

„Ressursiefektiivsus biomassist elektri ja/või soojuse (koos)tootmisel- puutuha taaskasutus metsanduses”

Peep Pitk, PhD
Tallinna Tehnikaülikool /EMÜ
12.02.2016, Tartu



KIK projekti tegevuste kokkuvõte



2015 sügisest algas KIK rahastatud projekt:
**„Puidutuha väärindamise võimalused ja
perspektiiv granuleeritud kompleksväetisena
põllumajanduses ja metsanduses “**

*EMÜ ja TTÜ ühisprojekt- põhitäitjad Peep Pitk, Katri
Ots ja Henn Raave*

Projekti eesmärgid

- *Kirjandusülevaate koostamine*
- *Teadmisesiire Põhjamaadest*
- *Puutuha ressursi kaardistamine ja koostise varieeruvuse analüüs*
- *Tolmjas vs granuleeritud puutuhk omaduste võrdlus*
- *Tuha granuleerimise ja metsanduses taaskasutamise tasuvusanalüüsi case-study*



Miks projekti algatasime

- Puutuhka käsitletakse endiselt probleemtootena, mitte väärtusena
- Eestis teostatud mitmeid puutuha lõppkasutusega seotud uuringuid, kuid tehnilis-majanduslikud rakendusanalüüsid puuduvad
- Puutuhaga seotud uuringute puhul on olnud valdav „**Tuhk on tuhk**“ mentaliteet, kuid puudub tegelik ülevaade puutuha omaduste ja koostise varieeruvusest
- Seadusandlus Eestis üldiselt ringmajandust ja taaskasutust pigem piirav, kui toetav



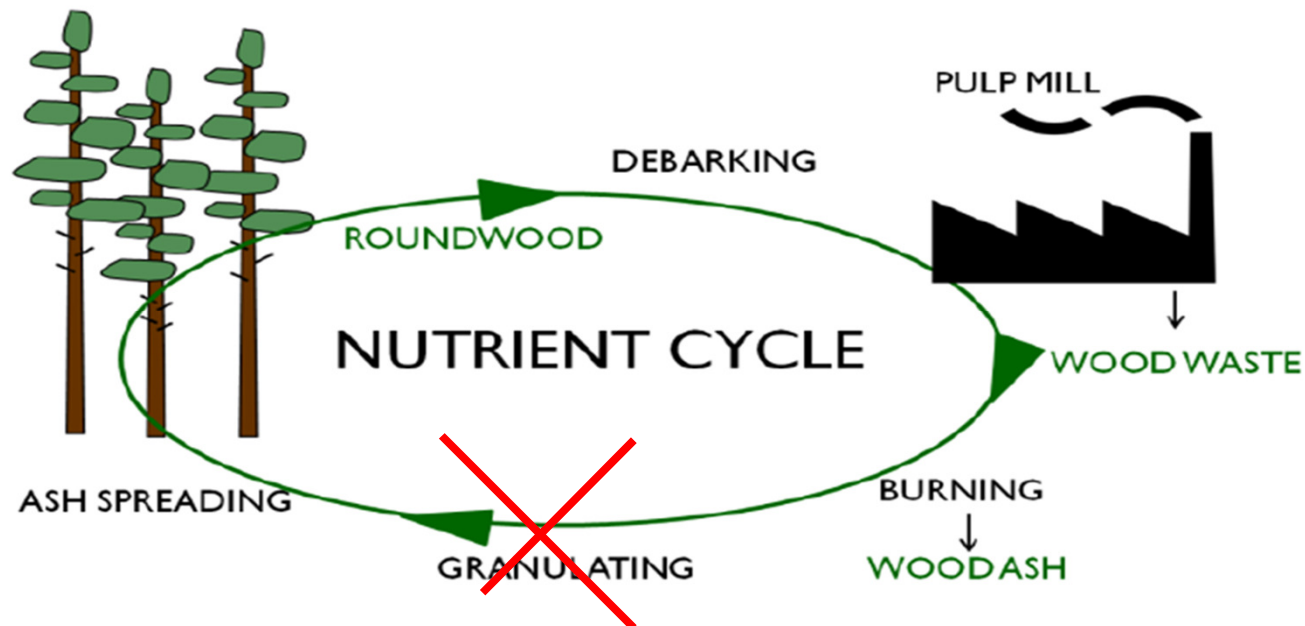
Projekti lõpp-eesmärk

Välja pakkuda jätkusuutlikud lahendused puutuha taaskasutuseks metsanduses ja põllumajanduses, mille kaudu sulgeda biomassi energeetilise kasutuse olelusring

