

Tuhkat urbaanissa uusiokäytössä

(energian tuotannon lento- ja pohtatuhkat)

Juha Forsman, Ramboll Finland Oy

Vihreä kaupunki ja kiertotalous webinaari

1.9.2020 klo 9:35-10:00

RAMBOLL



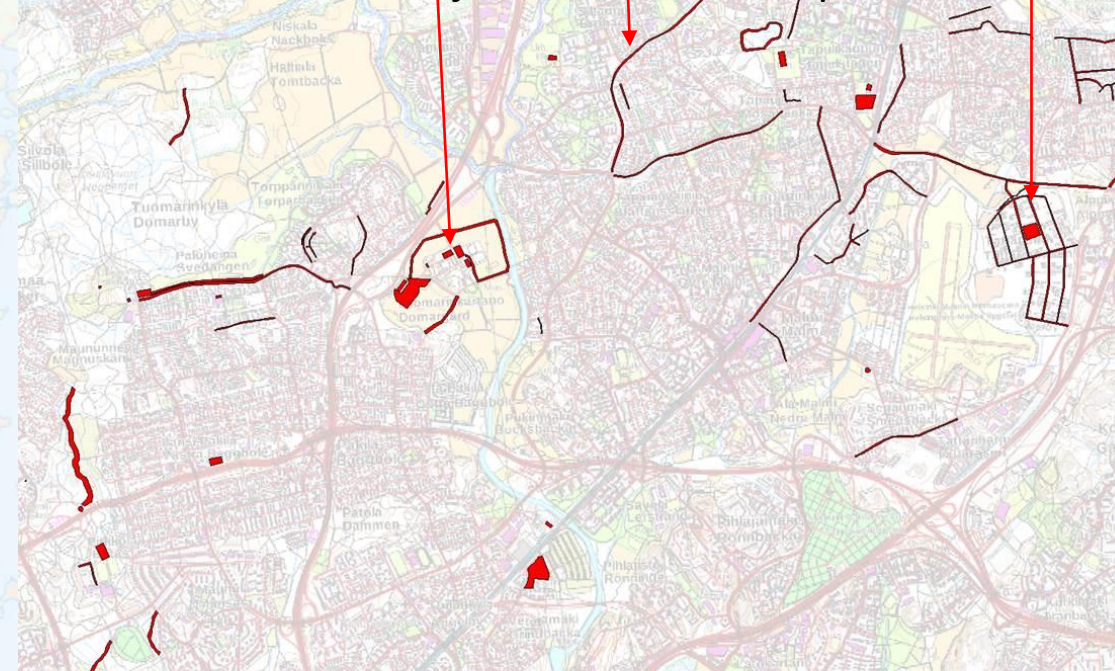
UUMA3

Tuhkat **urbaanissa** uusiokäytössä

Urbaani = myös “esikaupunki”?



Toteutettuja tuhkarakenteita paikkatiedossa



Sisältö:

1. Tuhkien ominaisuuksia

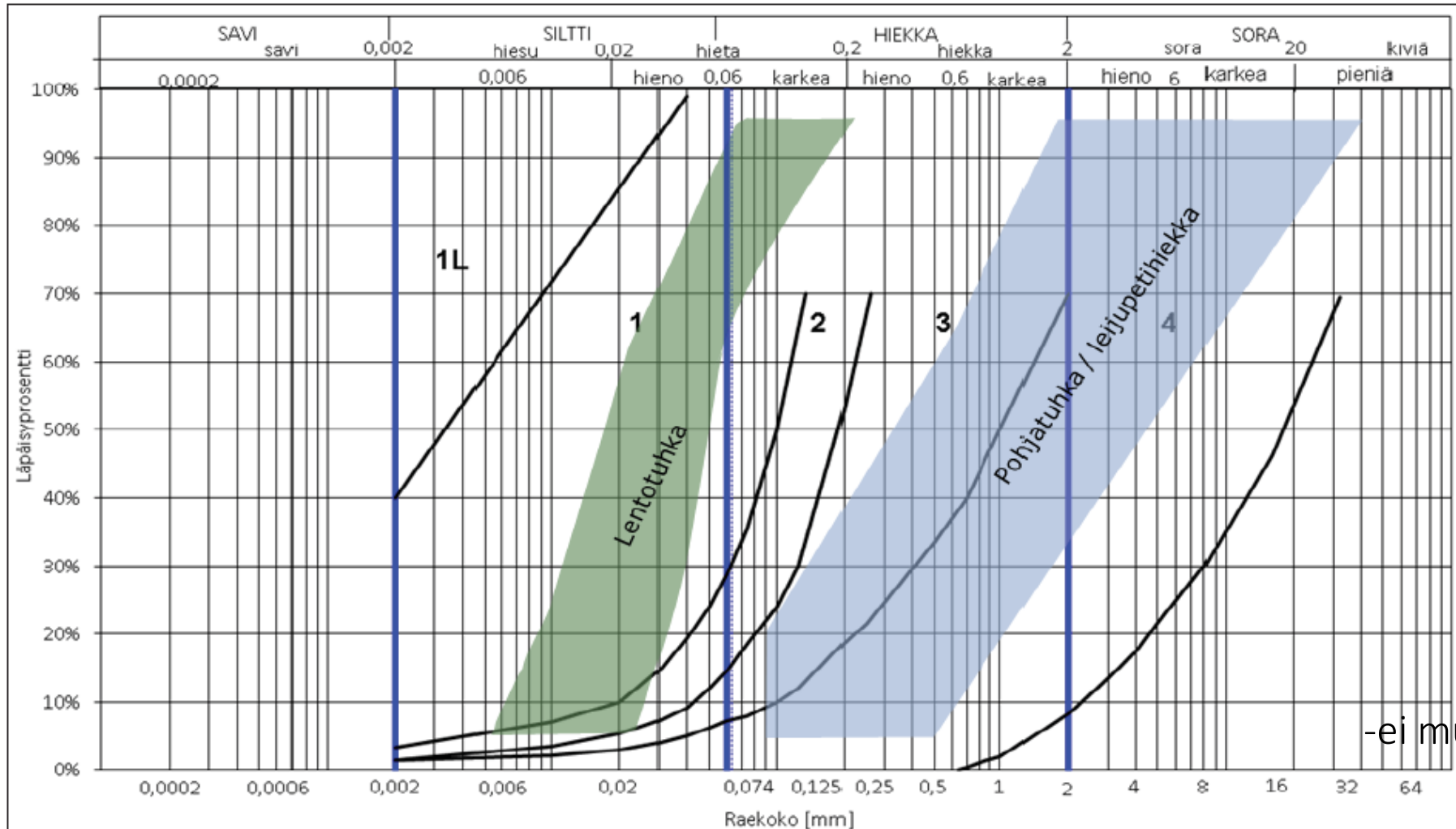
2. Tuhkien käytön ja tutkimuksen historiaa Suomessa

