

BETONIMURSKEEN GEOTEKNINEN SOVELTUVUUS MERITÄYTTÖMATERIAALIKSI



ESITYKSEN SISÄLTÖ

- Tutkimushankeen osapuolet
- Työn tausta ja tavoitteet
- Betonimurskeen pudotustiivistyskoe Jätkäsaarella
- Tulokset
- Johtopäätökset

TUTKIMUSHANKKEEN OSAPUOLET

- Mikko Suominen Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristön toimiala, rakennukset ja yleiset alueet, rakennetun omaisuuden hallinta, infraomaisuus
- Kalle Rantala, Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristön toimiala, maankäyttö ja kaupunkirakenne, maaomaisuuden kehittäminen ja tontit, maa- ja kallioperäyksikkö
- Mirva Koskinen, Helsingin kaupunki, kaupunkiympäristön toimiala, maankäyttö ja kaupunkirakenne, maaomaisuuden kehittäminen ja tontit, maa- ja kallioperäyksikkö
- Eila Hägg, Helsingin kaupunki, keskushallinto, Stara, kaupunkitekniikan kehittäminen, rakentaminen
- Jaakko Olkkonen, Helsingin kaupunki, keskushallinto, Stara, kaupunkitekniikan kehittäminen, rakentaminen
- Juha Forsman, Ramboll Finland Oy, Infra Länsi
- Jouko Lehtonen, Turun ammattikorkeakoulu, rakentamisen YAMK-koulutus

