

Perustukset

TERÄSBETONISET VAKIOPAALUANTURAT RR- JA RD-PAALUILLE (FPS)

Valmiiksi mitoitettut teräsbetoniset vakiopaaluanturat RR- ja RD-paaluille on tarkoitettu tehostamaan SSAB:n RR- ja RD-paalujen käyttöä talonrakentamisessa ja helpottamaan paaluanturoiden suunnittelua ja käyttöä. Vakiopaaluanturat käsittävät 2, 3, 4 ja 5 paalun anturat lyötäville RR- ja RRs-paaluille sekä porattaville RD- ja RDs-paaluille. Anturoiden normaalivoimakapasiteetit murtorajatilassa vaihtelevat 0,9 - 21,0 MN:n välillä. Vakiopaaluanturoissa voidaan käyttää esivalmistettavia raudotteita, joiden avulla anturoiden raudoituksen asentaminen on tehokasta. Suunnittelua ja toteutusta nopeuttavat valmiit ja testatut rakenneratkaisut sekä asiantuntijoidemme tuki.

Käyttökohteet:

- toimisto- ja liikerakennukset
- teollisuusrakentaminen
- voimalaitokset
- urheilurakentaminen
- asuinrakentaminen
- julkinen rakentaminen

SSAB on maailmanlaajuisesti toimiva pohjoismainen ja yhdysvaltalainen teräsyhtiö. Yhtiön lisäarvoa tarjoavat tuotteet ja palvelut on kehitetty tiiviissä yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Tavoitteena on vahvempi, kevyempi ja kestävämpi maailma. SSAB:llä on työntekijöitä yli 50 maassa ja tuotantolaitoksia Ruotsissa, Suomessa ja Yhdysvalloissa. Yhtiö on noteerattu NASDAQ OMX Nordic Tukholmassa ja toissijaisesti NASDAQ OMX Helsingissä.

Yleistä

”Teräsbetoniset vakiopaaluanturat RR- ja RD-paaluille” -ohje on laadittu helpottamaan RR-, RRs-, RD- ja RDs-paalujen käyttöä talonrakentamisessa.

Paalut ja anturat on mitoitettu Eurokoodi suunnittelujärjestelmän, sen Suomen kansallisten liitteiden sekä Paalutusohjeen PO-2016 mukaisesti.

Ohjeessa käytettävät paalut

RR-paalu - teräslajista S460MH valmistettu lyömällä asennettava teräspaalu

RRs-paalu - erikoislajista S550J2H teräslajista valmistettu lyömällä asennettava teräspaalu

RD-paalu - teräslajista S460MH valmistettu poraamalla asennettava teräspaalu

RDs-paalu - erikoislajista S550J2H teräslajista valmistettu poraamalla asennettava teräspaalu

Anturoiden nimeäminen ja anturatyypit

Anturoiden nimessä kirjaintunnus FPS kuvaa vakiopaaluanturaa ja tunnuksen jälkeen oleva numero kertoo paaluryhmässä olevien paalujen lukumäärän. Kolmen, neljän ja viiden paalun anturoissa esitetään tämän jälkeen paalutyyppi (RR tai RD), paalun halkaisija ja seinämävahvuus. Suuremmilla paalukooilla edellytetään pitkillä paalupituuksilla suurempaa paaluväliä, näissä tapauksissa merkitään väliivilla eroteltuna merkintä P.

Lyötävillä RR-paaluilla merkitään viimeisenä väliivilla eroteltuna paalutustyöluokan tunnus PTL2 tai PTL3. Kahden paalun anturoilla paalutyyppin jälkeen esitetään kuormitustapaus tunnuksella T ja kuormitustapaoksen numero.

Kahden paalun anturat

FPS-2RRtn - kahden RR-paalun antura
RR-paaluille on esitetty viisitoista eri vakiopaaluanturaa, joissa voidaan käyttää anturalle tulevasta kuormituksesta riippuen eri RR- tai RRs-paaluja.

FPS-2RDtn - kahden RD-paalun antura
RD-paaluille on esitetty neljä eri vakiopaaluanturaa, joissa voidaan käyttää anturalle tulevasta kuormituksesta riippuen eri RD- tai RDs-paaluja.

Kolmen, neljän ja viiden paalun anturat

FPS-nRRxxx/x-PTL2/PTL3 - kolmen, neljän tai viiden RR-paalun antura
3, 4 ja 5 RR-paalun vakiopaaluanturat käsittävät yhteensä 66 eri anturaa.

FPS-nRRsxxx/x-PTL2/PTL3 - kolmen, neljän tai viiden RRs-paalun antura
3, 4 ja 5 RRs-paalun vakiopaaluanturat käsittävät yhteensä 58 eri anturaa.

FPS-nRDxxx/x - kolmen, neljän tai viiden RD-paalun antura
3, 4 ja 5 RD-paalun vakiopaaluanturat käsittävät yhteensä 52 eri anturaa.

FPS-nRDsxxx/x - kolmen, neljän tai viiden RDs-paalun antura
3, 4 ja 5 RDs-paalun vakiopaaluanturat käsittävät yhteensä 44 eri anturaa.

Rakenteen mitat

RR- ja RD-vakiopaaluanturoiden mitat on määritetty paalutusohjeessa PO-2016 asetettujen paalujen minimikeskiöetäisyyksien ja minimireunaetäisyyksien perusteella siten, että anturan leveyden määrittämisessä ei paalun sijaintipoikkeamaa ole huomioitu. RD90 ja RD115/6,3 paaluilla on käytetty 3, 4 ja 5 paalun anturoissa PO-2016 suositusarvoista poiketen keskiöetäisyytenä 700 mm. Paaluanturoiden vaakamitat perustuvat 3M-moduulin kerrannaisiin. Paaluanturoiden korkeusmitat ovat 100 mm:n kerrannaisia.

Paalujen keskiöetäisyydet kasvavat suhteessa paalupituuteen. Suuremmilla paalukooilla RR245, RR/RD270, RR/RD320 ja RR400 on paalujen keskiöetäisyyttä kasvatettava oletusarvosta, kun paalut ovat pitkiä. Paalukoosta riippuen paaluväliä on kasvatettava, kun paalupituus on yli 12-35 metriä. Näille pitkille paaluille on laskettu omat anturat, jotka on nimetty tunnuksella P. Suuremman keskiöetäisyyden paaluanturoita on käytettävä alla luetelluilla paalumitoilla:

RR245	L > 35 m
RR270	L = 25-40 m
RR320	L = 25-40 m
RR400	L = 12-24 m (anturatunnus P)
RR400	L = 24-40 m (anturatunnus P2)

Yli 40 m pitkillä paaluilla suunnittelijan on tarkasteltava paalujen vaadittava keskiöetäisyys ja sen vaikutus anturaan tapauskohtaisesti.

Kaikkien vakiopaaluanturoiden korkeus on valittu siten, että antura on riittävän jäykkä ja puristusvyöhykkeiden kaltevuuskulma on optimaalinen. Osassa paaluanturoita on rakenteen korkeus valittu minimikorkeutta suuremmaksi, jotta vältetään kohtuuttoman suurelta vetoteräsmäärältä.

RR- ja RRs-vakiopaaluanturoissa paalutustyöluokassa PTL3 on anturan korkeutta kasvatettu paalutustyöluokkaan PTL2 nähden, jotta saavutetaan paalutustyöluokasta aiheutuva suurempi kapasiteetti ilman vetoteräsmäärän tai rakenteiden muiden mittojen muuttamista. Tyyppianturaan kiinnittyvän pilarin minimikoko on arvioitu alustavasti liittopilarina. Anturoissa kuormitusalueeksi on esitetty neliömäistä pilaria tai pilarin pohjalevyä.

Taulukoissa 4, 5, 6, 7 ja 8 on esitetty eri vakiopaaluanturoiden kestävyysmitoitusraja-arvot, paalujen keskinäiset etäisyydet, anturan mitat ja käytetyt raudoitteet.

Vakiopaaluanturoissa käytettävät paalut, paalukuormat ja paalujen varusteet

RR- ja RRs-vakiopaaluanturoissa käytetään lyömällä pystysuoraan asennettavia RR- ja RRs-paaluja paalu-koosta RR115/8 paalukokoon RR400/12,5 saakka. RR- ja RRs-paalujen materiaalit, varusteet, suunnittelu ja paalutustyö on esitetty julkaisussa *RR[®]- ja RD[®]-paalut Suunnittelu- ja asennusohjeet*. Vakiopaaluanturoissa käytettävien RR- ja RRs-paalujen geoteknisen kestävyysmitoitusravot on määritetty PO-2016 periaatteiden mukaisesti vastaamaan PTL2:ssa paalutustyöluokan maksimiarvoja, kun geotekninen kestävyys määritetään loppulyöntien perusteella. PTL3:ssa on käytetty suositeltuja maksimiarvoja *RR[®]- ja RD[®]-paalut Suunnittelu- ja asennusohjeen* mukaisesti. PTL3:ssa on paalujen geoteknisen kestävyys tarkistettava / määritettävä dynaamisten koekuormitustulosten perusteella. Mitoituksen perusteena olevat paalujen kestävyysmitoitusravot on esitetty taulukossa 1. RR400/12,5-paalun teräslaji on S440J2H. Paalujen rakenteellinen kestävyys (nurjahduskestävyys) tulee tarkistaa lähinnä käytettävän korroosiovaran ja maan suljetun leikkauslujuuden perusteella. Paalujen kestävyysmitoitusravoissa ei ole huomioitu mahdollista paaluihin kohdistuvaa negatiivista vaippahankausta.

Paaluhattuina käytetään taulukon 3 mukaisia paaluhattuja. Paalujen kärkikappaleina käytetään paalukokoon RR220/12,5 saakka yleensä kalliokärkeä, mutta mahdollisesti myös maakärkeä. Paalukoosta RR245/10 paalukokoon RR400/12,5 käytetään lähes ainoastaan kalliokärkeä.

RD- ja RDs-vakiopaaluanturoissa käytetään poraamalla pystysuoraan asennettavia RD- ja RDs-paaluja paalu-koosta RD90 paalukokoon RD/RDs320/12,5 saakka. RD- ja RDs-paalujen materiaalit, varusteet, suunnittelu ja paalutustyö on esitetty julkaisussa *RR[®]- ja RD[®]-paalut Suunnittelu- ja asennusohjeet*. Vakiopaaluanturoissa käytettävien RD- ja RDs-paalujen kestävyysmitoitusravot on esitetty taulukossa 2. Paalujen mitoitusravot vastaavat varsin tarkasti korroosiovaraa 2 mm / 100 vuotta ja maan suljettua leikkauslujuutta 15 kPa teräsrakennemitoitettuna (paalujen sisäpuolista betonia ei ole huomioitu mitoituksessa). Paaluhattuina käytetään taulukon 3 mukaisia paaluhattuja.

Taulukko 1. Teräsbetonisissa vakiopaaluanturoissa mitoitusperusteena olevat paalujen kestävyysmitoitusravot R_d [kN] eri paalutustyöluokissa RR- ja RRs-paaluilla.

RR-paalu	Paalutustyöluokka PTL2	Paalutustyöluokka PTL3
	R_d [kN]	R_d [kN]
RR115/8	502	627
RR140/8	621	777
RR140/10	765	956
RR170/10	934	1167
RR170/12.5	1149	1436
RR220/10	1233	1542
RR220/12.5	1523	1904
RR245/10	1384	1730
RR245/12.5	1712	2140
RR270/10	1551	1939
RR270/12.5	1921	2401
RR320/10	1852	2314
RR320/12.5	2296	2870
RR400/12.5	2778	

RRs-paalu	PTL2	PTL3
	R_d [kN]	R_d [kN]
RRs115/8	600	749
RRs125/6.3	536	670
RRs140/8	743	929
RRs140/10	915	1143
RRs170/10	1116	1396
RRs170/12.5	1373	1717
RRs220/10	1475	1843
RRs220/12.5	1821	2277
RRs245/10	1655	2069
RRs245/12.5	2047	2559
RRs270/10	1855	2319
RRs270/12.5	2296	2871
RRs320/10	2214	2767
RRs320/12.5	2745	3432

Raudoitteet

Pääterästen halkaisijana on 20, 25 tai 32 mm ja keski-etaisyys 80 mm. RR- ja RD-vakiopaaluanturoille on 28 erilaista vakioitua vetoraudoitetta, jotka ovat koukku- tai ristiliitosankkuroinnilla varustettuja kaistaraudoitteita. Koukkuankkuroinnilla varustettu raudoite on suositeltava ankkurointitapana. Työteknisistä syistä johtuen niille kaistaraudoitteille, joissa pääteräksen halkaisija on 32 mm, ei ole esitetty lainkaan ristiliitosankkuroinnilla varustettua kaistaraudoitetta. Vakioraudoitteet on esitetty sivuilla 56-62. Raudoitus voidaan tarvittaessa muodostaa myös irtotangoista.

RR- ja RD-vakiopaaluanturoissa käytetään rengasraudoitteena halkaisijaltaan 12, 16 tai 20 mm harjaterästankoja. Vakiopaaluanturoille on 13 erilaista vakiorengasraudoitetta. Vakiorengasraudoitteet on esitetty sivuilla 63-67.

Lisäksi joissain anturoissa käytetään ripustushakoja. Ripustushakoja on kahta eri tyyppiä ja ne ovat halkaisijaltaan 12 mm. Ripustushakaraudoitteet on esitetty sivulla 68.

Taulukko 2. Teräsbetonisissa vakiopaaluanturoissa mitoitusperusteena olevat paalujen kestävyysmitoitussarvot R_d [kN] RD- ja RDs-paaluilla.

RD-paalu	R_d [kN]
RD90	360
RD115/6.3	500
RD115/8	650
RD140/8	830
RD140/10	1040
RD170/10	1310
RD170/12.5	1610
RD220/10	1810
RD220/12.5	2250
RD270/10	2340
RD270/12.5	2940
RD320/10	2850
RD320/12.5	3600

RDs-paalu	R_d [kN]
RDs115/8	720
RDs140/8	940
RDs140/10	1140
RDs170/10	1480
RDs170/12.5	1770
RDs220/10	2090
RDs220/12.5	2540
RDs270/10	2750
RDs270/12.5	3390
RDs320/10	3380
RDs320/12.5	4200

Taulukko 3. Paaluhattujen mitat.

Paalu	Paaluhattun mitat [mm x mm x mm]	Paaluhattun tunnus
RD90	150 x 150 x 15	1
RR/RD 115/6.3	200 x 200 x 20	2
RR/RRs/RD/RDs 115/8 *	250 x 250 x 25 250 x 250 x 30	3 4
RRs125/6.3 *	200 x 200 x 20 250 x 250 x 25	2 3
RR/RRs/RD/RDs 140/8 *	250 x 250 x 25 250 x 250 x 30	3 4
RR/RRs/RD/RDs 140/10 *	250 x 250 x 25 250 x 250 x 30	3 4
RR/RRs/RD/RDs 170/10 *	300 x 300 x 30 300 x 300 x 40	5 7
RR/RRs/RD/RDs 170/12.5 *	300 x 300 x 30 300 x 300 x 35 300 x 300 x 40 400 x 400 x 40	5 6 7 11
RR/RRs/RD/RDs 220/10 *	300 x 300 x 30 350 x 350 x 30 350 x 350 x 35 400 x 400 x 40	5 8 9 11
RR/RRs/RD/RDs 220/12.5 *	350 x 350 x 35 350 x 350 x 40 400 x 400 x 40	9 10 11
RR/RRs 245/10	300 x 300 x 30 350 x 350 x 35	5 9
RR/RRs 245/12.5	350 x 350 x 35	9
RR/RRs/RD 270/10 *	350 x 350 x 35 400 x 400 x 30	9 12
RR/RRs/RD 270/12.5 *	350 x 350 x 35 400 x 400 x 30 450 x 450 x 45	9 12 14
RR/RRs/RD 320/10	400 x 400 x 30	12
RR/RRs/RD 320/12.5 *	400 x 400 x 30 450 x 450 x 40 500 x 500 x 40	12 13 15
RDs270/10	400 x 400 x 30	12
RDs270/12.5 *	450 x 450 x 40 450 x 450 x 45	13 14
RDs320/10 *	400 x 400 x 30 450 x 450 x 40	12 13
RDs320/12.5 *	450 x 450 x 40 500 x 500 x 45	13 16

*) Kulloisessakin tilanteessa käytettävä paaluhattukoko on ilmoitettu taulukoissa 4, 5, 6, 7 ja 8 anturoiden muiden tietojen yhteydessä.

Betoni ja betonointi

Vakiopaaluanturoissa käytettävän betonin lujuusluokka vaihtelee tilanteen mukaan. Käytettäväksi suunnitellun betonin lujuuden valinnassa on haettu optimaalinen tilanne huomioiden paalujen mitoituskestävyys, käytettävän paaluhattun koko, raudoitusten halkaisija sekä betonin alennettu puristuskestävyys paaluhattujen yläpuolisella alueella. Betonointi tulee suorittaa betoninormit 2016 ja SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteuttaminen mukaisesti.

Suunnitteluperusteet

Anturoiden suunnittelussa on käytetty seuraavia normeja ja ohjeita:

- SFS-EN 1990 Rakenteiden suunnitteluperusteet
- SFS-EN 1992-1-1 Betonirakenteiden suunnittelu. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt.
- Betoninormit 2016 by50
- SFS-EN 1993-5 Teräsrakenteiden suunnittelu, paalut
- RIL 254-2016 Paalutusohje PO-2016

Kaikille vakiopaaluanturoille yhteiset alkuoletukset

- paalut ovat pystysuoria
- paalujen kestävyysmitoitussarvot esitetty taulukoissa 1 ja 2
- paalun kestävyttä nurjahduksen suhteen ei ole tarkasteltu ja se tulee huomioida paalun kestävyysmitoitussarvossa erikseen
- rakenteen kestävyys on määritetty sallittu sijaintipoikkeama huomioiden, mutta anturan mitat ilman sijaintipoikkeamien huomiointia
- anturalle tulevaksi kokonaiskuormaksi on oletettu paalujen lukumäärä kertaa yhden paalun kestävyysmitoitussarvo
- paaluantura toimii paaluvoimia laskettaessa äärettömän jäykkänä kappaleena
- ulkoinen kuormitus ei aiheuta anturaan oleellisia vaakavoimia
- paaluille ei sallita vetoa
- anturalle tulevasta kokonaiskuormasta on pysyväksi oletettu 60 %
- anturalle tulevasta kokonaiskuormasta on muuttuvaksi oletettu 40 %
- rakenne kuuluu seuraamusluokkaan CC2 ja luotettavuusluokkaan RC2, $K_{FI}=1.0$
- rakenteen halkeaman ominaisveveys on määritetty pitkäaikaisille kuormille käyttäen kuorman yhdistelykertoimena arvoa 0,8 (80 % hyötykuormasta pitkäaikaisista)
- suurin sallittu halkeamaleveys 0,30 mm
- anturan ympäristörasitusluokka XC2

Alkuoletukset, jotka riippuvat vakiopaaluanturatyypistä Sijaintipoikkeamat:

- FPS-nRRxxx/x- ja FPS-nRRsxxx/x ; yksittäinen paalu ja paaluryhmä 150 mm
- FPS-nRDxx- ja FPS-nRDSxxx ; yksittäinen paalu ja paaluryhmä 50 mm
- FPS-2RRn; yksittäinen paalu ja paaluryhmä 100 mm
- FPS-2RDn; yksittäinen paalu ja paaluryhmä 50 mm
- betonipeitteen paksuus rasisluokan XC2 mukaan on 35 mm sisältäen mittapoikkeaman 10 mm, anturoiden pystysivuilla betonipeite lasketaan rengasraudoitteista ja alapinnassa paaluhattun alapinnasta

Käytetyt osavarmuuskertoimet

- | | |
|---|------|
| • pysyvä kuorma G | 1,15 |
| • muuttuva kuorma Q | 1,5 |
| • kuormien yhdistetty osavarmuuskerroin | 1,29 |
| • pitkäaikaisen kuorman yhdistelykerroin Ψ_2 | 0,8 |
| • betoni | 1,5 |
| • harjateräs | 1,15 |

Käytetyt materiaalit

- harjateräs B500B (A500HW)
- betoni C35/45, C40/50, C45/55 ja C50/60

Paaluanturoiden mitoituserusteet

Vakiopaaluanturat on mitoitettu standardeja SFS-EN 1990 ja SFS-EN 1992-1-1 noudattaen. Lisäksi mitoituksessa on noudatettu standardiin SFS-EN 1992-1-1 pohjautuvaa suunnitteluohjetta by61.

Rakenteeseen kohdistuva kuormitus on oletettu paalu-ryhmän kapasiteetin suuruiseksi.

Vakiopaaluanturan vetoteräsmäärä on määritetty murtorajatilassa julkaisun by210 sekä ristikkoanalogian mukaan. Vetoteräsmäärän laskennassa on huomioitu paalun mahdollinen sijaintipoikkeama. Vetoraidoituksen ankkurointi on tarkastettu standardissa SFS-EN 1992-1-1 (kappale 8.4) esitetyn menetelmän mukaisesti.

Betonin puristuskestävyys on tarkastettu kolmessa kohdassa: välittömästi paaluhattun päällä, anturan keskivaiheilla sekä anturan yläosassa välittömästi pilarin pohjalevyn alla. Puristuskestävyyden sallittu arvo on määritetty standardia SFS-EN 1992-1-1 soveltaen. Puristuskestävyyden sallitut arvot eri kohdissa on esitetty perusteellisesti liitteessä 1, ja niiden soveltuvuus kohteeseen tulee varmistaa.

Suunnittelijan harkinnan mukaan tulee erityisesti raskeasti kuormitetuissa tapauksissa sekä poikkeustilanteissa rakenteen kestävyys varmistaa myös muilla menetelmillä. Kriittisin kohta syntyy usein paaluhattun päälle, jossa jännityksen leviäminen tulee varmistaa.

Anturan rengasraudoitus on määritetty kuten suunnitteluohjeessa by61 on esitetty.

Paaluhattun mitoitettu normaalivoiman kuormittaman liitoksen tavoin. Suurpaalu RR400/12,5 toteutetaan liittorakenteisena ja se liitetään teräsbetonianturaan ilman paaluhattua, tuomalla paalun raudoitus anturaan vähintään ankkurointipituuden verran. Raudoitusbetoni määrä anturan ja paalun RR400/12,5 liitoskohdassa tulee olla vähintään 1300 mm². Anturan ja paalun liitos on laskennassa oletettu nivellelliseksi riippumatta siitä, toteutetaanko kiinnitys paaluhattun avulla vai tuomalla raudoitteet anturaan.

Rakenteen halkeamaleveydet on määritetty käyttörajatilassa Eurokoodin mukaisesti.

Pääterästen betonipeitepaksuus määräytyy paalun upotussyvyydestä anturaan. Paalun upotussyvyys määräytyy paaluhatun betonipeitteen ja paaluhatun paksuuden mukaan minimiarvon ollessa 50 mm (betonipeite 35 mm + pienin hattupaksuus 15 mm). Upotussyvyys kussakin tilanteessa on esitetty anturoiden mitta- ja raudoituspierustuksissa. Vetoraudoituksen on oletettu sijaitsevan välittömästi paaluhatun päällä. Joissain tilanteissa pääraudoituksen betonipeite on suurempi kuin 100 mm.

Jokaiselle vakiopaaluanturalle on määritetty vakioraudoitte. Osalle vakioraudoitteista on esitetty kaksi vaihtoehtoa, jotka eroavat toisistaan ainoastaan ankkurointitavassa. Vaihtoehtoiset ankkurointitavat ovat vetoteräksen ankkuroiminen koukun avulla tai hitsatun poikittaistangon, eli ristiliitosankuroinnin, avulla. Vetoterästen ankkurointia koukun avulla pidetään suositeltavana tapana. Tapauskohtaisesti voidaan tarkastella mahdollisuus käyttää toispuoleista koukuraudoitetta. Ristiliitosankuroinnissa hitsiltä vaaditaan 30 %:n lujuus ankkuroitavaan teräkseen nähden ja liitos tulee hitsata vähintään kahdelta puolelta samankokoisella hitsillä standardin SFS-EN ISO 17660-1 mukaisesti. Ankkurointipituudet on mitoitettu tangon todelliselle jännitykselle, ja ankkurointipituus on laskettu paaluhatun sisäreunasta lähtien. Eryyisesti hitsattua kaistaraudoitetta käytettäessä tulee varmistua raudoitteen standardin mukaisesta valmistustavasta ja laadunvalvonnasta.

Lisätietoja paaluanturoiden mitoitus- ja suunnitteluperusteista on liitteessä 1.

Teräsbetonisten vakiopaaluanturoiden käyttöohjeet

Suunnitteluvaihe

Suunnittelun alkuvaiheessa kohdetta verrataan vakio- paaluanturoiden suunnitteluperusteisiin ja tarkistetaan, ovatko annetut ehdot voimassa. Eryyisesti tulee tarkastaa, soveltuvatko vakio- paaluanturoissa käytettävien paalujen kestävyysmitoitukset työn alla olevaan kohteeseen. Jos anturaan liittyvien rakenneosien mitat, kuormat, seuraamusluokat tai muut lähtöarvot poikkeavat oletetuista merkittävästi, tulee vakio- paaluanturoiden soveltuvuus kohteeseen tarkistaa.

