



Porapaalujen kärkiosien laatuvaatimukset

Veli-Matti Uotinen

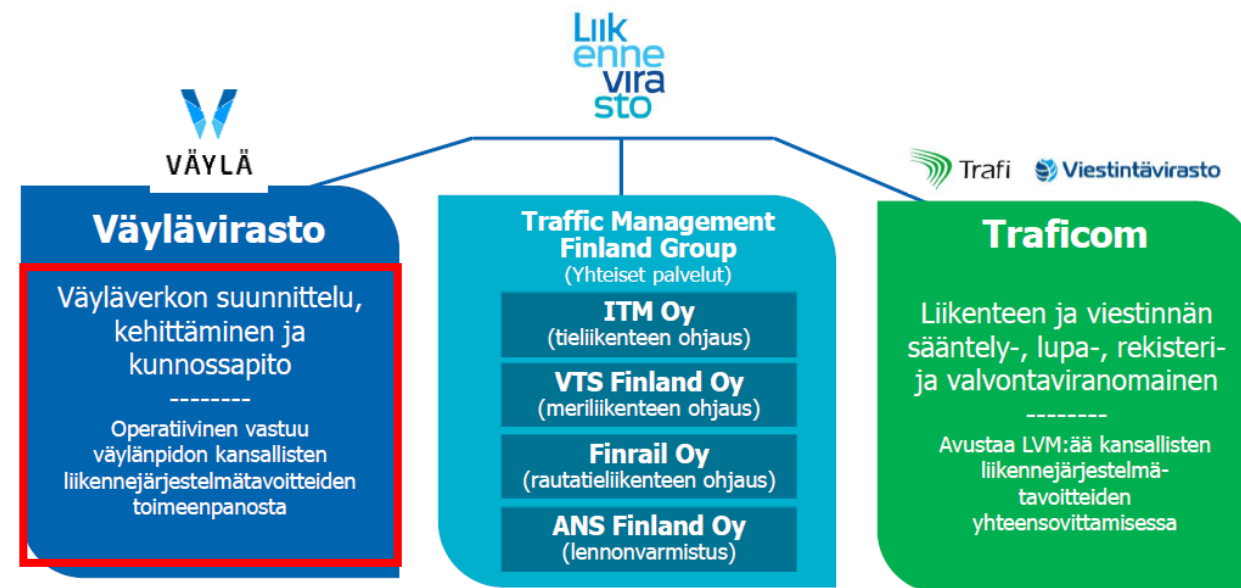
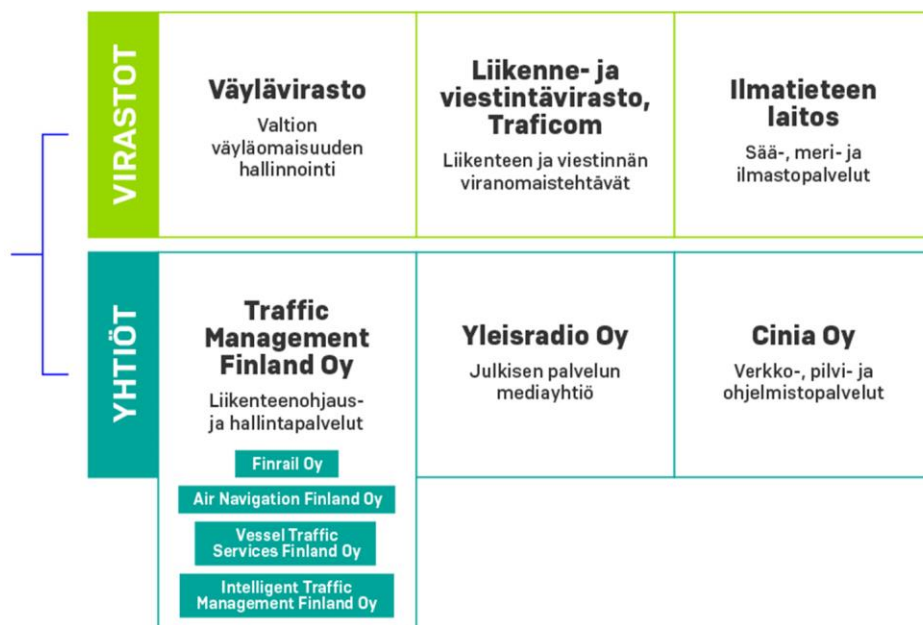
17.1.2019

