

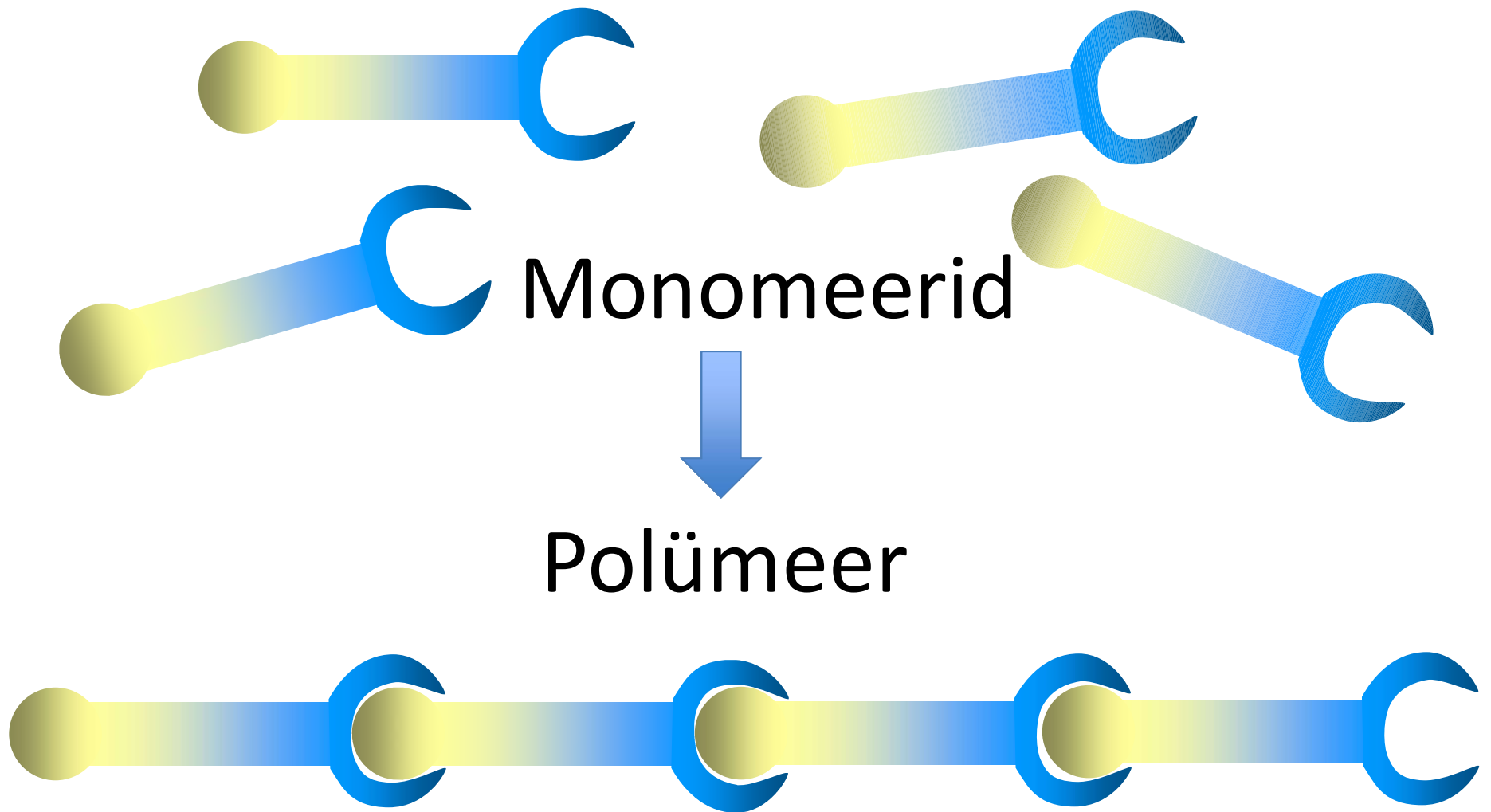
Plastid: probleem ja lahendus

Prof. Andres Krumme

Loengu ülevaade

- Plstide olemus
- Problem
- Lahendused

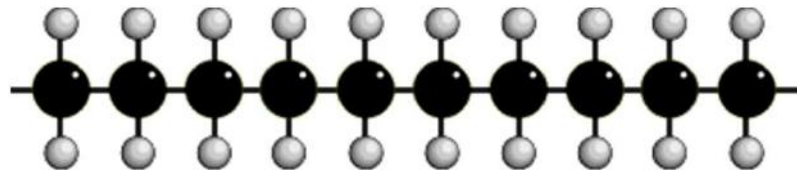
Plastide olemus



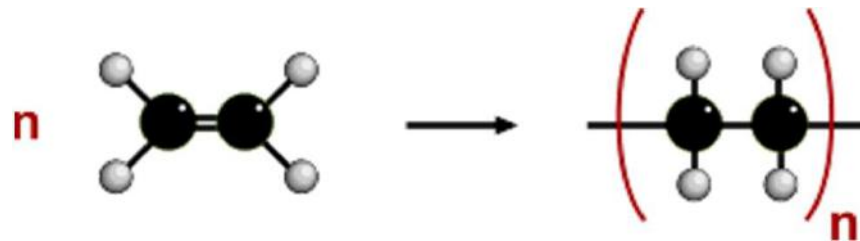
Sõna **polümeer** tähendab, et selle koostises on palju osasid (**monomeere**) mis on omavahel pikaks ahelaks ühendatud.

