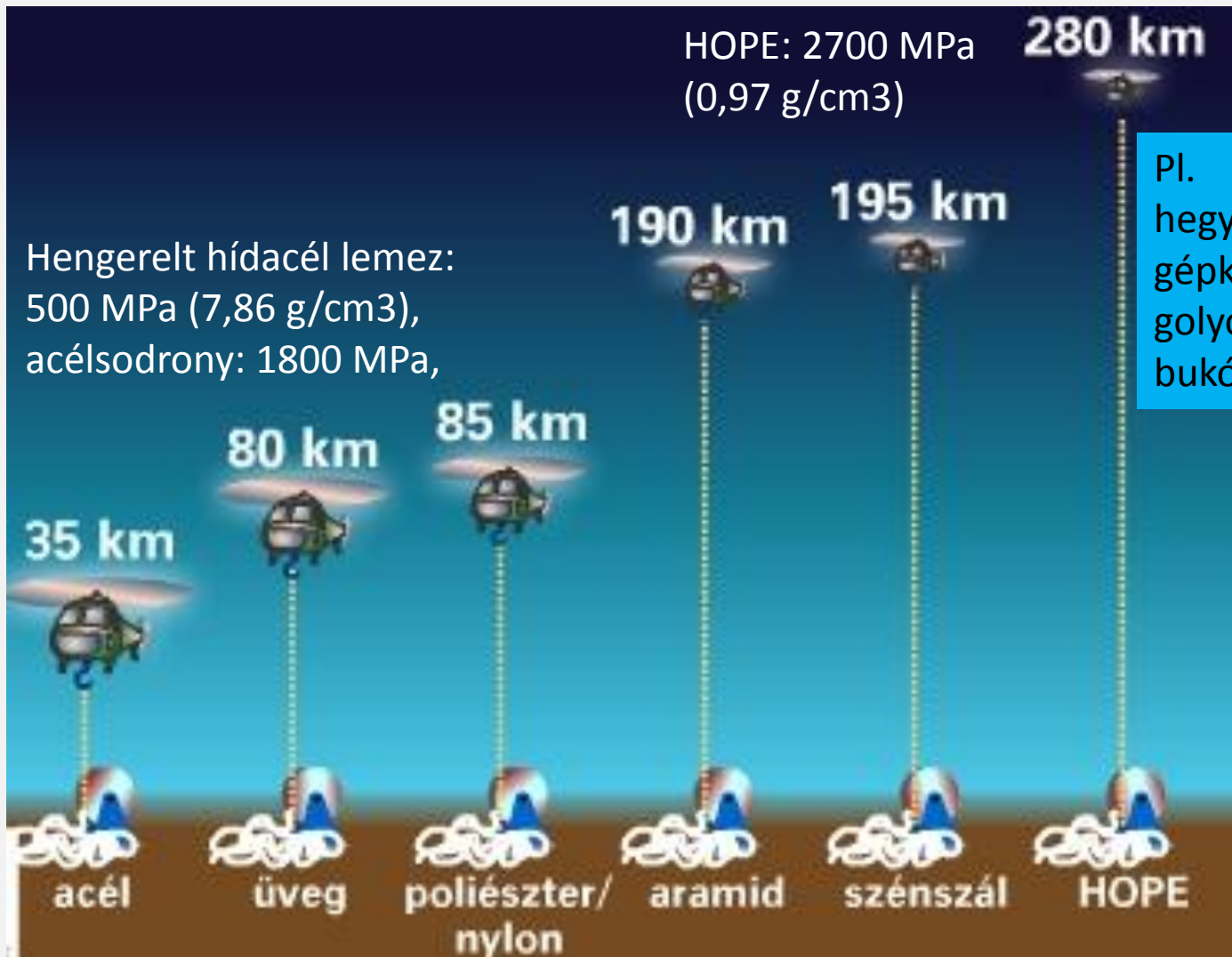
PE



PET

A kisebb (rendszerint 3-10 monomerből) álló polimerek neve **oligomer**.

Önsúly alatt elszakadó sodronyok hossza

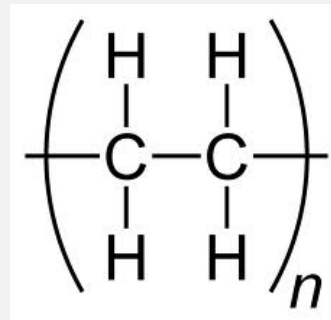


Pl.
hegymászó kötél
gépkocsi vontatókötél
golyóálló mellény
bukósisak

- **Szintetikus** anyagokból (pl. kőolaj)
- **Természetes** (nagy molekulájú) anyagokból (növényi rostok, növényi tejnedvek, fehérjék)
 - **Cellulóz** alapú műanyagok: pl. műselyem, viszkózszivacs, celofán, vatta, cellux.
 - **Cellulóz nitrátból** készülnek többek között a robbanóanyagok, lakk, ragasztó, film/celluloid, hangszerek billentyűi, pingponglabda.
 - Tej, kukorica, szójabab **fehérje**: műszaru gombok, fésű.
 - **Kaucsuk**: gumi,
 - bitumen és a linóleum

A műanyagokat monomer egységekből kiindulva állíthatjuk elő.

- Folytonos reakció: - **(lánc)polimerizáció,**



- Lépcsős reakció: - **polikondenzáció,**
- **poliaddíció.**

(Lánc)Polimerizáció

A monomer molekulák összekapcsolódása:

- **Gyors láncreakcióban**
- **Nincs melléktermék**
- **Szabályozható folyamat** (fény, a koncentráció, hőmérséklet vagy a nyomás változtatásával)

PE, PP, PVC, PS, PTFE

(Lánc)Polimerizáció / PVC

1. Láncindítás:

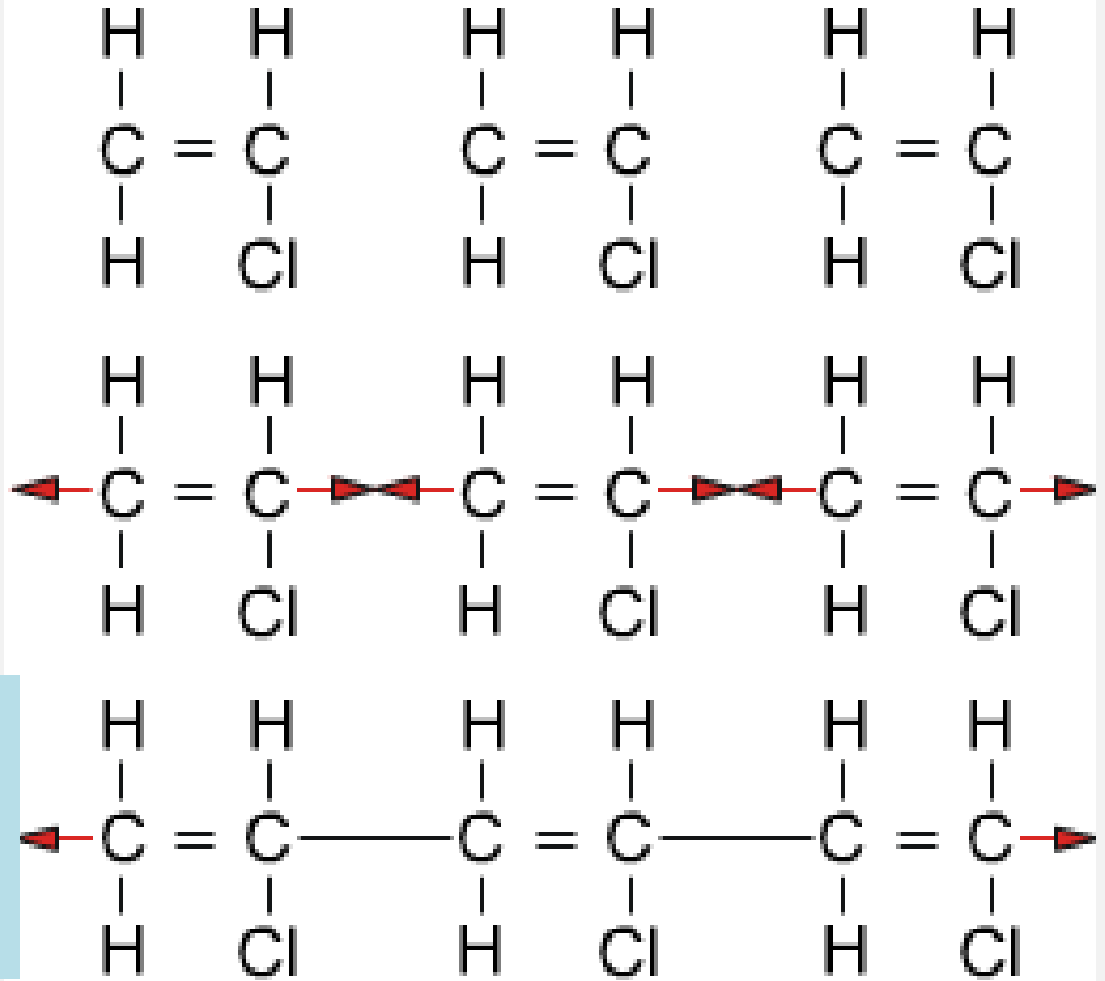
aktív centrum létrehozása
(szabad gyök vagy ion)