Esityksen sisältö

1. Johdanto
2. Väyläviraston vaatimukset
3. Käyttölupa
4. Kärkiosien kestävyysvaikutteita
5. Havaittuja ongelmia
6. Kehitettävää
7. Yhteenveto

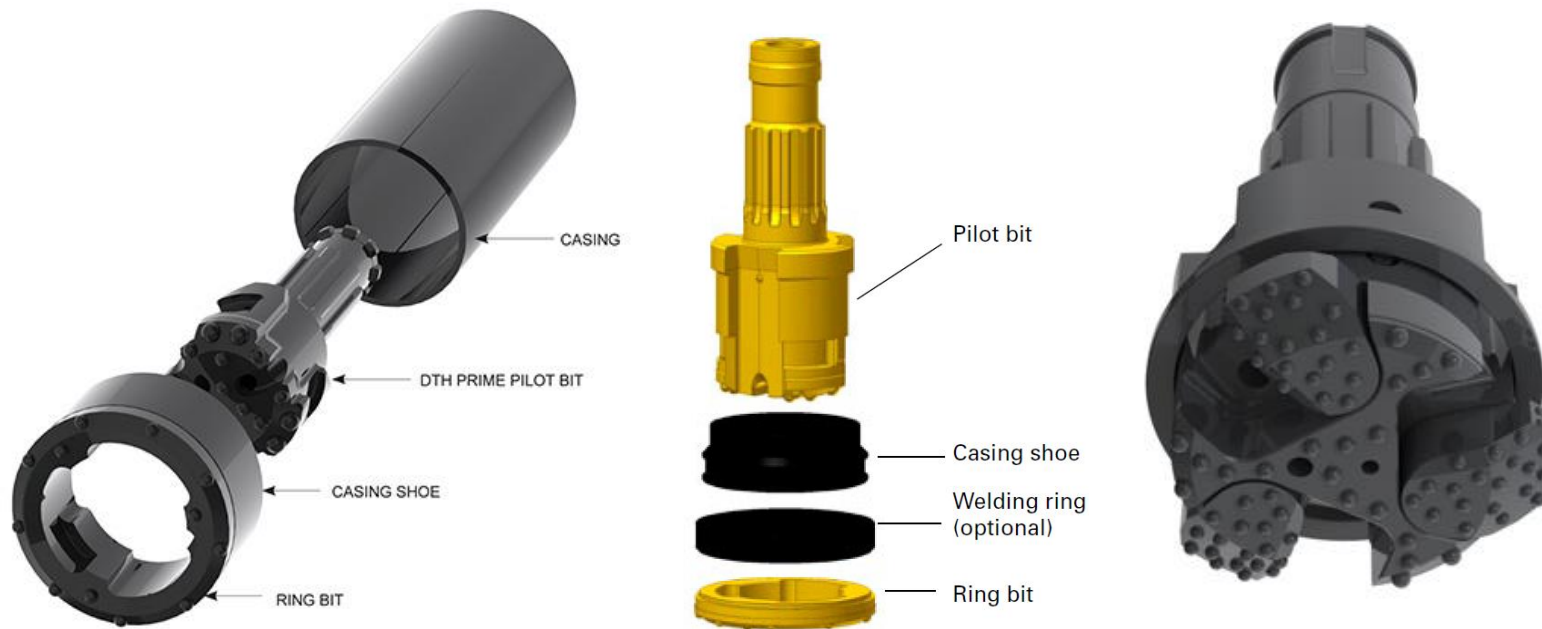


Liikennevirastosta Väylävirastoon

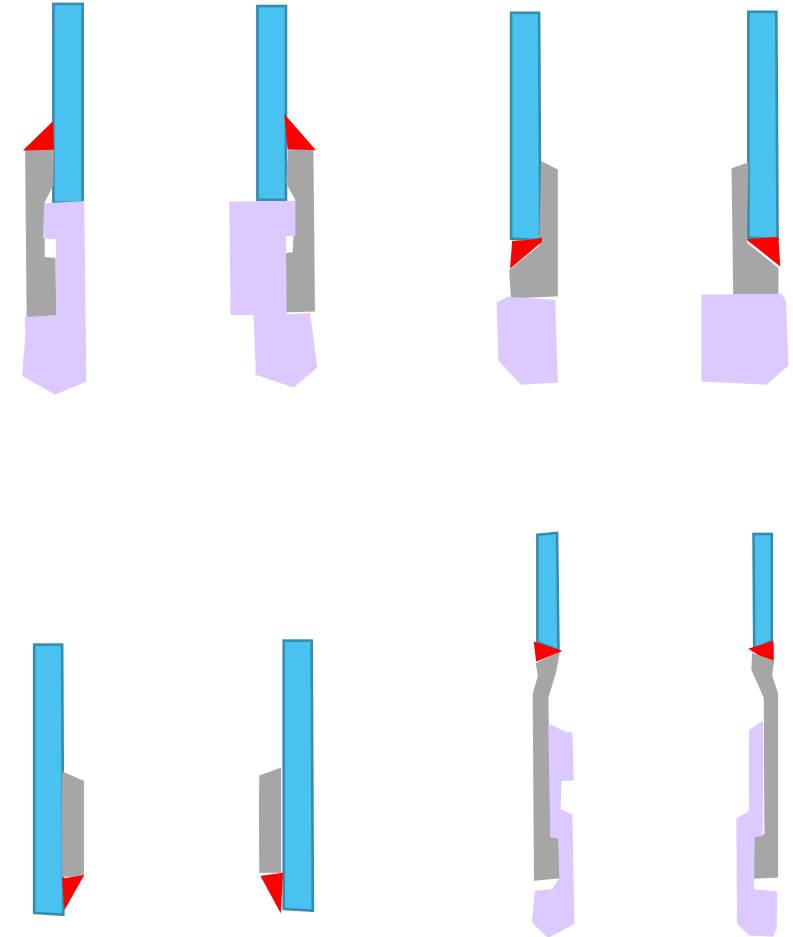


Erilaisia porapaalujen kärkiosia

1. Integroitu maakenkä ja rengasterä/avarrinkruunu
2. Maakenkä + irrallinen rengasterä/avarrinkruunu
3. "Siipiterä"



Maakenkätyyppejä:



Väylän (LiVin) tekniset vaatimukset

- https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/teknvaat_2016_porapaalujen_karkiosien_web.pdf (4.4.2016)
- Vaatimukset suunnittelulle, valmistukselle ja laadunvarmistukselle
- Vaatimukset ovat minimivaatimukset porapaalujen kärkiosille normaaleissa suomalaisissa maa- ja kallioperäolosuhteissa
- SFS-EN 1993, SFS-EN14199, RIL254-2011 (→RIL 254-2016)
- Kärkiosien kaikki valmiit komponentit oltava samalta toimittajalta yhteensopivuuden ja kestävyysvarmistamiseksi
- Pysyväksi rakenteeksi jäävien porakruunun ja/tai maakengän aksiaalisen puristus- ja vetokestävyysmitoitussarvot on ilmoitettava (+lisäksi vähintään kahdelle eri halkaisijalle kestävyysarvot 2 mm:n korroosiovaralla)
- Ensisijaisesti laskennalliset arvot, $d < 300$ mm tuotteilla (2 kokoa) lisäksi puristuskokeet

