



# Katsaus paalutukseen liittyvistä t&k-hankkeista Pohjoismaissa

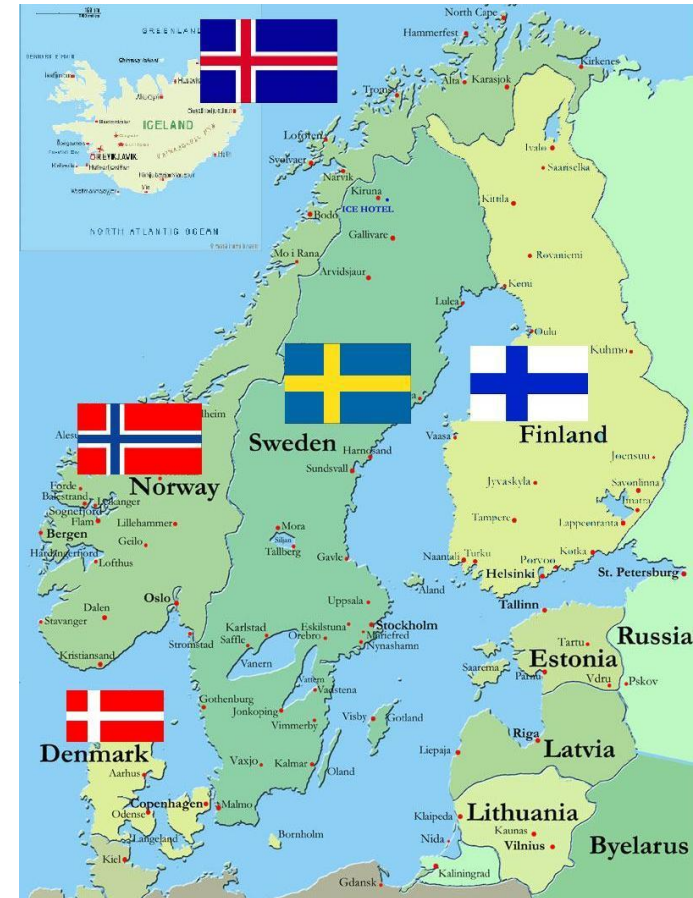
SGY:n Pohjanvahvistuspäivä 24.8.2017

Veli-Matti Uotinen



## Esityksen sisältö

- Yleistä / paalutustoimikunnat Pohjoismaissa
- Suomen t&k-hankkeita
- Ruotsin t&k-hankkeita
- Norjan t&k-hankkeita
- Tanskan t&k-hankkeita





# Paalutustoimikunnat



## Suomi: SGYn paalutustoimikunta

- Puheenjohtaja Teemu Riihimäki, sihteeri Jukka Haavisto
- PO 2016 käyttöönottoon liittyviä tehtäviä
- Paaluttajien koulutus-, pätevyysvaatimus- ja näyttötutkintojärjestelmän kehittäminen
- Ollaan mukana Eurokoodi 7 uudistamisryhmän toiminnassa, nimettynä jäsenenä V-M. Uotinen Liikennevirastosta
- Annetaan lausuntoja työn suoritusstandardeista kansallisen tukiryhmän (mirror group) ominaisuudessa aihealueena paalut, tukiseinät, kaivantoseinät ja maa-ankkurit
- Alan edistäminen ja tietojen vaihto eri intressiryhmien kanssa ja kehityksen tukeminen
- **V.2017 teemavuosi ”Paalutustyöturvallisuus”**

## Ruotsi: Pålkommission

- <http://www.palkommissionen.org/> , perustettu 1959
- jäseninä urakoitsijoita, materiaalivalmistajia, konsultteja, tutkimuslaitoksia, Trafikverket
- budjetti 2016/2017 1.875 MKr (n. 200 000 €)
- pj. Mats Larsson (Sweco), hallituksessa 12 jäsentä
- päätehtävinä:
  - priorisoida, aloittaa ja toteuttaa paalutukseen ja tukirakenteisiin liittyviä t&k-projekteja (n. 70 % budjetista käytetään t&k-hankkeisiin)
  - seurata ja arvioida tutkimustuloksia
  - levittää tietoa ja kokemuksia
- runsaasti (ladattavia) raportteja ja suunnitteluohjeita
- vuosittain julkaistavat paalu- (ja pontti)tilastot

Påltyp	Antal meter	Andel	Andel föreg. år
Betongpålar	1 464 600 m	( 57 %)	(60 %)
Slagna stålpålar	650 891 m	( 25 %)	(18 %)
Borrade stålrörspålar	305 322 m	( 12 %)	(12 %)
Träpålar + övriga pålar	151 870 m	( 6 %)	(10 %)
Summa	2 572 683 m	(100 %)	(100 %)



