

Põlevkivituhk – erineva kasutamise otstarbega materjal



Arina Koroljova

Primaarenergia osakonna tehnoloog

21. november, 2016, Tallinn

Põlevkivituha liigid ja teke

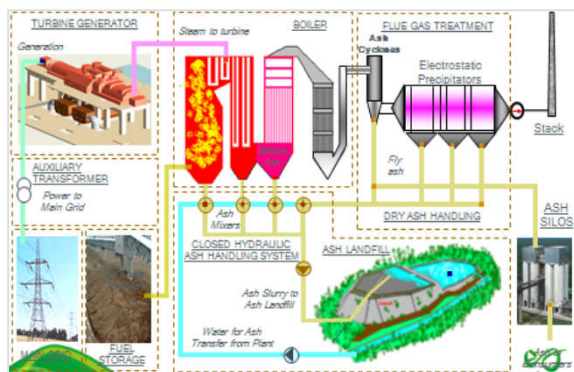
- Põlevkivituhk – energia tootmise kõrvaltoode
- Põlevkivituha tootmine – 6 mln t aasta
- Tuhaliik materjalina turul – kaltsiumiline tuhk

Põlevkivituhaliik	Põlevkivituha teke t/a
Lendtuhk	2 070 000
Põhjatuhk	1 200 000
„Õli“ tuhk	765 000
	4 035 000
Teised	1 965 000
TOTAL	6 000 000



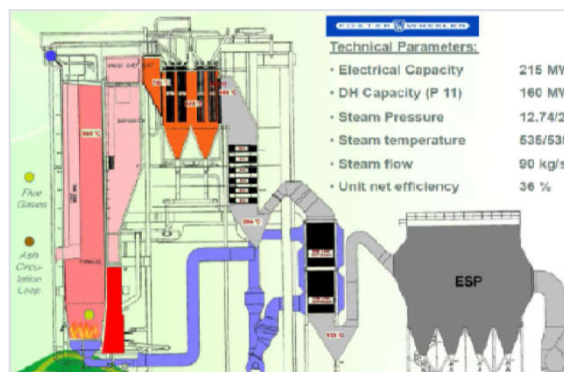
3 põletustehnoloogiat– mitu tuhaliiki

1 Tolmpõletus– 1400 °C



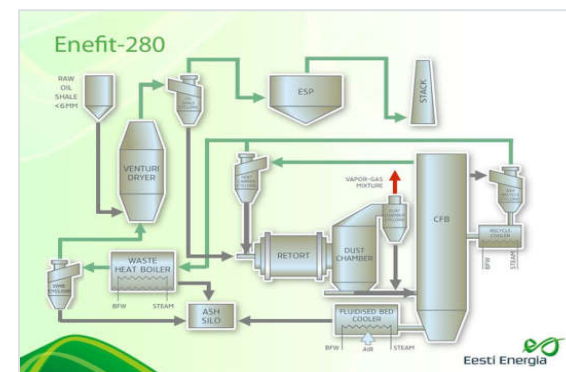
1	Lendtuhk „Tsüklon“
2	Lendtuhk „Elektrifilter“
3	Lendtuhk „Kottfilter“
4	Põhjatuhk

