

---

# SUURPAALUPERUSTUS

Tuomas Kaira  
Ins.tsto Pontek Oy

# MITOITUSTAPA

---

- Kun vinopaalut ottavat kaikki vaakakuormat, eroa mitoitus tapojen DA2 ja DA2\* välillä ei ole.
- Lasketaan voimasuureet peruslaatan keskelle murtorajatilassa GEO/STR.

# KESTÄVYYS

## KESTÄVYYDEN OSAVARMOUSLUVUT

- Taulukosta A.6(FI)

Taulukko A.6(FI) – Syrjäyttävien paalujen kestävyiden osavarmuusluvut ( $\gamma_R$ )

<u>Kestävyys</u>	<u>Merkintä</u>	<u>Sarja R2</u>
Kärki	$\gamma_b$	1,20
Vaippa (puristus)	$\gamma_s$	1,20
Kokonais-/yhdistetty (puristus)	$\gamma_t$	1,20
Vedetty vaippa:		
- lyhytaikainen kuormitus	$\gamma_{s,t}$	1,35
- pitkäaikainen kuormitus	$\gamma_{s,t}$	1,50

- Paalun kokonaiskestävyyden osavarmuusluku: 1,20

# PAALUT

## KORRELAATIOKERTOIMET

- Taulukosta A.11(FI)

Taulukko A.11(FI) – Korrelaatiokertoimet  $\xi$  ominaisarvojen johtamiseksi dynaamisista koekuormituksista<sup>a,b,c,d,e</sup> (n – koestettujen paalujen lukumäärä)

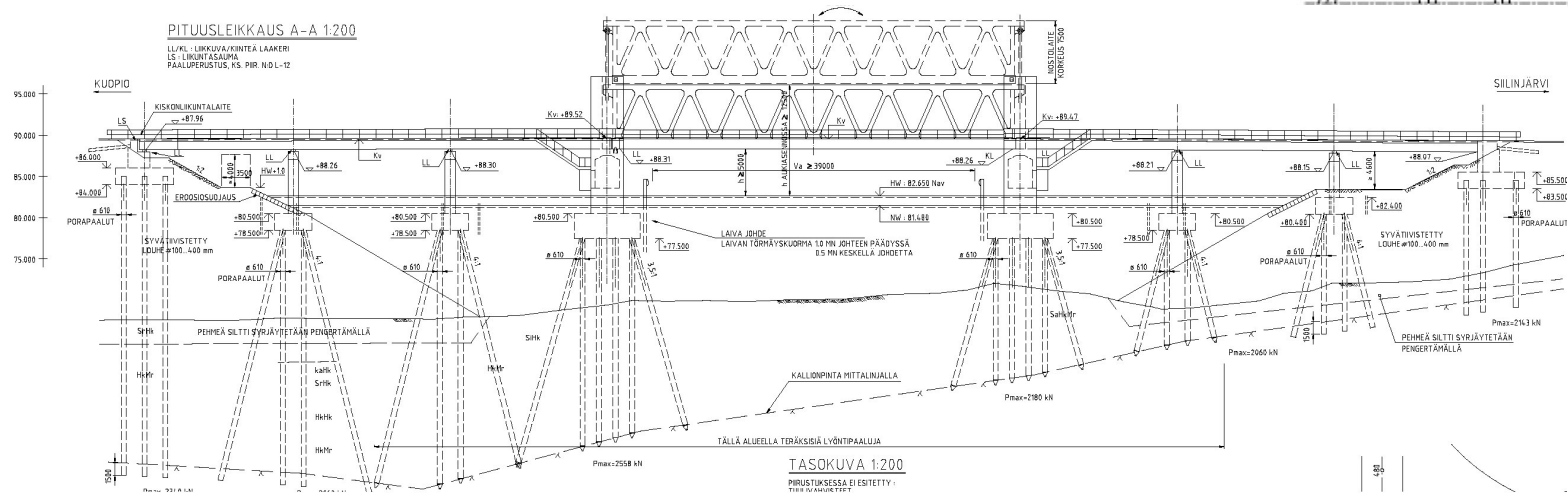
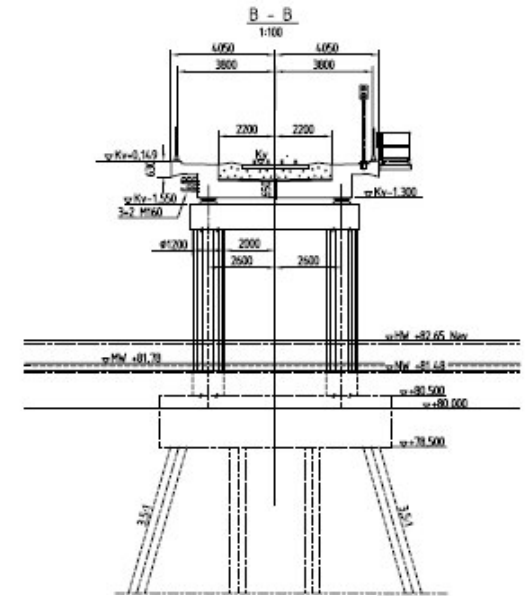
$\xi$ kun n	= tai >2	=>5	=>10/50 %	=>15	=>20/100 %
$\xi_5$	1,60	1,50	1,45	1,42	1,40
$\xi_6$	1,50	1,35	1,30	1,25	1,25