# Paalutustoimikunnat



## Norja: NGF, Peleveiledningskomiteen

### Den norske Pelekomité

- [http://ngf.no/?page\\_id=84](http://ngf.no/?page_id=84)
- pj. Arne Eigeland, Multiconsult
- 11 jäsentä, joista 6 konsultteja/suunnittelijoita, 3 urakoitsijaa, 1 tieviranomainen ja 1 tutkimuslaitoksen edustaja
- t&k-hankkeiden käynnistäminen
- ohje- ja standardisointityö
  - tämän hetken pätehtävä päivittää Peleveiledningen- (Norjan PO) v.2018
  - Osallistuminen NS3420-G Specification texts for building, construction and installations - Part G – Ground works part 2
  - Eurocode 7, chapter 7 Piles (Nordic group)
- järjestivät v.2016 syyskuussa ensimmäisen Peledagenin, 140 osallistujaa (loppuunmyyty tilaisuus)

## Tanska: DGF Pælekomitéen

- <http://www.danskgeotekniskforening.dk/da/p%C3%A6lekomit%C3%A9en>
- perustettu v. 2010
- pj. Ole Møller, Aarsleff
- 12 jäsentä, joista 9 konsulttia/suunnittelijoita, 2 urakoitsijaa ja 1 paaluvalmistaja
- pätehtävinä:
  - Tunnistaa, arvioida ja levittää tietoa paaluista (myös off-shore rakenteet)
  - Dokumentoida tanskalaiset kokemukset/käytännöt paaluperustusten mitoittamisesta, toteuttamisesta ja laadunvalvonnasta tyypillisissä tanskalaisissa pohjaolosuhteissa
  - Osallistuminen (normikomitean kanssa) Eurokoodi 7 kommentointiin / kehittämiseen Involve
- TC288 (paalut, tukiseinät) mirror group



# Teräsbetonipaalun rakenteellisen kantokyvyn analysoinnin kehittäminen

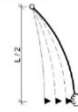


- Tutkimuslaitos: TTY (Jukka Haavisto)
- Rahoitus: Betoniteollisuus ry, RTL-säätiö, LiVi
- Aloitus 2016 alkukesä – valmistuu v.2017 loppuun mennessä
- Osa 1: Mitoitusmallin kehittäminen
- Osa 2: Betonin puristuslujuus erilaisten rasiustilojen jälkeen (Toni Kujalan diplomityö 2/2017) <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/24619/kujala.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  - 22 koepaalu, 52 poranäytettä

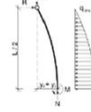
1. Lähtötilanne: Alkutaipunut paalu



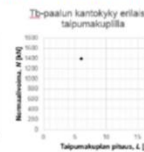
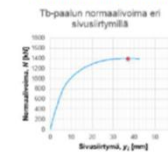
2. Kasvatetaan toisen kertaluvun taipumaa askel kerrallaan



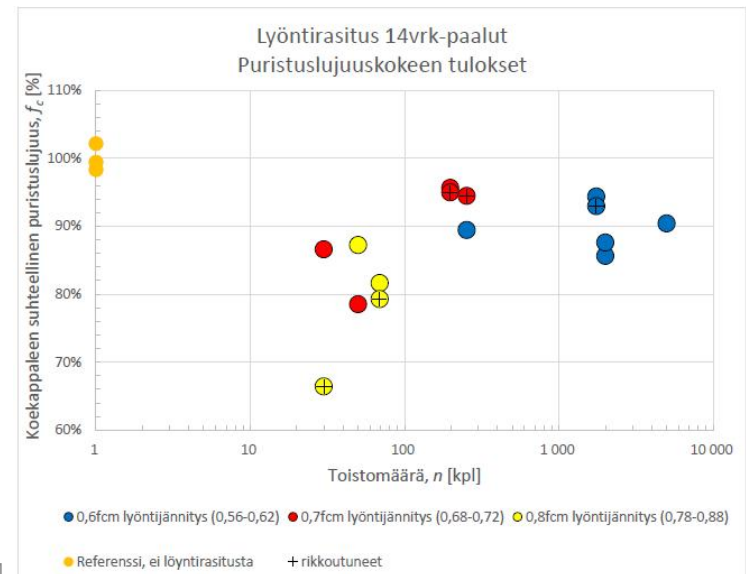
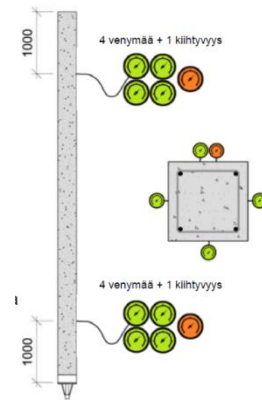
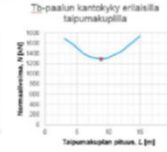
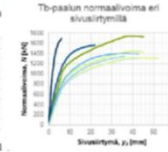
3. Ratkaistaan normaaliavoima jokaisen askeleen kohdalla