2. Láncnövekedés:

az aktívált monomer további monomerekkel reagál.

3. Lánczáródás:

aktív centrumok megszűnésével
a reakció befejeződik.



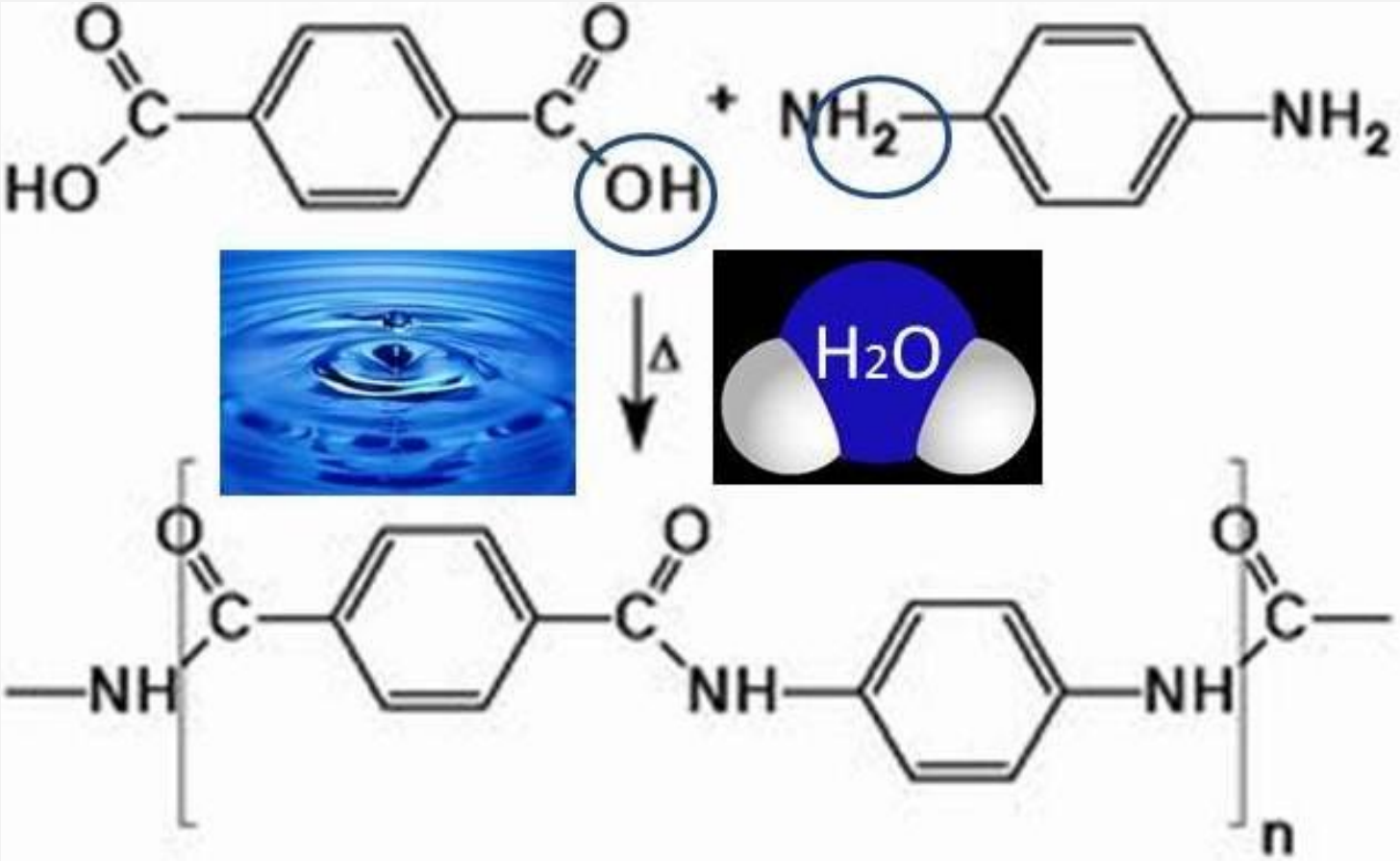
<http://sdt.sulinet.hu>

- **Lépcsős folyamat**
- Megfelelő funkciós csoportok reagálnak egymással
- A monomerek melléktermék - legtöbbször víz - képződés mellett kapcsolódnak össze.

- pl. PA, PC, PET.



Polikondenzáció / Bakelit



- **lassú, lépcsős reakció,**
- kémiaailag különböző molekulák (két- vagy többfunkciós alapvegyület) kapcsolódnak össze,
- alacsony hőmérsékleten,
- melléktermék nem keletkezik.

A poliaddíció általános képlete:



A reakció sorozatosan ismétlődik.

Pl.

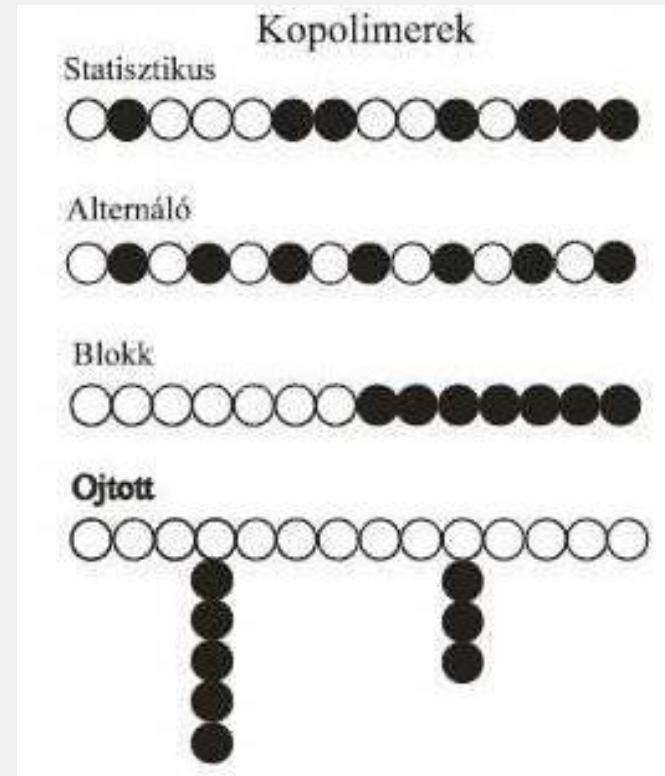
poliuretánok,
epoxigyanták

homo-polimerizáció: azonos monomerek reagálnak

- polietilén (PE)
- poli(vinil-klorid) (PVC)
- poli(vinil-acetát) (PVAc)
- teflon (PTFE)

hetero-polimerizáció: két vagy három különböző, telítetlen kötésű monomer reagál - kopolimerizáció