Polümeeride saamine (polüetüleeninäitel)

Pikad süsivesinike ahelad



tekivad monomeeri (antud juhul eteeni)
korduval liitmisel kasvava polümeeri ahelaga



n omab väärtust mõnekümnest kuni mõnekümne tuhandeni



Polümeeride molekulaarstruktuur

Lineaarne

- Kõrgtihe polüetüleen, polüvinüülkloriid, polüamiid

Hargnenud

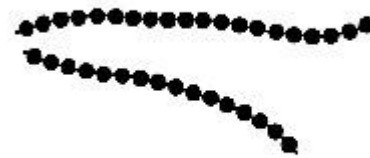
- Madaltihe polüetüleen

Ristseotud (hõredalt)

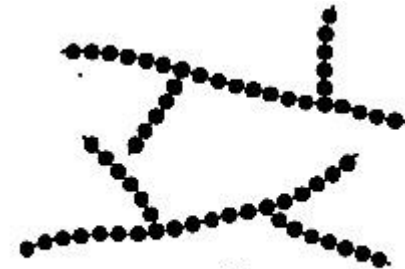
- Kummi

Ristseotud (tihedalt)

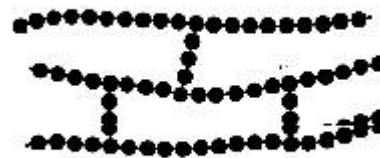
- Epoksiidvaik, bakeliit



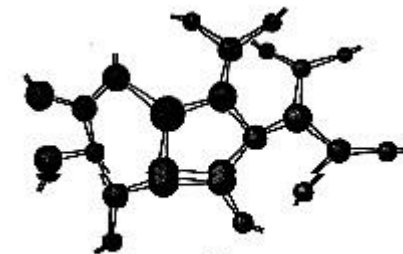
(a)



(b)

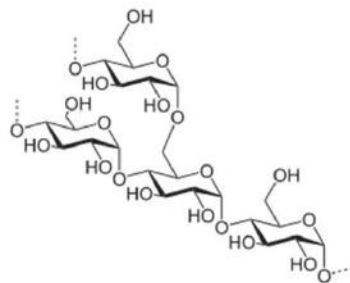
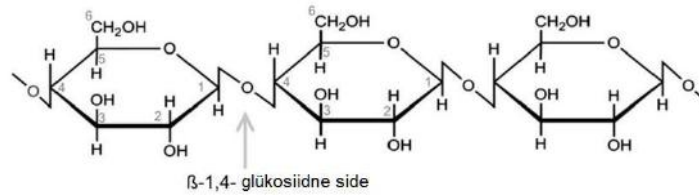
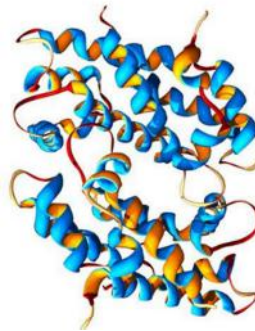
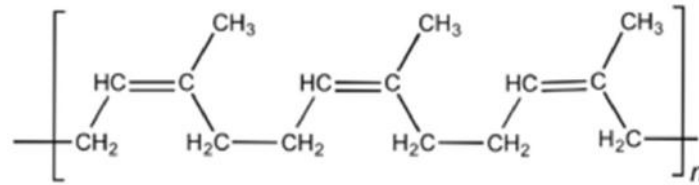


(c)

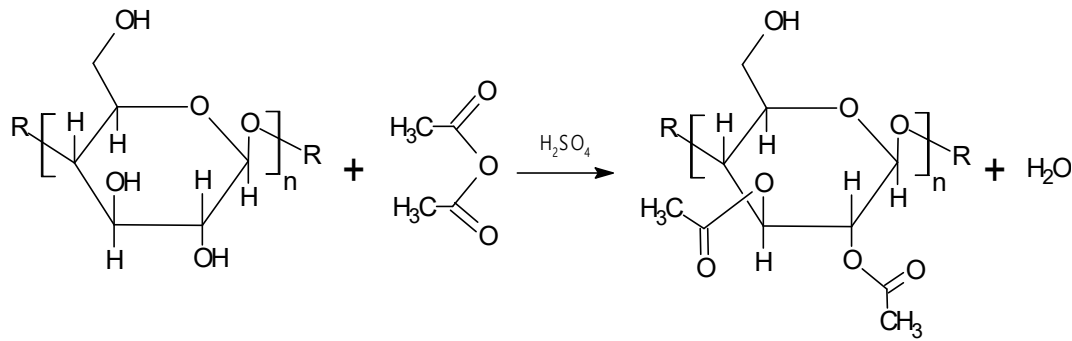
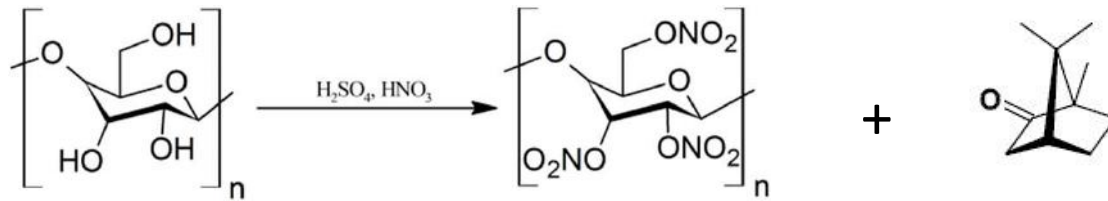