Soovitused seadusandliku raamistiku muutmiseks/loomiseks ja puutuha taaskasutamise toetamiseks

Tänane olukord ja seadusandlus

- Puutuhka kasutatakse teatud määral lubiväetiste asendusena põllumajanduses-vaid tolmjal kujul
- Väga suur osa puutuhast ladustatakse, täidetakse karjääre või utiliseeritakse prügimäel- **ressursi raiskamine**



Tänane olukord ja seadusandlus(2)



- Riiklikult puuduvad motiveerivad toetusmeetmed puutuha taaskasutamise edendamiseks metsanduses

Väljavõtted seadusandlusest

- **Metsaseadus-** „Metsa, välja arvatud metsataimlate väetamine mineraalväetistega on keelatud.“ TUHAST EI SÕNAGI

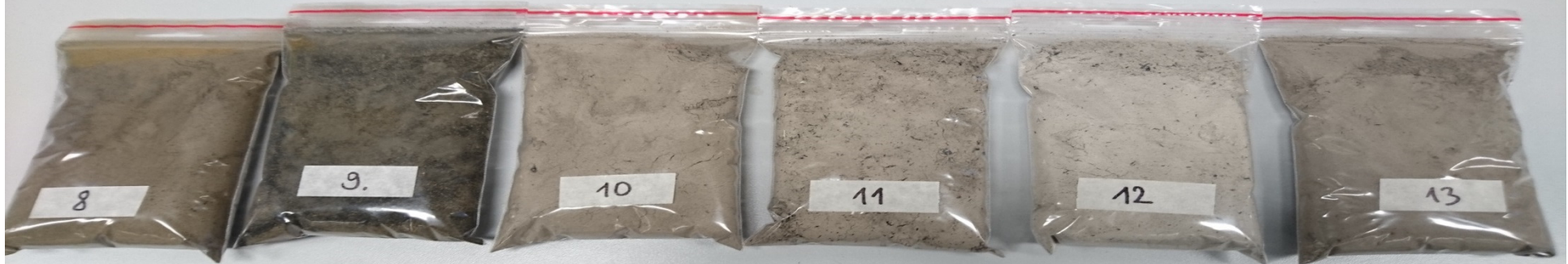
Sisuliselt täna puudub regulatiivne raamistik puutuha taaskasutamiseks metsanduses, samas annab see hea võimaluse õppida Põhjamaadelt ja luua raamistik ja toetusmeetmed, mis igakülgsest toetavad puutuha taaskasutust metsanduses!



Puutuha omadused ja väärtus

Mis mõjutab tuha omadusi ja koostist?

- Puidu liik, vanus, kas tüvi või oksad
- Hakke veesisaldus
- Katla töörežiim, kütuse segu, põlemise efektiivsus
- Ärastustehnoloogia ja astmed



Puutuha allikad



Katlamajad ja koostootmisjaamad

Erinevad tüüpi tuhad tingitud järgnevast:

- 1) Restkatel või keevkihtkatel
- 2) Tuha kuivärastus või märgärastus
- 3) *Restkatel-* **peamine põhjatuhk** ja vähesel määral lendtuhka
- 4) *Keevkiht katel-* põhjatuhk on sisuliselt „põlenud“ liiv ja **peamine lendtuhk**
- 4a) Keevkiht katla lendtuhk eraldatakse erinevates astmetes- koostise ja struktuuri erisused!

