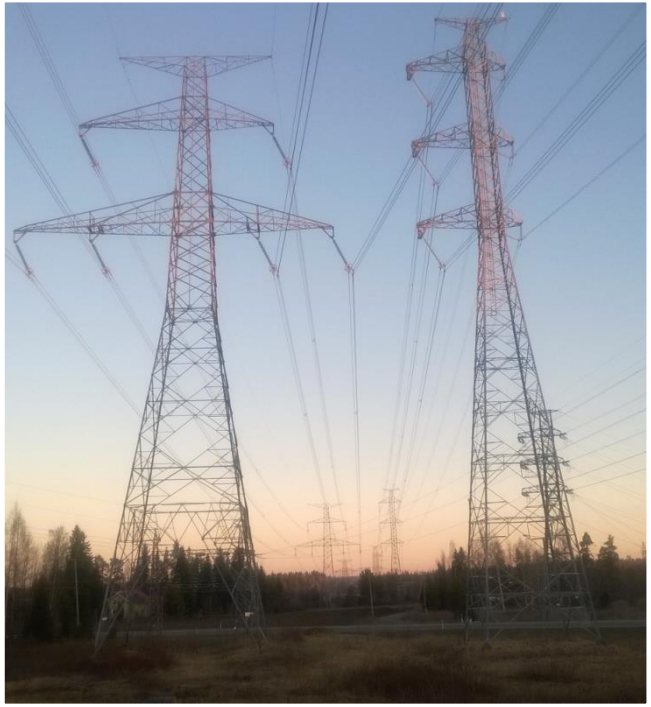
SSAB:n Teräspaalupäivä 2020

Teräspaaluja kantaverkon pylväsperustuksissa

Matti Hakulinen 23.1.2020

Harustettu pylväs

Rakennus



Pylväsperustukset

RAKENTEIDEN MITOITUSVAATIMUKSISTA

Rakennuksissa painumaerot näkyvät vaipparakenteiden halkeamina ja epätiiviyksinä

Epätiiviydet, halkeamat ja muut painumaerot vaikuttavat:

- Ulkonäköön
- Toimivuuteen
- Energiatalouteen
- Terveyteen
- Käyttömukavuuteen
- Äänieristykseen
- Kosteusrasitukseen
- Rakenteiden elinkaareen
- Paloturvallisuuteen

Nykyaikainen rakennus on routimaton ja lähes painumaton, perustuksen mitoittaa yleensä sallitut muodonmuutokset

Pylväsperustusten siirtymävaatimukset ovat lievemmät ja perustuksen mitoittaa turvallisuus (riittävä varmuus)

Vapaasti seisova pylväs

Pylväsperustukset ovat luonteeltaan erikoisrakenteita

Mitoitusvaatimukset

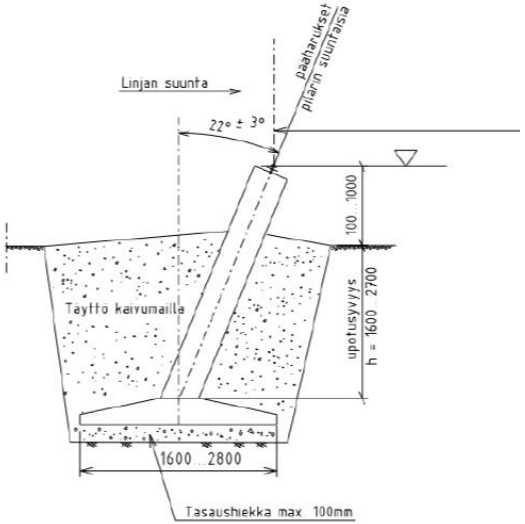
Kuormat; kaatava momentti usein mitoittava, omapaino vähäinen

Linjat leikkaavat kaikenlaista maankamaraa, perustuksia paljon

Maankamara yleensä kantaa, mutta voi olla logistisesti haasteellista

Harustetut pylväät, noin 80 - 90 % pylväistä
Perinteinen rakennustapa

Harusankkuri,
ominaisvetokuorma
150 – 250 kN
(ilman kertoimia)

