

Turun AMK, savituotteet

- Turun AMK:n projektiryhmä:
 - Hanna Hänninen, Emilia Suvanto, Jarno Pusa, Kemianteekniikka
 - Maarit Järvinen, Liisa Larkela, Maarit Puurunen, Rakennustekniikka
- Ylijäämäsavien hyödyntäminen
- Savien osuus mahdollisimman suureksi
- Muita sivuvirtoja mukaan
- Infrarakentamisen näkökulma
- Talorakennuksessa käytettävät tuotteet
- Tuote- ja ympäristöturvallisuuden varmistaminen

Sovellukset: polttamattomat savitiilet

Kolmesta ylijäämäsavesta lyötiin käsin tiiliä.
Tiilerin "poltettu" savijauhe vertailuna.
Runkoaineena kokeiltiin myös kierrätystuotteita.
Tiilistä määritetyt puristuslujuudet vaihtelivat:

MPa	Sora	Murske	Tiilimurske	Betonimurske
Pukkila	5,6	4,6	5,7	1,7
Fuuga	3,5	4,1	3,8	2,4
Fuuga neutr.	2,8	2,6	4,4	2,0
Tarvasjoki	2,7	3,3	2,0	1,4



- Kaikista savista pystyi tiiliä tekemään.
 - Kaivuusavista massan sekoitus jopa helpompaa kuin kuivatusta tehdassavesta.
 - Märän saven hyödyntäminen säästäisi runsaasti energiaa
 - Mutta haasteina laadunhallinta, kuivumisaika, tiilien säänkestävyys eli ei ulkokäyttöön!
- Onko kysyntää?

Poltetut savitiilet ylijäämäsavesta

Poltetut tiilet voitaisiin myös tehdä ylijäämäsavesta hyvän peltosaven sijaan. Säästyisi viljelymaa ja nämä savet kuitenkin jo rakentamisen tieltä kaivetaan.

Tiileri on käyttänyt koeluontoisesti Kemiöstä työmaalta kaivettua ylijäämäsavea. Joitakin AMK:n savinäytteitä lähetettiin Laatu- & Ympäristöpäällikkö Ulrika Theqvistille Mjösundin tehtaalle. Hän teki niille polttokokeita, joilla mm. selvitetään savien soveltuvuutta poltettujen tiilien valmistukseen. Kuivumis- ja polttokutistuman perusteella Itäharjun savi ja Torppala 1 olivat lähinnä soveliaita.



Laasteista tulee Suveka puhumaan lisää.

Erilaisia laastikokeita on laboratoriossa tehty paljon. Niiden avulla on yritetty löytää ne saven ominaisuudet, joiden perusteella kaivetuista savista voitaisiin pikatestein määrittää ovatko hyviä rappaukseen vai eivät.

Kaikista savista jonkinlaisen reseptin saa sopivalla kiviainesmäärällä ja vaikka kuituja käyttäen, mutta tuloksista emme ole ainakaan vielä löytäneet kaikkia tekijöitä, mitkä vaikuttavat mm. kutistumaan, halkeiluriskiin ja tartuntaan. Dataa on paljon vielä analysoitavaksi.



Laasti 2	w	%	Savi (150g)	Vesi (g)	750g kivi			lisätty vesi (g)	vesi yht (g)	w	%
					0,1...0,6 (40%)	0,5...1 (30%)	1...2 (30%)				
Herttuankulma	0,46	46,37	280	130	300	225	225	40	169,67	0,54	54
Itäharju 15.2	0,44	43,92	267	117	300	225	225	0	117,45	0,56	56
Itäharju16.2	0,28	27,62	207	57	300	225	225	35	92,24	0,72	72
Kirstinpuisto	0,44	43,54	266	116	300	225	225	5	120,65	0,56	56
Pukkila 12.9	0,25	25,47	201	51	300	225	225	30	81,26	0,75	75
Pukkila 15.9	0,40	40,10	250	100	300	225	225	0	100,43	0,60	60
Satama	0,24	24,31	198	48	300	225	225	35	83,18	0,76	76
Tiilerin jauhe	0,05	5,05	158	8	300	225	225	30	37,97	0,95	95
Tiileri peltosavi	0,07	6,65	161	11	300	225	225	50	60,68	0,93	93
Torppala 1, talvehtinut	0,27	27,15	206	56	300	225	225	30	85,91	0,73	73
Torppala1, vanha	0,34	33,97	227	77	300	225	225	30	107,18	0,66	66
Torppala 2, talvehtinut	0,36	35,87	234	84	300	225	225	60	143,90	0,64	64
Torppala 2, vanha	0,55	55,47	337	187	300	225	225	30	216,86	0,45	45