(d)

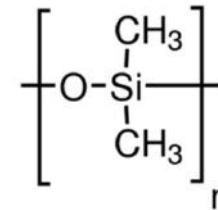
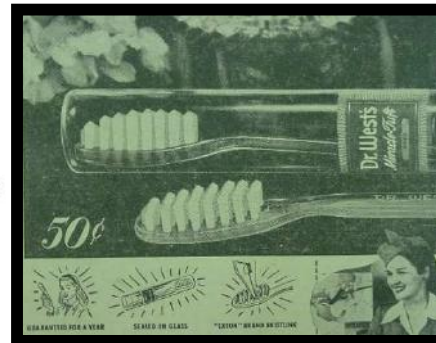
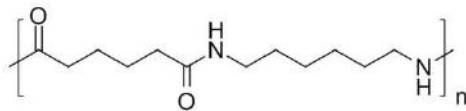
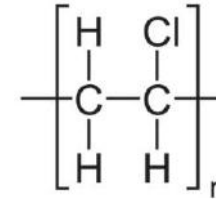
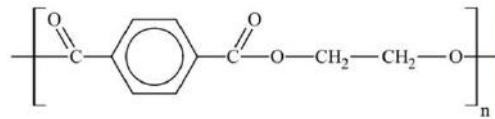
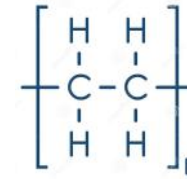
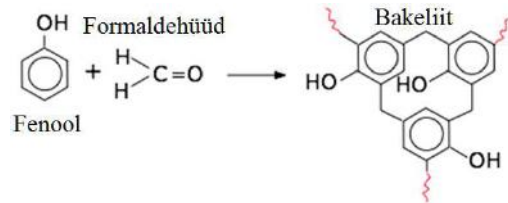
Looduslikud polümeerid



Tehispolümeerid



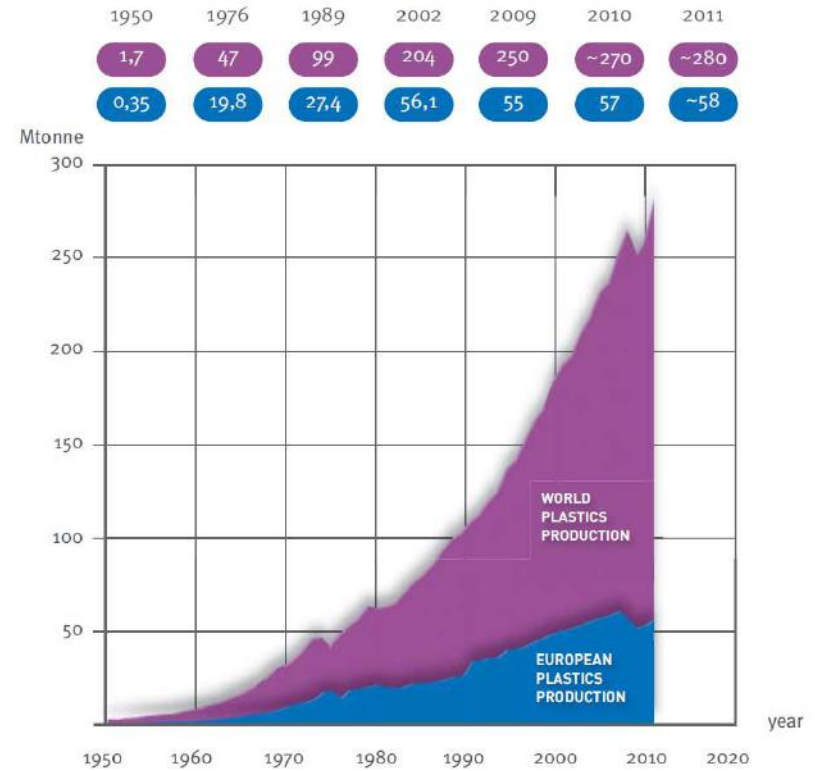
Sünteeetilised polümeerid



Plastiprobleem

Plastide maailma- toodang

PlasticsEurope Market Research
Group (PEMRG)