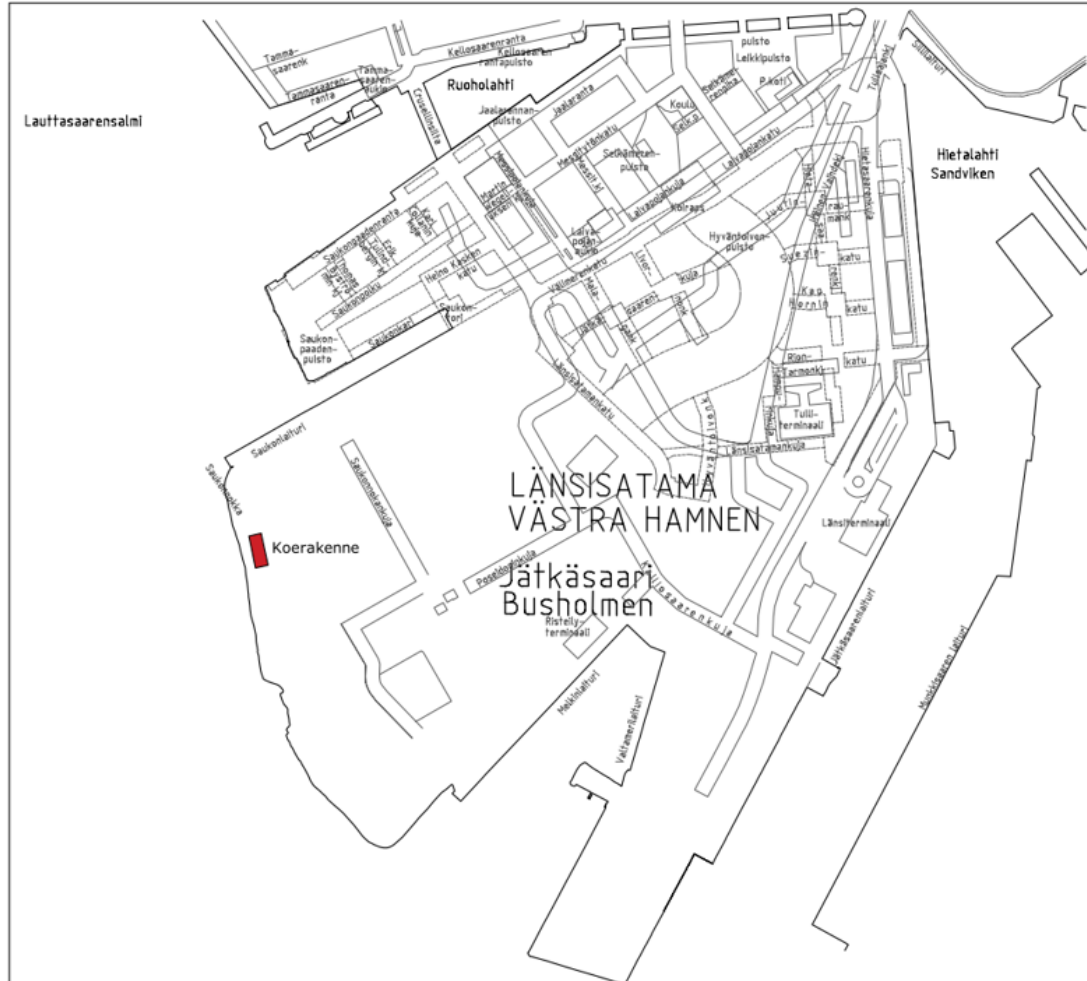
TAUSTA JA TAVOITTEET

- Pääkaupunkiseudulla syntyy purkubetonia n. miljoona tonnia vuosittain
 - Betoni on murskattuna hyödynnettävissä infrahankkeiden raaka-aineena
 - Kaikkea ei pystytä hyödyntämään lähellä purkukohteita
- Meritäyttöjä Helsingissä lähivuosina laajoilla alueilla
- Tarkoituksena selvittää betonimurskeen soveltuvuutta meritäyttömateriaaliksi ja pudotustiivistyksen soveltuvuutta osittain meriveden pinnan alapuolelle sijoittuvan betonimursketäytön tiivistämiseen

TAUSTA JA TAVOITTEET

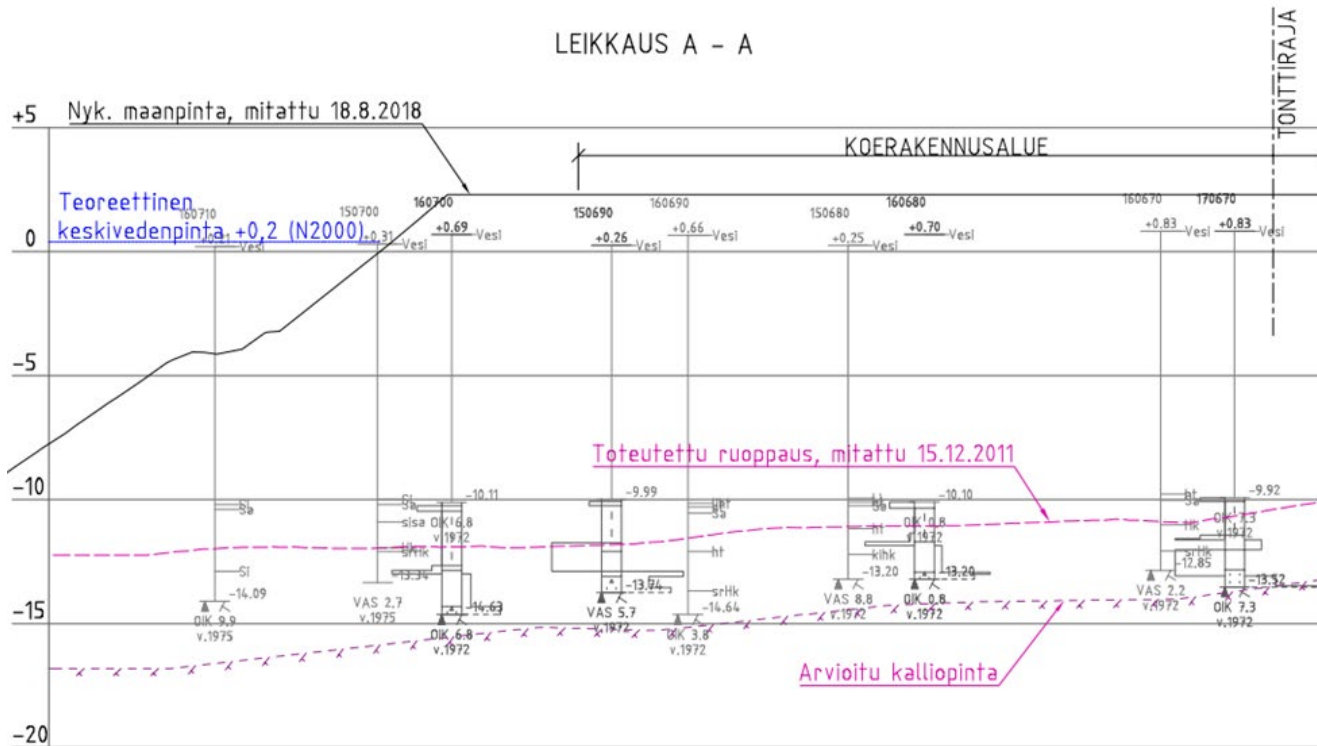
- Jätteen hyötykäytön edistäminen
- Luonnonvarojen säästäminen (louhintatarve vähenee / louheen hyödyntäminen muuhun käyttöön)
- Kuljetustarpeen väheneminen
 - Rakentamiskustannusten aleneminen
 - Hiilidioksidipäästöjen väheneminen
- Selvitystyö toteutettiin täyden mittakaavan pudostustiivistyskokeella
- Kokeessa käytetyt materiaalit:
 1. BeM # 0/90
 2. BeM #0/150
 3. BeM #0/300
 4. Louhe #0/300

