

TAL TECH

TOOTMISJÄÄKIDE KOOSPÜROLÜÜSI VÕIMALUSED

Hella Riisalu, PhD

Olga Pihl, PhD

Põlevkivi Kompetentsikeskus

TalTech Virumaa kolledž



Euroopa Liit
Euroopa
Regionaalarengu Fond

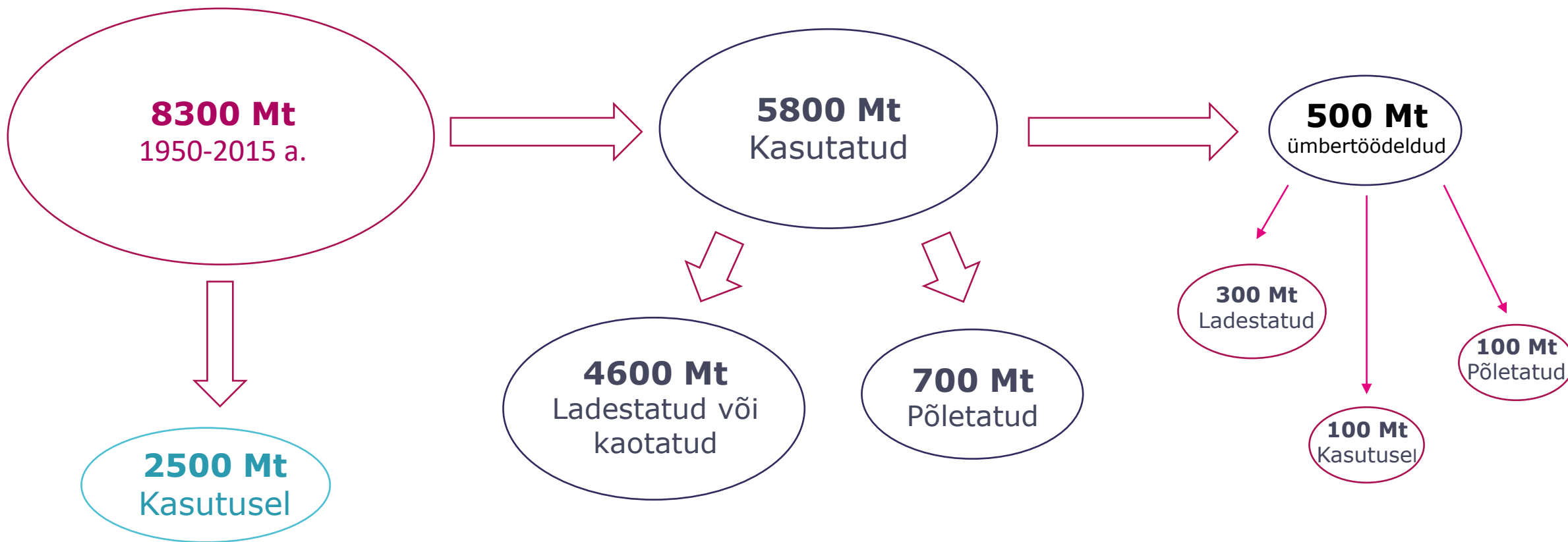


Eesti
tuleviku heaks

**TAL
TECH**

PLASTIKJÄÄTMETEST JA NENDE UTILISEERIMISEST

MAAILMA PLASTITOOTMINE JA SELLE SAATUS (1950-2015)

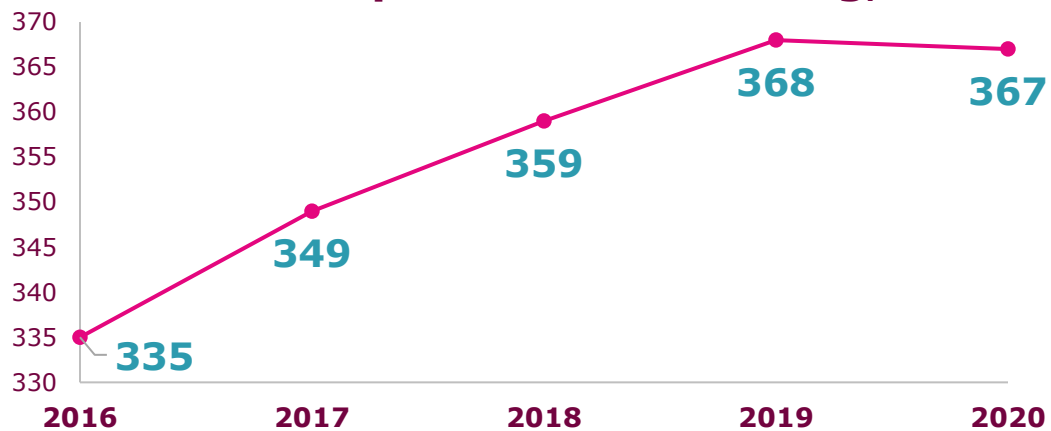


Plasti tootmise tasakaal ja selle bilanss

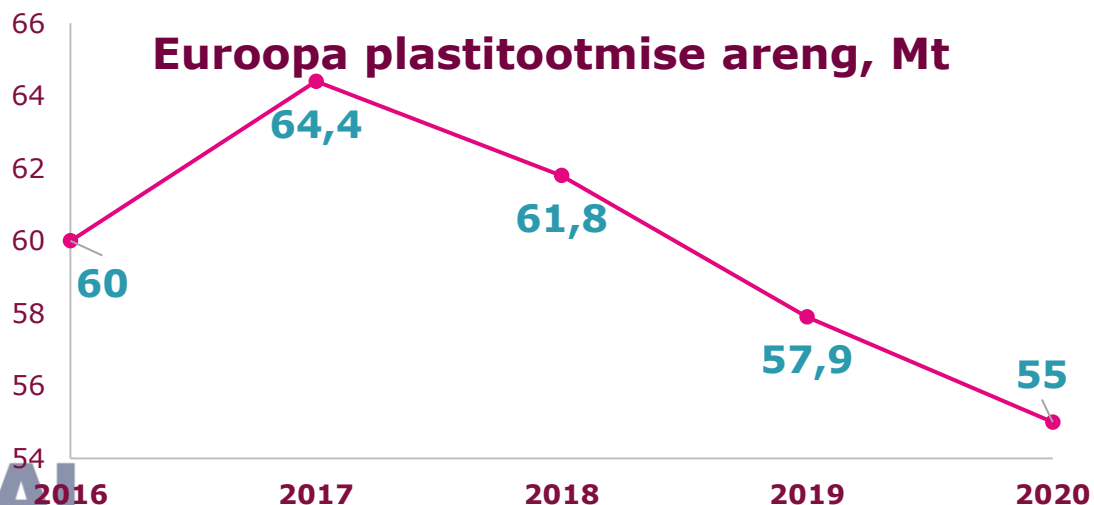
8300 Mt toodetud → 4900 Mt ladestatud + 800 Mt põletatud + 2600 Mt kasutusel