Laatat



Komponenttien
sekoitus



Ensimmäiset saviseokset kuivuneina



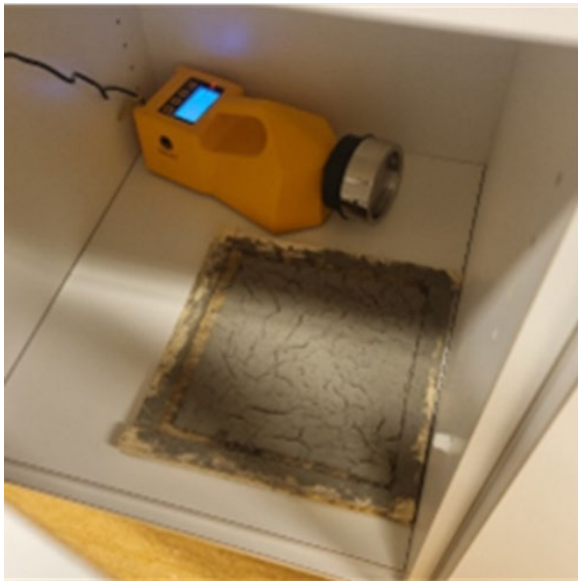
Savilaattojen kutistuman ja
halkeilun testaus



Paras laatta:
60 % poraustuhkaa
38,5 % savea
1,5 % tekstiilikuitua

Saven käyttö sisätiloissa, mikrobit

- Pintasivelynäytteet
- **Sisäilmamittaukset**



Mikään yksittäin seosten komponentti (savi, poraustuhka, tekstiilikuitu) ei tulosten perusteella vaikuta lisäävän ilmanäytteiden pesäkemääriä systemaattisesti.

Tulosten perusteella savilaatat eivät aiheuttaneet huomattavia homesienipitoisuuksia ilmassa.

PCA-maljoilla on myös huomattavan matalia mikrobipitoisuuksia, jotka eivät viittaa savilaattojen vaikuttavan haitallisesti ilman mikrobistoon tässä koejärjestelyssä.

Kun verrataan Tiilerin ja Torppalan savista valmistettujen laattojen ilmanäytteitä ei pesäkemäärissä huomata mitään systemaattista eroa, joka erityisesti suosisi toista.

Mikrobien tunnistus: tulokset eivät olleet yksiselitteisiä



Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV

Savea testattiin myös fillerin korvikkeeksi betoniin. Hienosta kiviaineksesta alkaa olla pulaa kasvukeskuksissa, joten voisiko joko kuivattua, jauhettua savea tai jopa märkää savea käyttää betonin valmistuksessa? Nämä kokeet kesken. Sekoitukset laboratorioissa ja kappaleet onnistuivat hyvin.

Savista on tehty (Biodemo) kevytsaviharkkoja



Muualla tehty mm.

- lattiaita
- "taloja"
- palosuojalevyjä ja yleensäkin savea voi käyttää palosuojaukseen (harkon polttoakin kokeiltu) (palosuojalevyissä hieman isompi savimenekki)

Ylijäämäsavien käyttö talonrakennuksessa?

Haasteina

- saven ominaisuuksien selvitys ennen kaivuutöitä
- laadun varmistus ja lajittelu kaivuun aikana
- samalla tontilla eri paikoissa, eri syvyyksissä hyvää ja huonoa
- talonrakennuksen tuotteisiin kuuluu "liian vähäinen savimäärä" eli ei auta huomattavasti ylijäämäsavivarastojen pienentämiseen
- haasteena ei sulfidit (?), koska ne voidaan neutraloida (säilyykö neutralointi?)
- haasteena kosteudenkestävyys
- hieno kvarsti?



Turun AMK – kuitusaven käyttö infrassa

- Yleistä saven ominaisuuksista
- Täyttömaan vaatimukset infrarakentamisessa
- Ominaisuuksien muokkaaminen kuidulla
- Kuitusaven ominaisuudet
- Mahdolliset käyttökohteet?