BETONIMURSKEEN TIIVISTYSKOE, KOERAKENTTEEN SIJAINTI



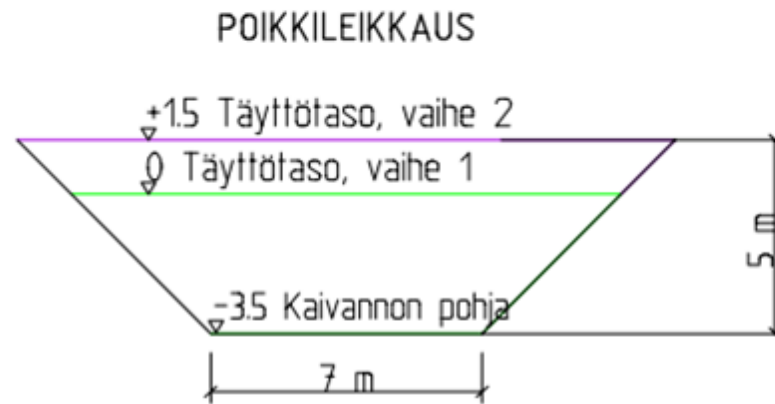
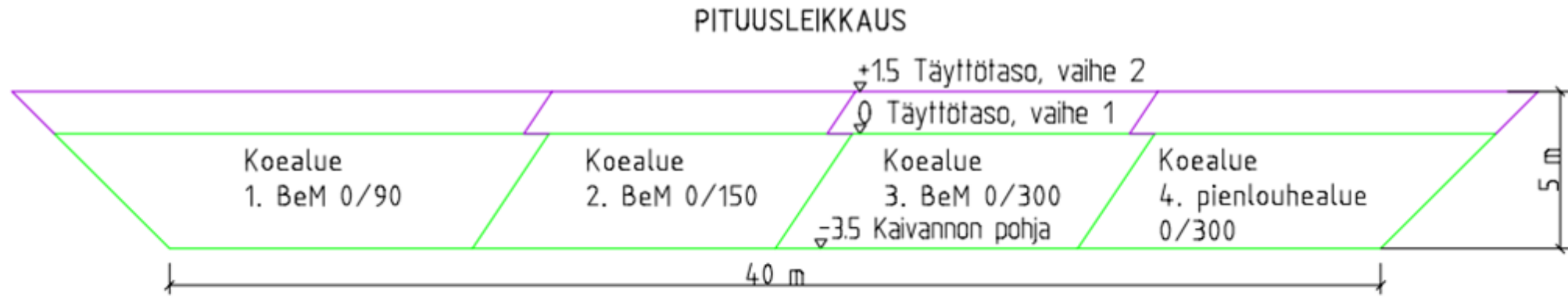
(Helsingin kaupunki 2018, muokattu)

TIIVISTYSKOE, POHJASUHTEET



- Louhetäyttöalue, täytön paksuus n. 13 m
- Savikerros ruopattu pois ennen täytön rakentamista
- Teoreettinen keskivedenpinta +0,2
- Olemassa oleva louhetäyttö pudotustiivistettiin ennen koerakentamista.