Väylän (LiVin) tekniset vaatimukset

- Tuotteen vetokestävyys: laskennallinen arvo, porauskoe (uudet tuotteet) ja käyttöhistorian perusteella
- Uusille tuotteille porauskoe (2 eri halkaisijaa), poraus 8 m ehjään kallioon
- Kärkiosien valmistus EN1090-2 mukaisesti, EXC2 minimivaatimus
- Kärkiosien valmistajan laadittava ja toimitettava tuotteiden mukana hitsausohjeet
- NDT-tarkastukset kärkikappaleen hitsausliitoksesta paaluputkeen
 - o 5% kun hitsaus tehty konepajaolosuhteissa ja 10% kun työmaaolosuhteissa
 - o Siltarakenteessa, kun porapaalu jatkuu suoraan kanteen tai pilarina kanteen tai peruslaatatassa on 4 tai vähemmän paaluja, testataan 5% konepajaolosuhteissa ja 20% työmaaolosuhteissa; siltakohteissa testataan vähintään 1 sauma
- Valmistajan laadittava ja toimitettava tuotteiden mukana asennusohjeet:
 - o Mm. soveltuvat vasarakokoluokat / vasarat, ilmanpaineet, pyöritysnopeus

Väylän (LiVin) tekniset vaatimukset yhteenveto

TYYPPISUUNNITELMA

- kokoonpanopiirustus sisältäen käytetyt materiaalit, toleranssit, mitat, toteutusluokat
- tyypisuunnitelmassa tulee käydä yksiselitteisesti ilmi porakruunun tunnistetiedot
- tyypisuunnitelman tulee perustua tämän ohjeen mukaisiin laskelmiin