- Korrelaatiokerrointa  $\xi_5$  käytetään mitattujen kestävyyksien keskiarvoille dynaamisissa koekuormituksissa.
- n - koestettujen paalujen lukumäärä tai osuus paalujen kokonaismäärästä. Kappalemäärän tai prosenttiosuuden mukaan valitaan se, jonka perusteella saadaan pienempi korrelaatiokerroin.
- Paalun murtokuorma saadaan seuraavasti:
  - $R_{ck} = R_{cm}/\gamma$
  - $R_{cd} = R_{ck}/\xi_5$

# ESIMERKKI

Esimerkissä tarkastellaan Tikkalansaaren ratasillan paaluille perustettua välitukea.

- JM 18,0 + 19,0 + 19,0 + 50,0 + 19,0 + 19,0 + 18,0 = 162 m
- HL 7,6 m / 6,8 m



# KUORMAT

---

Perustuksiin vaikuttavat kuormat

- Omapaino
  - G
- Junakuorma
  - $Q_{gr12}$  - LM 71: 1\*pystykuorma + 1\*sivusysäys + 0,5\*jarrukuorma
- Lämpötilaero
  - $Q_{\Delta T}$
- Laakerikitka
  - $Q_{LK}$
- Tuulikuorma
  - $Q_{Tuuli}$
- Jääkuorma sillan suuntaan ja poikittain
  - $Q_{Jää||}$  ja  $Q_{Jää\perp}$

# YHDISTELYT

---

Lasketaan STR/GEO murtorajatilan mukaiset kuormitusyhdistelmät laatan alapintaan.

- Yhdistelmät 1 ja 2: Maksimi pystykuorma ja vastaavat momentit

$$1,15 \cdot G + 1,45 \cdot Q_{gr12} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{\Delta T} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{LK} + 1,5 \cdot 0,75 \cdot Q_{Tuuli} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{Jää||}$$

$$1,15 \cdot G + 1,45 \cdot Q_{gr12} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{\Delta T} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{LK} + 1,5 \cdot 0,75 \cdot Q_{Tuuli} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{Jää\perp}$$

- Yhdistelmät 3 ja 4: Maksimi momentit ja vastaava pystykuorma

$$1,15 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{LK} + 1,45 \cdot 0,8 \cdot Q_{gr12} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{\Delta T} + 1,5 \cdot 0,75 \cdot Q_{Tuuli} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{Jää||}$$

$$1,15 \cdot G + 1,45 \cdot Q_{gr12} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{\Delta T} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{LK} + 1,5 \cdot 0,75 \cdot Q_{Tuuli} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{Jää\perp}$$

- Yhdistelmät 5 ja 6: Minimi pystykuorma ja vastaavat momentit

$$0,90 \cdot G + 1,45 \cdot Q_{gr12} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{\Delta T} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{LK} + 1,5 \cdot 0,75 \cdot Q_{Tuuli} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{Jää||}$$

$$0,90 \cdot G + 1,45 \cdot Q_{gr12} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{\Delta T} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{LK} + 1,5 \cdot 0,75 \cdot Q_{Tuuli} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{Jää\perp}$$

# YHDISTELMÄT

---

Lasketaan STR/GEO murtorajatilan mukaiset kuormitusyhdistelmät laatan alapintaan.