4. Määritetään maksimi normaaliavoima eri askeleiden välillä:



5. Varioidaan taipumakuplan pituutta



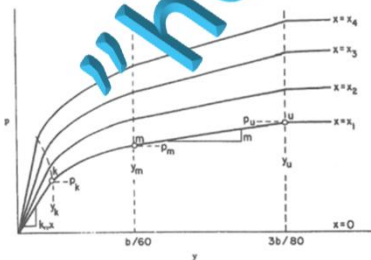


## Liikenneviraston käynnistyviä t&k-hankkeita



### Maan ja rakenteen yhteistoiminnan analyysi sillan ja muiden taitorakenteiden rakennemalliin perustuvassa suunnittelussa

- Tutkimussuunnitelman laatiminen v.2017-2018
- Erityisesti paalujen maan sivuvastus (p-y –käyrät)
  - lyöntipaalu / peräpaalu
- Koerakenne / keeppaaluja v.2018-2019 ?



### Teräspalkkipaalujen korroosio tiesuolan vaikutusalueella

- Nykyinen LiVin mitoitusmenettely 1s ja 1-kunnossapitoluokan teillä “ankara”
- Kirjallisuustutkimus 2011-2012 ei löytynyt relevantteja tutkimuksia
- Alustava tutkimussuunnitelma laadittu
  - Tutkitaan 10-15 siltakohdetta
    - Sekä runsaasti suolattuja kohteita, että suolaamattomia kohteita
    - Ikä > 10 vuotta
    - Valmistustiedot (tod. ainevahvuus) paaluista
    - Kaivetaan esiin ja ainevahvuus mitataan NDT ja näytepaloista
    - Analyysi ja johtopäätökset ei mahd. muutokset ohjeistuksiin

24.8.2017 V.-M. Uotinen





# Muita tiedossa olevia korroosiotutkimuksia



## Korroosiotutkimus Helsingin Kyläsaarella

Pohjanvahvistuspäivä 25.8.2016  
DI Juuso Perolainen / TTY

- Aloitusvaihe 2015
- Ensimmäinen tutkittavien paalujen nostovaihe 2017
- Nykyisen suunnitelman mukaiset myöhemmät nostovaiheet 2020, 2025 ja
- Diplomityö saatavilla julkisesti TTY:n kirjaston nettisivuilta <http://URN.fi/URN:NBN:fi:ty-201605254138>
- Tutkimusprojektiin liittyviin kysymyksiin yhteyshenkilönä
  - Helsingin kaupungin kiinteistöviraston geoteknisen osaston projektipäällikkö Miia Paatsema (mii.paatsema@hel.fi)
  - TTY:n osalta associate professor Pasi Peura (pasi.peura@tut.fi)

LiVi asennutti Seinäjoki – Oulu ratahankkeelle 3 siltapaikalle teräspaaluja korroosiotutkimuksia varten (2 paalua per paikka) erityyppisiin pohjaolosuhteisiin. Paalujen tutkiminen sijoittuu v. 2025 paikkeille.

Syksyllä 2016 rataosuudella Parkano-Seinäjoki nostettiin 8 vuotta vanha pontti. Maksimipistekorrosio 0,25-0,3mm, tasainen korrosio "mitättömän pientä". VR Track, LiVi, TTY



24.8.2017 V-M.  
Uotinen



## Paaluihin liittyviä diplomitöitä



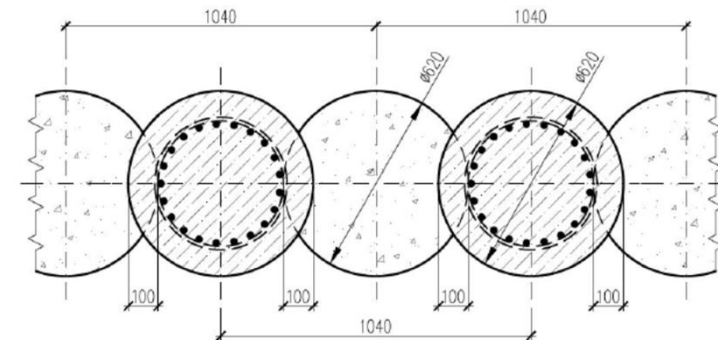
### Pallografiittirautapaalun käyttökelpoisuus Suomessa, 2016

- Teemu Taajaranta A-Insinöörit Oy
- rahoitus: Hki Geo, A-ins, Tiroler Rohre GmbH.
- <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/23987>
- pallografiittirautapaalun asennettavuus ja muut ominaisuudet
- korroosiota käsitelty laajasti
- Jätkäsaaren suunnittelukohde



### Kaivinpaaluseinän geotekninen ja rakenteellinen toimintatapa ja mitoitusmenettelyt Suomessa ja Baltiassa, 2016

- Laura Anttila, Lemminkäinen Infra Oy
- <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/23660>