ASENNUS- ja HITSAUSOHJEET

- Asennuksessa on käytettävä valmistajan määrittämää/ohjeistamaa: asennuskalustoa (vasara), käyttöohjetta (porausparametreja, tärkeimpänä tähän liittyen käyttöpaine ja syöttövoima) sekä hitsausohjetta

KÄYTTÖLUPAHAKEMUS

Käyttölupahakemuksessa on esitettävä tyypisuunnitelma, asennus- ja hitsausohjeet, mitoituslaskelmat, mitoituslaskelmien yhteenveto, puristus/vetokokeiden koeraportit, porauskokeen raportti sekä selvitys/todistus tuotannon laadunvalvonnan varmistamisesta kolmannen osapuolen toimesta

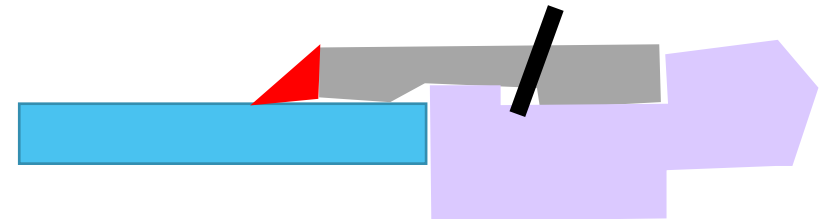
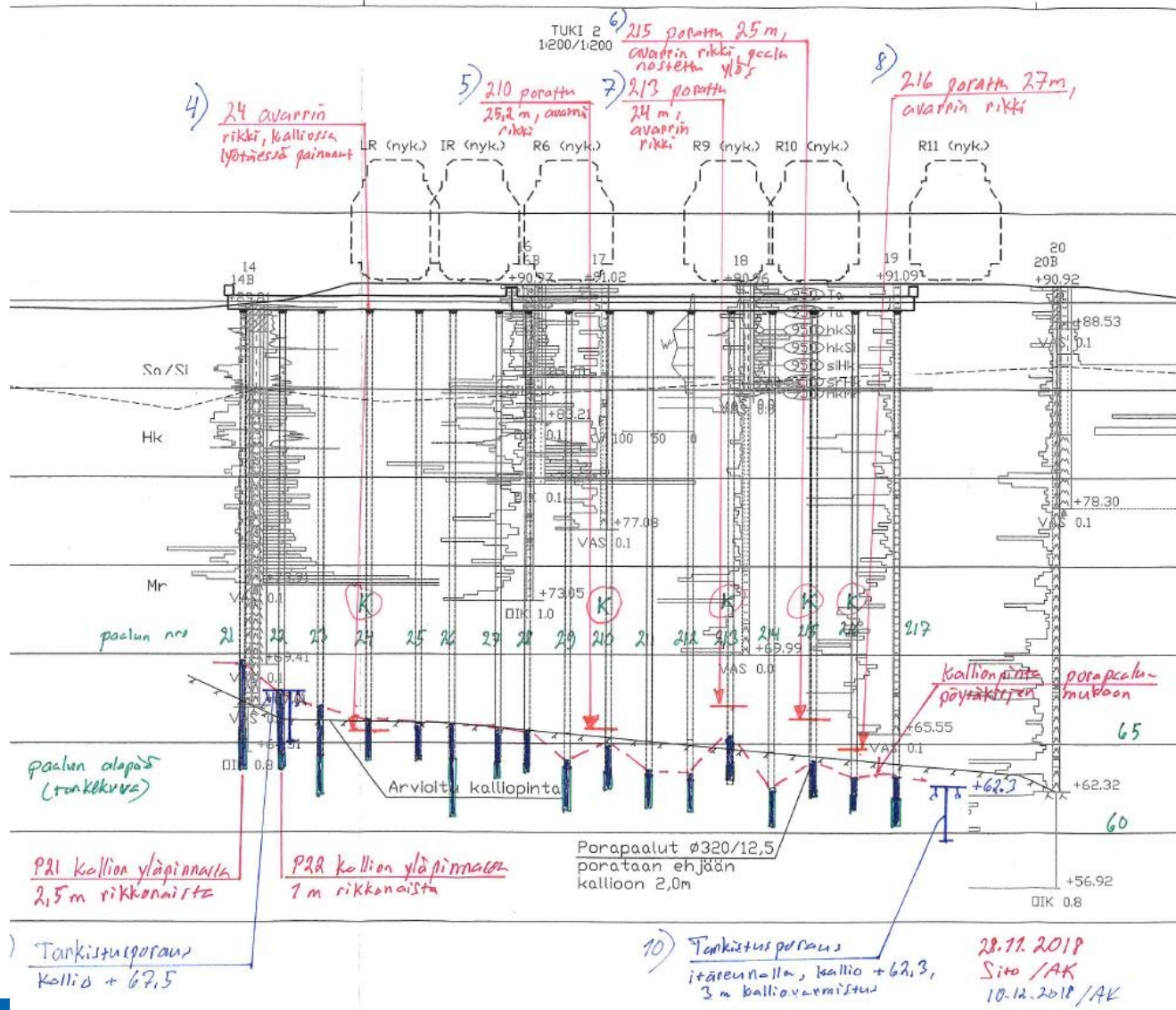
Väylän (LiVin) myöntämä käyttö lupa