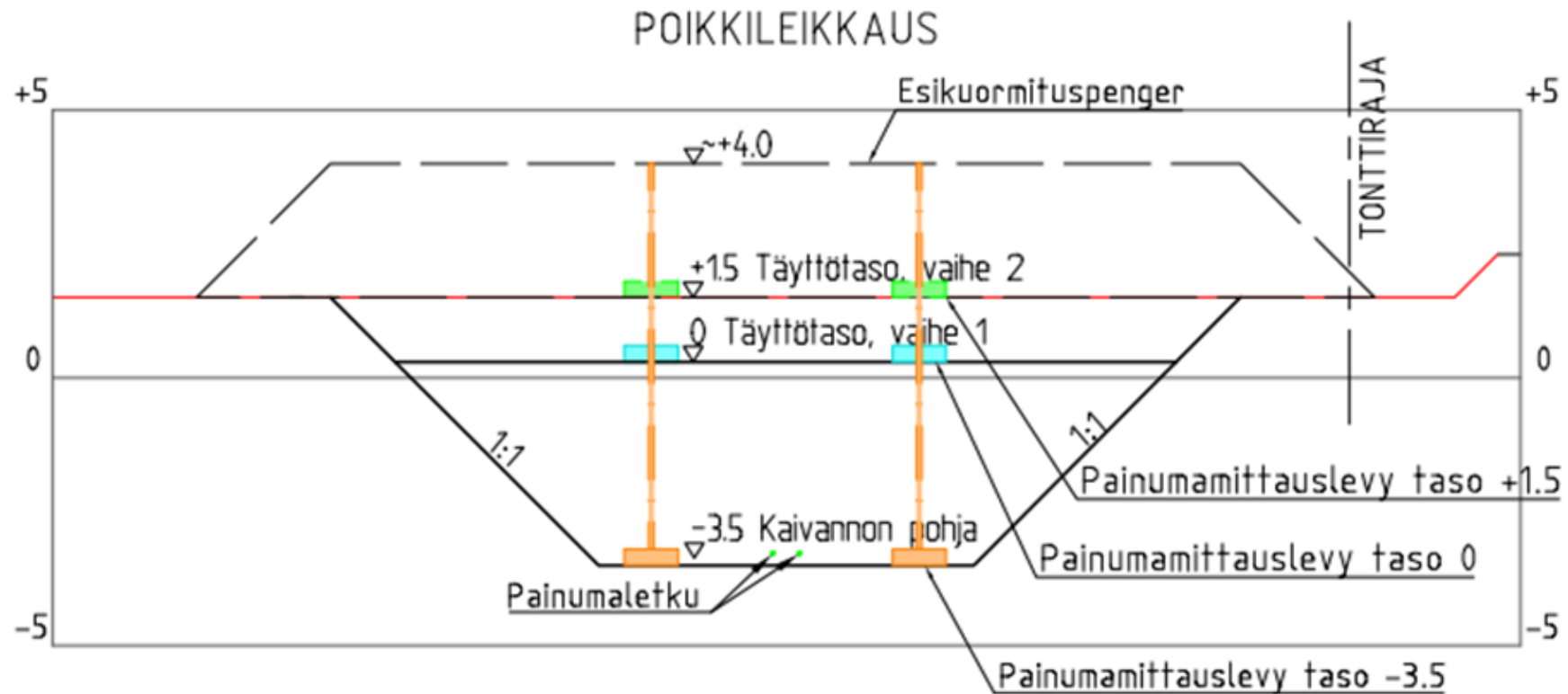
KOERAKENNE



SELVITETTÄVÄT GEOTEKNISET OMINAISUUDET

- Täytön kokoonpuristuma
 - Koerakenteeseen asennetut painumalevyt ja painumaletkut
- Täytön tiivistyminen
 - Pudotusjärkäleen painuman mittaukset pudotustiivistyksen aikana
 - Hidastuvuusmittaukset
 - Täytön pinnan tason mittaukset
- Betonimurskeiden puristuslujuus
- Pudotustiivistyksen vaikutus materiaalin rakeisuuteen ja tilavuuspainoon
 - Rakeisuusmääritykset ennen tiivistystä ja tiivistyksen jälkeen otetuista näytteistä
 - Materiaalin tilavuuspainon määritykset ennen pudotustiivistystä ja tiivistyksen jälkeen koekuopista kaivetulle materiaalille punnitsemalla materiaali ja mittaamalla koekuopan tilavuus
- Rantaluiskan sivusiirtymät
 - Luiskan luotaukset merellä
 - Inklinometrimittaukset koerakenteen ja rantaluiskan väliin asennetuista inklinometriputkista