Suunnitteluperusteiden tarkistamisen jälkeen määritetään perustuskuormat ja rakennemalli, jotta voidaan määrittää, tuleeko anturan kaatumisvarmuus huomioida. Paaluanturalle tulevat voimasuuret lasketaan murtorajatilassa (N_d , M_d). Kapasiteettikäyrien perusteella valitaan sopivat paaluanturavaihtoehdot. Käyrästäjä käytetään tavallisesti siten, että vallitsevien voimasuureiden määrittämisen jälkeen haetaan halutusta kuvaajasta kuormitustapausta vastaava piste. Ne vakio- paaluanturat, joiden

käyrästäjien sisäpuolelle piste jää, ovat kuormitusyhdistelmälle soveltuvia. Kapasiteettikäyrästäjissä ei paalun sallittua sijaintipoikkeamaa ole huomioitu. Jos kohteessa paalujen sijaintipoikkeamat ovat todennäköisiä, on suositeltavaa valita vakio- paaluantura, jossa kuormitustapausta vastaava piste ei sijaitse aivan käyrästäjän rajalla. Kahden paalun anturoita käytettäessä määritetään normaalivoima ja momentti murtorajatilassa, joiden perusteella käyrästäjä hyväksikäyttäen valitaan voimasuureille soveltuva tapaus. Käytettävä paalu valitaan taulukosta 4 kyseiseen tapaukseen soveltuvista paaluvaihtoehdoista.

Vakio- paaluanturoiden normaalivoima- ja momenttikapasiteettikäyrästäjät (kuvat 1-41) on esitetty murtorajatilassa jolloin sallitut voimasuuret ovat mitoitusarvoja. Käyrästäjien nousevat suorat rajaavat alueen, jolla paalut ovat kuormien mitoitusarvojen perusteella analysoituna puristettuja. Nousevan suoran alapuolisella alueella paalut ovat vedettyjä. Käyrästäjien laskevat suorat rajaavat alueen, jolla paaluryhmän puristuskapasiteetin mitoitusarvo ylittyy. Katkoviivalla on esitetty kapasiteetit, kun rakenteen kaatumisvarmuus on huomioitu. Kaatumisvarmuustarkastelussa on pystyssä pitävän momentin osavarmuuskertoimena käytetty arvoa 0,9 ja kaatavan momentin osavarmuuskertoimena arvoa 1,5. Suunnittelutyössä suositellaan käytettäväksi katkoviivan rajoittamia kapasiteetteja ja lisäksi anturan stabiliteetin tarkastusta.

Kolmen paalun anturoita koskevissa käyrästäjissä on esitetty kapasiteetit taivutuksen vaikutussuunnasta riippuen. Tapaus, jossa taivutusmomentti vaikuttaa siten, että kuormituspisteestä kauimpana sijaitsevalle paalulle syntyy puristusta, voidaan analysoida käyttämällä symmetrisen kuormitustapausten kuvaajaa. Tällöin ollaan varmallia puolella. Vaihtoehtoisesti voidaan arvioida paaluille tulevat kuorman mitoitusarvot erikseen.

Vakio- anturoiden valinnan jälkeen laaditaan perustuskuvat, jossa paalut esitetään sidottuina moduulilinjoihin ja vakio- paaluanturoiden ääri- viivat tunnuksineen. Paaluperustuksen routiminen estetään sijoittamalla perustuksen alapinta routimattomaan syvyyteen, routaeristämällä tai tekemällä massanvaihto routimattomaan syvyyteen paaluanturan alla. Tartuntojen, peruspulttien ja pilariholkien tunnuksien merkittävien perustuspiirustukseen ja niistä laaditaan erilliset mitta- ja sijoitusdetaljit. Anturan yläpinta tulee raudoittaa peruspulttiohjeen mukaisesti, jos pilarin kiinnitys anturaan sitä vaatii.

Paaluanturoiden tartuntojen suunnittelussa tulee ottaa huomioon seuraavat seikat:

- asennettavuus
- tartuntojen paikalla pysyvyys valun aikana
- työturvallisuus
- mitat tulee valita ottaen huomioon liittyvä rakenne ja perustusten sijaintitoleranssit
- anturan sivu- ja yläpinnan reuna-alueille sijoitetut tartunnat voivat vaatia anturaan lisäraudoitusta

Rakennelaskelmissa esitetään vakiopaaluanturoiden käyttöehdot, lasketaan kunkin anturan kuormat ja toteutuneen paalutuksen perusteella paalukuormat. Laskelmissa voidaan viitata mitoituksen ja raudoituksen osalta tähän tuoteselosteeseen. Tarkastavan viranomaisen kanssa on sovittava, mitä laskelmia kyseessä olevan kohteen perustuksista esitetään edellä mainitun lisäksi.

Toteutusvaihe

Paalutuksen jälkeen mitataan aina paalujen todellinen sijainti, jonka perusteella todelliset paaluvoimat lasketaan. Jos paalulle tuleva kuorma tällöin ylittää taulukoissa 1 ja 2 esitetyt paalun kestävyuden mitoitusarvot, tulee paaluryhmä suunnitella erikseen. Yksittäisen paalun kantavuus voidaan tarkistaa PO-2016 mukaisesti (RR®- ja RD®-paalut Suunnittelu - ja asennusohje, kappale 5).

Paalujen todellisen sijainnin perusteella tarkistetaan, että paalujen reunaetäisyys on riittävä. Paaluanturan reunan etäisyys lähimmän paalun paaluhatun reunasta tulee olla vähintään puolet paaluhatun sivumitasta.

Paalujen todellisen sijainnin perusteella tarkastetaan myös, onko kaistarauδοitteen ankkurointipituus riittävä. Niissä tapauksissa, joissa paalun poikkeama on korkeintaan sallitun sijaintipoikkeaman suuruinen ja anturan alkuperäinen mitta on poikkeaman jälkeen riittävä, ei ankkurointipituutta tarvitse tarkastaa. Muissa tapauksissa tulee varmistua, että kaistarauδοitteet jatkuvat vähintään paaluhatun leveyden ja betonipeitteen erotuksen verran paalun keskeltä anturan reunaan päin. Paaluanturoiden vetoteräksät sijoitetaan keskitetysti katkaistujen paalujen paaluhattujen päälle.

Jos paalujen sijainnit poikkeavat teoreettisesta siten, että paalujen välinen keskiöetäisyys on suurempi kuin neljä kertaa paaluhatun sivumitta, tulee kaistarauδοitteiden kohdalle asentaa myös ripustushaajat. Vetotankoja tulee tällöin sijoittaa myös paalujen välisille vyöhykkeille.

Jos valitun anturan vaakamitat eivät ole riittävät, valitaan suunnassa yhtä 3M-moduulia suurempi mitta ja anturan korkeus mitoitetaan siten, että vakiopaaluanturajärjestelmän mukainen vakiorauδοite on riittävä. Lisäksi tarkastetaan, että muut raudoitteet, puristuskestävyys sekä ankkurointipituus ovat riittävät.

Anturoiden raudoitteet on tuettava valun ajaksi siten, että ne eivät pääse liikkumaan. Anturan yläpinnan käsittelyksi suositellaan puuhiertoa.

Taulukko 4. Kahden RR- ja RD-paalun vakiopaaluanturoiden mitat, kestävyys ja raudoitteet.

Vakiopaalu- antura	Soveltuvat paalut ja paalutus- työluokka*	Kestä- vyyden raja-arvo [kN]**	Paaluväli [mm]	Paalu- hatun tunnus ****	Betonin lujuus- luokka	Anturan leveys L [mm]	Anturan leveys B [mm]	Anturan korkeus [mm]	Kuormitus- pinnan leveys [mm]	Veto- raudoitus	Raudoitte*** Raudoitte	Rengas- raudoitus (+1 merkintä, ks. kuvat 22 ja 23)	Raudoitte*** Raudoitte
RR- ja RRs-paalut													
FPS-2RRT1	RR115/8-PTL2	1004	800	3	C35/45	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RRT2	RRs125/6.3-PTL2	1072	800	3	C35/45	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RRT3	RR140/8-PTL2	1242	800	3	C35/45	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RRT4	RRs115/8-PTL2	1200	800	3	C35/45	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RRT5	RR115/8-PTL3	1254	800	3	C40/50	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RRT6	RRs125/6.3-PTL3	1340	800	3	C35/45	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RRT7	RRs115/8-PTL3	1498	800	4	C40/50	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RRT8	RR140/10-PTL2 RR140/8-PTL3 RRs140/8-PTL2	1554	800	4	C35/45	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RRT9	RR140/10-PTL3 RRs140/10-PTL2 RRs140/8-PTL3	1912	800	4	C40/50	1500	600	900	350	5T20	2	4+1T12 k215	IX
FPS-2RRT10	RR170/10-PTL2	1868	800	5	C35/45	1500	600	900	350	5T20	2	3+1T12 k325	IX
FPS-2RRT11	RRs170/10-PTL2 RR170/10-PTL3 RR170/12.5-PTL2	2334	800	5	C40/50	1500	600	900	400	6T20	3	4+1T12 k215	IX
FPS-2RRT12	RRs170/10-PTL3 RR170/12.5-PTL3 RRs170/12.5-PTL2	2872	800	7	C40/50	1500	600	900	400	5T25	4	5+1T12 k160	IX
FPS-2RRT13	RR220/10-PTL2	2466	800	5	C35/45	1500	600	900	400	5T25	4	5+1T12 k160	IX
FPS-2RRT14	RR220/10-PTL3 RRs220/10-PTL2 RR220/12.5-PTL2	3084	800	9	C35/45	1500	700	900	450	6T25	5	5+1T12 k160	X
FPS-2RRT15	RRs220/10-PTL3 RR220/12.5-PTL3	3808	800	11	C40/50	1500	800	1000	500	6T25	5	5+1T12 k160	XI
RD- ja RDs-paalut													
FPS-2RDT1	RD115/6.3	1000	700	2	C45/55	1200	600	700	300	4T20	1	3+1T12 k225	VIII
FPS-2RDT2	RD115/8	1300	800	3	C45/55	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RDT3	RDs115/8 RD140/8	1660	800	3	C45/55	1500	600	800	300	5T20	2	3+1T12 k275	IX
FPS-2RDT4	RD140/10 RDs140/8	2080	800	4	C45/55	1500	600	900	350	5T20	2	3+1T12 k325	IX
<p>*) Taulukossa on esitetty minimipaalukoko kullekin kuormitustapaukselle, mutta myös suuremman kantavuuden omaavia paaluja voidaan käyttää, kunhan anturan kestävyys raja-arvoa ei ylitetä.</p> <p>**) Anturan kestävyys normaalivoimalle N_d, kun momentti $M=0$. Anturatyypissä käytettäväksi soveltuvien paalujen yhteenlaskettu mitoituskestävyys voi olla tätä pienempi ja näin ollen mitoittava arvo.</p> <p>***) Sarake viittaa vakioraudoitteiden numeroihin ja merkintöihin.</p> <p>****) Sarake viittaa taulukossa 3 ilmoitettuihin eri kokoisten paaluhattujen tunnuksiin.</p>													

Taulukko 5. 3, 4 ja 5 RR-paalun vakiopaaluanturoiden mitat, kestävydet ja raudoitteet.
Betonin lujuusluokat: PTL2 = C35/45 ja PTL3 = C45/55.

Vakiopaaluantura	Kestävyyden raja-arvot [kN]*		Paalu- väli*** [mm]	Paalu- hatun tunnus ****	Anturan leveys [mm]	Anturan korkeus [mm]		Kuormitus- pinnan leveys [mm]	Veto- raudoitus	Raudoitte***	Rengasraudoitus (+1 merkintä, ks. kuvat 22 ja 23)		Raudoitte***
	PTL2	PTL3				PTL2	PTL3				PTL2	PTL3	
3 RR-paalun anturat													
FPS-3RR115/8	1506	1881	800	3	1500	700	800	300	5T20	2	3+1T12 k225	3+1T12 k275	II
FPS-3RR140/8	1863	2331	800	3	1500	700	800	300	5T20	2	3+1T12 k225	4+1T12 k180	II
FPS-3RR140/10	2295	2868	800	4	1500	700	800	350	6T20	3	3+1T12 k225	5+1T12 k135	II
FPS-3RR170/10	2802	3501	800	5	1500	800	900	350	5T25	4	5+1T12 k135	6+1T12 k130	II
FPS-3RR170/12.5	3447	4308	800	6	1500	800	900	400	6T25	5	3+1T16 k275	4+1T16 k215	III
FPS-3RR220/10	3699	4626	800	5	1500	1000	1200	400	5T25	4	4+1T16 k250	5+1T16 k235	III
FPS-3RR220/12.5	4569	5712	800	9	1500	1100	1200	450	5T25	4	4+1T16 k280	6+1T16 k190	III
FPS-3RR245/10	4152	5190	900	5	1800	1000	1200	450	5T25	6	3+1T20 k375	4+1T20 k315	IV
FPS-3RR245/12.5	5136	6420	900	9	1800	1000	1200	450	6T25	7	3+1T20 k375	4+1T20 k315	IV
FPS-3RR270/10	4653	5817	1000	9	1800	1200	1400	450	6T25	7	4+1T20 k315	4+1T20 k380	IV
FPS-3RR270/12.5	5763	7203	1000	12	1800	1300	1400	500	6T25	7	4+1T20 k350	5+1T20 k285	IV
FPS-3RR320/10	5556	6942	1200	12	2100	1300	1400	500	6T32	12	4+1T20 k350	5+1T20 k285	V
FPS-3RR320/12.5	6888	8610	1200	12	2100	1200	1400	550	6T32	12	4+1T20 k315	5+1T20 k285	V
FPS-3RR400/12.5	8334		1200		2100	1200		550	6T32	12	5+1T20 k235		V
FPS-3RR245/10-P	4152	5190	1000	5	1800	1000	1200	450	6T25	7	3+1T20 k375	4+1T20 k315	IV
FPS-3RR245/12.5-P	5136	6420	1000	9	1800	1000	1200	450	6T25	7	3+1T20 k375	4+1T20 k315	IV
FPS-3RR270/10-P	4653	5817	1200	9	2100	1200	1400	450	5T32	11	3+1T20 k475	4+1T20 k380	V
FPS-3RR270/12.5-P	5763	7203	1200	12	2100	1200	1400	500	5T32	11	4+1T20 k315	5+1T20 k285	V
FPS-3RR320/10-P	5556	6942	1400	12	2400	1200	1400	500	6T32	14	4+1T20 k315	5+1T20 k285	VI
FPS-3RR320/12.5-P	6888	8610	1400	12	2400	1200	1400	550	6T32	14	4+1T20 k315	5+1T20 k285	VI
FPS-3RR400/12.5-P	8334		1400		2400	1200		550	6T32	14	5+1T20 k235		VI
FPS-3RR400/12.5-P2	8334		1800		2700	1500		550	7T32 + yp 6T20	18	5+1T20 k310 24T12 k120		VII RI
4 RR-paalun anturat													
FPS-4RR115/8	2008	2508	800	3	1500	700	800	300	6T20	3	3+1T12 k225	4+1T12 k180	II
FPS-4RR140/8	2484	3108	800	3	1500	700	800	300	6T20	3	4+1T12 k150	5+1T12 k135	II
FPS-4RR140/10	3060	3824	800	4	1500	700	1000	350	6T25	5	3+1T16 k225	4+1T16 k250	III
FPS-4RR170/10	3736	4668	800	5	1500	800	900	350	5T25	4	4+1T16 k180	5+1T16 k160	III
FPS-4RR170/12.5	4596	5744	800	6	1500	800	900	400	6T25	5	4+1T16 k180	5+1T16 k160	III
FPS-4RR220/10	4932	6168	800	5	1500	1000	1200	450	5T25	4	4+1T16 k250	6+1T16 k190	III
FPS-4RR220/12.5	6092	7616	800	9	1500	1000	1200	500	6T25	5	6+1T16 k150	8+1T16 k135	III
FPS-4RR245/10	5536	6920	900	5	1800	1200	1200	500	6T25	7	4+1T20 k315	5+1T20 k235	IV
FPS-4RR245/12.5	6848	8560	900	9	1800	1200	1200	500	6T32	10	4+1T20 k315	5+1T20 k235	IV
FPS-4RR270/10	6204	7756	1000	9	1800	1200	1400	500	6T25	7	4+1T20 k315	5+1T20 k285	IV
FPS-4RR270/12.5	7684	9604	1000	12	1800	1200	1400	550	6T32	10	5+1T20 k235	6+1T20 k230	IV
FPS-4RR320/10	7408	9256	1200	12	2100	1200	1400	550	6T32	12	4+1T20 k315	6+1T20 k230	V
FPS-4RR320/12.5	9184	11480	1200	12	2100	1200	1400	600	6T32	12	5+1T20 k235	7+1T20 k190	V
FPS-4RR400/12.5	11112		1200		2100	1200		550	7T32	13	6+1T20 k190		V
FPS-4RR245/10-P	5536	6920	1000	5	1800	1200	1300	500	6T25	7	4+1T20 k315	5+1T20 k260	IV
FPS-4RR245/12.5-P	6848	8560	1000	9	1800	1200	1300	500	6T32	10	4+1T20 k315	5+1T20 k260	IV
FPS-4RR270/10-P	6204	7756	1200	9	2100	1400	1500	500	6T32	12	5+1T20 k285	5+1T20 k310	V
FPS-4RR270/12.5-P	7684	9604	1200	12	2100	1400	1500	550	6T32	12	5+1T20 k285	6+1T20 k250	V
FPS-4RR320/10-P	7408	9256	1400	12	2400	1400	1500	550	6T32	14	5+1T20 k285	6+1T20 k250	VI
FPS-4RR320/12.5-P	9184	11480	1400	12	2400	1400	1500	600	7T32	15	6+1T20 k230	7+1T20 k205	VI
FPS-4RR400/12.5-P	11112		1400		2400	1300		550	7T32	15	6+1T20 k210		VI
FPS-4RR400/12.5-P2	11112		1800		2700	1600		600	6+2T32 + yp 8T20	19 25	7+1T20 k225 24T12 k185		VII RII
5 RR-paalun anturat													
FPS-5RR115/8	2510	3135	1140	3	1800	800	900	300	5T25	6	3+1T20 k275	3+1T20 k325	IV
FPS-5RR140/8	3105	3885	1140	3	1800	800	900	350	5T25	6	3+1T20 k275	3+1T20 k325	IV
FPS-5RR140/10	3825	4780	1140	4	1800	800	900	400	6T32	10	3+1T20 k275	3+1T20 k325	IV
FPS-5RR170/10	4670	5835	1140	5	1800	900	1000	400	6T25	7	3+1T20 k325	4+1T20 k250	IV
FPS-5RR170/12.5	5745	7180	1140	6	1800	900	1000	450	6T32	10	3+1T20 k325	4+1T20 k250	IV
FPS-5RR220/10	6165	7710	1140	5	1800	1000	1300	500	6T25	7	4+1T20 k250	5+1T20 k260	IV
FPS-5RR220/12.5	7615	9520	1140	9	1800	1000	1200	600	6T32	10x	5+1T20 k185	6+1T20 k190	IV
FPS-5RR245/10	6920	8650	1250	5	2100	1000	1300	600	5T32	11	4+1T20 k250	6+1T20 k210	V
FPS-5RR245/12.5	8560	10700	1250	9	2100	1000	1200	600	6T32	12	5+1T20 k185	7+1T20 k155	V
FPS-5RR270/10	7755	9695	1400	9	2100	1200	1400	550	6T32	12	5+1T20 k235	6+1T20 k230	V
FPS-5RR270/12.5	9605	12005	1400	12	2100	1200	1400	650	6T32	12x	6+1T20 k190	8+1T20 k160	V
FPS-5RR320/10	9260	11570	1600	12	2400	1200	1400	600	7T32	15	5+1T20 k235	7+1T20 k190	VI
FPS-5RR320/12.5	11480	14350	1600	12	2400	1200	1400	650	6+2T32	14 24	6+1T20 k190	8+1T20 k160	VI
FPS-5RR400/12.5	13890		1600		2400	1400		600	6+2T32	14 24	8+1T20 k160		VI
FPS-5RR245/10-P	6920	8650	1400	5	2100	1200	1200	600	4+2T32	27 23	5+1T20 k235	6+1T20 k190	V
FPS-5RR245/12.5-P	8560	10700	1400	9	2100	1200	1200	600	5+2T32	11 23	5+1T20 k235	6+1T20 k190	V
FPS-5RR270/10-P	7755	9695	1600	9	2400	1200	1300	600	6+2T32	14 24	5+1T20 k235	6+1T20 k210	VI
FPS-5RR270/12.5-P	9605	12005	1600	12	2400	1200	1300	700	7T32	15	5+1T20 k235	7+1T20 k175	VI
FPS-5RR320/10-P	9260	11570	2000	12	3000	1300	1500	600	6+2T32	20 26	5+1T20 k260	7+1T20 k205	XII
FPS-5RR320/12.5-P	11480	14350	2000	12	3000	1500	1800	700	6+2T32	20 26	7+1T20 k205	10+1T20 k170	XII
FPS-5RR400/12.5-P	13890		2000		3000	1800		700	6+2T32	20 26	9+1T20 k190		XII
FPS-5RR400/12.5-P2	13890		2600		3600	2100		700	6+3T32	22 28	10+1T20 k205		XIII

*) Taulukossa on esitetty minimipaaluukoko kullekin kuormitustapaukselle, mutta myös suuremman kantavuuden omaavia paaluja voidaan käyttää, kunhan anturan kestävyysraja-arvoa ei ylitetä.

**) Normaaliavoiman mitoitussarvo N_a anturalle, kun momentti $M=0$.

***) Sarake viittaa vakioraudoitteiden meroihin ja merkintöihin. X-kirjain tarkoittaa vakioraudoitetta myös keskipaalun päällä.

****) Sarake viittaa taulukossa 3 ilmoitettuihin eri kokoisten paaluhattujen tunnuksiin.

Taulukko 6. 3, 4 ja 5 RRs-paalun vakiopaaluanturoiden mitat, kestävyudet ja raudoitteet.
 Betonin lujuusluokat: PTL2 = C35/45 ja PTL3 = C45/55.