Kuva 19 Esimerkkikohteen häkkiraudoitettun 620 mm kaivinpaaluseinän poikkileikkaus

24.8.2017 V-M.  
Uotinen





# Paaluihin liittyviä diplomitöitä ja väitöstutkimus



## Porapaaluseinän automaattinen monitorointi, diplomityö 2017

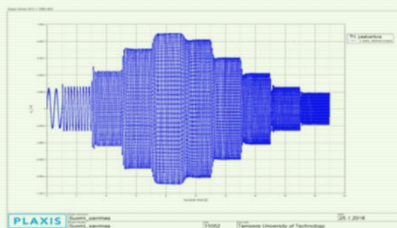
- Taneli Huttunen
- <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/25098>

## ”Kaivinpaalun tekeminen porapaalutekniikalla” Improving the Cost-Efficiency of Large Diameter Bored Piles, diplomityö 2017 TTY

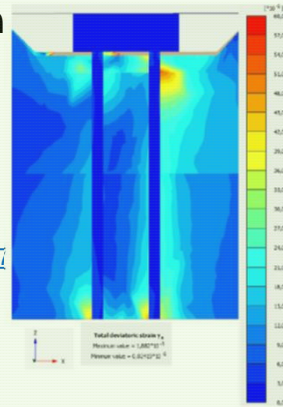
- Matias (Eetu) Niemeläinen, Destia Engineering
- pilottikohde suunnitteilla Vt4 Oulun kohta

## Vaakasuuntaisesti värähtelevien paalu-perustusten dynaamiset analyysimenetelmät, diplomityö 2016

- Janne Juuti
- <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/23778>



Kuva 4. TH Suomen puutalusteen värähtelevien LE-mallilla (lms 10/03). Paalu yllätyksellä 450 mm jri. Tarkat heräteajajat: 2, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20 ja 30 Hz. Tarkentehka kaikilla heräteajajilla 2 s, pössi-tajajolla 2 Hz 1 s.



Kuva 1. Suomen puutalusteen mallinnus ja siirtymien aiheuttama leikkimoodin muutos LE-mallilla.

## THERMO-MECHANICAL BEHAVIOUR OF GROUND-SOURCE THERMOACTIVE STRUCTURES, väitöskirja Ehsan Hassani Nezhad Gashti, Oulun yliopisto 2016

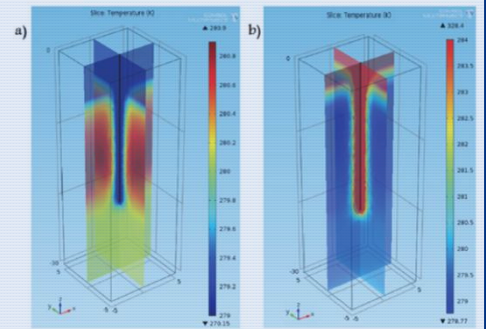


Fig. 10. Geothermal regimes around pile 1 in two orthogonal sections on day 28 of a) heating and b) cooling mode (with inlet temperature of 55°C) (Paper I, reprinted with permission from Journal Energy and Buildings).

24.8.2017 V-M.  
Uotinen



## SSAB:n t&k-hankkeita (DI-töitä)



- ▶ RD-paaluseinän ankkurointi- ja liitosdetaljit  
– Samuli Laatinen, Aalto



Valmistuu syksyllä 2017

- ▶ Vedetyt kallioon injektoidut porapaalut  
– Niko Korhonen, TTY



Valmistuu syksyllä 2017,  
jatkoa Rosa Sirenin DI-työlle

- ▶ Kuitubetonin käyttö liittorakennepaaluissa  
– Antti Ahonen, Oulun Yliopisto



<http://jultika.oulu.fi/files/nbnfioulu-201704131482.pdf>



## ...tulossa / käynnissä paaluihin liittyen



- RT:n teräsbetonipaalujen tuotelehti päivittyy (vuoden 2018 alkupuolella)
- Paalutustyöturvallisuusasioita edistetään (Infra ry, AVI, LiVi, SGY Paalutustoimikunta)
- Diplomityö Aalto, tekijä Sweco: ”Korkea rakentaminen, vaakakuormien hallinta vinopaaluilla ja/tai paalujen sivuvastuksella, päähuomio rakenteellisessa mitoituksessa”
  - Tutkimussuunnitelman laadinta käynnissä (Paalutustoimikunta kommentoi)
  - työ alkaa v.2018 tammikuussa
  - Yhdyshenkilö: Hannu Uusitalo, Sweco Rakennetekniikka