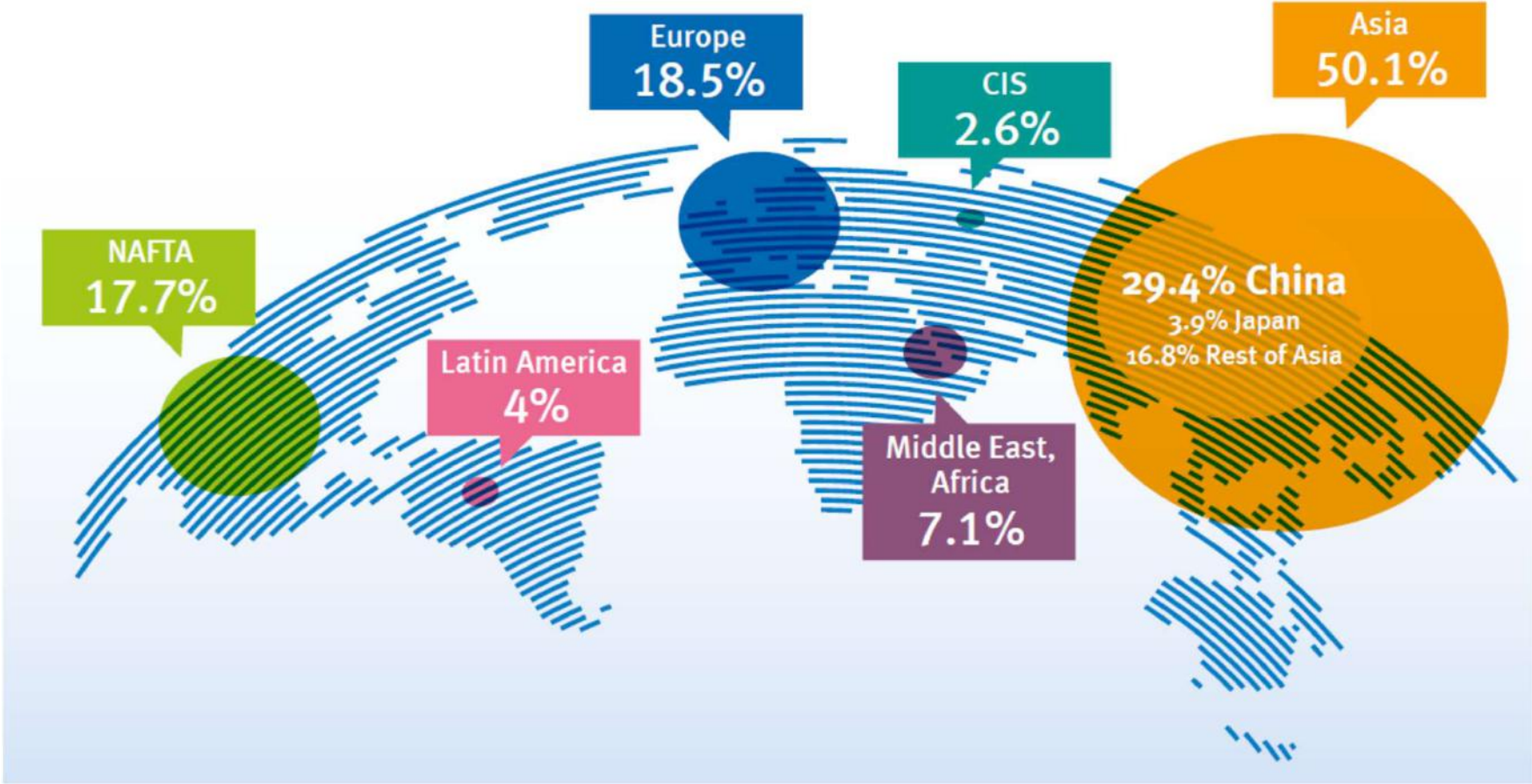
EUROPE (EU28+NO/CH)