KOERAKENTEeseen ASENNETUT PAINUMALEVYT JA -LETKUT



KOERAKENTTEEN RAKENTAMINEN, KAIVANTO



KOERAKENTTEEN KAIVANNON POHJAN LUOTAUS



PAINUMALEVYT JA -LETKUT ASENNETTUNA KOERAKENTTEEN KAIVANNON POHJALLE



LOUHETÄYTTÖALUE TÄYTETTY 1-TÄYTTÖTASOLLE



PAINUMALEVY 1-VAIHEEN TÄYTTÖTASOLLA JA POHJALLE ASENNETUN PAINUMALEVYN TANKO



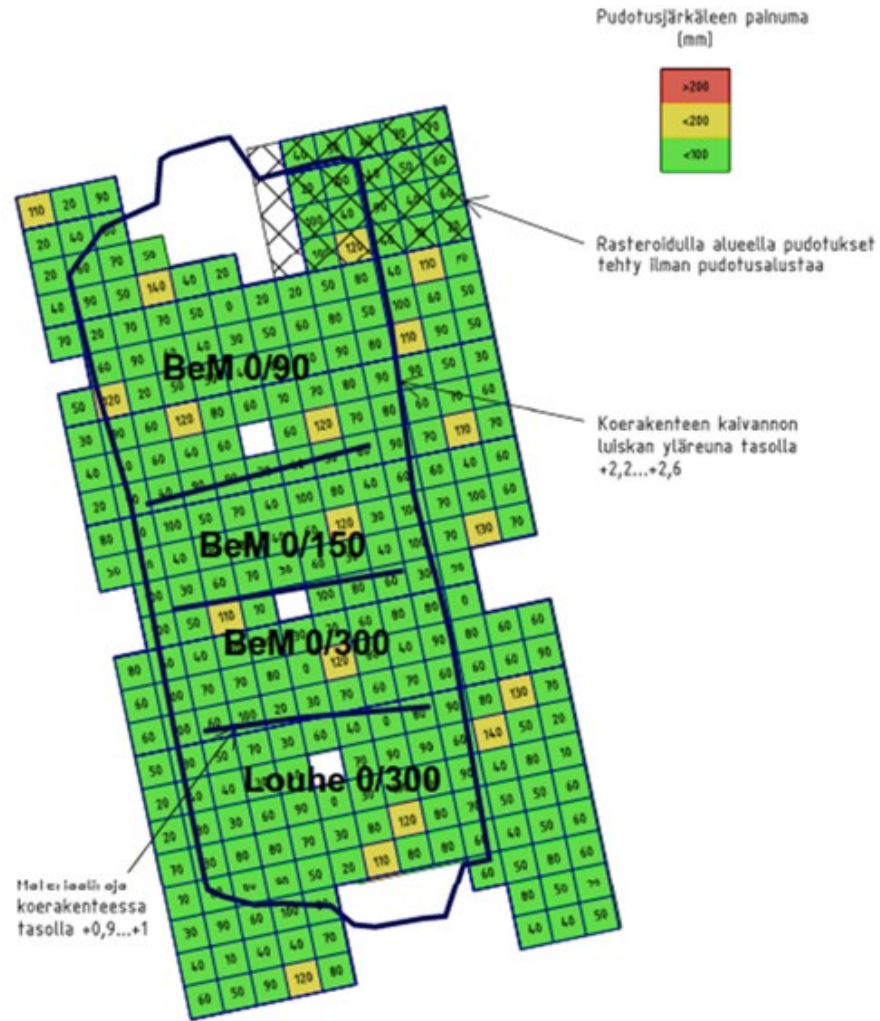
PUDOTUSTIIVISTYS, 1. PUDOTUSKIERROS



ESIKUORMITUSPENGER KOERAKENTTEEN PÄÄLLÄ



TULOKSET: TÄYTÖN TIIVISTYMINEN 2 VIIMEISEN PUDOTUKSEN YHTEISPAINUMA



- Suunnitelmissa esitetty vaatimus järkäleestä mitatulle 2 viimeisen pudotuksen yhteispainumalle 100 mm
- Esitetty vaatimus toteutui suunnitellusti 4. pudotuskierroksen jälkeen kaikilla koalueilla, lukuun ottamatta muutamia pudotuspisteitä, jotka sijoittuivat eri puolille koaluetta

