



DEPARTMENT OF
POLYMER
ENGINEERING



BUDAPEST UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY AND ECONOMICS
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

A természetes polimerektől a mesterséges polimerig - Versengés és együttműködés

Dr. Molnár Kolos

Óbudai Egyetem, 2023.10.27.

A TERMÉSZET SZERKEZETÉPÍTŐ POLIMERJEI



- **Poliszacharidok**
(keményítő, cellulóz, fa...)

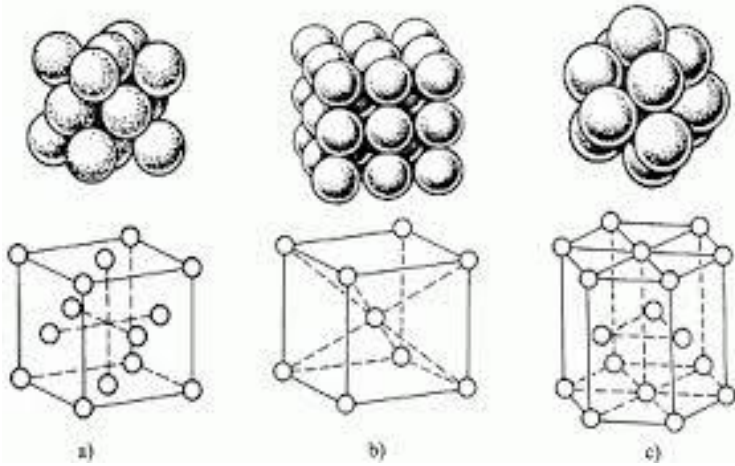
- **Poliaminosavak**
(fehérje, izom, bőr, gyapjú...
- természetes poliamidok)

- **Politejsavak**
(természetes poliészterek)

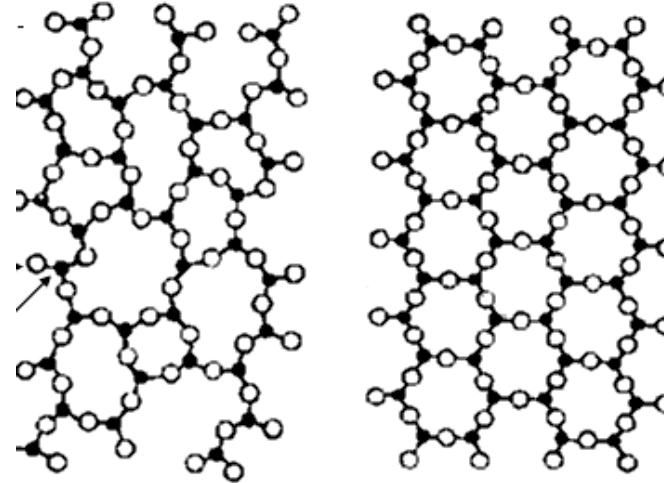


SZERKEZETI ANYAGOK

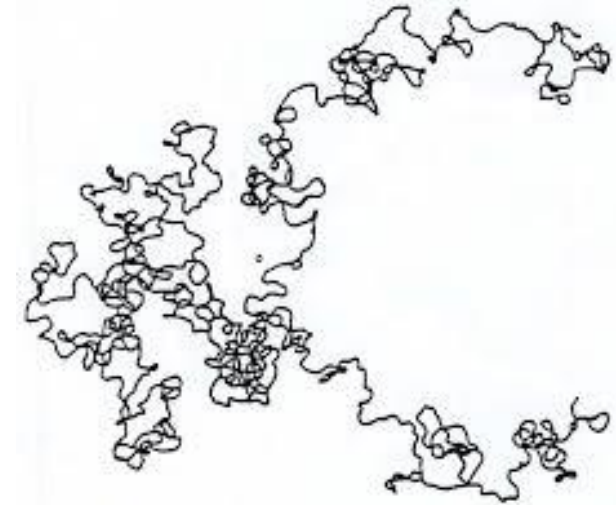
FÉMEK



KERÁMIÁK



POLIMEREK



A **polimer** molekula olyan nagyméretű molekula (makromolekula), amelyet nagyon sok (poli) láncszerűen összekapcsolt ismétlődő egység (mer) alkot. Az ismétlődő egységek, polimerizációra alkalmas kisméretű molekulákból, ún. momomerekből származtatottak és kovalens kötésekkel kapcsolódnak össze.

A 20. század kérdése: Ki fogja valaha is szorítani a polimer a többit?

A TERMÉSZETES GUMI

Az első természetes alapú, de mesterséges polimer
Természetes gumi (kénnel történő térhálósítás, vulkanizáció) 1843-1844

Charles Goodyear (1800-1860)



Thomas Hancock (1786-1865)



A természetes gumi volt az
első valódi „műanyag”

A TERMÉSZETES GUMI

Latex

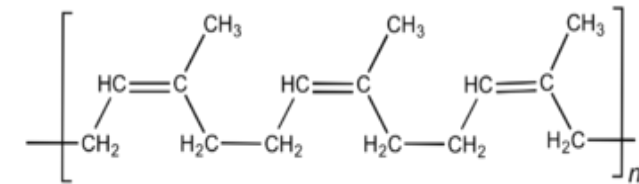


<https://www.vibracoustic.com/en/technology/materials/natural-rubber>

Tulajdonképpen mi is a műanyag?



Poli-cisz-izoprén

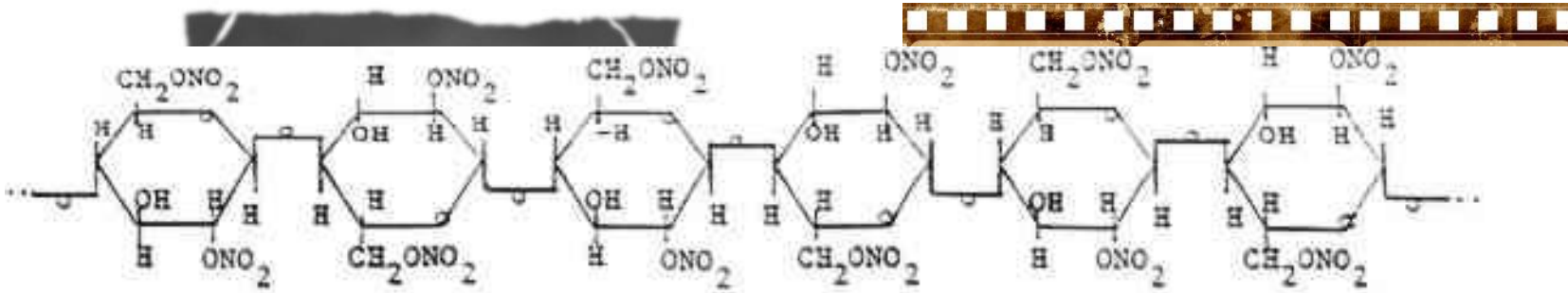


AZ ELSŐ TERMÉSZETES ALAPÚ TERMOPLASZTIKUS POLIMER

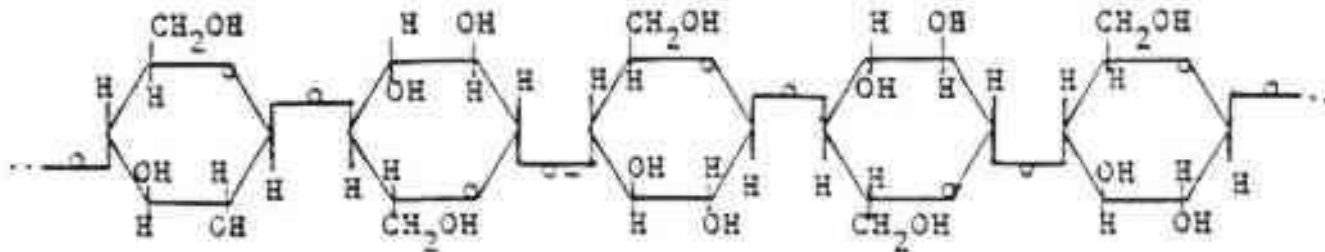
John Wesley Hyatt (1837-1920)

Hilaire de Chardonnet (1839-1924)

