

# POTENTIAALISET TUOTTEET, NIIDEN KÄYTTÖKOHTEET SEKÄ ASIAKASPOTENTIAALI

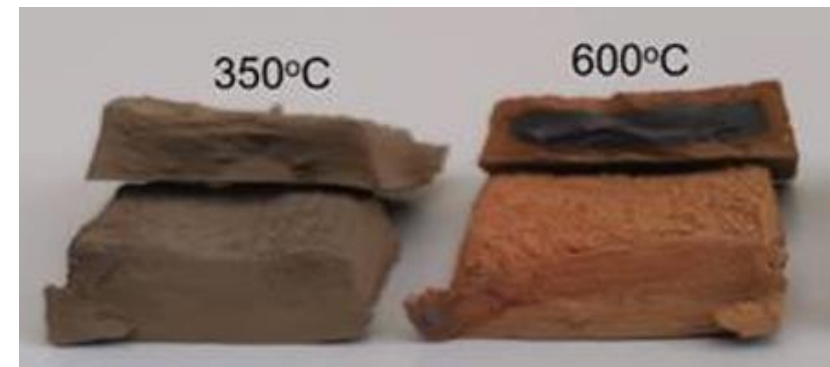
1. YLIJÄÄMÄSAVESTA JALOSTETTAVIA MATERIAALEJA
2. MATERIAALIVAATIMUKSET ERI RAKENNUSOSISSA
3. ESIMERKKEJÄ SOVELLUKSISTA
4. KUSTANNUKSET
5. TUOTTEISTAMISEN TILANNE

# YLIJÄÄMÄSAVESTA JALOSTETTAVIA MATERIAALEJA

1. **Kevytsora**, joka täyttää Leca Oy:n Kuusankosken tehtaalla valmistaman kevytsoran vaatimukset (standardi, InfraRYL, ...)
2. **"Uusiokevytsora"**, joka ei täytä kevytsoran vaatimuksia, tiheys < esim.  $700 \text{ kg/m}^3$  (?), valmistus PK-seudulla
3. **"Savisora"**, joka on murskattu "poltetusta" savesta
4. **"Pengersavi"**, joka on kuivattua savea (vastannee ominaisuuksiltaan jäykkää stabiloitua savea)



*Nimitykset "uusiokevytsora", "savisora" tai "pengersavi" on keksitty tässä hankkeessa ja eivät ole virallisia*



# SAVISORA

- Alhainen raelujuus
- Lämmönjohtavuus pienempi kuin kalliomurskeella, mutta suurempi kuin kevytsoralla
- Verrattavissa tiilimurskeeseen (?)
- Potentiaaliset käyttökohteet
  - Alhaisen kuormituksen kohteet
  - Jakavan alaosa, suodatinkerros, täyttö, ...

Lähde: Sivutuotteet ja uusiomateriaalit maarakenteissa, Materiaalit ja käyttökohteet, TEKES 2000

**Taulukko 4.6.** Tiilimurskeen teknisiä ominaisuuksia /3/.

Ominaisuus	Arvo
Irtotilavuuspaino	12...14 kN/m <sup>3</sup>
Rakenneteoreettinen tilavuuspaino	14,5...16,5 kN/m <sup>3</sup>
Maksimikuivatilavuuspaino	17...18 kN/m <sup>3</sup>
Lämmönjohtavuus kosteana sulassa / jäätyneessä tilassa (w=10 p-%, tiivis)	0,7..0,8 / 0,85..0,95 W/mK
Lämmönjohtavuus märkänä sulassa / jäätyneessä tilassa (w=15 p-%, tiivis)	1,15..1,25 / 1,15..1,35 W/mK
E-moduuli (staattinen) <sup>1)</sup>	70...100 MPa

1) Muutaman koerakenteen perusteella määritetty

# RAKEISTETTU TUHKA ⇔ SAVISORA?

- Heikon raelujuuden UUMA-materiaalin hyötykäyttöesimerkki
- Suodatinkerros, jakavakerros, pengertäyttö
- Lämmöneriste?
- ECOLAN® INFRA TR KEVYTKIVIAINES
  - CE-merkitty tuote
  - E-moduuli 65-75 MPa
  - Kitkakulma 45-55 \*
  - [TR 0-40 - Ecolan](#)

