

G-paalu

"Pallografiittirautapaalun käyttökelpoisuus Suomessa"

**AINUTLAATUINEN
KUMPPANI**

Pohjanvahvistuspäivä 24.8.2017

Teemu Taajaranta



Sisältö

- Tausta
- Pallografiittirautapaalu
- Korroosiotutkimus
- Johtopäätökset



Tausta

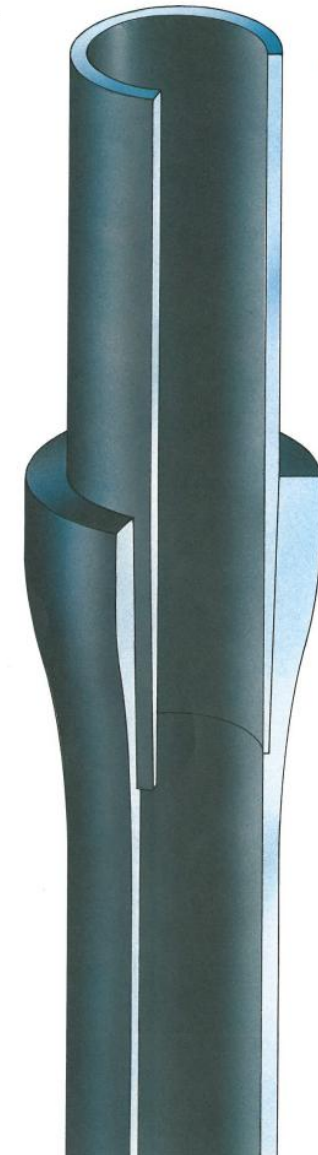
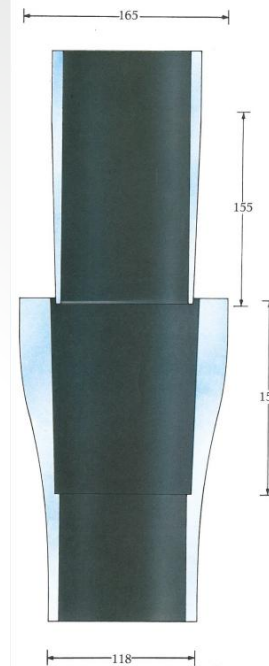
- Diplomityö
 - Pallografiittirautapaalu
 - Korroosio / Korroosiotutkimus
 - Jätkäsaaren suunnittelukohde
- Teräspaalujen korroosio-ongelma (jopa 20 mm/100a)
- Jätkäsaaren rakentaminen, Jätkäsaaren peruskoulun suunnittelemineen
 - Mereen tehdyt, suunnittelemattomat, löyhät, aggressiiviset täytöt
 - Perustamistavan ideointi
 - Vaihtoehtoisia ratkaisuja
- Jätkäsaaren koepaalutus 2015 syvätiivistetyillä alueilla: TB-paalut, teräspaalut, rautapaalut

Pallografiittirautapaalu

- Mikä
 - Keskipakovalettu 5 m pitkä rautapaalu, jossa kiinteä jatkos
 - Korroosiokestävyys, asennettavuus
 - Lyömällä tai puristamalla asennettava, maata syrjäyttävä pienpaalu
 - Suomessa tukipaalu, muualla kitka- tai koheesiopaalu (injektoitava)
 - Halkaisijat: 98 mm, 118 mm, 170 mm, (220 mm)
- Historia
 - Gustavsberg Ruotsissa 1982
 - Samana vuonna myös Suomeen, etenkin korjausrakentamiseen
 - Rautaruukin lyötävät suurpaalut 1984, pienpaalut 1987
 - Valmistus siirtyi Norjaan 1990-luvun puolivälissä
 - Valmistus siirtyi Suomeen, kunnes loppui 2000-luvun alussa
 - 2000-vuosikymmenen puolivälissä TRM:n paaluja alettiin toimittaa Suomeen
 - Kerrostaloja Turussa, pienempiä kohteita

Ductile iron pile

Outer diam./mm	Wall thick-ness/mm	Cross-sectional area, mm ²	Surface area m ² /m	Weight kg/m length
118	8,4	2800	0,370	20