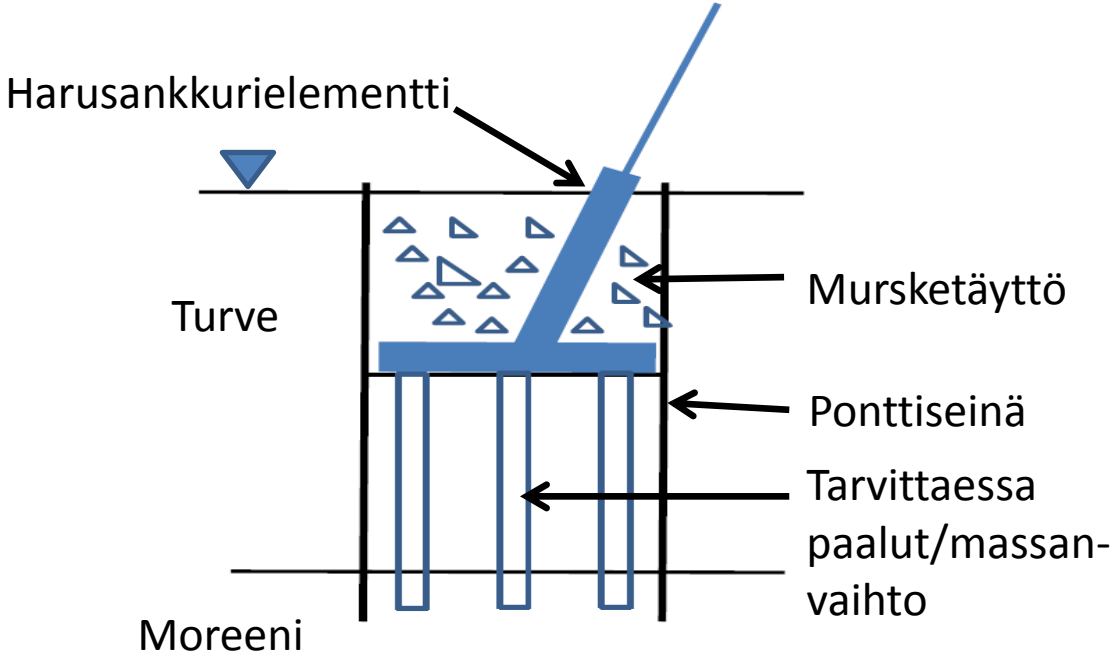


Helpot kohteet: kitkamaat pohjavedenpinnan yläpuolella

Vaativat kohteet: turve- ja savipehmeiköt, kallio (rikkonaisuus)

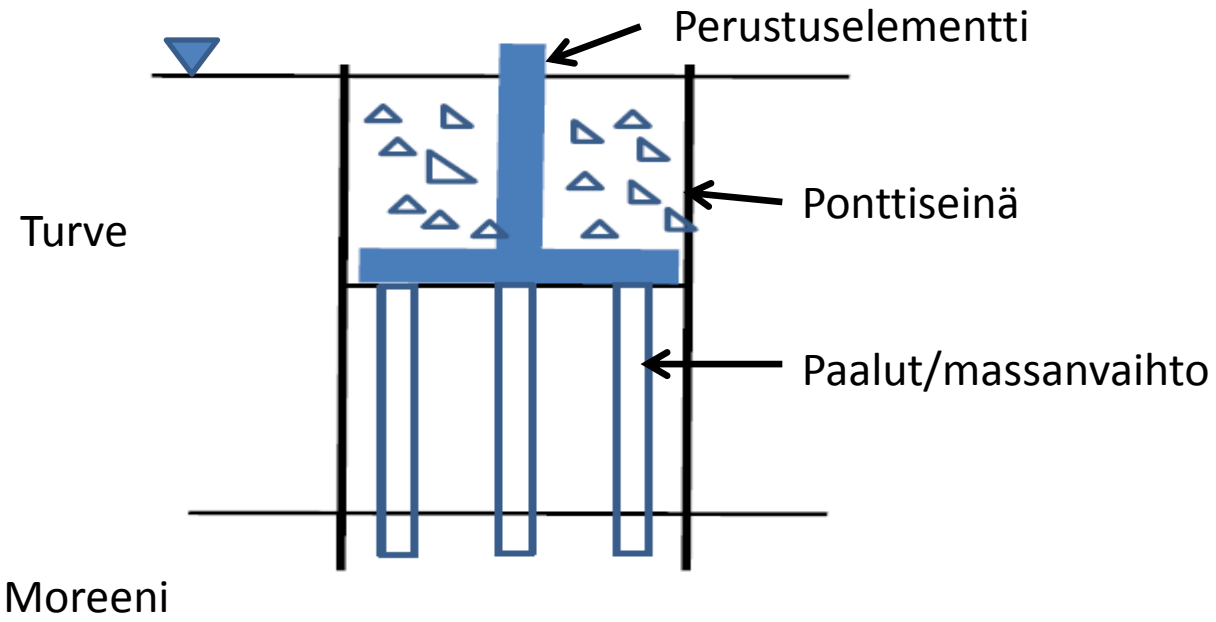
Kuvat: Pilariharusankkureiden ylösvetokestävyys, Teemu Uusi-Piuhari, diplomityö, 2018, TTY