2 Põletamine keevkihis- 900 °C



1	Lendtuhk „Elektrifilter“
2	Põhjatuhk
3	Üldtuhk

3 Enefit280 : pürolüüs ja järel põletamine (CFBC) at 800 °C



1	Lendtuhk „Tsüklon“
2	Põhjatuhk
3	Üldtuhk

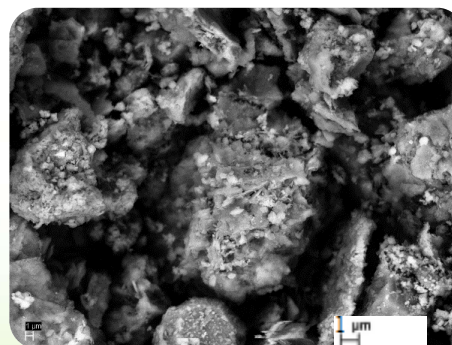
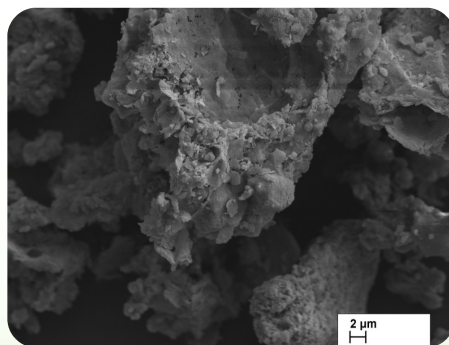
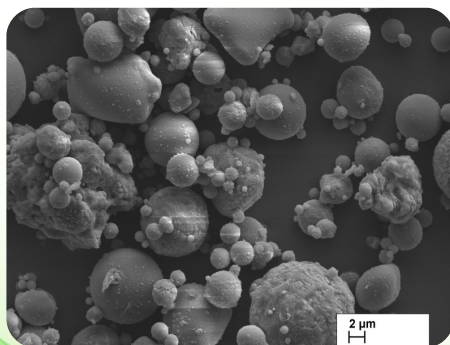
Põlevkivituhk: väärtuslik materjal erinevate klientide jaoks

Koostis

- Kaltsiumiline – sisaldab Ca 50-60%
- CaO vaba sisaldus kuni 24 %
- Peen – tuha osakeste jaotus 5-20 μm
- SiO_2 sisaldus kuni 38 %
- Raskemetallide sisaldus on vähem võrreldes söetuhaga

Omadused

- Hüdrauliline, putsolaan
- Veetarbimine on madal, kõrge
- Tugevus kasvab ajaga
- Paisuv, mitte paisuv
- Neutraliseerimisvõime - 99,4 %



Põlevkivituha kasutamise valdkonnad

Kindlad rakendused

- Tsemendi tootmine
- Betooni tootmine
- Poorbetooni (autoklaavitud, kerge) tootmine
- Põllumajandus (neutraliseerija)
- Pehmete pinnaste stabiliseerimine

2,97%

Uuringu staadiumis

- Adsorbendi tootmine
- Tuha granuleerimine
- Sideaine teede ehituses (teetsement)
- PCC tootmine, CO2 sidumine
- Betooni lisand
- Täiteaine plastikutes
- Teised

97,03%

Põlevkivituha kasutamine – kliendipõhine lähenemine

Samm 1

- Tuhaliigi valik vastavalt kliendi vajadusele
- Katsetamine

Samm 2

- Seadusandluse nõuded, tuha väljastamine, vedu
- Tasuvusarvutused

Samm 3

- Piloot katsetused
- Investeeringud, tootmine

Kas põlevkivituhk on ohtlik jääde või toode?

- Jäätmeseadus

- 1) asja kasutatakse tavapäraselt kindlal otstarbel;
- 2) asjale on olemas kindel turg või selle järele on nõudmine;
- 3) asi vastab konkreetseks otstarbeks ettenähtud tehnilistele nõuetele, õigusnormidele ja tootestandarditele;
- 4) **asja kasutamine ei avalda negatiivset mõju keskkonnale ega inimese tervisele.**



Tuha veelahus $\text{pH}=13 \rightarrow$ ohtlik
jääde

**TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOLI
SERTIFITSEERIMISASUTUS**
TTU

TTU Sertifitseerimisasutus
Certification Centre of TUT
Ehitajate tee 5
19086 Tallinn, Eestisa
Reg nr / Reg No 74001434
Tel / Phone +372 620 2450
E-mail ca@ttu.ee

**VASTAVUSTUNNISTUS
CERTIFICATE OF CONFORMITY**

Nr 0275

Lähtudes Toote nõuetele vastavuse seaduse (RT I, 20.05.2010, 31, 157 ... RT I, 01.07.2016, 14)
§ 6 sätestatust kinnitatakse käesolevaga, et ehitustoode

Ehituslik põletatud põlevkivi
(Põletatud põlevkivi betoonisegu valmistamiseks;
Põletatud põlevkivi poorbetoonitoodete valmistamiseks;
Põletatud põlevkivi portland-põlevkivisemendi, portland-komposiitsemendi ja
müüritsemendi tootmiseks)

mida kasutatakse betoonisegu ja poorbetoonitoodete valmistamiseks ning portlandsemendi
tootmiseks,

mille on tootnud
Eesti Energia Narva Elektrijaamad AS
(reg nr 10579981, Elektrijaama tee 59, 21004 Narva, Eesti)

ja mis on toodetud tehases
Eesti Energia Narva Elektrijaamad AS tehase
(Auvere küla, Vaivara vald, 40101 Ida-Virumaa, Eesti)

Käesolev vastavustunnistus tõendab, et standardis
EVS 927:2015

esitatud asjakohased tingimused on täidetud.