- akrilnitril-sztirol (SAN)
- akrilnitril-butadién-sztirol (ABS)



Hazai műanyag gyárak

TISZAI VEGYI KOMBINÁT (TVK) / PE, PP

<http://www.tvk.hu/etilla/2.html>

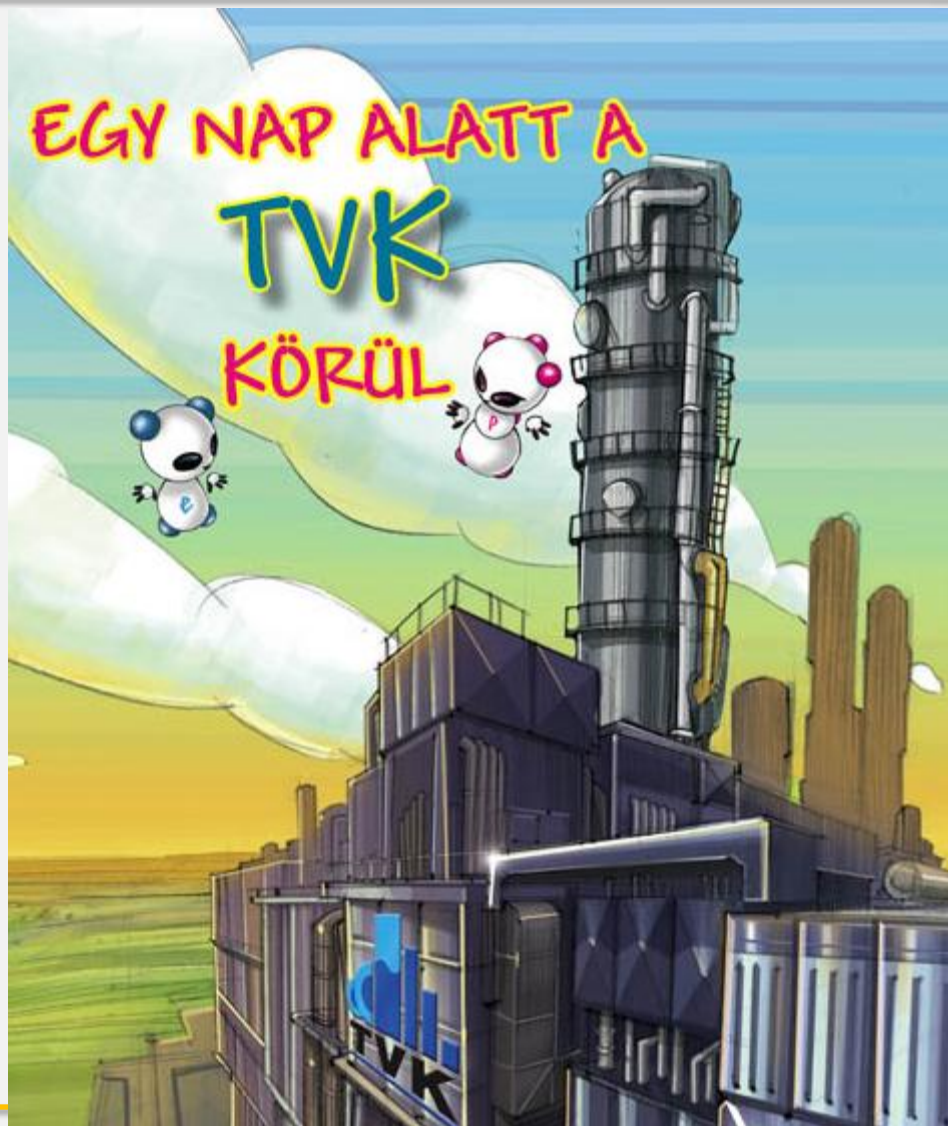
TISZAÚJVÁROS

BORSODCHEM / PU, PVC

<http://www.borsodchem-hu.com>

KAZINCBARCIKA

Poliolefin gyártás



<http://www.tvk.hu/etilla/2.html>



TVK termékeinek egy része (PP)

Technikai adatlap	Termék Megfelelőségi nyilatkozat(EN)	Márkanév	Termékcsoport	Alkalmazási területek
H 145 F	H 145 F	Tipplen	PP	Szál (BCF)
H 483 F	H 483 F	Tipplen	PP	Rafia, monofilament, Szál (BCF)
H 388 F	H 388 F	Tipplen	PP	Fújtt Fólia
H 543 F	H 543 F	Tipplen	PP	Extrúzió (lemez, profil, cső, hőformázás), Rafia, monofilament
H 649 FH	H 649 FH	Tipplen	PP	Biaxiálisan orientált fólia

PVC

BorsodChem



Miscellaneous



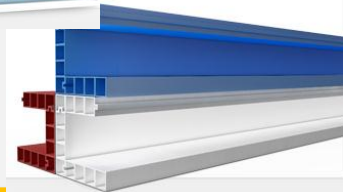
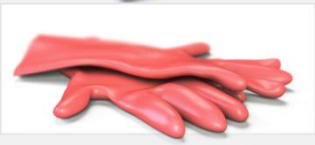
Building & Construction



Packaging



Electric & Electronics





+ KAROSSZÉRIA
ELEMÉK, ÜTKÖZŐ,
TÜKÖRHÁZ, STB.