Harusankkuri, ominaisvetokuorma 150 - 250 kN



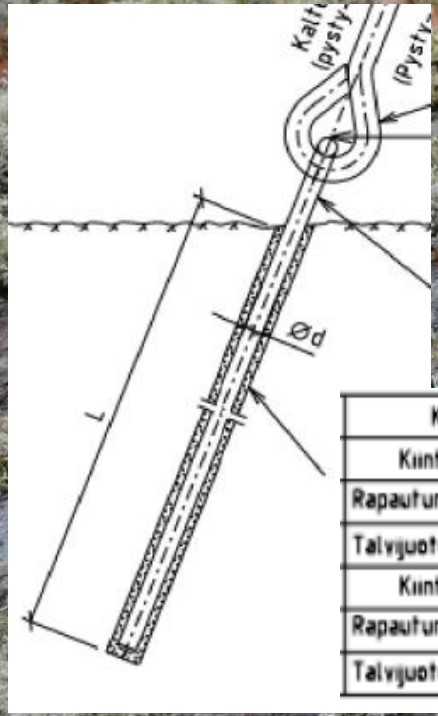
Vaativa kohde

Pylväsperustus, ominaispuristuskuorma 300 – 500 kN



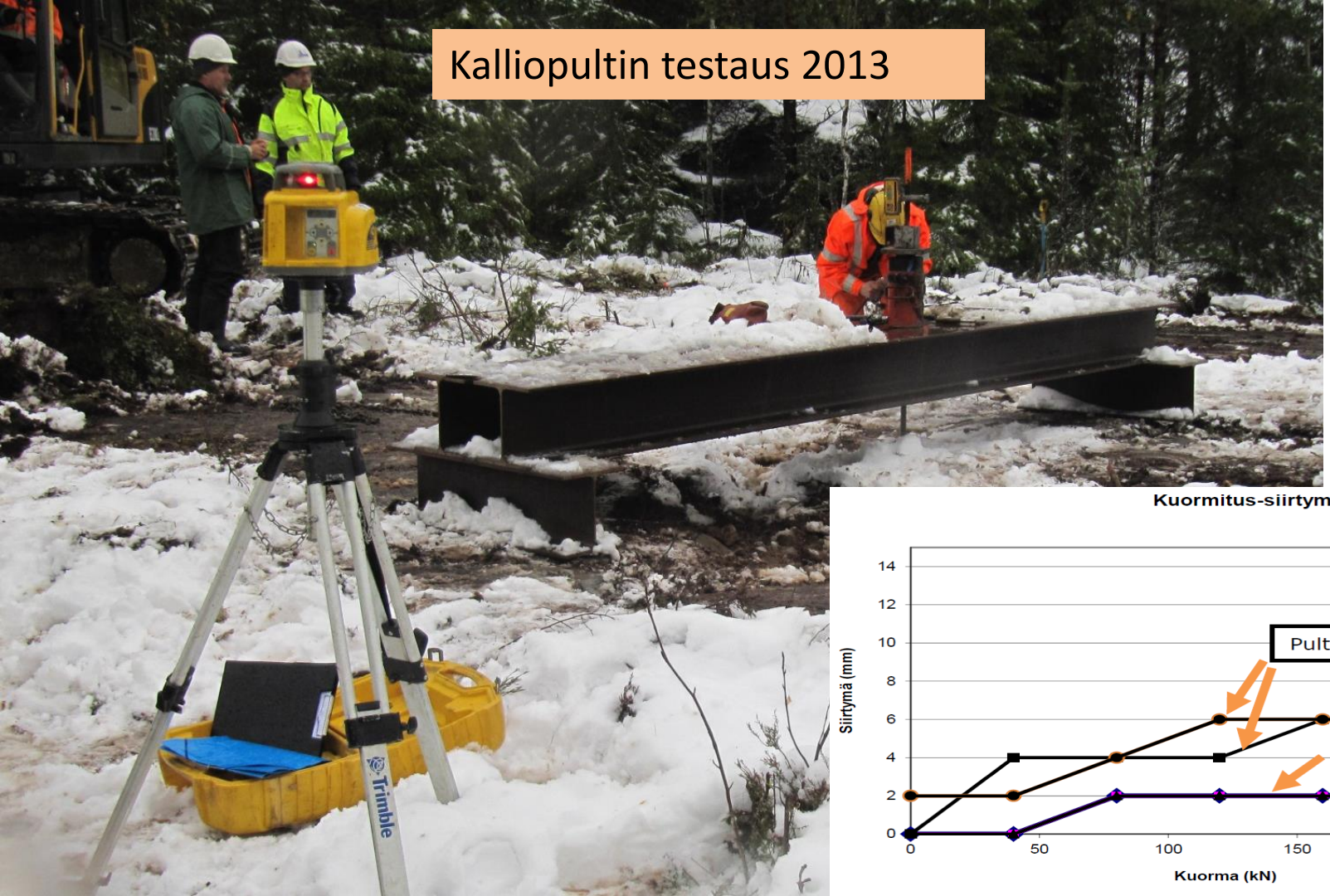
Vaativa kohde

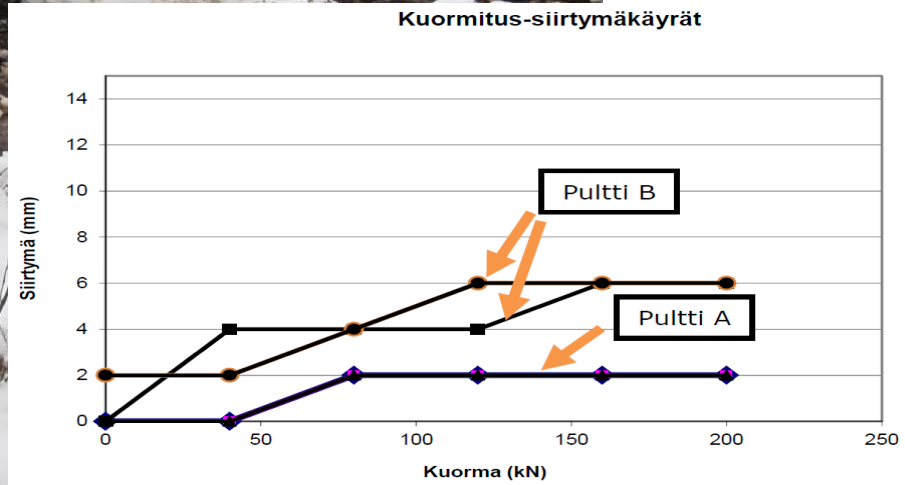
Harusankkuri, kallion ehjyys?



Kallio/olosuhde	Ø d mm	Reiän Ø D mm	L mm
Kiintea ja ehjä kallio	25	≈ 36	≥ 800
Rapautunut osittain rikkonainen kallio			≥ 1200
Talvijuotokset / talviolosuhteet < 5 °C			≥ 1200
Kiintea ja ehjä kallio	32	≈ 48	≥ 900
Rapautunut osittain rikkonainen kallio			≥ 1300
Talvijuotokset / talviolosuhteet < 5 °C			≥ 1300