2016: 60 million tonnes
 2017: 64.4 million tonnes

2016: 335 million tonnes
 2017: 348 million tonnes

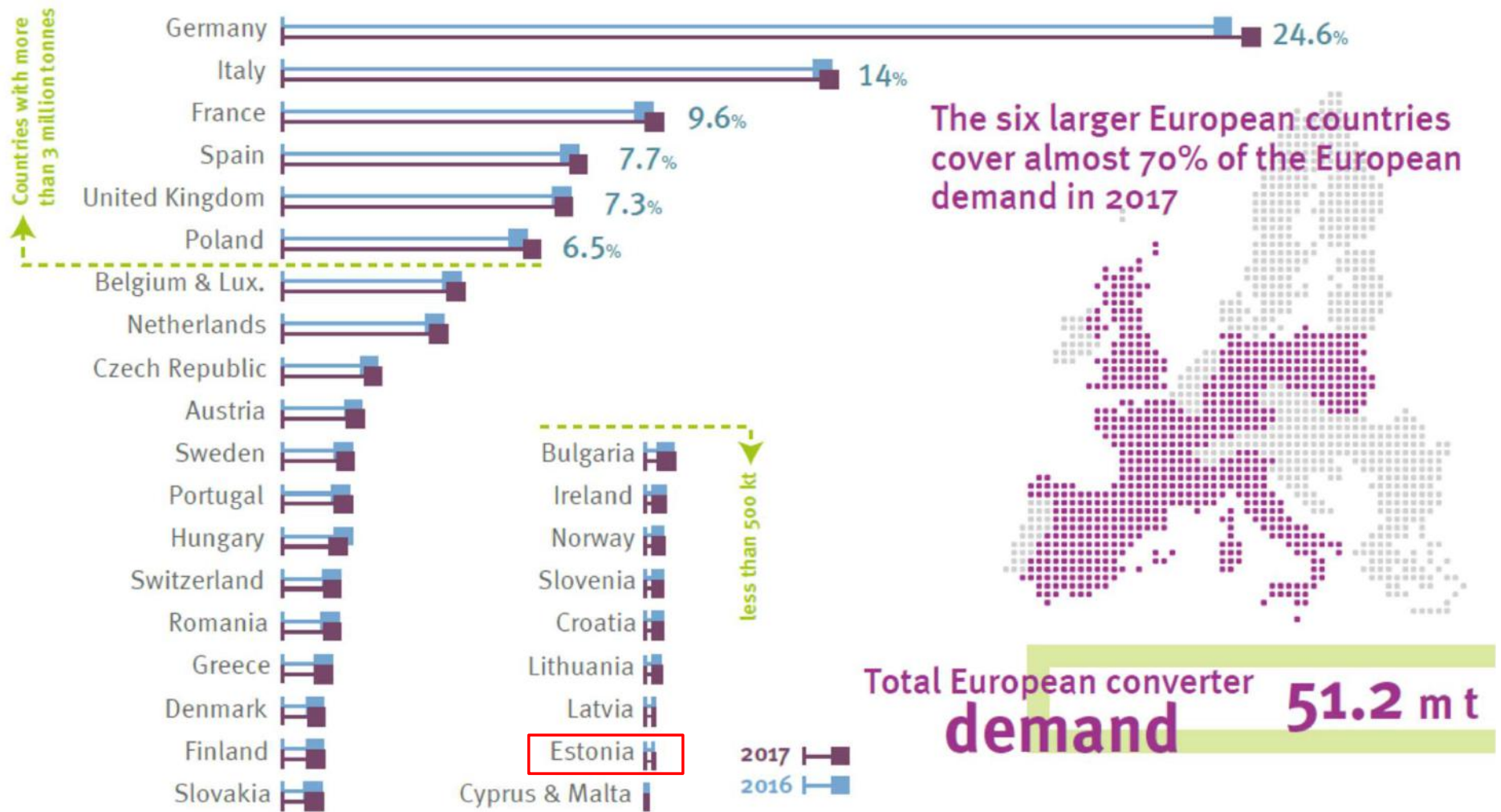
WORLD

Plastide maailmatoodang



PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG)

Euroopa plastinõudlus



PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG)

Jäätmed



- Praeguseks on maailmas ära vistud 4900 Mt plasti. Võrdluseks võib ette kujutada, et 1 Mt plastjätmeid moodustab ligikaudu 132 000 prügiauto koormat, või kaalu järgi ~100 Eiffeli torni.
- Kui Aasia osa plastide tootmises on praeguseks üle 50% siis merereostusest on see 82%. Samal ajal tekitavad Euroopa ja USA sellest ainult 2% aastas.
- Igal aastal jõuab maailmameredesse 5 – 13 Mt plasti. Praeguse reostamise kiiruse juures võrdsustub kalade ja plastprügi kogus maailmameres 2050 aastaks.
- Plastide tootmine ja põletamine tekitab maailmas aastas 400 Mt süsinikdioksiidi heitmeid. Võrdluseks tekkis Eestis perioodil 2013 - 2016 süsinikdioksiidi heitmeid kokku 14 Mt.

<http://i.hurimg.com/i/hdn/75/0x0/5db68d3e67b0a91de849d9a6.jpg>

<https://www.wonders-of-the-world.net/Eiffel-Tower/Weight-of-the-Eiffel-tower.php>

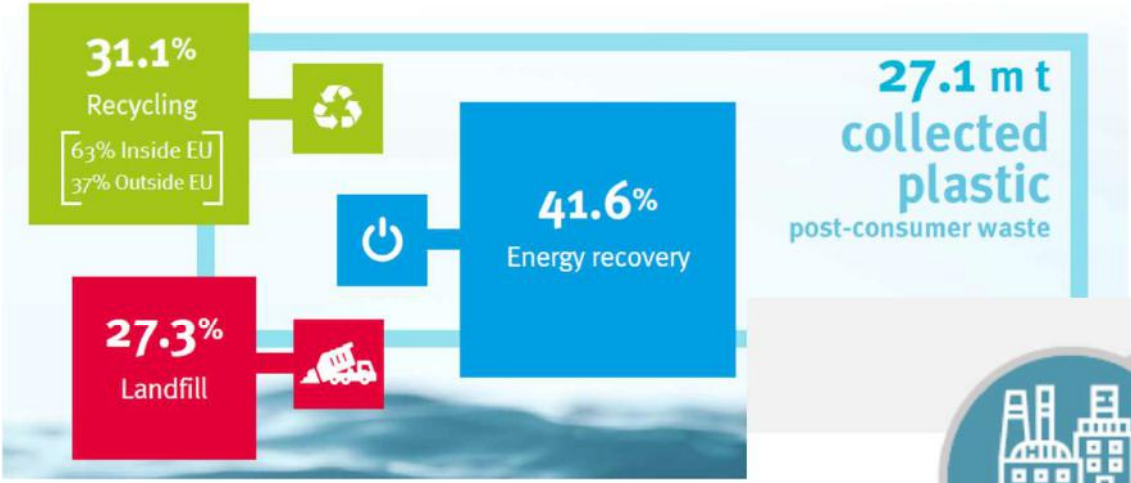
<https://www.sirp.ee/s1-artiklid/c21-teadus/plastid-probleem-ja-lahendus/>