Luonnonsaven ominaisuudet

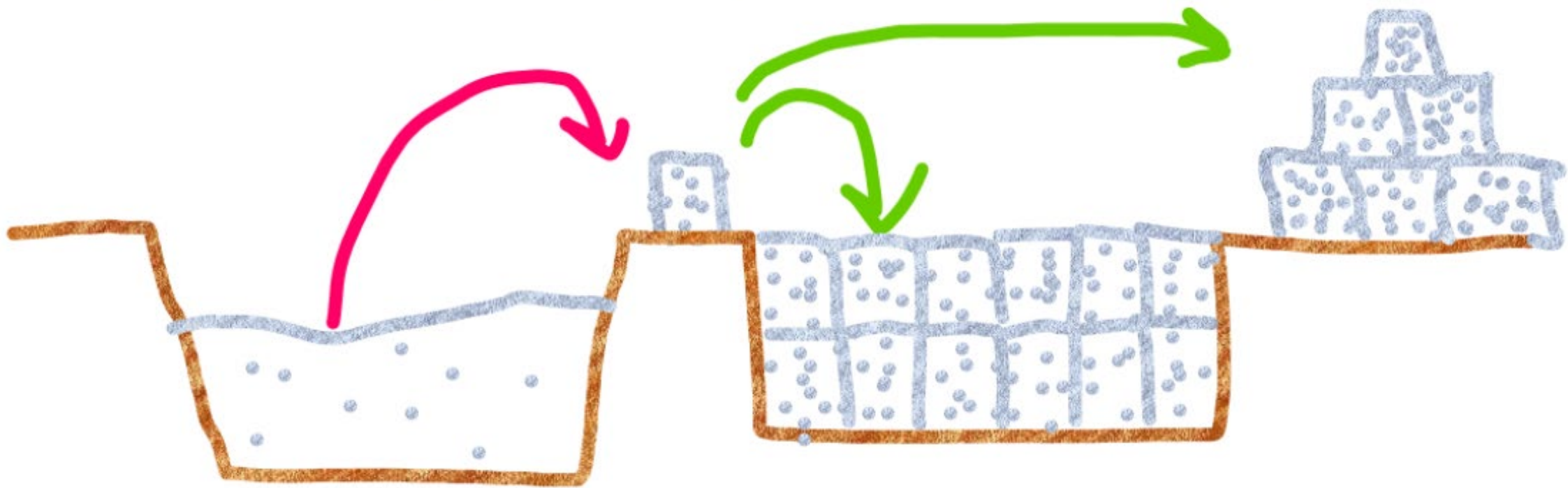
- Savi on **märkänä** huokoista, märän saven tiivistäminen koneellisesti ei mahdollista -> savi **painuu** kuormituksen alla
- Savi on **märkänä** erittäin **heikkoa** → savi murtuu kuormituksen alla
- Savi on **märkänä** **routivaa** → vaatii routaeristeen, ei voida jättää rakenteiden pintaan

--> Luonnonsavea ei voi käyttää täyttömateriaalina

Mitä ominaisuuksia täyttömaalta vaaditaan?

- Luja, tiivis tai tiivistettävä
- Riittävä kestävyys
- Vähäiset painumat

Päätavoite: savi takaisin maahan, ei kaatopaikalle



Savi halkeilee kuivuessaan



Saven ominaisuuksien muuttaminen seosainein?

- Betonimurske, betonimuje, tuhka,..