Kalliopultin testaus 2013

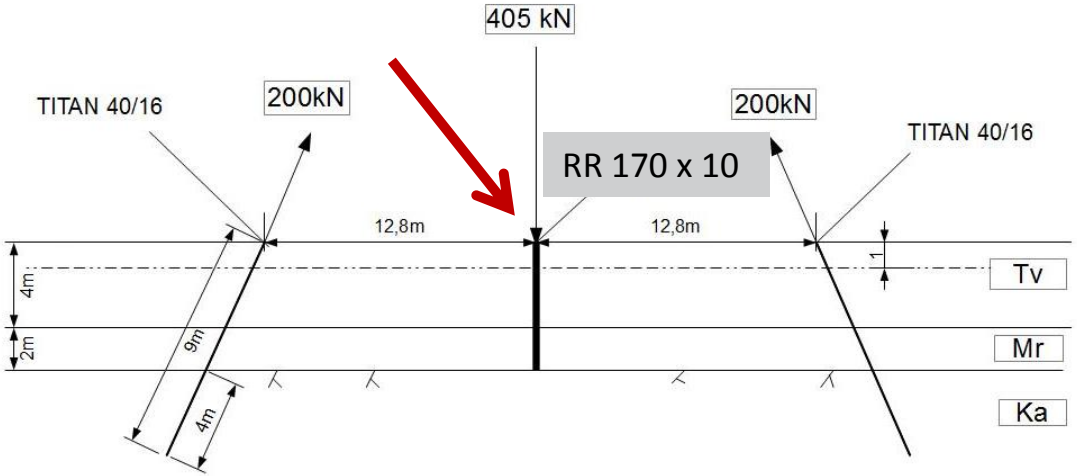


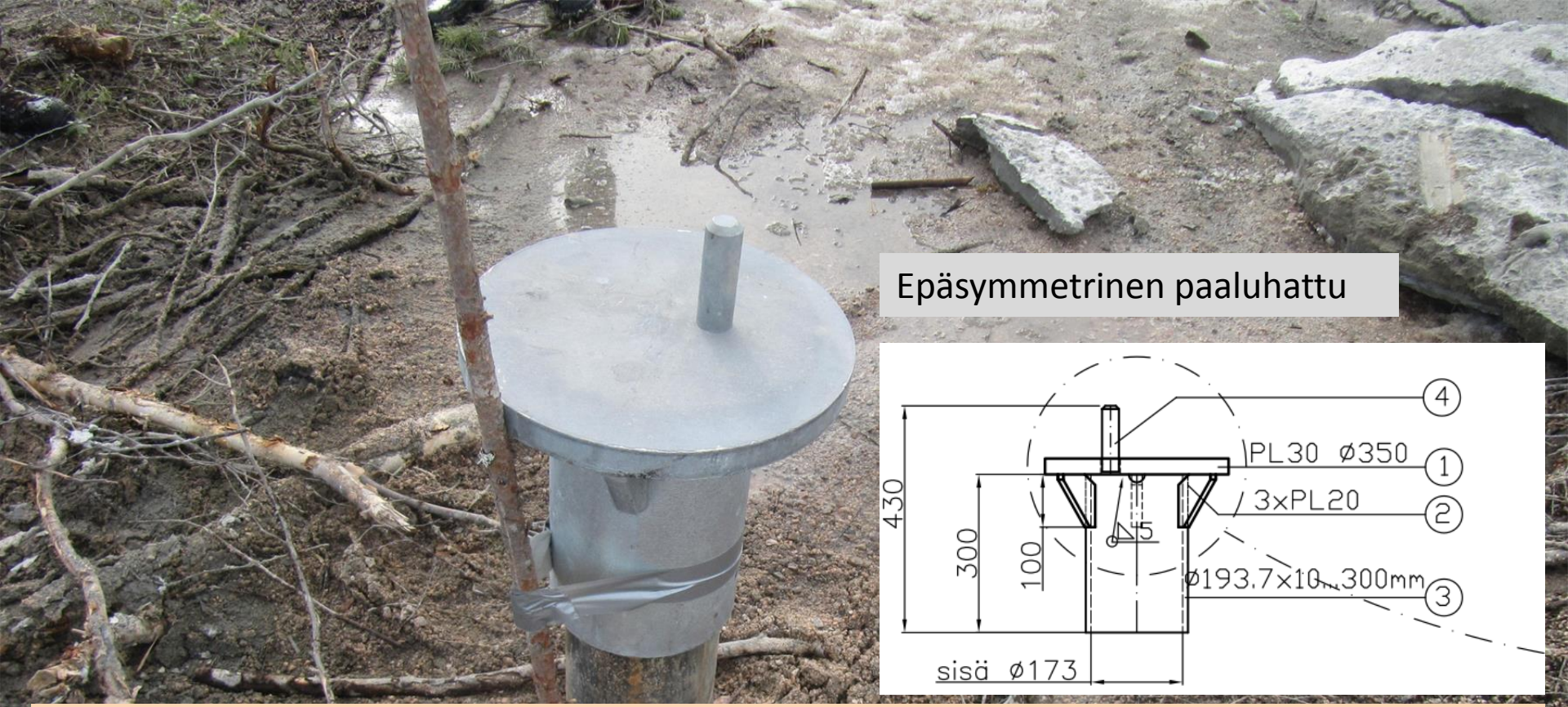


Harustetut pylväät
Teräspaaluperustus, Titan ankkurit

Teräsputkipaalujen ja ankkureiden käyttö pylväsperustuksissa, PD-työ, Arto Niemeläinen ja Mika Räisänen, 2013 TTY.

Koerakentaminen vuosina 2014 – 15





A-mittapoikkeamaa korjattiin sekä epäsymmetrisellä paaluhatulla (kuvassa) että paalun katkaisukohtaa säätämällä.

Titan - ankkuri

Kuva Risto Uusitalo

Titan - ankkuri
Kuva Risto Uusitalo

Suunnittelu ja toteutus vakiintuneiden ohjeiden ja tekniikoiden perusteella

Sopii lähes kaikenlaiseen maankamaraan, paalujen asennus tarvittaessa poraamalla. Ongelmallisia ovat syvät pehmeiköt > 30 m.