MAAILMA JA EUROOPA PLASTITOOTMISE ARENG

Maailma plastitootmise areng, Mt



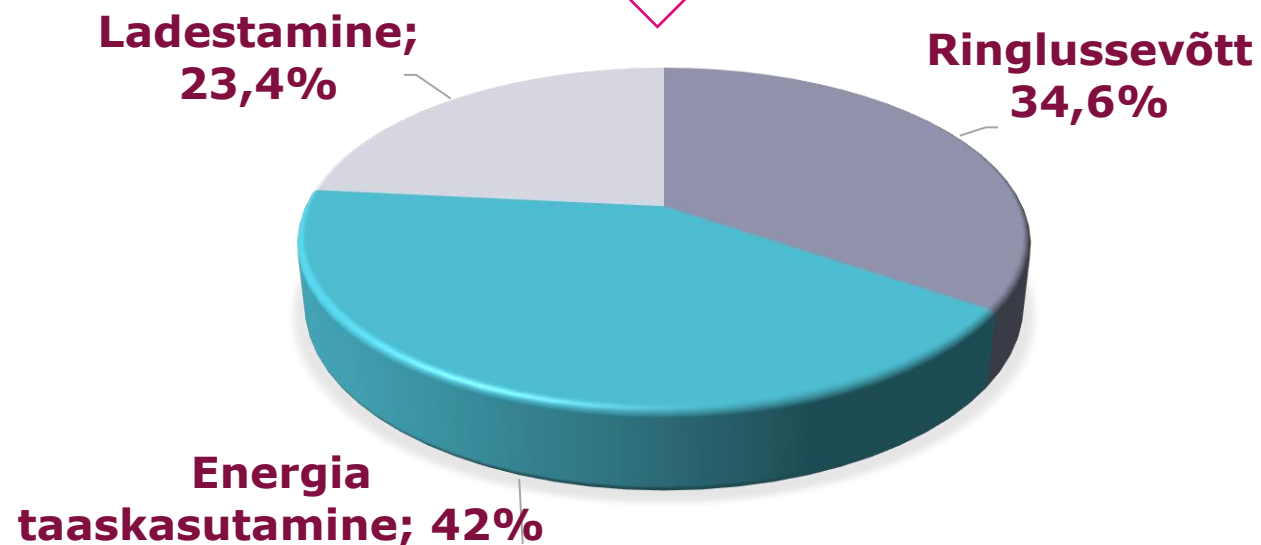
Euroopa plastitootmise areng, Mt



**TAL
TECH**

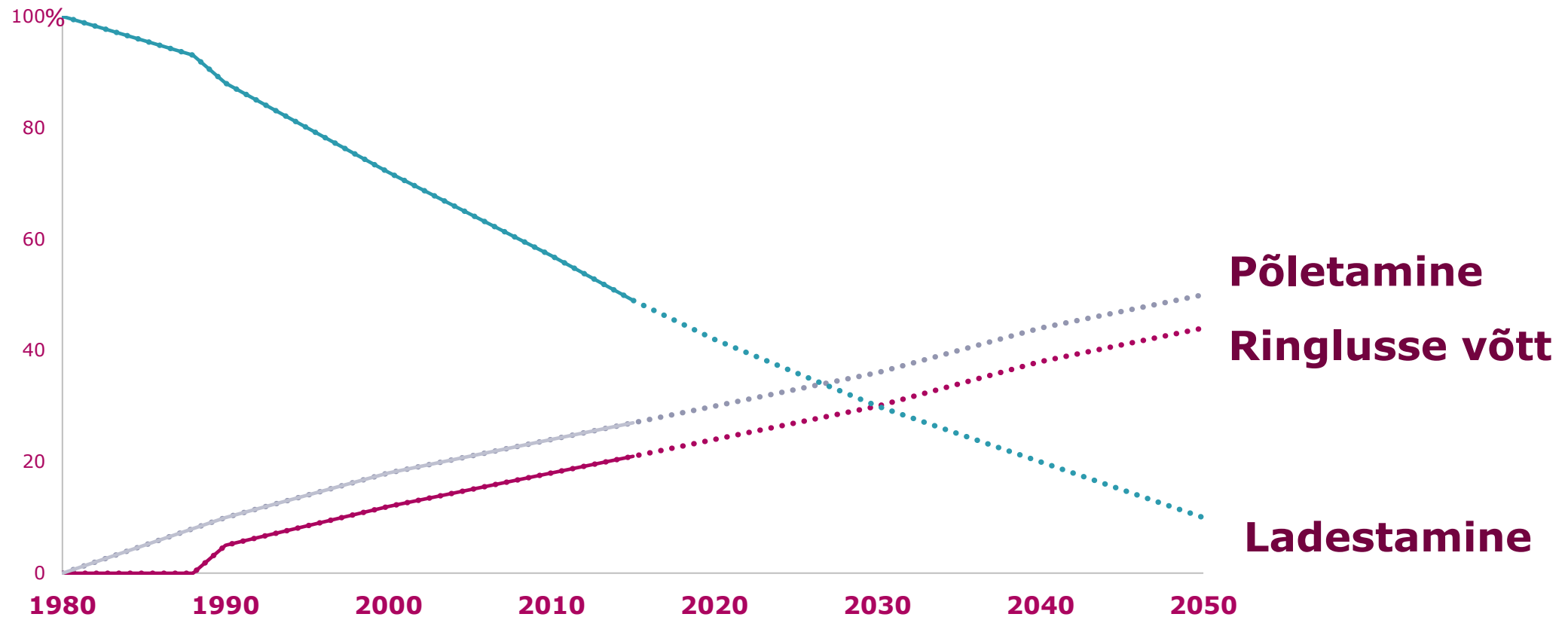
TARBIMISJÄRGSED PLASTIJÄÄTMED EUROOPAS

**kokku kogutud
29,5 Mt**



Allikas: Plastics - the Facts 2021 An analysis of European plastics production,demand and waste data
<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/>