Projekti raames kogutud puutuha proovide keskmine koostis

	Unit	AVG	STDEV
C total	%	2,1	1,1
Neutralization capacity (CaCO ₃)	%	45,5	15,2
Free CaO	%	9,4	1,2
Density	kg/m ³	775,1	244,2
pH	-	12,7	0,1
Macronutrients			
P	% TS	0,9	0,1
K	% TS	3,4	0,5
Na	% TS	0,3	0,1
S	% TS	0,3	0,4
Mg	% TS	2,4	0,6
Fe	% TS	1,1	0,9

Projekti raames kogutud puutuha proovide keskmine koostis(2)

Element	AVG, mg/kg TS	STDEV	Lubiväetiste maksimum lubatud piirmäär, mg/kg	Mikroväetiste miinimumnõuded, mg/kg
Micronutrients				
B	168,1	49,0	-	100
Co	5,7	4,5	-	20
Mn	1859,4	1031,3	-	100
Mo	2,4	1,2	-	-
Se	5,0	0,0	-	-
V	13,8	4,2	-	10
Heavy metals				
Zn	779,1	351,3	1500	20
Cu	51,9	14,0	600	20
Hg	0,2	0,1	2	-
Cd	3,3	2,2	3	-
Cr	20,4	5,1	50	-
Ni	8,5	1,3	100	-
Pb	19,1	15,7	100	-
As	9,0	16,4	50	-

Probleemid tuha taaskasutamisel

- Peamiseks probleemiks tolmjas vorm, madal tihedus ja suur transpordikulu, tuha lendumine ja ebaühtlus laotamisel, liialt kõrge reaktiivsus ja pH šokk taimestikule, sissehingamisel oht tervisele, raskmetallide sisaldus(?)



- Lahenduseks **puidutuha stabiliseerimine ja kompaktiseerimine ja/või segamine** muude kõrvalproduktidega lõppkasutuse vajadustest lähtuvalt

Miks puutuhka metsa tagastada?

- Toitainete bilansi tasakaalustamine
- Biomassi juurdekasvu kiirendamine ja suurendamine
- Metsade elujõulisuse toetamine läbi limiteerivate kasvufaktorite elimineerimise
- Muldade happelisuse neutraliseerimine ja seeläbi ka raskmetallide lokaliseerimine

Granuleeritud puutuhk vs tolmjäs puutuhk

- Granuleeritud puutuhk on esiteks stabiliseeritud ja vähem reaktiivne
- Granuleeritud puutuha toitainete lahustuvus on aeglasem
- Granuleeritud puutuha laotusala oluliselt esteetilisem
- **Eelnevast tulenevalt on Põhjamaades tolmjäs puutuha laotamine keelatud**

Miks puutuhka metsa tagastada?

Majanduslik argument

- Granuleeritud puutuha käitlemine, hoiustamine ja transport on oluliselt kuluefektiivsem. Tiheduse vahe kuni 2 korda.
- Granuleeritud puutuha laotamine on lihtsam ja täpsem- võimalik kasutada tavapäraseid põllumajanduslikus kasutuses laotureid
- Mõju biomassi juurdekasvu suurenemisele on pikaajalisem



Puutuhk ja metsandus

- Täna Eestis metsade väetamist ei toimu- mineraalväetiste kasutamine keelatud ja puutuha kasutamine seni ainult eksperimentaalne (tolmjas vormis- hilisem rakendatavus?)
- Bioenergia tootmine- Raiejäätmete metsast välja viimisega suureneb makrotoitainete „eksport“ metsast 2-5 korda, mis vajab kompenseerimist!
- Tuha kasutamise positiivne mõju teaduslikult tõestatud nii Põhjamaades, kui ka Eestis. **Nüüd vaja rakenduslikke pilootlahendusi!**



Millisesse metsa puutuhka tagasi viia

- Lämmastiku rikastele turvasmuldadel metsadesse, kus kasvu limiteerivateks faktoriteks on eelkõige K ja P

Soome kogemus: lisanduv biomass 2-4 m³/ha/aastas.
Tavapärane tuha norm 3-5 t/ha kohta