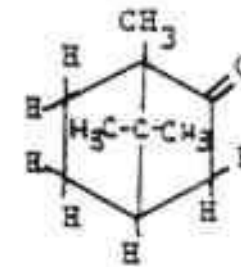
Nitrocellulóz szál, mesterséges selyem



CELLULOSE NITRATE



CELLULOSE

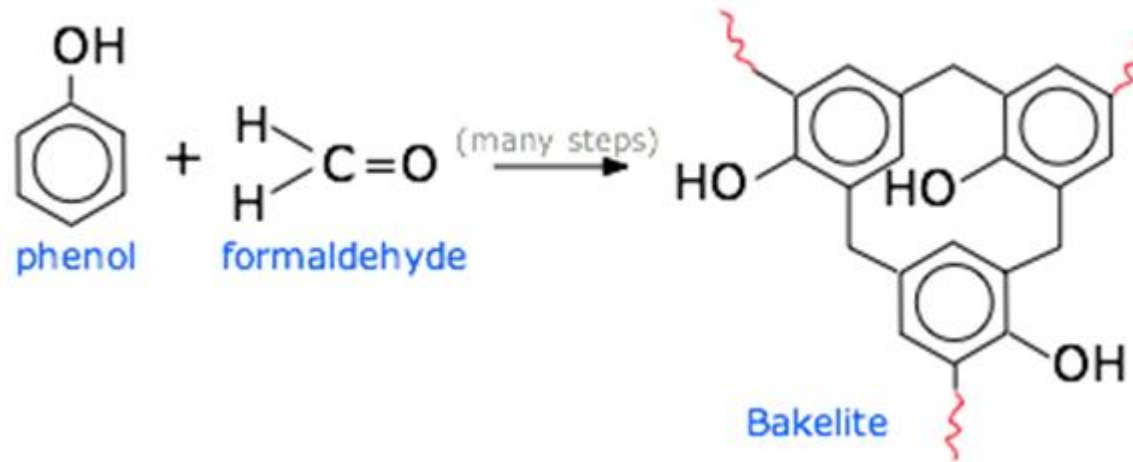
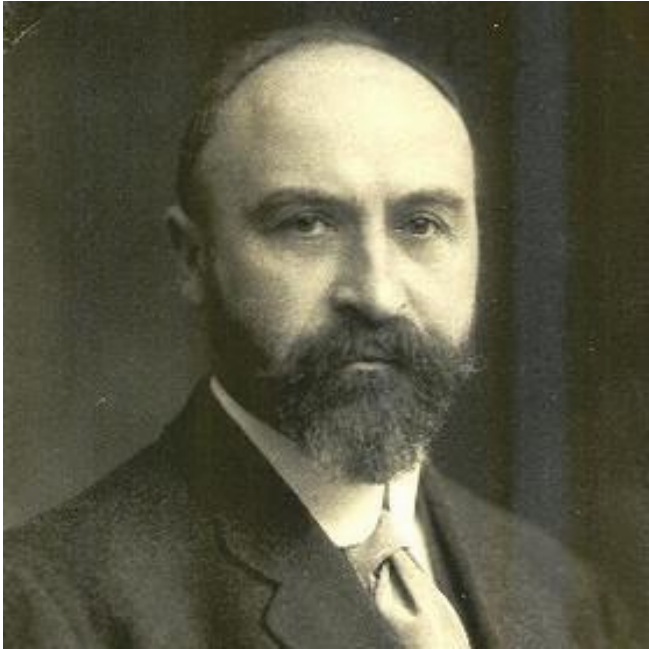


CAMPHOR



AZ ELSŐ TELJESEN SZINTETIKUS POLIMER

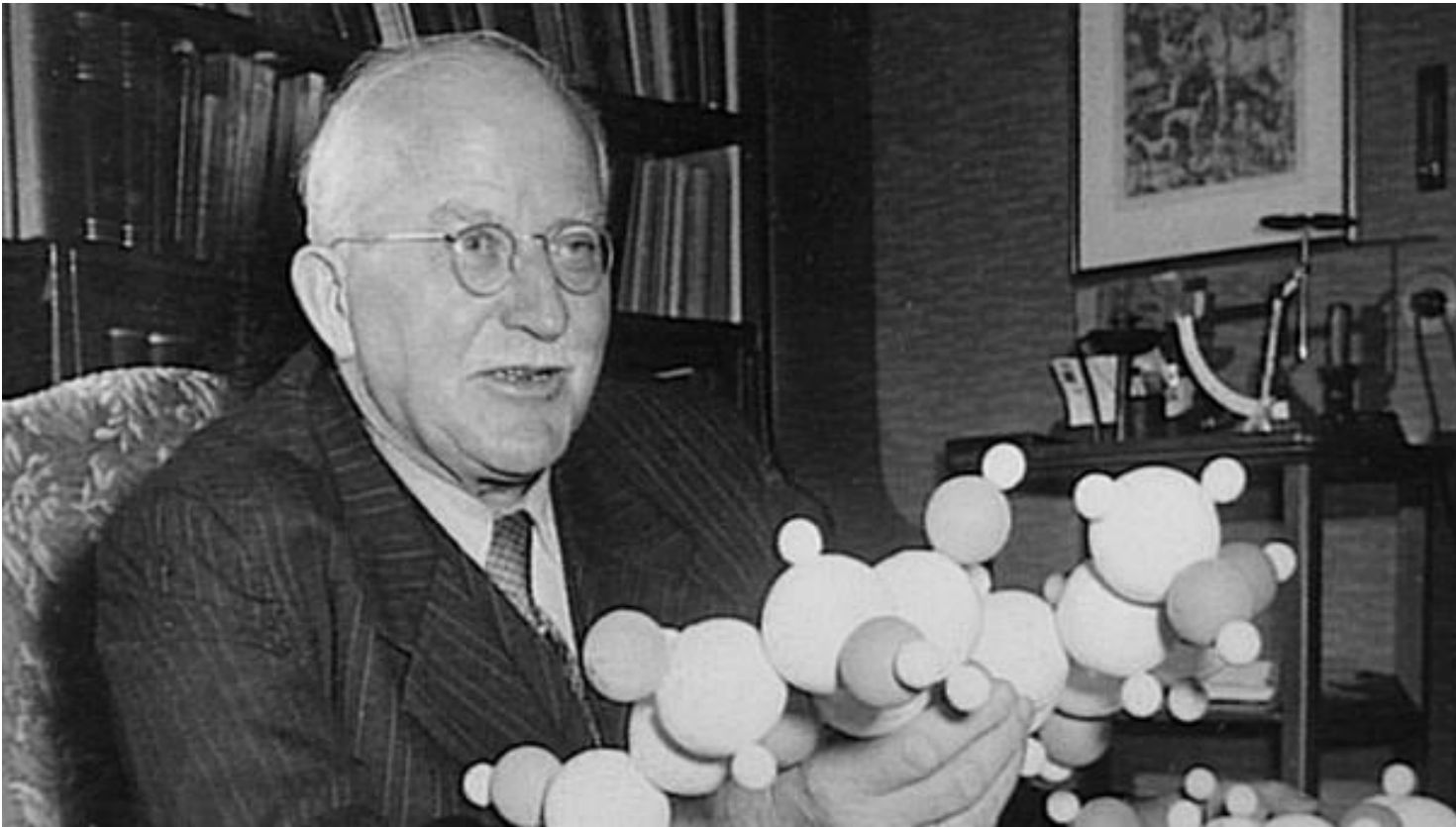
Leo Baekeland (1863-1944)



Rideg, merev
Nem túl jó elektromos szigetelő
Gombákra érzékeny
Stabilizálni érdemes

A POLIMER DEFINÍCIÓJA

Hermann Staudinger (1881-1965)



A polimer koncepciója – 1920

Nobel-díj - 1953

Gumi és Ebonit természetes alapú
Cellulóz acetát

És a teljesen mesterséges polimerek:

Bakelit – jól formázható

Ureaformaldehid – világos színekben is

PVC – termoplasztikus, de gyakran nagyon sok
lágýtót használnak hozzá

Később: **polisztirol, akrilátok, poliamidok**

*A műanyagokra úgy kezdett el egy teljes iparág
kiépülni, hogy senki sem értett, hogy mi is az a
polimer.*

A POLIMER TUDOMÁNY FEJLŐDÉSE

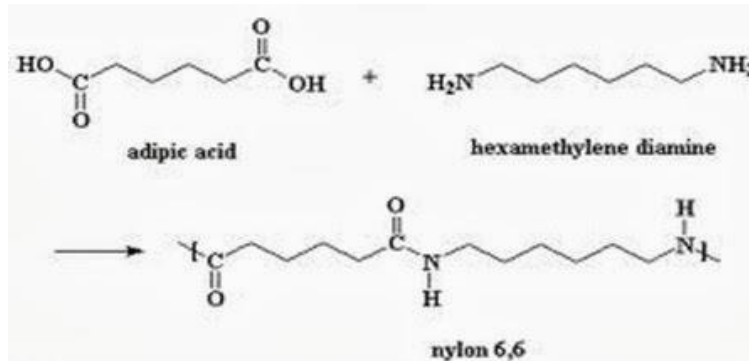
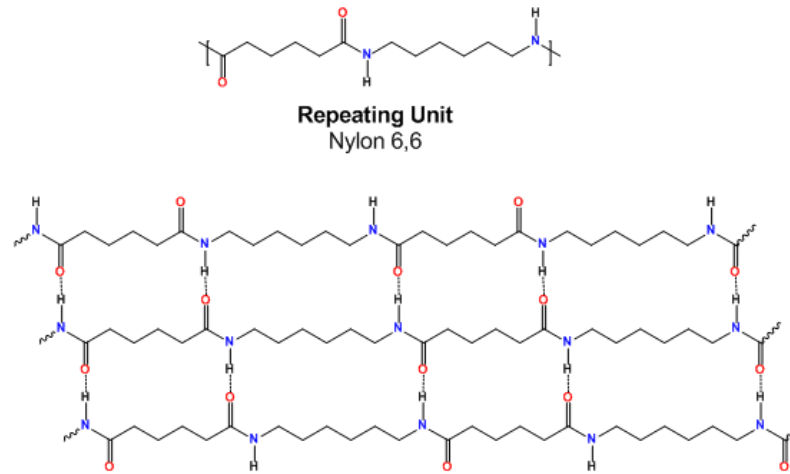
Wallace Carothers (1896-1937)