- InfraRYL Maa-, pohja- ja kalliorakenteet 13215.1 (Porapaalut ja paalutarvikkeet) kohdan mukaisesti Tie- ja rautatiekohteissa kärkiosien tulee olla LiVin teknisten vaatimusten mukaisia ja niillä on oltava LiVin myöntämä käyttö lupa
 - Tätä aletaan valvomaan v.2019 urakoissa
- **Käyttö lupa ei kuitenkaan ole tae, että tuote on soveltuva joka paikassa/kohteessa, erityisesti asennuskestävyyden suhteen!**
 - Kestävyyssarvoissa ei ole otettu / voida ottaa huomioon porapaalutuksen asennuksen aikaista syklistä iskumaista veto-, puristus ja vääntökuormitusta, mihin vaikuttaa sekä maa- ja kallioperän ominaisuudet kuin myös kärkiosan rakenne ja mitat, porauskalusto ja erityisesti porauksen suoritus
- Paalutusurakoitsija vastaa tuotteen valinnasta. Haasteellisissa porausolosuhteissa tulee valita asennuskestävyydeltään mahdollisimman kestävä tyyppi.

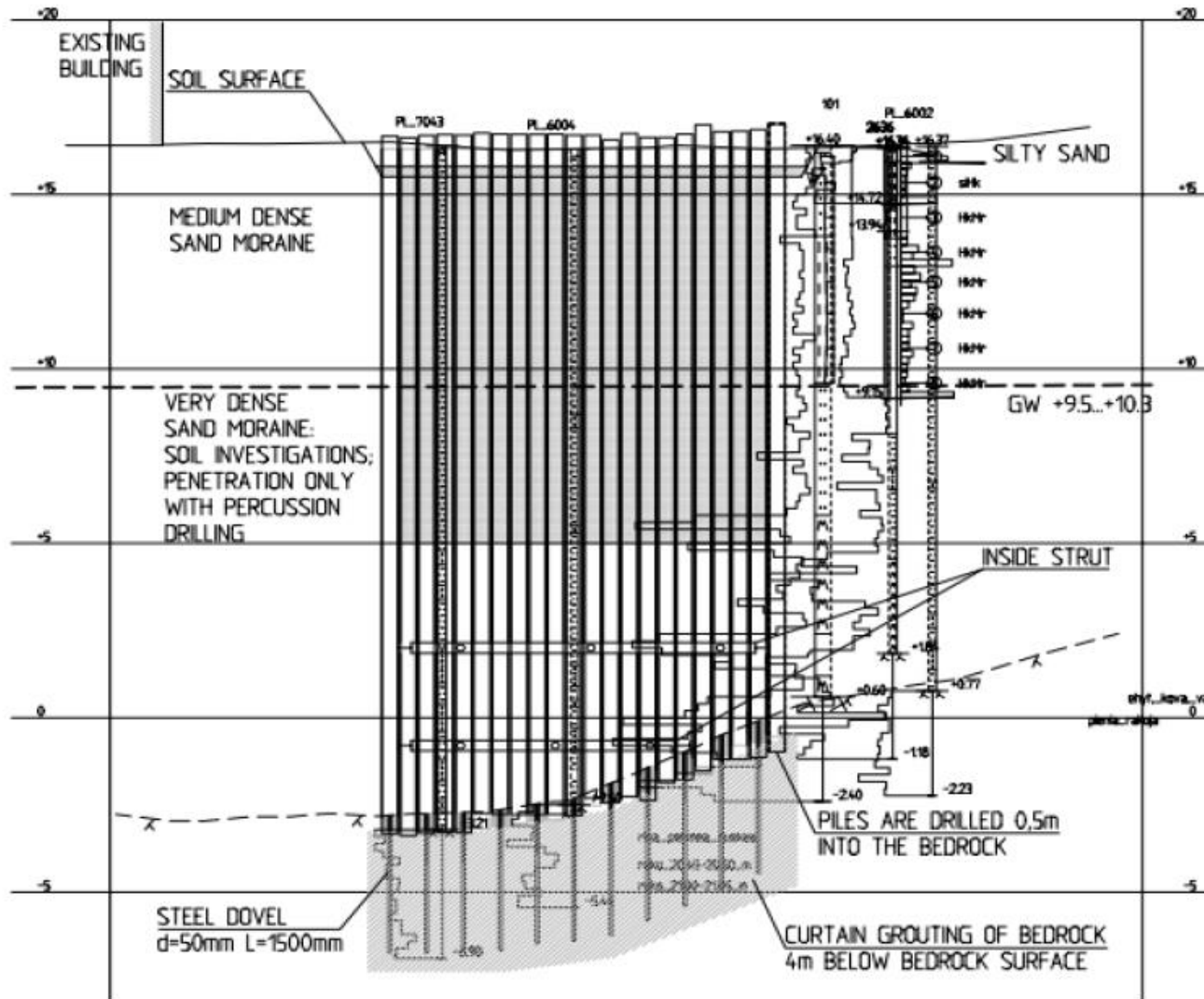
Kärkiosien kestävyys ja rasitukseen vaikuttavia tekijöitä