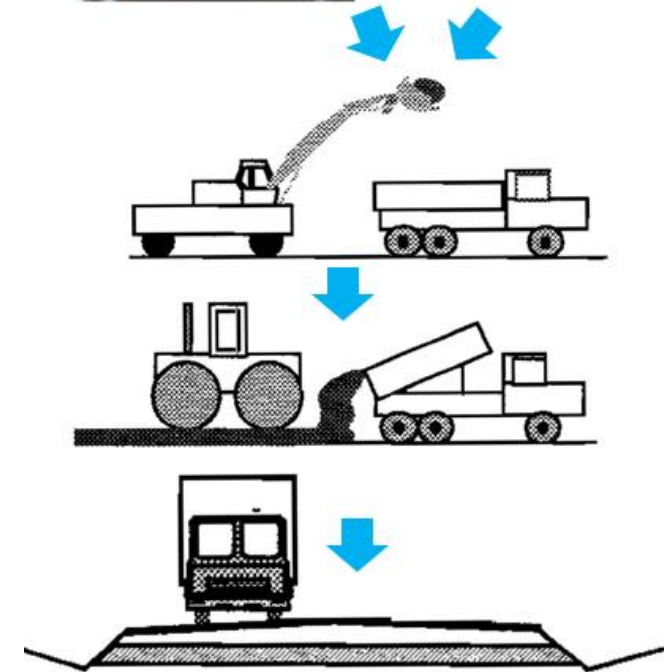


**Kuva L3.5.** Tien rakentamista rakeistetulla tuhalla ( <https://www.ecolan.fi/fi/uutiset/tuhkara-keesta-uusi-apu-routimiseen/> )

# PENGERSAVI

- Matalassa lämpötilassa kuivattua savea, ei keraamisesti poltettua
  - > "Plastinen", voi palautua savimaiseksi kastuessaan
- Pengertäyttö, muut täytöt, ...
- Tiivisterakenteet kaatopaikkarakenteissa? (edellyttää alhaista vedenläpäisevyyttä)