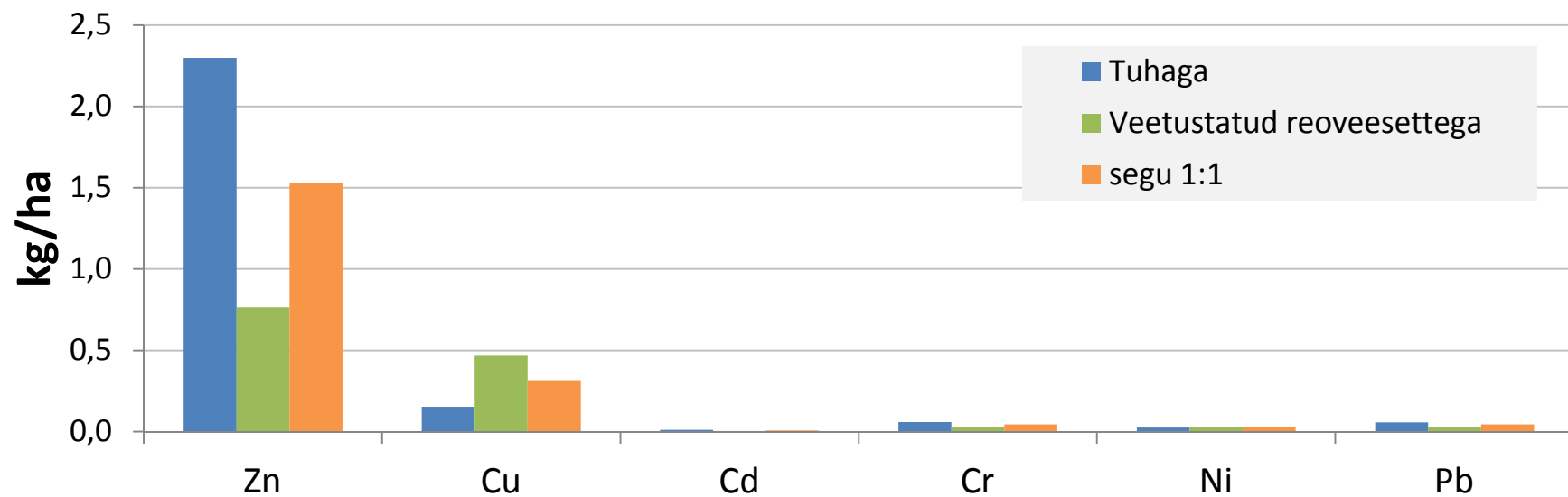
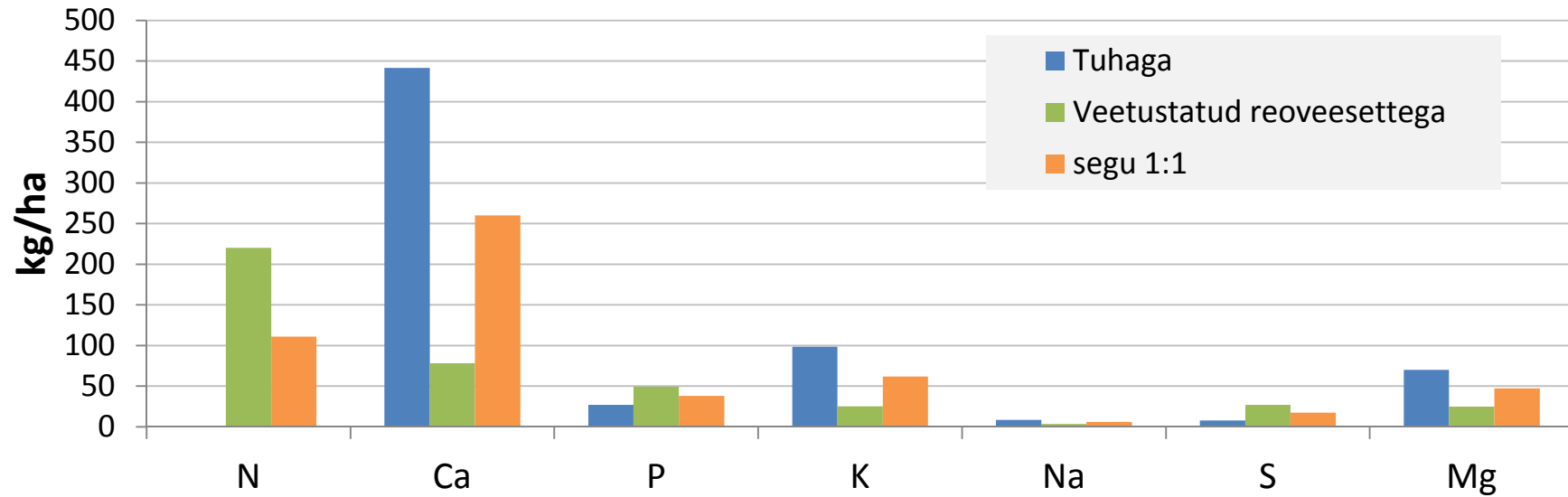
- Jääksoode ja ammendunud freesturbaväljade metsastamisel, kus kasvu limiteerivateks faktoriteks on samuti eelkõige K ja P
- Mineraalsetel muldadel metsades ainult puutuhaga väetamine ei oma märkimisväärset efekti (limiteerivaks faktoriks on N), kuid **kombineeritult reoveesetega omaks perspektiivi ka puutuha taaskasutus mineraalsetel muldadel**