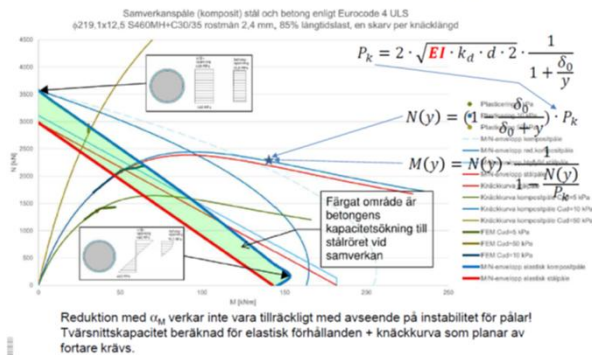
# Ruotsin t&k- ja ohjehankkeita, Pålkommission



14-02 Liittorakennepaalut Eurokoodien mukaan  
 PK:n yhteyshenkilö Håkan Karlsson, Skanska  
 Esitys [www.paldag.se](http://www.paldag.se), valmis 12/2017?



Resultat från FEM-beräkningar



15-01 Sponthandboken Ponttikäsikirja  
 Pk:n yhteyshenkilö Viveca Arvidsson, Täljö Bygg och Geokonsult AB  
 Esitys aiheesta [www.paldag.se](http://www.paldag.se) (Anders Kullingsjö, Skanska)  
 Ponttikäsikirja valmistunee vuoden 2017 aikana

- 16-05 Lyöntipaaluja kalliokärjet
- Pk:n yhteyshenkilö Peter Alheid, Hercules grundläggning AB
- Teräs- ja betonipaluille yhteiset mitoitusperiaatteet ja materiaalivaatimukset siten, että varmistetaan kalliokärkien meislautuminen kovaan kallioon
  - Vaatimukset asennustavalle
  - Useampivuotinen projekti, valmistuessaan julkaistaan Pk:n raporttina



## Ruotsin t&k- ja ohjehankkeita, Pålkommission



*16-01 PK Rapport 106 (Verifiering av geoteknisk bärförmåga för pålar enligt Eurokod) päivitys*  
Gary Axelsson, ELU Konsult vastaa työstä  
Pk:n yhteyshenkilö Simon Håkansson, ELU Konsult

*16-02 Paalujen taivutus, poikittaiskuormitus ja negatiivinen vaippahankaus*  
Eurokoodien huomioonottaminen (kehittäminen?)  
Pk:n yhteyshenkilö Simon Håkansson, ELU Konsult  
Taivutus: Gary Axelsson, ELU Konsult  
Poikittaiskuormitus: P-O Svahn, Skanska  
Negatiivinen vaippahank: Tara Wood, NCC

*16-03 Paalutuskurssi, Pålprojektering*  
SGF:n kanssa yhteistyössä järjestettävä kurssi 10/2017  
<http://www.sgf.net/web/page.aspx?refid=4564>  
Pk:n yhteyshenkilö Olle Båtelsson, Trafikverket  
Luennoitsijat: Peter Alheid, Hercules Grundläggning AB  
Gary Axelsson, ELU Konsult AB, Håkan Karlsson, Skanska Sverige AB

*16-06 Pålgrundläggningshandboken*  
Pyrkimys aikaansaada paalutuskäsikirja, missä otetaan huomioon 25 vuoden aikana tapahtunut kehitys (mm. Pk:n raportit) ottaen huomioon nykyiset vaatimukset suunnittelulle ja toteutukselle  
Pk:n yhteyshenkilö Björn Dehlbom, SGI  
Esiselvitystä tekevät: Fredrik Beyer, Peab  
Tanja Bojovic, Golder, Björn Dehlbom, Urban Eng, Ramböll





# Ruotsin BIG-ohjelma



Hem | Om BIG | Workshop | Projekt | Förstudier | Utlysningar | Logga in

Om BIG  
BIGs mål  
Inriktning  
Styrelsen  
Programkoordinator  
Partners  
Artiklar om BIG



TRAFIKVERKET



CHALMERS

## BIG partners

Följande är partners i BIG

Trafikverket  
Chalmers  
Kungliga Tekniska högskolan  
SGI  
Luleå Tekniska Universitet