Massastabiloidun saven käyttöperiaate



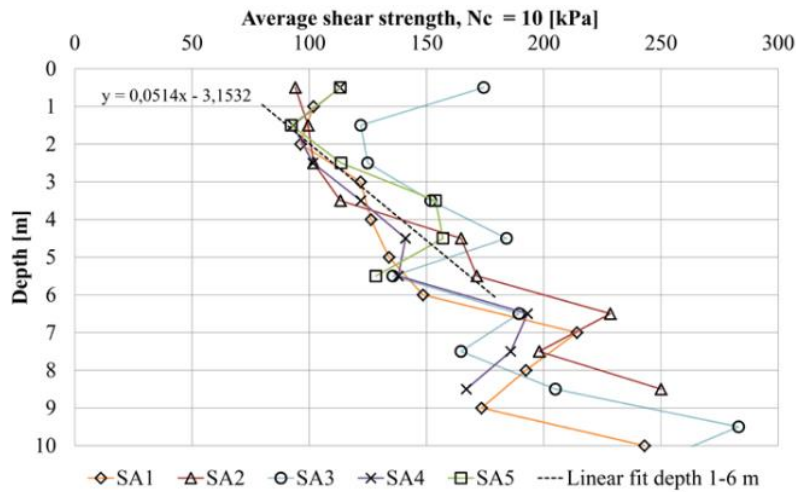
Periaatekuvat Viikin savikaturaportista

# "PENGERSAVI" ⇔ "STABILOITU PENGERMAA"

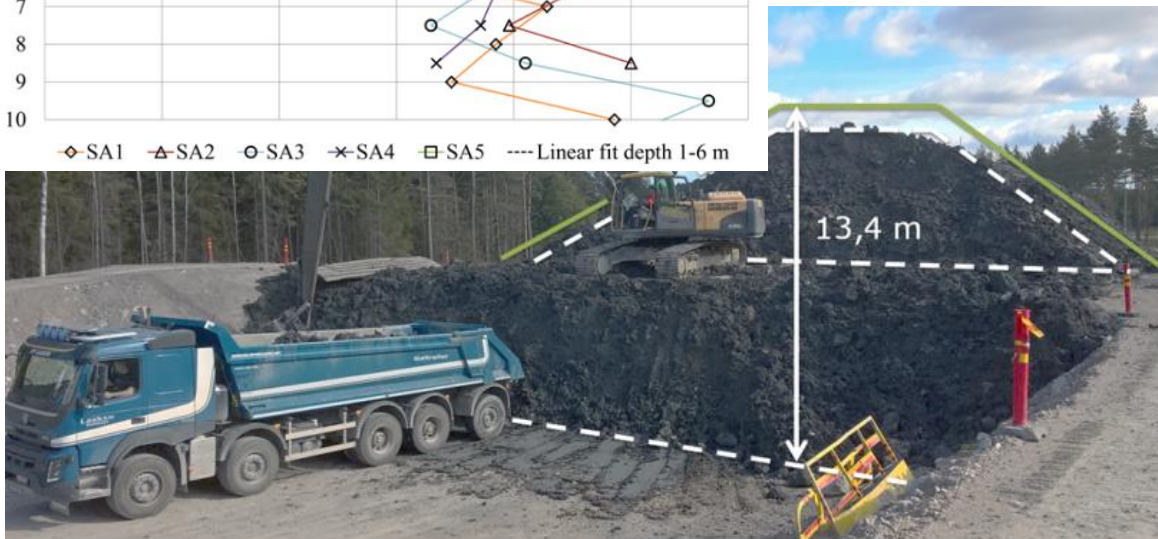
## ESIMERKKIKOHTEITA, JOISSA STABILOITUA PENGERMAATA

**Sepänmäen meluvalli**, stabiloitu savi  
"pengertäyttönä"

Leikkauslujuus rakenteessa n. 100-150 kPa  
(puristuslujuus n. 200-300 kPa).



**WASCON 2018**  
Tampere, 6-8 June 2018

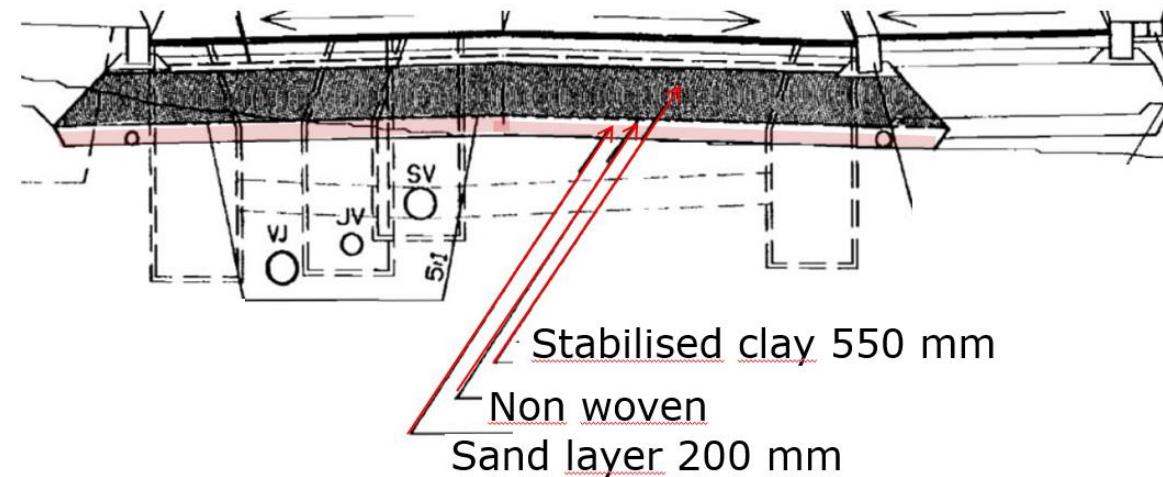


**Viikin savikatu**, stabiloitu savi  
jakavassa kerroksessa

Puristuslujuus laboratoriossa n.  
400-800 kPa.

VIIKIN SAVIKATU

Harri Mäkelä  
Harri Höynälä  
Hannu Halkola  
Ari Kettunen



# RAKENNEKERROSTEN MATERIAALIVAATIMUKSET

Tyypillinen katu- tai tierakenne

<b>Päällyste</b>
Kantava kerros
Jakava kerros
Suodatin-/eristyskerros
Pengertäyte

UUMA 2

UUSIOMATERIAALIEN TUOTTEISTAMIS-  
OHJE MAARAKENTAMISEEN (2016)

## Tie- ja katurakenteet sekä kaivantojen lopputäyttö

Teknisiä ominaisuuksia ja arvio niiden merkityksellisyydestä  
Selitteet: ++ erittäin tärkeä / + tärkeä / - vähämerkityksellinen