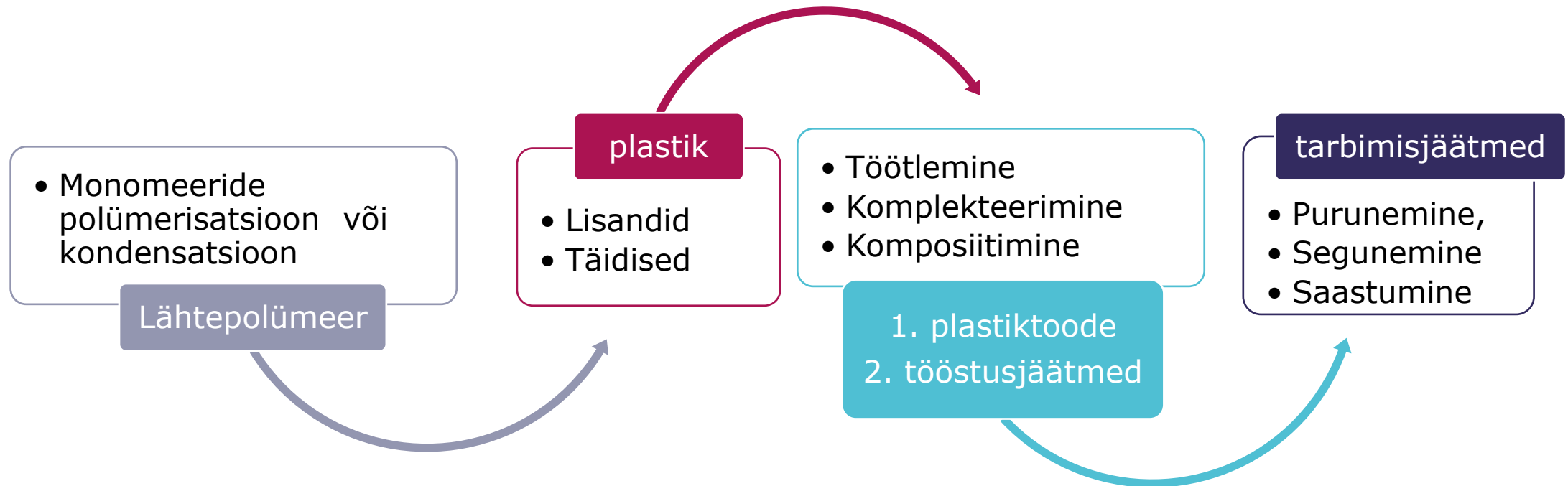
PLASTJÄÄTMETE UTILISEERIMISE TRENDID EKSTRAPOLEERITUNA AASTANI 2050, LÄHTUDES 1980–2015 AASTATE ANDMETEST



EESTI ANDMEID

- Arvestades 2019. aasta jäätmetekke andmeid ja 2020. aastal läbiviidud sortimisuuringut tekib aastas:
- **Plastijäätmeid ca 100 000 tonni**
- Klaasijäätmeid ca 60 000 tonni
- Paberi- ja kartongijäätmeid ca 150 000 tonni
- **Tekstiilijäätmeid ca 20 000 tonni**
- Biojäätmed ca 150 000 tonni

