

SARA – Aloitusseminaari 24.1.2024, tilannekatsaus, Turun AMK

Rakennustekniikka: DI Liisa Larkela (geotekniikka), DI Maarit Järvinen (rakennusmateriaalitekniikka), ins. YAMK Maarit Puurunen (bioprosessitekniikka)

Kemiantekniikka: FM Hanna Hänninen (analyttinen kemia), ins. YAMK Emilia Suvanto, ins. AMK Jarno Pusa



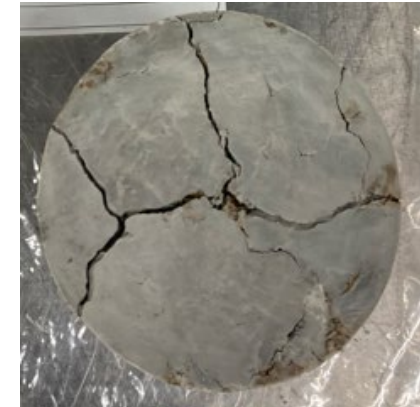
Saven haasteita rakentamisen näkökulmasta

INFRA (MAARAKENNUS, POHJARAKENTAMINEN):

- Savi hyvin vesipitoista, tiivistäminen sellaisenaan ei luonnonkosteana realistista (vie aikaa kymmeniä vuosia)
- Jos savea ei saada tiivistettyä, kuormittaessa se painuu ja murtuu herkästi → pääsääntöisesti ei kelvollista rakentamiseen
- Rannikkoseudun savet usein sulfidisavia, hapettuessaan liuottaa mm. raskasmetalleja ja aiheuttaa ympäristö- ja korroosio-ongelman
- Savi on herkkä erilaisille sääilmiöille (erosio, routa)

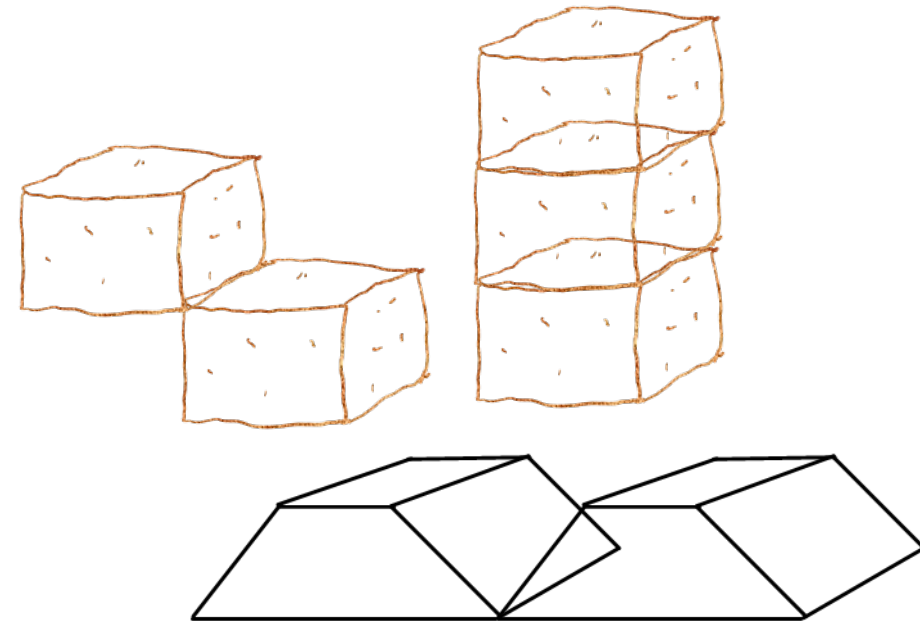
TALONRAKENTAMINEN:

- Hienorakeinen savi kuivuu hitaasti → suuri kutistuma ja halkeilu
- Saven kuivattaminen/poltto ja jauhminen helpottaa käyttöä, mutta vie energiaa
- Luonnonsaven laatu vaihtelee, tuo haasteita tuotteistamiselle (mm. CE-merkintä)
- Savella kuivana, tiivistettynä, kohtalaisen hyvä puristuslujuus, mutta alhainen vetolujuus
- Maasta kaivettuna materiaalina sisältää mikrobeja, voivat olla sisätiloissa kostuessaan haitallisia