### Rakennekerros (rakennusosa)

tekn. ominaisuus	rakennusosa		suodatin-kerros	pengertäyttö		penger-kevennys	putkikaivannon lopputäyttö	
	kantava kerros	jakava kerros		liikennekuorma	ei liik. kuormaa		kadulla	puistossa
hyvä kuormituskestävyys	++	+	- *	++	-	++	++	-
hyvä kantavuus (jäykkyys)	++	+	- *	++	-	++	++	-
oikea rakeisuus	++	+++*	++	-	-	+	++	-
suuri raelujuus	++	+++	-	-	-	++	++	-
hyvä tiivistettävyys	++	++	+	-	-	+	+	-
routimattomuus	++	++	+	++	-	++	++	-
hyvä jäätymsulamiskestävyys	++	++	+	-	-	-	++	-
hyvä vedenläpäisevyys	+	++++	+	-	-	+	-	-
suuri lämmöneristävyyttä tai jäätymisvastus	-	+	+	-	-	++	+	-
vähäinen kapillaarisuus	-	-	++	-	-	-	-	-
keveys	-	-	-	-	-	++	-	-
kaivettavuus	-	-	-	-	-	-	+	+
korroosio-ominaisuudet	-	-	-	-	-	-	++	++

Tekninen ominaisuus

- \* rakennusosan etäisyys rakenteen yläpinnasta vaikuttaa ko. ominaisuuden merkityksellisyyteen
- \*\* rakeisella materiaalilla, lujittuvilla materiaaleilla merkityksellisyys arvioitava materiaalikohtaisesti
- \*\*\* huonosti vettäläpäisevällä materiaalilla tarkasteltava koko rakenteen toimivuus

# YLIJÄÄMÄSAVESTA JALOSTETTAVIEN MATERIAALIEN SOVELTUVUUS ERI RAKENNUSOSIIN

- A. A-luokan kevytsora
- B. B-luokan kevytsora
- C. "Savisora"
- D. "Pengersavi"

Huom. Savisora ja pengersavi ovat tämän työn yhteydessä määritettyjä termejä eivätkä ne vastaa virallisia käsitteitä tai olemassa olevia tuotteita. Kysymyksessä esitetyt tuotetyypit ovat kuvattu selvityksessä seuraavasti:

- A-luokan kevytsora: Leca Oy:n Kuusankosken tehtaalla valmistettava kevytsora
- B-luokan kevytsora: Uusiokevytsora, joka ei täytä kevytsoran vaatimuksia.
- Savisora: Murskattu "poltetusta" savesta
- Pengersavi: Kuivattua savea.

## Tie- ja katurakenteet sekä kaivantojen lopputäyttö

Selitteet: ++ erittäin tärkeä / + tärkeä / - vähämerkityksellinen

### Rakennekerros (rakennusosa)

tekn. ominaisuus \ rakennusosa	Rakennekerros (rakennusosa)							
	kantava kerros	jakava kerros C	suodatin-kerros C B	liikenne-kuorma C	ei liik. kuormaa D	pengerveen-nys A B	putkikaivannon lopputäyttö kadulla C	puistos- sa D
hyvä kuormitus-kestävyys	++	+	- *	++	-	++	++	-
hyvä kantavuus (jäykkyys)	++	+	- *	++	-	++	++	-
oikea rakeisuus	++	+++*	++	-	-	+	++	-
suuri raelujuus	++	+++	-	-	-	++	++	-
hyvä tiivistettävyys	++	++	+	-	-	+	+	-
routimattomuus	++	++	+	++	-	++	++	-
hyvä jäätymis-sulamiskestävyys	++	++	+	-	-	-	++	-
hyvä vedenläpäisevyys	+	+++*	+	-	-	+	-	-
suuri lämmöneristävyys tai jääty-misvastus	-	+	+	-	-	++	+	-
vähäinen kapillaar-isuus	-	-	++	-	-	-	-	-
keveys	-	-	-	-	-	++	-	-
kaivettavuus	-	-	-	-	-	-	+	+
korroosio-ominaisuudet	-	-	-	-	-	-	++	++