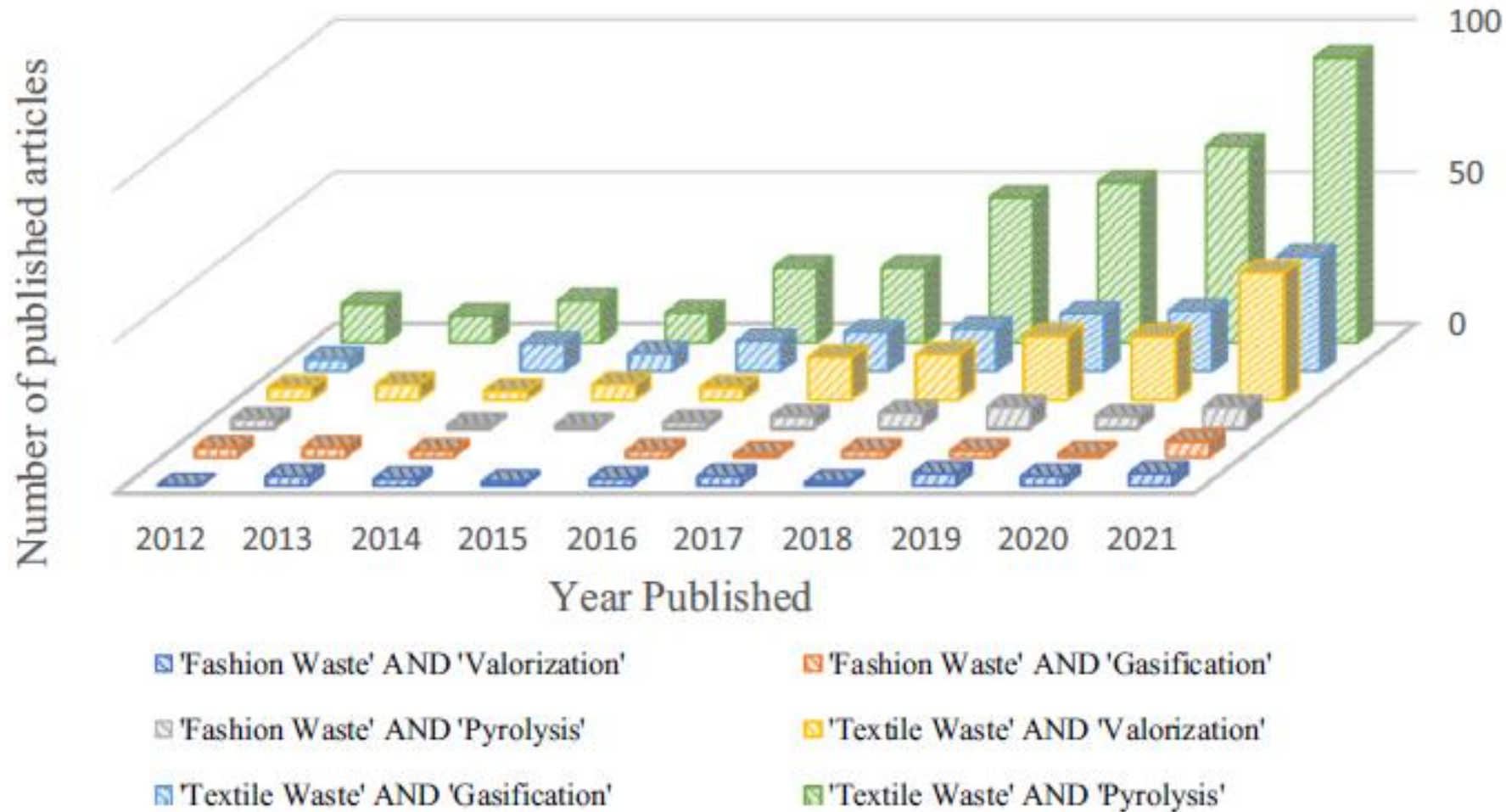
PLASTIKJÄÄTMETE MOODUSTUMISE TEE



PÜROLÜÜS JA KOOSPÜROLÜÜS - MÕISTED

- Pürolüüs- orgaanilist ainet sisaldava materjali kuumutamine hapniku juuresolekuta kuni selle lagunemiseni õliks, gaasiks ja tahkeks jäägiks;
- Protsessi efektiivistamiseks võidakse kasutada katalüsaatoreid;
- Koospürolüüs on erinevat tüüpi materjalide üheaegne töötlemine samas seadmes;
- Pürolüüsiprotsessi eelised:
 - Suhteliselt universaalne, sh orgaaniliste materjalide segu võib sisaldada ka anorgaanilist materjali;
 - Ei nõua enamasti eelnevat sorteerimist üksikkomponentideks ja puhastamist.
- Pürolüüsiprotsessi puudused:
 - Energiamahukas (osaliselt saab katta pürolüüsiproduktide enda arvelt);
 - Tekib keerukas ühendite segu, mis nõuab edasist töötlemist.

TEKSTIILJÄÄTMETE PÜROLÜÜSIUURINGUTE OSAKAALU TÕUS



**TAL
TECH**

MEIE UURINGUD

UURINGUSUUND JA TEOSTAMISE EELDUSED

- Uuringusuund – tarbimiseelsete tööstusjäätmete koospürolüüsi võimalused mööblitööstuse jääkmaterjalide näitel;
- Uuringu aluseks on PKK-s väljatöötatud jäätmete koospürolüüsi meetod;
- Seni teostatud peamised koospürolüüsi uuringute suunad:
 - Individuaalsed puhtad plastikud;
 - Puhaste plastikute segud;
 - Jäätmekütus (RDF).
- Eeldused uuringu teostamiseks:
 - Koospürolüüsi uuringuteks kohandatud taristu;
 - Välja töötatud standardne uuringumetoodika;
 - Piisav kogemuste baas ja vajalik personal.

UURINGU EESMÄRK JA PÕHJENDUS

- Uuringu eesmärk – uurida tarbimiseelsete mööblitööstusjäätmete koospürolüüsi teostatavust ja saada lähteandmeid selle protsessi reaalsest kasutatavusest.
- Uuringusuuna põhjendused:
 - Eesti ettevõtete huvi ja toetus, sh tekstiiljäätmete osas;
 - Alustada konkreetsete jäätmete koospürolüüsi uuringuid ahela algusest ehk tarbimise käigus mäardumata, segunemata ja kahjustamata materjalidest;
 - Võimaldab süsteemset lähenemist tarbimisjärgsete plastikjäätmete käitlemisele.

MATERJALIDE VALIK

- Pürolüüsi põhimaterjalidena keskenduti sünteetilisi polümeere sisaldavatele materjalidele:
 - Erinevad tekstiilid;
 - Poroloon;
 - Vilt;
 - Lateks.
- Teisalt kaasati koospürolüüsiks vastavas rollis:
 - Põlevkivi - lisand põlevkivi produktide väärimiseks;
 - Põlevkivituhk - soojuskandja ja katalüsaator;
 - Liiv - neutraalne soojuskandja.