Vakiopaaluantura	Kestävyyden raja-arvot [kN]*		Paalu- väli** [mm]	Paalu- hatun tunnus ****	Anturan leveys [mm]	Anturan korkeus [mm]	Anturan korkeus [mm]	Kuormitus- pinnan leveys [mm]	Veto- raudoitus	Raudoite***	Rengasraudoitus (+1 merkintä, ks. kuvat 22 ja 23)		Raudoite***
	PTL2	PTL3									PTL2	PTL3	
3 RRs-paalun anturat													
FPS-3RRs115/8	1800	2247	800	3	1500	700	800	300	5T20	2	3+1T12 k225	4+1T12 k180	II
FPS-3RRs125/6.3	1608	2010	800	3	1500	700	800	300	5T20	2	3+1T12 k225	4+1T12 k180	II
FPS-3RRs140/8	2229	2787	800	3	1500	700	800	350	5T25	4	3+1T12 k225	4+1T12 k180	II
FPS-3RRs140/10	2745	3429	800	4	1500	700	800	350	5T25	4	4+1T12 k150	5+1T12 k135	II
FPS-3RRs170/10	3348	4188	800	5	1500	800	900	350	5T25	4	5+1T12 k135	7+1T12 k105	II
FPS-3RRs170/12,5	4119	5151	800	11	1500	800	1000	400	5T25	4	4+1T16 k180	5+1T16 k185	III
FPS-3RRs220/10	4425	5529	800	8	1500	800	1000	400	5T25	4	4+1T16 k180	5+1T16 k185	III
FPS-3RRs220/12,5	5463	6831	800	10	1500	800	1000	450	6T32	9	5+1T16 k135	6+1T16 k150	III
FPS-3RRs245/10	4965	6207	900	5	1800	800	1000	450	6T32	10	3+1T20 k275	4+1T20 k250	IV
FPS-3RRs245/12,5	6141	7677	900	9	1800	800	1000	500	6T32	10	3+1T20 k275	4+1T20 k250	IV
FPS-3RRs270/10	5565	6957	900	9	1800	800	900	500	6T32	10	3+1T20 k275	3+1T20 k325	IV
FPS-3RRs270/12,5	6888	8613	900	12	1800	900	1000	500	6T32	10	4+1T20 k215	4+1T20 k250	IV
FPS-3RRs320/10	6642	8301	1100	12	2100	900	1000	550	6T32	12	3+1T20 k325	4+1T20 k250	V
FPS-3RRs320/12,5	8235	10296	1100	13	2100	1000	1200	550	6T32	12	4+1T20 k250	6+1T20 k190	V
FPS-3RRs245/10-P	4965	6207	1000	5	1800	900	1100	450	6T32	10	3+1T20 k325	4+1T20 k280	IV
FPS-3RRs245/12,5-P	6141	7677	1000	9	1800	900	1100	500	6T32	10	4+1T20 k215	4+1T20 k280	IV
FPS-3RRs270/10-P	5565	6957	1200	9	2100	1000	1100	600	6T32	12	4+1T20 k250	4+1T20 k280	V
FPS-3RRs270/12,5-P	6888	8613	1200	9	2100	1100	1400	700	7T32	13	4+1T20 k280	6+1T20 k230	V
FPS-3RRs320/10-P	6642	8301	1400	12	2400	1000	1200	600	7T32	15	4+1T20 k250	5+1T20 k235	VI
FPS-3RRs320/12,5-P	8235	10296	1400	13	2400	1100	1300	600	7T32	15	4+1T20 k280	6+1T20 k210	VI
FPS-3RRs320/12,5-P	8235	10296	1400	13	2400	1100	1300	600	7T32	15	4+1T20 k280	6+1T20 k210	VI
4 RRs-paalun anturat													
FPS-4RRs115/8	2400	2996	800	3	1500	700	800	300	5T25	4	4+1T12 k150	5+1T12 k135	II
FPS-4RRs125/6.3	2144	2680	800	3	1500	700	800	300	5T25	4	4+1T12 k150	5+1T12 k135	II
FPS-4RRs140/8	2972	3716	800	3	1500	700	800	350	5T25	4	4+1T12 k150	6+1T12 k110	II
FPS-4RRs140/10	3660	4572	800	4	1500	700	800	350	5T25	4	3+1T16 k225	4+1T16 k180	III
FPS-4RRs170/10	4464	5584	800	5	1500	800	900	400	6T25	5	4+1T16 k180	5+1T16 k160	III
FPS-4RRs170/12,5	5492	6868	800	11	1500	800	1000	450	6T25	5	4+1T16 180	6+1T16 k150	III
FPS-4RRs220/10	5900	7372	1000	8	1800	1000	1200	450	6T32	10	4+1T20 k250	5+1T20 k235	IV
FPS-4RRs220/12,5	7284	9108	1000	10	1800	1000	1200	500	6T32	10	4+1T20 k250	5+1T20 k235	IV
FPS-4RRs245/10	6620	8276	1000	5	1800	1000	1200	500	6T32	10	4+1T20 k250	5+1T20 k235	IV
FPS-4RRs245/12,5	8188	10236	1000	9	1800	1000	1200	600	6T32	10	4+1T20 k250	6+1T20 k190	IV
FPS-4RRs270/10	7420	9276	1000	12	1800	800	1000	600	6T32	10	4+1T20 k215	6+1T20 k150	IV
FPS-4RRs270/12,5	9184	11484	1000	12	1800	900	1100	700	6T32	10	4+1T20 k215	6+1T20 k170	IV
FPS-4RRs320/10	8856	11068	1100	12	2100	1000	1200	600	7T32	13	5+1T20 k185	6+1T20 k190	V
FPS-4RRs320/12,5	10980	13728	1100	13	2100	1100	1300	600	7T32	13	5+1T20 k210	7+1T20 k175	V
FPS-4RRs270/10-P	7420	9276	1200	9	2100	1000	1200	600	6T32	12	5+1T20 k185	6+1T20 k190	V
FPS-4RRs270/12,5-P	9184	11484	1200	12	2100	1000	1200	550	7T32	13	4+1T20 k250	6+1T20 k190	V
FPS-4RRs320/10-P	8856	11068	1400	12	2400	1200	1300	600	8T32	16	5+1T20 k235	6+1T20 k210	VI
FPS-4RRs320/12,5-P	10980	13728	1400	13	2400	1200	1400	650	8T32	16	5+1T20 k235	7+1T20 k190	VI
5 RRs-paalun anturat													
FPS-5RRs115/8	3000	3745	1140	3	1800	800	1000	300	5T25	6	3+1T20 k275	3+1T20 k375	IV
FPS-5RRs125/6.3	2680	3350	1140	3	1800	800	900	300	5T25	6	3+1T20 k275	3+1T20 k325	IV
FPS-5RRs140/8	3715	4645	1140	3	1800	800	900	350	6T25	7	3+1T20 k275	3+1T20 k325	IV
FPS-5RRs140/10	4575	5715	1140	4	1800	800	900	400	6T32	10	3+1T20 k275	4+1T20 k215	IV
FPS-5RRs170/10	5580	6980	1140	5	1800	900	1000	450	6T32	10	3+1T20 k325	4+1T20 k250	IV
FPS-5RRs170/12,5	6865	8585	1140	11	1800	900	1000	550	6T32	10	4+1T20 k215	5+1T20 k185	IV
FPS-5RRs220/10	7375	9215	1140	8	2100	1000	1200	550	6T32	12x	4+1T20 k250	6+1T20 k190	V
FPS-5RRs220/12,5	9105	11385	1140	10	2100	1000	1200	600	6T32	12	5+1T20 k185	7+1T20 k155	V
FPS-5RRs245/10	8275	10345	1250	5	2100	1200	1400	600	6T32	12x	5+1T20 k235	7+1T20 k190	V
FPS-5RRs245/12,5	10235	12795	1250	9	2100	1200	1300	600	7T32	13x	6+1T20 k190	8+1T20 k150	V
FPS-5RRs270/10	9275	11595	1400	9	2100	1000	1200	600	5+2T32	11 23	6+1T20 k190	7+1T20 k175	V
FPS-5RRs270/12,5	11480	14355	1400	12	2100	1100	1400	700	5+2T32	11 23	6+1T20 k170	8+1T20 k160	V
FPS-5RRs320/10	11070	13835	1600	12	2400	1300	1400	600	6+2T32	14 24	7+1T20 k175	8+1T20 k160	VI
FPS-5RRs320/12,5	13725	17160	1600	13	2400	1400	1600	750	6+2T32	14 24	8+1T20 k160	10+1T20 k150	VI
FPS-5RRs245/10-P	8275	10345	1400	9	2100	1000	1300	600	5+1T32	11 23	4+1T20 k250	6+1T20 k210	V
FPS-5RRs245/12,5-P	10235	12795	1400	9	2100	1200	1500	650	6T32	12x	6+1T20 k190	8+1T20 k175	V
FPS-5RRs270/10-P	9275	11595	1600	9	2400	1200	1500	600	6+2T32	14 24	6+1T20 k190	8+1T20 k175	VI
FPS-5RRs270/12,5-P	11480	14355	1600	9	2400	1300	1600	700	7T32	15x	6+1T20 k210	9+1T20 k165	VI
FPS-5RRs320/10-P	11070	13835	2000	12	3000	1400	1700	600	7+2T32	21 26	7+1T20 k190	9+1T20 k180	XII
FPS-5RRs320/12,5-P	13725	17160	2000	13	3000	1500	1900	700	7+2T32	21 26	8+1T20 k175	11+1T20 k165	XII

*) Taulukossa on esitetty minimipaalukoko kullekin kuormitustapaukselle, mutta myös suuremman kantavuuden omaavia paaluja voidaan käyttää, kunhan anturan kestävyuden raja-arvoa ei ylitetä.

**) Normaaliavoiman mitoitusarvo N_d anturalle, kun momentti $M=0$.

***) Sarake viittaa vakioraudoitteiden numeroihin ja merkintöihin. X-kirjain numeron perässä tarkoittaa vakioraudoitetta myös keskipaalun päällä.

****) Sarake viittaa taulukossa 3 ilmoitettuihin eri kokoisten paaluhattujen tunnuksiin.

Taulukko 7. 3, 4 ja 5 RD-paalun vakioaaluanturoiden mitat, kestävydet ja raudoitteet.
Betonin lujuusluokka C45/55.

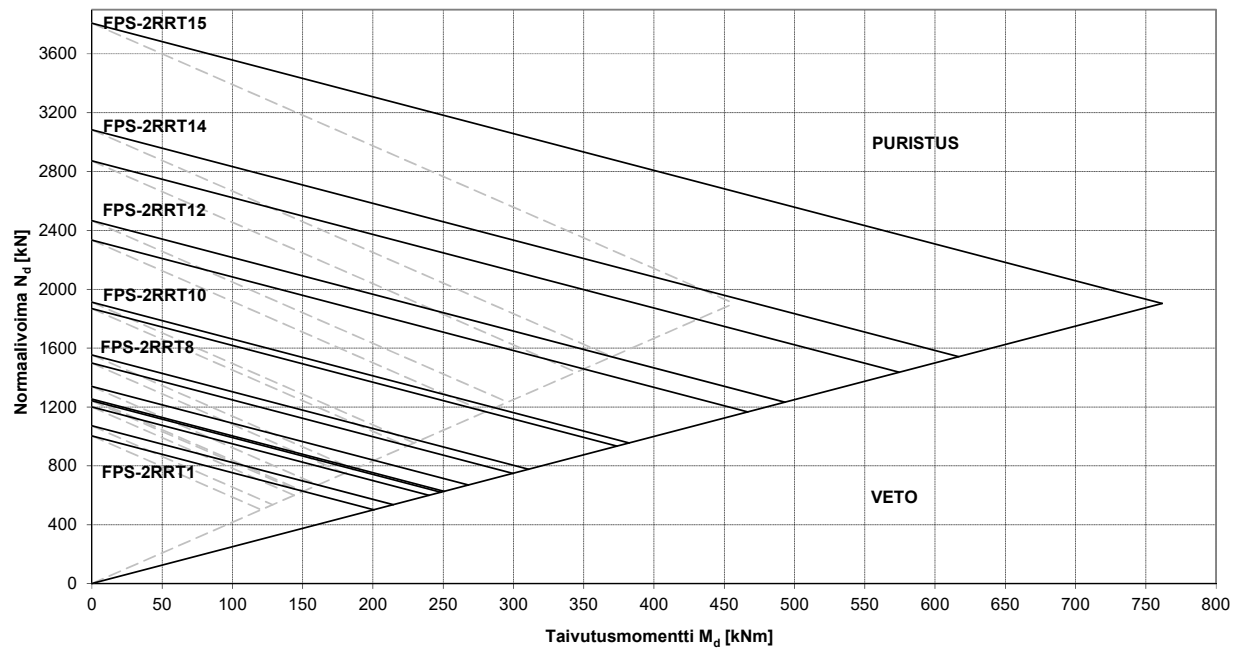
Vakioaaluantura	Kestävyyden raja-arvot [kN]*	Paaluväli** [mm]	Paaluhatun tunnus****	Anturan leveys [mm]	Anturan korkeus [mm]	Kuormitus-pinnan leveys [mm]	Veto-raudoitus	Raudoite***	Rengas-raudoitus (+1 merkintä, ks. kuvat 22 ja 23)	Raudoite***
3 RD-paalun anturat										
FPS-3RD90	1080	700	1	1200	700	300	4T20	1	3+1T12 k225	I
FPS-3RD115/6.3	1500	700	2	1200	700	300	4T20	1	3+1T12 k225	I
FPS-3RD115/8	1950	800	3	1500	800	300	5T20	2	4+1T12 k180	II
FPS-3RD140/8	2490	800	3	1500	800	300	5T20	2	4+1T12 k180	II
FPS-3RD140/10	3120	800	4	1500	800	300	5T20	2	5+1T12 k135	II
FPS-3RD170/10	3930	800	5	1500	900	350	5T25	4	7+1T12 k105	II
FPS-3RD170/12.5	4830	800	7	1500	900	400	5T25	4	5+1T16 k160	III
FPS-3RD220/10	5430	800	8	1500	1200	400	5T25	4	6+1T16 k190	III
FPS-3RD220/12.5	6750	800	10	1500	1200	450	5T32	8	7+1T16 k155	III
FPS-3RD270/10	7020	1000	12	1800	1400	450	5T25	6	5+1T20 k285	IV
FPS-3RD270/12.5	8820	1000	14	1800	1400	500	6T25	7	6+1T20 k230	IV
FPS-3RD320/10	8550	1200	12	2100	1400	500	6T32	12	6+1T20 k230	V
FPS-3RD320/12.5	10800	1200	13	2100	1400	550	6T32	12	7+1T20 k190	V
4 RD-paalun anturat										
FPS-4RD90	1440	700	1	1200	700	300	4T20	1	3+1T12 k225	I
FPS-4RD115/6.3	2000	700	2	1200	700	300	4T20	1	4+1T12 k150	I
FPS-4RD115/8	2600	800	3	1500	800	300	5T20	2	5+1T12 k135	II
FPS-4RD140/8	3320	800	3	1500	800	300	5T20	2	6+1T12 k110	II
FPS-4RD140/10	4160	800	4	1500	800	350	6T20	3	4+1T16 k180	III
FPS-4RD170/10	5240	800	5	1500	900	400	5T25	4	5+1T16 k160	III
FPS-4RD170/12.5	6440	800	7	1500	900	450	5T25	4	6+1T16 k130	III
FPS-4RD220/10	7240	800	8	1500	1200	500	5T25	4	7+1T16 k155	III
FPS-4RD220/12.5	9000	800	10	1500	1200	550	5T32	8	9+1T16 k115	III
FPS-4RD270/10	9360	1000	12	1800	1400	550	6T25	7	6+1T20 k230	IV
FPS-4RD270/12.5	11760	1000	14	1800	1400	600	6T32	7	7+1T20 k190	IV
FPS-4RD320/10	11400	1200	12	2100	1400	600	6T32	12	7+1T20 k190	V
FPS-4RD320/12.5	14400	1200	13	2100	1400	650	7T32	13	8+1T20 k160	V
5 RD-paalun anturat										
FPS-5RD90	1800	1000	1	1500	800	300	5T20	2	4+1T12 k180	II
FPS-5RD115/6.3	2500	1000	2	1500	800	300	5T20	2	5+1T12 k135	II
FPS-5RD115/8	3250	1140	3	1800	900	300	5T25	6	3+1T20 k325	IV
FPS-5RD140/8	4150	1140	3	1800	900	350	5T25	6	3+1T20 k325	IV
FPS-5RD140/10	5200	1140	4	1800	900	350	6T25	7	3+1T20 k325	IV
FPS-5RD170/10	6550	1140	5	1800	1000	450	6T25	7	4+1T20 k250	IV
FPS-5RD170/12.5	8050	1140	7	1800	1000	500	6T32	10	5+1T20 k185	IV
FPS-5RD220/10	9050	1140	8	1800	1200	550	6T25	7	6+1T20 k190	IV
FPS-5RD220/12.5	11250	1140	10	1800	1200	600	6T32	10x	7+1T20 k155	IV
FPS-5RD270/10	11700	1400	12	2100	1400	600	5+1T32	11 23	7+1T20 k190	V
FPS-5RD270/12.5	14700	1400	14	2100	1400	650	5+2T32	11 23	9+1T20 k140	V
FPS-5RD320/10	14250	1600	12	2400	1400	650	6+1T32	14 24	8+1T20 k160	VI
FPS-5RD320/12.5	18000	1600	13	2400	1400	650	6+3T32	14 24	10+1T20 k125	VI
<p>*) Taulukossa on esitetty minimipaalukoko kullekin kuormitustapaukselle, mutta myös suuremman kantavuuden omaavia paaluja voidaan käyttää, kunhan anturan kestävyden raja-arvoa ei ylitetä. **) Normaalivoiman mitoitusarvo N_d anturalle, kun momentti $M=0$. ***) Sarake viittaa vakioraudoitteiden numeroihin ja merkintöihin. X-kirjain numeron perässä tarkoittaa vakioraudoitetta myös keskipaalun päällä. *****) Sarake viittaa taulukossa 3 ilmoitettuihin eri kokoisten paaluhattujen tunnuksiin.</p>										

Taulukko 8. 3, 4 ja 5 RDs-paalun vakiopaaluanturoiden mitat, kestävyudet ja raudoitteet.
Betonin lujuusluokka C50/60.

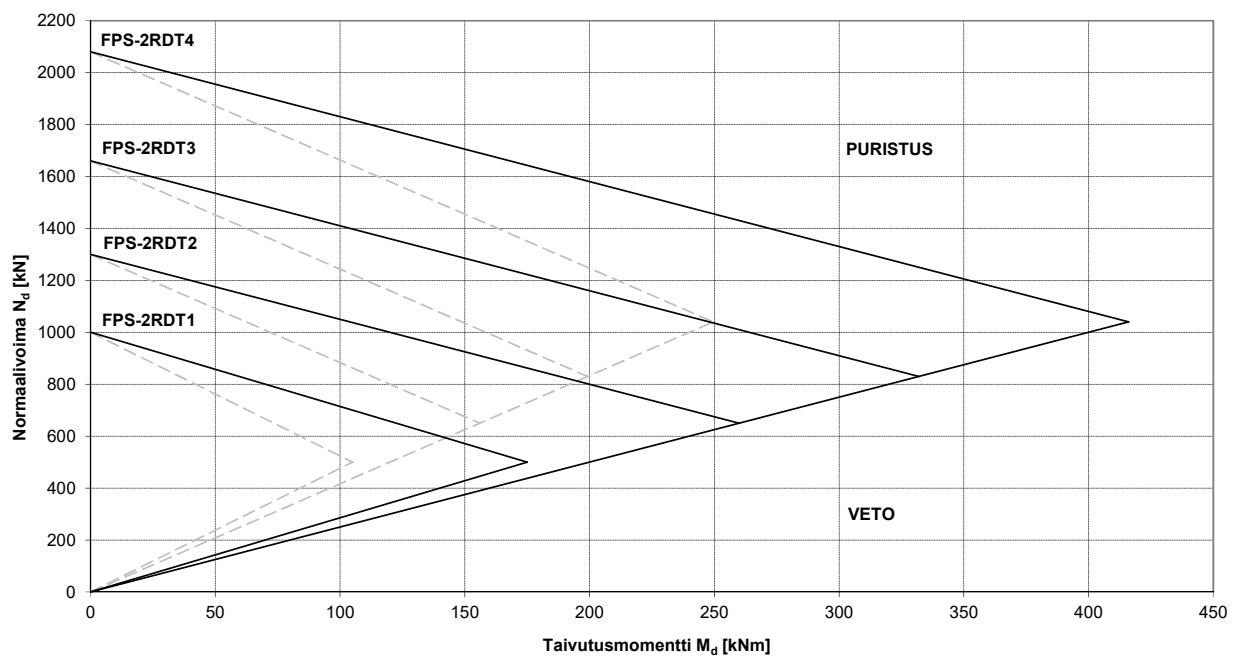
Vakiopaaluantura	Kestävyyden raja-arvot [kN]*	Paaluväli** [mm]	Paalahatun tunnus****	Anturan leveys [mm]	Anturan korkeus [mm]	Kuormitus-pinnan leveys [mm]	Veto-raudoitus	Raudoite***	Rengas-raudoitus	Raudoite***
3 RDs-paalun anturat										
FPS-3RDs115/8	2160	800	3	1500	800	300	5T20	2	4+1T12 k180	II
FPS-3RDs140/8	2820	800	3	1500	800	300	5T20	2	5+1T12 k135	II
FPS-3RDs140/10	3420	800	4	1500	800	350	5T25	4	5+1T12 k135	II
FPS-3RDs170/10	4440	800	5	1500	900	350	5T25	4	7+1T12 k105	II
FPS-3RDs170/12.5	5310	800	7	1500	900	400	5T25	4	5+1T16 k160	III
FPS-3RDs220/10	6082	800	8	1500	1200	450	6T32	9	6+1T16 k190	III
FPS-3RDs220/12.5	7620	800	11	1500	1200	500	6T32	9	7+1T16 k155	III
FPS-3RDs270/10	8250	1000	12	2100	1400	500	6T32	12	5+1T20 k285	V
FPS-3RDs270/12.5	10170	1000	14	2100	1400	550	6T32	12	6+1T20 k230	V
FPS-3RDs320/10	10140	1200	13	2400	1400	550	6T32	14	6+1T20 k230	VI
FPS-3RDs320/12.5	12600	1200	16	2400	1400	600	7T32	15	7+1T20 k190	VI
4 RDs-paalun anturat										
FPS-4RDs115/8	2880	800	3	1500	800	300	5T20	2	5+1T12 k135	II
FPS-4RDs140/8	3760	800	3	1500	800	300	6T20	3	6+1T12 k110	II
FPS-4RDs140/10	4560	800	4	1500	800	350	6T20	3	4+1T16 k180	III
FPS-4RDs170/10	5920	800	5	1500	900	400	5T25	4	5+1T16 k160	III
FPS-4RDs170/12.5	7080	800	7	1500	900	450	6T25	5	6+1T16 k130	III
FPS-4RDs220/10	8360	800	8	1500	1200	500	6T32	9	8+1T16 k135	III
FPS-4RDs220/12.5	10160	800	11	1500	1200	550	6T32	9	9+1T16 k115	III
FPS-4RDs270/10	11000	1000	12	2100	1400	600	6T32	12	7+1T20 k190	V
FPS-4RDs270/12.5	13560	1000	14	2100	1400	650	6T32	12	7+1T20 k190	V
FPS-4RDs320/10	13520	1200	13	2400	1400	600	7T32	15	8+1T20 k160	VI
FPS-4RDs320/12.5	16800	1200	16	2400	1400	700	8T32	16	8+1T20 k160	VI
5 RDs-paalun anturat										
FPS-5RDs115/8	3600	1140	3	1800	900	300	5T25	6	3+1T20 k325	IV
FPS-5RDs140/8	4700	1140	3	1800	900	350	5T25	6	3+1T20 k325	IV
FPS-5RDs140/10	5700	1140	4	1800	900	400	6T25	7	4+1T20 k215	IV
FPS-5RDs170/10	7400	1140	5	1800	1000	450	6T25	7	4+1T20 k250	IV
FPS-5RDs170/12.5	8850	1140	7	1800	1000	550	6T32	10	5+1T20 k185	IV
FPS-5RDs220/10	10450	1140	8	2100	1200	600	6T32	12x	7+1T20 k155	V
FPS-5RDs220/12.5	12700	1140	11	2100	1200	650	6T32	12x	7+1T20 k155	V
FPS-5RDs270/10	13750	1400	12	2400	1400	650	7T32	15	8+1T20 k160	VI
FPS-5RDs270/12.5	16950	1400	14	2400	1400	700	8T32	16	9+1T20 k140	VI
FPS-5RDs320/10	16900	1600	13	2700	1400	700	10T32	17	9+1T20 k140	VII
FPS-5RDs320/12.5	21000	1600	16	2700	1400	750	10T32	17	10+1T20 k125	VII
<p>*) Taulukossa on esitetty minimipaalukoko kullekin kuormitustapaukselle, mutta myös suuremman kantavuuden omaavia paaluja voidaan käyttää, kunhan anturan kestävyuden raja-arvoa ei ylitetä.</p> <p>**) Normaaliavoiman mitoitusarvo N_d anturalle, kun momentti $M=0$.</p> <p>***) Sarake viittaa vakioraudoitteiden numeroihin ja merkintöihin. X-kirjain numeron perässä tarkoittaa vakioraudoitetta myös keskipaalun päällä.</p> <p>****) Sarake viittaa taulukossa 3 ilmoitettuihin eri kokoisten paaluhattujen tunnuksiin.</p>										

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

2 RR- / RRs-paalun anturat FPS-2RRT1...15 Paaluväli k800



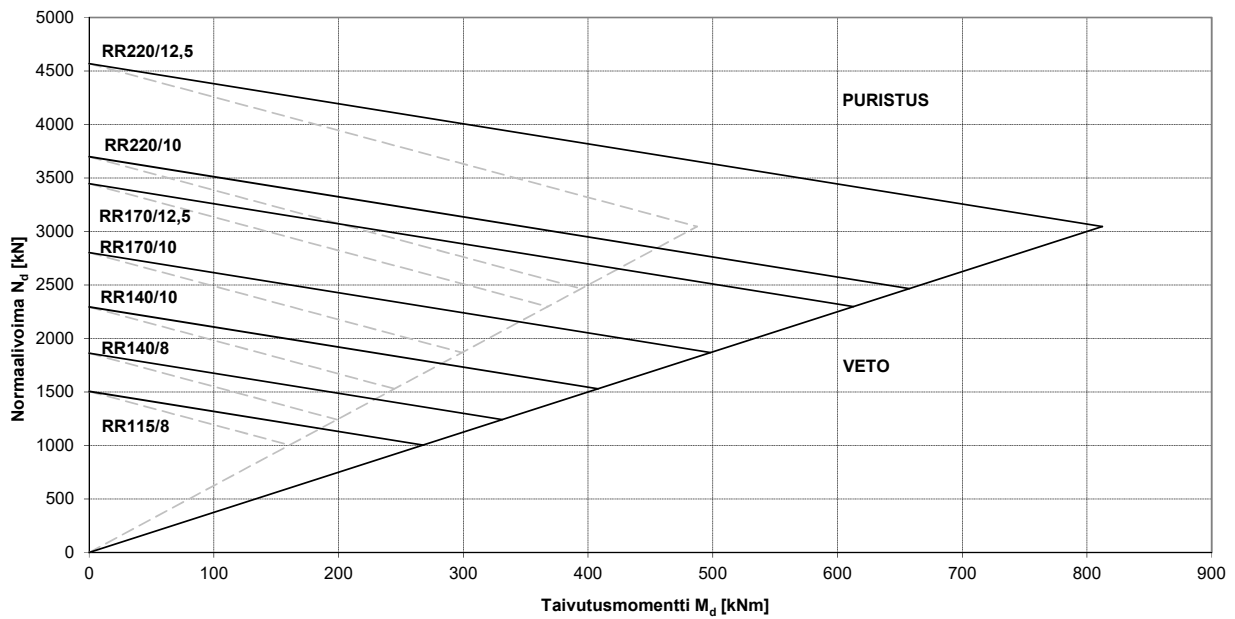
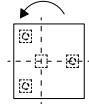
2 RD- / RDs-paalun anturat FPS-2RDT1...4 Paaluväli k700-800



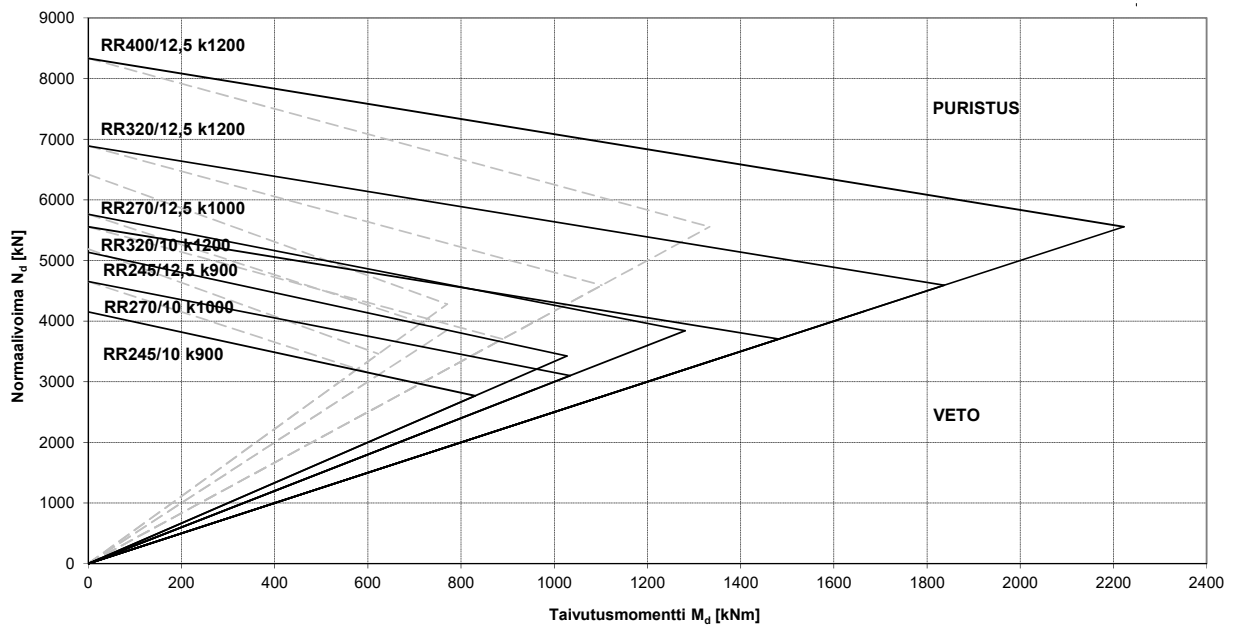
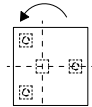
Kuva 1. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kahden paalun ryhmälle.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RR115/8...RR220/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL2
Paaluväli k800