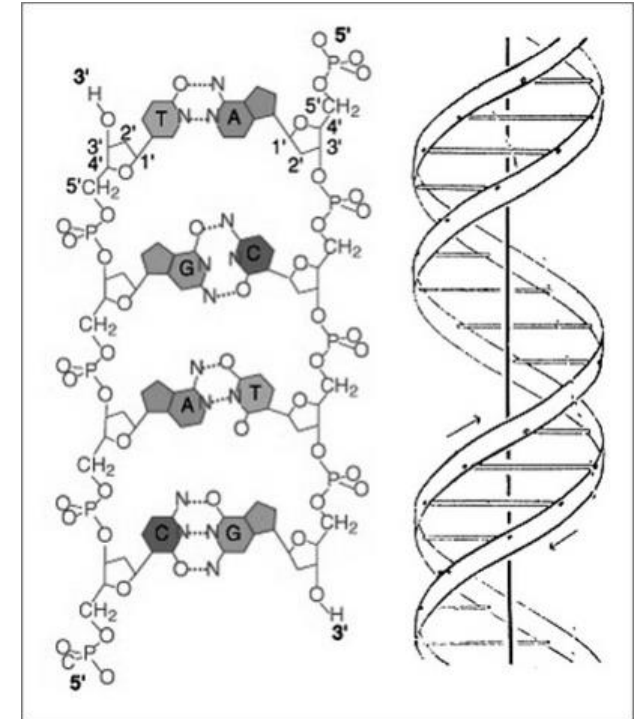
Neoprén - 1928

Nylon (PA 6.6) - 1934

Nylon 6.6



DNS

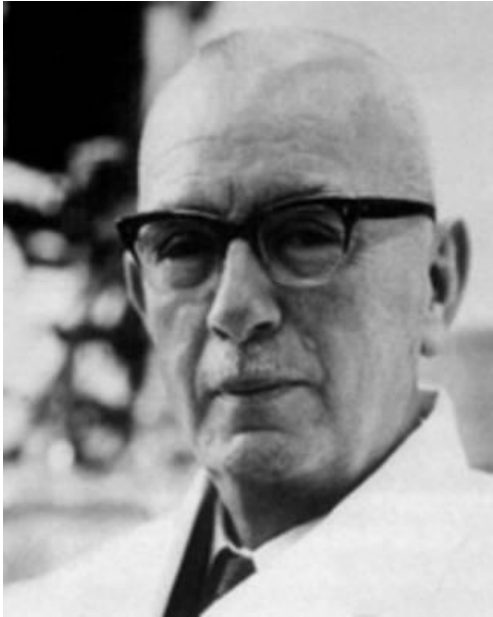


http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0005_20_inf_ormacioelmelet_scom_06/635_a_dns_molekula_szerkezete.html

Gyapjú, selyem stb.

A POLIETILÉN

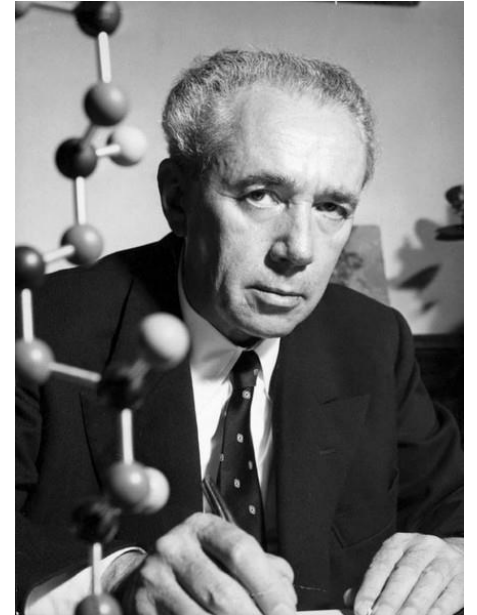
Karl Ziegler(1898-1973)



A POLIPROPILÉN

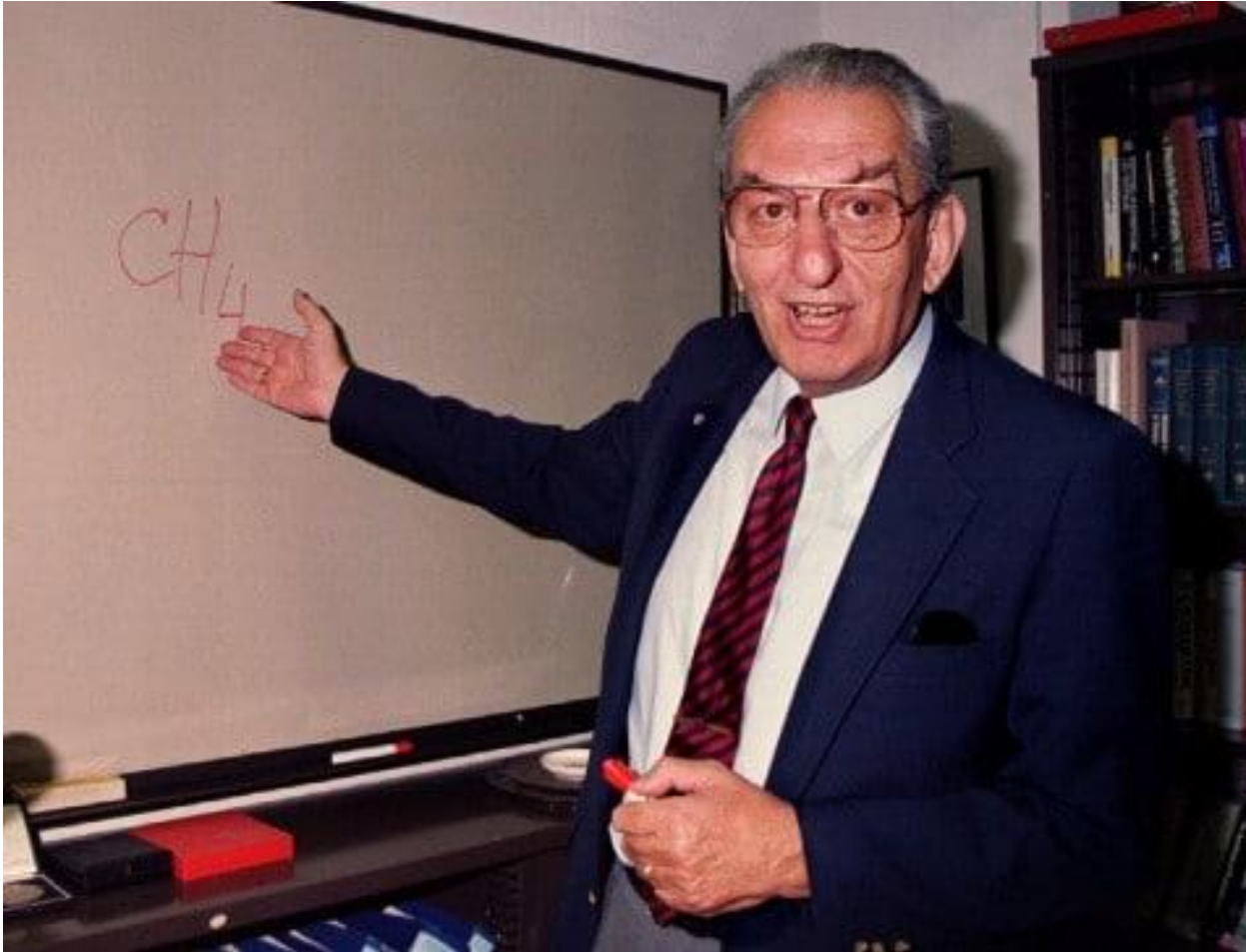


Giulio Natta (1903-1979)



KARBOKATIONOK

Oláh György (1927-2017)



Találmánya a kationos polimerizációhoz
vezetett
Nobel-díj, 1994

A MŰANYAGOKKAL IMITÁLJUK A TERMÉSZETET

A műanyagok kellemes érzést keltenek bennünk, mert:

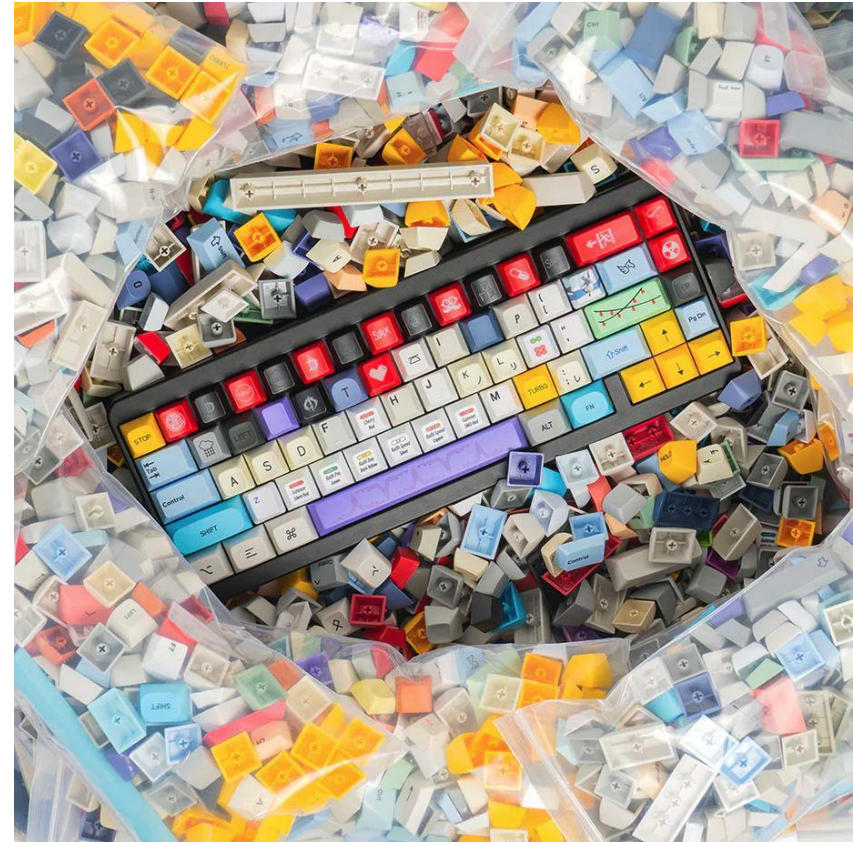
- Melegnek tűnnek
- Puha tapintásúak
- Kellemes megfogni
- Kellően erősnek, merevnek vagy lágynak tűnek
- Színesek
- Könnyűek
- Nehéz eltörni őket

És emellett:

- (Túlságosan is) olcsó
- Méretpontos
- Nagy mennyiségben rendelkezésre áll
- Ideális tömegtermelésre is

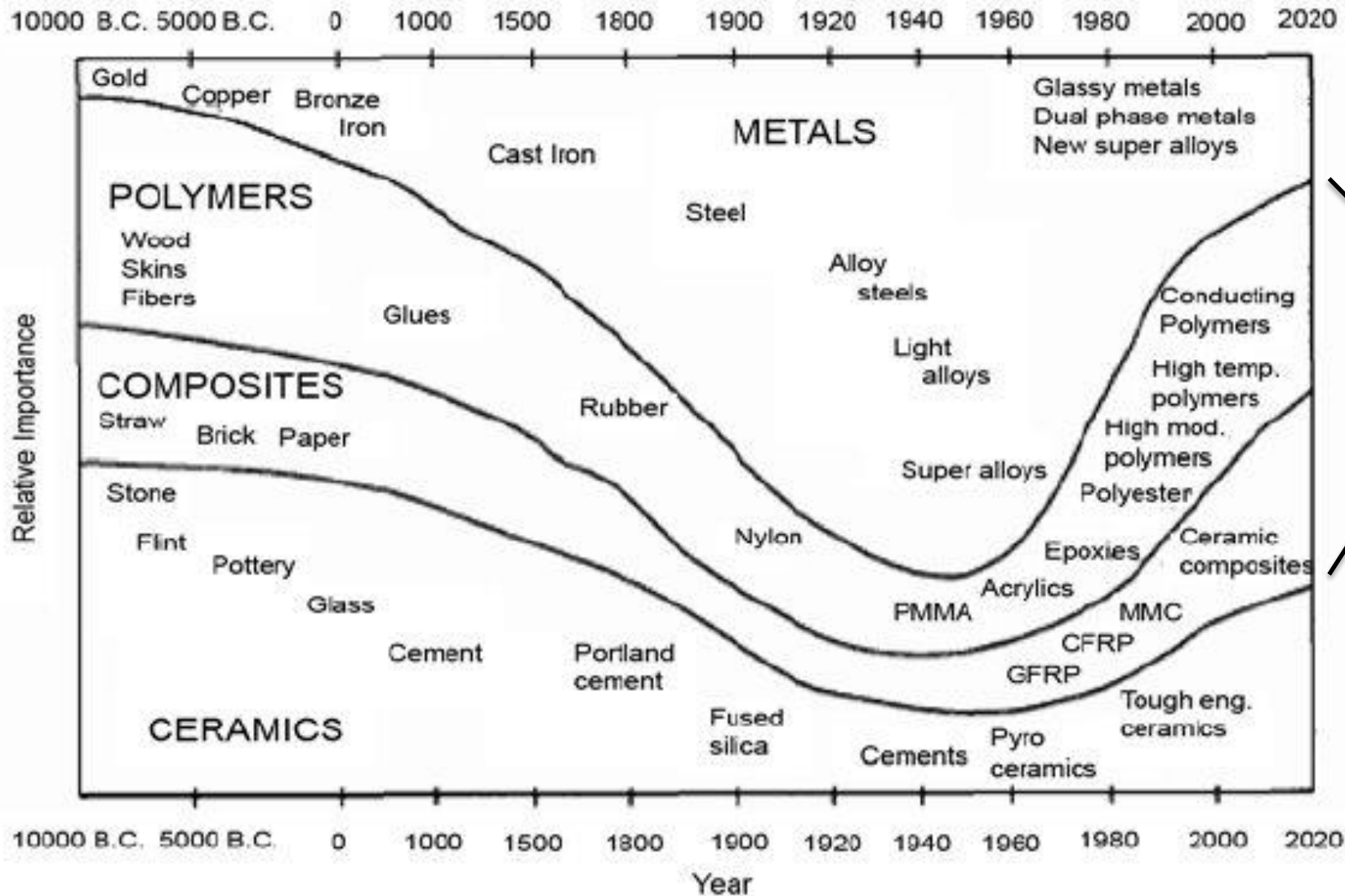
De:

- Öregedik, bomlik, UV-t, meleget, nedvességet nem bírja
- Idő- és hőmérsékletfüggő tulajdonságai vannak.
- Fenntarthatósági problémákhoz vezet (kőolaj alapú, nem megújuló).
- Mivel olcsó, hamar hulladékká válik és „senkinek” sincsen kedve újrahasznosítani.
- A polimerek valójában nagyon inertek, általában az adalékanyagokkal van a gond.



https://cdn.shopify.com/s/files/1/0631/9590/6271/files/ABS_2.jpg?v=1658179413

A SZERKEZETI ANYAGOK AZ IDŐK SORÁN



Versengés és együttműködés!

Merre tovább?

Minden anyagtípusnak megvan a maga szerepe.

MESTERSÉGES POLIMEREK – MŰANYAGOK NAPJAINKBAN

Tömegműanyagok: kb. 80%

Polietilén (PE)

Polipropilén (PP)

Poli(vinil-klorid) (PVC)

Polisztirol (PS)

Poli(etilén-tereftalát) (PET)

Műszaki célú polimerek:

Poliamidok (pl.: PA 6)

Polikarbonát (PC)

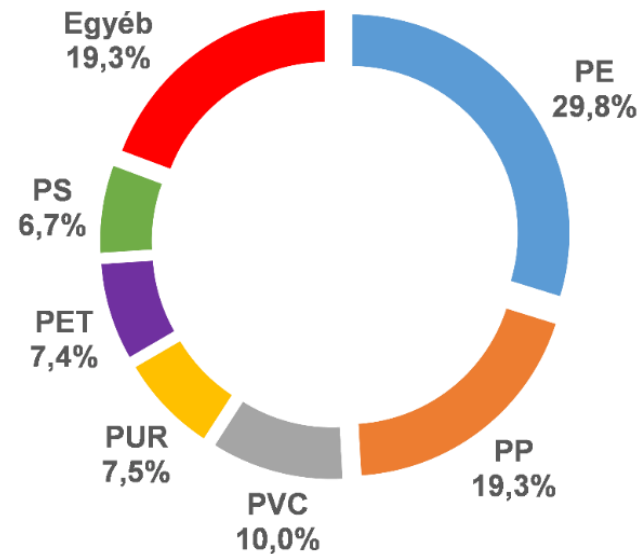
Poliuretán (PUR)

Akrilnitril-butadién-sztirol (ABS)

...