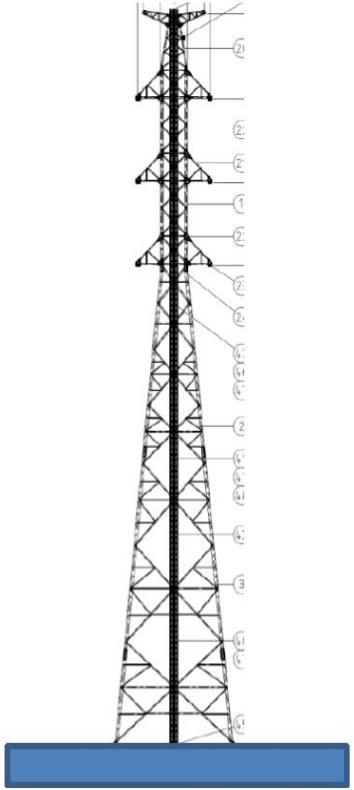
Verrattuna perinteiseen menettelyyn erityisen edullinen kalliolla, turve- ja savipehmeiköillä, lohkareisessa moreenissa.

Kuva Risto Uusitalo

SECTION A – A
1:200/1:100
Svp
Sv
50.4 kN/m^2
0 10 20 30 40 50 kN/m^2
upotussyvyys
Vaipalla kantavat Teräsputkipaalut

Vapaastiseisovat pylväät

Vapaasti seisovat pylväät, noin 10 - 15 % pylväistä
Perinteinen rakennustapa



Kaatava momentti mitoittaa usein perustuksen, M_{max} noin 10 000 kNm

Pylvään omapaino pieni, noin 150 – 400 kN
Pystykuormat 500 – 1000 kN/jalka
vetokuormat 480 - 940 kN/jalka

Perustusten vaakavoimat melko suuria, noin 50 - 150 kN/jalka

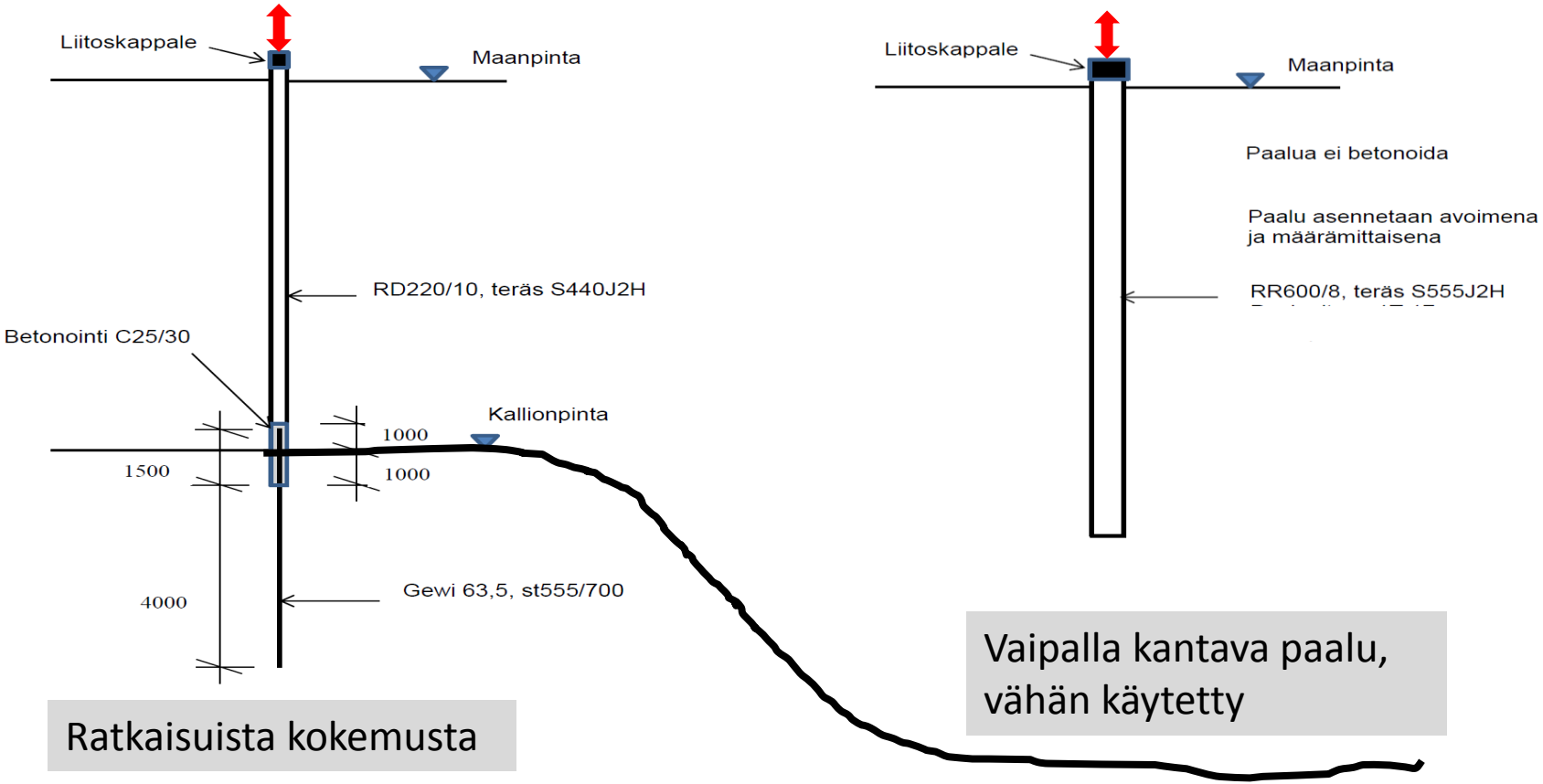
Kuormat likimääräisiä ominaiskuormia, ilman kertoimia