Tavoite vuodelle 2023-2024: Keskitytään ensin infraan

- Savirakentamisessa perinteisesti saven osuus tuotteissa (seinät, blokit, tiilet, rappaus...) ollut melko pieni (n. 20%) → lisäämällä mm. hiekkaa saatu halkeilu kuriin
 - SARA-hankkeessa tavoitteena löytää käyttökohde/tuote, jossa
 - saven määrä olisi mahdollisimman suuri
 - saven hyödyntäminen kosteana, ilman energiaa vievää uunitusta tai jauhamista
 - Työn alla **saviblokin kehitys**, jota voidaan hyödyntää erikokoisena ja -muotoisena meluvalleissa, tulvavalleissa, kaivantojen täytöissä, luiskien stabiliteetin/eroosion parantamisessa
- maarakentamisessa kohti elementtirakentamista!



Tehdyt kokeet 2023 ja niiden tarkoitus

1. Savinäytteiden analysointi
 - Rakeisuus, vesipitoisuus, plastisuusraja, juoksuraja, hehkutushäviö, pH
 - Onko jollakin parametrilla/ominaisuudella yhteys tiivistettävyyteen, lujuuteen tms.?
2. Kaivusavien sekoittaminen kuitujen ja muiden seosaineiden kanssa
 - Kuidut: ruoko, kivivilla, tekstiilikuitu (Rester Oy) → taivutuslujuuden lisääminen
 - Seosaineet: laattamurske, betonimurske/lieju (Kiertomaa Oy, Rudus Oy), teollisuuden tuhkat
 - Mikä seosmäärä vielä sekoitettavissa, millä työmenetelmillä puristettavissa ja missä seossuhteessa? Vaikuttaako joku sideaine kuivamisnopeuteen?
3. Sekoitettujen massojen puristus, kuivatus ja puristuslujuuden määrittäminen
 - Mikä työmenetelmä ja resepti antaa parhaan lujuuden ja kestävyuden?



Kaivusavien vertailu (n. 3m syvyys, Turku, Kaarina)

	märkä näyte	w%	%	w _p (%)	w _L (%)	I _p (%)	H _h (%)
	pH	Vesipitoisuus	Savipitoisuus	Plastisuusraja	Juoksuraja	Plastisuusluku	Hekkutushäviö
Kirstinpuisto	7,6	81,2	72,7	29,3	67,9	38,6	5,8
Pukkila	7,5	73,4	91,8	23,4	55,4	32,0	3,3
Fuuga	6,4	71,0	21,5	28,1	81,5	53,4	4,8
Torppala 1	7,7	69,5	46,3	21,9	49,4	27,5	4,4
Torppala 2	6,1	132,4	13,7	50,2	151,0	100,8	9,3

Harmaalla maalatut ovat ns. Sulfidisavia.

Saven vesipitoisuus laskettu massojen suhteessa (veden massa näytteessä/kuiva massa).



Euroopan unionin
osarahoittama

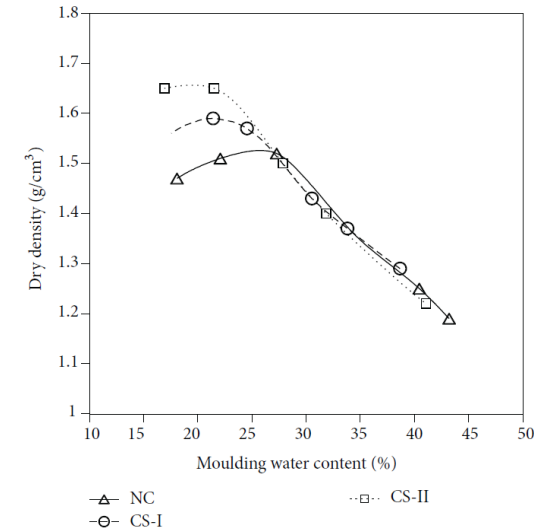


Varsinais-Suomen liitto

Saviblokkien valmistus laboratoriossa



Tiivistys lähellä optimivesipitoisuutta (n. 27-28 %) antaa kappaleelle suurimman tiheyden ja lujuuden. Saven plastisuusraja ja optimivesipitoisuus ovat tehtyjen kokeiden perusteella lähellä toisiaan, myös suomalaisten savien osalta.