- Kärkiosiin kohdistuu sitä enemmän iskumaista, väsyttävää, deformaatiota ja kulumista aiheutuvaa rasitusta, kun:
 - Paalupituus kasvaa (maa- ja kallioporaus)
 - Läpäistävä maa on tiivistä/kivistä/lohkareista ja/tai kallio on rikkonaista, ruhjeista (ehjä kiinteä kallio "helpompaa porattavaa")
 - Kärjen yläpuolinen vaippavastus voi tulla suureksi → paalun kärkeen kovat rasitukset, kun paalu ei mene alaspäin
 - Avarrinkruunun/rengasterän nastat kuluvat tai irtoavat porauksen aikana tai alun perin avarrinkruunu ei sovellu hyvin ko. olosuhteisiin
 - Pilottikruunun nastat kuluneet tai irronneet tai pilottikruunu/huuhtelumenetelmä ei sovellu hyvin kohteeseen
 - Porausparametrit (syöttövoima, pyöritysnopeus, huuhtelu) ovat väärät ko. olosuhteissa
- Epäkeskistä rasitusta / vääntöä paalun alapäähän ja paalun kärkiosiin aiheutuu myös vinoon kallionpintaan tai osittain lohkarereeseen poratessa; tällöin paalun toisella reunalla paalu ei "pääse" etenemään ja toisella reunalla porausvastus vähäinen
- Kärkiosien kestävyys vaikuttaa: maakengän ja avartimen rakennetyyppi, materiaalien lujuus, dimensiot, onko karkaistu, hitsisauman virheet, paaluputken seinämävahvuus

