



GEOLOGICAL SURVEY OF ESTONIA

VIRUMAA MAAPÕUEPÄEV 2019

Nüüdisaegsed võimalused fosforiidi töötlemiseks

Kadriann Tamm

Peaspetsialist

Maapõueressursside osakond

24.10.2019

Ettekande sisu

- Rikastamine ja väärindamine
- Fosforiidi töötlemise tehnoloogiad:
 - ✓ Märgtöötlus;
 - ✓ Soolhappetöötlus;
 - ✓ Termiline töötlemine;
- Tehnoloogiate võrdlus
- Kokkuvõte

Miks üldse fosforiiti töödelda?

Fosfor on asendamatu looduslik element.

Põllumajandus kannatab fosfori puuduse all juba praegu.



Anda väärtus enamikele maagi koostisosadele

We've used up the good stuff.

Miks üldse fosforiiti rikastada?

Materjali tuleb rikastada, et

kasulik osa (nt. P_2O_5 , ...) eraldada
lisanditest (nt. liiv,.....).

- Ka lisandmaterjalid võib kategoriseerida kasuliku osa alla.
- See sõltub aga rikastus meetodist ja töötlemis-tehnoloogiast.



Foto: Google maps 2019 (Muuga: tänavavaade mai 2012)

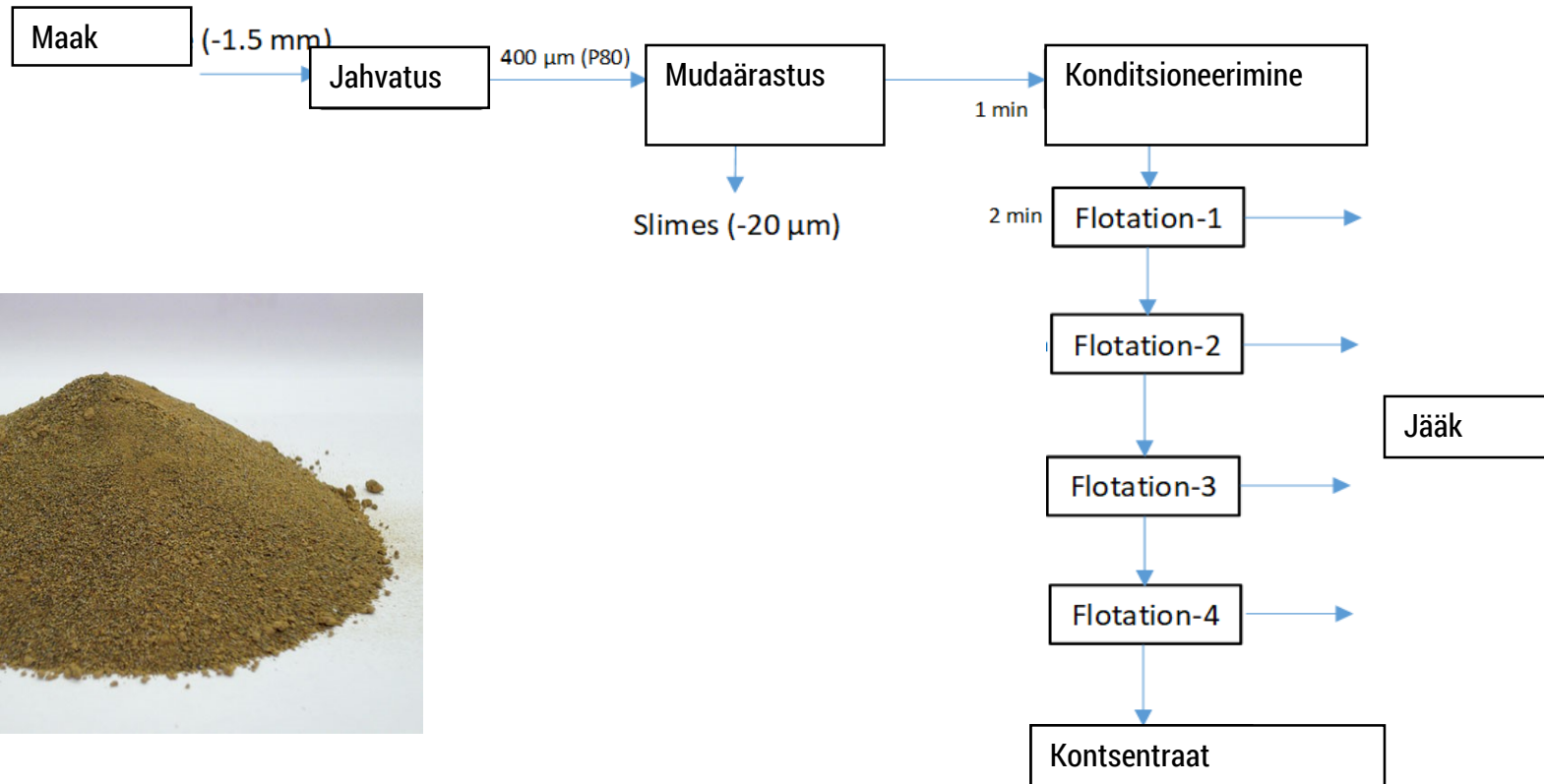
Enamlevinud tehnoloogiad fosforiidi töötlemiseks:

- a) märgtöötlus, mis eeldab fosforiidi eelnevat eraldi rikastamist;
- b) soolhappetöötlus - *Ecophos*-meetod;
- c) termiline töötlus – *IHP*-meetod.

**Kas nüüdisaegsed fosfaattoorme
väärindamise tehnoloogiad on kasutatavad
ka Eesti fosforiidi töötlemiseks?**

Märgtöötlus

Fosforiidi väärindamine läbi märgtöotluse



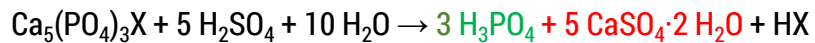
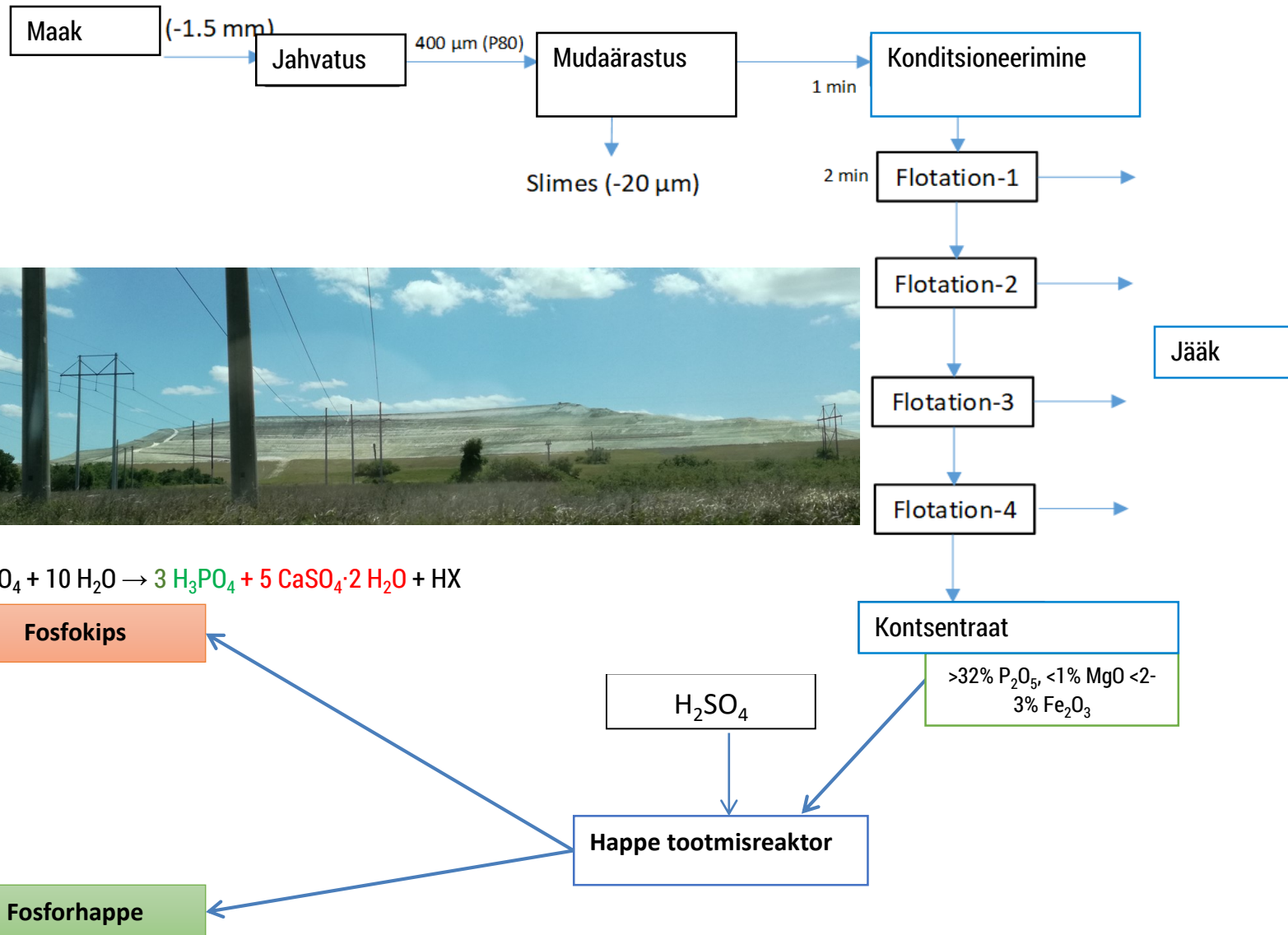
Saada kontsentraadid, milles $>32\% \text{P}_2\text{O}_5$, $<1\% \text{MgO}$ ja $<2\text{-}3\% \text{Fe}_2\text{O}_3$