<http://www.big-geo.se/>

v.2013-2017 (tavoitebudjetti) 60 Msek =  
6,3 M€

## On the fundamental relation between soil creep and cyclic pile-load response

Utförare: Chalmers

Startår: 2014

Slutår: 2018

Kontaktperson: Minna Karstunen



## RiPofF Axially loaded piles (koheesiopaalu)

Utförare: Chalmers

Startår: 2015

Slutår: 2017

Kontaktperson: Jelke Dijkstra



## Västlänken - dragförankringar med kohesionspålar

Utförare: Chalmers

Startår: 2013

Slutår: 2015

Kontaktperson: Claes Alén

24.8.2017 V-M.  
Uotinen



# Ruotsin BIG-ohjelma + muuta



## Jordarmering på olika typer av bankpålning

Utförare: SGI

Startår: 2014

Slutår: 2015

Kontaktperson: Rebecca Bertilsson



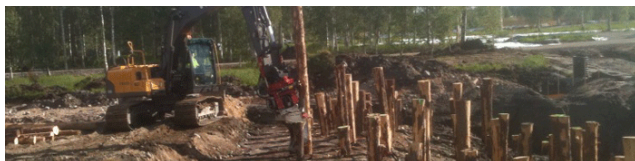
## Optimal design av träpålar

Utförare: Luleå Tekniska Universitet

Startår: 2016

Slutår: 2019

Kontaktperson: Hans Mattsson



## Chalmersin yliopistossa energiapaalututkimusta

### Floating Thermal Piles in Soft Sensitive Clays

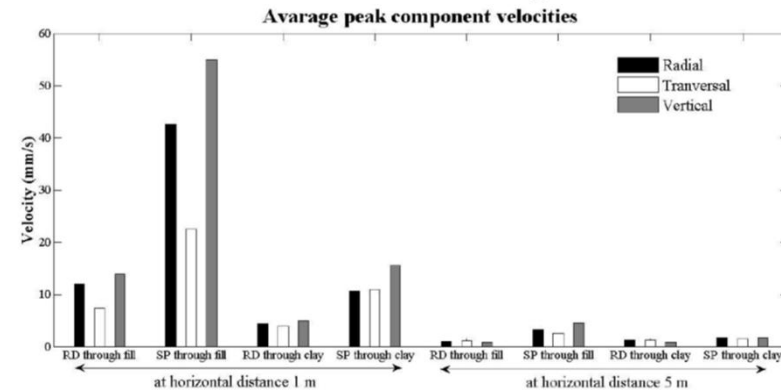
**Anders Bergström** (Institutionen för bygg- och miljöteknik, Geologi och geoteknik); **Saqib Javed** (Institutionen för bygg- och miljöteknik, Installationsteknik); **Jelke Dijkstra** (Institutionen för bygg- och miljöteknik, Geologi och geoteknik)

Grundläggningdagen 2017 (GD 2017), March 16, 2017, Stockholm, Sweden (2017)  
[Konferensbidrag, övrigt]

KTH:ssa diplomityö,  
Markus Daniels &  
Katarina Loven, 2014

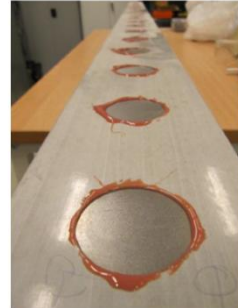
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:751565/FULLTEXT01.pdf>

Differences in ground vibrations generated from installation of bored and vibrated retaining walls

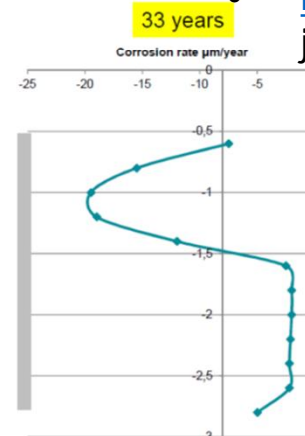
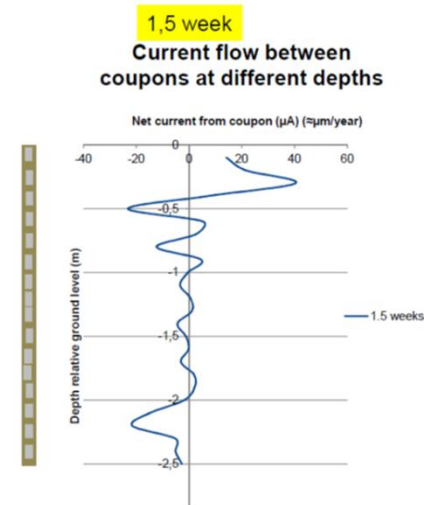
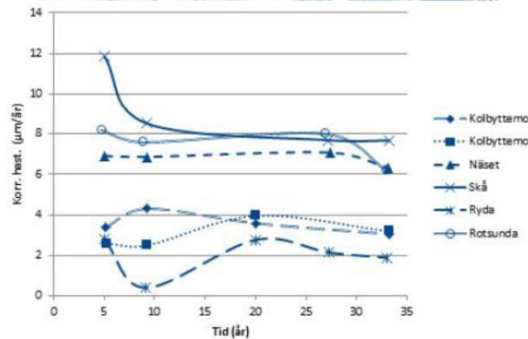




# Ruotsi, korroosiotutkimushanke, Swerea



- Kehitetään mittalaitteistoja edelleen, mm. antureiden ja tiedonsiirron osalta
- Kalibroidaan 6 tutkimuskohteeseen
- Mahd. muiden kohteiden tutkiminen ja rakenteiden esiinkaivu
- V.2017-2018
- Mukana Pålkommission ja ruotsalaisia yrityksiä
- [Bertil.sandberg@swerea.se](mailto:Bertil.sandberg@swerea.se), [jonas.engblom@swerea.se](mailto:jonas.engblom@swerea.se)