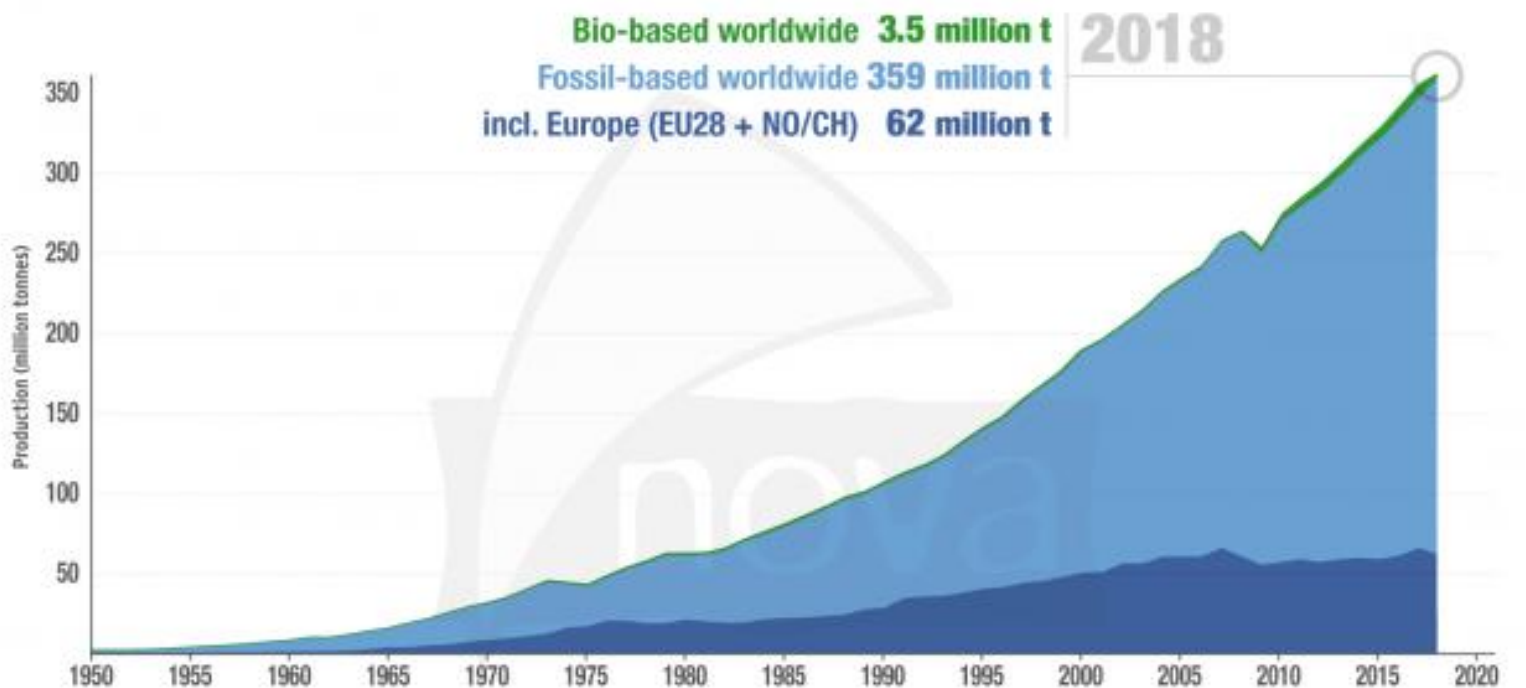


Gyakran „egyszer használatos” termékek



Míg a polimer általában teljesen inert és biztonságos, úgy kezdték el ezeket tölteni adalékanyagokkal, hogy azok hatását alig ismerték.

A MŰANYAGGYÁRTÁS VOLUMENE



- Hőre lágyuló műanyag (360 Mt)
- Mesterséges gumi (15 Mt), természetes gumi (13 Mt)
- Duromerek (44 Mt)

A „műanyagoknál” kb. 1%-a bio-alapú, ennek kb. a fele bomlik le biológiai úton.

A gumiknál kb. 45% a bio-alapú. Ebből kb. semmi sem bomlik le biológiai úton (legalábbis nem gyorsan).

Magyarország évente 1,5 Mt műanyagot állít elő (mint a teljes világpiac 1960 körül). Minden gyermek születésére jut 17 tonna műanyag „születése” is.

Úgy indult be a tömegtermelés, hogy a hulladékkezelési infrastruktúra nem megfelelően követte.

3 available at
-based.eu/markets

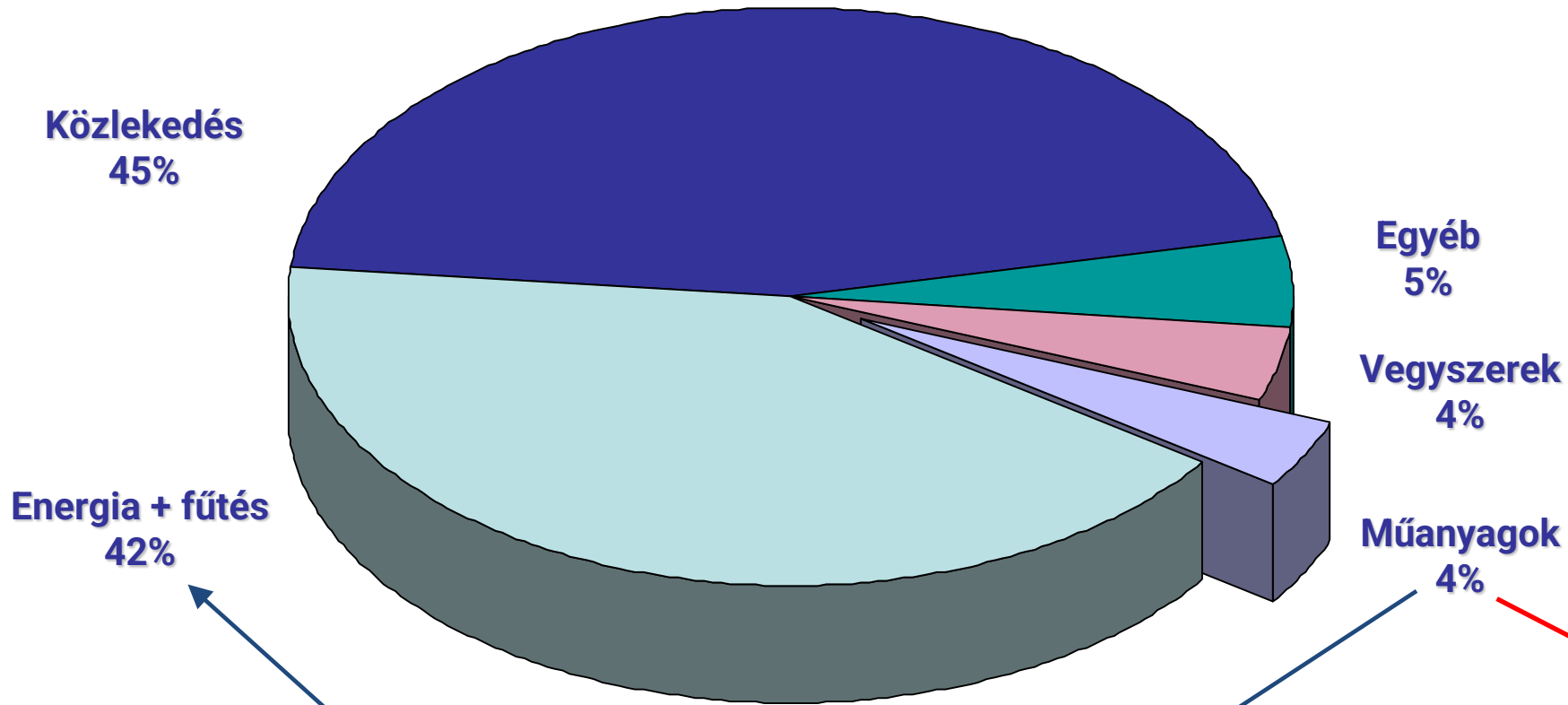
Includes thermoplastics, polyurethanes, thermosets, elastomers, adhesives, coatings and sealants and PP-fibres. Not included PET-, PA-, and polyacryl-fibres.

Data sources: PlasticsEurope, Consultic and nova-Institute



A KŐOLAJ FELHASZNÁLÁSA

Forrás: British Plastics Federation



A műanyagból a használat után az energia kb. 90%-a visszanyerhető

Hamarabb tesszük tönkre a klímát és a bolygót a kőolaj égetésével, minthogy ne legyen kőolajalapú műanyag