BorsodCH



Clothing & Footwear



SZIGETELŐ
PANELEK: FAL,
TETŐ, PADLÓ



Transport



Appliances



Wood

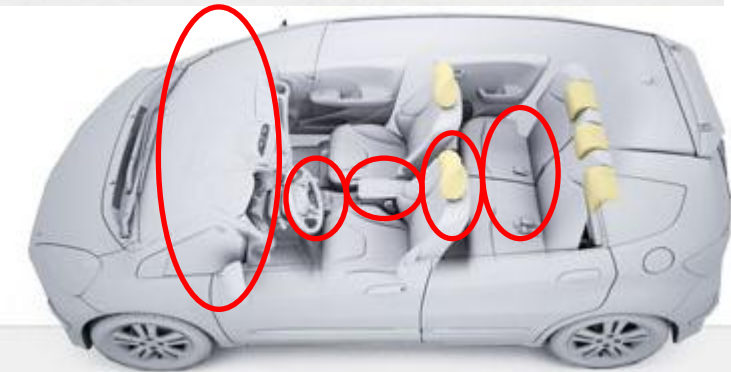


Furniture, Bedding & Decoration

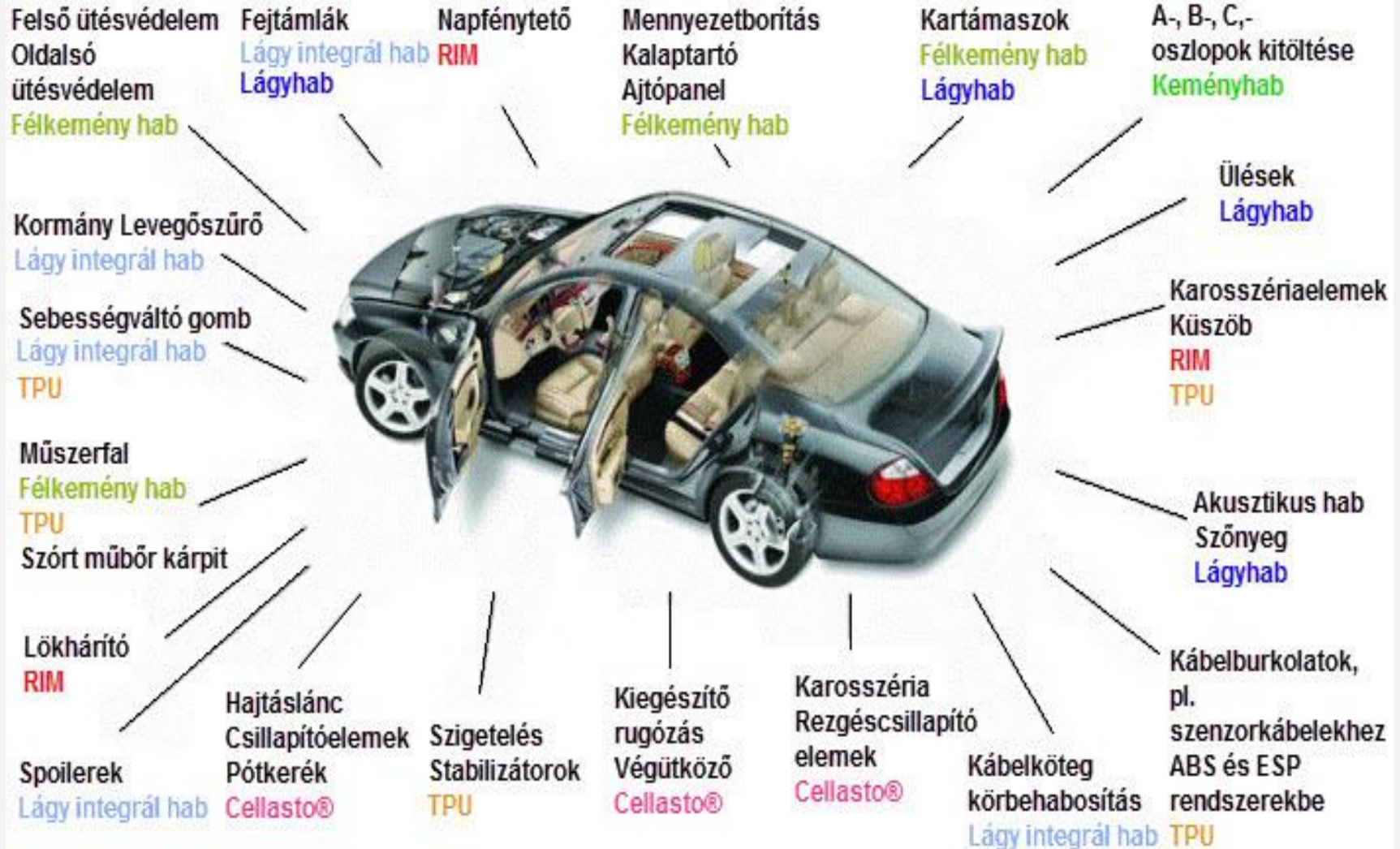


Construction

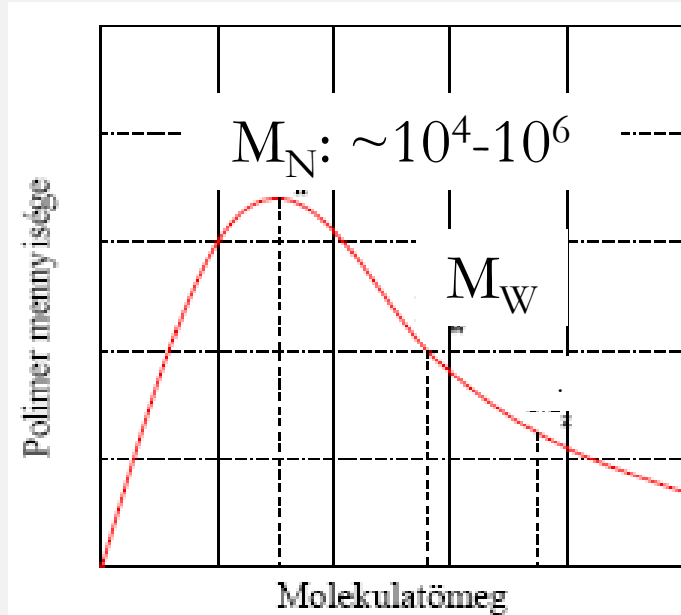
PU KEMÉNY HAB:
SZIGETELÉS



PUR hab alkalmazása




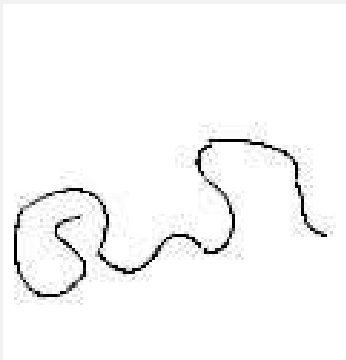
- **Polimerizációs fok:** ismétlődő egységek (monomerek) száma
- különböző hosszúságú láncok alkotják (polidiszperz rendszerek)
- Nincs egyetlen jól definiált molekulatömege: átlagos molekulatömeg, illetve molekulatömeg-eloszlás
- Számszerinti (M_N) és tömegszerinti molekulatömeg (M_w)
- **polidiszperzitás foka (M_w/M_n)**