- \* rakennusosan etäisyys rakenteen yläpinnasta vaikuttaa ko. ominaisuuden merkityksellisyyteen
- \*\* rakeisella materiaalilla, lujittuvilla materiaaleilla merkityksellisyys arvioitava materiaalikohtaisesti
- \*\*\* huonosti vettäläpäisevällä materiaalilla tarkasteltava koko rakenteen toimivuus

UUMA 2

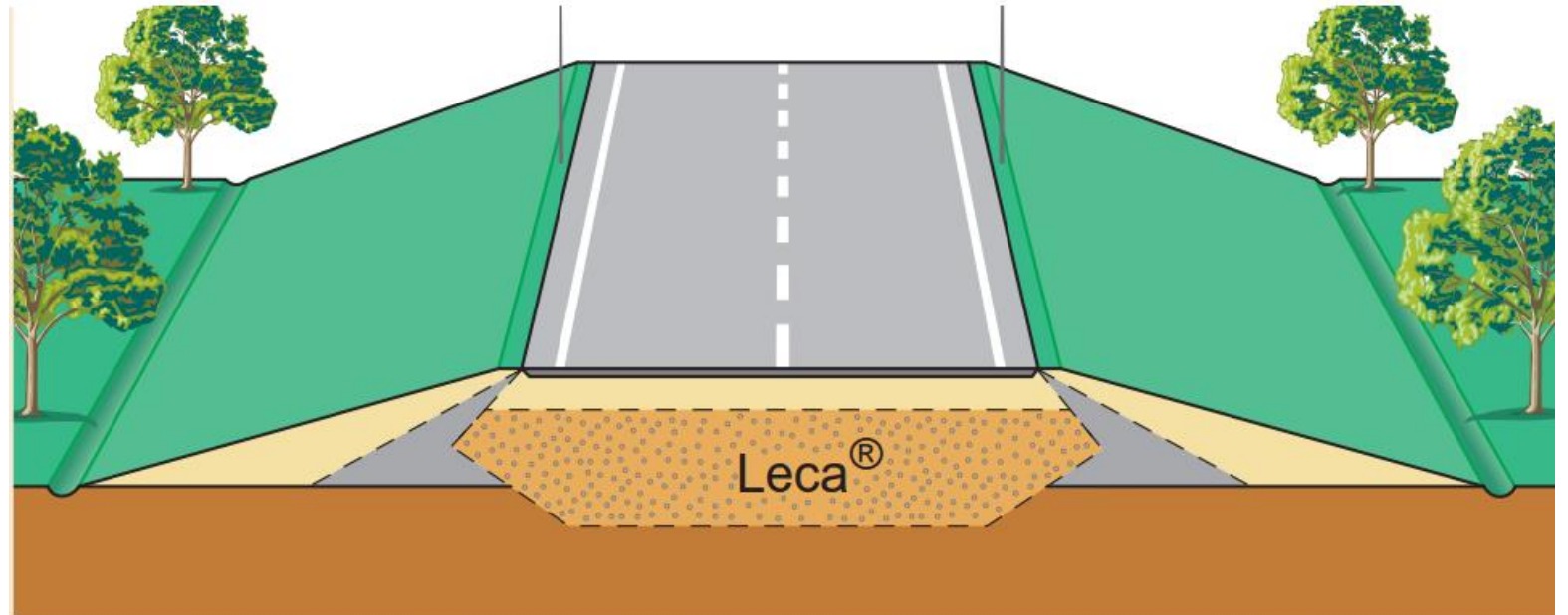
UUSIOMATERIAALIEN TUOTTEISTAMIS-  
OHJE MAARAKENTAMISEEN (2016)