Pallografiittirautapaalu

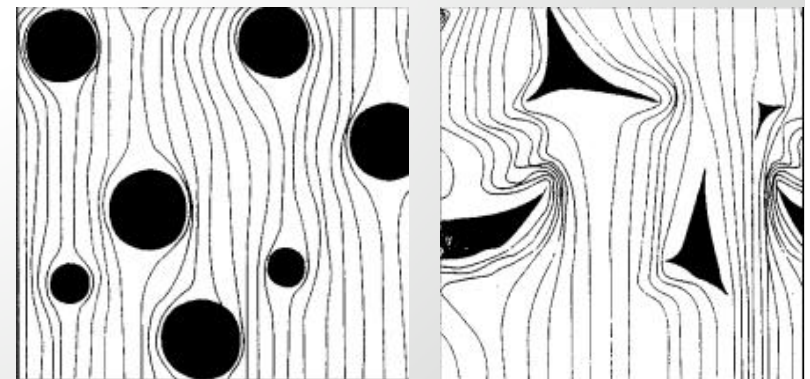
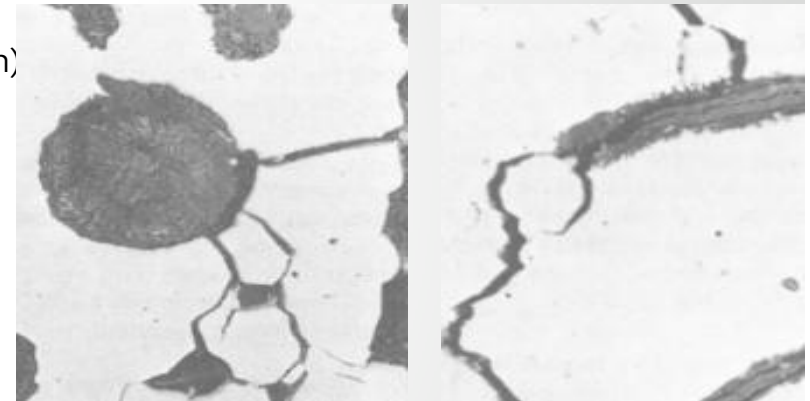
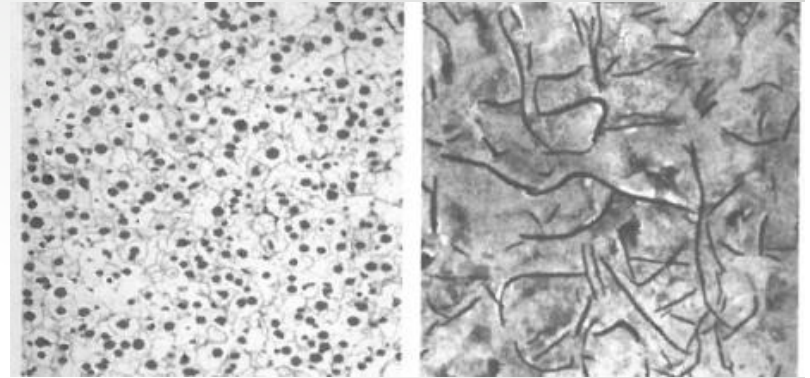
- Nykytilanne
 - Tiroler Rohre GmbH yksi suurimmista valmistajista (myös muita valmistajia)
 - TRM aloitti paalujen valmistuksen yhteistyössä Gustavsbergin kanssa 1986
 - Keski-Euroopassa erittäin suosittuja (myös USA, Australia, Afrikka)
 - Suomi:
 - 2010-luvulla hiljaiseloa
 - 2015 Jätkäsaaren koepaalutus
 - 2016 Vaihtoehtona Jätkäsaaren peruskouluun
 - 2017 Paalulaattakohde suunnitteilla Länsisatamassa

Pallografiittivalurauta

Ductile cast iron, nodular cast iron, SG, DIP, GJS, GRP

Valuraudat (jaetaan grafiittirakenteen mukaan)

- Valkoinen valurauta GJN
- Adusoitu valurauta, temperrauta GJM
- Suomugrafiittivalurauta, harmaa valurauta GJL
- Tylppägrafiittivalurauta GJV
- Pallografiittivalurauta GJS (jaetaan metallirakenteen mukaan)
 - Austemeroitu
 - Bainiittinen
 - Pearliittinen
 - Pearliittis-ferriittinen, ferriittis-pearliittinen
 - Ferriittinen
 - Austeniittinen



Ominaisuudet

- Paljon hiiltä: valettavuus
- Paljon piitä: korroosiokestävyys (lämpökäsittely ja oksidikerros)
- Kierrätettävyys: 90-100%
 - YM: Rakennusten hiilijalanjälki säädöksiin 2020-luvun puoliväliin mennessä. Rakennusmateriaalien vaikutus noin 20-45 % uuden suomalaisen kerrostalon hiilijalanjäljestä.
- Puristuslujuudessa potentiaalia: 420 MPa

Metalli	Kemiallinen koostumus					Lujuus	
	C	Si	Mn	P	S	f _y , min	f _u
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[MPa]	[MPa]
Teräs 355J2H	0,22	0,17	1,6	0,03	0,03	355	470-630
Teräs 550J2H	0,12	0,18	1,9	0,02	0,02	550	605-760
Pallografiittirauta TRM	3,55	2,6	0,34	0,043	0,004	320	455-600