$$M_n = \frac{\sum N_i M_i}{\sum N_i}$$

$$M_w = \frac{\sum w_i M_i}{\sum w_i}$$

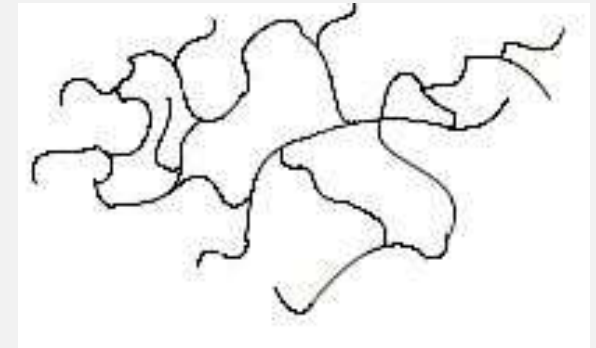
POLIMERIZÁCIÓS FOLYAMATOK JELLEGE ÉS
KÖRÜLMÉNYEI  LÁNCOK SZERKEZETE



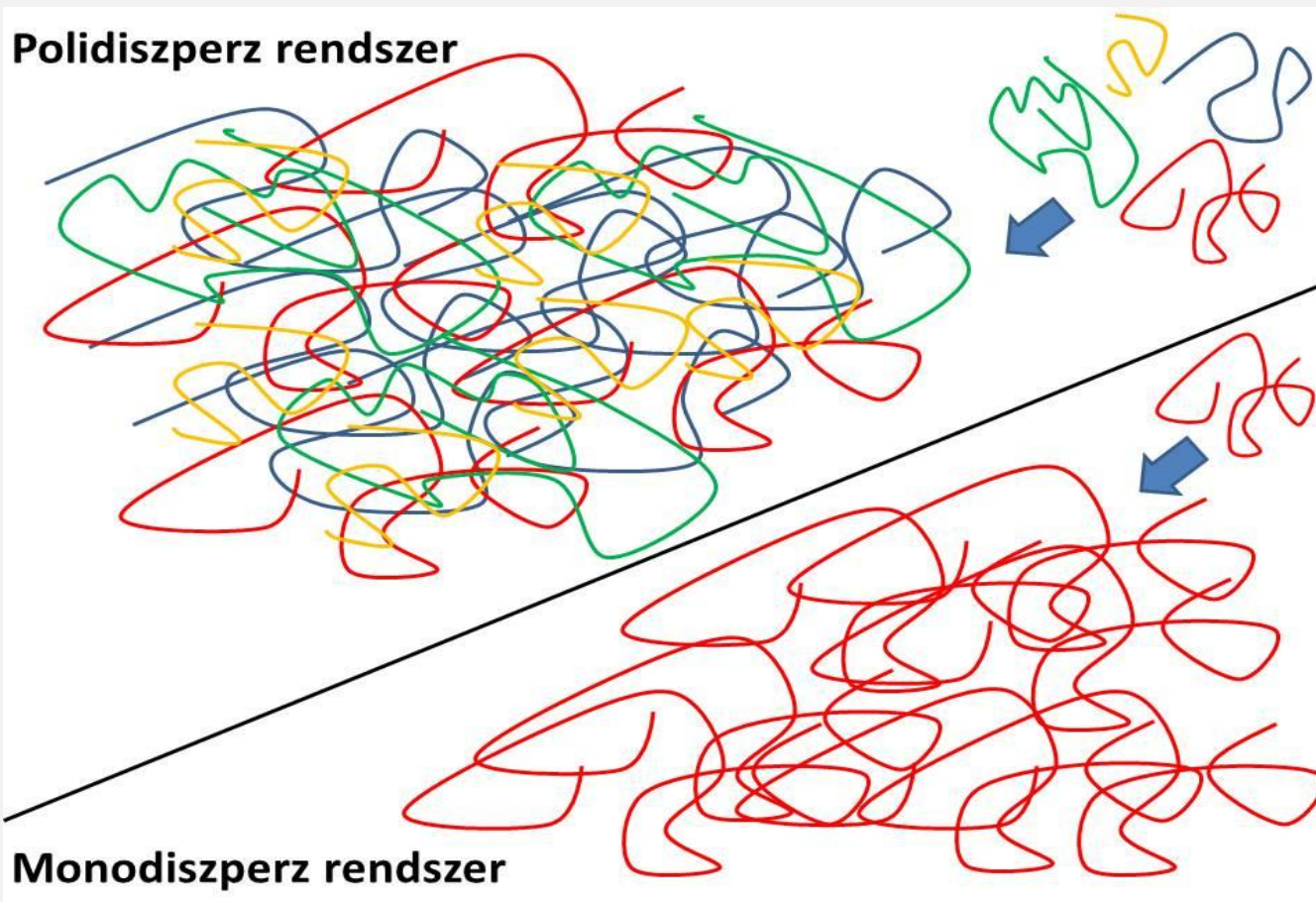
fonalmolekula



elágazott fonalmolekula



térhálós molekula



A műanyagok *mesterséges úton előállított szerves vegyületek.*

Eredet szerint (természetes, mesterséges),

Előállítás reakciótípusa szerint

Szerkezet (a polimermolekulák alakja szerint),

Hővel szembeni viselkedés alapján, feldolgozhatóság és alakíthatóság:

- Hőre lágyuló (85-90%-a a termelésnek)
- Hőre nem lágyuló

Tulajdonságok alapján:

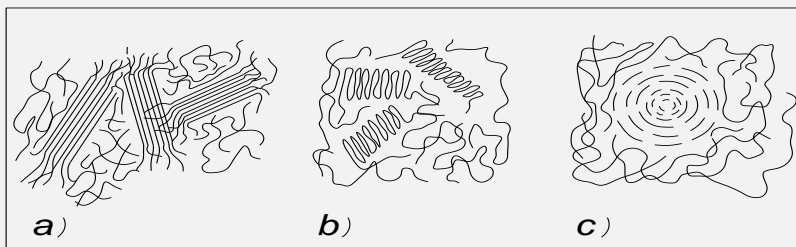
- Tömegműanyagok
- Műszaki műanyagok
- Különleges tulajdonságú műanyagok

Hőre lágyuló műanyagok

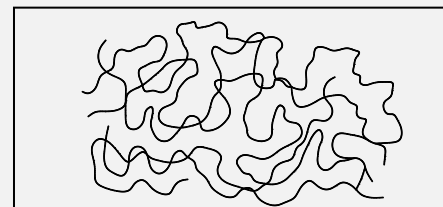
Láncmolekuláit **másodlagos kémiai kötések** kapcsolják össze:

van der Waals féle erők, dipólus erők, hidrogénhidak.

Részben kristályos termoplasztok

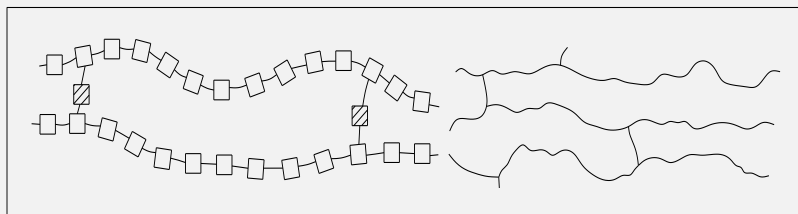


Amorf termoplasztok

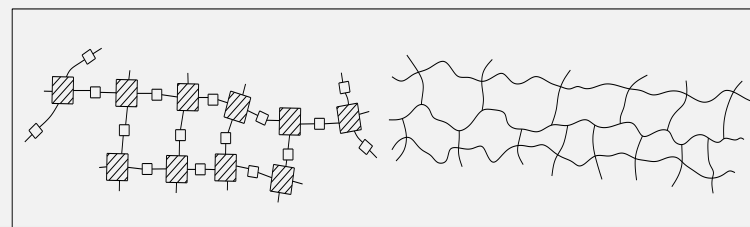


Hőre nem lágyuló műanyagok

Elasztomerek



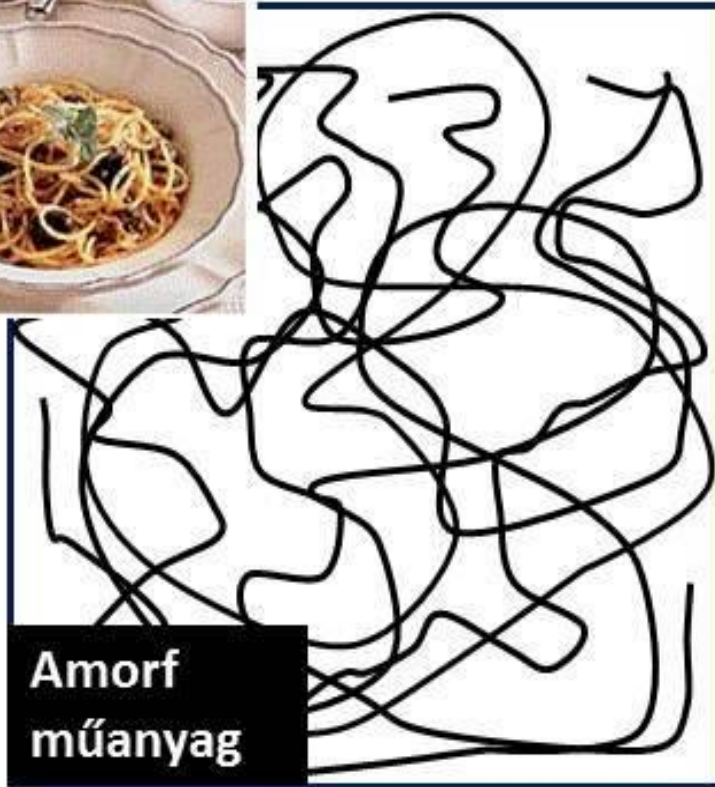
Duromerek





Hőre lágyuló műanyagok

- láncmolekulákból épülnek fel,
- olvasztás – szilárdulás **reverzibilis**,
- **erős** kémiai kötés a **láncon belül**,
- **láncok közötti** kötés **gyenge**,
- **hő hatására** az anyag meglágyul, majd **megolvad**.





Amorf

Olvadásuk nem egy határozott hőmérsékleten, hanem egy tartományban megy végbe.