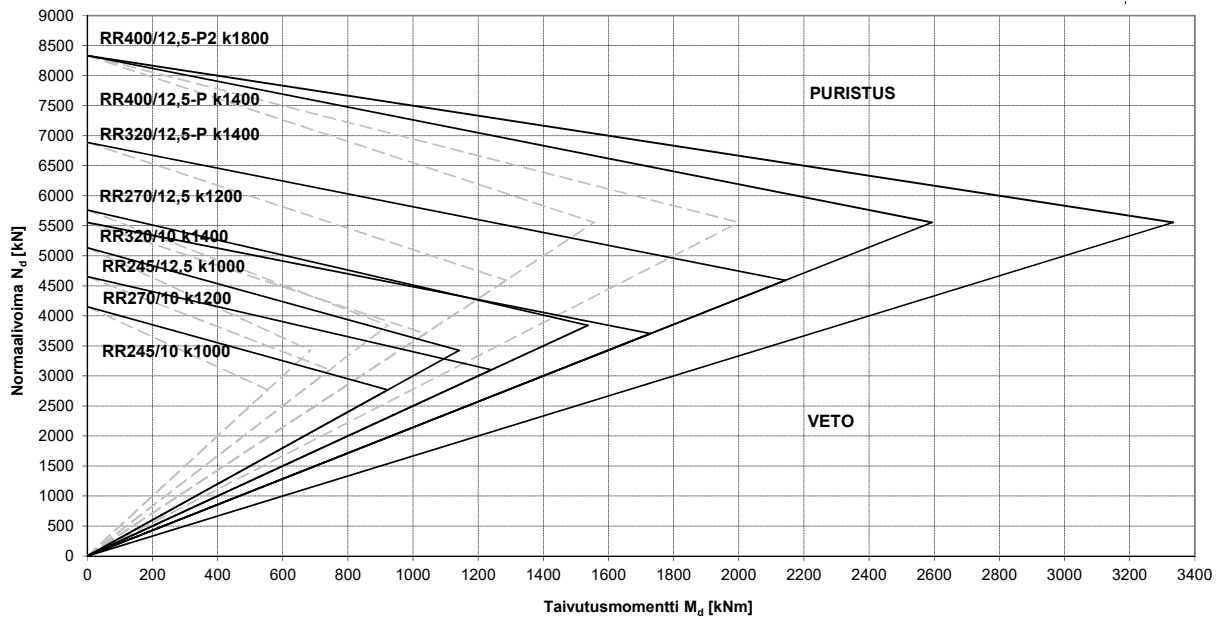
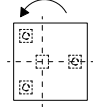
Paalut RR245/10...RR400/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL2



Kuva 2. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

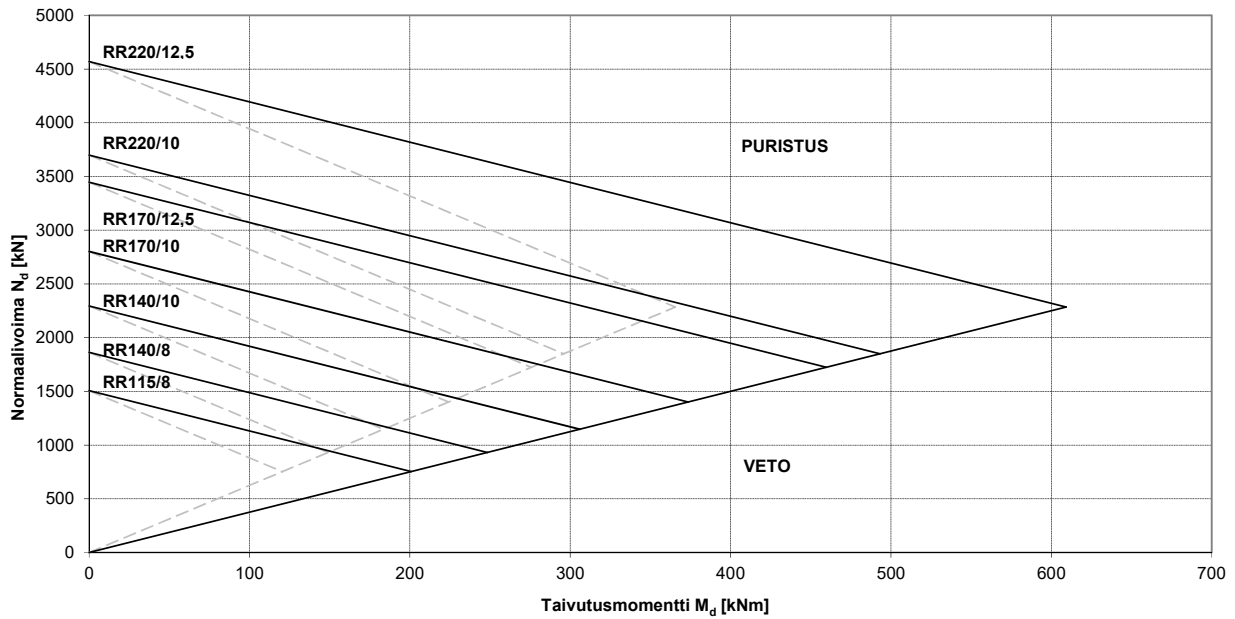
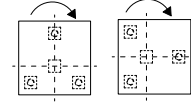
Paalut RR245/10...RR400/12,5
3 paalua, pitkät paalut, paalutustyyppi PTL2



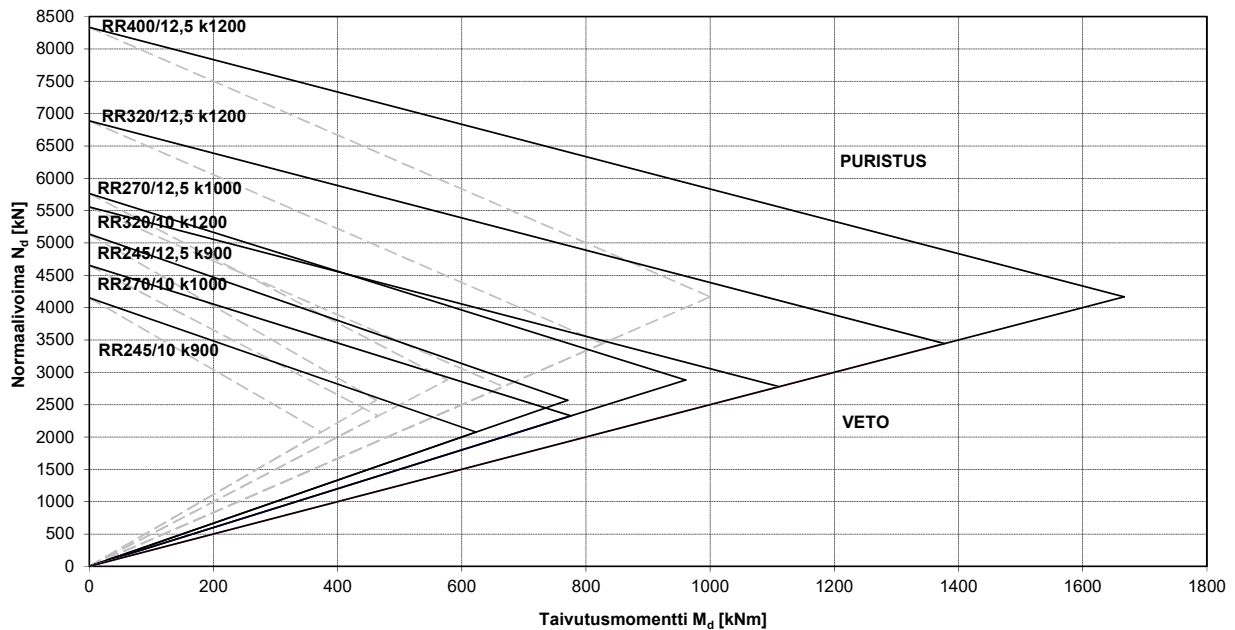
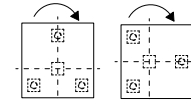
Kuva 3. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyyppi PTL2, pitkät paalut, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RR115/8...RR220/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL2
Paaluväli k800



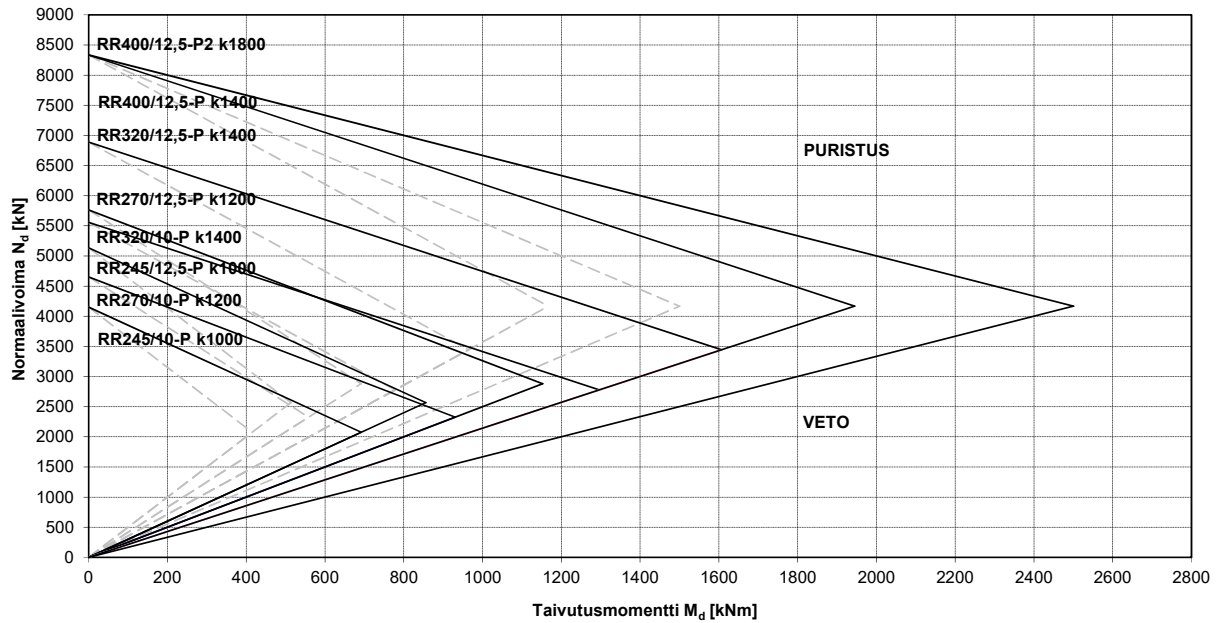
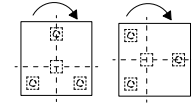
Paalut RR245/10...RR400/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL2



Kuva 4. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

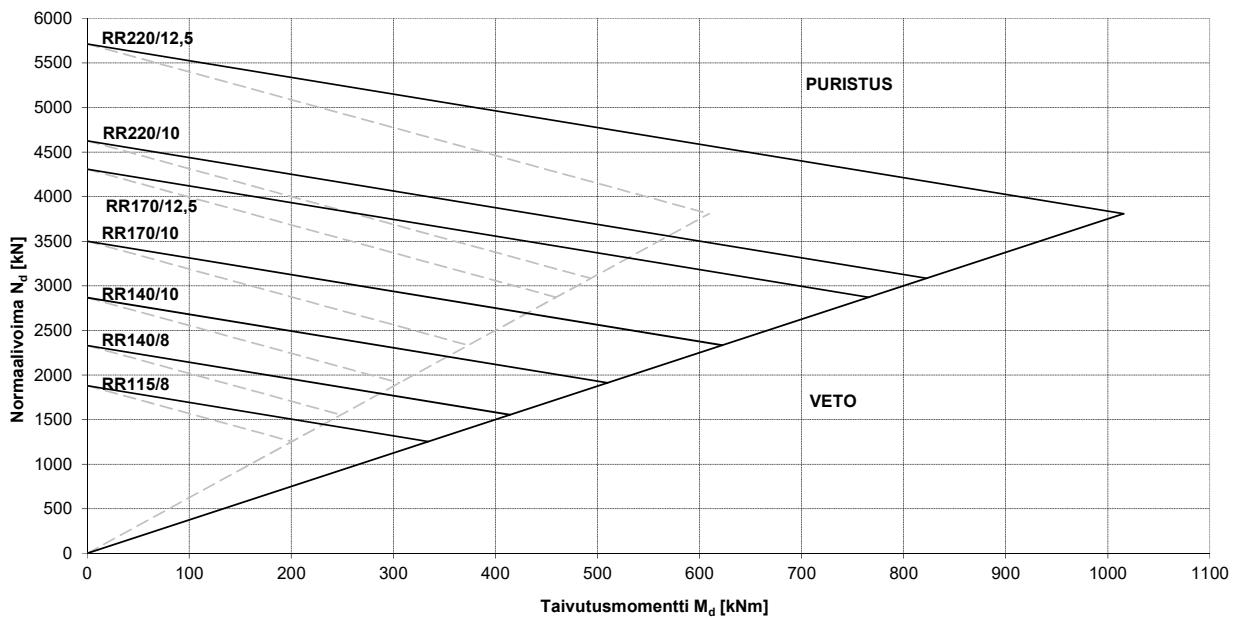
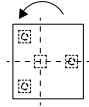
Paalut RR245/10...RR400/12,5
3 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL2



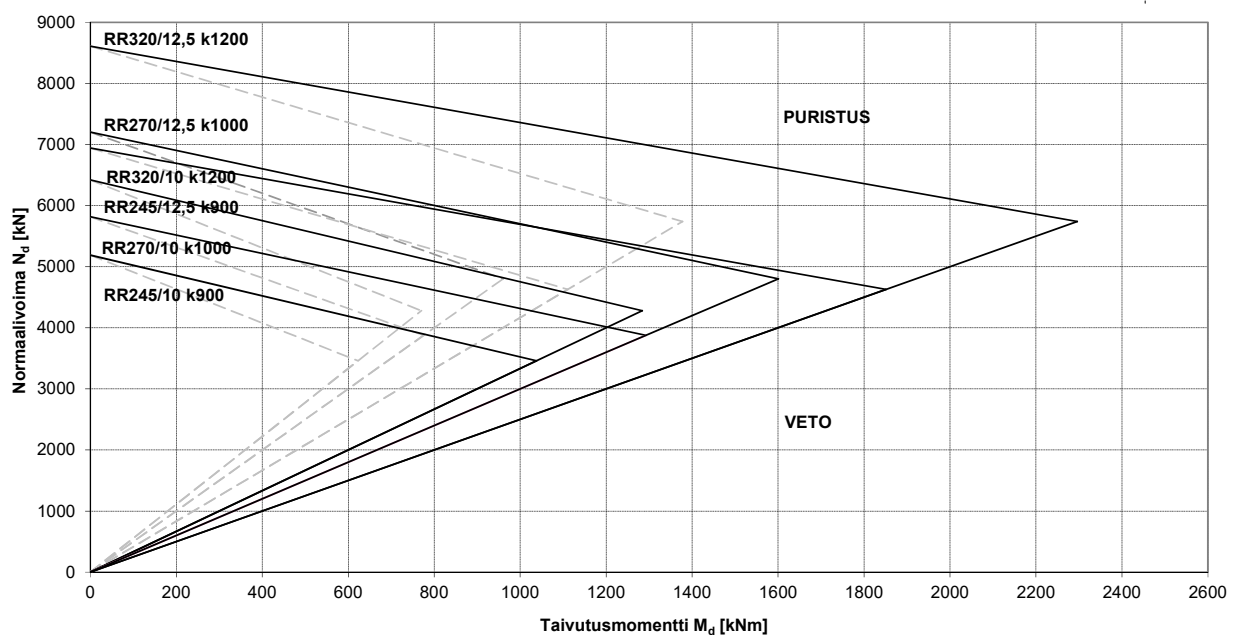
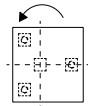
Kuva 5. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, pitkät paalut, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RR115/8...RR220/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL3
Paaluväli k800



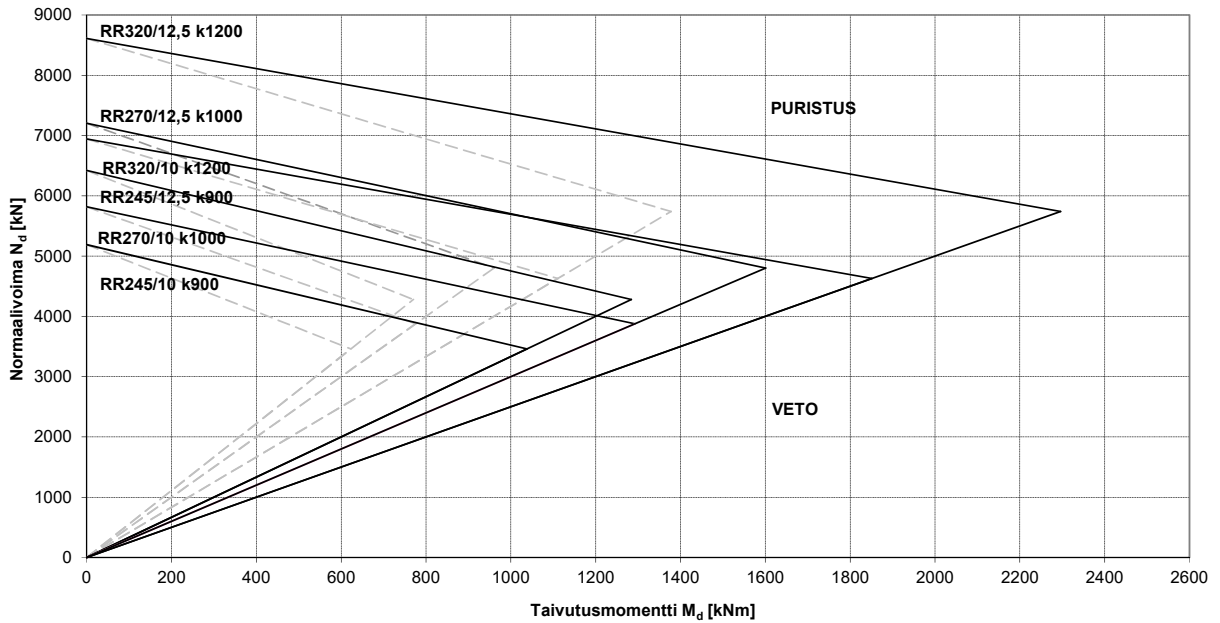
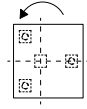
Paalut RR245/10...RR320/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL3



Kuva 6. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrästöt kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

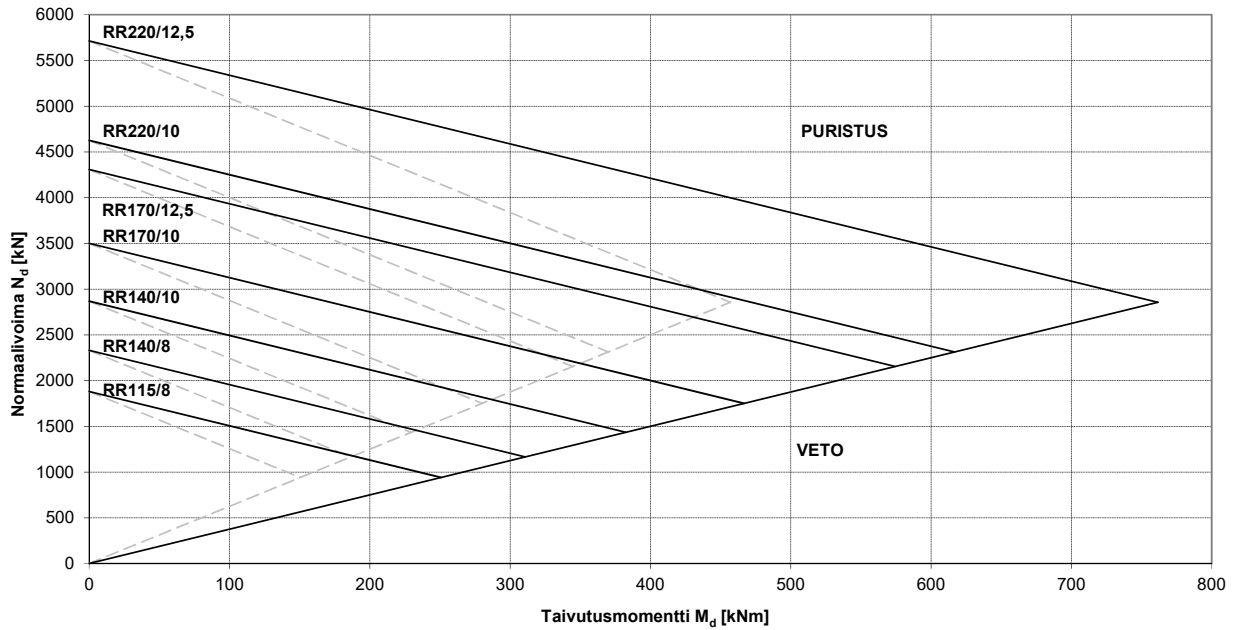
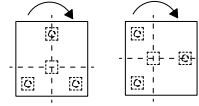
Paalut RR245/10...RR320/12,5
3 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL3



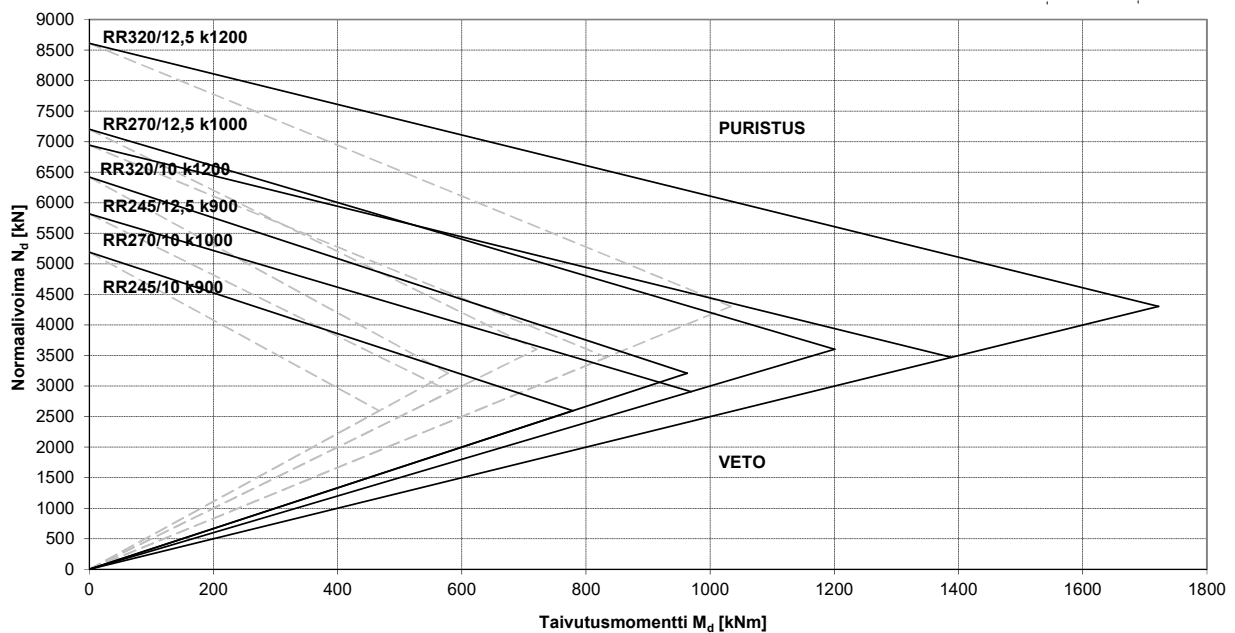
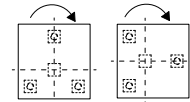
Kuva 7. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, pitkät paalut, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

RR115/8...RR220/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL3
Paaluväli k800