UURITUD MATERJALIDE NÄIDISED



Tekstiil

Peamiselt
polüester



Lateks

Peamiselt
butadieenstüroolkautšuk



Vilt

Polüester



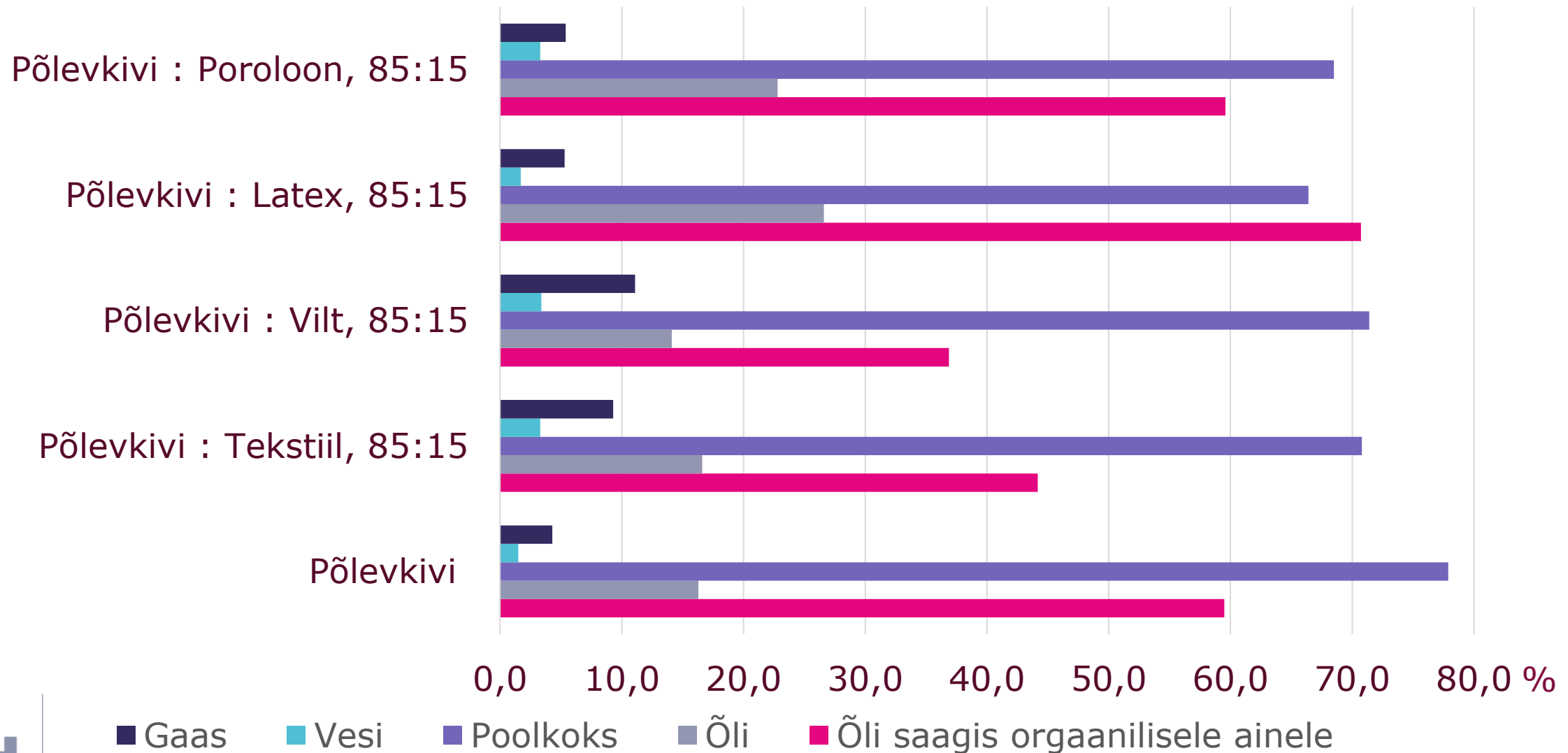
Poroloon

Polüuretaan

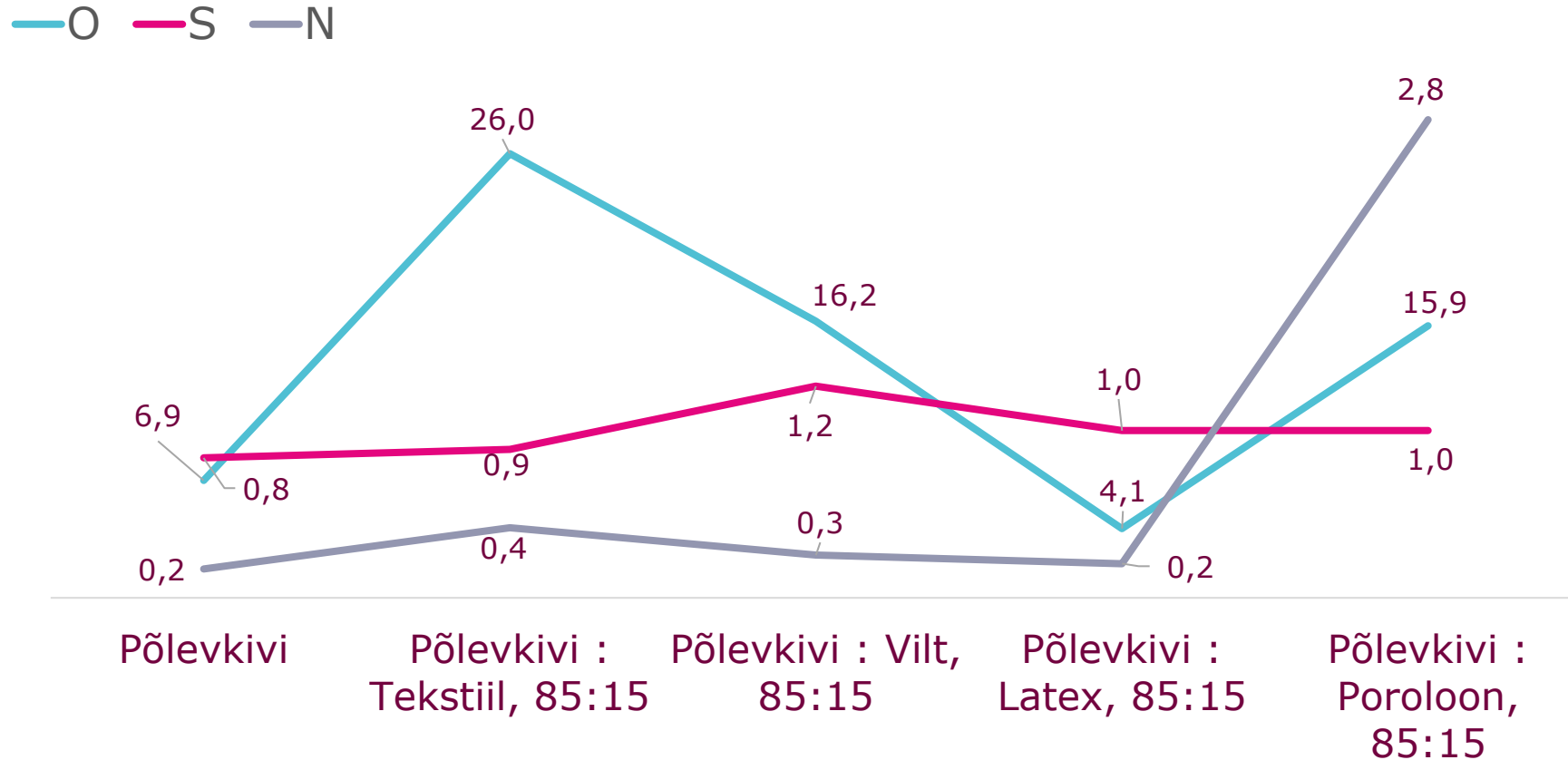
LÄHTEMATERJALIDE OMADUSED

	Tuhasus, massi %	Elementkoostis, massi %					
		C	H	N	S	Cl	O