Lo
Pudotusjärkäleen painuma [mm] pudotusrudussa



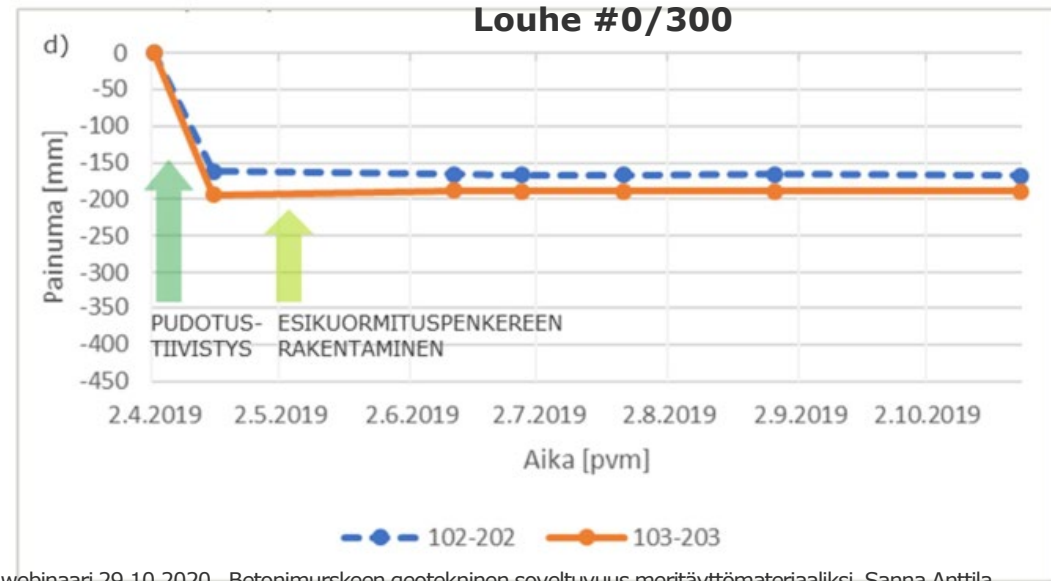
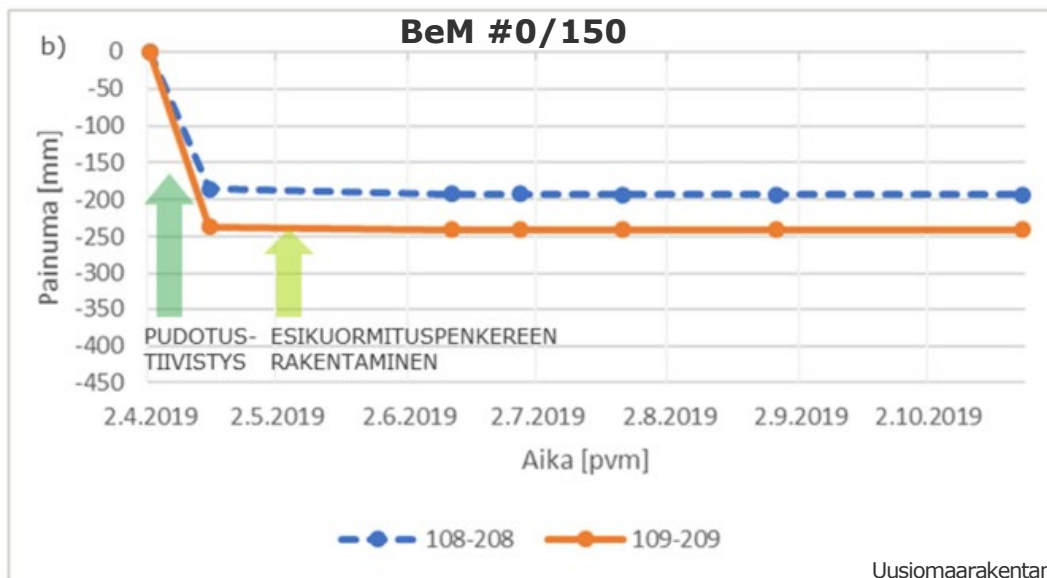
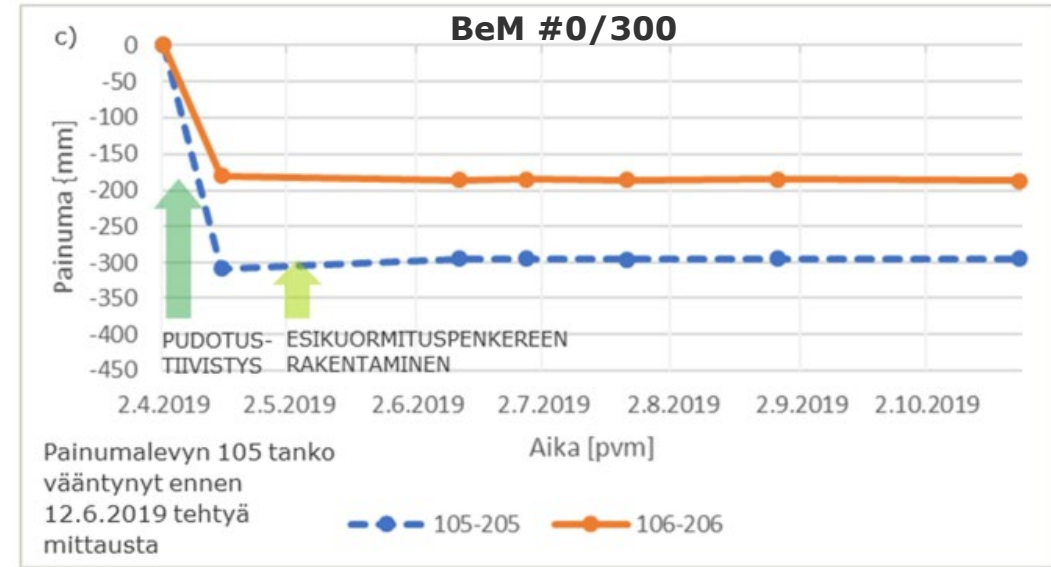
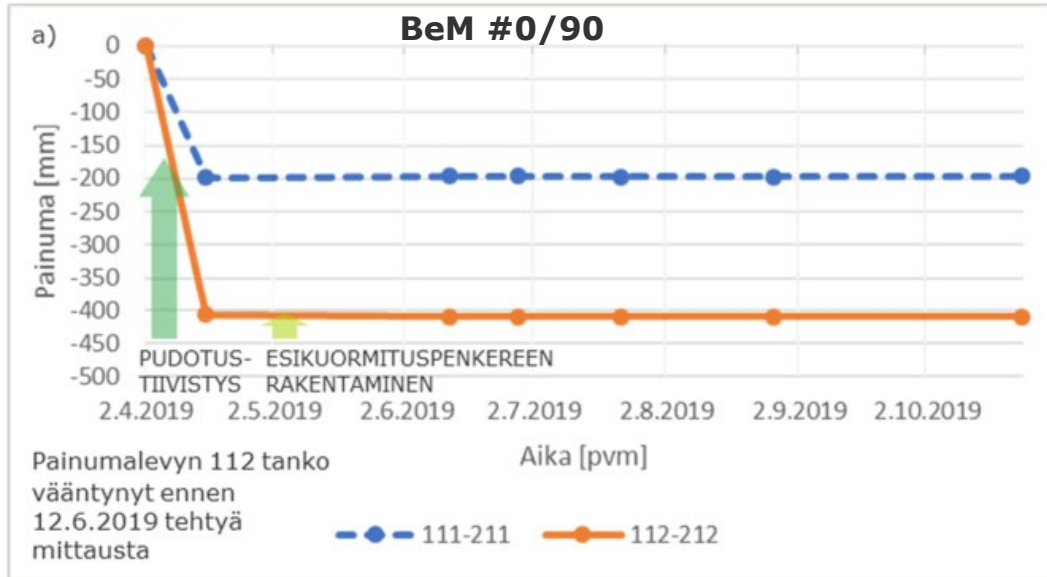
Alue, jolla pudotukset on tehty ilman pudotusalustaa