Puutuha ja reoveesette sünergia

- Reoveesette laotamine tahendatud reoveesetena (20% kuivainet) on esiteks tehnoloogiliselt komplitseeritud ja mitte esteetiline
- Puutuha ja reoveesette koos granuleerimine võimaldab toota lõpp-produkti, mis vastab konkreetsete metsaalade toitainete vajadustele

	Unit	8 tuha AVG	Veetustatud reoveesete	Lubiväetiste maksimum lubatud piirmäär, mg/kg	Reoveesette piirmäärad, mg/kg TS
Kuivaine	%	99,8	16,0	-	-
pH	-	12,7	5,9	-	-
Macronutrients					
P	% TS	0,9	10,3	-	-
K	% TS	3,4	5,2	-	-
Na	% TS	0,3	0,7	-	-
S	% TS	0,3	5,6	-	-
Mg	% TS	2,4	5,1	-	-
Heavy metals					
Zn	mg/kg TS	779,1	1588	1500	2500
Cu	mg/kg TS	51,9	975	600	1000
Cd	mg/kg TS	3,3	< 6,25	3	20
Cr	mg/kg TS	20,4	56	50	1000
Ni	mg/kg TS	8,5	60	100	300
Pb	mg/kg TS	19,1	61	100	750

Laotusnorm 3 t/ha kohta



Tehnilis-majanduslik perspektiiv Eestis

- Puutuha graanulite tootmisüksuse rajamise tootmismahu mõistlik alumine piir 1000-1500 t/a mahu juures
- Kuna tolmla tuha transport on oluline kuluartikkel, siis peaks tegu olema regionaalsuse printsiibist lähtuvate granuleerimise üksustega, mis paiknevad suuremate katlamajade juures
- Graanulite tootmise omahind suurusjärg 20-30 EUR/ton, sõltuvalt tehnoloogilisest lahendusest, mahtudest jne
- Tootmishinnale lisandub transport (1.25 EUR/km) + laotamise kulu

Kontseptsioon, mis ei rakendu ilma riiklike toetusmeetmeteta!

Tehnilis-majanduslik perspektiiv Eestis

Turvasmuldadel on metsamaade väetamine igaljuhul tasuv, kuid investeering pikaajaline!