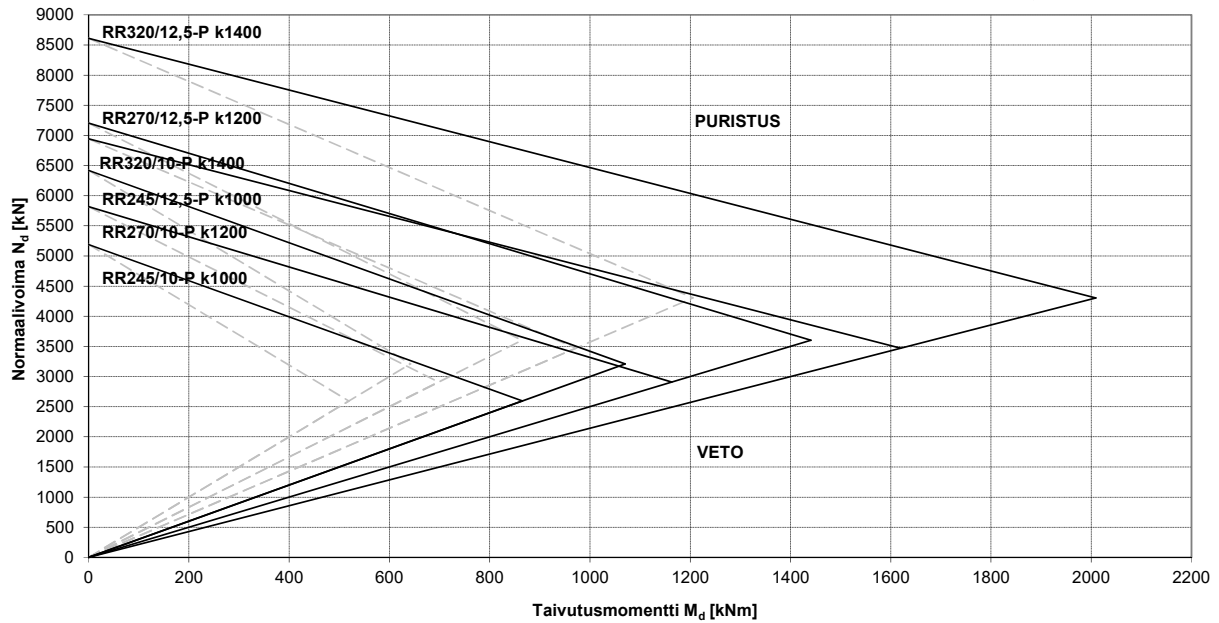
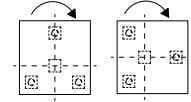
Paalut RR245/10...RR320/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL3



Kuva 8. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

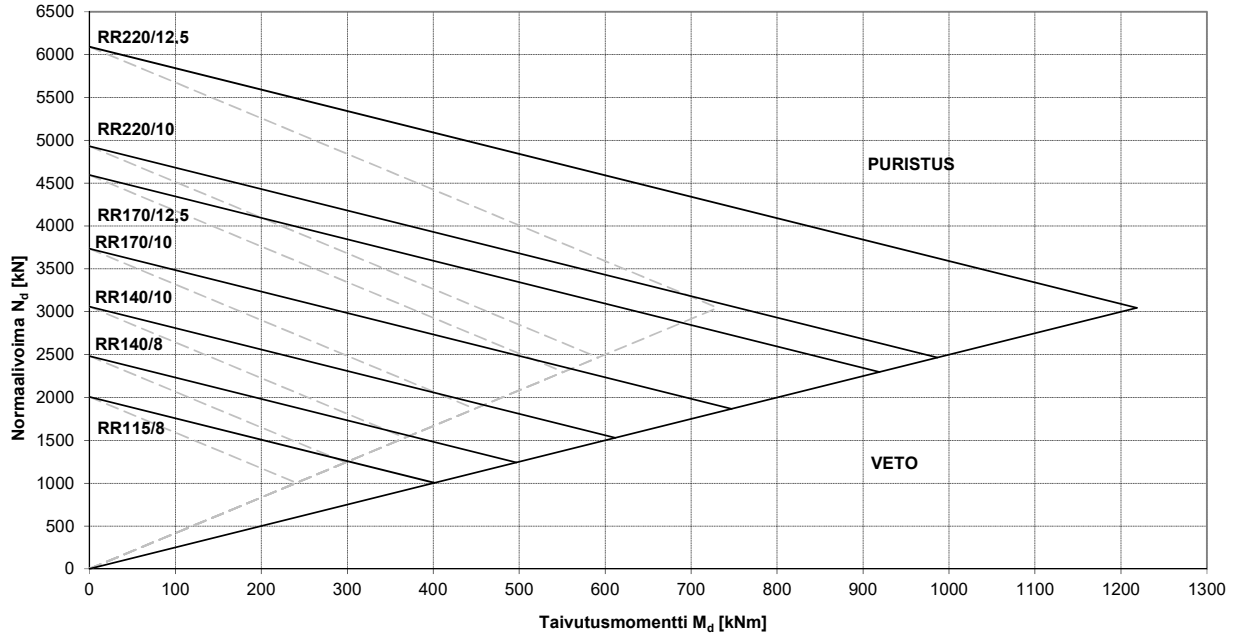
Paalut RR245/10...RR320/12,5
3 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL3



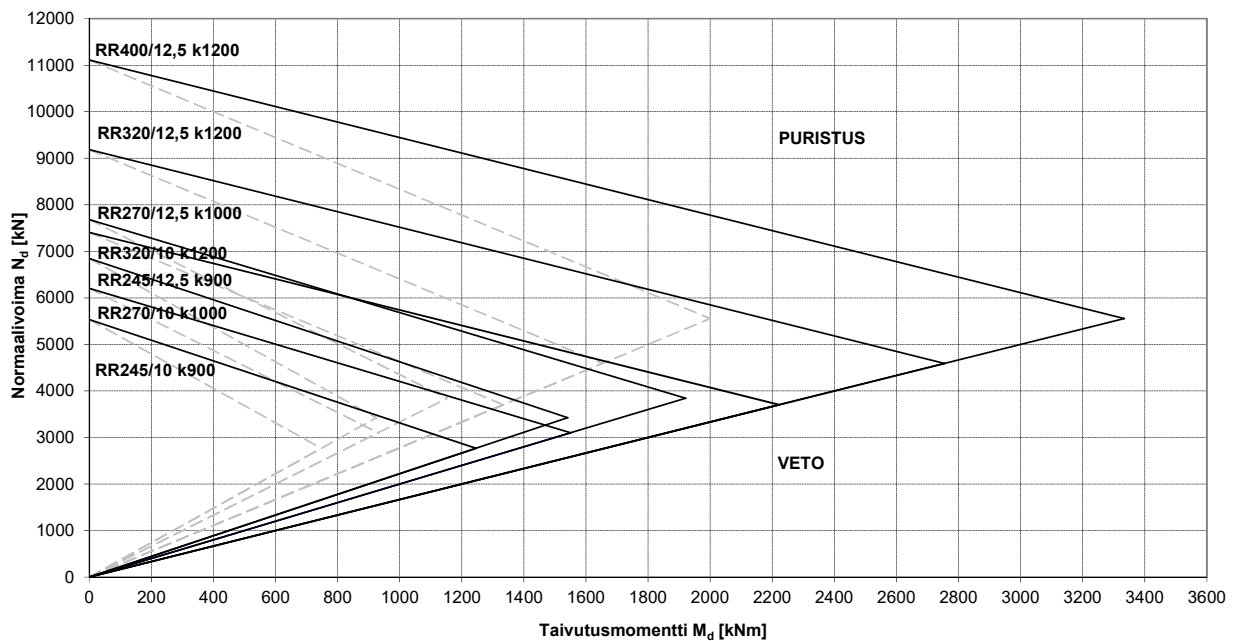
Kuva 9. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, pitkät paalut, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RR115/8...RR220/12,5
4 paalua, paalutustyöluokka PTL2
Paaluväli k800



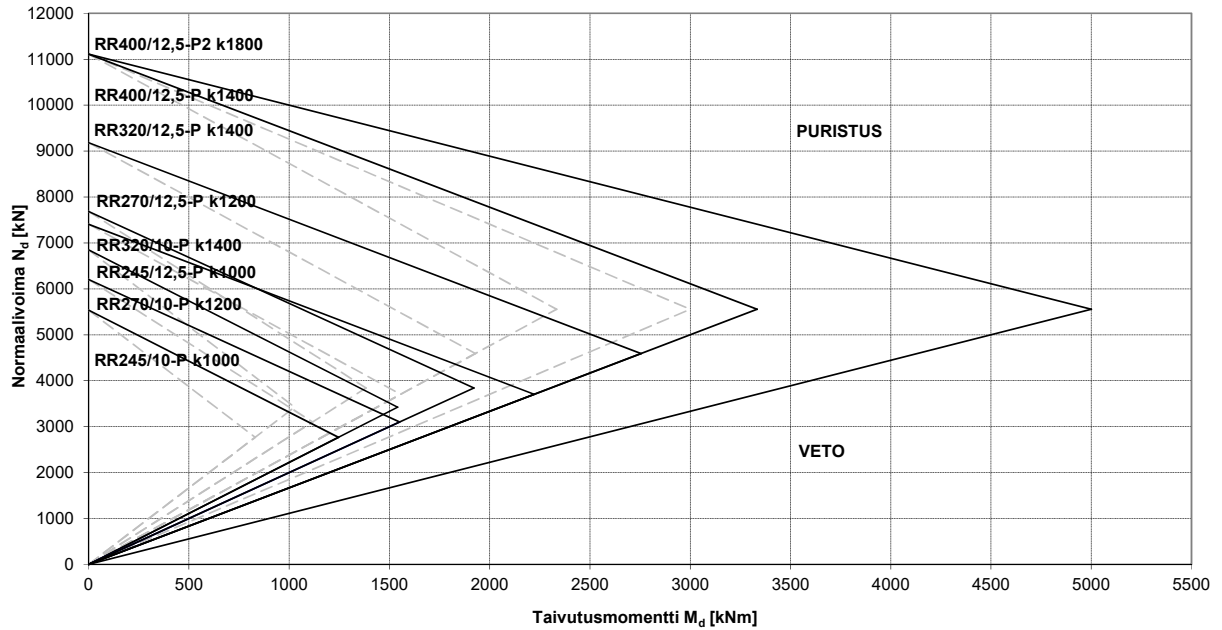
Paalut RR245/10...RR400/12,5
4 paalua, paalutustyöluokka PTL2



Kuva 10. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät neljän paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

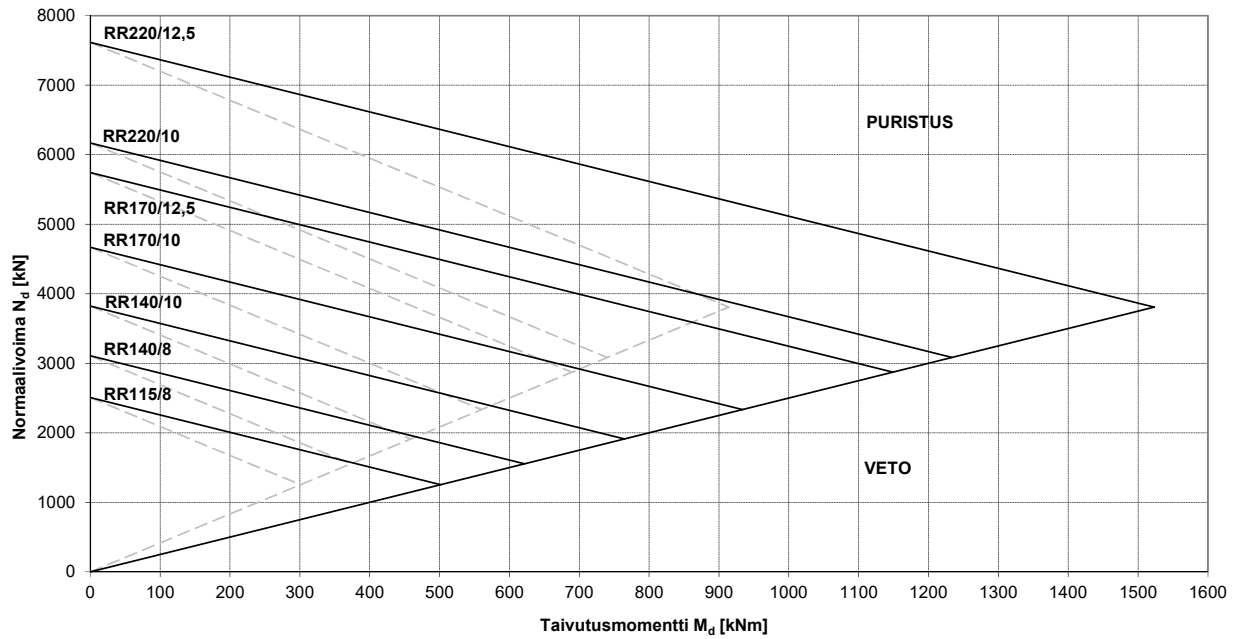
Paalut RR245/10...RR400/12,5
4 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL2



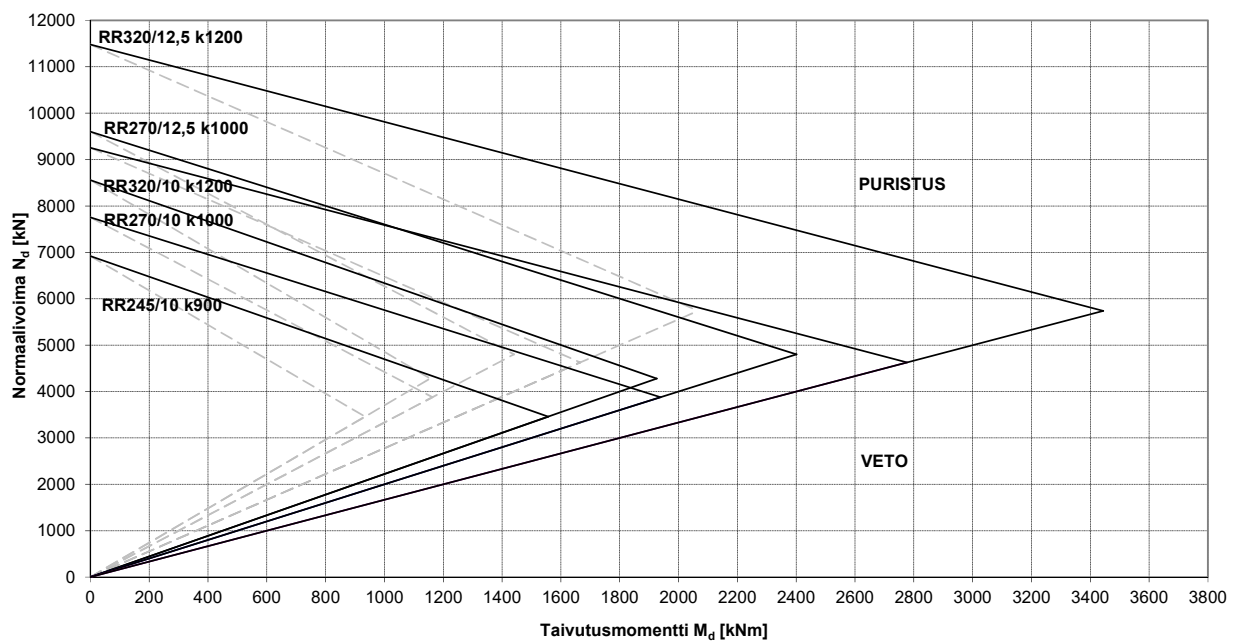
Kuva 11. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät neljän paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, pitkät paalut.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RR115/8...RR220/12,5
4 paalua, paalutustyöluokka PTL3
Paaluväli k800



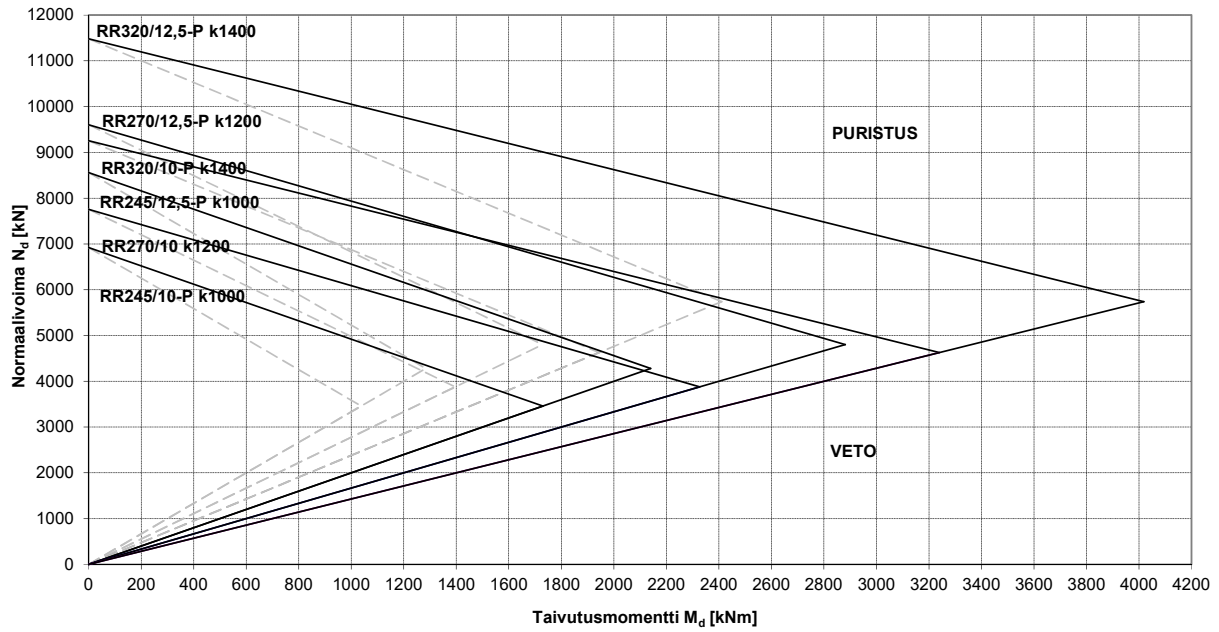
Paalut RR245/10...RR320/12,5
4 paalua, paalutustyöluokka PTL3



Kuva 12. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät neljän paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

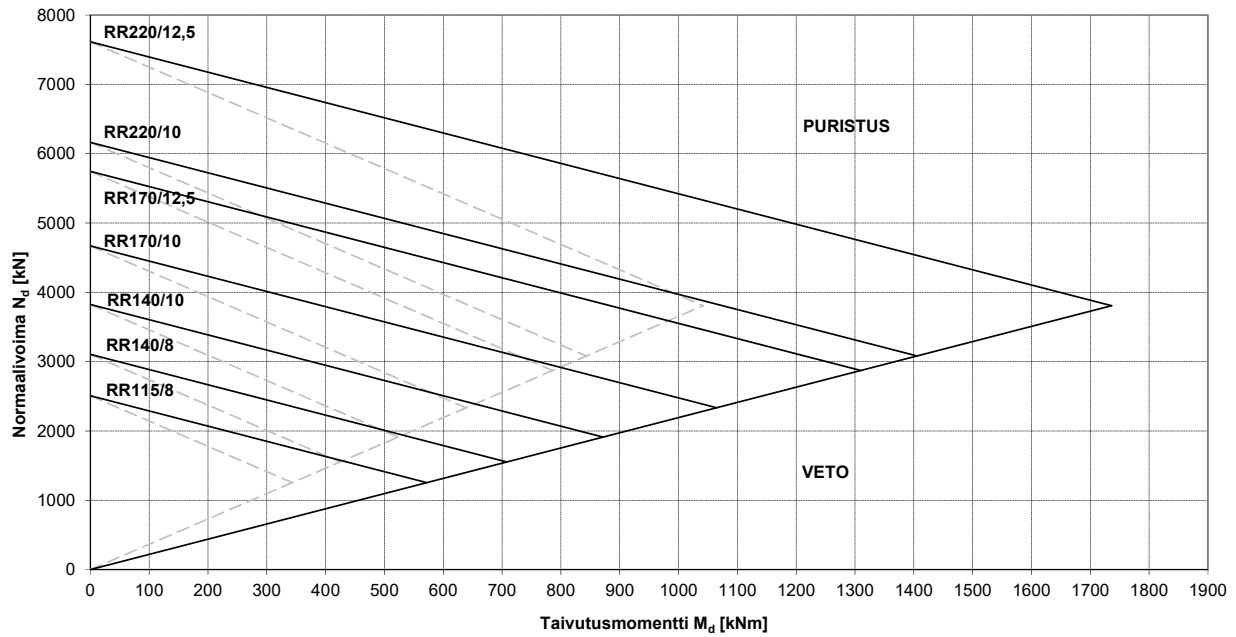
Paalut RR245/10...RR320/12,5
4 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL3



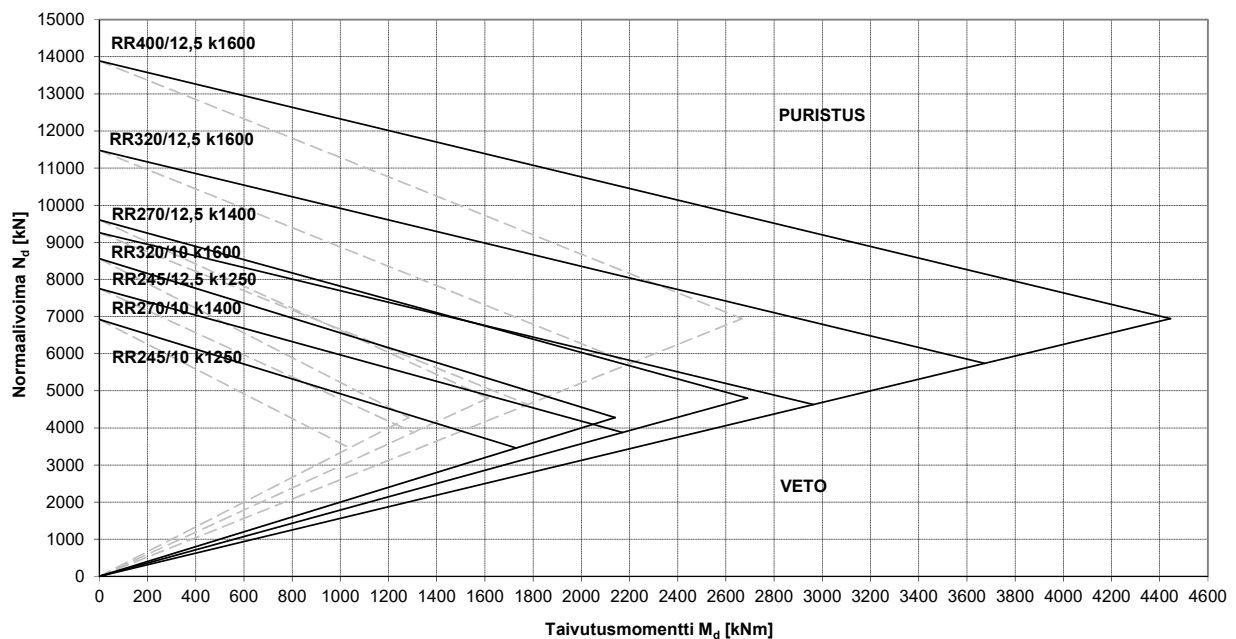
Kuva 13. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrästöt neljän paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, pitkät paalut.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RR115/8...RR220/12,5
5 paalua, paalutustyöluokka PTL2
Paaluväli k1140



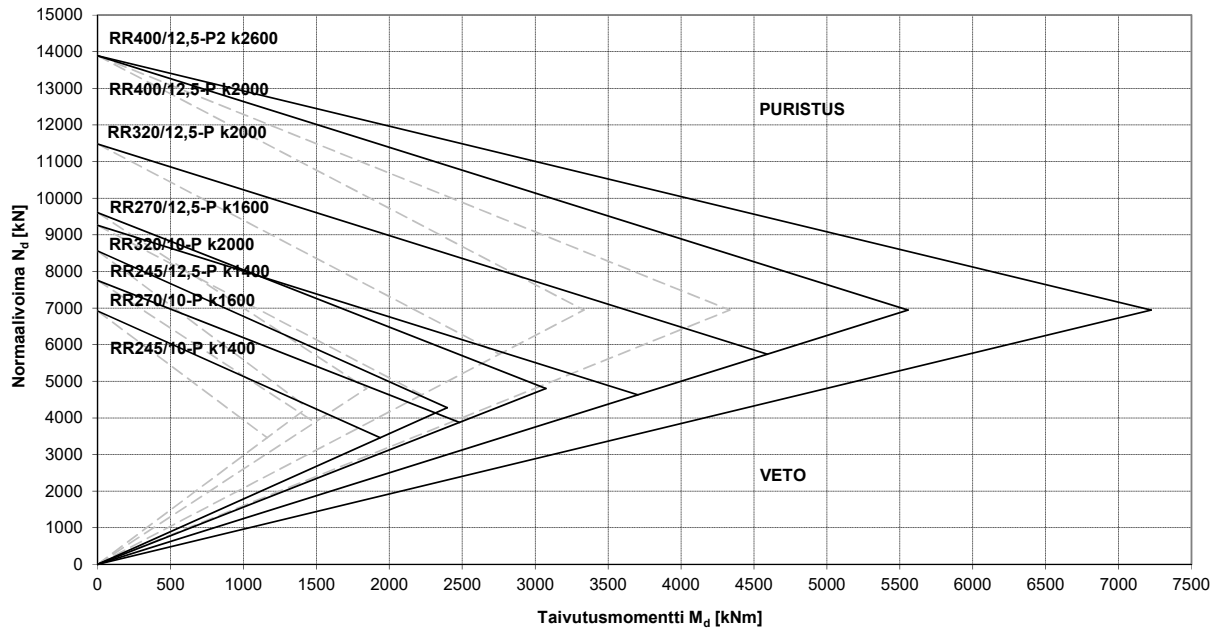
Paalut RR245/10...RR400/12,5
5 paalua, paalutustyöluokka PTL2



Kuva 14. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät viiden paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