Näide vahtrikastus süsteemist



Video and photos by Kadriann Tamm: Flotation work in GTK Mintek 2018 (PUTJD705)

Fosforiidi väärindamine läbi märgtöotluse



Fosfokips

Fosforhape

Happe tootmisreaktor

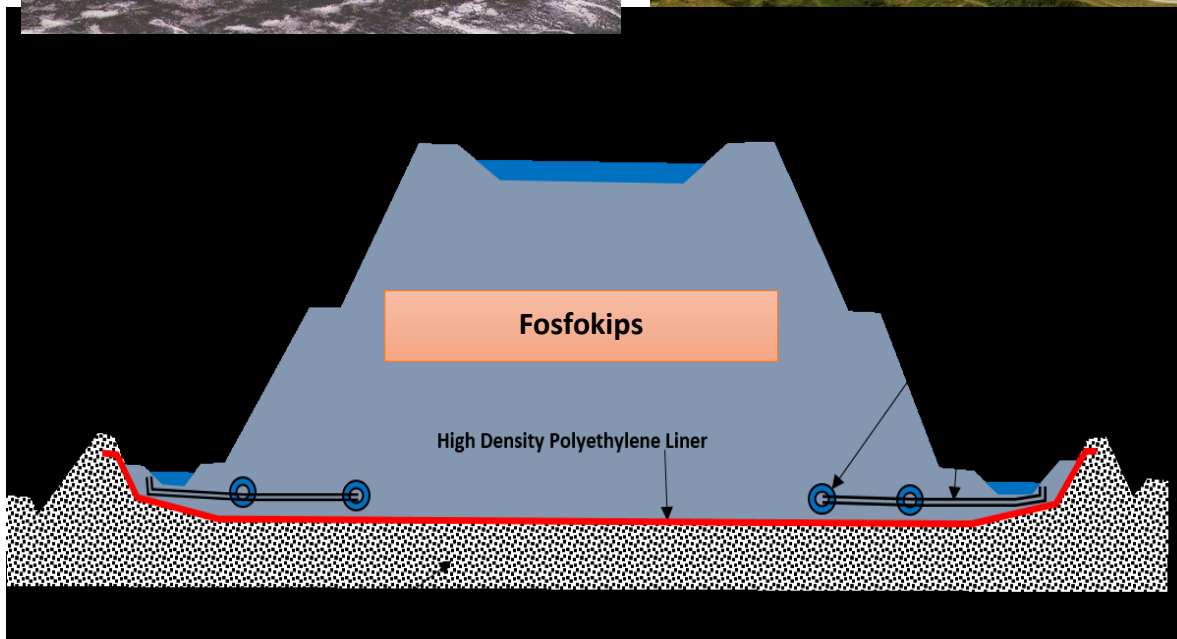
Kontsentraat

>32% P₂O₅, <1% MgO <2-3% Fe₂O₃

H₂SO₄

Jääk

Fosforiidi väärindamine läbi märgtöötuse



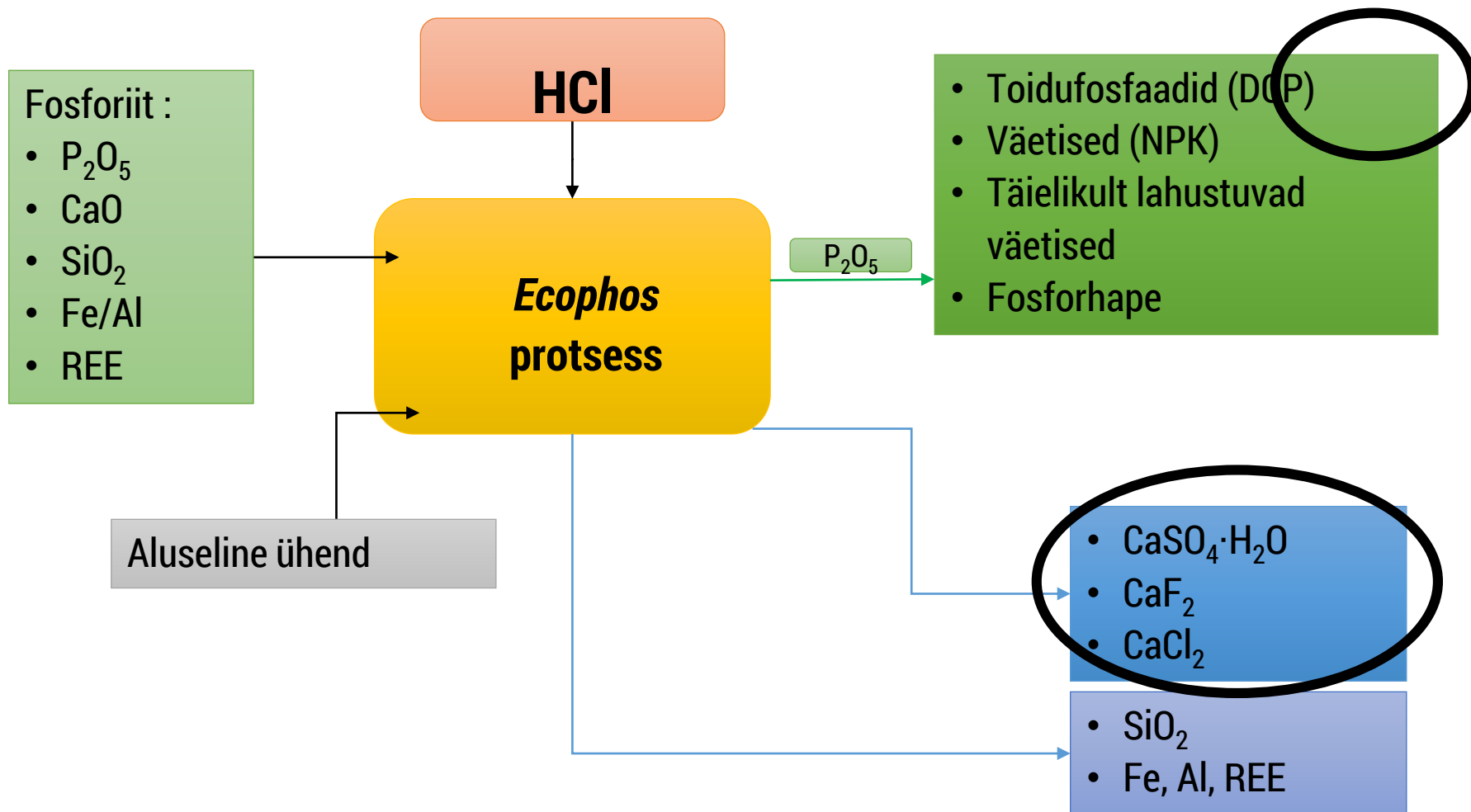