“For cohesive soils the optimum water content is within $\pm 5\%$ of the plastic limit.”

F. A. M. Marinho and O. M. Oliveira, “Unconfined shear strength of compacted unsaturated plastic soils,” *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Geotechnical Engineering*, vol. 165, no. 2, pp. 97–106, 2012

Saavutettuja lujuusarvoja ja johtopäätöksiä

1. Seossuhteella **90% savea** + 10% mursketta + 1% kuitua saatiin parhaimmillaan n. **6,5 MPa:n puristuslujuus** ja n. **0,6 MPa:n vetolujuus** (tiivistetyn kappaleen vesipitoisuus 27%)
2. Betoni- ja laattamurske toimivat ~yhtä hyvin
3. Ruoko ja kivivilla kuituina toimivat ~yhtä hyvin, **tekstiilikuitu oli kuiduista paras**
4. Savilaadulla ei merkittävää eroa; suurimmat lujuudet savesta, jonka savipitoisuus oli suurin (>90%), mutta muillakin savilaaduilla päästiin 4-5MPa:n lujuuksiin
5. Tuhkan käyttö (5%) alensi lujuutta, helpotti käsiteltävyyttä
6. Tuhka ja betonimurske toimivat molemmat pH:n neutraloinnissa (kaikkien ns. Sulfidisavien pH oli käsittelyn jälkeen, tuhkalla tai ilman, neutraalin puolella)
7. Seossuhteita testataan edelleen, samalla mietitään mm. säänkestoa (pinnoitteet) ja isomman kappaleen rakentamista kenttäolosuhteissa



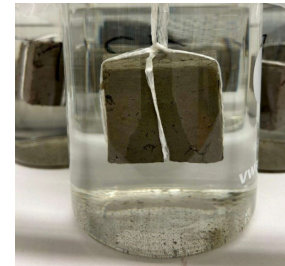
Savituotteiden kemiallinen ja mikrobiologinen turvallisuus

- Ylijäämäsavien ja kiertotaloustuotteiden yhdistäminen ympäristöystävälliseksi savituotteeksi edellyttää materiaalien turvallisuuden takaamista sekä infra- että talonrakentamisessa
- Turun AMK:n kemiantekniikan laboratoriossa on tehty analyysimenetelmien menetelmäkehitystä kemiallisten haitta-aineiden analysoimiseksi sekä savesta että seosaineista
- On myös tehty alustavia savella vuorattuja tiloja, joista tutkitaan emittoituvia aineita
- Fysikaalisten testien perusteella valituista ”parhaista” seoksista tehdään pitkän aikavälin liukoisuustestejä, joilla pyritään varmistamaan, ettei seoksesta liukene haitallisia komponentteja ympäristöön



Savituotteiden kemiallinen turvallisuus

- Savien ja seosaineiden metallipitoisuudet (kuningasvesihajotus)
 - As, Cd, Zn, Cu, Ni, Pb, Mo, Cr ja Ba
- Kappaleiden liukoisuuskokeet SFS-EN 15863:2015



Tulosten tarkastelu on kesken ja analysointi jatkuu

- analyysidataa on jo useista, eri alueiden savista ja seosaineista (laattamurske, kivilla, puuvilla, ym.)
- lainsäädännön haasteet: mitä sovelletaan uusiin tuotteisiin

Fraktio	Liutusaika	Aika testin aloituksesta
1	6 h ± 15 min	6 h ± 15 min
2	18 h ± 45 min	1 d ± 45 min
3	1 d & 6 h ± 1 h	2 d & 6 h ± 2 h
4	1 d & 18 h ± 2 h	4 d ± 4 h
5	5 d ± 6 h	9 d ± 10 h