Ominaisuudet

Hyvät ominaisuudet	Huonot ominaisuudet
Viiden metrin elementtipituus asennuksessa (helppo lyödä ja käsitellä)	Viiden metrin elementtipituus asennuksessa (voi hidastaa työtä, paaluun tulee enemmän jatkoksia)
Valuraudalla mahdollisesti hyödynnettävissä olevaa potentiaalia puristuslujuudessa (joka on suurempi kuin vetolujuus). Iskunkestävä materiaali.	Rajallinen kokovalikoima (viiden metrin elementtipituus: 98 mm, 118 mm, 170 mm, 220 mm)
Hydraulivasarasuositus (voidaan asentaa lyöntipaalutuskoneellakin)	Hydraulivasaralla asennettaessa isommilla paaluilla ei välttämättä saada koko geoteknistä puristuskestävyyttä hyötykäyttöön (käyttöön liittyy myös jatkoksen kiinni menemättömyyden riski)
Ei hitsejä	Ei lyöntiadapteria lyöntipaalutuskoneisiin*
Kiinteä jatkos	Ei päivitettyjä loppulyöntiohjeita*
Korroosiokestävämpi kuin teräs	Ei Suomessa hyväksyttävää kalliokärkeä*
Käytetty Suomessa ennenkin	Ei valmisteta enää Suomessa
Valmistettu 90-100 % kierrätettävästä materiaalista	

* Lyöntiadapterin voi valmistaa periaatteessa työmaalla

* Loppulyöntiohjeet ovat tekeillä

* TRM:n tehtaalla valmius kalliokärkien valmistukseen

Korroosiotutkimus

Kirjallisuusselvitys, 10 lähdettä: pallografiittirauta yhtä hyvä tai parempi kuin teräs

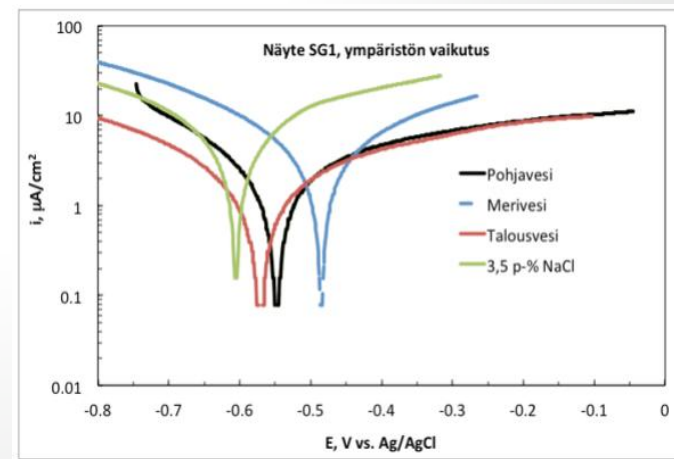
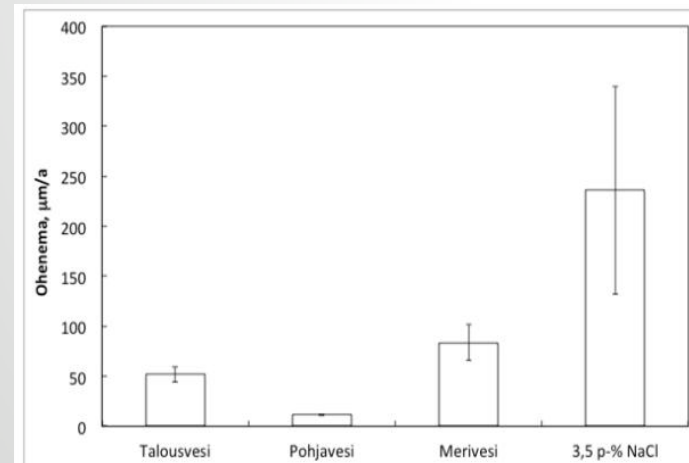
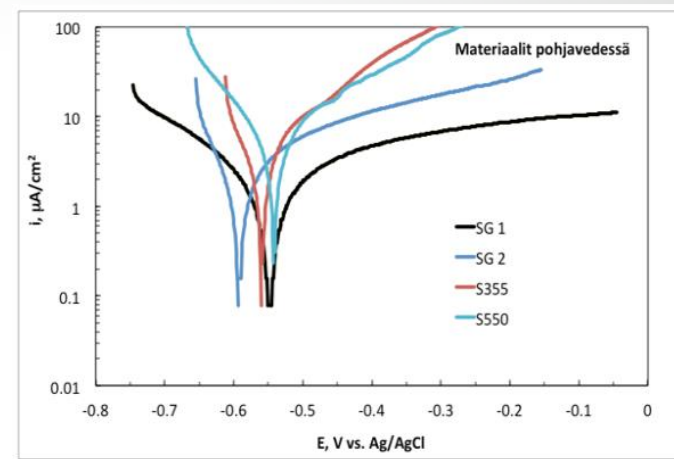
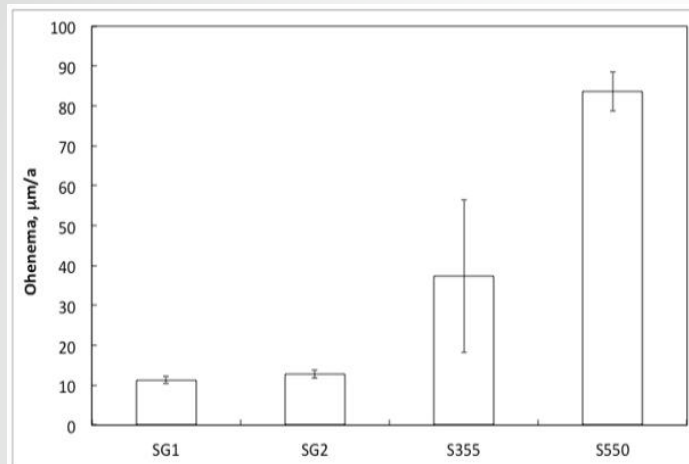
Korroosiosuojausmenetelmät (PO-2016):