Massiivinen laattaperustus, tarvittaessa paalutus/massanvaihto

Kuva Tuomas Maasalo

Teräspaaluperustus

Vapaastiseisovat pylväät, Teräspaaluperustus

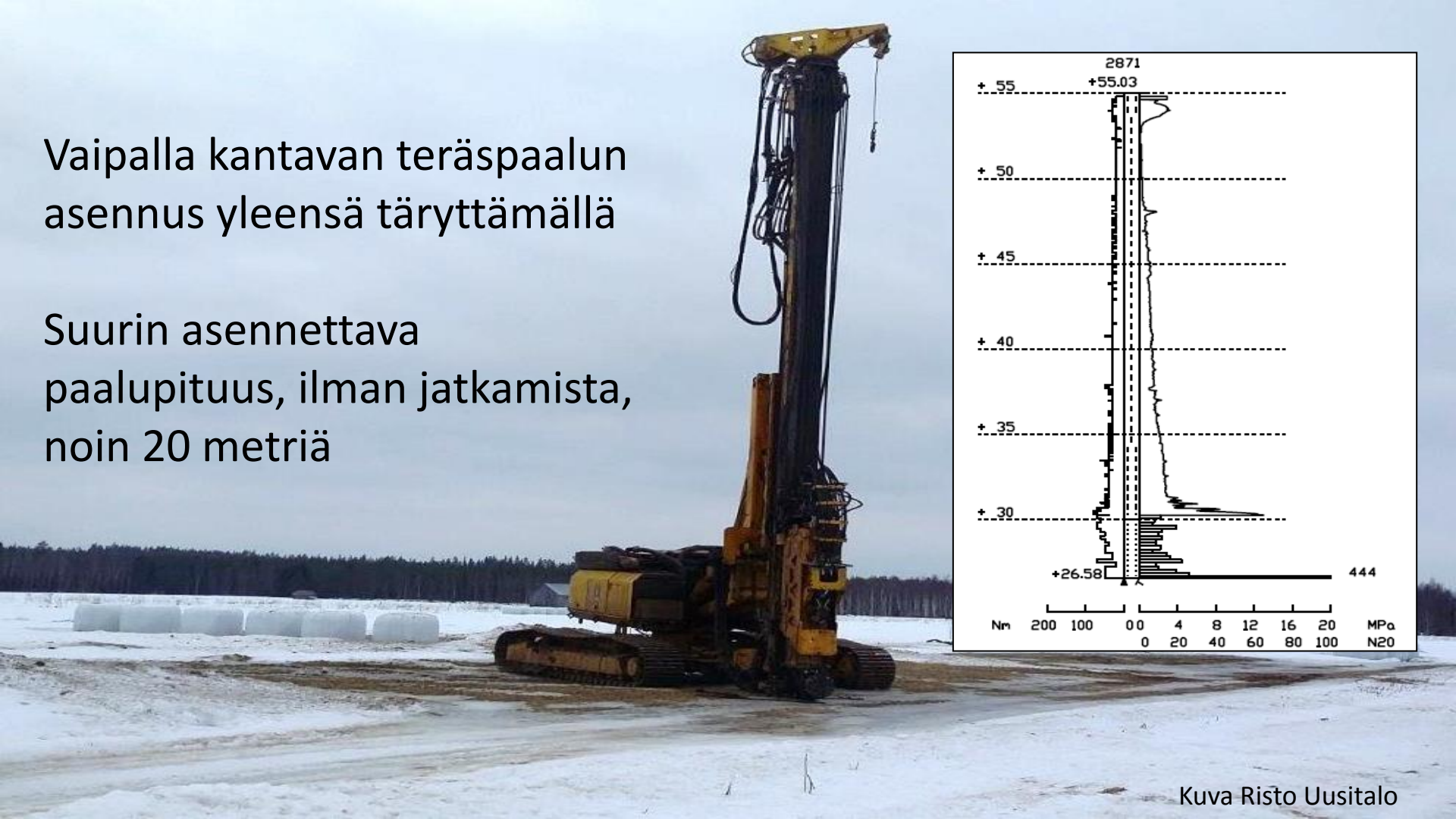


Ratkaisuista kokemusta

Vaipalla kantava paalu, vähän käytetty

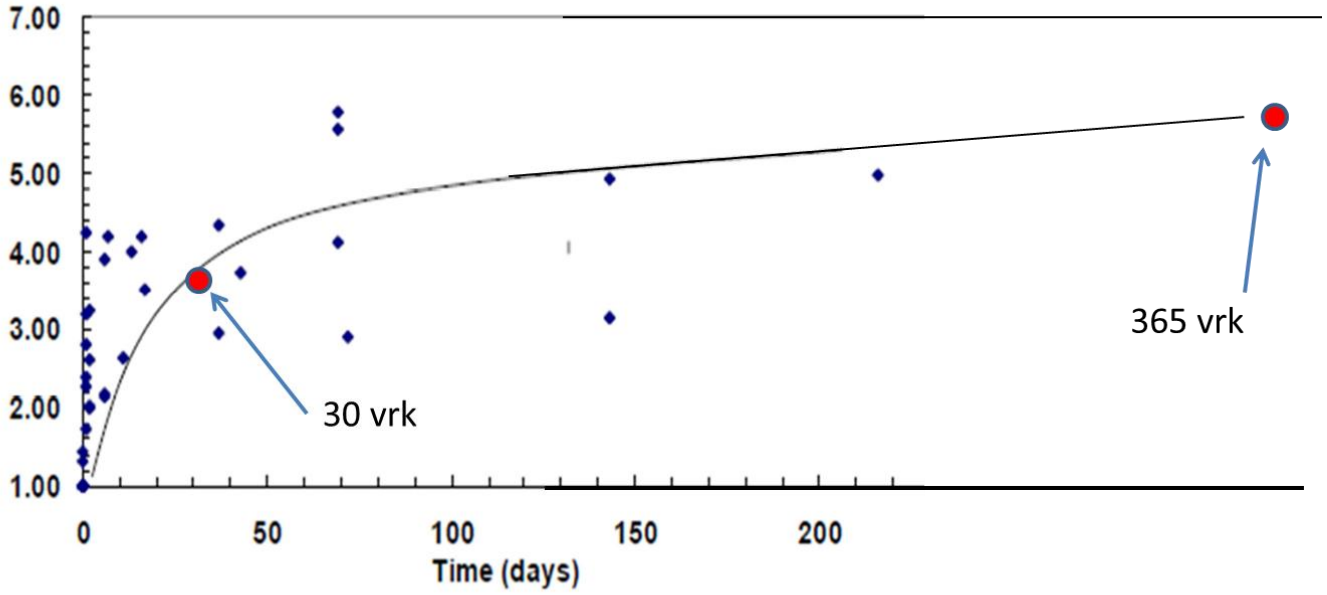
Vaipalla kantavan teräspaalun asennus yleensä täryttämällä