Lahendused

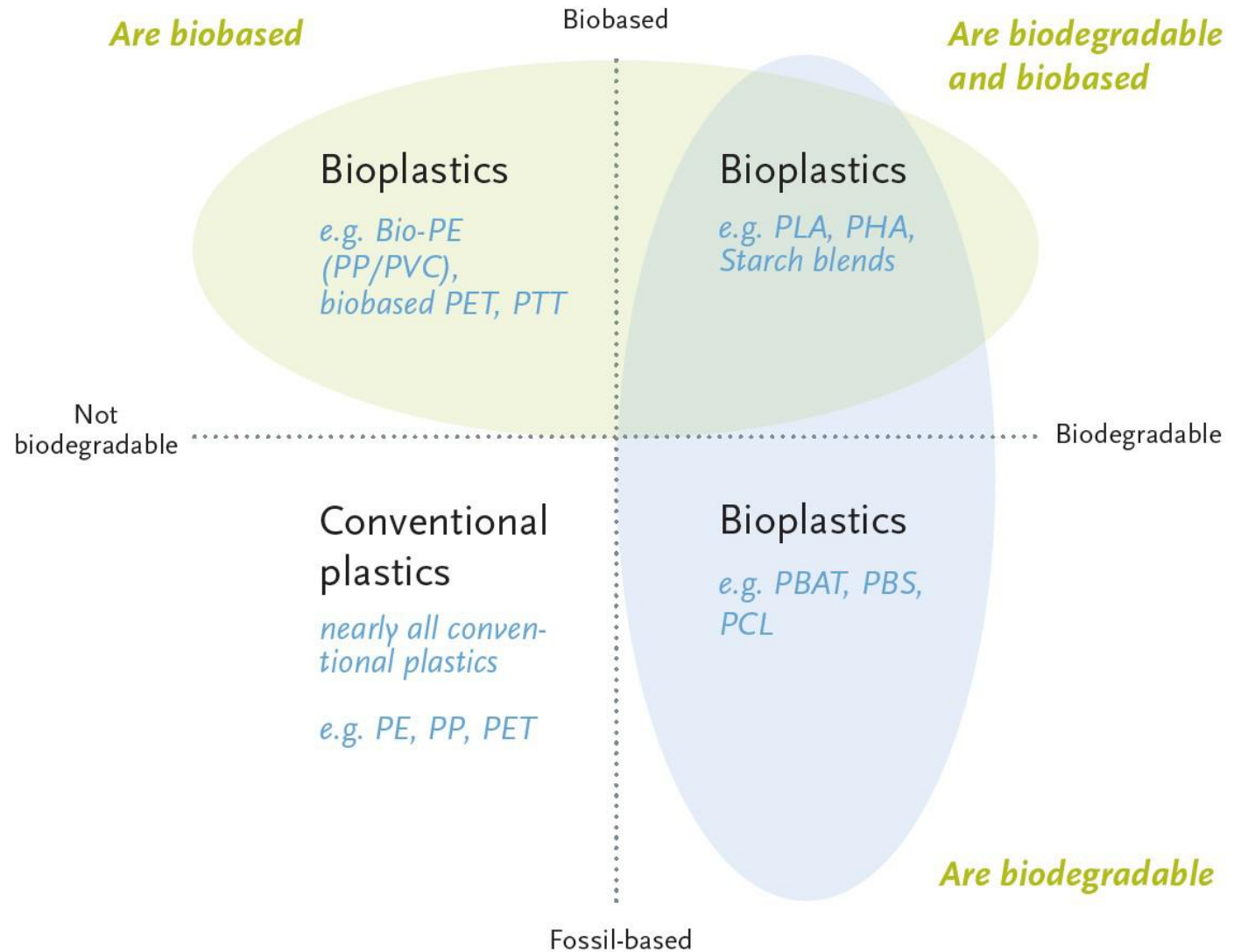
Plasti T&A väljakutsed

- Jätkusuutlik plastikasutus ka peale taastumatute loodusvarade lõppemist
- Plastide vääristamine
- Plastide ja elukeskkonna vastuolude kõrvaldamine, jäätmekäitlus ja taaskasutus