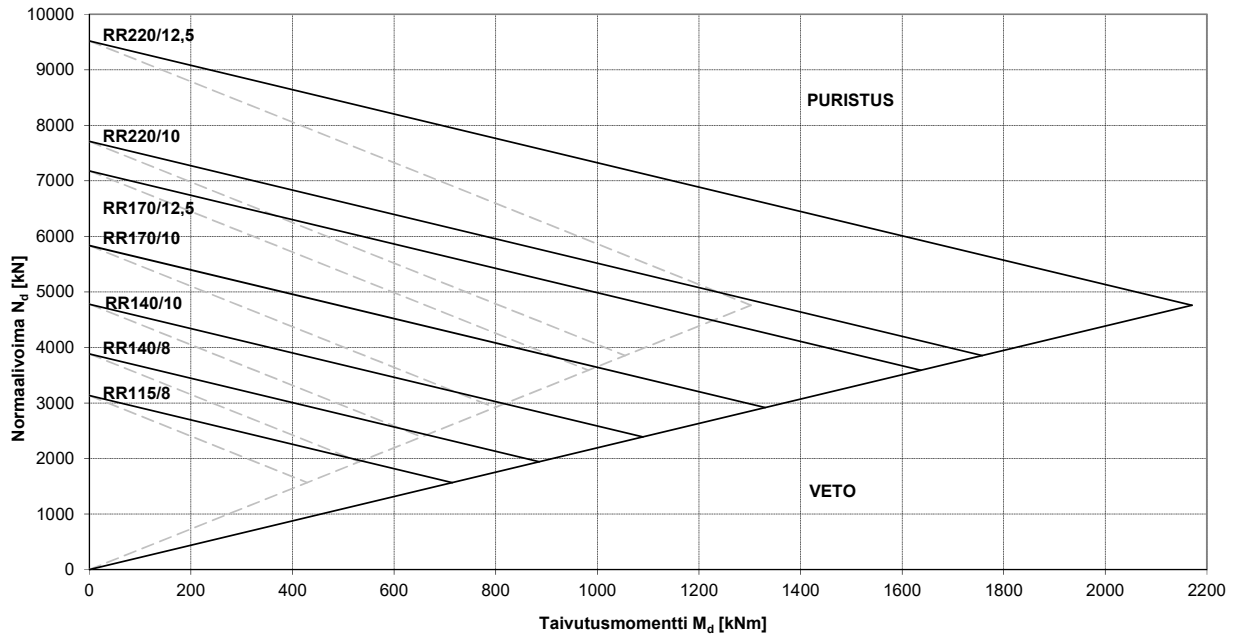
Paalut RR245/10...RR400/12,5
5 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL2



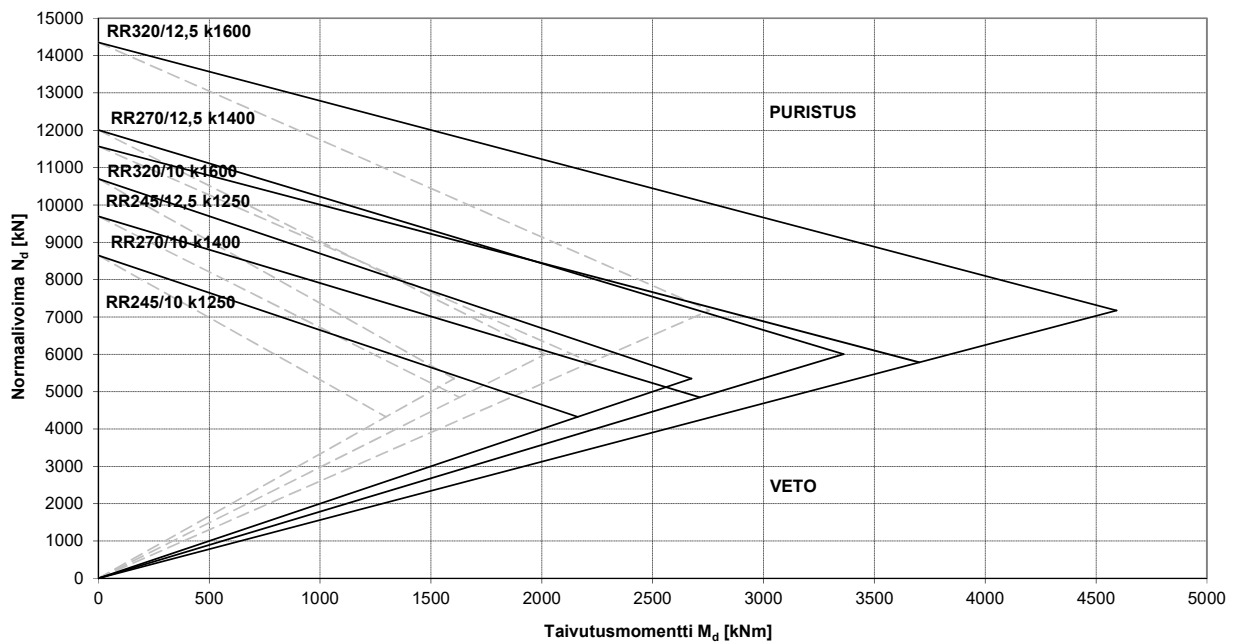
Kuva 15. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrästöt viiden paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, pitkät paalut.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RR115/8...RR220/12,5
5 paalua, paalutustyöluokka PTL3
Paaluväli k1140



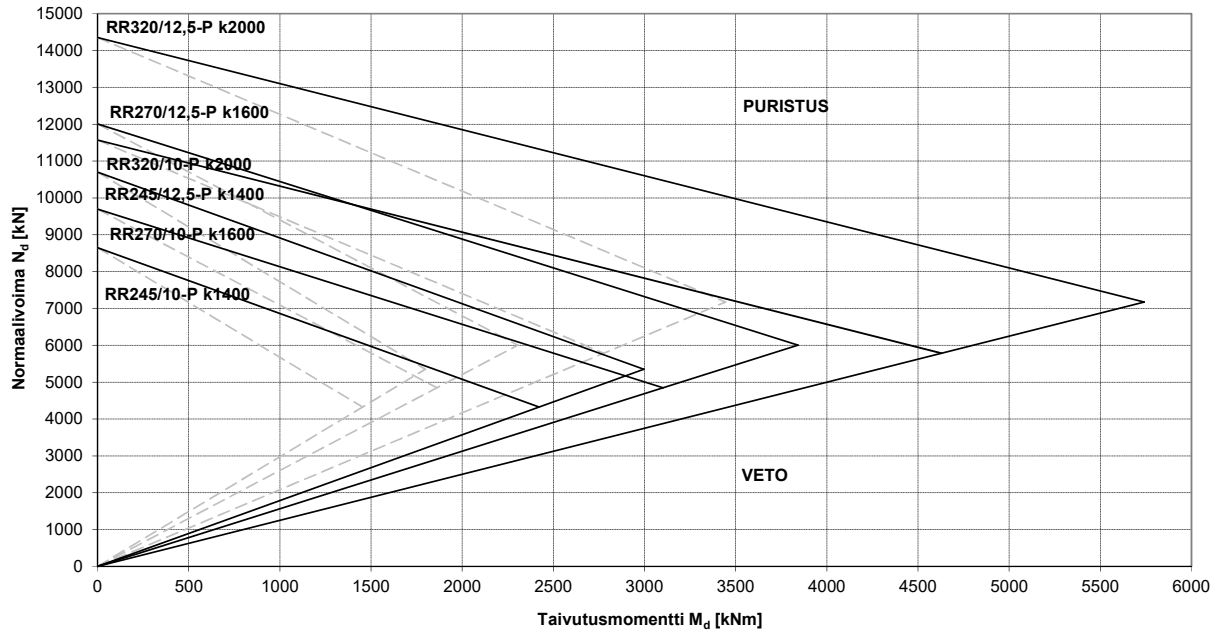
Paalut RR245/10...RR320/12,5
5 paalua, paalutustyöluokka PTL3



Kuva 16. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät viiden paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

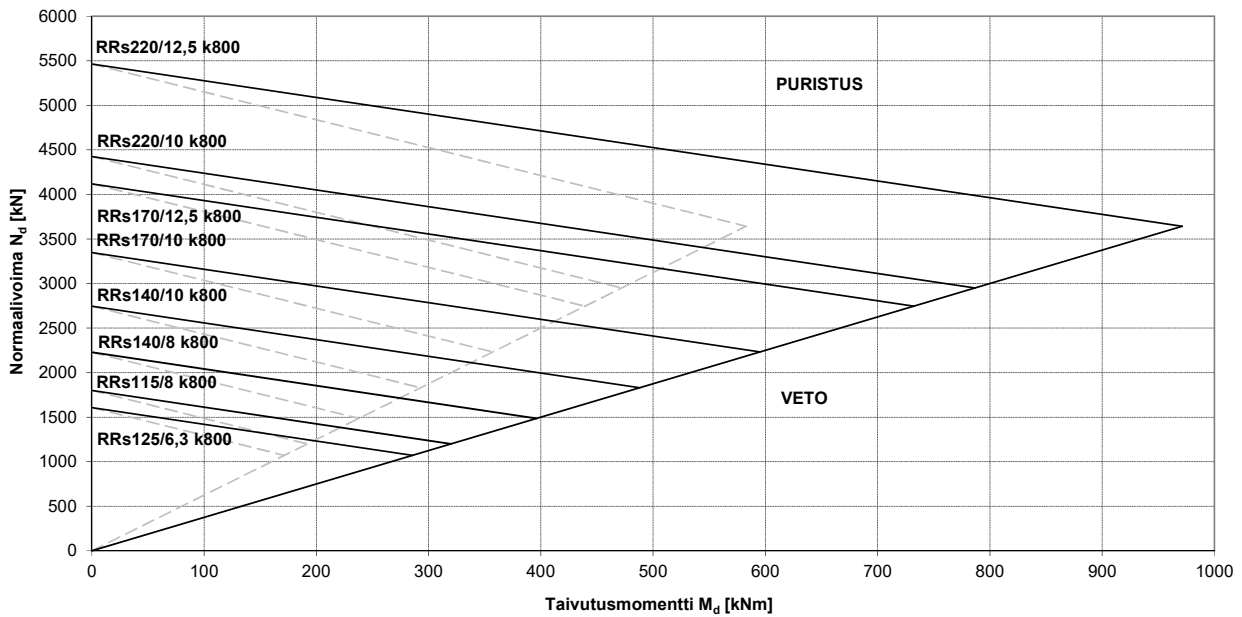
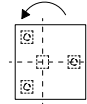
Paalut RR245/10...RR320/12,5
5 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL3



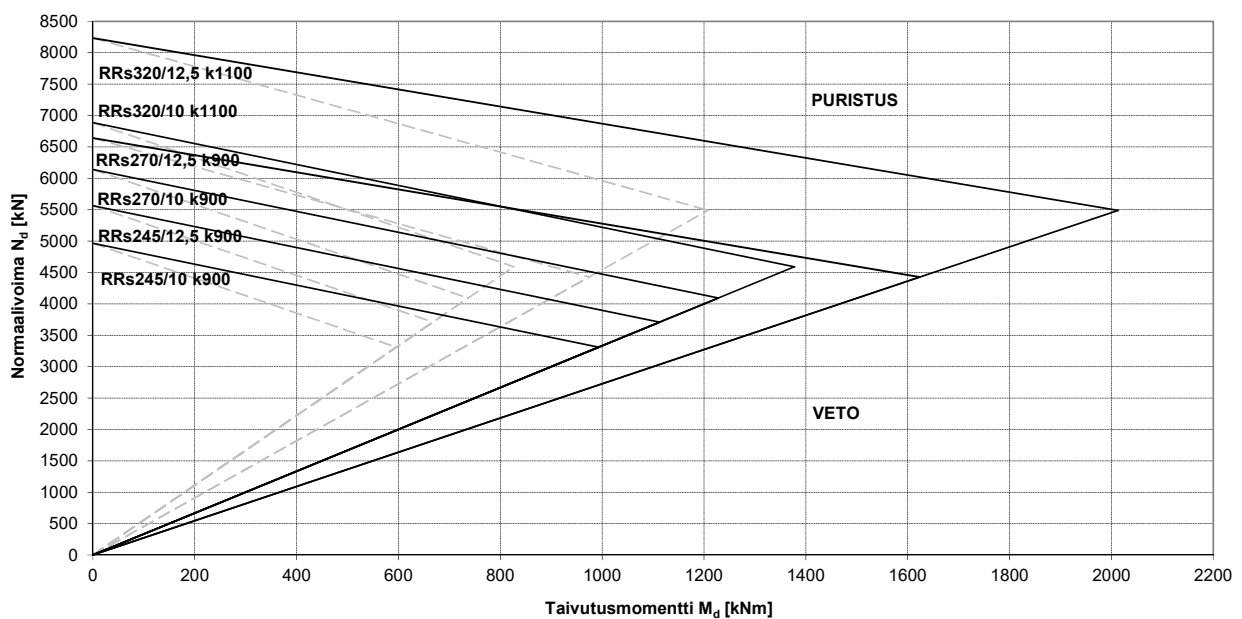
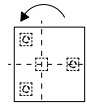
Kuva 17. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrästöt viiden paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, pitkät paalut.

Paalunturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RRs115/8...RRs220/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL2



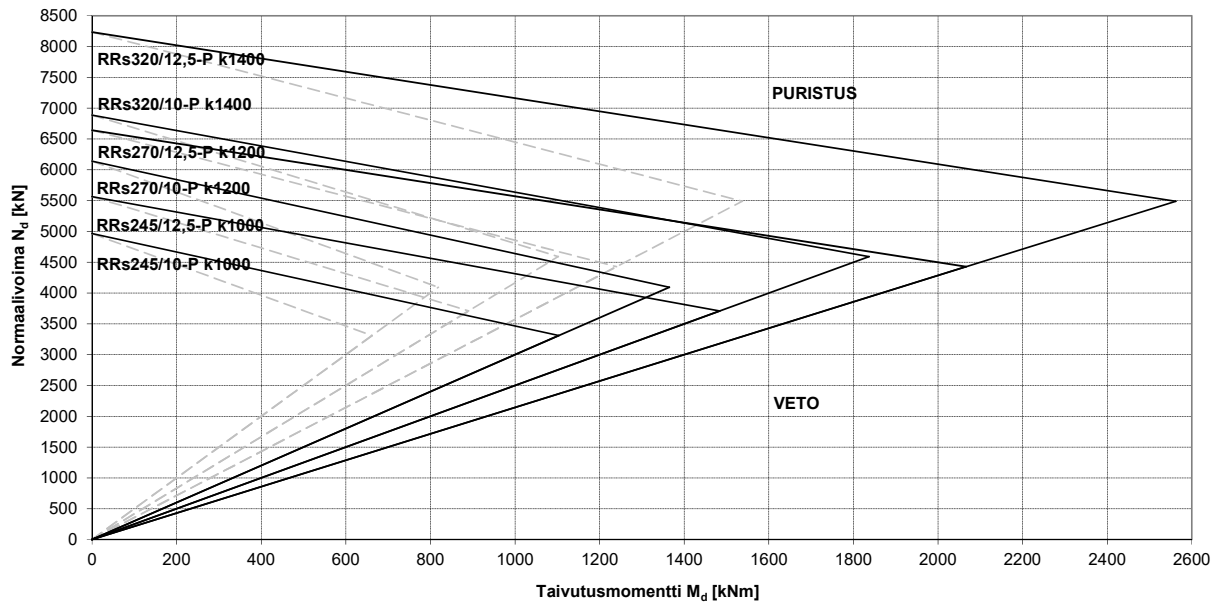
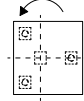
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL2



Kuva 18. Vakiopaalunturan kapasiteettikäyrästöt kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

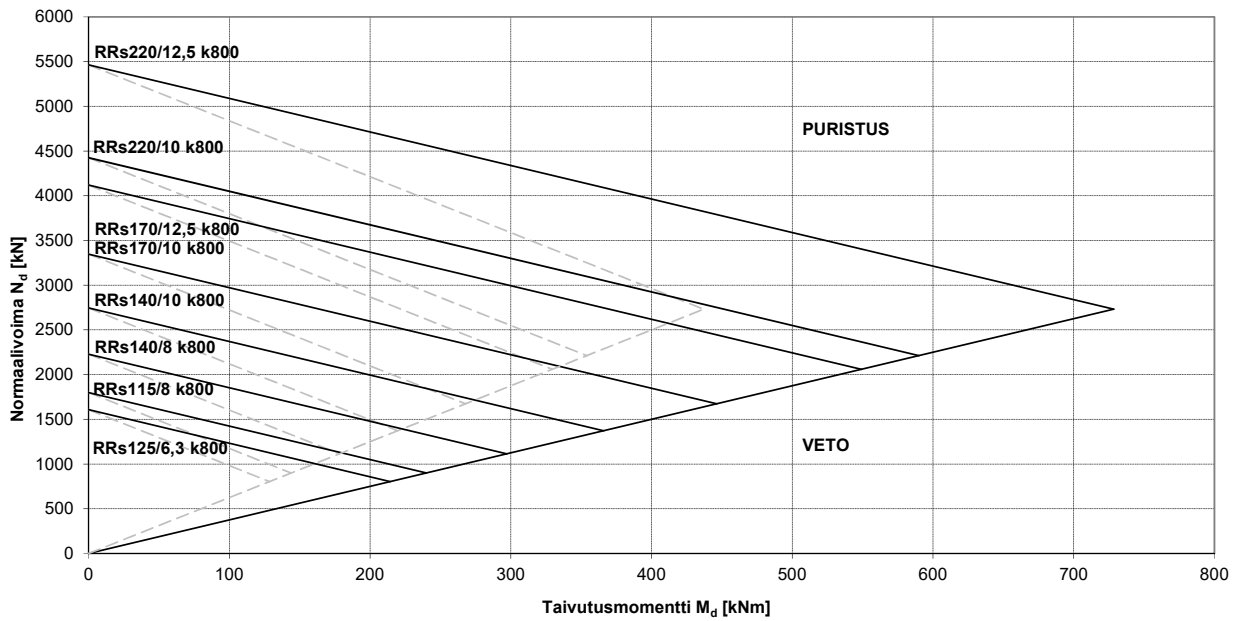
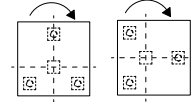
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
3 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL2



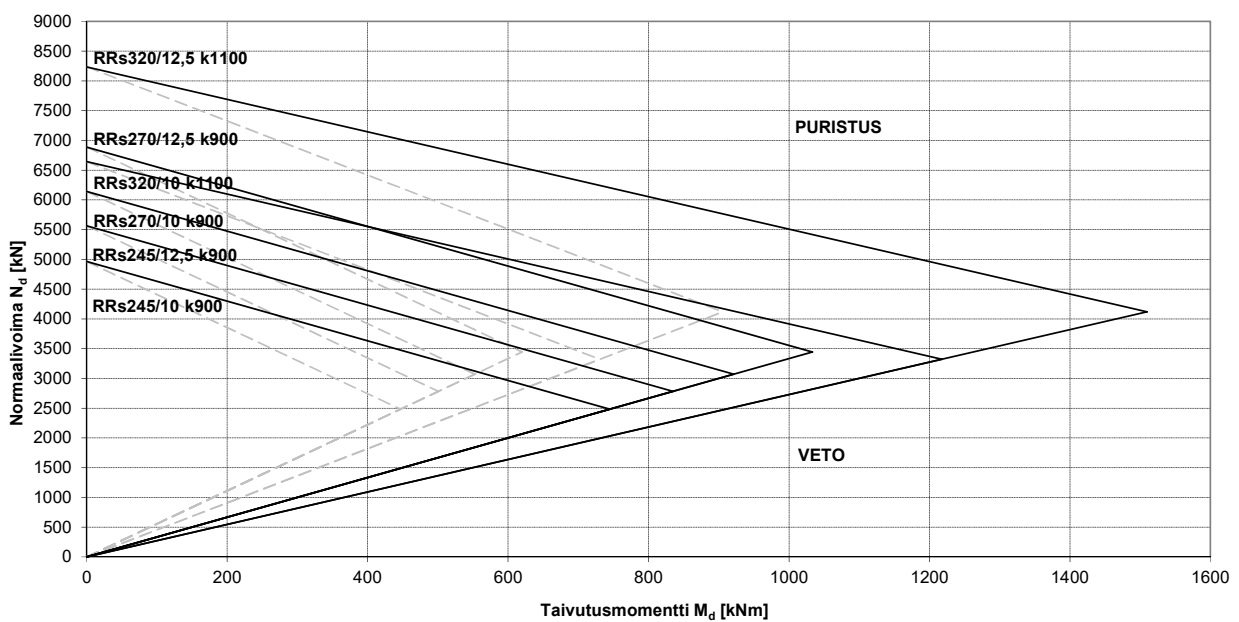
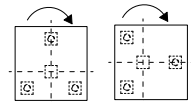
Kuva 19. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, pitkät paalut, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RRs115/8...RRs220/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL2



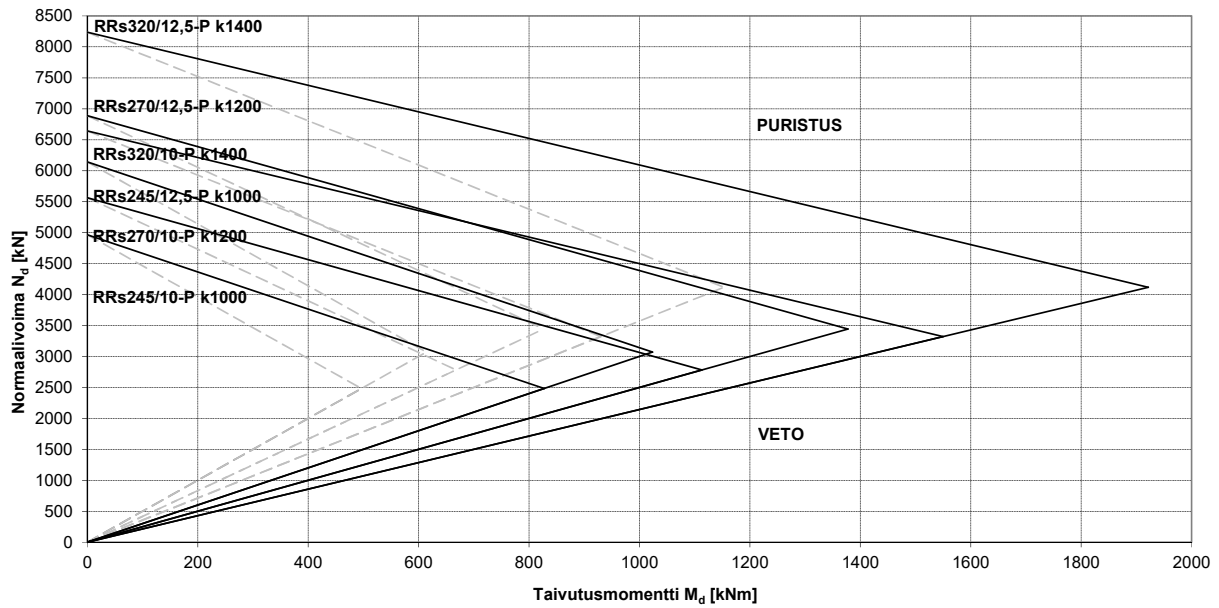
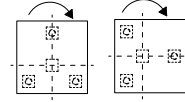
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL2



Kuva 20. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

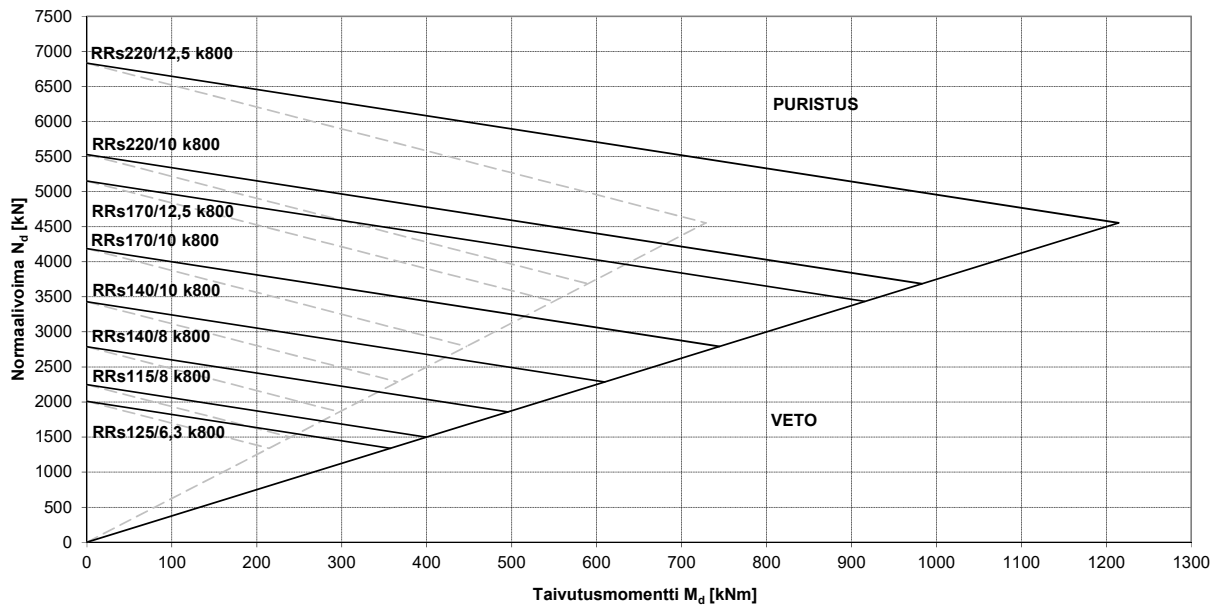
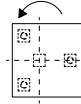
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
3 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL2



