

VT4 Oulujoen sillat - Suuriläpimittaiset teräsputkipaalut

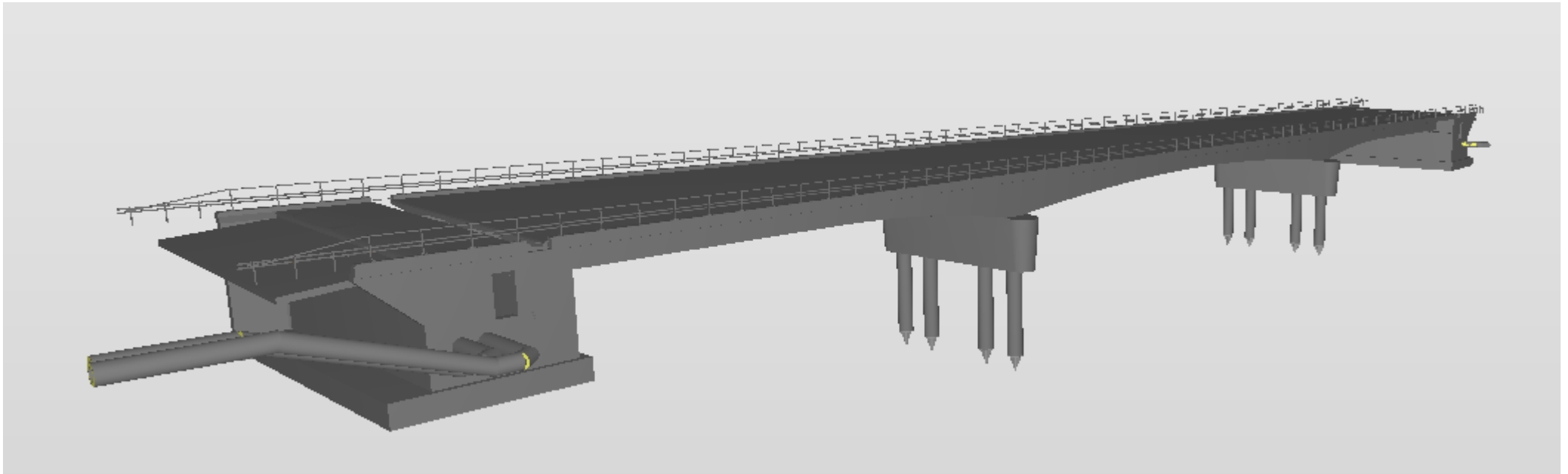
Sami Rantala

23.01.2020

VT4 Oulujoen sillat - Suuriläpimittaiset teräsputkipaalat

Yleistä

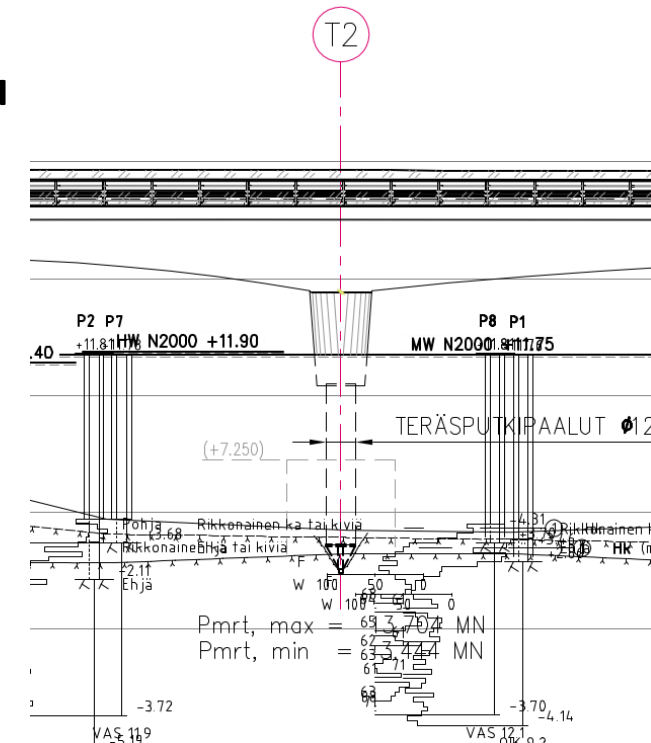
- Tilaaja: Väylävirasto
- Urakkamuoto: ST
- Urakoitsija: Kreate Oy
- Siltasuunnittelu: Suunnittelukide Oy
- Geotekninen suunnittelu: Pöyry Finland Oy