3. Tuhka päällysrakenteissa, pengertäytöissä, yms.

4. Tuhka stabiloinnin sideaineena

5. Yhteenveto

METSÄ- JA ENERGIATEOLLISUUDEN TUHKIEN RAKEISUUKSIA



Kuva 4.1 Tuhkien rakeisuuksien tyypilliset vaihtelualueet. Rakeisuuteen perustuvan routivuusaluekäyrästä (1L, 1–4) määrittelemää viitteellistä routivuusarviota voidaan soveltaa pohjatuhkalle ja leijupetihiekalle, mutta ei lujittuneelle lentotuhkalle. Alueelle 1 sijoittuvat maa-ainekset luokitellaan routiviksi. Alueiden 2–4 materiaalit ovat routimattomia, mikäli käyrät eivät leikkaa vasemmanpuoleista rajakäyrää.

Lentotuhka

- rakeisuus "siltti"
- lujittuva (siilo/kasa)
 - routaa eristävä
- huonosti vettä läpäisevä
 - MARA-materiaali

Pohjatuhka, Leijupetihiekka

- rakeisuus "hiekkä"
- ei lujitu
 - routaa eristävä
 - vettä läpäisevä
- MARA-materiaali

Rikinpoiston lopputuote

- ei MARA-materiaali

Pohjakuona

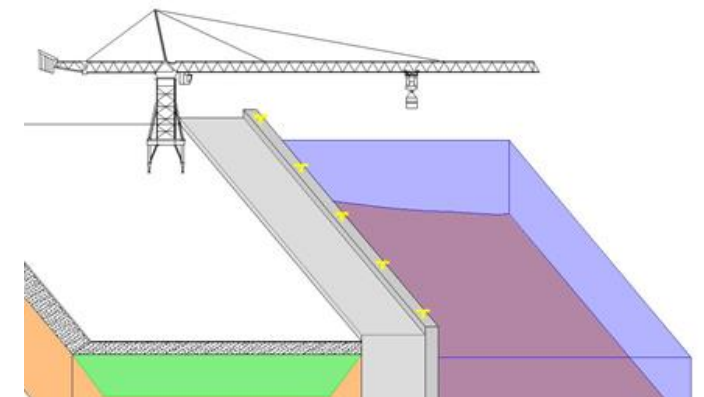
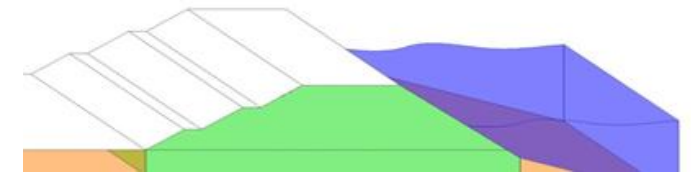
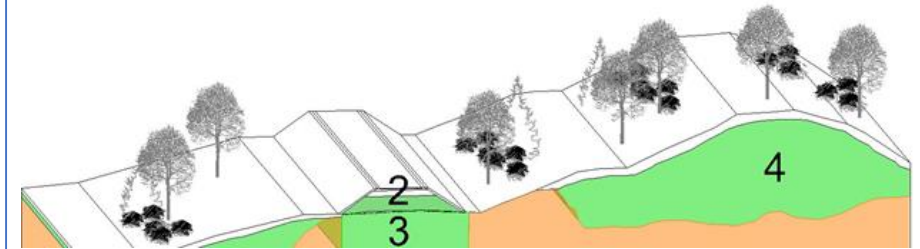
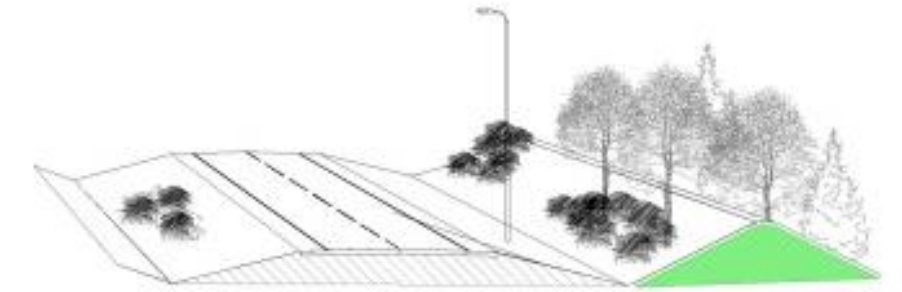
-ei muodostunut 1990-luvun jälkeen

Infra 062-710191

OHJEET
elokuu 2018

Infran rakennuskohteita, joissa tuhkia mahdollista hyödyntää mm.:

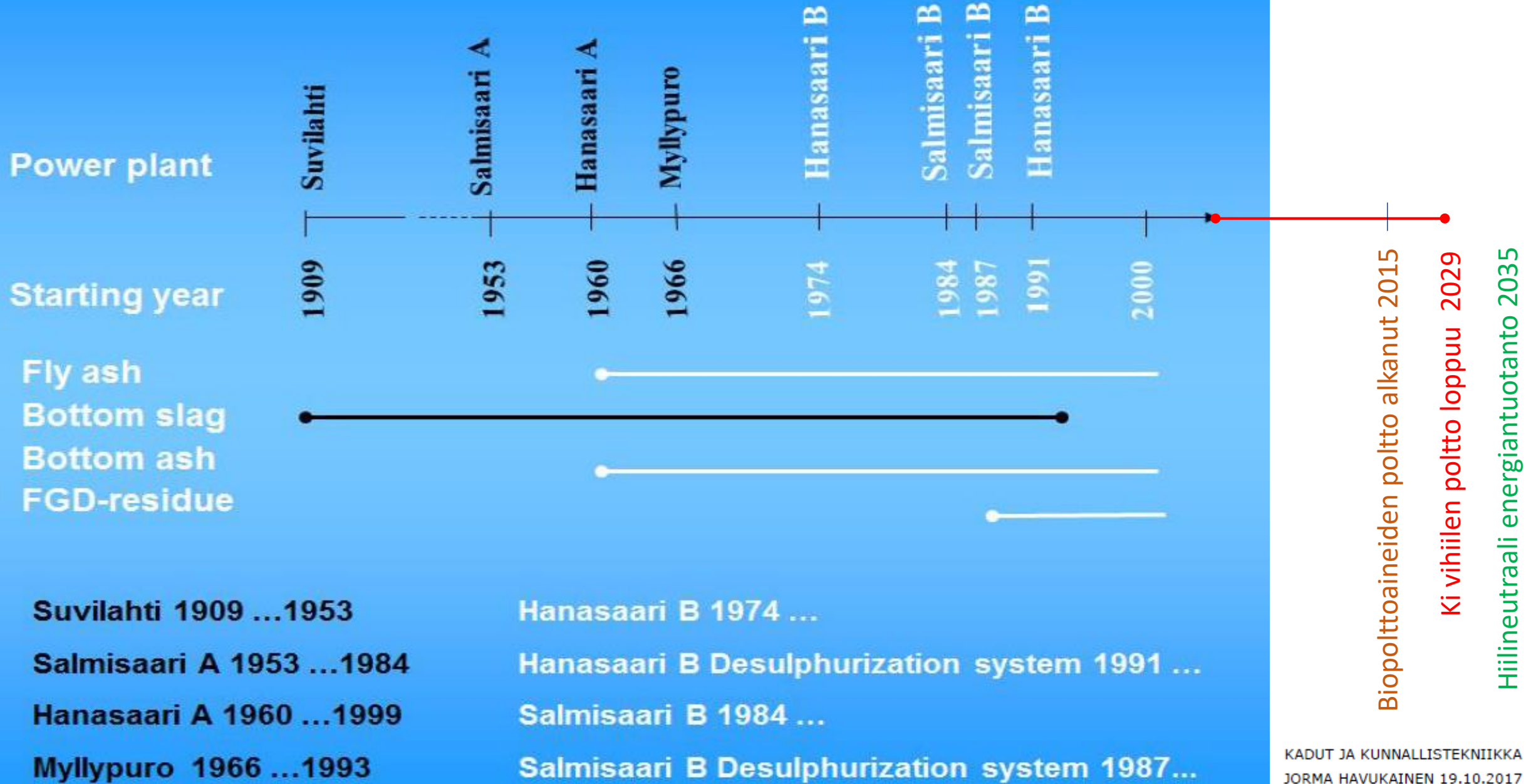
- liikenneväylät (tiet, kadut, raitit)
- kunnallistekniikka ja aluerakentaminen
- satamat
- maisema- ja viherrakentaminen
- ulkoliikuntapaikat
- teollisuuden ja kaupan alueet
- suojarakenteet (mm. meluvallit)
- tulvasuojelurakenteet
- jätehuoltoalueet
- pohjarakenteet ja pohjanvahvistukset



Sisältö:

1. Tuhkien ominaisuuksia
- 2. Tuhkien käytön ja tutkimuksen historiaa Suomessa**
3. Tuhka päällysrakenteissa, pengertäytöissä, yms.
4. Tuhka stabiloinnin sideaineena
5. Yhteenveto

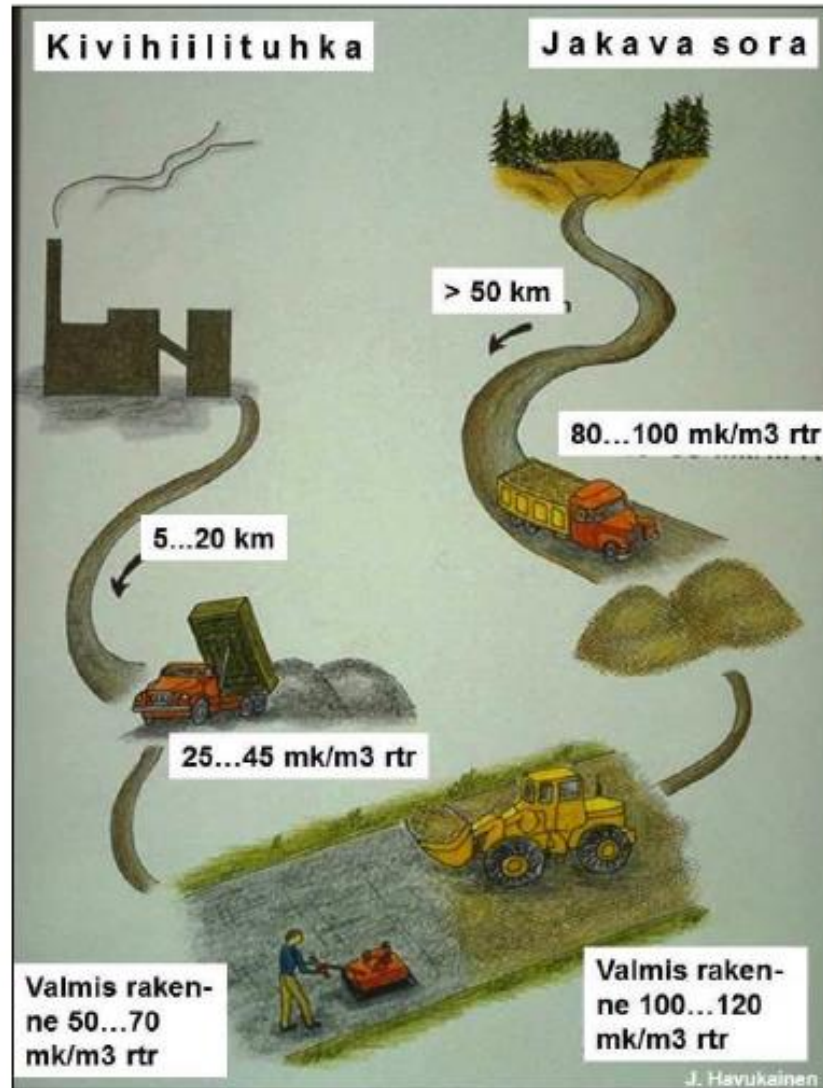
KIVIHIILEN POLTON HISTORIA HELSINGISSÄ



Tuhkat infrarakenteissa, tutkimus Suomessa 1960-2010 -luvulla:

- 1960 Helsingin Hanasaaren kivihiilivoimalaitoksen tuhkien hyödyntämiskokeilu täyttörakenteissa
- 1972 Salmisaaren hiilikentän pohjarakenne
- 1970-80 -lukujen vaihde – VTT, laaja tuhkaselvitys
- 1979-1987 - Helsingin kaupunki, kivihiilen tuhkien hyötykäyttöselvitys (tuhkaa hyödynnettiin n. 400 000 m³):
 - 1979 HKI GEO: *“Voimalaitostuhkan ja polttolaitoskuonan hyötykäyttö rakentamisessa”*
 - 1983 HKI GEO: *“Kivihilituhkan hyötykäyttöselvitys kunnallistekniikassa”*
 - 1987 HKI GEO Tuhkaprojektin loppuraportti: *“Kivihilituhkan käyttökokemukset kunnallistekniikan maarakenteissa”*
- => 1998 mennessä yli 210 kpl tiedossa olevaa tuhkien hyötykäyttökohdetta Helsingissä
- 1990-2010 Uusia tutkimus- ja ohjeistamisprojekteja
 - “Tuhkat hyötykäyttöön”, SIHTI, FINCAO, UUMA 1, 2 ja 3, MARA, Infra ohjekortti, ...

HELSINGIN KAUPUNGIN TUHKAPROJEKTI 1979...1983



Tutkimukset
laboratoriossa
ja kentällä

Koerakentaminen



Rakentaminen

Kivihiilituhkan käyttö maarakentamisessa

TEKNISET OHJEET



Helsingin kaupungin kiinteistövirasto
GEOTEKNINEN OSASTO

Taloudellinen, tekninen ja
ympäristöllinen motiivi

SYITÄ TUHKARAKENTAMISEN HIIPUMISEEN 1980-LUVUN LOPULLA

- Helsingin kaupungin tuhkaprojekti oli saatu päätökseen ja pallo oli jätetty muille
- Muutamat epäonnistuneet kohteet mustamaalasivat tuhkarakentamista syyttä suotta; eräät toimijat rakensivat omin päin virheellisesti lentotuhkaväyliä ja kenttiä ilman suunnittelua.
 - Esim. 1 m kerroksena vain pinnalta tiivistetty lentotuhkakerros imi vettä itseensä, jäätyi ja keväällä sulamisen jälkeen velliytyi.
- Aika ei ehkä ollut vielä kypsiä uusiorakentamiselle
- Energialaitosten oli helpompi toimittaa lentotuhka tasaisesti ja varmasti lentotuhkaa tarvitsevan sementtiteollisuuden kanssa
- Ympäristötietoisuus ja ympäristöriskien pelko lisääntyi; alan tehokas tutkimus oli vasta käynnistymässä
- Takapakkia aiheuttivat myös eräät väärinkäsityksiin perustuneet virheelliset lausunnot, jotka myöhemmin peruttuna eivät enää saaneet julkisuutta

Sisältö:

1. Tuhkien ominaisuuksia
2. Tuhkien käytön ja tutkimuksen historiaa Suomessa
- 3. Tuhka päällysrakenteissa, pengertäytöissä, yms.**
4. Tuhka stabiloinnin sideaineena
5. Yhteenveto

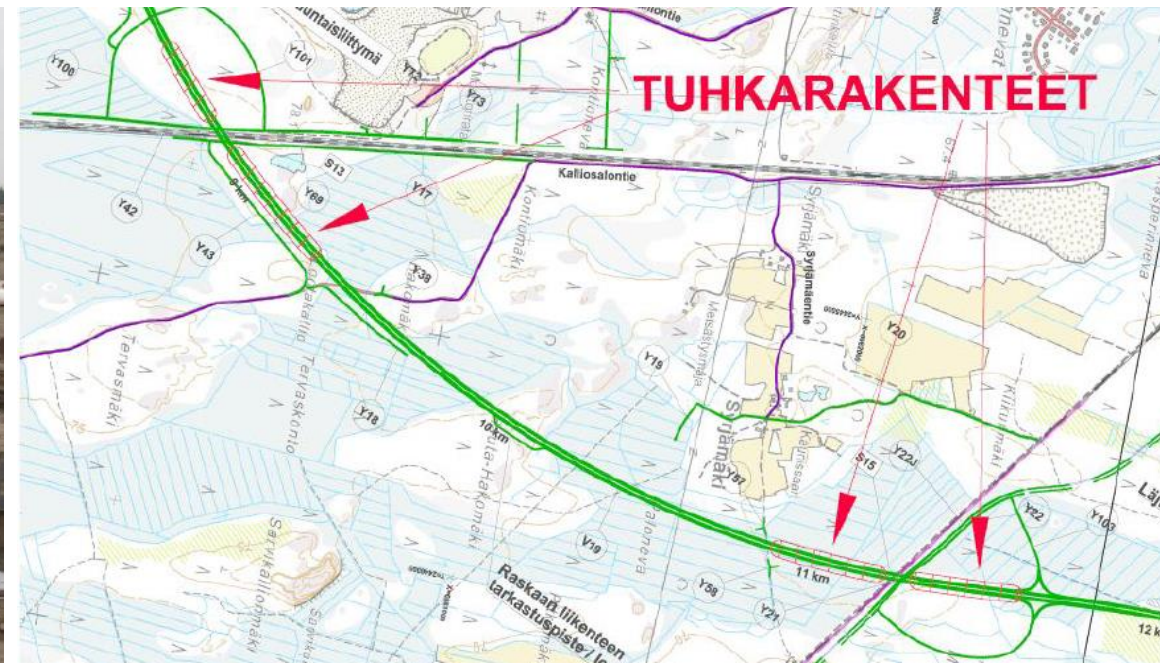
VT 19 SEINÄJOEN ITÄINEN OHIKULKUTIE 2014

- Aloite tuhkien hyödyntämiseen tuli alueen voimalaitoksilta. Toimittajilta yhteydenottoja urakoitsijaan jo tarjousvaiheessa.
- Urakan aikana Liikennevirasto antoi luvan tuhkien käyttöön, mutta ei rakennekerroksissa, vaan penkereissä
- Penkereiden päälle on rakennettu täydet rakennekerrokset
- Ympäristöluvut haettiin voimalaitosten toimesta
- Neuvottelut syksystä 2013 alkaen, ympäristölupahakemus 03/2014 ja ympäristölupa 08/2014
 - Routakallion tiepenkereet; lupa 76 000 tn, tehtiin 5465 tn
 - Matalamäen tiepenkereet; lupa 56 000 tn + 4 000 tn, tehtiin 59616 tn



Kivihiilen polton lentotuhkaa (Kristiina ja Vaasa)

Turpeen polton lentotuhkaa (Kerusneva)



KEVYENLIIKENTEEEN RAMPPI, HELSINKI (METSÄLÄ 1981) (tai 1985?)