Plasti eluring



Bioplastid



Bioplastide toormaterjal

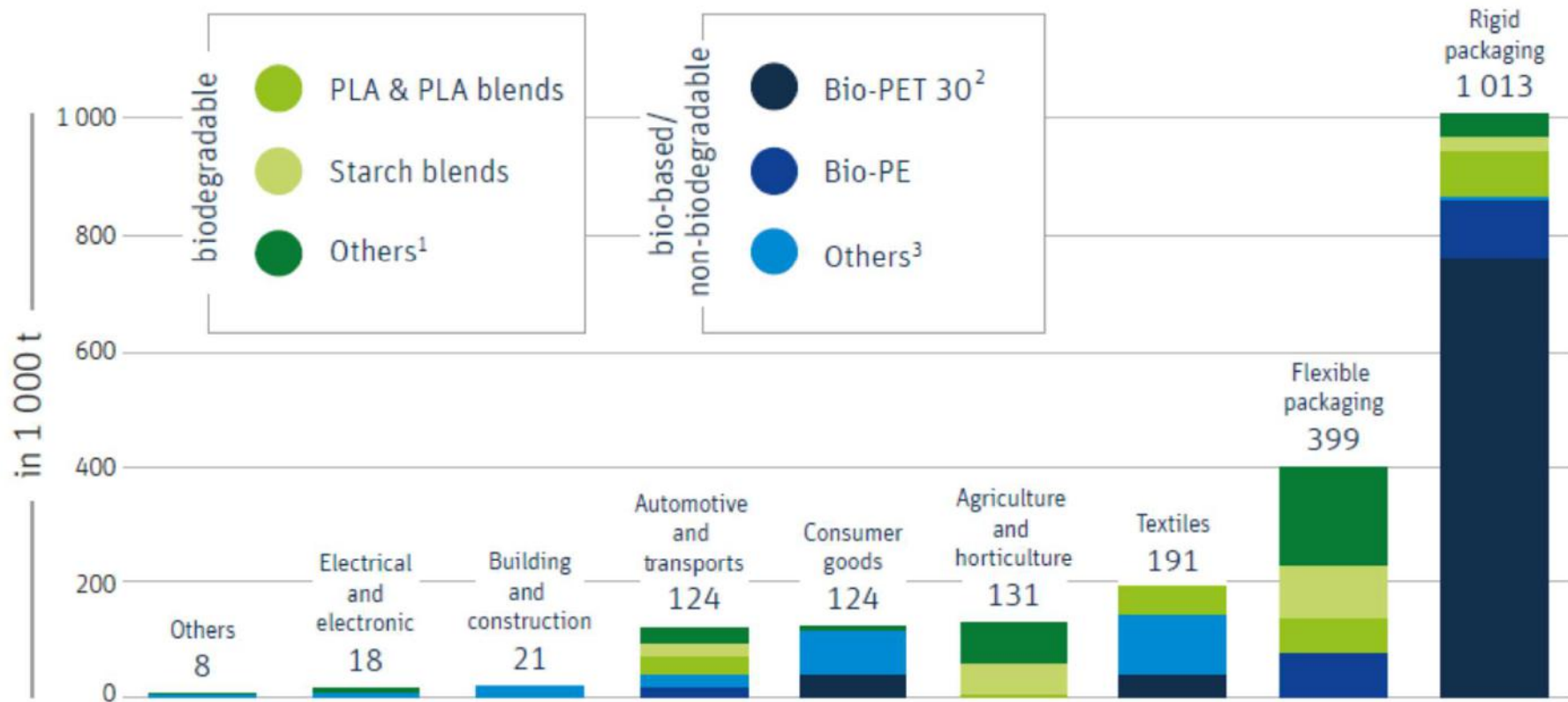
What can **BIOPLASTICS** be made of?



Olulisemad bioplastid

- Polülaktiidid - PLA (suhkrud)
- Biopolüetüleen - PE, biopolüpropüleen - PP, biopolüvinüülkloriid – PVC (bioetanool)
- Biopolüetüleentereftalaat – PET (bioetanool ja tereftaalhape)
- Biopolükarbonaat – PC (glükoos)
- Termoplastneitärklis (itärklis)
- Tselluloos atsetaat (tselluloos)

