

Liik  
enne  
vira  
sto



**POWERPILE**<sup>®</sup>

Maahan asennettavan  
geopolymeerirakenteen  
soveltuvuus tärinän  
vaimentamiseen

*Maiju Hirvonen*



**Aalto-yliopisto**  
Insinööritieteiden  
korkeakoulu

## Työn tausta ja tavoite

- Asuminen keskittyy
  - *Rakennettava lähemmäs ratoja*
- Värähtelyt muodostuvat ongelmaksi
  - *Keksittävä kustannustehokkaita ja helposti asennettavia tärinäeristysratkaisuja*
- Geopolymeerillä (rakenteellinen monikomponentti-polymeeri) hyvät ominaisuudet tärinänvaimennukseen
  - *Keveys ( $\rho \sim 34\text{-}50 \text{ kg/m}^3$ )*
- Sopiva koekohde Tampereen Jankassa

## Kirjallisuus selvitys

- Suomessa ongelmallisia savikot ja alueet, joissa kallionpinta on korkealla
- Värähtelyn taajuuspainotus
  - *0 - 80 Hz (ISO-standardi)*
- Tärinänvaimennuskeinot
  - *Radan perustukset*
  - *Rakennuksen perustukset*
  - *Tärinäeste radan ja rakennuksen väliin*

## Geopolymeeriseinän aiemmat tutkimukset

- Toimii parhaiten passiivisena vaimennuseinänä
- Vaimennusteho riippuu merkittävästi Rayleighin aallonpituudella normalisoidusta syvyydestä
- Normalisoitu paksuus vaikuttaa vaimennustehoon varsinkin matalilla seinillä
- Vaimentaa paremmin korkeita taajuuksia

Esteen sijainti	1. piste	2. piste	3. piste
Kenttä (%)	64.53	63.92	77.73
2D-malli (%)	41.79	45.11	45.93
Erotus (%)	35.24	29.44	40.91

Alzawi 2011

## Jankan koerakenne



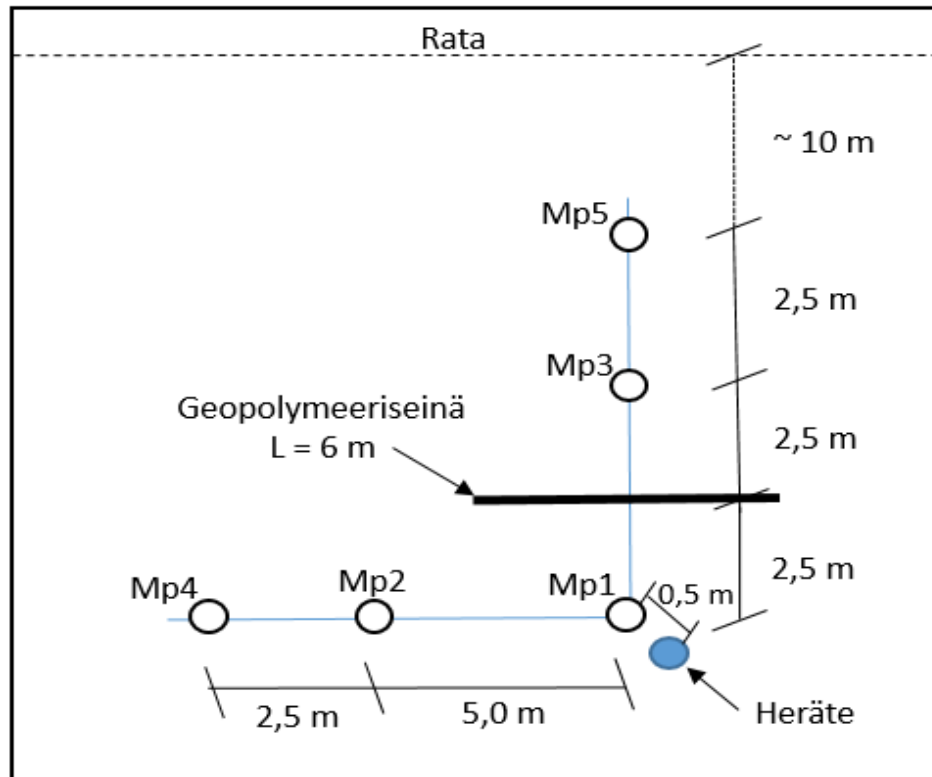
## Jankan koerakenne



## Heräte: pudotuslaite



# Koekohteen järjestelyt





## Mittaustulokset

### Mittalinja Mp1-Mp2-Mp3

Pudotustyyppi	0,2 m	0,6 m	1 m	0,2 m lisäpainoilla	0,6 m lisäpainoilla	1 m lisäpainoilla
$V_{rr}$	0,64	0,69	0,79	0,67	0,95	1,23
Vaimennus [%]	35,6	30,3	20,6	33,0	4,4	-18,4 (värähtely lisääntyi)

### Suorat mittalinjat

Pudotustyyppi	0,6 m lisäpainoilla		1 m lisäpainoilla	
Mittapisteen	Mp3 - Mp2	Mp5 - Mp4	Mp3 - Mp2	Mp5 - Mp4
$V_{rr}$	1,43	1,05	1,46	1,03
Värähtelyn lisääntyminen [%]	43,4	5,14	46,4	3,8

## Mittaustulokset

- Värähtelyt eivät vaimentuneet odotetusti, viimeisissä mittauksissa värähtely lisääntyi
- Dominoiva taajuus seinän takana suurempi kuin nollamittauslinjalla eli matalat taajuudet vaimentuneet paremmin
  - *ristiriita vanhojen tutkimusten kanssa*

## Tulosten analysointi

- Pinta-aaltojen aallonpituus mittausten mukaan noin 6,2 m, jolloin seinän normalisoitu syvyys on  $0,49\lambda_r$ 
  - *Aiemmissä tutkimuksissa maaperästä riippuen suositeltu vähimmäissyvyyttä  $0,6 - 1,5\lambda_r$*
- Maa ehti tiivistyä pudotuslaitteen alla
- Mittauslaitteen tekniset ominaisuudet
  - *Tarkkuus ei ehkä riitä näin pienille värähtelynopeuksille ja nopeuksien eroille*
  - *Kanavan vaihto*

## Tulosten analysointi

- Injektointi suoraan maaperään tällä tavalla ei toiminut odotetusti



## Jatkotutkimustarpeet

- Mallinnus
  - *Abaqus 2D-malli (diplomityö)*
- Laajemmat empiiriset tutkimukset
- Seinän injektointi eri tavalla
- Maan tiivistymisen vaikutus