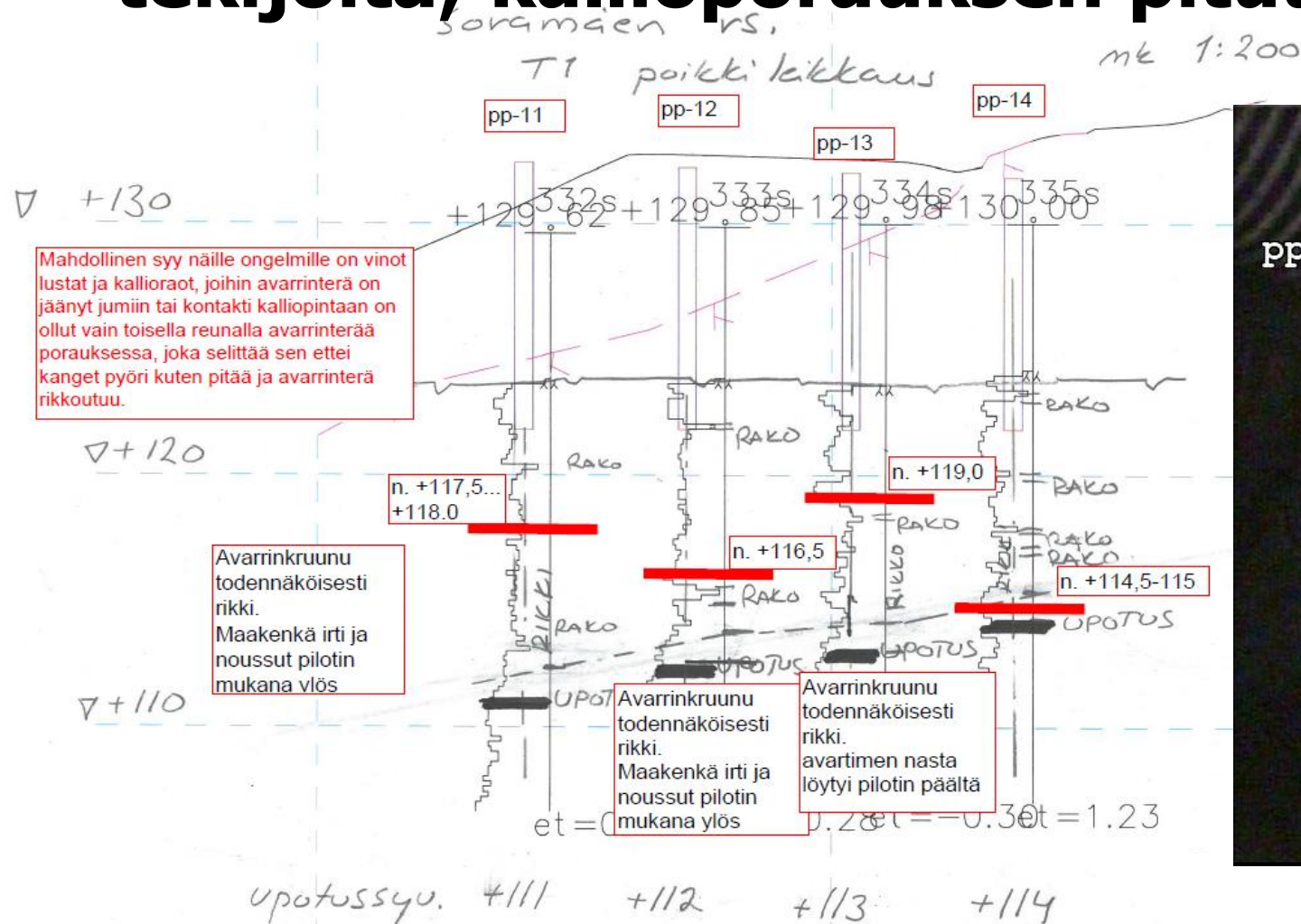
Kärkiosien kestävyys ja rasituksiin vaikuttavia tekijöitä, erittäin tiivis moreeni



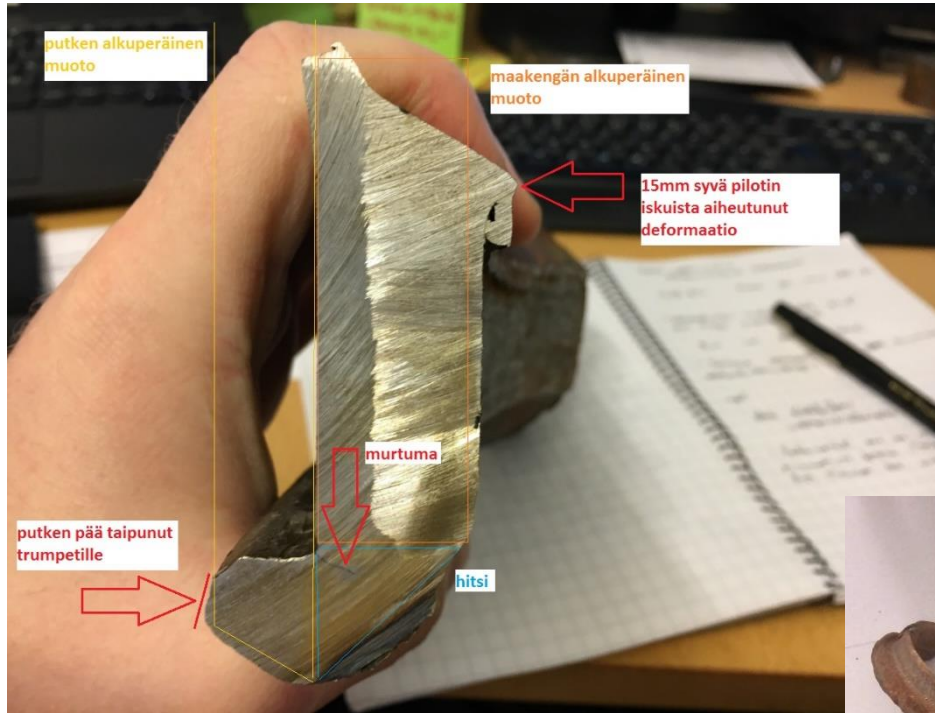
Kärkiosien kestävyys ja rasituksiin vaikuttavia tekijöitä, erittäin tiivis moreeni