Vastavustunnistus väljastati esmakordselt 29. aprillil 2016. aastal numbriga Nr 0254. Käesolev
vastavustunnistus väljastati esmakordselt 08. septembril 2016. aastal ja kehtib kuni pole oluliselt
muudetud toodete siin esitatud tehnilise kirjelduse tingimusi, tootmistingimusi, katsetusteid
või tehase tootmisohje süsteemi.

Tallinnas, 08. septembril 2016.a.

Tanel Tuisik
Tallinna Tehnikaülikooli
Sertifitseerimisasutuse direktor





Põlevkivituhk on standardiseeritud ja sertifitseeritud toode

- **Eesti standard**
 - EVS 927:2015 „Ehituslik põletatud põlevkivi. Spetsifikatsioon, toimivus ja vastavus“
 - Registreeritud toode Väetiseregistris
- **Registreeritud European Chemicals Agency (ECHA) andmebaasis**
 - REACH registri number
01-2119703178-42-0002
 - ohutuskaart

Tabel 1 – Füüsilised ja keemilised nõuded põletatud põlevkivile ning katsetingimused

Omadus	Nõuded			Katsesagedus	Katsemeetod
	Tsemendi PP	Betooni PP	Autoklaavitud poorbetooni PP		
Välimus	Hall-kollakas pulber	Hall-kollakas pulber	Hall-kollakas pulber	1 kord päevas või 1 kord partiis	Visuaalne vaatlus
Eripind, m ² /kg	≥ 320	≥ 260	≤ 180	1 kord päevas või 1 kord partiis	EVS-EN 196-6
Vaba kaltsiumoksiidi (CaO _{vaba}) sisaldus, %	≤ 14	≤ 14	≥ 16	1 kord päevas või 1 kord partiis	EVS-EN 451-1
Kloriidide (Cl) sisaldus, %	≤ 0,48	≤ 0,60	–	1 kord päevas või 1 kord partiis	EVS-EN 196-2
Magneesiumoksiidi (MgO) sisaldus, %	–	–	Tootja deklareeritud	4 korda aastas	EVS-EN 196-2
Kuumutuskadu, %	–	–	≤ 3	2 korda aastas	EVS-EN 196-2
Kaltsiumoksiidi (CaO) sisaldus, %	–	–	≥ 40		EVS-EN 196-2
R ₂ O (Na ₂ O + K ₂ O), %	–	–	≤ 3,5		EVS-EN 196-2
Sulfaadi (SO ₃) sisaldus, %	–	–	≤ 6		EVS-EN 196-2
Jahvatatud PP survetugevus, MPa	≥ 25,0	–	–	1 kord kuus	EVS-EN 196-1
Aktiivsuse näitaja katsetamisel 28 ööpäeva vanuselt, %	–	≥ 85	–	2 korda aastas	Selle standardi lisa A
Betooni (mõrdi) veekindluse suurenemine (tingimusel, et PP sisaldus on vähemalt 15 % tsemendi massist)	–	≥ 2 marki	–	2 korda aastas	ГОСТ 30459
Paisumine, mm (tingimusel, et PP sisaldus on 30 % standardi EVS-EN 197-1 kohasest CEM I tsemendi massist)	≤ 10	≤ 10	–	1 kord kuus	EVS-EN 196-3
Radioaktiivsus, eriaktiivsusindeks	≤ 1	≤ 1	≤ 1	Iga teine aasta	IEC 61452

Eesti Vabariigi standard EVS 927:2015 „Ehituslik põletatud põlevkivi“



Enefit

Põlevkivituha kasutamine – 3 põhilist arengusuunda

Ehitussektor:

- Tsemendi PP: Kunda Nordic Tsement, Eesti
- Betooni PP: Venemaa
- Poorbetooni PP: kergbetoon plokid, Eesti
- Potentsiaalsed kliendid Euroopast

Põllumajandus:

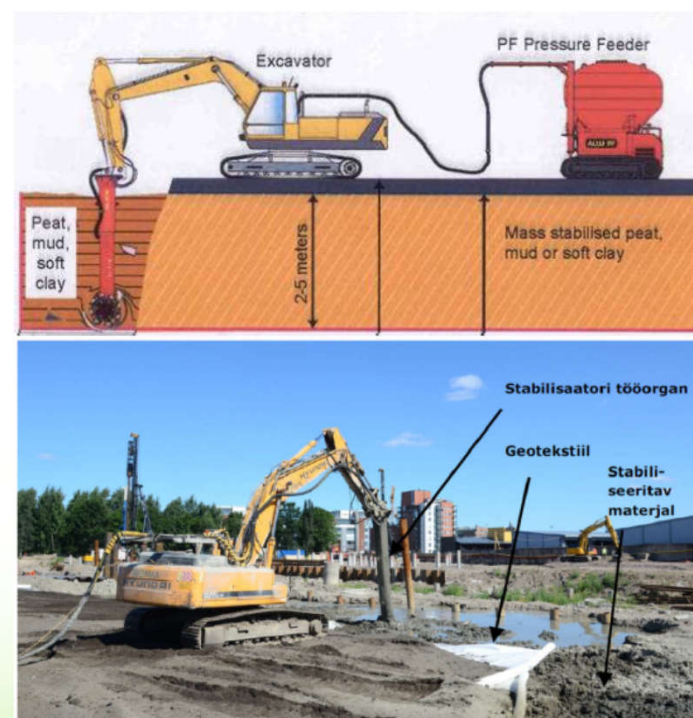
- Eesti turg, teised turud (granuleerimine)

Pehmete pinnaste tugevdamine: tuhaga mass-stabiliseerimine:

- Rail Baltic raudtee ehitamine
- Tallinn-Tartu mnt ehitamine
- meresetete stabiliseerimine

Mass-stabiliseerimise meetod

- Mass-stabiliseerimine on pehmete parendamise meetod
- Stabiliseerimine viiakse läbi segades sobiva koguse kuiva sideainet parendatava pinnasemassiga kohapeal
- Stabilisaatorina võib kasutada kas ühte või mitut sideainet