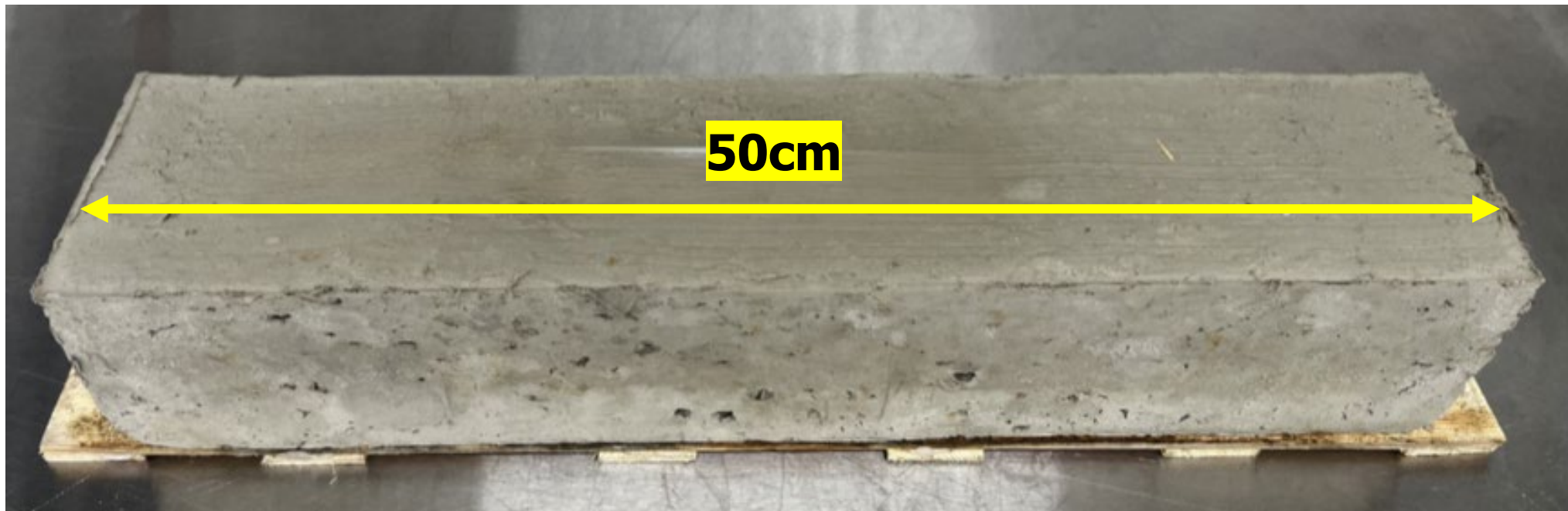
- **Kuidut:**

- Ruoko
- Kivivilla (leikkuujäte)
- Koirien trimmausjäte
- Kampaamojen hiusjäte
- Lampaanvilla
- **Tekstilikuitu**

--> **KUITUSAVELLA PARHAAT OMINAISUUDET**



Kuitusavi ei halkeile



**Kuitu kasvattaa saven vetolujuutta (estää kutistumishalkeilun)
Mahdollistaa suuren savimäärän käytön**

Kuitusavella saavutettuja lujuuksia

- **Puristuslujuus 5-10 MPa (leikkauslujuus n. 2500-5000 kPa)**
- Betonin puristuslujuus 30 MPa (suuruusluokka)

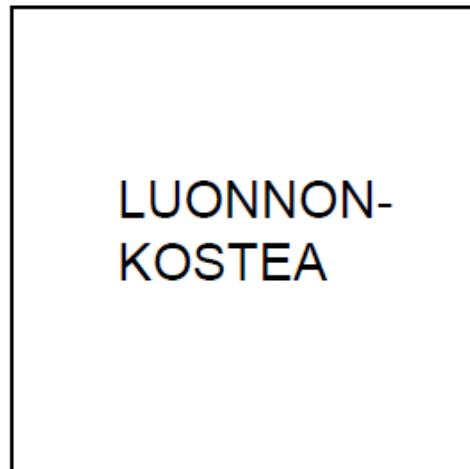
- **Vetolujuus taivutuksessa n. 0,5-1 MPa**
- Betonin vetolujuus 3 MPa (suuruusluokka)

- **Kuivatiheys n. 1600-1700 kg/m³, betonin n. 2400 kg/m³**

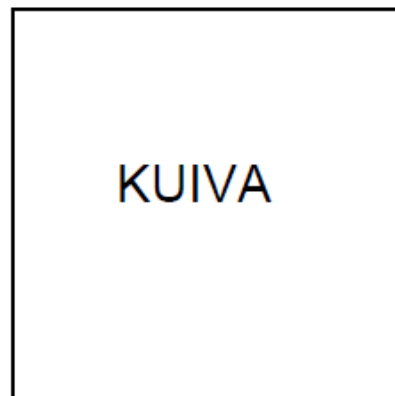
Kuitusaven käyttäytyminen eri sääolosuhteissa