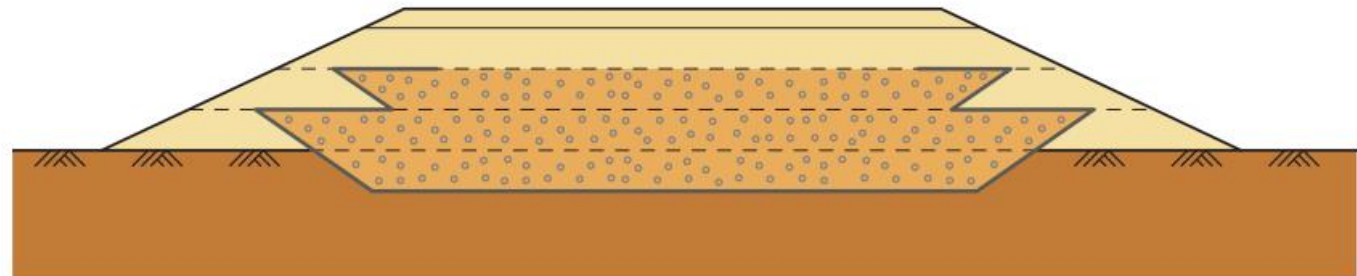
# ESIMERKKIRAKENTEITA, PENGERKEVENNYS

Kevytsora

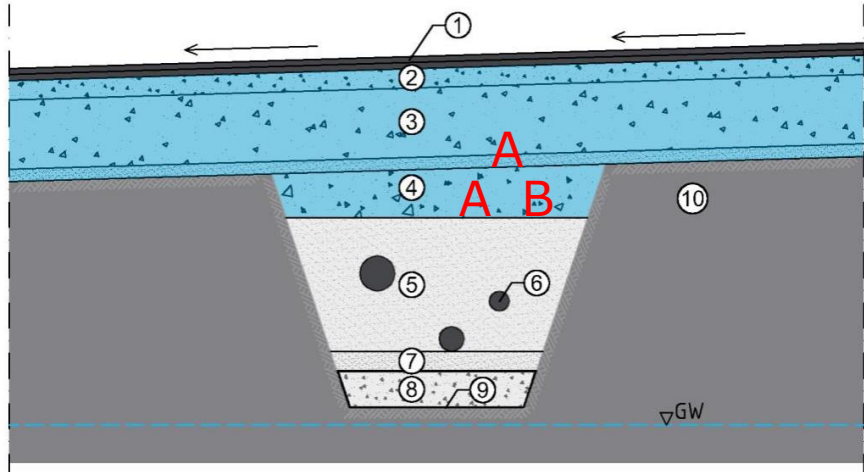
Uusiokevytsora?



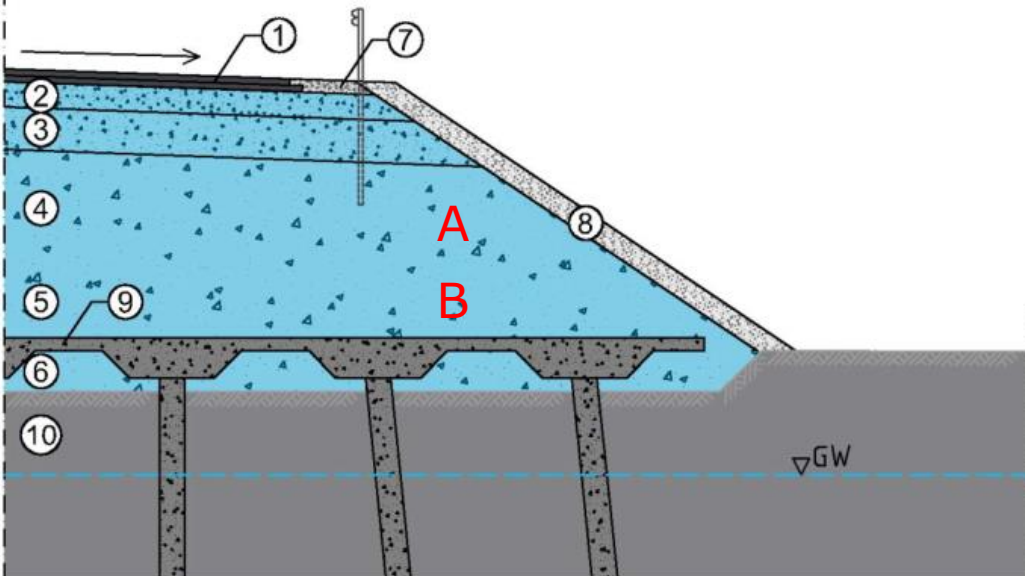
Kuva 5.1 Kevytsora tie- tai katupenkereen kevennyksenä.