000 ppm HMM

CaCO_3

Soolhappetöötlus

***Ecophos*-meetod**

Ecophos-meetod



Ecophos protsessi saadused

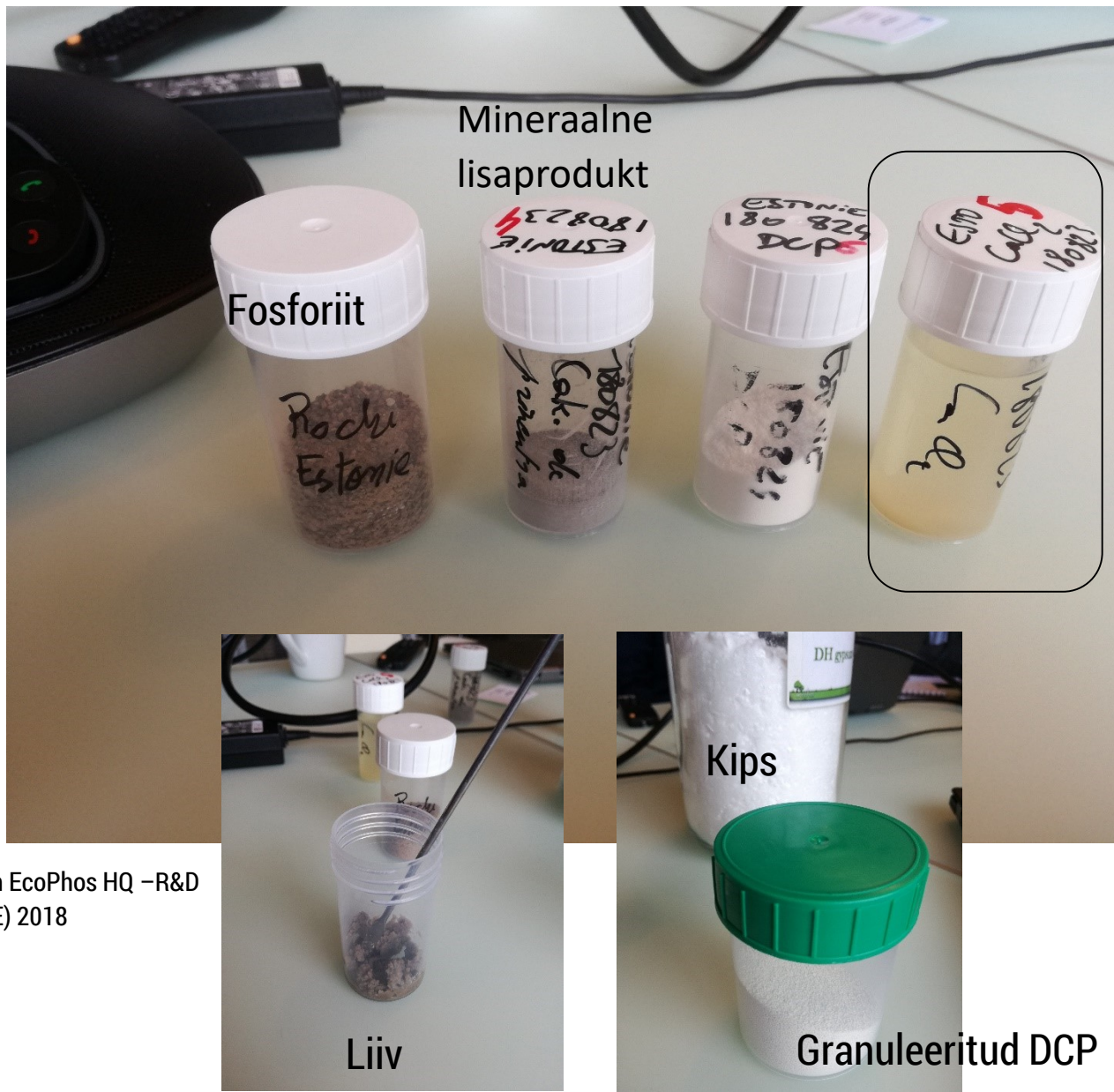
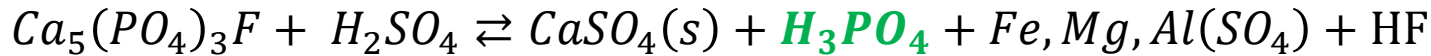