ESIM. SAVI: HERTTUANKULMA, TURKU

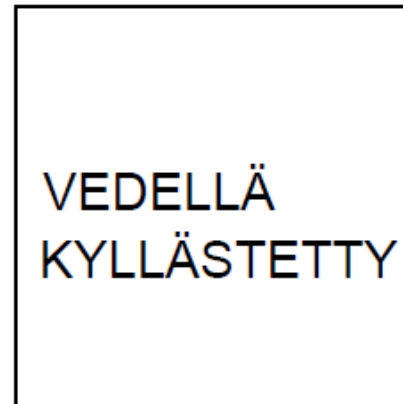
H=100cm



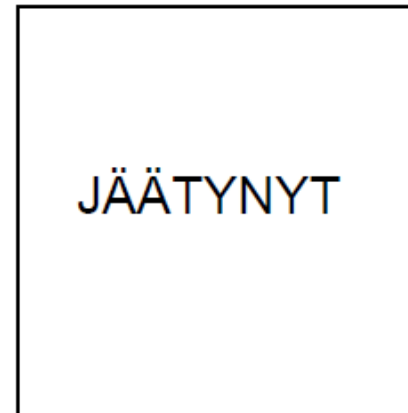
H=84cm



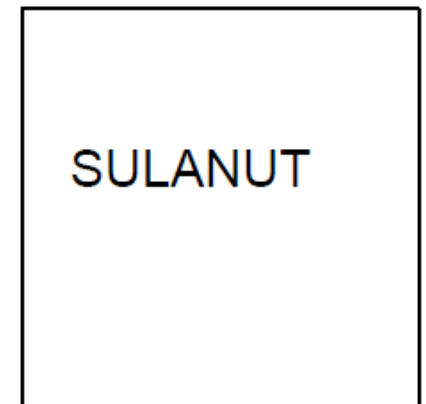
H=86,3cm



H=88cm



H=85,7cm



Turkulaisten kuitusavien testituloksia

- Kuitusaven testejä varten haettu savea n.15 eri kohteesta, eri puolilta Turkuu
- Kuitusaven ominaisuuksia testattu mm. yksiaksiaalisella puristuslujuuslaitteella ja ominaisuudet vastaavat alhaisimmillaankin kovaa kuivakuorisavea

Turvallisuus, sulfidisavet + runkoaineet

- raaka-aineiden kokonaispitoisuudet
 - happamuus, metallit, anionit (kloridi, sulfaatti)
- **seosten** liukoisuustestit → blokkien **pilotointi**



Harkkomuotti:
-140 kg Itäharju 2
+tekstiili, pinkki 1 %
+betonimuje 10 %

Laatikkomuotti:
- 45 kg Torppala 2
- 45 kg Itäharju 1
- 75kg Itäharju 2
+tekstiili, pinkki 1 %,
+UPM tuhka 0,5 %)



LAATIKKO 2C	6 h	1 d	2 d 6 h	4 d	9 d	16 d	70 d
JOHTOKYKY $\mu\text{S}/\text{cm}$	625,3	373,3	300,7	284			
pH	6,8	7,1	7,1	7,1	7,3	7,3	8,0
Cu (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Mo (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pb (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Fe (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Zn (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Sn (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Co (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ni (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Cr (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Ba (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20	< 0,20
SO_4^{2-} (mg/l)	284	109	84	40	N/A	N/A	N/A
Cl (mg/l)	13	24,3	22,7	19,8	24,9	< 10	< 10
F (mg/l)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
SO_4^{2-} (mg/m ²)	17445	6832	5265	2507			
Cl (mg/m ²)	799	1493	1394	1216	1529		