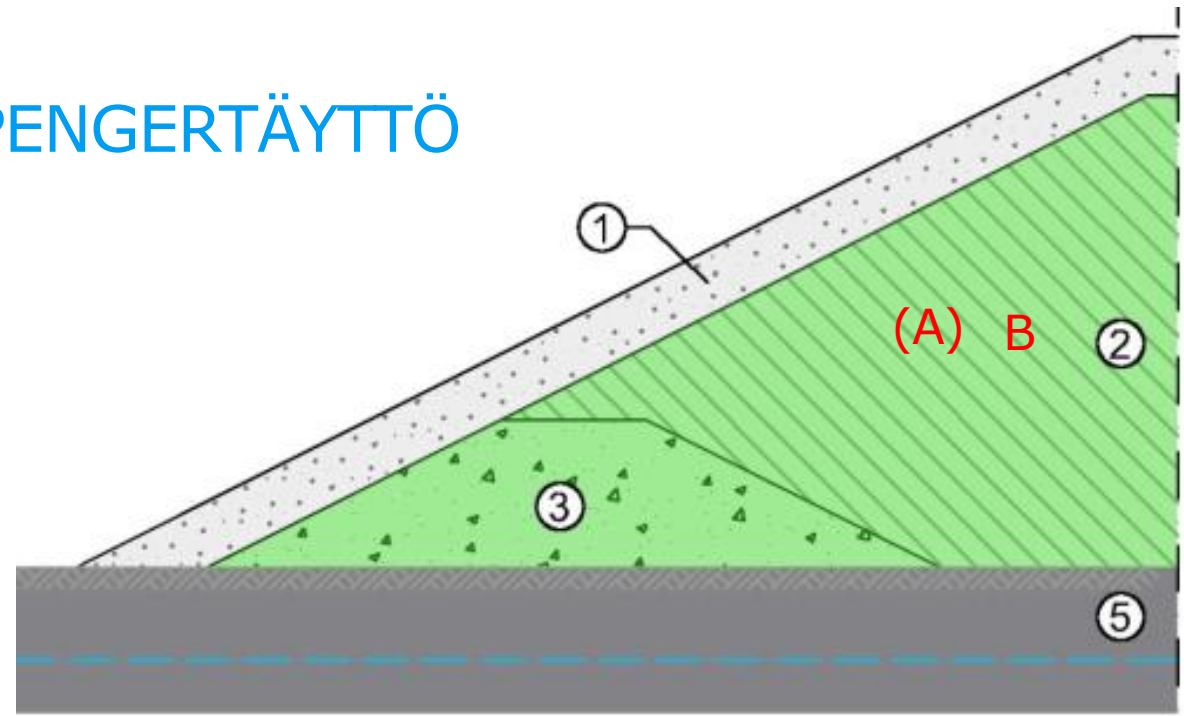
# ESIMERKKIRAKENTEITA, SUODATINKERROS, LOPPUTÄYTTÖ, PENGERTÄYTTÖ



MARA-materiaalin yhteenlaskettu kerrospaksuus  $\leq 1,5$  m



MARA-materiaalin yhteenlaskettu kerrospaksuus  $\leq 1,5$  m



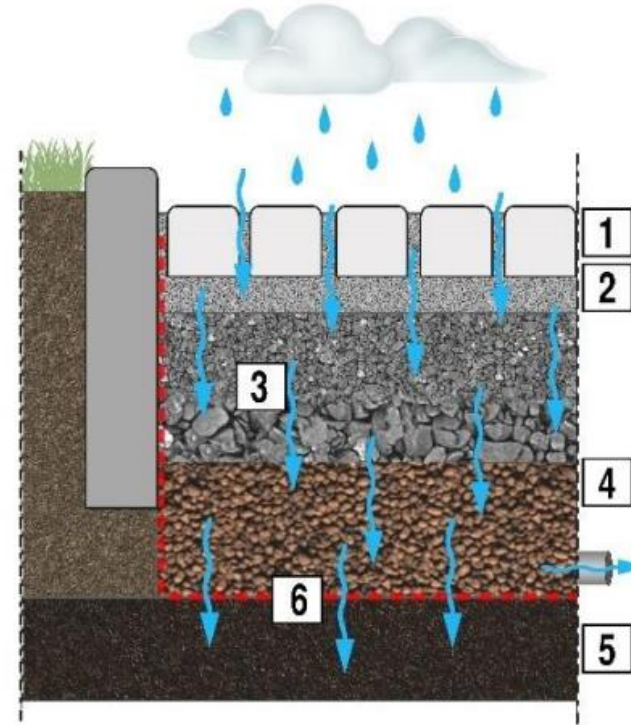
A Savisora

B Pengersavi

# ESIMERKKIRAKENTEITA, HULEVESIRATKAISU

## Hulevesiratkaisut

- Kevytsora
- Uusiokevytsora
- Savisora? (huokoisuus, lämmöneristävyys, ... ?)