Tekstiil	4,7	60,3	5,7	1,4	<0,3	≤0,04%	30,5
Vilt	0,3	61,5	4,5	0,1	<0,1	≤0,04%	34,2
Lateks	4,5	78,7	9,9	0,4	2,8	≤0,04%	1,5
Poroloon	0,2	62,3	9,0	6,3	<0,1	0,2	16,9

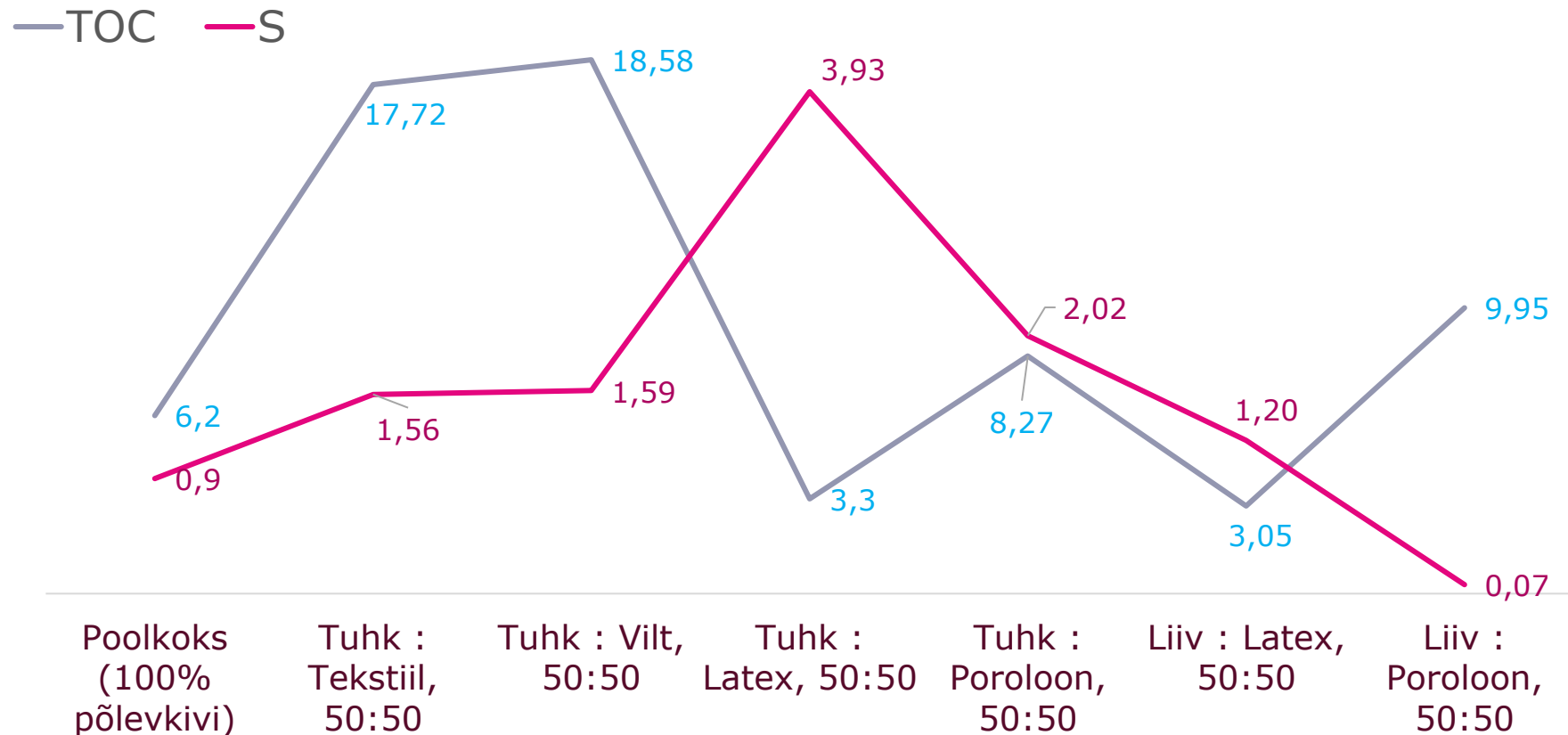
PRODUKTIDE SAAGIS KOOSPÜROLÜÜSIL PÕLEVKIVIGA



HAPNIKU (O), VÄÄVLI (S) JA LÄMMASTIKU (N) SISALDUS KOOSPÜROLÜÜSI ÕLIS (MASSI %)