SFS-EN 15863:2015

Kuitusavea isompina kappaleina



- Noin 0,5 m³ kokoinen kappale kuivui noin 2kk

Kuitusaven sää- ja liukoisuustestit kentällä

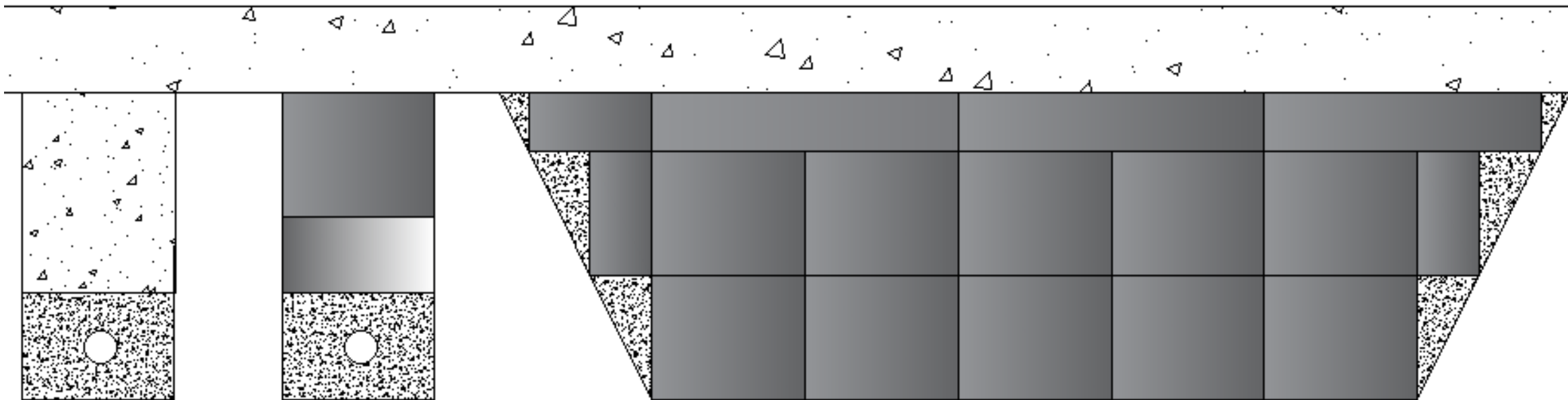
Sade- ja valumavesianalyysit



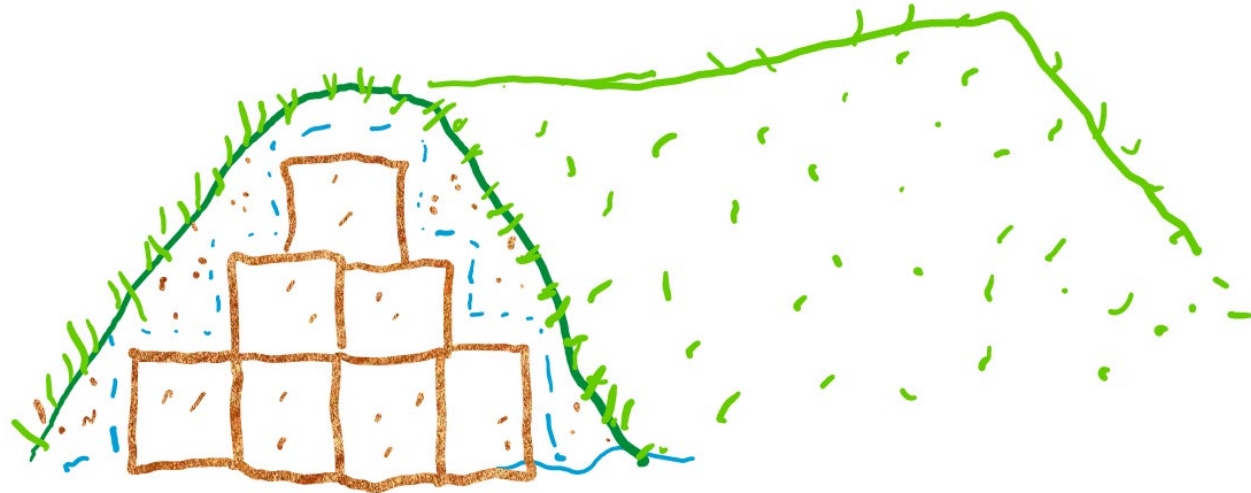
n. VUODEN JÄLKEEN

LAATIKKO (RED) valumavedet	6.6.2024	11.6.2024	12.8.2024
JOHTOKYKY $\mu\text{S}/\text{cm}$	923	767	802
pH	5,5	6,3	7,1
Cu (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Mo (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Pb (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Fe (mg/l)	0,55	< 0,20	< 0,20
Zn (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Sn (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Co (mg/l)	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ni (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Cr (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20
Ba (mg/l)	< 0,20	< 0,20	< 0,20
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	N/A	N/A	N/A
Cl ⁻ (mg/l)	26	14	< 10
F ⁻ (mg/l)	<0,5	<0,5	<0,5

Kuitusaven käyttökohteita? Maan alla:



Kuitusaven käyttökohteita? Maan päällä:



Yhteenveto kuitusavesta

- Märstä savesta voidaan kuidun avulla rakentaa kappaleita, joilla voidaan korvata hiekan/soran/moreenin/sementin käyttöä maarakentamisessa
- **Kuivumisaika huomioitava**
- **Maan pinnalle jäävien kappaleiden pinta suojattava**
- **Kaikkien Turun alueelta kerättyjen kuidulla vahvistettujen savien lujuudet yli kuivakuorisavien**
- Sulfidisavet neutralisoitavissa esim. tuhkillä
- **Heräsikö kysymyksiä? --> liisa.larkela@turkuamk.fi**