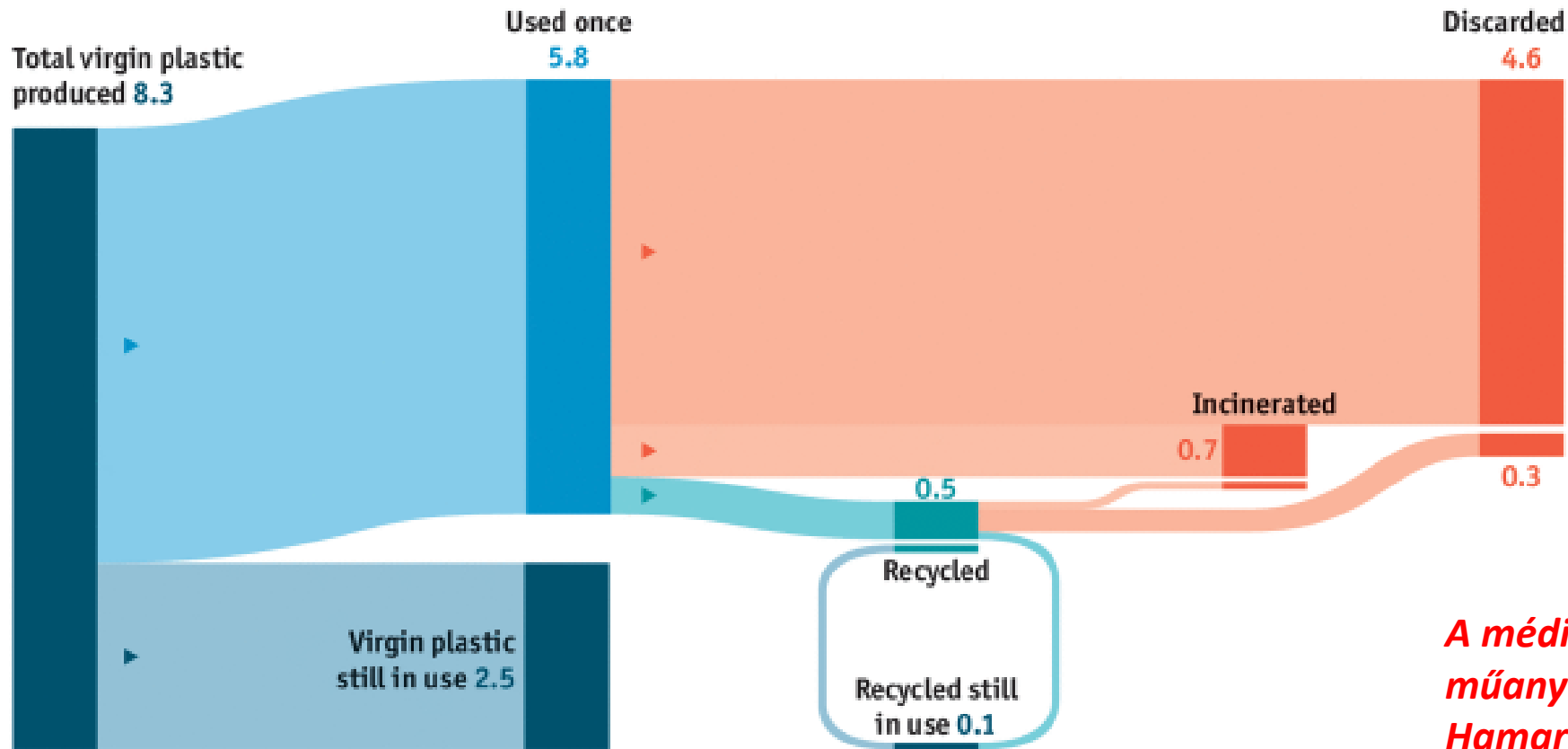
Sokkal észszerűbb műanyagot gyártani, mint rögtön elégetni az olajat..

...mégis a műanyag van a környezetvédők kereszttüzeiben.

A VILÁG EDDIGI MŰANYAGGYÁRTÁSA

The end of all things

Global plastic production and use, 1950-2015, tonnes, bn



Source: "Production, use, and fate of all plastics ever made" by R. Geyer et al., *Science Advances*

Economist.com

Dr. Molnár Kolos

Copyright ©2023 BME-PT www.pt.bme.hu

Eddig kb. 9000 millió tonna műanyagot gyártott az emberiség, kb. 1/3-a van jelenleg is használatban.

Ha a Föld egy tetszőleges pontjára rábökünk, akkor több mint 10x nagyobb a valószínűsége, hogy műanyag lesz, minthogy ember.

A média a közvéleményt manipulálja a műanyagokkal kapcsolatban. Hamar megjelent a „greenwashing” is.

TÉVHITEK, FURCSASÁGOK

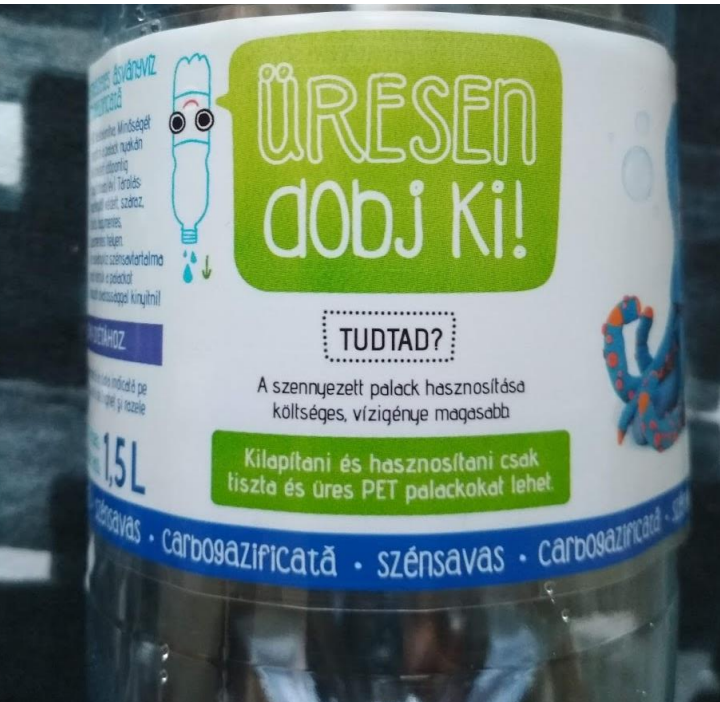


2021 nyara óta kötelező ezt a logót feltüntetni.

A Magyarországon eldobott poharak nem kerülnek a tengerbe és ott nem ölnek meg teknősöket sem.

Évszázadokra le tudunk rakni egy szemétkupacot az erdő szélén, az állatok nagy részét nem érdekli a dolog. Ne dobáljuk szét!

A tiszta műanyagot könnyebb lenne újrahasznosítani, mint papírműanyag poharakat!



„Kilapítani és hasznosítani csak tiszta és üres PET palackokat lehet”

Újrahasznosításkor elmosás, ráadásul nagy tételben olcsóbb, mint otthon egyesével, mosószerrel.

A problémát a cégek a fogyasztóra hárítják. Elvárják a tudatosságot, miközben ők nem azok.

Persze mértékkel/ésszel stb. köszöljük.

TÉVHITEK, FURCSASÁGOK



**DON'T
FORGET
TO CUT
YOUR
MASK
STRINGS!**



„Ne felejtsd el levágni a maszk gumiját” – hirdeti a szöveg

Ki az, aki levágja és utána bedobja a vízbe, vagy eldobja a vízparton?

Lebecsüljük a társadalmat és a hulladékkezelési rendszereket is.

Aki elővesz egy ollót, az a kukába is ki fogja dobni.

Biológiai úton lebomló zacskó

A boltban fizetni kell érte (zöldség/gyümölcs) szemben pl. az ingyenes polietilénnel

A legtöbb ilyen csak ipari komposztban bomlik le, kontrollált körülmények között, 60 °C feletti hőmérsékleten. Otthon nemigen fog menni, legfeljebb „szennyezzük” vele a talajt.

A szelektív gyűjtőedénybe nem dobható ki.

Komposztálás helyett jó eséllyel a rákospalotai égetőműben hasznosul.



TÉVIHITEK – TÉNYLEG SOSEM?

HOW LONG UNTIL IT'S GONE?

Estimated decomposition rates of common marine debris items



Estimated individual item timelines depend on product composition and environmental conditions.

Source: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), US / Woods Hole Sea Grant, US
Graphics: Oliver Lude / Museum für Gestaltung Zürich, ZHdK

Tévhit, hogy a műanyag sosem bomlik le.

Lényegesen hosszabb idő alatt bomlik le, mint amennyi ideje feltalálták.

A bomlást direkt gátolják is:
-stabilizátorok, öregedésgátlók, antioxidánsok, gyökfogók stb.

A legtöbb állat nem tekinti tápláléknak.

A műanyag szemét közel fele látványosan a vízfelszín közelében marad, és ott az UV sugárzás és a sós víz hatására aprózódik. A mikroműanyagok, vagyis az 5 mm-nél kisebb részecskék problémát okoznak.

Az adalékanyag és bomlástermék általában a probléma.

AZ ÓCEÁN SZENNYEZÉSE - SZELLEMHALÁSZAT

A lebegő fóliákba, hálókba halak és teknősök gabalyodhatnak bele, ez már valóban okoz közvetlen pusztulást. A víz aljára lemerülő műanyag és fém pedig problémát okozhat a bentosz (a vízfenék üledékének élővilága) számára, de talán mert nincsen szem előtt, erről kevesebb szó esik.



„szellemhalászat”

A 156 országa aláírta a MARPOL (1973/78) egyezményt az óceánok szennyezésének elkerülésére.

Hulladékot az óceánba borítani 1989 óta tilos.

Az óceáni szeméthegy kb. 10%-a mégis eleve az óceánon keletkezik (hátrahagyott hálók, felszerelések, csomagolások stb.)

Olcsóbb beborítani a folyóba/tengerbe, mint hulladékkezelési infrastruktúrát építeni.