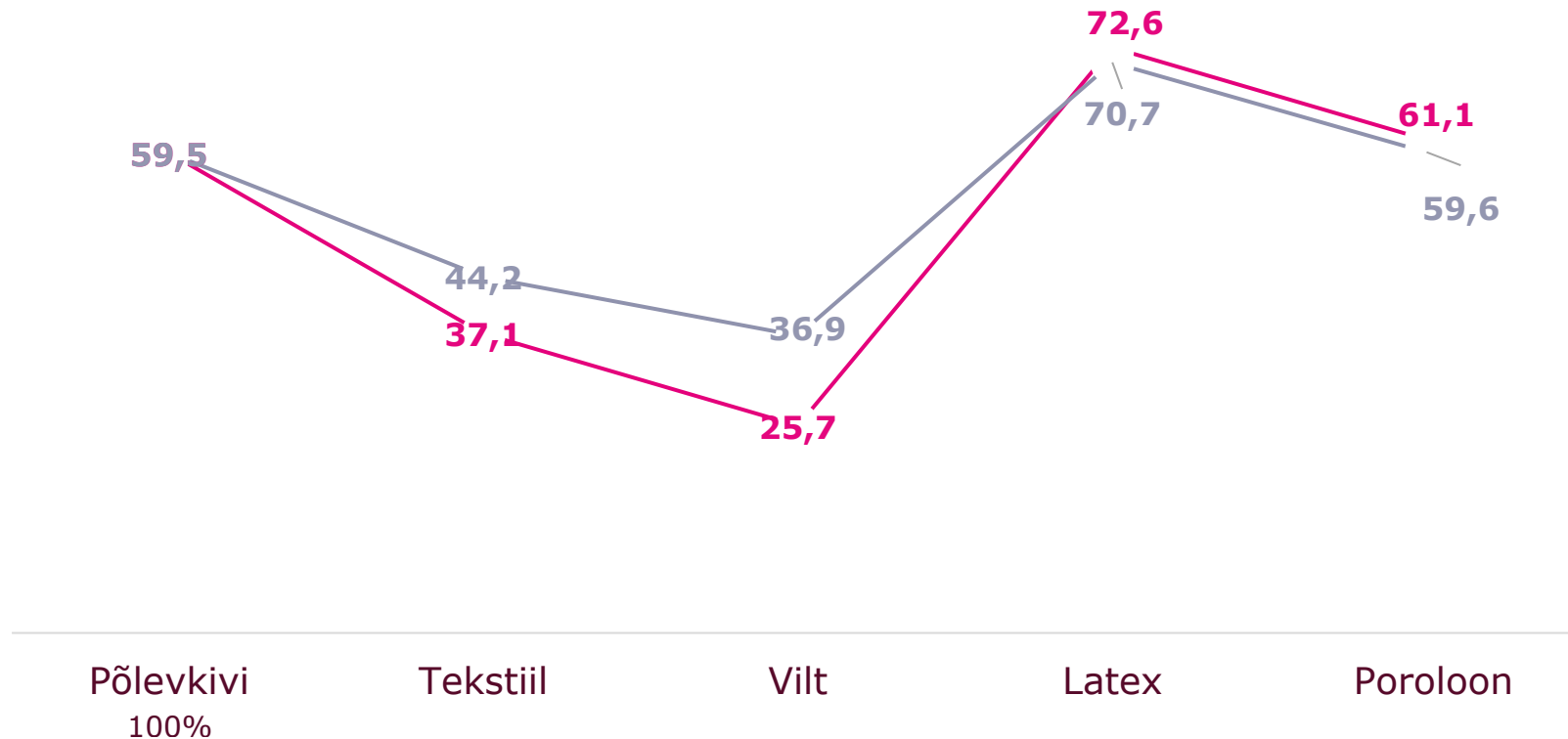


ÜLDISE ORGAANILISE SÜSINIKU (TOC) JA VÄÄVLI (S) SISALDUS POOLKOKSIS (MASSI %)



KOOSPÜROLÜÜSI ÕLI SAAGIS ORGAANILISELE AINELE (MASSI %)