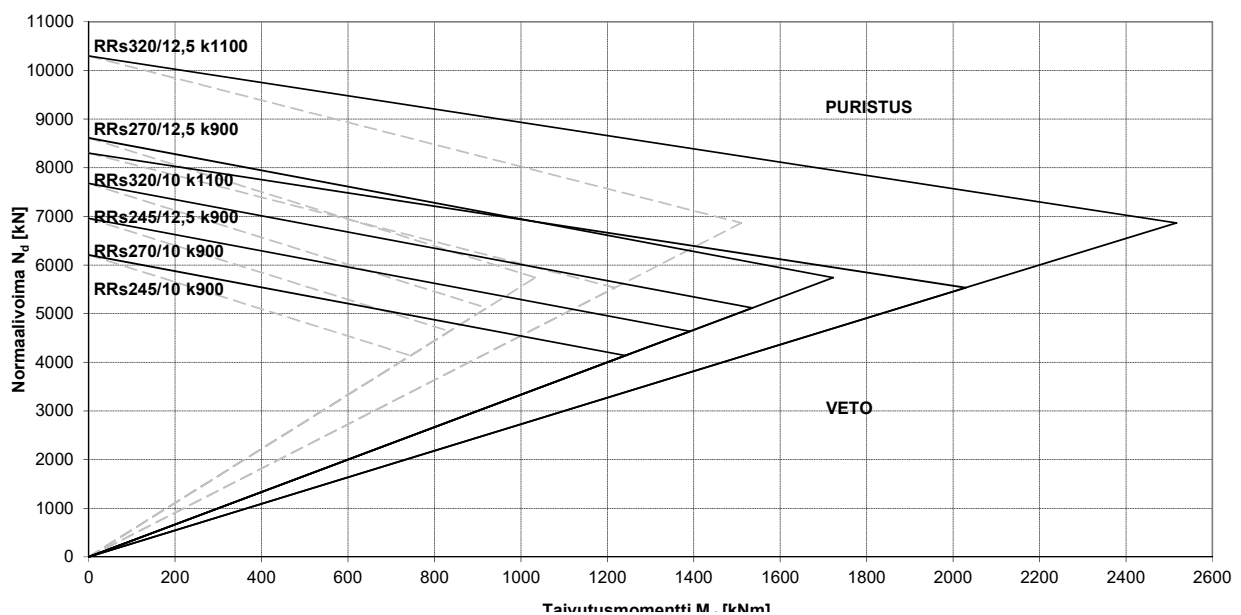
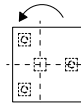
Kuva 21. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, pitkät paalut, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paalunturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RRs115/8...RRs220/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL3



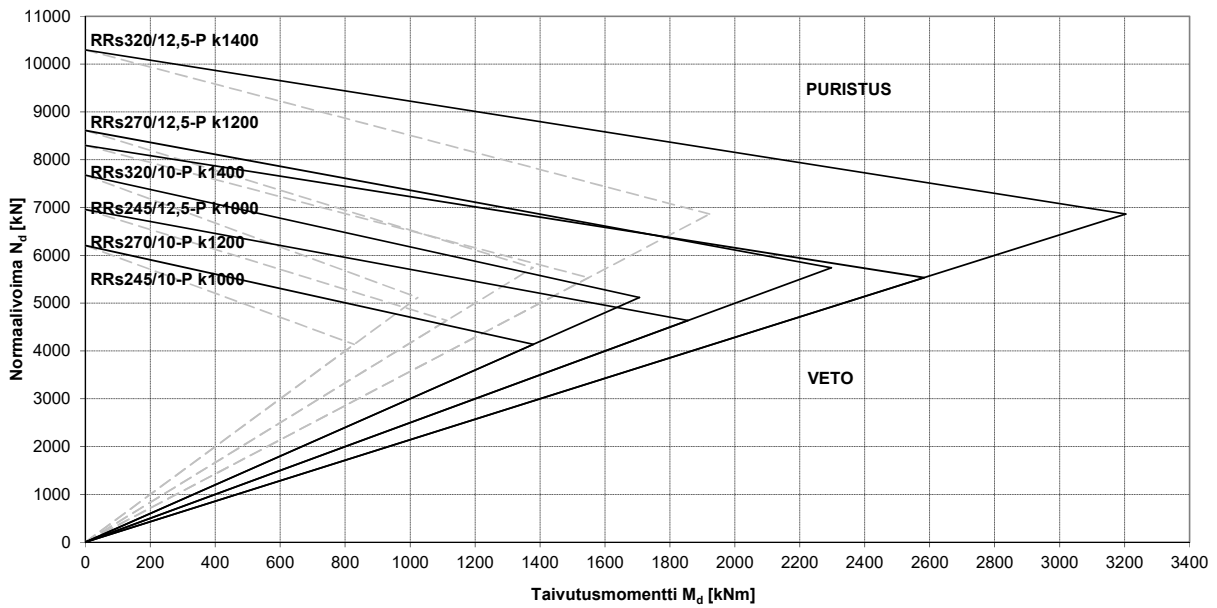
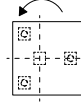
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL3



Kuva 22. Vakiopaalunturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

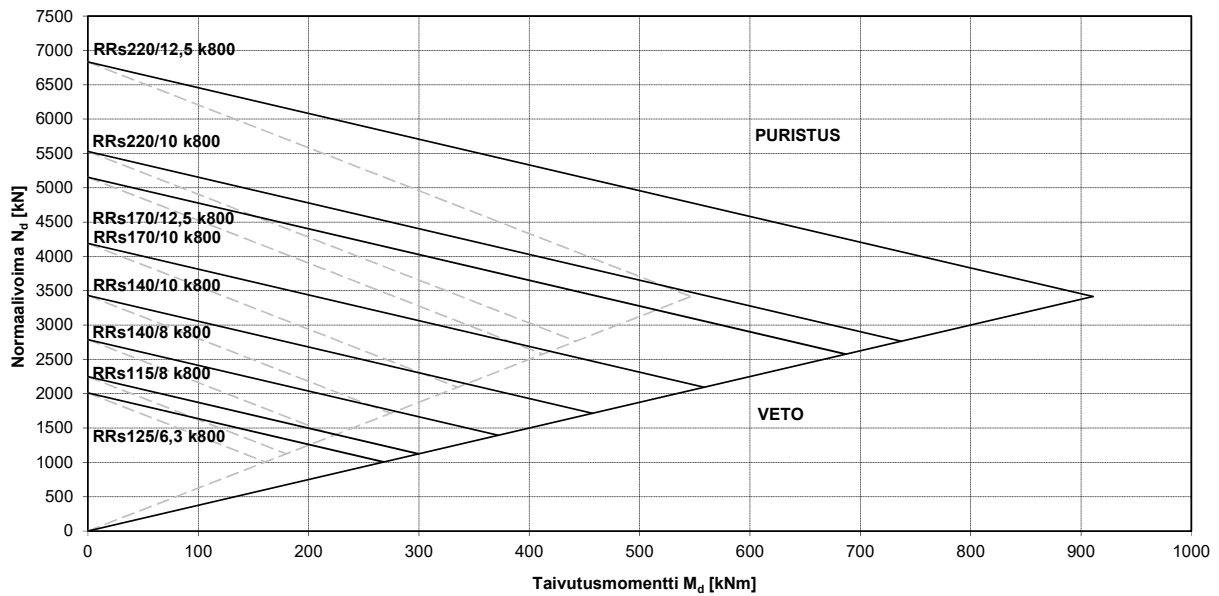
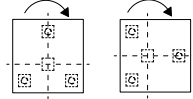
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
3 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL3



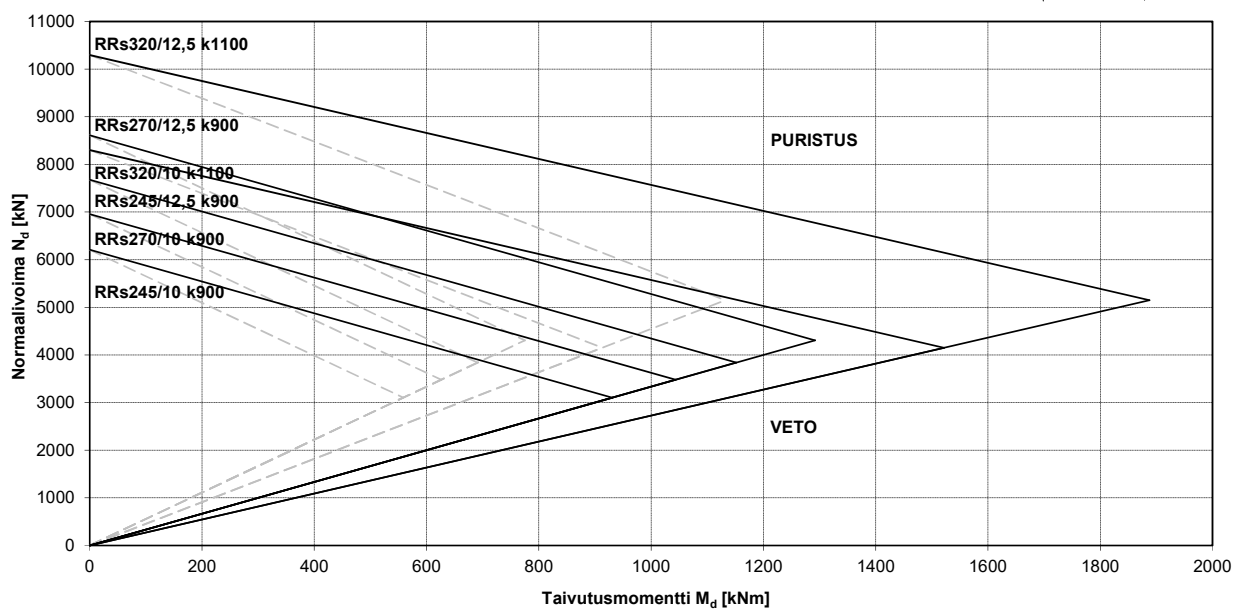
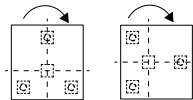
Kuva 23. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, pitkät paalut, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RRs115/8...RRs220/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL3



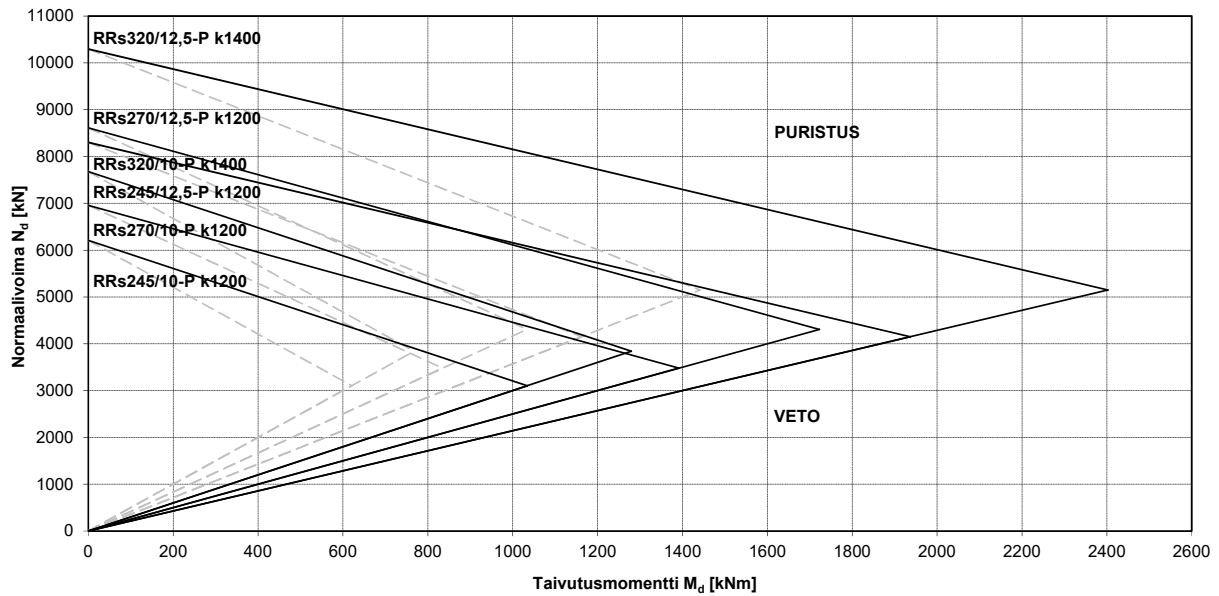
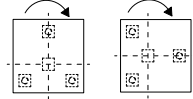
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
3 paalua, paalutustyöluokka PTL3



Kuva 24. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

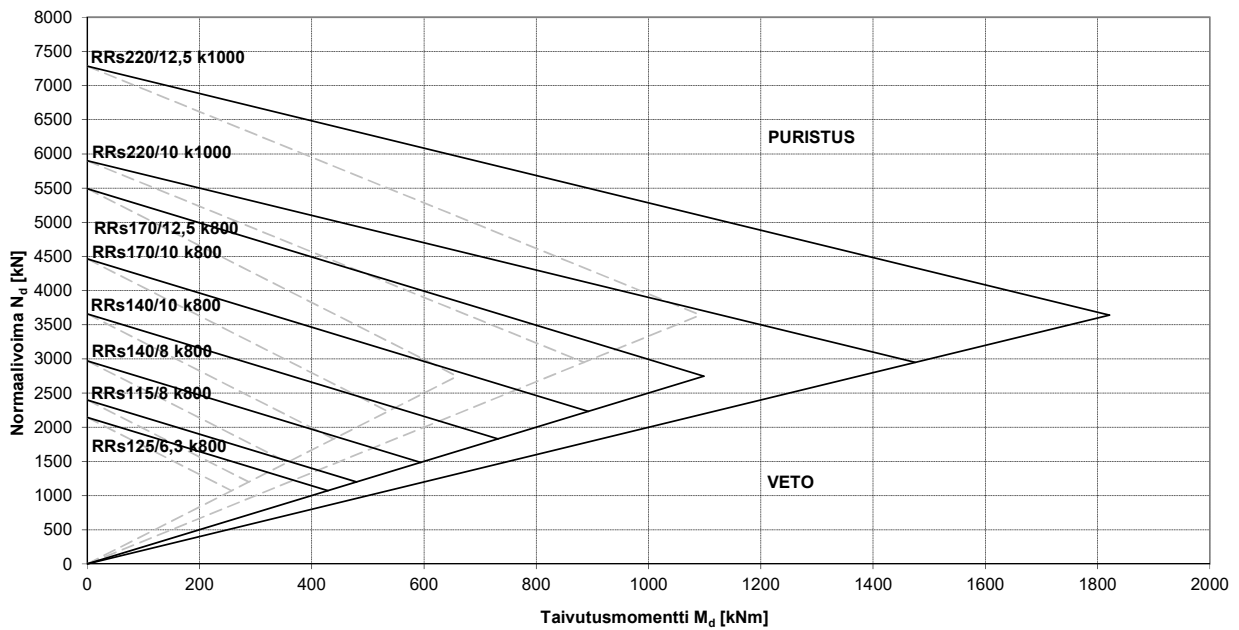
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
3 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL3



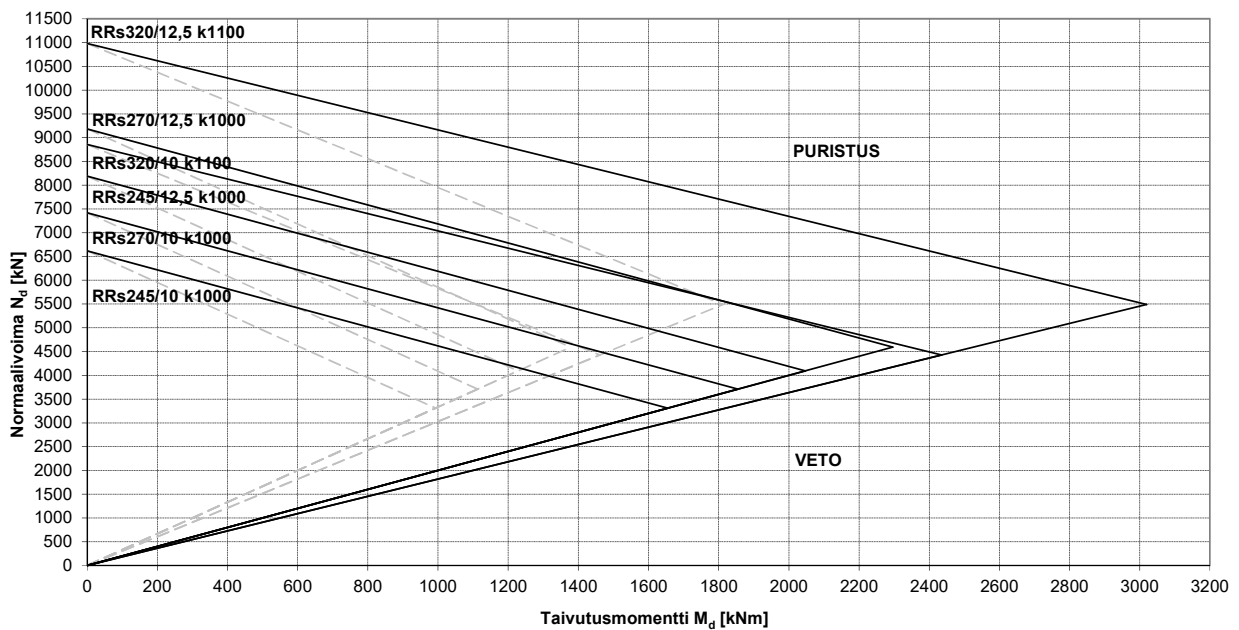
Kuva 25. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, pitkät paalut, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RRs115/8...RRs220/12,5
4 paalua, paalutustyöluokka PTL2



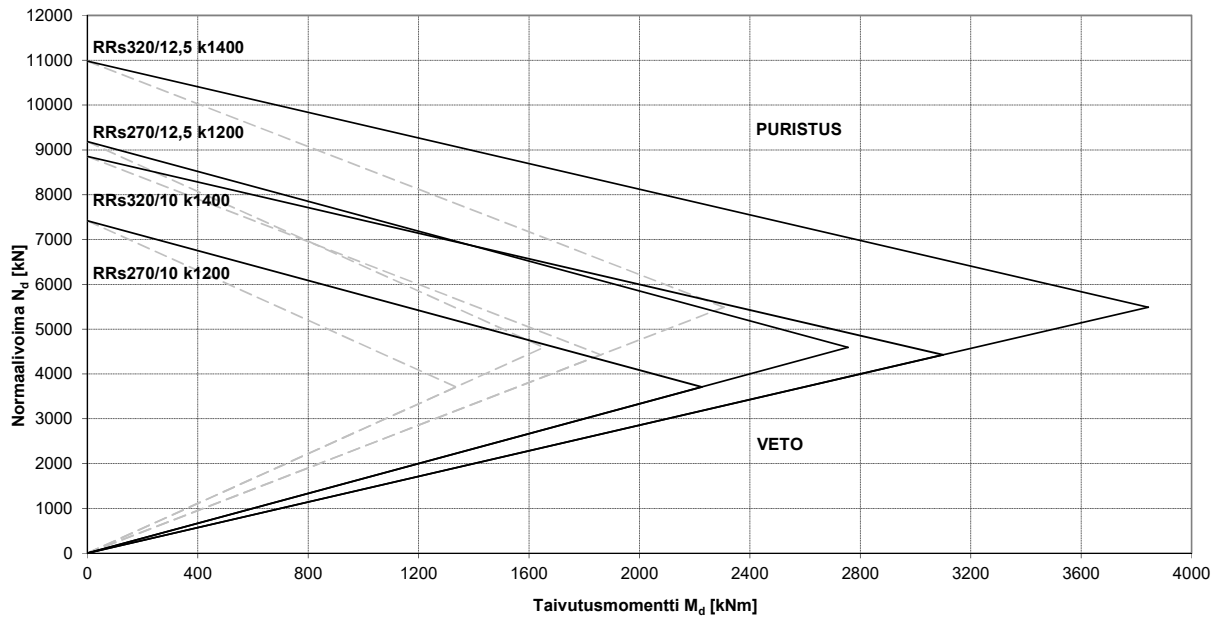
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
4 paalua, paalutustyöluokka PTL2



Kuva 26. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät neljän paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

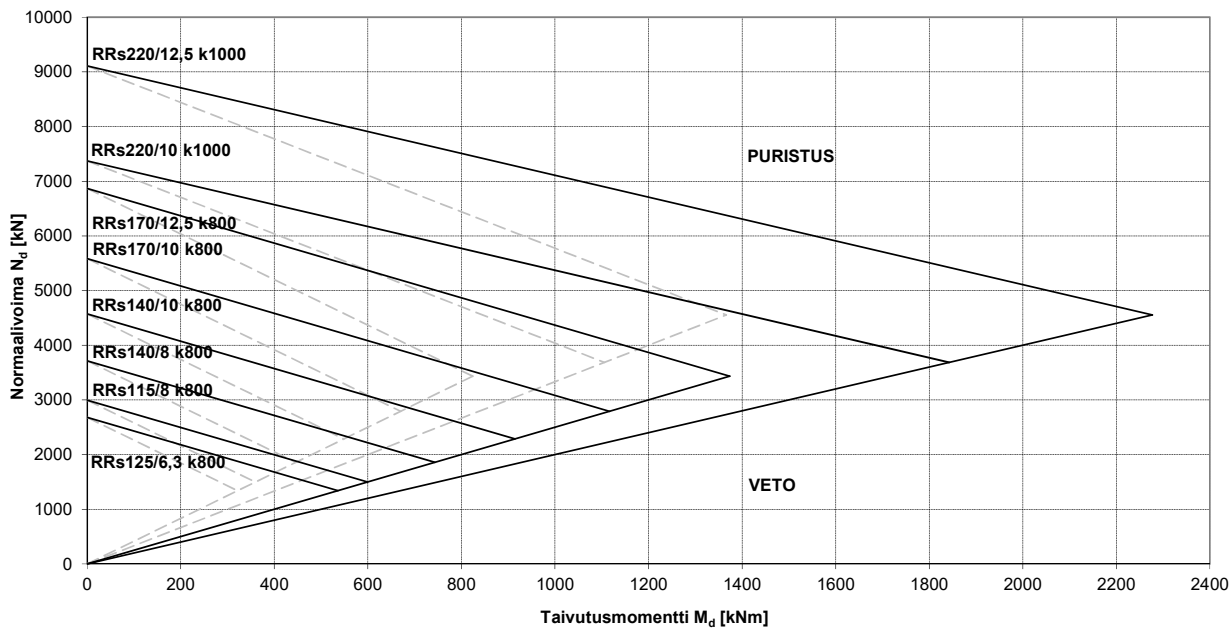
Paalut RRs270/10...RRs320/12,5
4 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL2



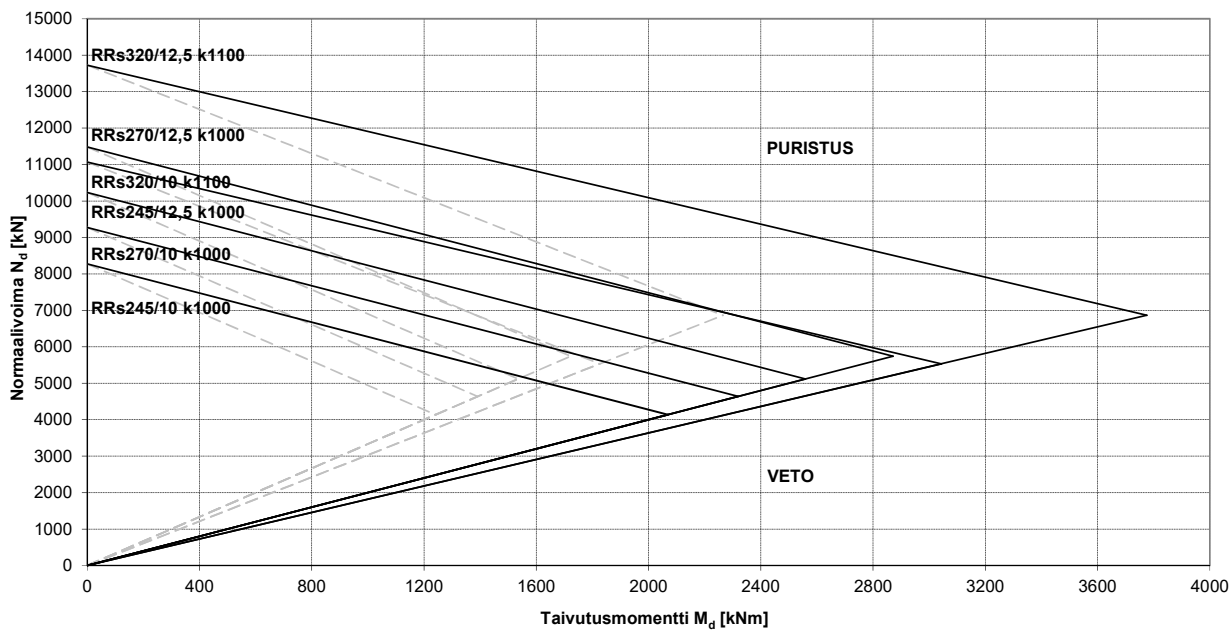
Kuva 27. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrästöt neljän paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2, pitkät paalut.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RRs115/8...RRs220/12,5
4 paalua, paalutustyöluokka PTL3