- 1) Lämpäisevä kiveys
- 2) Asennushiekka
- 3) Kantava ja jakava kerros
- 4) Suodatus- ja sala-  
ojakerros (sis. esim.  
Leca 4-32 mm pyö-  
reä)
- 5) Pohjamaa
- 6) Suodatinkangas

# MATERIAALIN HINTA

## ASENNETTUNA

### RAKENNUSOSAKSI

(Huom! HINNAT OVAT TÄSSÄ  
SUUNTAA-ANTAVIA)

Joidenkin rakennusosien tyypillisiä kerrospaksuuksia ja yksikkökustannuksia.  
"Yksikkökustannus" tiedot ovat FOREsta (01/2016).

Rakennusosa	Kerrospaksuus	Käyttöikä	Yksikkökustannus
Pilaristabilointi*	3 - 18 m	50 - 100 v	7 - 18 €/m-pilari
Massastabilointi, in situ**	2- 6 m	50 - 100 v	16 - 26 €/m <sup>3</sup> rtr
Maatiivisterakenne	0,5 - 1 m	-	-
Kuivatuskerros (mineraalinen)	0,5 - 0,6 m	-	-
Maapenger, tie tai katu	0,5 - 2 m	-	7 - 12 €/m <sup>3</sup> rtr
Maapenger, meluvalli	4 - 7 m	-	1 - 9 €/m <sup>3</sup> rtr
Maapenger, tulvapenger	1 - 5 m	-	-
Maapenger, maisemointi	1 - 5 m	-	-
Kevennetty pengerr ***	0,5 - 1,5 m	50 v	9 - 87 €/m <sup>3</sup> rtr
Vastapenger	1 - 2 m	-	11 - 17 €/m <sup>3</sup> rtr
Putkikaivannon lopputäyttö	0,5 - 2 m	-	4 - 8 €/m <sup>3</sup> rtr # 11 €/m <sup>3</sup> rtr
Massanvaihto kaivamalla, täyttö ****	2 - 5 m	50-100 v	4 - 6 €/m <sup>3</sup> rtr
Suodatinkerros	0,2 - 0,4 m	###	7 - 10 €/m <sup>3</sup> rtr
Jakava kerros	0,2 - 0,5 m	###	11 - 20 €/m <sup>3</sup> rtr
Kantava kerros	0,15 - 0,2 m	###	15 - 23 €/m <sup>3</sup> rtr
Stabiloitu kantava kerros ##	0,15 - 0,2 m	30 v	4 - 8 €/m <sup>3</sup> rtr

UUMA 2

UUSIOMATERIAALIEN TUOTTEISTAMIS-  
OHJE MAARAKENTAMISEEN (2016)

RAMBOLL

- \* sideainemäärä norm. 80-130 kg/m<sup>3</sup>-maa; kerrospaksuus = pilaripituus;  $\phi$  0,5-0,8 m; k/k 1-1,3 m; pilarimäärä <2000 - 30 000 jm
- \*\* kohdekoko välillä alle 1000 - yli 20 000 m<sup>3</sup>
- \*\*\* kevennysmateriaali vaihtelee kokonaisista renkaista (pieni yksikköhinta) EPS-solumuovikeventeisiin (suuri yksikköhinta)
- \*\*\*\* ei sisällä kaivumaiden poisajoa ja vastaanottomaksuja maankaatopaikalle
- # lopputäyttö kaivumassoilla
- ## pelkkä stabiloinnin kustannus, ei sisällä stabiloitavan kerrosmateriaalin kustannuksia
- ### määritetään hankkeittain, päällysrakenteen vaatimus 30 v.

# MAARAKENNUSMATERIAALIN TUOTTEISTAMISPROSESSI

Tuotteistamisprosessin vaiheet infra- ja maarakentamisessa "tuotteilla" A, B, C ja D  
(Huom! arviot ovat ainoastaan suuntaa-antavia)

- A. A-luokan kevytsora
- B. B-luokan kevytsora
- C. "Savisora"
- D. "Pengersavi"

UUMA 2

UUSIOMATERIAALIEN TUOTTEISTAMIS-OHJE MAARAKENTAMISEEN (2016)