OSAMAT ENV/EE/000227

Projekt on toetatud Euroopa Liidu poolt LIFE+ programmi kaudu

OSAMAT projekti eesmärgid



- PKT on väärtuslik ehitusmaterjal
- PKT kasutamine ei avalda mõju keskkonnale

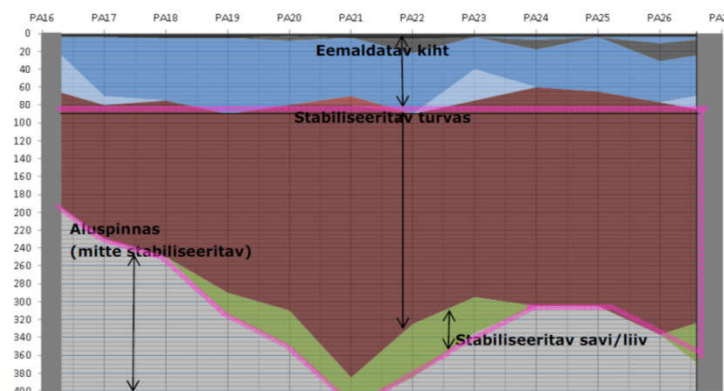


„PKT kasutamine teede ehituses“ - juhend ehitajatele



Simuna-Vaiatu piloot ehitamine

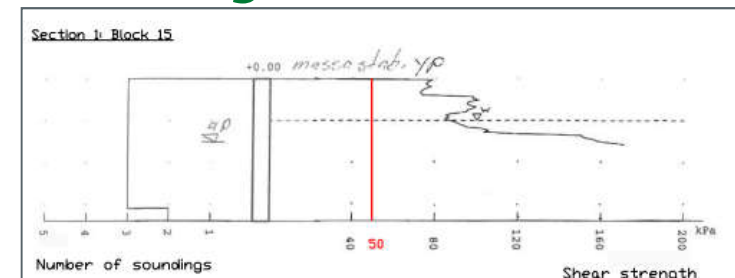
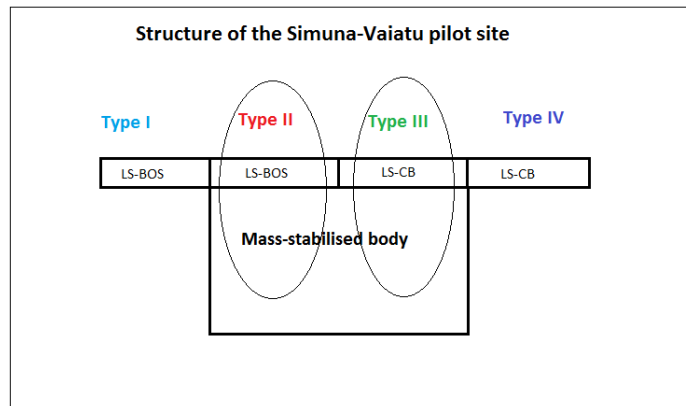
- Simuna-Vaiatu mass-stabiliseerimine
 - Lõigu pikkus– 500 m, sügavus – 4 m, stabiliseeritud turba maht – 10 800 m³





S-V piloot ehitamise näitajad

- S-V mass-stabiliseerimine
 - Nihketugevus: 60-120 kPa
- S-V kihtstabiliseerimine
 - Tee kandevõime: 187-288 MPa





Simuna-Vaiatu keskkonnaseire

Pinnavee, pinnase ja floora monitooringud

- Mõõtmised
 - Anioonid (kloor, fluoriid, sulfaat)
 - Jälgelemendid (sh prioriteetsed ained Pb, Hg, Cd, Ni)
 - Indikatiivsed mõõtmised (pH, elektriline juhtivus, t)
 - Visuaalne ülevaade (floora)



Põletatud põlevkivi teede ja sadama rajatiste ehituses



- Sideaine pehmete pinnaste tugevdamiseks
- 5 aasta perspektiiv ~ 300 000 t
- Vastavuse kontroll EN-13282 – 2 – normaalselt kivistuv tee sideaine

Tuha granuleerimine põllumajanduse kasutamiseks



- Toodeti erineva suurusega graanuleid
- CFB tuhk sobib granuleerimiseks kõige paremini

CFB ash	range	average hardness	granulation liquid
1	5 – 6 mm	23,9 N	water
6	3 – 4 mm	21,3 N	water
13	3 – 4 mm	11,0 N	CMC-solution (2,5 %)
16	3 – 4 mm	15,9 N	water



Adsorbendi tootmine



1 etapp –
graanulite tootmine



2 etapp –
adsorbendi tootmine ja
fenoolide eemaldamine

Põlevkivituhk kui täitematerjal plastides

- Palju odavam võrreldes kriidiga
- Tõstab materjali temperatuuristabiilsus (isolatsioonimaterjalides)
- Paraneb komposiiti soojusjuhtivus
- Naturaalne UV kiirguse stabilisaator



ATI Profiil
Factory of plastic profiles


**TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL**
1918

Tuhka saab kasutada pakenditööstuses: kiled, anumad, pakkelindid), ehitusmaterjalide tootmises (PVC torud, kaablid, ehitusprofiilid), autotööstus, muu keemiatööstuses (liimid, värvid)

CO₂ sidumine, karboniseeritud tuha kasutamine

- CO₂ sidumine – 9-30%
- Enefit tuhagranuleerimine- täitematerjal kergbetoon plokkide tootmiseks



1918

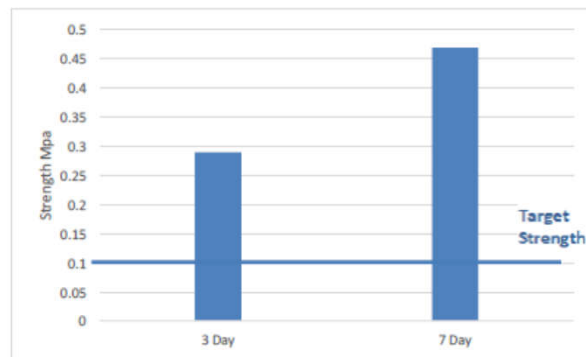


Figure 5: Compressive strength of Oil Shale Ash Aggregate



20



Tänan!

Arina Koroljova

Tehnoloog

Primaarenergia osakond, Energiakaubandus

Eesti Energia AS

+372 71 67 095, +372 5373 2277

Skype: arina.koroljova

arina.koroljova@energia.ee

www.energia.ee