# Norja, BegrensSkaden

<https://www.ngi.no/eng/Projects/BegrensSkade-Damage-Limitation>



**BegrensSkade**  
PERIOD | 2012 - 2015  
COUNTRY | NORWAY  
MARKET | BUILDING, CONSTRUCTION AND  
TRANSPORTATION  
PROJECT MANAGER | ARNE ENGEN  
PARTNER | NORCONSULT

## R&D program | BegrensSkade ("Damage Limitation")

"BegrensSkade" is a R&D project with the aim of limiting damage to buildings and constructions caused by ground conditions and foundation engineering work.

### Overall goal

The overall goal of the project is to develop methods and processes that will help limit the extent of damage and unwanted settlements in connection with building, construction and real estate activity.

VAIHE I raportoitu, vaihe II käynnistymistä odotetaan

Vaihe I paaluihin ja pontteihin liittyvää:

- Kerätty, koottu ja analysoitu olemassa olevaa tietoa
  - Ponttien ja tukiseinien asentamisesta sis. ankkurien poraukset aiheuttamista siirtymistä ja huokosvedenpaineen muutoksista kaivannon vaikutusalueella
  - Lyöntipaaluituksen aiheuttamat siirtymät ja (syrjäytyminen) ja huokospaineen nousu ympäristössä
  - Eri porausmenetelmien aiheuttamaan maan häiriintyminen, huokosvedenpaineen nousu paalun ympärillä, suosituksia porausmenetelmän valintaan ja porausnopeuteen
- Suosituksia: enemmän rakenteiden instrumentointia, parempi poraustyön suorittamisen kuvaus, dokumentointi, automaattinen tiedonkeruu



Total budsjett: 25,4 millioner

NFR 6,1 millioner

Partnere: 3,7 mill. kontant + 15,6 mill. egeninnsats

Prosjektperiode: 1. sept 2012 - 1. sept 2015



24.8.2017 V-M.  
Uotinen



# Norja, Geofuture II – Design module piles



<https://www.ngi.no/eng/Projects/Geofuture>



PERIOD | 2011 - 2019 COUNTRY | NORWAY

MARKET | BUILDING, CONSTRUCTION AND TRANSPORTATION

PROJECT MANAGER | STEFFEN GIESE

PARTNER | MULTICONSULT; SVV, BANE NORD SF ET.AL.

## R&D program | Geofuture

The primary objective of GeoFuture is to supply the building, construction and transport industry with methods and tools for geotechnical design and calculations.

Budjetti 26.4 NOK (3,1 M€); 14 osallistujaa. Rahoitus Norwegian Research Council)

### Piles

Further development and programming of software code GeoSuite Piles. Phase I Improved user friendliness, improved documentation of input parameters, integrated software with capacity of single piles as well as pile groups. Responsible: [Steffen Giese](#) (Multiconsult)





# Norja, koheesio- ja kitkapaalut



<https://www.ngi.no/eng/Projects/Time-effects-on-pile-capacity>

PERIOD | 2006 - 2012 COUNTRY | NORWAY

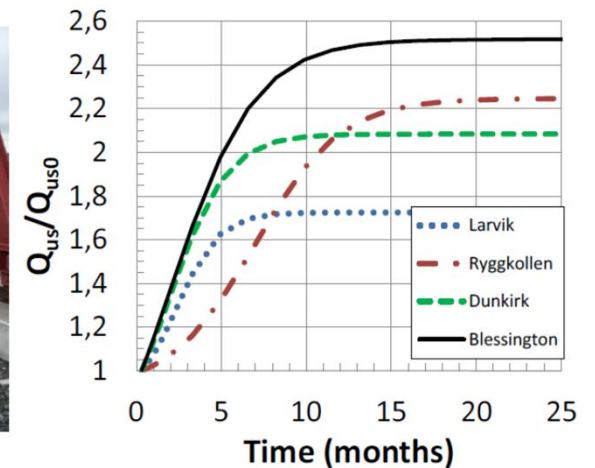
MARKET | BUILDING, CONSTRUCTION AND TRANSPORTATION

PROJECT MANAGER | KJELL KARLSRUD PARTNER | MULTICONSULT

## R&D program | Time effects on pile capacity

In 2006 NGI initiated a research project "Time effects on pile capacity", motivated by evidence from past field testing of a considerable gain of the axial bearing capacity of piles with time.