Photo by Kadriann Tamm: in EcoPhos HQ –R&D center Louvain-la-Neuve (BE) 2018

Termiline töötlus

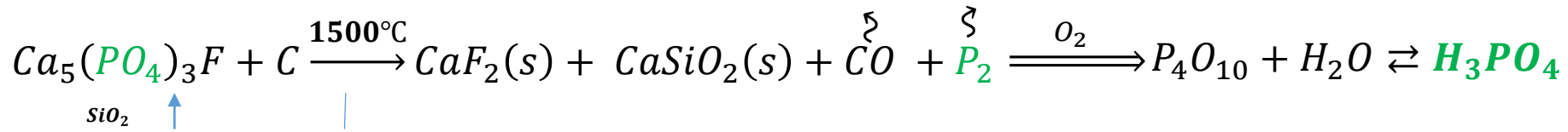
Fosforhape saamisvõimalused

Wet Acid Process (WAP) – mürghappeprotsess

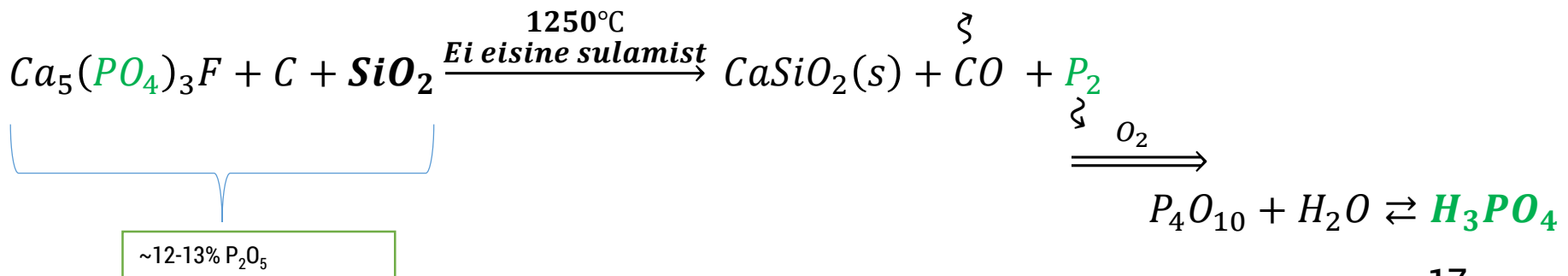


~32% P₂O₅

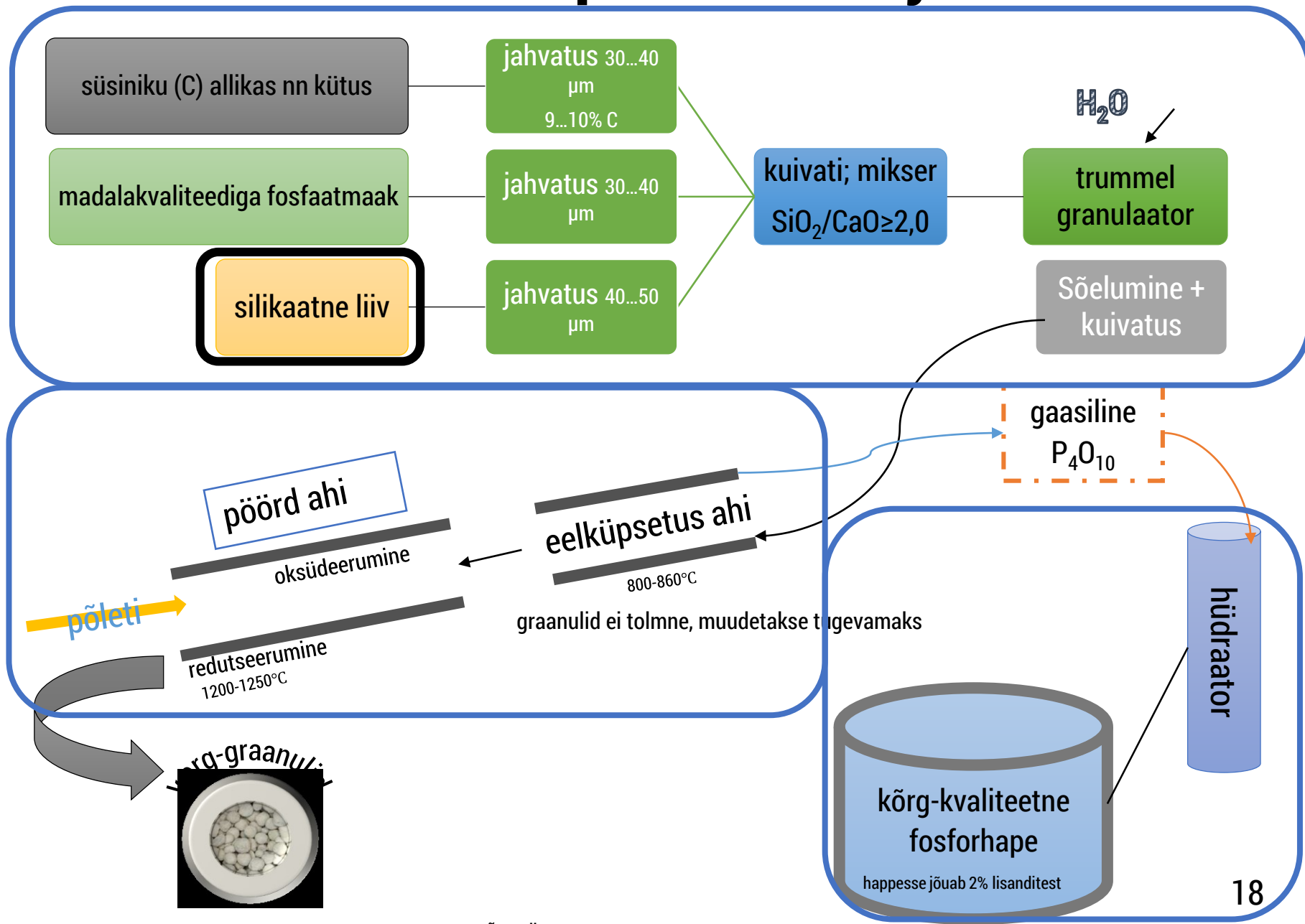
Furnace Acid Process (FAP) – termiline töötlemine