PVC, PS, SAN, ABS, PMMA, PC

Részben kristályos

(kétfázisú: amorf+kristályos)

Típus	Sűrűség (g/cm ³)	Elágazottság (CH ₃ /1000 C)	Kristályosság (%)	Modulus (GPa)
LDPE	0,921	12	35	0,17
HDPE	0,970	0	70	1,35

A kristályossági fok <100%,
hosszútávú rendezettség
nagy szilárdságú,
nehezen oldódó,

LDPE, HDPE, LLDPE, PP, PA, POM, PET

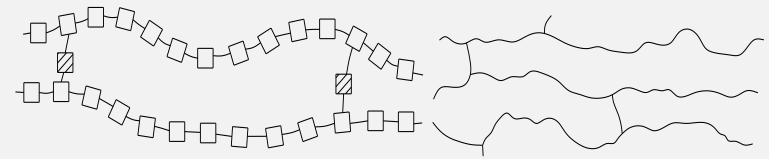
A tulajdonságokat meghatározza a kristályszerkezet, kristályossági fok.

Hőre **nem** lágyuló műanyagok

- szerkezetük **irreverzibilis** megváltoztatásuk nélkül már képlékeny vagy folyékony állapotba nem hozható,
- feldolgozásuk során csak **egyszer alakíthatók** **plasztikusan**,
- **térhálós** molekula elrendezéssel jellemezhető,
- ha a hőmérséklet a bomláspontra fölé emelkedik a láncon belüli kötések sérülnek, a **műanyag bomlik** (szenesedik),
- molekuláit **erős vegyi kapcsolat** köti össze.

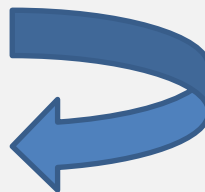
Hőre nem lágyuló, elasztomerek

- Ritka térháló (a főlánc néhány száz atomjára egy keresztkötés jut),
- az egész polimerháló mozoghat,
- rugalmasság
- Pl. PUR, szilikon, sztirolbutadien gumi



Hőre nem lágyuló, duroplasztok

- minden irányban **valódi vegyérték kötések**
- térben három dimenziós háló alakul ki.
- **térhálós szerkezet**
- hővel szembeni viselkedés irreverzibilis.







Műanyagok/ Összefoglaló táblázat

Hőre lágyuló műanyagok	Térhálósított hőre lágyuló műanyagok	Elasztomerek	Hőre nem lágyuló műanyagok (duromerek)
nem térhálós	ritkán térhálós		sűrűn térhálós
olvasztható oldódó	olvasztható oldódó	nem olvasztható nem oldódó	nem olvasztható nem oldódó
képlékenyen alakítható	gumi-elasztikus		képlékenyen nem alakítható
magas E-modulusz	alacsony E-modulusz		magas E-modulusz

hőre lágyuló műanyagok:

- *por vagy granulátum formában*

hőre nem lágyuló műgyanták

- *por vagy folyékony félkész-termékként*

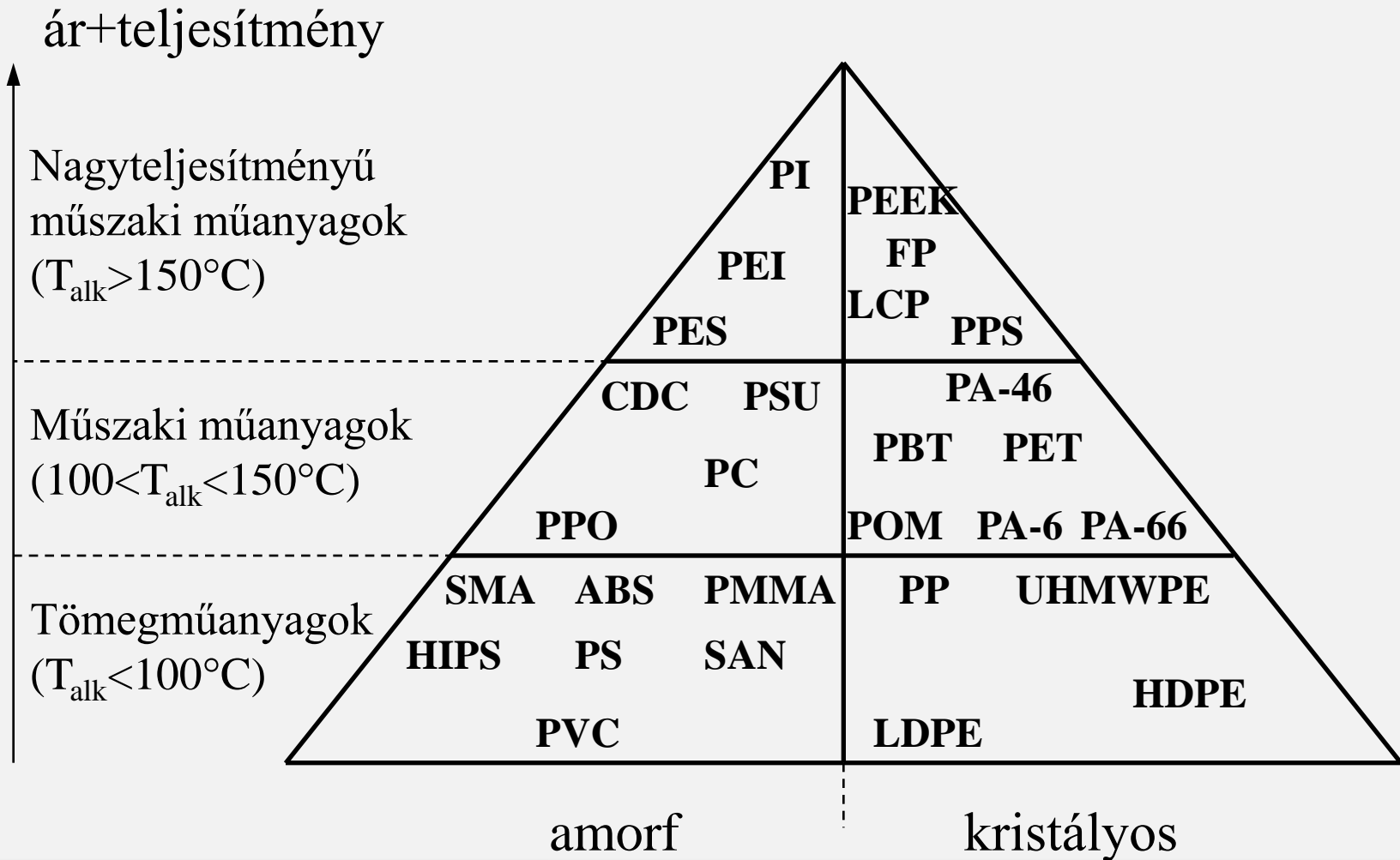


A feldolgozásra kerülő alapanyagok tulajdonságait különböző adalékokkal javítják.

- A **stabilizátorok** :növelik a mű-anyagok fény- és vízállóságát, késleltetik az öregedésüket.
- Az **antisztatizáló szerek** (fémpor, korom) csökkentik a műanyagfelületek elektrosztatikus feltöltődését.
- A **csúsztatószer**ek a műanyagok könnyebb alakíthatóságát segítik elő.
- **Színezék** adagolására kizárólag esztétikai szempontból kerül sor.