Kuvat ©2019 Google.

Tuhkalla rakennettuja kohteita, Karpalotie, Helsinki, 1981-82

Karpalotie, Kurkimäki
 - year of construction 1981
 - the length about 200 m
 - bottom ash and fly ash
 total amount ~ 10 000 tons

Taulukko 3.2 Karpalotiellä tehdyt kantavuusmittaukset.

Ajankohta	Ikä	Kerros	Menetelmä	Kantavuus [MPa]
8/1983	1 vuosi	AB (5 cm)	Levykuormituskoe	231
6/1996	14 vuotta	AB (15 cm ?)	Levykuormituskoe	191
10/2000	18 vuotta	AB (15 cm ?)	Pudotuspainokoe	363

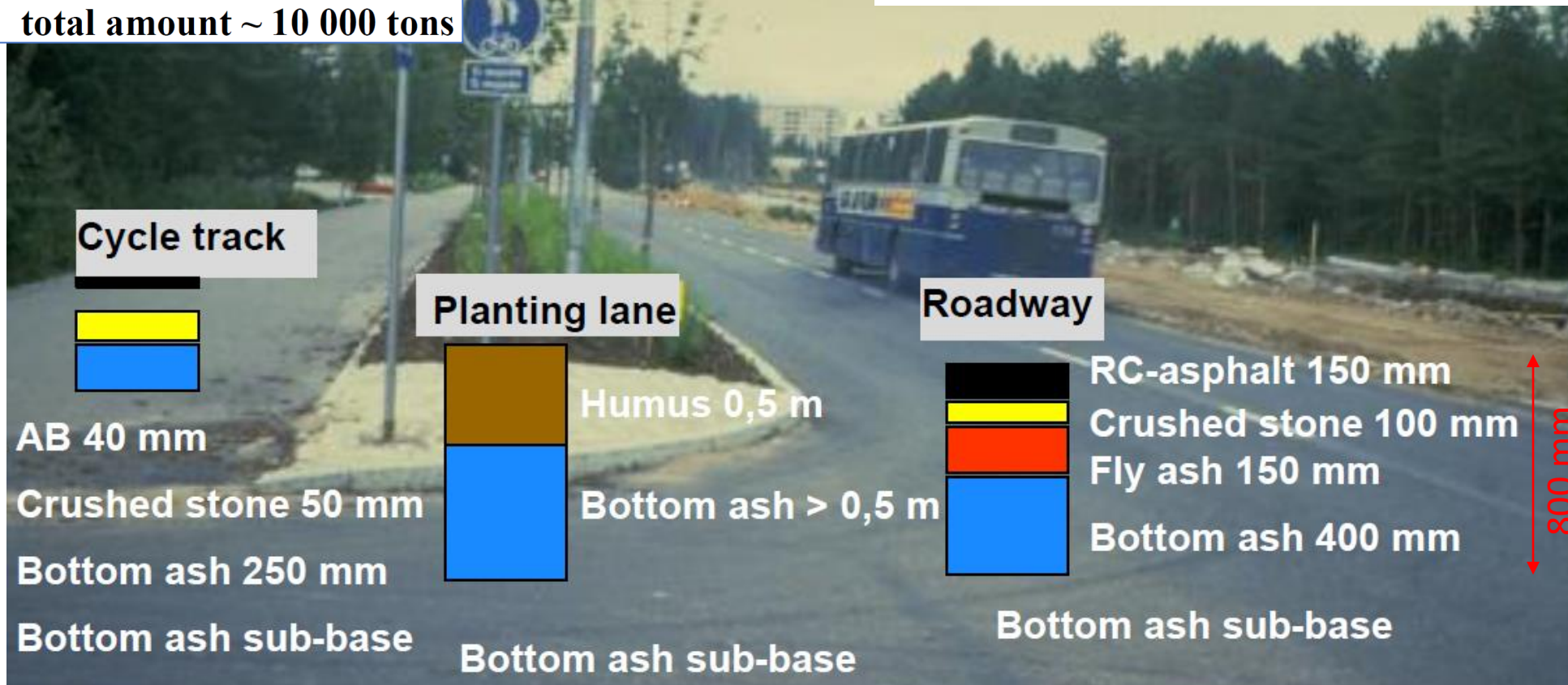


Figure 7. An example of road construction made of recycling materials. The road has served nearly for 20 years in eastern part of Helsinki. The bearing capacity has met the requirements of heavy traffic. The long term behaviour of the road has been excellent.

Sisältö:

1. Infran rakennuskohteet, rakenteet ja rakennusosat
2. Tuhkien käytön ja tutkimuksen historiaa Suomessa
3. Tuhkien ominaisuuksia
4. Tuhka päällysrakenteissa, pengertäytöissä, yms.
- 5. Tuhka heikkolaatuisten maa-ainesten jalostamisessa**
6. Yhteenveto