- Yhdistelmät 1 ja 2: Maksimi pystykuorma ja vastaavat momentit
- Yhdistelmät 3 ja 4: Maksimi momentit ja vastaava pystykuorma
- Yhdistelmät 5 ja 6: Minimi pystykuorma ja vastaavat momentit

Yhdistelmät	F.x	R	M.y	M.x	F.y
1	0.47	12.17	3.147	4.728	0.341
2	<b>0.218</b>	<b>12.17</b>	<b>2.097</b>	<b>6.387</b>	<b>0.74</b>
3	0.615	11.13	4.545	4.093	0.298
4	0.218	12.17	2.097	6.387	0.74
5	0.47	4.92	3.147	3.945	0.341
6	<b>0.218</b>	<b>4.92</b>	<b>2.097</b>	<b>5.604</b>	<b>0.74</b>



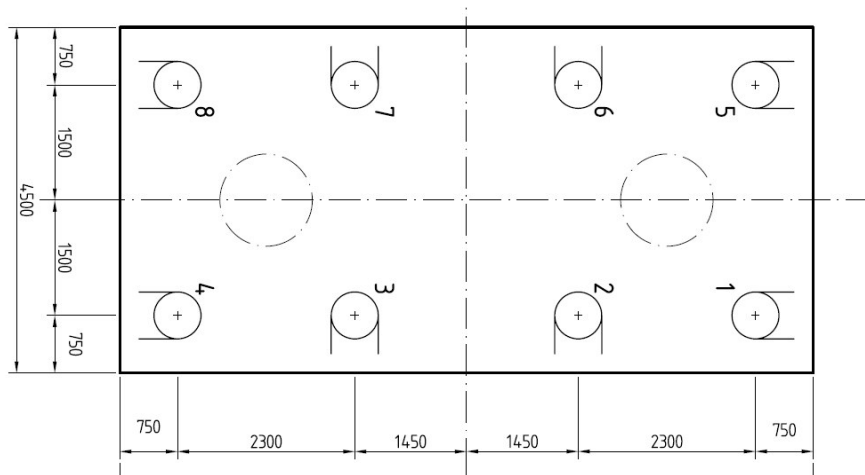
# PAALUTUS

Lasketaan kuormitusyhdistelmien resultantit.

Muodostetaan paalutus sellaiseksi että kuormitusyhdistelmien resultantit kulkevat mahdollisimman läheltä kiertokeskiötä

Lasketaan paalukuormat

Tässä esimerkissä käytetään nykyohjeiden mukaan mitoitettua paalutusta



- Paalutus viereisen kuvan mukainen
- Paalut ovat d610 (8 kpl)
- Paalut toimivat tukipaaluina
- Paalujen kaltevuus 3,5:1

# ESIMERKKI

Käytetään paalun kantokyvyn ominaisarvona  $\sigma_{sall} = 18$  MPa.

$$R_{cm} = \sigma_{sall}/A$$

$$R_{ck} = R_{cm}/\gamma$$

$$R_{cd} = R_{ck}/\xi_5$$

$n$  – koestettujen paalujen lukumäärä tai osuus paalujen kokonaismäärästä.  
Kappalemäärän tai prosenttiosuuden mukaan valitaan se, jonka perusteella saadaan pienempi korrelaatiokerroin.

Paalun kokonaiskestävyyden osavarmuusluku

$$\gamma = 1.20$$

$n$	$\geq 2$	$\geq 5$	$\geq 10/50\%$	$\geq 15$	$\geq 20/100\%$
$\xi_5$	1.6	1.5	1.45	1.42	1.4
$\sigma_{sall}$	18	18	18	18	18
A	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292
R.cm	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26
R.c.k	3.288	3.507	3.628	3.705	3.757
R.c.d	2.74	2.922	3.023	3.087	3.131

# ESIMERKKI

Paalutuksen suurin paalukuorma on 2,425 MN

n	≥2	≥5	≥10/50%	≥15	≥20/100%
<b>ξ5</b>	<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	<b>1.45</b>	<b>1.42</b>	<b>1.4</b>
σ.sall	18	18	18	18	18
A	0.292	0.292	0.292	0.292	0.292
R.cm	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26
R.c.k	3.288	3.507	3.628	3.705	3.757
R.c.d	2.74	2.922	3.023	3.087	3.131

Perustettaessa teräsputkipaaluille käytännössä kaikki paalut koestetaan, joten korrelaatiokertoimelle  $\xi_5$  voidaan käyttää arvoa 1,4

Korrelaatiokertoimen  $\xi_5$  ollessa 1,4 saadaan paalun murtokuormaksi 3,13 MN joka on suurempi kuin suurin paalukuorma 2,425 MN

# YHTEENVETO

---

Suurilla vesistösiltoilla, joissa vaikuttaa huomattavia vaakakuormia, voivat vetopaalut muodostua nykyistä suuremmaksi ongelmaksi ja sen vuoksi perustukset muodostua jonkin verran nykyistä laajemmiksi.