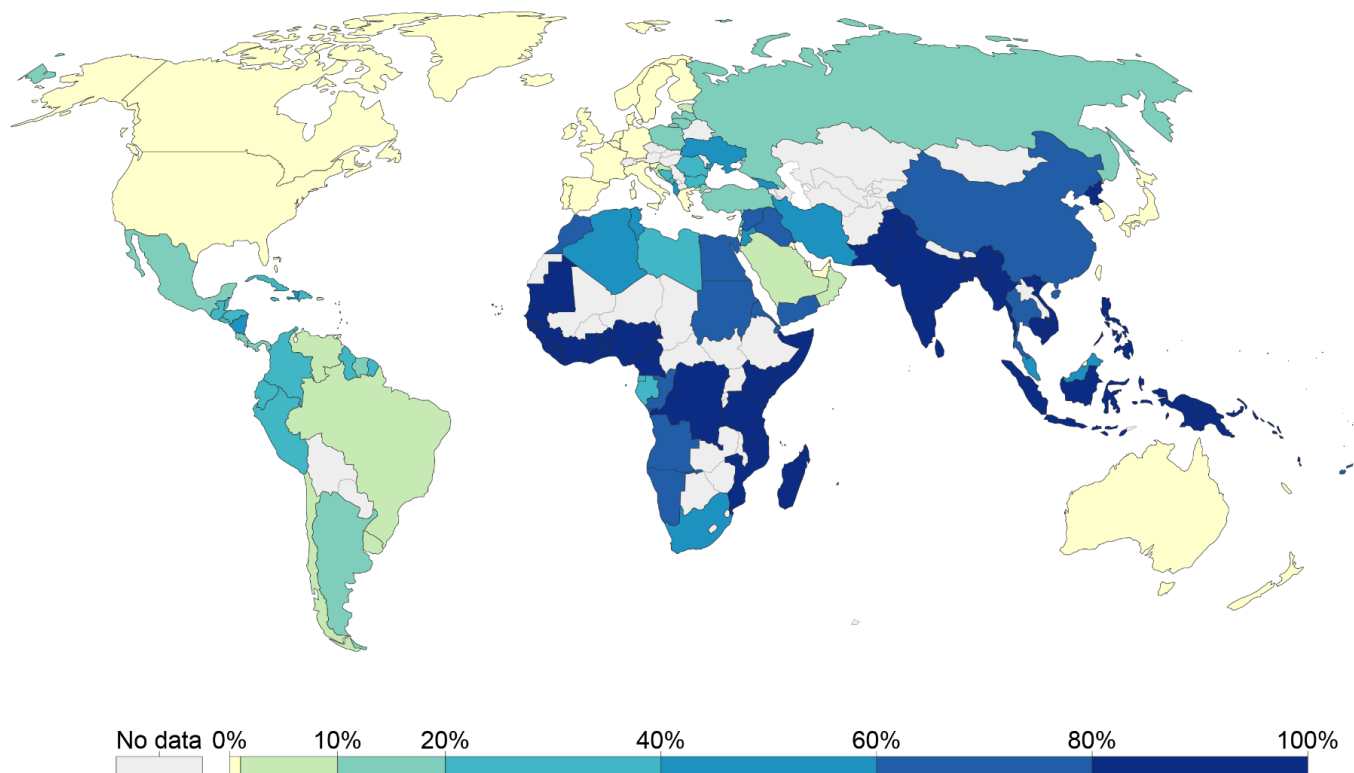
Kb. 300 millió tonna.

(mintha 3 milliárd, 100 kilós ember fürdene egyszerre)

Nem a műanyag a fő probléma, hanem a szándékos emberi mulasztás.

AZ ÓCEÁN SZENNYEZÉSE - SZÍVÓSZÁLAK

Az óceánba jutó műanyag hulladék becsült mennyisége országonként



Source: Jambeck et al. (2015)

A teljes óceáni hulladék 3-4%-át adja Európa. Európában csupán a folyami műanyag hulladék 0,28%-a keletkezik.

A Tiszán rengeteg műanyag hulladék érkezik Ukrajnából (PET-Kupa). Mikroműanyagok is a tengerekbe jutnak a tökéletlen európai hulladékkezelés miatt.

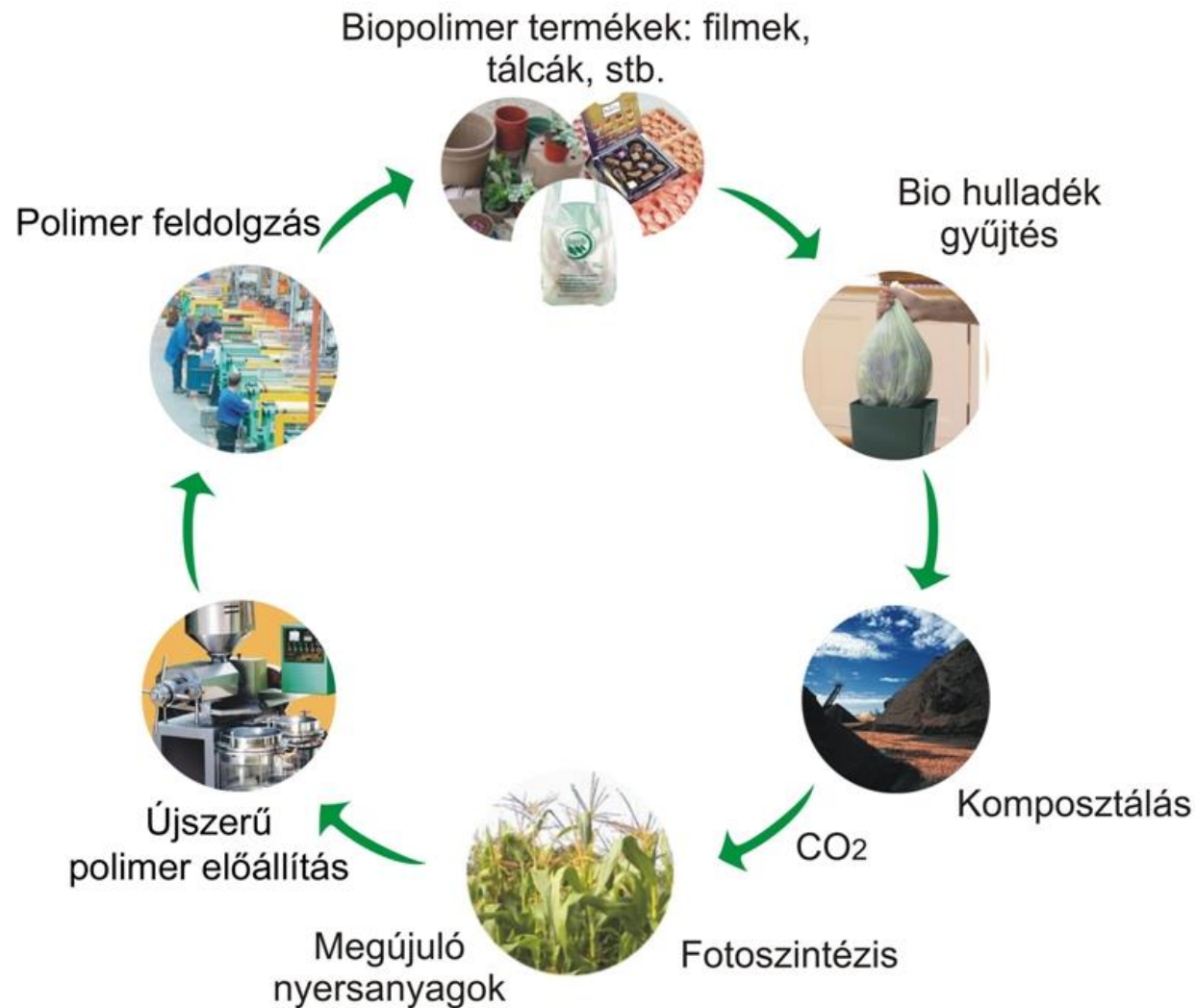
86% Ázsiában keletkezik.

Körülbelül azonban mindegy, hogy műanyagból van-e a szívószál Magyarországon.

CC BY Drágán „reszelgetünk” a mennyiségeken.

Nem feltétlen az a hétköznapi valóság, amit Európában látunk.