TULOKSET: TÄYTÖN TIIVISTYMINEN, KAIKKIEN PUDOTUSTEN YHTEISPAINUMA

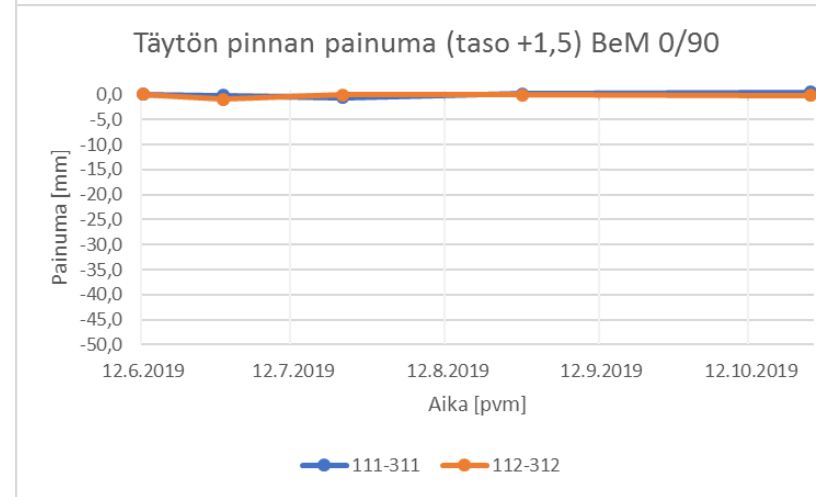
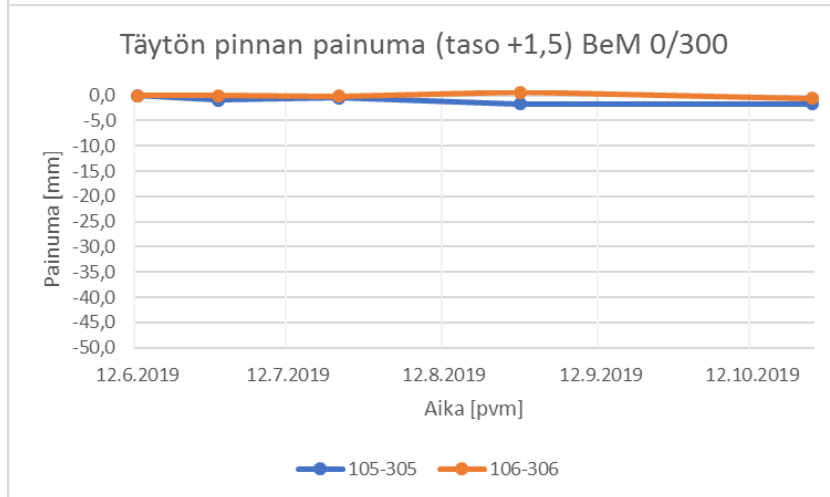
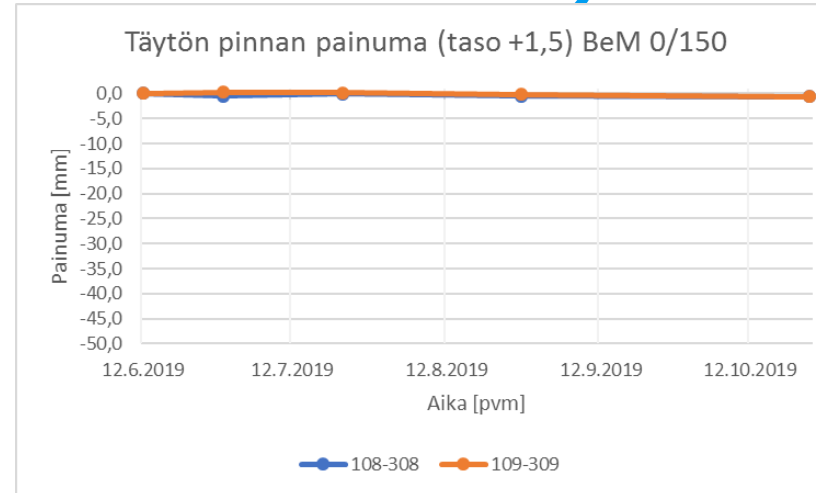
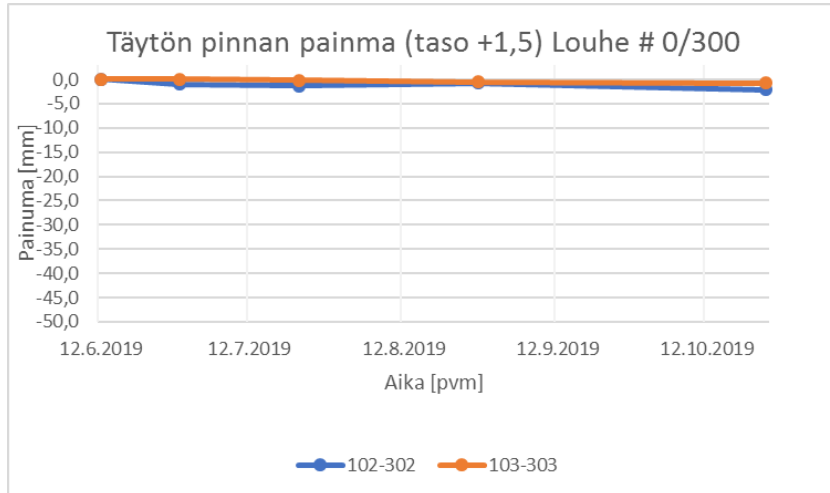