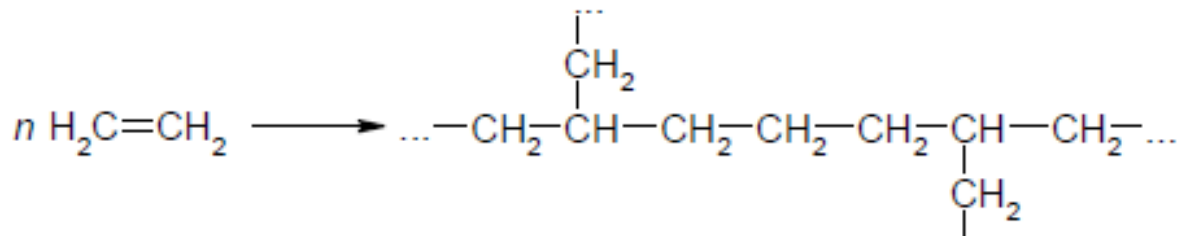
Műanyagok tulajdonságai

- kis sűrűség → acélokénak 15-25%-a → járműszerkezet, csomagolás stb.
- kedvező kopási és siklási tulajdonságok → siklócsapágyak
- szakítószilárdságuk a fémeknél kisebb
- nagy a kúszásuk → deformáció tartós terhelésre
- jelentős a feszültség relaxáció → csavarkötés oldódása
- rugalmas- és maradó alakváltozás
- rugalmassági tényezőjük kicsi → szerelést megkönnyíti pontatlanság esetén
- kedvező rezgéscsillapító hatás
- kiváló elektromos- és jó hőszigetelő képesség
- hővel szemben érzékenyek → hőre lágyuló 100 C-ig, nem lágyuló 200 C-ig
- jó vegyszer és korrózió állóság
- öregedésre hajlamosak → pl. UV sugárzás.



JELLEMZŐK:

- kis szilárdság, áttetsző,
- olvadáspont: 110°C
- kis sűrűség (0,92g/cm³),
- alacsony kristályossági fok (40-65%),
- kis mértékben elágazó szerkezetű.



ELŐÁLLÍTÁS:

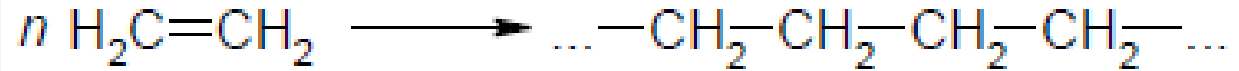
- tömbpolimerizációval (150-200 MPa , ~200°C) nagynyomású csőreaktorban (TVK), monomer: etilén

ALKALMAZÁS:

- fóliagyártás, lágy tömlők, szigetelés a radartechnikában,
- telefon és egyéb távközlési és villamos átviteli kábelek legjobb szigetelő rétege

JELLEMZŐK:

- Nagyobb szilárdság,
- Magasabb olvadáspont: 130°C
- Nagy sűrűség (0,96g/cm³),
- 65-80% kristályosság



ELŐÁLLÍTÁS:

- Nem elágazó fonalakból áll.
- Légköri nyomáson, ~ 60°C hőmérsékleten,
- Katalizátor: titán-klorid + trialkil-alumínium (Ziegler, 1953),



ALKALMAZÁS:

- Edények, tárolók (üzemanyagtartály)
- Csövek, csomagoló láda, rekesz
- üreges testek, tömítések
- zsugorszigetelés

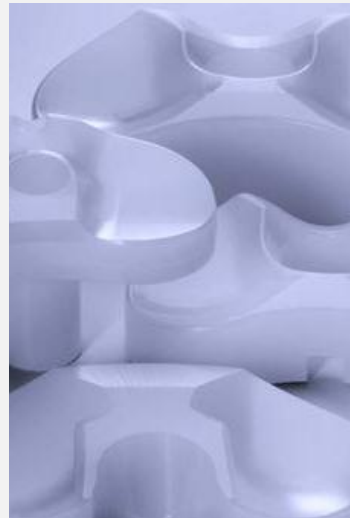


- *Előnyei:*
Könnyen feldolgozható,
kitűnő szigetelőanyag, ütésálló,
vegyszerálló,
élelmiszeriparban kifogástalan
- *Hátrányai:*
UV fényre érzékeny,
feszültségi repedezésre hajlamos,
nehezen ragasztható,
zsugorodik a szerszámban

UHMW-PE

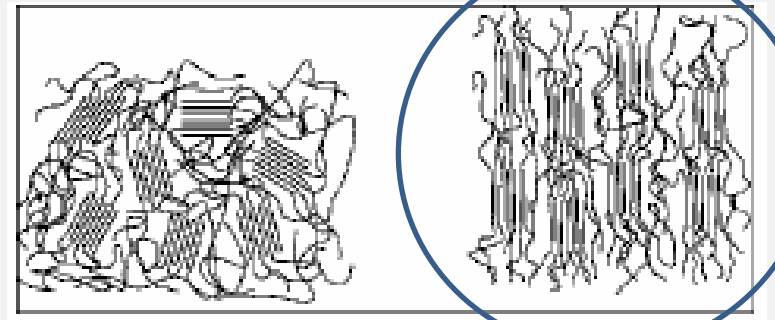
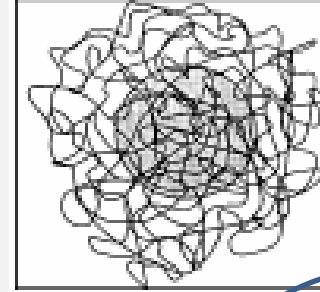
(Ultra-high molecular weight PE)

- Különlegesen stabil, nagytisztaságú és nagyszilárdságú orvostechnikai polimer
- Pl. csípőprotézisek gömbfeje
- Hagyományos technológiákkal nem lehet feldolgozni (nyomás, és magas hőmérséklet alatti porzsugorítás („szinterelés”))



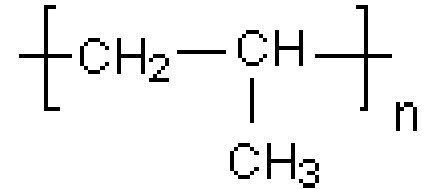
HOPE (highly oriented PE)

- Extrém nagy móltömeg
- Maximális kristályosság
- Közel acél szilárdágú
- Pl. Dyneema (gélállapotú polimerből húzott)
- Öntartó súlya 340 km (acélé 50 km)
- Pl. golyóálló mellény alapanyaga



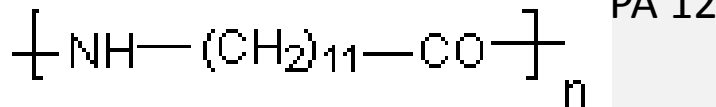
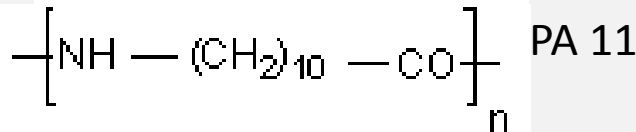
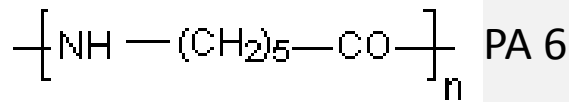
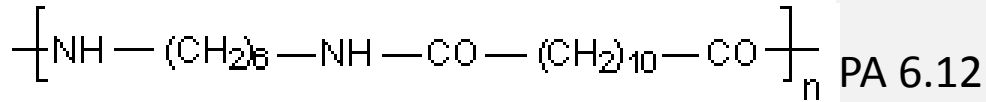
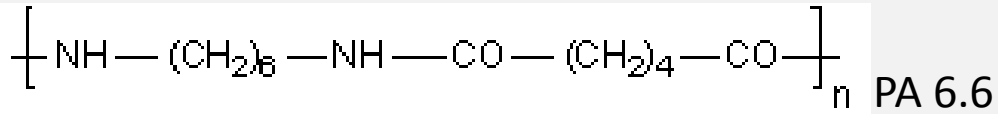
Polipropilén (PP)

- Olvadási hőm: 165°C, monomer: propilén
- Nem elágazó szerkezetű
- Gyártása Ziegler-Natta katalizátorral (Al-Ti komplexek)
- egészségügyi berendezések, kórházi felszerelések → jól sterilizálható
- jó víz- és vegyszerállóság, forró vizet is jól tűrő háztartási cikkek, mikró edények, mosógépalkatrészek, nagy keménységű lemezek, csövek, szálak
- Kompozitjai: Gépkocsi alkatrészek
- ütköző, műszerfal, ventilátorlapát