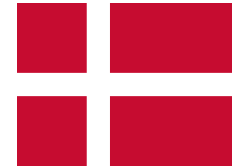
- The Norwegian Research Council
- JIP partners: (Femern AS, Kværner, Total E&P, Petronas Carigali, Saudi Aramco, Statoil)
- Industry participants: (Multiconsult, Kynningsrud, Rautarruukkii Oyi, Skanska/Entreprenørservice, The Norw. Dep. of Public Roads)



- Runsaasti julkaisuja, mm. Karlsrudin väitöskirja (ladattavissa t&k-projektin sivuilta)
- Projekti jatkuu JIP:n projektina yhteistyössä UWA (The University of Western Australia) ja Imperial College Londonin kanssa; yhteinen tietokanta kitka- ja koheesioapuista hiekoissa ja savissa yhteyshenkilö [Farrokh.Nadim@ngi.no](mailto:Farrokh.Nadim@ngi.no)



## Tanska



Kaikki Tanskan t&k-projektit liittyvät Aarhusin yliopistoon ja useimmat Department of Engineering, professori Kenny Kataoka Sørensen  
<http://eng.au.dk/en/research-in-engineering/research-areas/civil-and-architectural-engineering/geotechnical-engineering>

Tanskan osalta tiedot perustuvat Ole Mollerin (Aarsleff) lähettämään s-postiin

### Yield and buckling of piles in soft soils

An attempt to analyse the structural capacity of piles with consideration to possible second order effects and pre bending. A Danish – or even European design approach. Size of initial curving from driving to be investigated by inclinometer measurement in driven piles. Follow up on initial step from Gary Axelsson.

### Model test on bored piles

To check design rules on skin friction

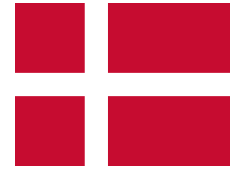
### Negative skin friction and effect of bitumen coating on this

Ongoing R&D project, A row of students have been and are involved in this long lasting project. Full scale test, measurement of drawdown from settling ground (gytja).

Tätä tutkittaneen myös Norjassa,  
[www.paldag.se](http://www.paldag.se)  
Karlsruhin esitys



## Tanska

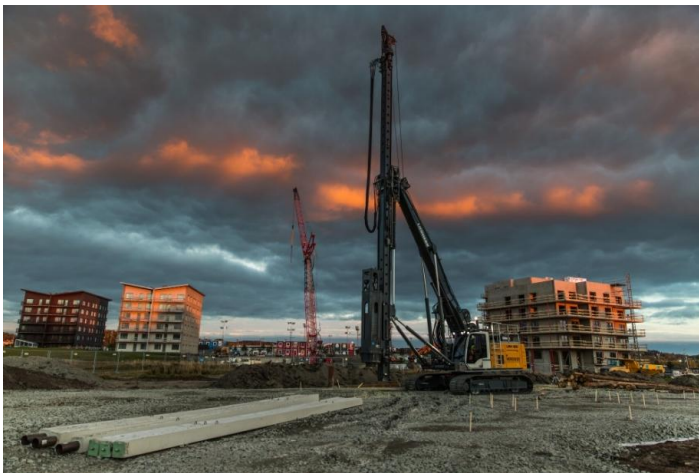


Pore water pressure response and heave of Paleogene clays in connection to deep excavation and pile driving

A "business – PhD – project". Pressuremeter cells are cast into precast piles, which then are driven into Palaeogene clay.

Use of fiber optics to measure strain and stresses in piles, bored as well as driven

A "business – PhD – project". Fibre optics are cast into piles, driven and bored. To separate skin friction from toe resistance – and, for bored piles in Denmark, to evaluate the rather conservative design rules.





## Jotakin (ihan) muuta....InfraRYL

Nämä luvut lausunnolla 8-10/2017, olkaa aktiivisia!

Poistettavat, siirrettävät, suojattavat kasv. 11110...11113, 11410

Poistettavat, siirrettävät, suojattavat rak. 11211...11213

Pilaantuneet maat ja rakenteet 12100...12200

Paalut 13211...13240

Arinat 13311...13314

Tiivistetyt ja liuskapystyöjitetut maarakenteet 14111, 14120

Stabiloidut maarakenteet 14130...14132

Lujitetut maarakenteet 14141...14155

Suojaukset ja eristykset 14200...14221

Pohjavedensuojaukset 14231...14235

Kaatopaikkarakenteet 142511...152526

Kuivatusrakenteet 14300...14360

Kallion tiivistys- ja lujitusrakenteet 15100...15320

Maaleikkaukset ja -kaivannot 16110...16220

Kaivannon tukirakenteet 16300...16391

Vedenalaiset maaleikkaukset ja -kaivannot 16410

Rakenteiden alitukset 16500...16520

Kalliroleikkaukset, -kaivannot ja -tunnelit 17110...17614

Penkereet 18111...18116

Asennusalustat ja täytöt 18310...18330

Alus- ja ympäristäytöt, massanvaihtoon kuuluvat täytöt, 18340...18360

Johtokaivantojen virtaussulut 18370...18373





KIITOKSET MIELENKIINNOSTA!  
Kysyttävää?