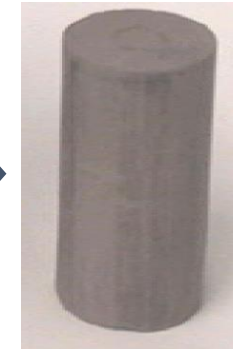
PEHMEIDEN MAIDEN STABILOINTI



clay



binder



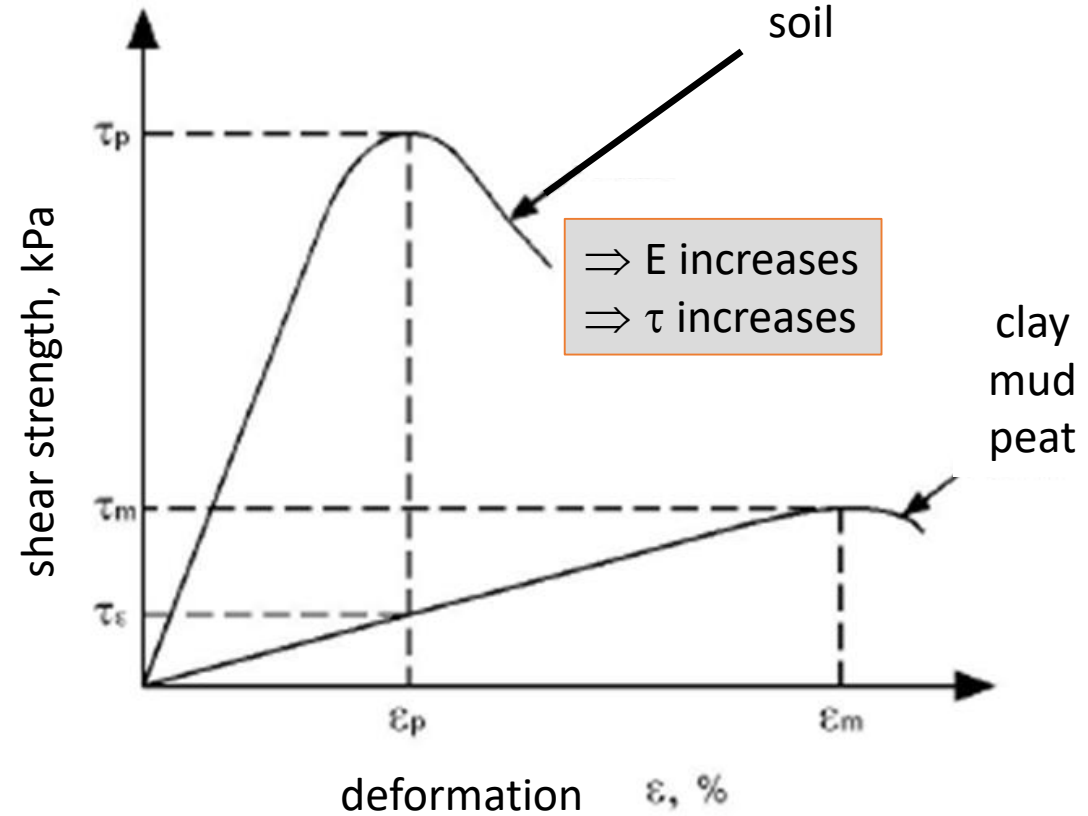
stabilised soil



mud

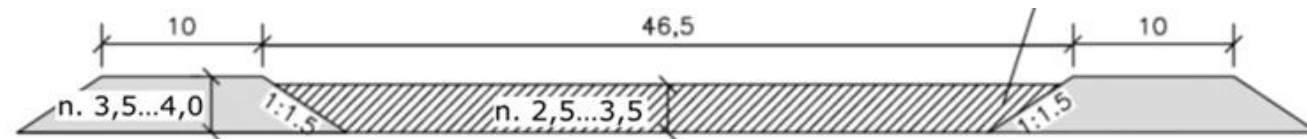
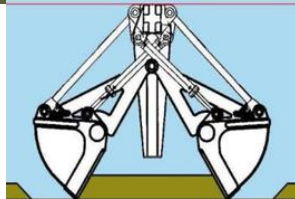
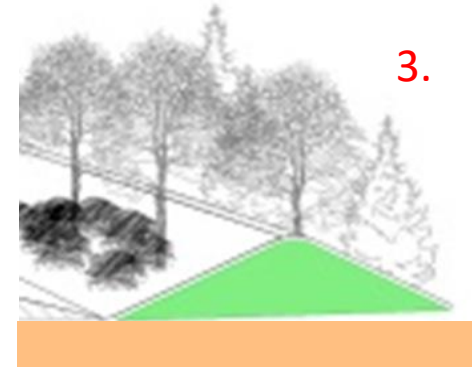
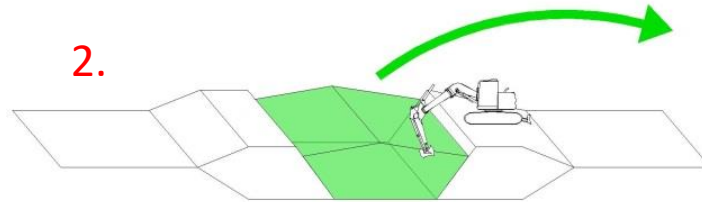
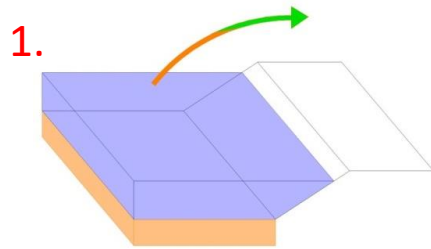


peat

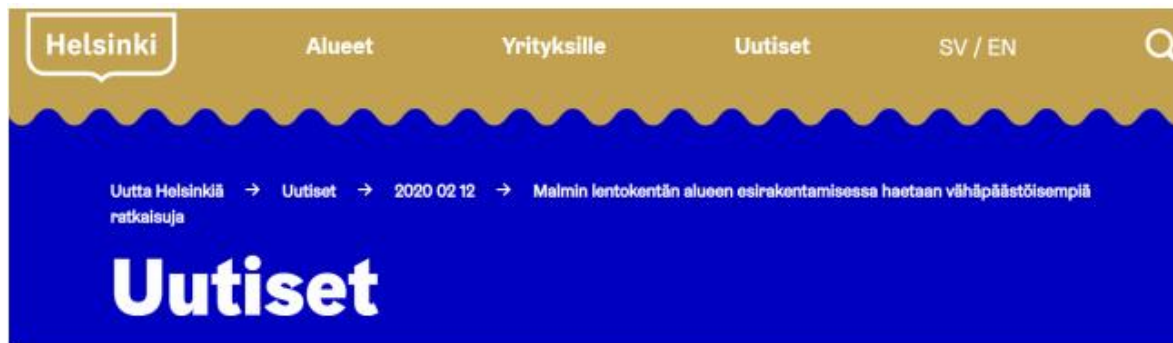


RUOPPAUSMASSOJEN "JALOSTAMINEN" JÄTKÄSAARESSA TUHKASIDEAINEILLA

1. Dredging (contaminated or non-contaminated),
2. Disposal material to basins + mass stabilisation and
3. Utilization of the hardened soil in earth construction



MIKSI "VÄHÄHIILISIÄ" SIDEAINEITA SYVÄSTABILOINTIIN ?