VT4 Oulujoen sillat - Suuriläpimittaiset teräspuutkipaalut

Lähtökohdat ja tuotevaatimukset

- Oulujoen vesisyvyys noin 8metriä, kallion päällä vain hyvin ohuet maakerrokset
- Uuden sillan tuet oli rakennettava samalle kohdalle, jossa vanhan sillan kallionvaraiset peruslaatat sijaitsevat
- Perustusten rakenteet ja kalliotapitus muodostivat merkittävän epäonnistumisriskin porattavalle paalulle
- Ratkaisu: lyötävä suuriläpimittainen (1220) teräspuutkipaalu
- Ongelmat:
 - Suuri paalukuorma, mitoituskuorma noin 13,7MN
 - Maakerrosten puuttuminen
 - Paalun sijainnin ja kaltevuuden toleranssien hallitseminen



VT4 Oulujoen sillat - Suuriläpimittaiset teräsputkipaalut

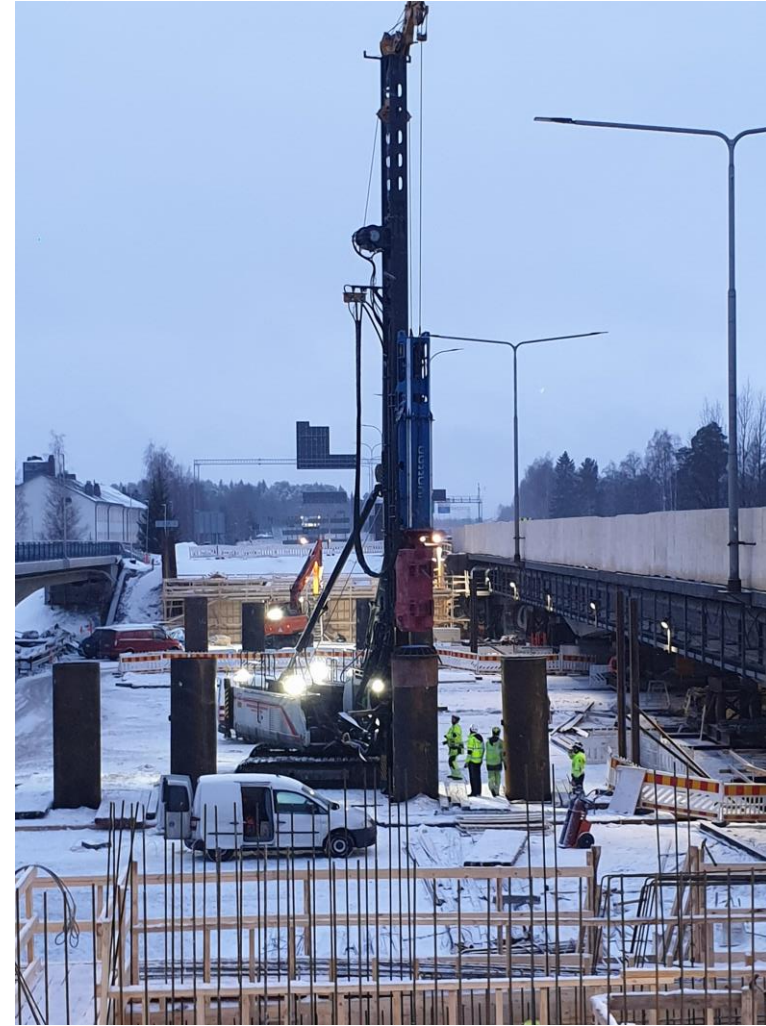
Suunnitteluratkaisut

- **Teräsputkipaalu 1220x20 S355J2H**
 - **Mitoittavana lyöntijännitys**
 - **Kalliokärjet kovametallituurnalla**
 - **Vakiokärkien kapasiteetti riittämätön, suunniteltiin kohdekohtaiset kärjet**
 - **Kaikkien paalujen 8+8kpl kantavuuden mittaus (PDA)**
 - **PDA-vaatimukset**
 - **Yksittäinen paalu 20,556MN**
 - **Keskiarvo 20,023MN**
- **Vanhan sillan tuet peruslaattoineen purettiin vedenalaisena työnä**
- **Paalujen sijainnin ja kalliokontaktin varmistamiseksi paaluille louhittiin ennakolta taskut vedenalaisena louhintana.**
 - **Ennen paalutustyötä taskut täytettiin kalliomurskeella**
- **Paalujen lyöntityö tapahtui teräsrunkoisen kasuunin läpi työsillalta**

VT4 Oulujoen sillat - Suuriläpimittaiset teräsputkipaalat

Paalujen lyöntityö, silta B.

- Urakoitsijana Pirkan Rakentajapalvelu Oy
 - Junttan PMX22
 - Paalujen upotus vesitäytteisenä 5 tonnin kiihdyttävällä järkäleellä