Bioplastide kasutus



¹ Contains regenerated cellulose and biodegradable cellulose ester

² Bio-based content amounts to 30%

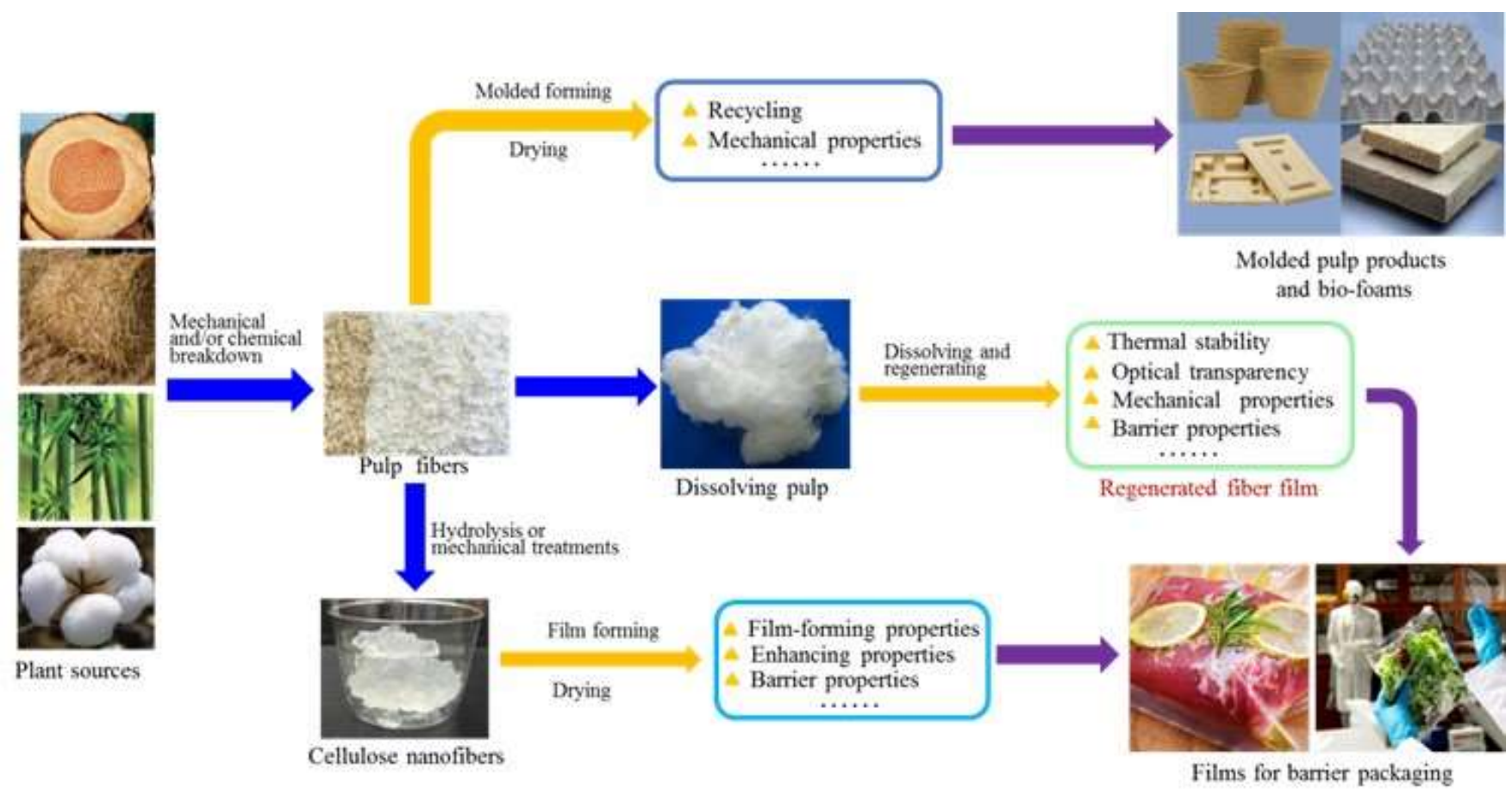
³ Contains durable starch blends, Bio-PC, Bio-TPE, Bio-PUR (except thermosets), Bio-PA, PTT

Tselluloos kui plasti tooraine

- Aastane toodang biosfääris 90 gigatonna [1]. (Maailma plastitoodang on sellest 0,3 %, tselluloosipõhiste plastide toodang 0,001%).
- Ei konkureeri toiduressursiga. Samuti saab põllumajanduse jääke tselluloosi allikana ära kasutada.
- Tselluloos kui kodumaine tooraine.
- Tselluloosil on head mehaanilised omadused, termopüsivus ja vastupidavus mitmetele levinud lahustitele.

[1] Pinkert, A.; Marsh, K.N.; Pang, S.; Staiger, M.P. Chemical Reviews, 109, 2009, 6712–6728.

Tselluloosi kasutus pakendamisel



BioRes. 13(2), 4550-4576.

Termoplastne tselluloos

- Tselluloos ei ole tänu vesiniksidemetetele algkujul termoplastne ja seda ei ole võimalik töödelda tavapärase plastitehnoloogia meetoditega.
- Termoplastsus saavutatakse funktsionaalsete rühmade ja plastifikaatorite lisamise teel.
- Tuntumad on tselluloosi estrid, mis vajavad ka plastifitseerimist:
 - Atsetaat
 - Atsetaat-propionaat
 - Atsetaat-butüraat
- Pika ahelaga karboksüülhapete tselluloosi-estrid kui sisemised plastifikaatorid, tagamaks vajaliku reoloogilise käitumise ilma madalmolekulaarsete lisanditeta. Need materjalid ei vaja plastifikaatorite lisamist.

Kokkuvõte

- Polümeeride/plastide erilised omadused lähtuvad kõrgest molaarmassist.
- Polümeerid jagunevad looduslikeks, tehisliseks ja sünteetilisteks.
- Maailma aastane plastitoodang on ~350 Mt, millest EU moodustab ~65 Mt, suurim tootja on Hiina.
- Jätkusuutlik tulevik: taaskasutus ja taastuvate loodusvarade, bioplastide kasutuselevõtt.
- Uue põlvkonna biopõhistest plastidest toodetakse seni kõige enam bioloogiliselt mittelagunevat bioPET-i.
- Maailmas enam levinud biopolümeer on tselluloos, mida biosfäär toodab aastas ~90 Gt. Tselluloosi kasutus polümeermaterjalina vajab olulist laiendamist.
- Uudsed lahustid ja sünteesikeskkonnad võimaldavad jätkusuutlikult valmistada termoplastseid tselluloosi derivaate asendamaks naftakeemia põhiseid pakkematerjale.

Täna tähelepanu eest!

Andres Krumme
Professor,

Tallinna Tehnikaülikool
Polümeeride ja tekstiilitehnoloogia labor
Ehitajate tee 5
19086 Tallinn

andres.krumme@taltech.ee