Malmin lentokentän alueen esirakentamisessa haetaan vähäpäästöisempiä ratkaisuja

Malmin lentokentän alue

12. helmikuuta 2020



Syvästabiloinnin sideaineiden valmistuksen päästöjen osuus lasketuista esirakentamisen päästöistä **95 %!**

Malmin lentokentän alueelle on tehty esirakentamisen alustava hiilidioksidin päästölaskenta, joka noudattaa eurooppalaisia kestävästä rakentamisesta koskevia standardeja. Päästölaskelma perustuu vuonna 2017 laadittuun alustavaan esirakentamissuunnitelmaan. Laskelma on tehty nykyisin esirakentamisessa yleisesti käytettävien materiaalien ja pohjarakennus- ja pohjanvahvistusratkaisuin. Näin laskettuna esirakentamisen päästöiksi aikavälillä 2020-2050 saadaan 340 milj. CO₂-kg.

Laskelman perusteella päästölähteistä merkittävin on syvästabiloinnin sideaineen valmistus, jonka osuudeksi päästöistä on arvioitu n. 95 %. Sideaineeksi laskelmassa on oletettu kalkin ja sementin seos, jota on käytetty Suomessa syvästabiloinnissa 1980-luvulta saakka. Syvästabiloinnissa lujitetaan savikerrosta siten, että se ei painu haitallisesti käytön aikana. Muita laskelmassa huomioituja päästölähteitä ovat teräsbetonaalut, paalulaatta, massanvaihto, kaivut ja täytöt.

Esirakennettava alue 260 ha
Rakentaminen n. 2020-2050
Savikon paksuus on n. 2-20 m

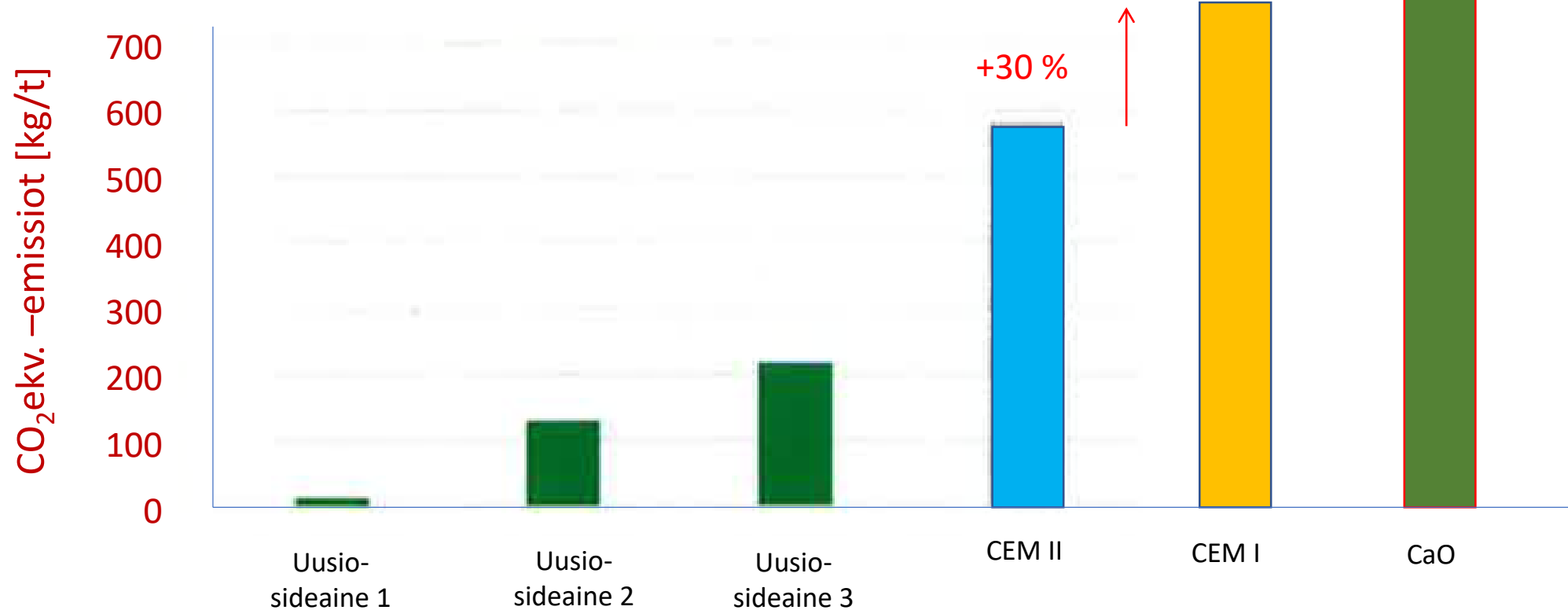
STABILOINNIN SIDEAINEIDEN PÄÄSTÖKERTOIMIA

CaO (poltettu kalkki, suomalainen)

CEM I (Portlandsementti, suomalainen)

CEM II (Plussementti, suomalainen)