Ylimoitettu teräspaksuus, peitteet, pinnoitteet, sopiva teräslaatu, katodinen suojaus

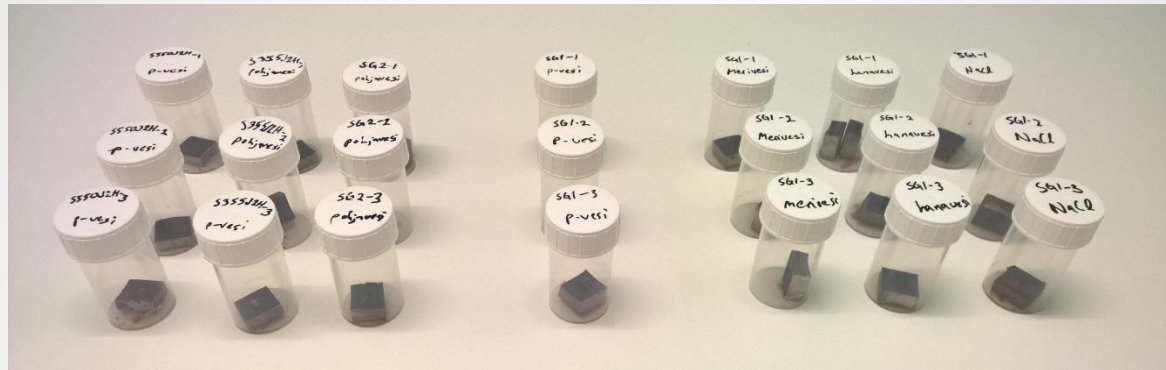
- Aalto-yliopiston Materiaalitekniikan laitoksen korroosiolaboratorio
- Sähkökemialliset mittaukset
 - Lyhytaikaiset korroosiokoeket polarisaatiomittausten avulla, 21 kpl
 - Materiaalivertailu: SG1, SG2, S355, S550
 - Ympäristövertailu: Jätkäsaaren pohjavesi, Jätkäsaaren merivesi, Espoon talousvesi, 3,5 % NaCl-liuos



Korroosiotutkimuksen tulokset



Korroosiotutkimuksen lisähavainnot



Johtopäätökset

Pallografiittirautapaalu

- Hyvät ominaisuudet: korroosiokestävyys, ei hitsejä, kierrätettävyys
- Kehitystarpeet: päivitetyt loppulyöntiohjeet, laajempi valikoima
- Suunnittelijan näkökulma: sama korroosiokestävyys, sama asennettavuus, sama hinta
- Ei parempi eikä huonompi kuin teräspaalu, vaan käyttökelpoinen ja vaihtoehtoinen rakennustuote pienpaalumarkkinoille

Korroosiotutkimus

- Pallografiittirautapaalu on teräspaalua korroosiokestävämpi
- Lyhytaikaisia testejä tulee tulkita varovasti kertaluokkien avulla
- Pitkäaikaiset tutkimukset ainoa oikea tapa tutkia korroosiota luotettavasti. Ne on kuitenkin haastavaa viedä organisoidusti loppuun asti
- Korroosio-ongelmiin on vaikea saada ratkaisuja pelkästään diplomitöiden avulla -> korroosiotöimikunta, joka ohjaisi opinnäytetöitä ja muita korroosiokeiteitä ja edistäisi korroosioasioita

Kiitos!