- Tuhk : mööblitööstuse jääk, 85 : 15
- Põlevkivi : mööblitööstuse jääk, 85 : 15

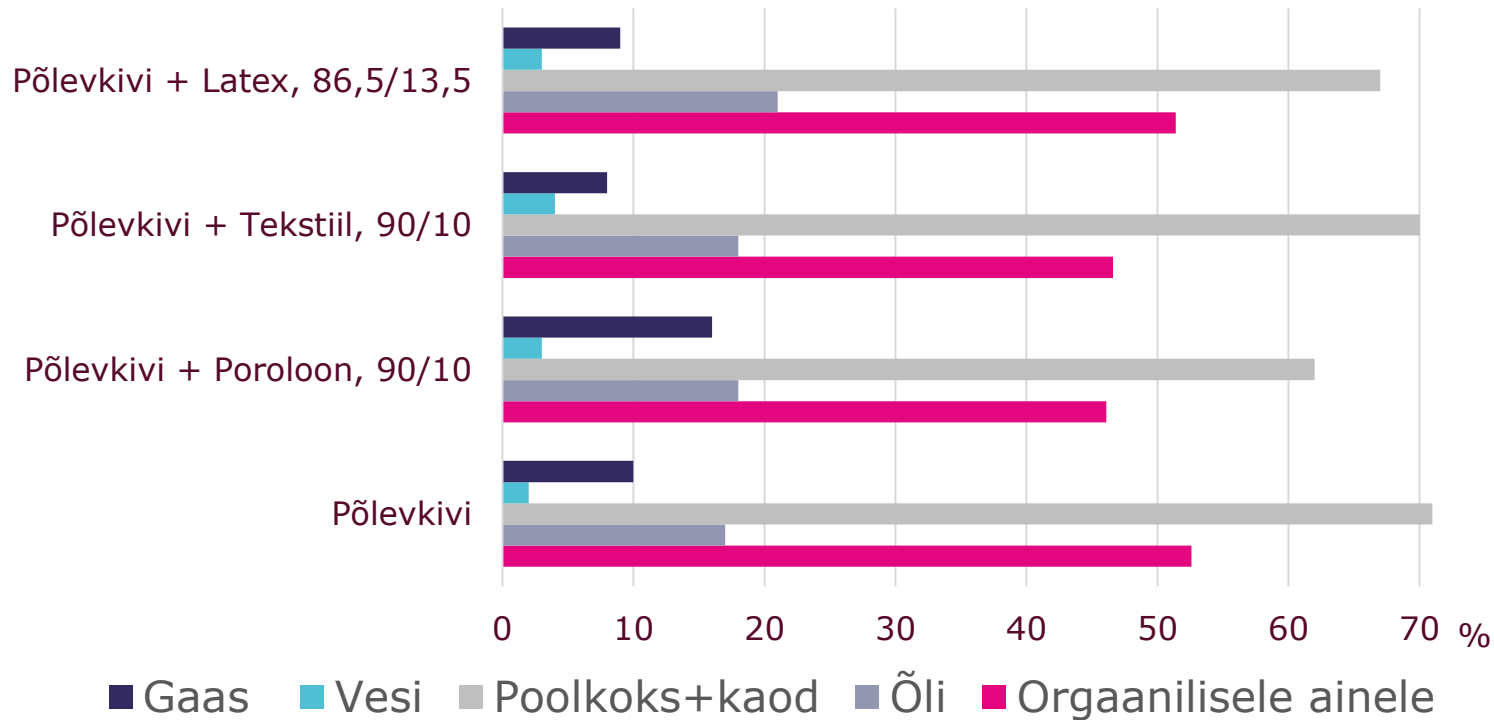


GAASIDE KOOSTIS

V/V%	Põlevkivi 100%	Tuhk : Tekstiil 50:50	Tuhk : Vilt 50:50	Tuhk : Latex 50:50	Tuhk : Poroloon 50:50
Vesinik	4,7	2,0	2,6	32,7	6,3
Süsinikdi- ja monooksiid	40,3	72,4	84,3	5,7	67,1
Süsivesinikud	37,4	24,5	12,6	57,1	25,9
Väävliühendid	17,6	1,1	0,5	4,5	0,7

KOOSPÜROLÜÜS TSK STENDIL

Koospürolüüsi produktide saagis



Õli fraktsioonide saagis summarõlist, massi %

	<160 °C	>160 °C
Põlevkivi	12,6	86,9
Põlevkivi + Poroloon, 90/10	11,5	88,5
Põlevkivi + Tekstiil, 90/10	10,3	89,7
Põlevkivi + Latex, 86,5/13,5	21,6	78,4

Fraktsiooni <160 °C elementkoostis, massi %

	C	H	N	S	O
Põlevkivi + Poroloon, 90/10	81,9	11,1	0,8	1,0	5,2
Põlevkivi + Tekstiil, 90/10	82,4	11,6	0,1	0,95	5,0
Põlevkivi + Latex, 86,5/13,5	86,1	10,5	0,07	0,86	2,5

Fraktsiooni >160 °C elementkoostis, massi %

	C	H	N	S	O
Põlevkivi + Poroloon, 90/10	79,0	8,4	2,7	0,65	9,2
Põlevkivi + Tekstiil, 90/10	78,8	8,2	0,7	0,62	11,7
Põlevkivi + Latex, 86,5/13,5	82,6	8,5	0,3	0,86	7,7

MIS KOOSPÜROLÜÜSI PRODUKTIDEST SAAB?

- Koospürolüüsi produktid peavad võimaldama materjali väärindada võrreldes põletamise või ladestamisega;
- Pürolüüsiprotsessis tekkiv keeruline ühendite segu ei võimalda reeglina sellest protsessist otse keemiatööstuse lähtetoorainet (näiteks puhtaid lähtemonomeere plastitooraineks) saada;
- Kirjandusandmed näitavad samas, et on suurenenud nafta rafineerimistööstuse huvi plastiõli kaasamise vastu nafta rafineerimissüsteemi, mis võimaldab sellest saada nii keemiatööstuse toorainet, kui kvaliteetseid kütuseid. Selle eeliseks on, et saab kasutada suures osas juba olemasolevat taristut, mis väga oluliselt vähendab tööstuslikuks rakendamiseks vajalikke investeeringuid;
- Gaasi ja tahket jääki on võimalik kasutada koospürolüüsi protsessi teostamise energiaallikana, hoides sellega kokku muid energia liike endotermilise protsessi käigushoidmiseks;
- Põhimõtteliselt on võimalik süsinikku salvestada (sealjuures süsinikuringest välja viies) tahke jäägi ja tuha segus mullaparandajana.

JÄRELDUSED

- Kõik uuritud mööblitööstuse jäätmed olid põhimõtteliselt koospürolüüsitavad nii põlevkivi, tuha, kui liivaga;
- Mööblitööstuse jäätmete pürolüüsi tulemused sõltuvad materjali keemilisest koostisest:
 - Mida rohkem polümeerne struktuur sisaldab süsivesinikahelaid, seda suurem on õli saagis (lateks);
 - Hapnikku sisaldavad karboksüül- ja karbonüülrühmad (polüestrites, polüuretaanides) suurendavad oluliselt gaasi saagist ja orgaanilise süsiniku sisaldust tahkes jäägis, selle arvelt väheneb õli saagis.
- Mööblitööstuse jäätmete pürolüüsil tuleb arvestada materjali mehhaanilist vormi (kangas, vaht), kus osa materjale võib vajada eelnevat granuleerimist vältimaks selle enneaegset väljakandumist reaktsioonitsoonist;
- Vajalikud on edasised uuringud protsessi tehnoloogiliste tingimuste ning produktide koostise ja kasutusvõimaluste täpsustamiseks. Eriti puudutab see materjalide segusid, komposiite ja lubatavate lisandite sisaldust edasise produktide kasutatavuse seisukohast;
- Koospürolüüs on üks võimalus polümeersete mööblitööstuse jäätmete (sh tekstiilide) ringlusse suunamiseks:
 - Ettevõtted kasutavad koospürolüüsi;
 - Nafta rafineerimistehased hakkavad vastu võtma toorõli või selle (eeltöödeldud) fraktsioone keemiatööstuse tooraineks töötlemiseks;
 - Kui protsess on kõigile osapooltele majanduslikult mõttekas.

The logo for TAL TECH, featuring the words "TAL" and "TECH" in a bold, white, sans-serif font, stacked vertically. The background of the slide is a gradient of blue and purple, with a white rectangular area on the right side where the logo is placed.

**TAL
TECH**

TÄNAME KOOSTÖÖ EEST:

Bed Factory Sweden OÜ
Hilding Anders Baltic AS