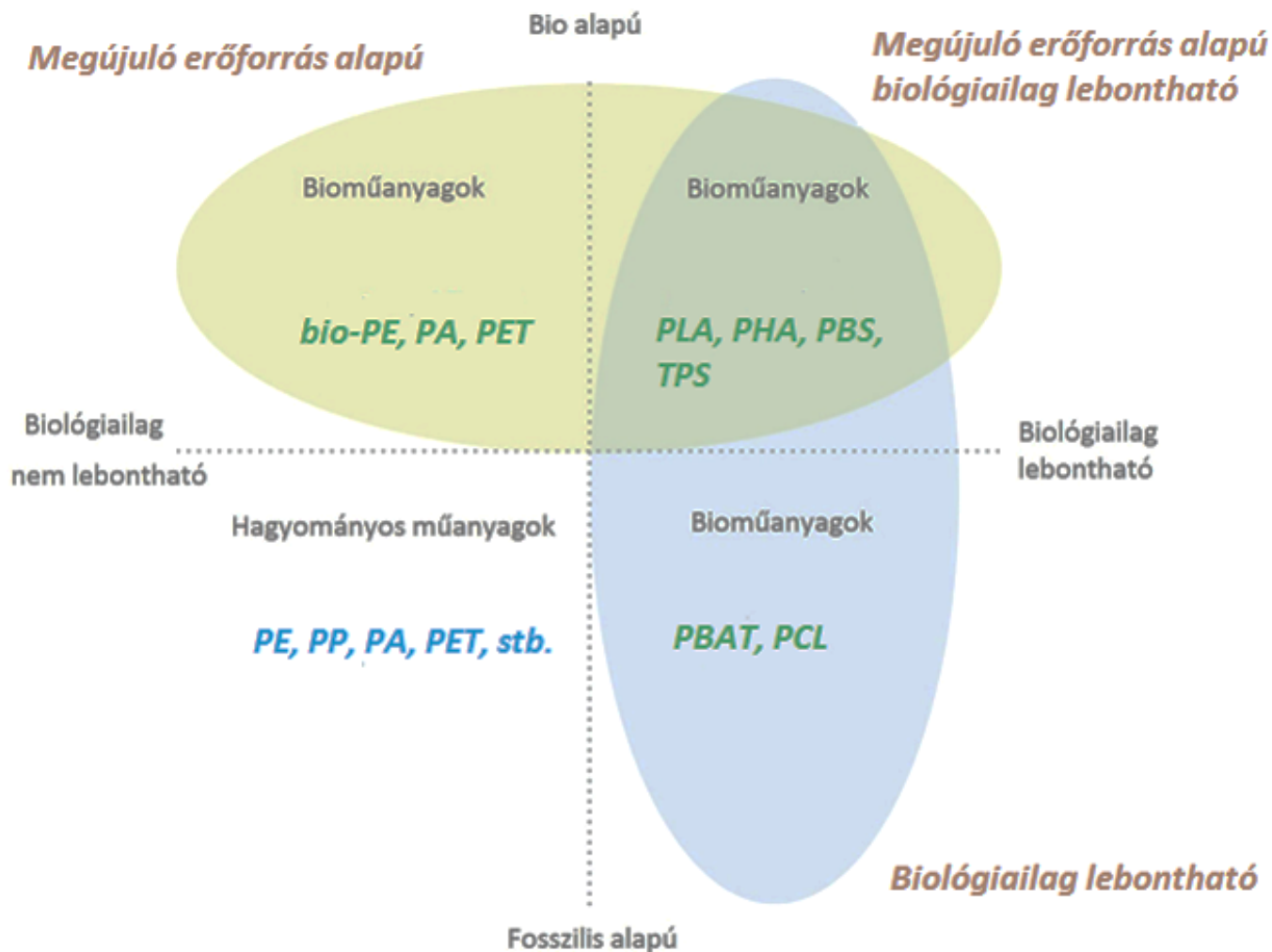
EGY LEHETSÉGES MEGOLDÁS



Biopolimer:

Olyan polimer, amely megújuló erőforrásból előállítható és/vagy biológiai úton lebontható, azaz komposztálva, vagy biotikus környezetbe helyezve a gombák, baktériumok vagy algák enzimatis bontó képességének hatására hónapok, esetleg néhány év alatt szemmel nem látható részekre (humusz, víz, széndioxid) bomlik és a bomlástermékek nem szennyeznek a környezetet vagy a komposztot.

EGY LEHETSÉGES MEGOLDÁS



Biopolimer:

Olyan polimer, amely megújuló erőforrásból előállítható és/vagy biológiai úton lebontható, azaz komposztálva, vagy biotikus környezetbe helyezve a gombák, baktériumok vagy algák enzimatis bontó képességének hatására hónapok, esetleg néhány év alatt szemmel nem látható részekre (humusz, víz, széndioxid) bomlik és a bomlástermékek nem szennyezik a környezetet vagy a komposztot.

Source: European Bioplastics | Institute for Bioplastics and Biocomposites (December 2013)

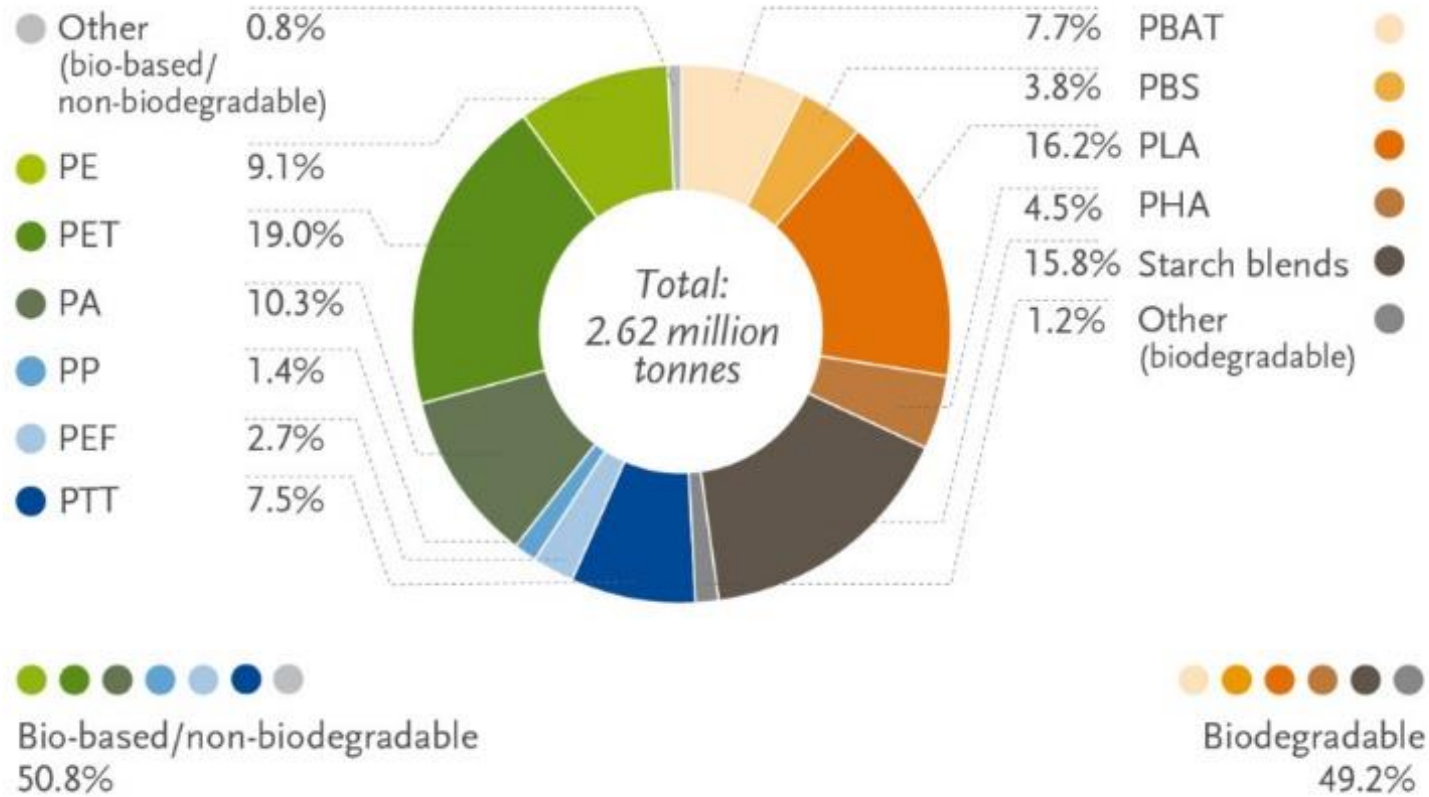


A VILÁGBAN MEGVALÓSULT ALKALMAZÁSOK PLA-BÓL



BIOPOLIMER GYÁRTÓKAPACITÁS

Global production capacities of bioplastics 2023
(by material type)



Source: European Bioplastics, nova-Institute (2018)

More information: www.european-bioplastics.org/market and www.bio-based.eu/markets

A MŰANYAG AZ ÉLETÜNK RÉSZE

A műanyag a mindennapi életünk része, a legtöbb korszerű termék elképzelhetetlen lenne nélkülük.



A természetes anyagoktól az egyre inkább szintetikus anyagokon át jutunk vissza a természetes anyagokig.
Kifejlesztünk műanyagokat, amelyek a természetes polimerekre még ennél is jobban hasonlítanak.

A XX. század arról szólt hogy nem versengünk a fémekkel, hanem kiegészítjük azokat.

A XXI. század arról szól, hogy nem versengünk a természet polimereivel, hanem kiegészítjük azokat.



Köszönöm a figyelmet!

Dr. Molnár Kolos
molnar@pt.bme.hu

Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem
Gépészmérnöki Kar
Polimertechnika Tanszék

www.pt.bme.hu

Copyright ©2023