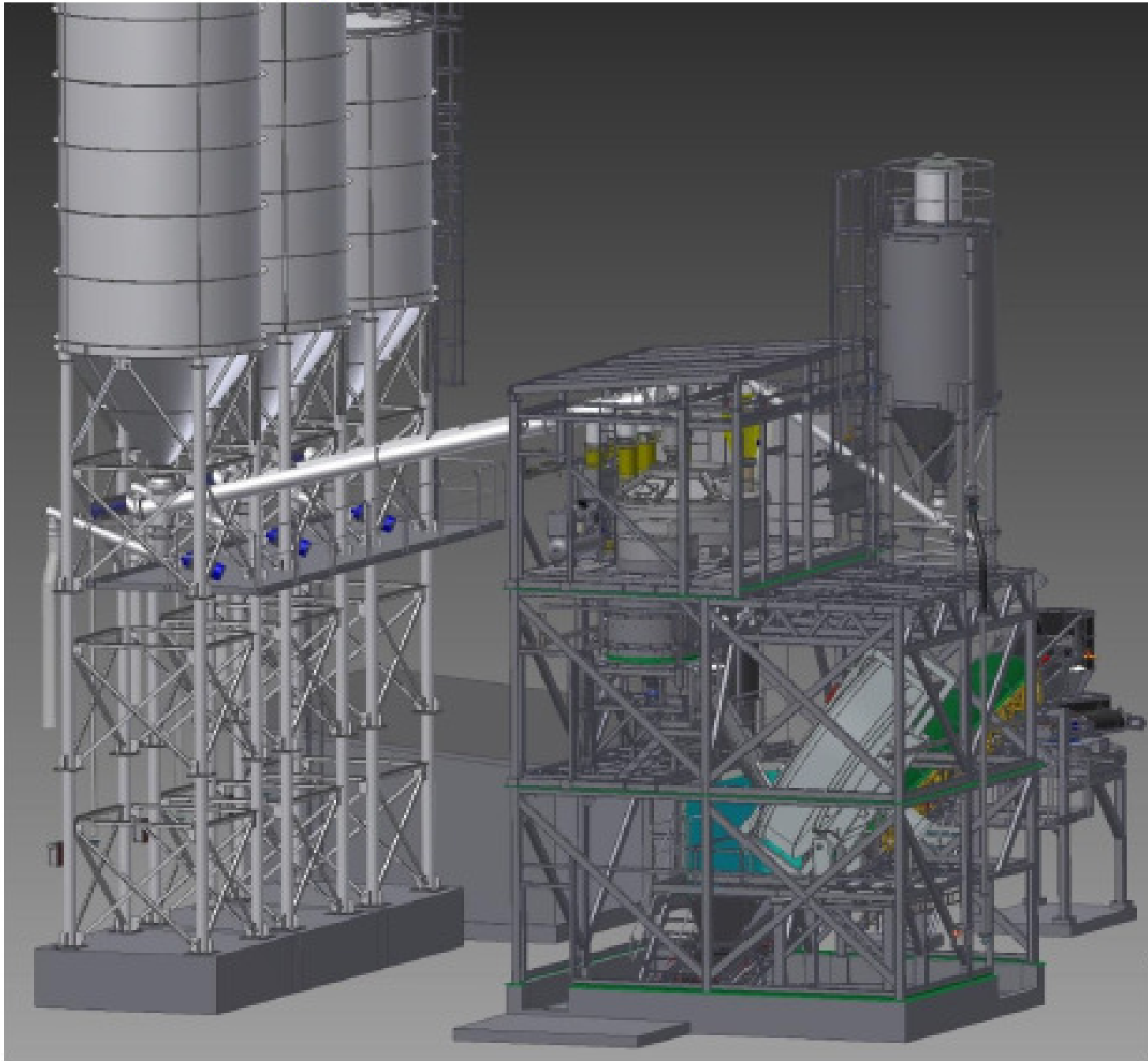
Soome kogemus: lisanduv biomass 2-4 m³/ha/aastas.
Tavapärane tuha norm 3-5 t/ha kohta

- Arvestuslik m³ hind 25 EUR ehk 20-30 aasta lõikes lisandväärtus ha kohta 1500-2250 EUR. Arvestusega tuhka 4 t/ha kohta on ühekordne väetamise kulu suurusjärg 150 -200 EUR/ha
- Väetamine korra 10-15 aasta jooksul

Puutuha ja reoveesette segugraanulite efekt mineraalsetel muldadel vajab täiendavat uurimist!

Kuidas edasi?

- Üleskutse RMK-le algatada 2017 aastal üheskoos suuremahulised granuleeritud puutuha metsakatsed erinevate mullatüüpidega metsades
- Erinevate osapoolte koostöös töötada välja regulatiivne raamistik puutuha ja puutuhk + muud tööstulike kõrvalproduktide segugraanulite taaskasutamiseks metsanduses- **hea võimalus õppida Põhjamaade kogemusest!**
- Vaja riikliku motivatsioonipaketti, et tekiks esimesed puutuha taaskasutuse praktilised kogemused erametsades- **Soomes Kemera toetusmeede, mis katab 40-60% tuha taaskasutuse kuludest metsaomanikule!**





Küsimusi?

Peep Pitk

Tallinna Tehnikaülikool/Eesti Maaülikool

peppitk@gmail.com; +372 55604106