 - Loppulyönnit ns. nollapainumaan (=1-2mm/10 iskua) 50-65kNm iskuenergialla. Iskuja tuella T2 noin 700kpl ja tuella T3 1300kpl.
 - Tuen T3 kohdalla kallio selvästi rikkonaisempaa



VT4 Oulujoen sillat - Suuriläpimittaiset teräsputkipaalut

Paalujen kantavuusmittaus, silta B.

- PDA-mittauksen suoritti Teemu Riihimäki / Junttan Oy
 - Koekuormitus 10 tonnin vapaapudotusjärkäleellä
 - Pudotuskorkeus 5-8m, mobilisoituva lyöntienergia 500...700kJ

Tulokset

- Tuella T2 paaluista saatiin mobilisoitua maksimissaan 24,98MN RMX-arvo
- Keskiarvo jäi noin 2% vaaditusta, minkä vuoksi paaluille P2.1 ja P2.4 tehtiin signaalinsovitukset (CAPWAP). Laskennan perusteella paalujen kantavuuden todettiin täyttävän vaatimukset
- Tuella T3 paaluista saatiin mobilisoitua maksimissaan 25,903MN RMX-arvo, joka lienee tämänhetkinen Suomen ennätys
- Paalujen RMX-keskiarvo oli 24.68MN
- Lyöntijännitykset (CSX) olivat korkeat, noin 370MPa. Pysyviä muodonmuutoksia paaluihin ei kuitenkaan tullut.
- Paalujen pysyvä painuma koekuormituksessa hyvin pieni, 5-10mm
- Jousto 20-35mm

VT4 Oulujoen sillat - Suuriläpimittaiset teräsputkipaalut

Johtopäätökset

- Paalujen tulee olla ehdottomasti kalliossa
- Paalut eivät saa juurikaan joustaa, mikä rajoittaa myös paalupituutta
- Todella suurilla paalukuormilla myös kallion laadulla on merkitystä
- Paalujen lyöntijännitys on mitoittava tekijä

Paalujen varmuudet suunnittelukriteereillä...

- Mobilisoitu RMX (paalun myötökuorma) heikoimmalla paalulla 20,7MN
- Maksimipaalukuorma ominaiskuormilla 10,1MN
 - Pysyvät (pääosin omapaino) max 7,4MN
 - Muuttuvat 2,7MN

**THE FUTURE IS
BUILT TODAY**

KREATE