Kärkiosien kestävyys ja rasitukseen vaikuttavia tekijöitä; kallioporauksen pituus/kallionlaatu



Maakenkä heikoin lenkki?



Miksi asennuskestävyys on erityisen tärkeää

- Väyläviraston kohteissa porapaaluja käytetään pääasiassa siltojen perustuksissa, missä paalu usein jatkuu joko suoraan tai pilarina jatkettuna sillan kanteen
 - Mikäli paalun asentaminen ei onnistu haluttuun syvyyteen, on paalu ensisijaisesti pyrittävä poistamaan
 - Jos paalu saadaan ylös, niin rikkoutuneita kärkiosia saattaa jäädä maahan, mitkä vaarantavat samaan paikkaan porapaalun asentamisen (irtorengasmallissa erittäin todennäköistä)
 - Jos paalua ei saada ylös → korvaavan/korvaavien paalun sijoittaminen äärimmäisen hankalaa (esim. tyypillinen 4 paalun silta)
 - Aiheutuu merkittäviä teknisiä haasteita, aikatauluviivästyksiä (korostuvat rataverkolla tehtävissä porapaalutustöissä) ja kustannuksia
 - tyypillinen "siltaporapaalu" (esim. $d=711\text{mm}$, $L=25\text{m}$) kustannus suuruusluokka 20 k€, *onko järkeä riskeerata paalun poraamista valitsemalla muutaman kympin-satasen halvempi maakenkä / avarrinkruunu?*

Kehitettävää / parannettavaa

- Kehitetään haasteellisimpiin porausolosuhteisiin nykyistä selkeästi kestävämmät porapaalun kärkiosatuotteet (**porakruunuvalmistajat**) (lisähinta paalutuksen kokonaiskustannuksiin ja riskeihin nähden merkityksetön)
- Vaativissa olosuhteissa paaluputken seinämävahvuutta syytä kasvattaa asennuskestävyyden takaamiseksi (**suunnittelija**)
- Varmistetaan, että pohjatutkimuksia on tehty riittävästi ja oikeilla menetelmillä (**tilaaja / suunnittelija**)
- Varmistetaan, että tehdyt pohjatutkimukset esitetään suunnitelmissa ja että lisäksi pohjasuhteista/porattavuudesta on suunnittelijan suullinen arvio/lausunto (**suunnittelija**)
- Varmistetaan, että tarjouspyyntöaineistossa on toimitettu kaikki em. tiedot (**tilaaja/rakennuttajakonsultti**)
- Kerätään systemaattisesti tietoa eri tuotteiden kestävydestä erityisesti haastavissa porausolosuhteissa (**erityisesti urakoitsija, mutta myös muut osapuolet**)
- Kehitetään porapaalujen kärkiosien laatuvaatimuksia siten, että asennuskestävyys tulee paremmin varmistettua, mahdollisesti vaatimuksia porauksen ympäristövaikutuksille (**tilaaja / porakruunuvalmistaja / urakoitsija / suunnittelija**)

Yhteenveto

- Väyläviraston ja ELY-keskusten töissä oltava porapaalujen kärkiosilla käyttö lupa
- Käyttö lupa ei ole kuitenkaan tae tuotteen asennuskestävyydestä eikä eri valmistajien ilmoittamat kestävyysarvot ole suoraan vertailukelpoisia
- Tunnistetaan haasteelliset olosuhteet ja valitaan tuotteet/porausmenetelmät niiden perusteella – tämä ei ole osaoptimoinnin paikka
- Kehitetään teknologiaa ja vaatimuksia yhdessä



VÄYLÄ