Suurin asennettava paalupituus, ilman jatkamista, noin 20 metriä



Kuva Risto Uusitalo

Vaippavastuksen kehittyminen ajan suhteen



Kuva 4.15. Vaippakestävyyden kasvu ajan funktiona (Alawneh et al. 2009).

Taustakuva, Jussi Kinnunen diplomi-työ 2015, TTY

Vaippavastus kasvoi koekuormitusten perusteella keskimäärin 1,6 – kertaiseksi aikavälillä 30 vrk – 365 vrk (4 paalua).

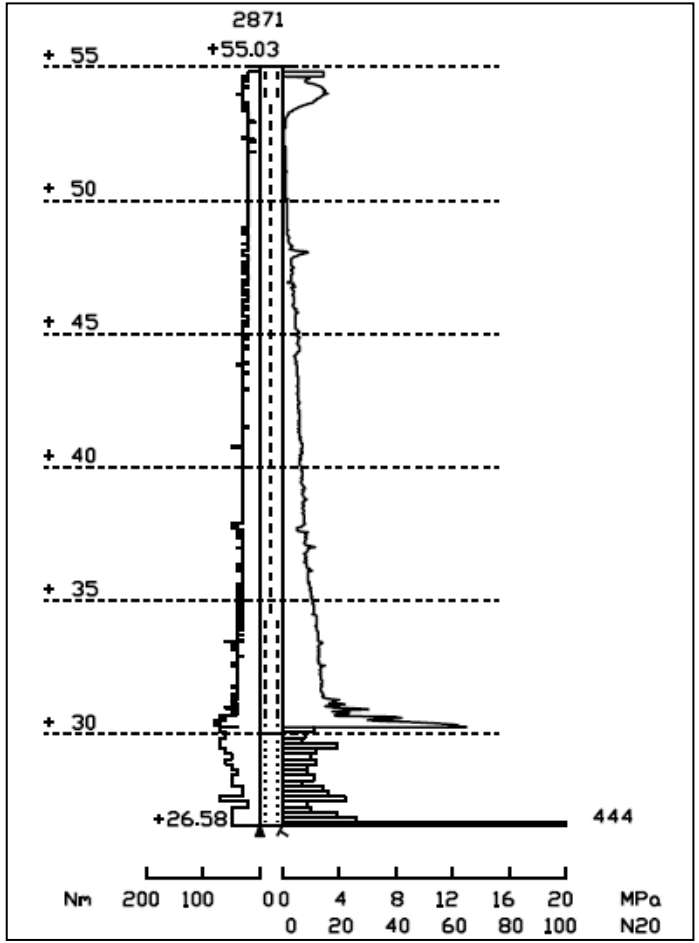
Vaipallaan kantavien paalujen haasteita:

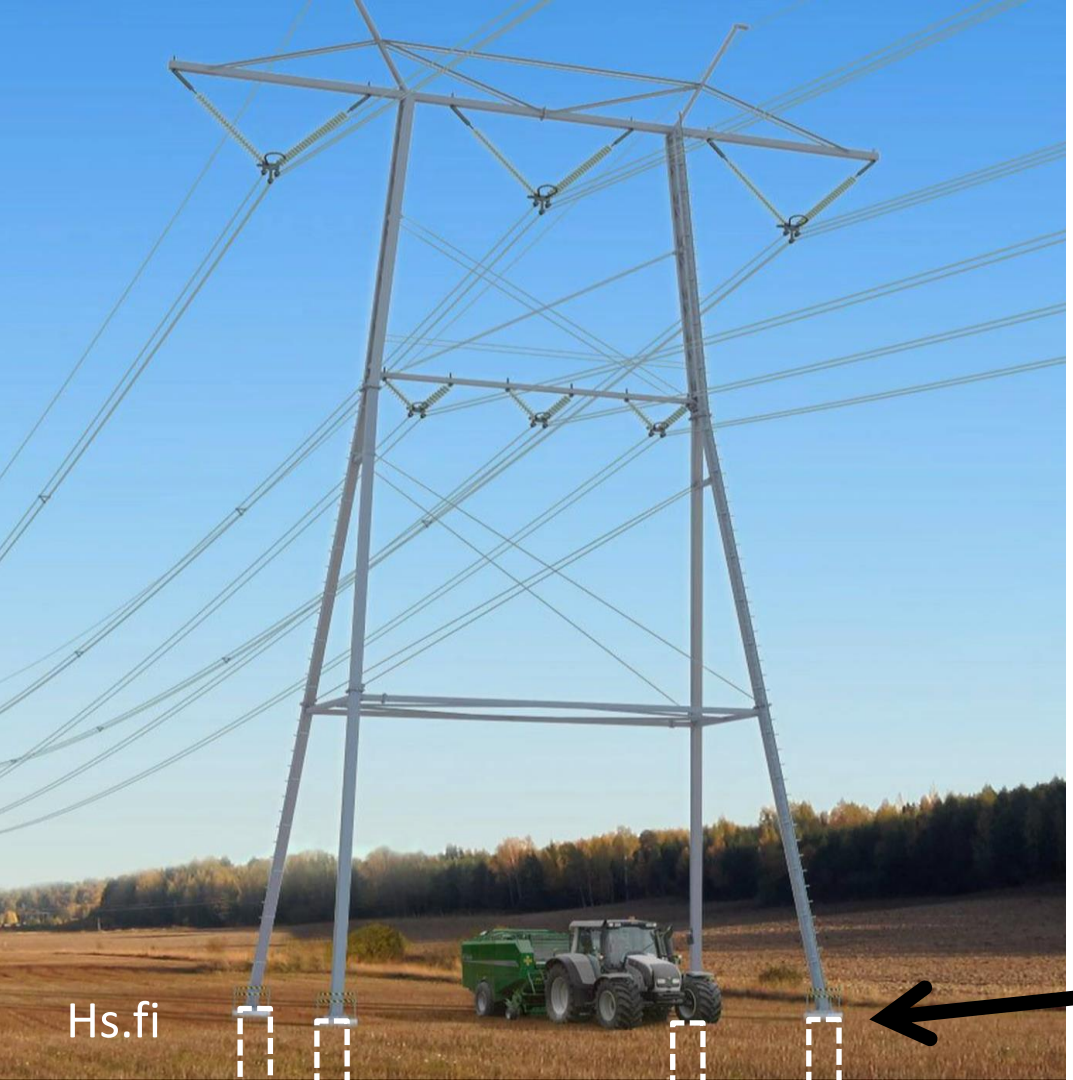
Projektit kiireellisiä ja kehitysaika vähäinen

Ei ole aikaa vaippavastuksen kehittymiselle

Peruspohjatutkimuksissa ei selvitetä leikkauslujuutta, josta vaippavastus riippuu
=>
Leikkauslujuuden tarkempi määrittäminen CPTU-kairaustuloksista (jatkuva tieto)

Tarvittaisiin koerakentamisen perusteella laaditut yksityiskohtaisemmat suunnitteluohjeet





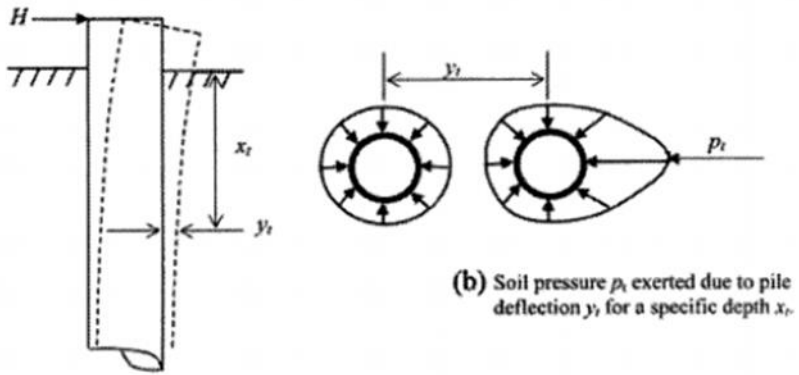
Peltopylväs

Ominaisvetokuormat
noin 200 – 300 kN/jalka

Suomen hienorakeisessa
maaperässä tyypillisesti:
Teräspaalu halkaisijaltaan
400 – 600 mm, pituus n. 15 m.

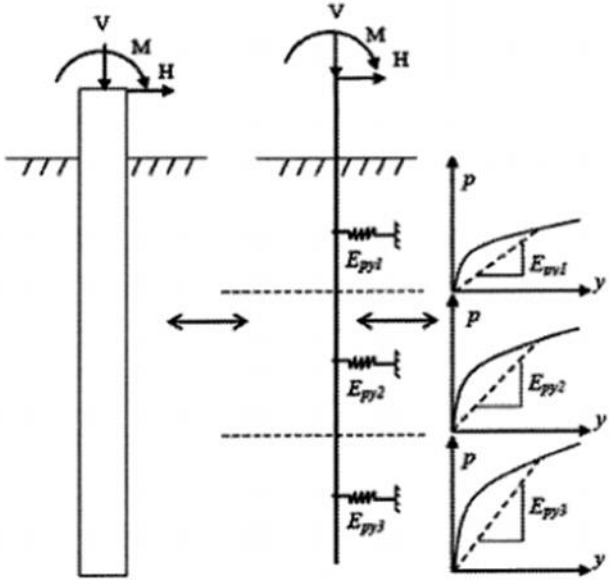
Liitoskappale

Mono – Pile ?



(b) Soil pressure p_t exerted due to pile deflection y_t for a specific depth x_t.

(a) Deflected shape of monopile.



Momentti paalun sivuvastukselle
Pieni paalun omapaino
Ei vetokuormaa
Käyttö syvät pehmeiköt ?

Mono-Pile?

Momentti paalun sivuvastukselle
Pieni paalun omapaino
Ei vetokuormaa
Käyttö syvät pehmeiköt ?

Vaatii pylvään ja paalun kokonaisoptimoinnin

Paalupituus noin 8 – 10 m

Ensimmäinen Rautarouvaksi nimetty osa
kantaverkosta valmistui 16.1.1929
Imatran voimalaitoksen ja Turun välillä.
KIITOS !