Uusiosideaineissa 1, 2 ja 3 tuhkan osuus on merkittävä



SYVÄSTABILOINNIN SIDEAINEVAIHTOEHTOJA

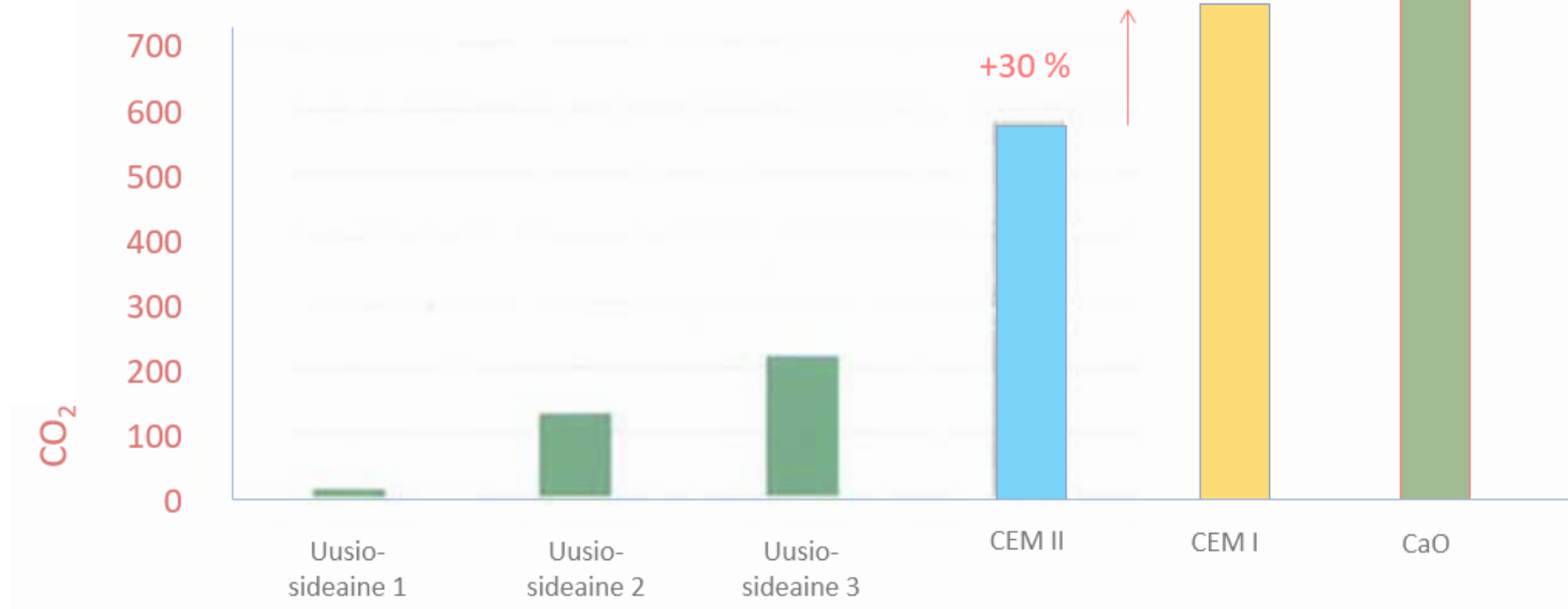
Uusiomateriaalien osuus Suomessa käytettävissä syvästabiloinnin sideaineissa vaihtelee välillä 0–100 %, esim.

- **CaO+CEM I** - uusiomateriaalien osuus 0 % (*)
- **Nordkalk GTC** - uusiomateriaalien osuus 40-45 % (**)
- **Ecolan Infra Stabi 100** - uusiomateriaalien osuus 100 % (***)

* CaO+CEM I seos on EU:n päästökaupan ulkopuolelta

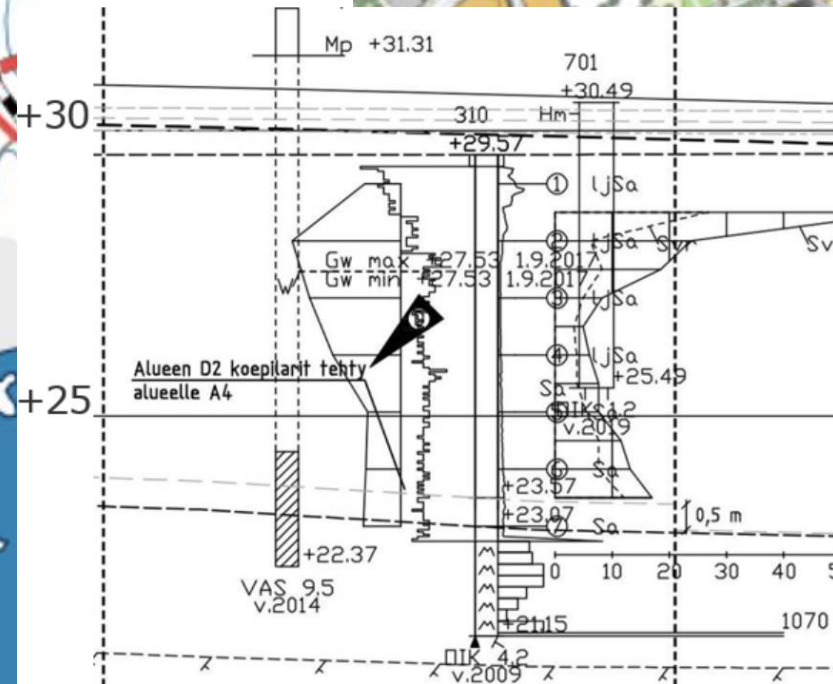
** Nordkalk GTC on ollut käytössä vuodesta 2007 ja sitä edeltänyt FTC 90-luvulta

*** Ecolanin Infta Stabi sideaineet ovat EoW-käsittelyssä (valmistunee v. 2020 aikana ?)



KUNINKAANTAMMI, HELSINKI, KOESTABILOINTI, 05/2020

Kuninkaantammi



YHTEENVETO:

1. Lentotuhkalla ja pohjatuhkalla maarakentamisesta on yli 40 v. kokemus Suomessa
2. Lentotuhkalla pengertäyttöjen ja vallien rakentaminen on yksinkertaista, päällysrakenteen (mm. jakava kerros) rakentaminen on vaativampaa
3. Pohjatuhkalla ja leijupetihiekalla rakentaminen on yksinkertaista
4. Tarvitaan toimijoita, jotka huolehtivat tuhkien tuotteistamisesta, tuotekehityksestä, laadunhallinnasta, logistiikasta, yms.
5. Tuhkien sideainekäytöstä on hyviä kokemuksia heikkolaatuisten maa-ainesten jalostamisessa (“syvästabiloinnissa”) ja päällysrakenteen stabiloinnissa 1990-luvulta alkaen

KIITOS!

+
Koestabiloinnin ja tulosten raportointi:

DI-työ ”*Uusiosideaineet pilaristabiloinnissa,
Kuninkaantammen koestabilointi*”

Tytti Nguyen

työ valmis 12/2020

Kuvassa keskellä koestabilointialue



UMA3