PP és kompozitjai

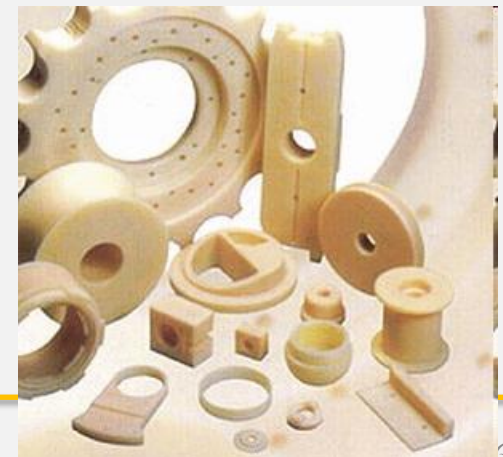
	PP _{homo}	E-PP _{kopolimer}	PP-farost (35%)	PP- üvegszál(30%)
Előnyök	PE-nél jobb mech. Tul.	PP-nél jobb ütésállóság	Jó merevség, jó hőállóság, gazdaságos	Kitűnő mech. Tul, magas hőállóság
Hátrányok	Korlátozott hidegállóság Korl. ragaszthatóság	PP-nél kisebb modulusz	Korlátozott ütésállóság	Korlátozott hegeszthetőség, gép és szerszámkopás
Alkalmazás	Orientált PP: textilszál, kötöző-pánt, zsákanyag	Rekesz, akku-edény, gépk. Műszerfal, lökhárító, stb.	Gépk. Belső burk., csomagolás-technika	Mosógép alkatrész, gépipari alkatrész



- ☺ Kitűnő műszaki tulajdonság,
- ☺ nagy szilárdság, jó példa az élővilágból: *a PA fehérje, a gyapjú, selyem, bőr, alkotóeleme, kötőszövetek, izom, ínszalagok...*
- ☹ Hidrofil (tulajdonságok függése a nedv. tartalomtól)

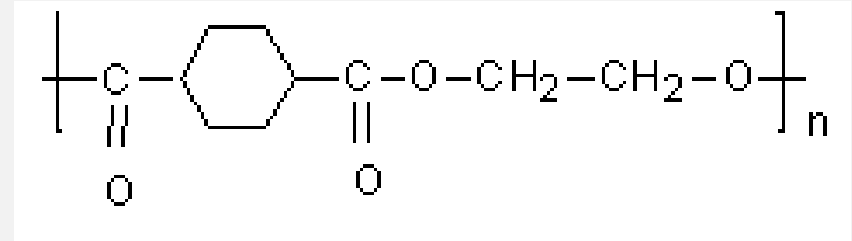
Nem szénhidrogének, heteroatomok által létrejött kötés erősíti a láncot: – CO – NH –

- ☺ **Kitűnő mechanikai tulajdonságok, ütésállóság, jó kopásállóság, előnyös súrlódási tulajdonságok, magas hőállóság, önkiloztó képesség (lángállóság), PA66-30GF (üvegszál): jó vegyszerállóság (kőolaj, benzin)**
- ☹ **Hátrányok: nedvszívó, szárítandó feldolg. előtt, szűk olvadási hőm. tartomány, nem saválló**
- **Alkalmazás: csapágyak és siklóelemek, orsók, fogaskerekek, villamos kapcsolóelemek, gépkocsi alkatrészek, benzinálló csövek, stb.**

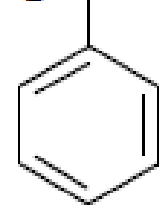
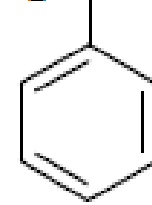
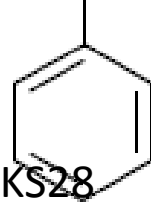
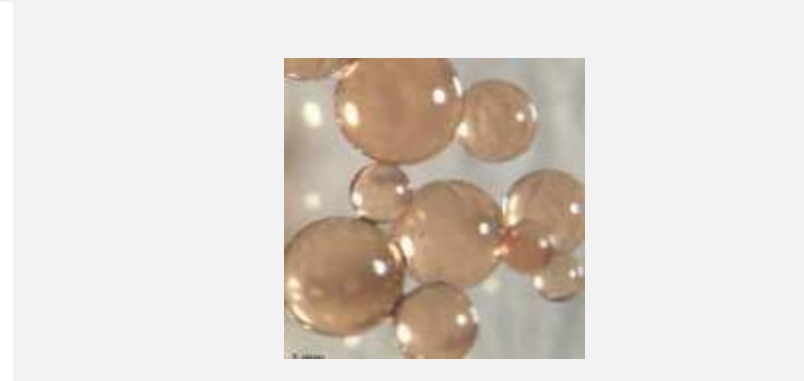


PET (polietilén tereftalát)

- ☺ kitűnő mech. tul.,
- ☺ CO₂ visszatartás,
- ☹ Nagy frekv. nem hegeszthető,
- ☹ Korlátozott nyomtathatás
- Alkalmazás: nyújtott szál, üdítő palack



- Hőre lágyuló, amorf, üvegszerű polimer
- jó szigetelő
- mérettartó, jó optikai tulajdonságok,
- rideg, törékeny, vegyszereknek ellenáll → lemezek, csövek, fogaskerekek, szigetelőanyagok, műanyag tömegcikkék.



<http://www.youtube.com/watch?v=IV3T9yCKS28>

- Hőre lágyuló
- jó mechanikai tulajdonságok → fogaskerekek, csapágyak,
- gépalkatrészek stb.



- szerves üveg,
- amorf, üvegszer polimer
- vegyszerállósága gyenge, híg savaknak, lúgoknak ellenáll
- színtelen, átlátszó,
- fényátereszt képessége nagy (99%)
- kitűnő a szilárdsága, ütésálló
- szövetbarát
- optikai eszközök és a gyógyászatban protézisek
- védőablakok, hullámosított kivitelben építőipar használja.



- hőre lágyuló, nagymértékben kristályos szerkezetű,
- $T_k=327\text{ °C}$, de nem ömlik meg. Zselészerű, bizonyos szilárdsággal rendelkező anyag, 400 °C körül elbomlik a polimerlánc.
- A legvegyszerállóbb anyag, nem ég, nem nedvesedik,
- aránylag hőálló ($+250\text{ °C}$ fokig).
- Kis súrlódási tényező, antiadhezív
- bevonat, súrlódó felületek anyaga, korrózió elleni védelemre

PTFE félkésztermékek

- rudak, vastag és vékony falú csövek, táblák, lemezek natúr és adalékolt (kompozit) formában
- A félkésztermékek előállítására különleges technológiák: Szinterezés, nyomásos szinterezés, sajtolás, extrúzió (RAM, paszta).



Kemény PVC

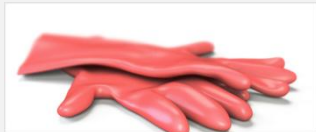
- rugalmas, nagyszilárdságú
- hőállósága korlátozott
- jó a vegyszerállósága: szerves oldószereknek,
- savaknak és lúgoknak nagy koncentrációig ellenáll.

Lágy PVC

- elasztikus, lágy
- vegyszerállósága gyengébb
- szilárdsága rosszabb

PVC

BorsodChem



Miscellaneous



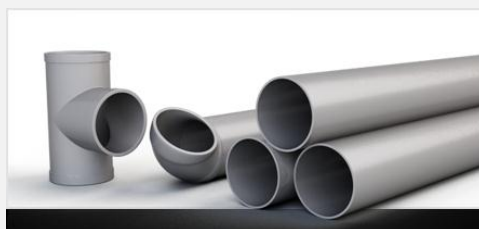
Building & Construction



Packaging



Electric & Electronics





POLIMERTECHNIKA

NGB_AJ050_1

Köszönöm a figyelmet!

hargitai@sze.hu

DR Hargitai Hajnalka