Koealue	Yhteen pisteeseen tehtyjen pudotusten yhteenlaskettu painuma [mm]
Koealue 1 (BeM #0/90)	430-890
Koealue 2 (BeM #0/150)	380-1150
Koealue 3 (BeM #0/300)	540-1370
Koealue 4 (louhe #0/300)	340-1190

TÄYTÖN PAINUMA: POHJAVEDENPINNAN TASOLLE ASENNETUT PAINUMALEVYT



TÄYTÖN PAINUMA: TÄYTÖN PINTAAN ASENNETUT PAINUMALEVYT (ASENNETTU PUDOTUSTIIVISTYKSEN JÄLKEEN, ENNEN ESIKUORMITUSPENKEREEN RAKENTAMISTA)



MUUT MITTAUKSET

- Puristuslujuus 7 vrk ja 28 vrk kokeet
 - BeM #0/90: 0,9...1,2 MPa -> 1,2 MPa
 - BeM #0/150: 0,7...1,9 MPa -> 1,0...1,1 MPa
 - BeM #0/300: 0,6...0,8 MPa -> 0,9 Mpa
- Hidastuvuusmittaukset
 - Mittauksiin vaikuttavien häiriötekijöiden takia mittaustuloksissa paljon hajontaa
 - Eri materiaalien välillä ei eroja järkäleen käyttäytymisessä havaittu eroja
- Rakeisuusmääritykset
 - Yksittäisiä näytteitä, tulokset melko satunnaisia
 - Suuriläpimittaisen materiaalin näytteenoton ongelmat
- Tilavuuspainon määrittäminen ja pinnantason mittaukset
 - Tulokset virheellisiä
- Sivusiirtymämittaukset
 - Ei koerakenteesta tehtyjen mittausten tuloksiin vaikuttavia siirtymiä

JOHTOPÄÄTÖKSET

- Pudotustiivistys soveltuu osittain meriveden alapuolelle sijoittuvan betonimursketäytön tiivistysmenetelmäksi
- Betonimursketäytöt BeM #0/90, #0/150 ja #0/300 tiivistyivät louhetäytön #0/300 tavoin.
- Betonimursketäytöillä pudotustiivistyksen aikaiset järkäleestä mitatut kokonaispainumat suuremmat kuin louhetäytöllä. Painumat täytetään ja pinta tasataan ennen täytön päälle rakennettavien kerrosten rakentamista -> Ei vaikutusta loppukäytön kannalta.
- Pitkäaikaispainumat kaikilla materiaaleilla pudotustiivistyksen jälkeen vähäisiä
- Materiaalin rakeisuudella tai tilavuuspainon muutoksella ei oletettavasti ole vaikutusta täytön tekniseen toimivuuteen
- Geoteknisten ominaisuuksien puolesta tutkitut betonimurskeet soveltuvat meritäyttömateriaaliksi liikenne- ja puistoalueille
- Rakennusten ja rakenteiden sijoittuminen alueelle asettaa rajoitteita betonimurskeen käytölle. Esim. paalutus täytön läpi, materiaalin vaikutus salaojiin vaatisi lisäselvitystä
- Betonimurskeen puristuslujuuden kehitystä merivedessä ei ole selvitetty. Vaatisi lisäselvitystä
- Ympäristövaikutuksista erillinen selvitys. Valmistuu kevään 2021 aikana. Vaikutus ”pohjaveteen” hyvin paikallinen. Vaikutusta meriveteen ei ole havaittavissa.

KIITOS!



Lisätietoa: sanna.anttila@ramboll.fi

Linkki YAMK-työhön: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202002122333>