Improved Hard Process (IHP) – täiustatud termilineprotsess



Edasiarendatud IHP protsessi kirjeldus



Nüüdisaegsete fosforiidi töötlemise tehnoloogiate plussid ja miinused

Miinused

Märgmeetod	Ecophos meetod	IHP meetod
Suur ressursi kadu (pesuvesi; tahked jäätmed, P_2O_5 kadu)	Põhimõtteliselt puuduvad võrreldavad tulemused	Põhimõtteliselt puuduvad võrreldavad tulemused
Maaki tuleb töödelda mitme etapilasekt	Ebaselge sisendite/väljundite eksport ja import	Ei ole ühtegi nn kommertsiaalselt töötavat tehast
Fosfokipsi kasutusvõimalused limiteeritud (keskkonnakahjulikud elemendid, REEd)	Tehnoloogia olulised etapid on patenteeritud	Puudub täpne massibilanss

Plussid

Märgmeetod	Ecophos meetod	IHP meetod
Tuntud meetod	Kasutada maaki ilma rikastamata (materjali ettevalmistust vajab ikka)	Kasutada maaki ilma rikastamata (materjali ettevalmistust vajab ikka)
Võrreldavad tulemused ajaloost	Kõrg-kvaliteetne ja mitme külgne toodang	Kõrg-kvaliteetne kontsentreeritud fosforhape
Eesti fosforiiti on lihtne rikastada (regentide kulu väike)	Väärtuslikud kõrval produktid (liiv, kips, $CaCl_2$, CO_2)	Väärtuslikud kõrval produktid (graanulid)
Järjest enam töötakse välja tehnoloogiaid, kuidas hoida ringluses protsessi jäätmeid	Sobib erineva kvaliteediga fosfaat toormetele	Sobib madala kvaliteediga fosfaat toormetele
	Võimalik hoida HCl ringlus	Ei vaja töötlemiseks vett
	Ressursi tõhusus	Madalamad tootmis kulud

Kokkuvõte

- Enamlevinud fosfaattoorme väärindamise tehnoloogiad, oma plusside ja miinustega, võimaldavad anda väärtuse enamikule toorme koostisosadele.
- Eesti setteline oobulusliivakivi on maailmas haruldane, mistõttu praegu kasutatavaid väärindamise tehnoloogiaid ei saa otse üle kanda.

Küll aga saab kasutada erinevaid kombineeritud meetodeid lähtudes Eesti fosfaatmaagi omapärast.

- Lõpliku fosforiidi väärindamise tehnoloogilise valiku tegemiseks on vajalikud nii tehnoloogia tasuvusuuringud kui ka keskkonnamõjude hinnangud.



GEOLOGICAL SURVEY OF ESTONIA



European Union
European Regional
Development Fund



Investing
in your future



Eesti Teadusagentuur
Estonian Research Council

Kadriann Tamm
kadriann.tamm@egt.ee

**TAL
TECH**

This work was financially supported by the Geological Survey of Estonia, the Estonian Research Council grant (PUTJD705, IUT33-19), by the Estonian Ministry of Education (Research grant RITA1/01-01-11), which are gratefully acknowledged.