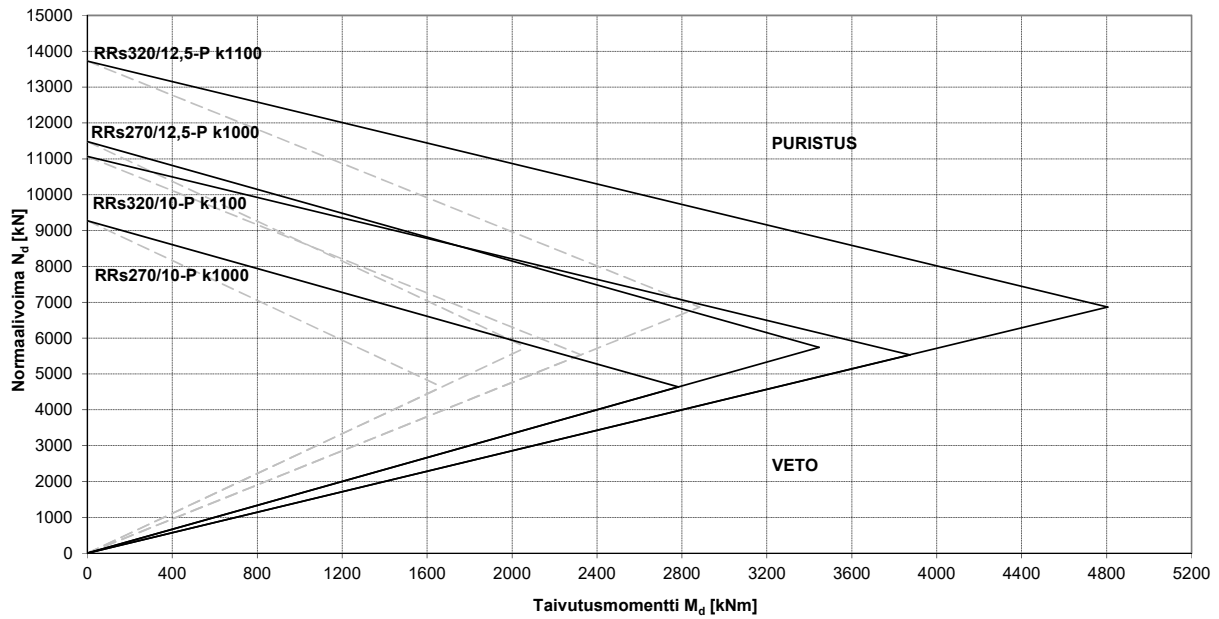
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
4 paalua, paalutustyöluokka PTL3



Kuva 28. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät neljän paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

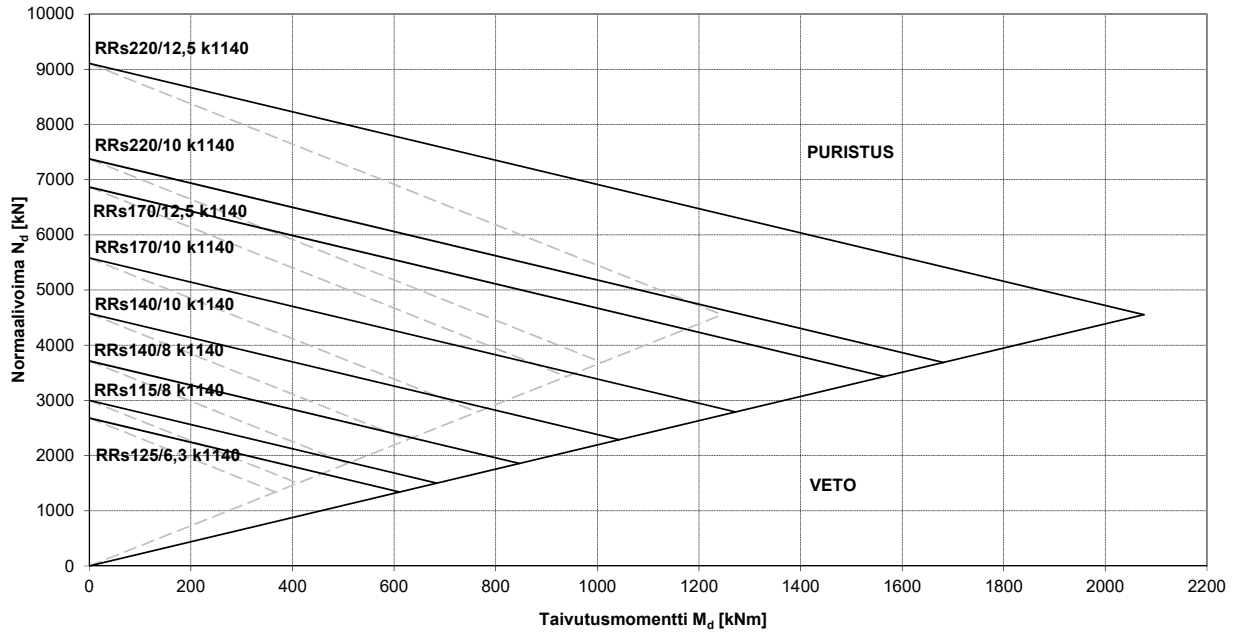
Paalut RRs270/10...RRs320/12,5
4 paalua, pitkät paalut, paalutustyöluokka PTL3



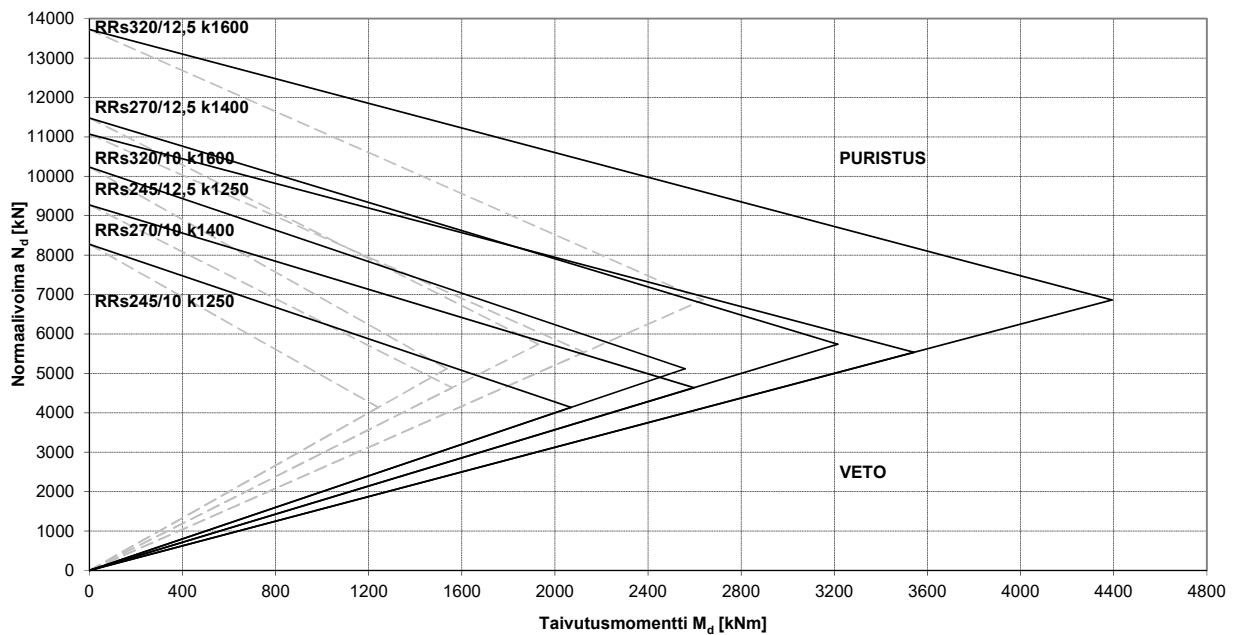
Kuva 29. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrästöt neljän paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3, pitkät paalut.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RRs115/8...RRs220/12,5
5 paalua, paalutustyöluokka PTL2



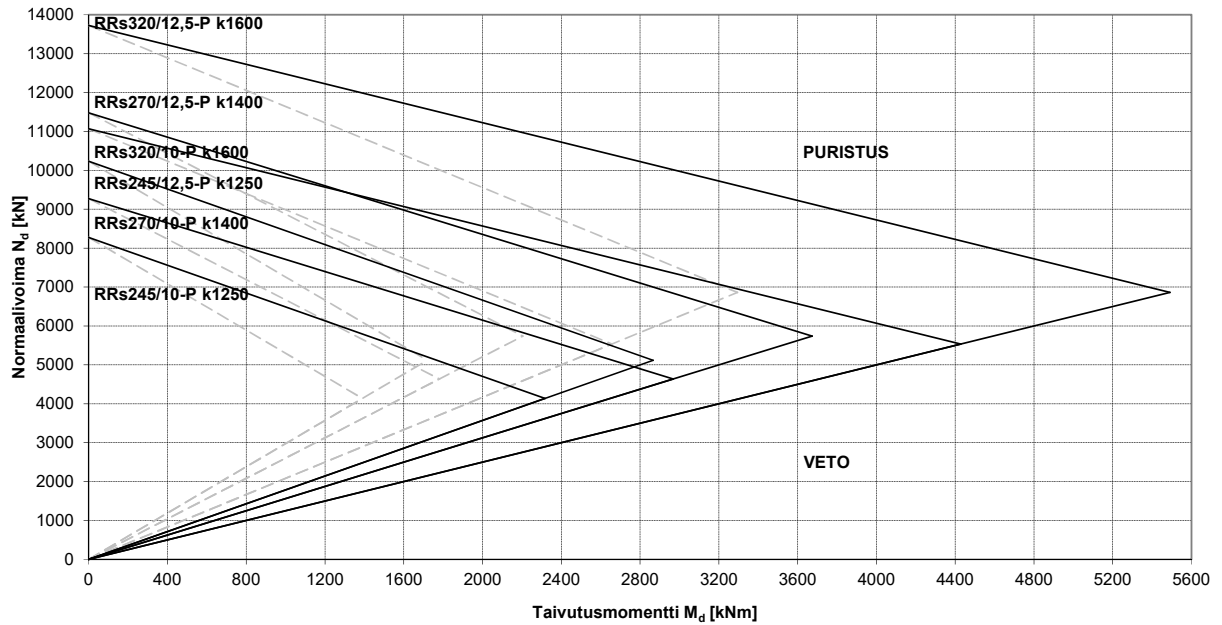
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
5 paalua, paalutustyöluokka PTL2



Kuva 30. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät viiden paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL2.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

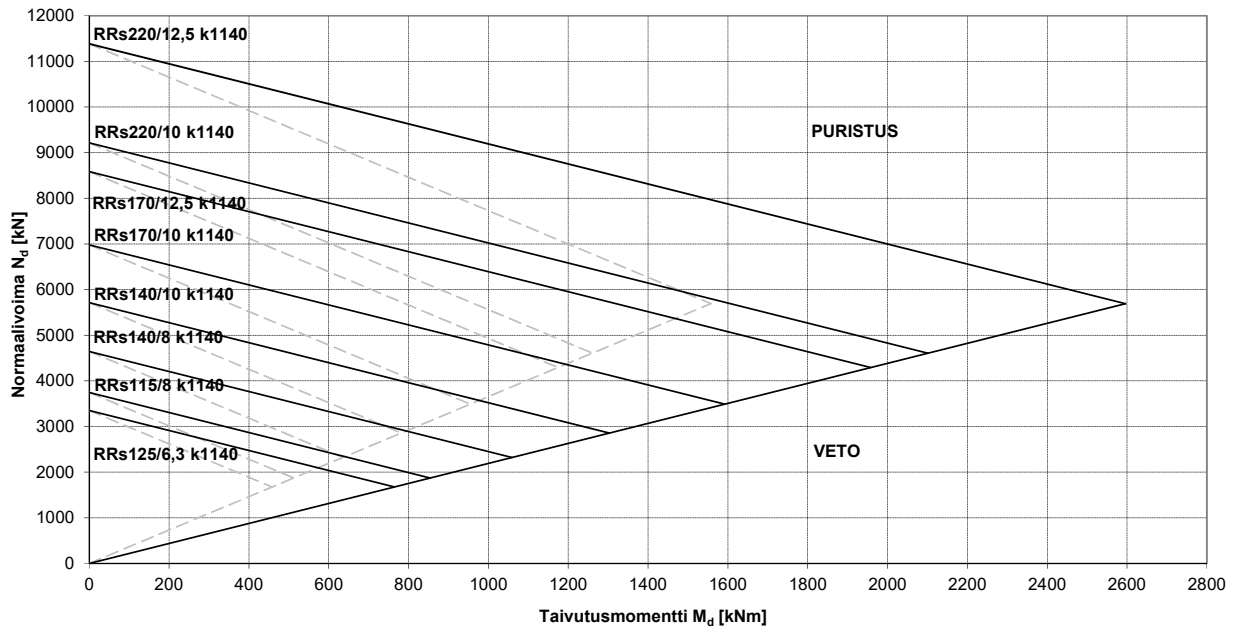
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
5 paalua, pitkät paalut, paalutustyyli PTL2



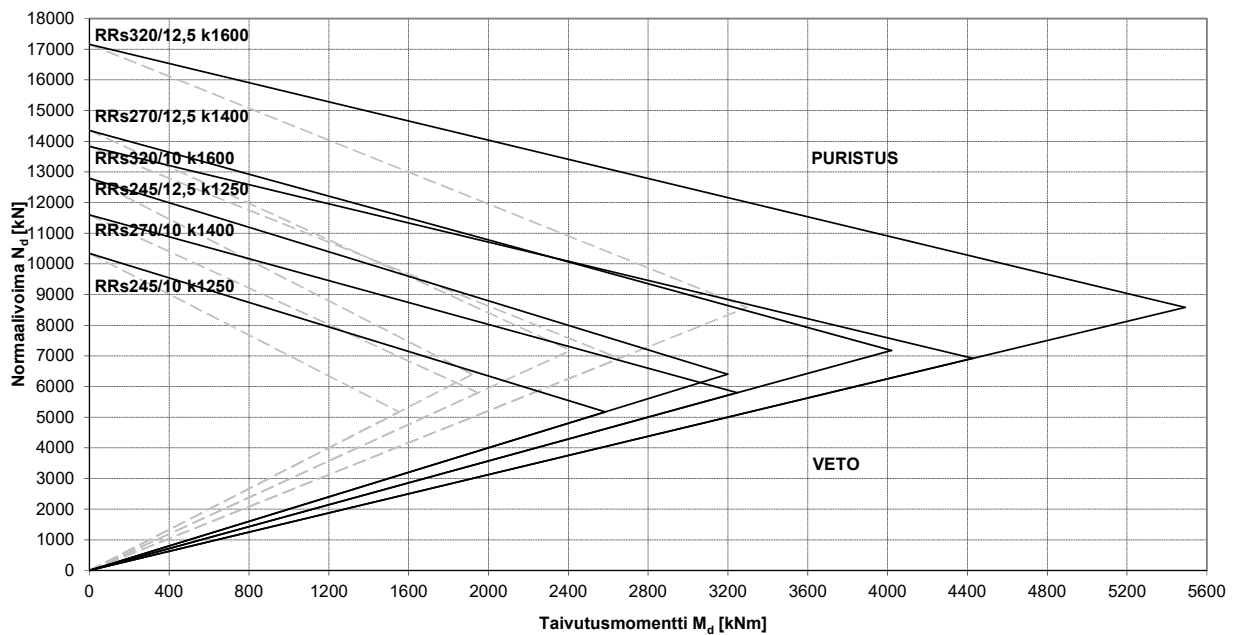
Kuva 31. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät viiden paalun ryhmälle paalutustyyli PTL2, pitkät paalut.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RRs115/8...RRs220/12,5
5 paalua, paalutustyöluokka PTL3



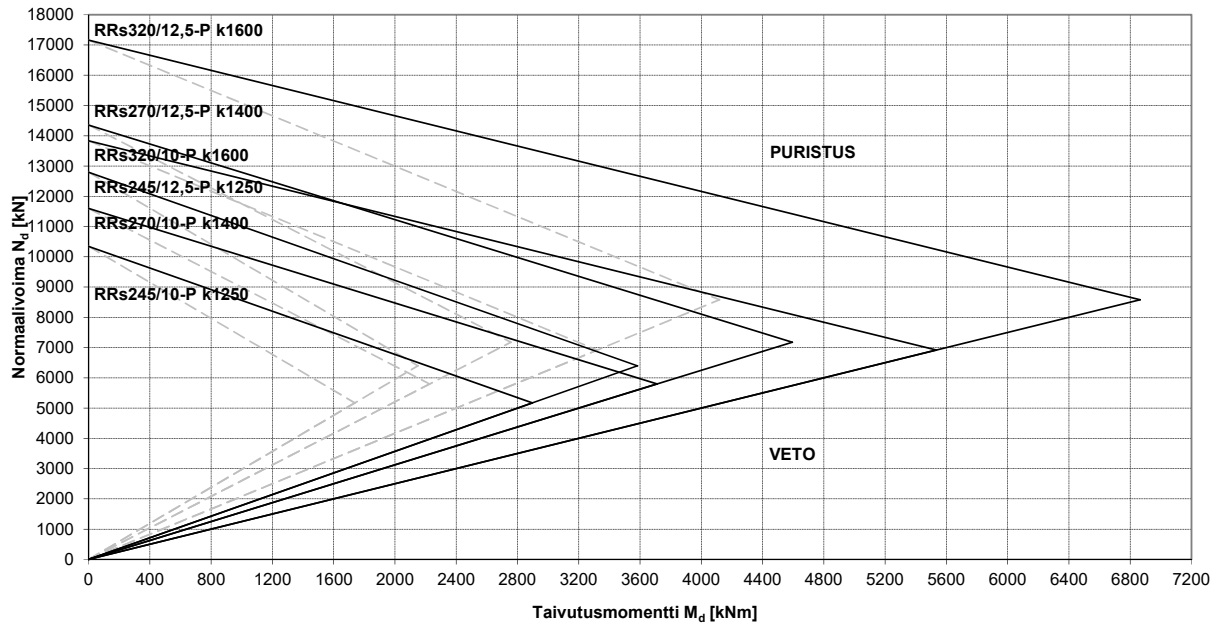
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
5 paalua, paalutustyöluokka PTL3



Kuva 32. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät viiden paalun ryhmälle paalutustyöluokassa PTL3.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

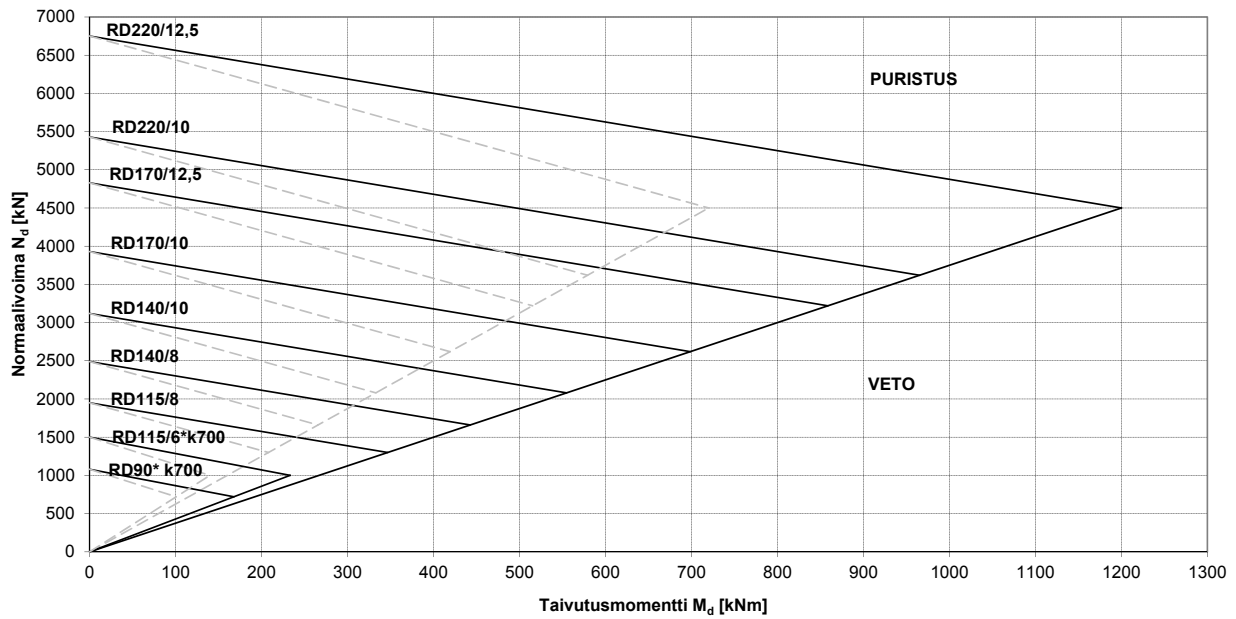
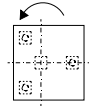
Paalut RRs245/10...RRs320/12,5
5 paalua, pitkät paalut, paalutustyyli PTL2



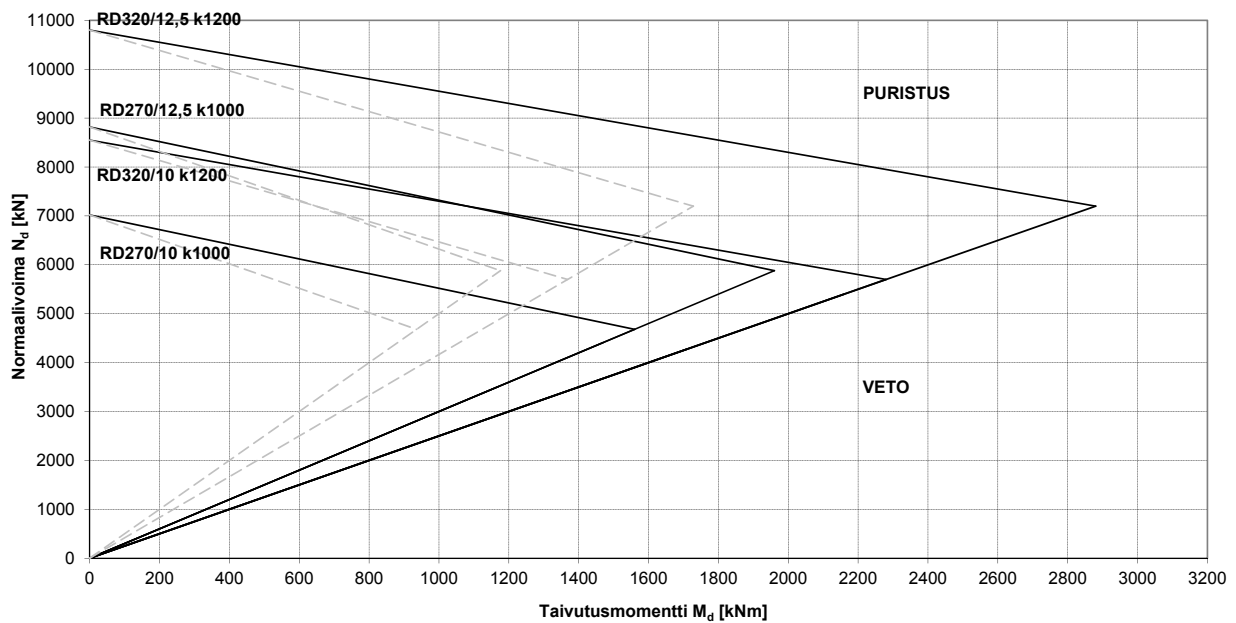
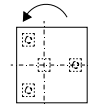
Kuva 33. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrästöt viiden paalun ryhmälle paalutustyyli PTL3, pitkät paalut.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RD90...RD220/12,5
3 paalua
Paaluväli k800*



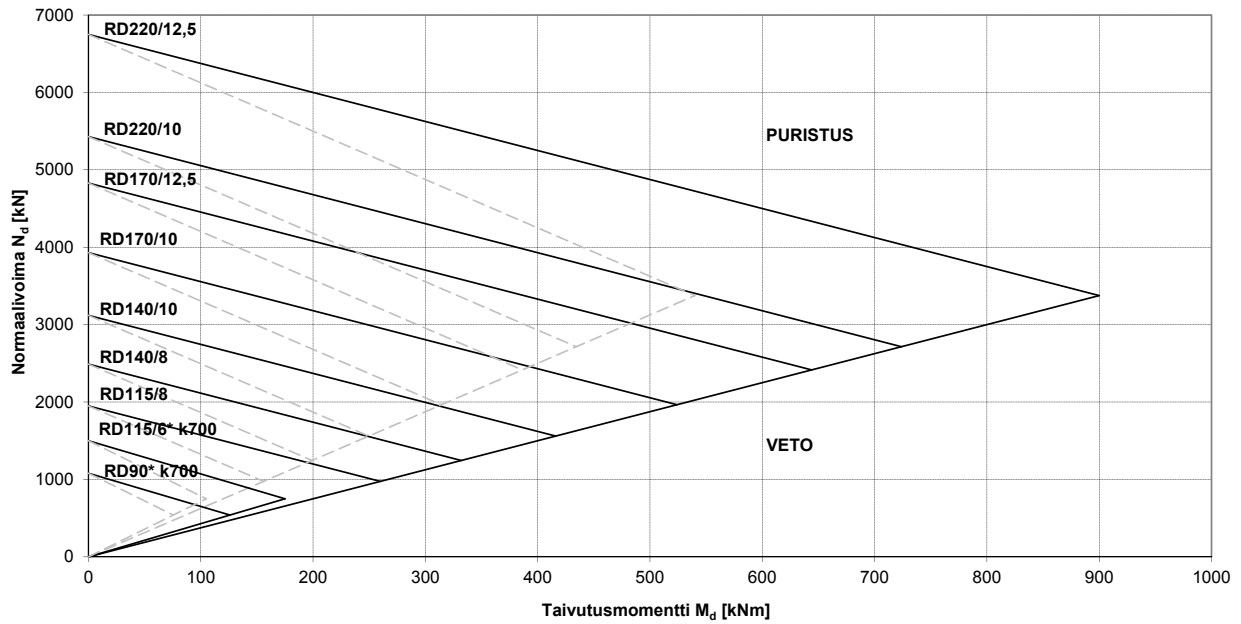
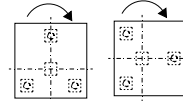
Paalut RD270/10...RD320/12,5
3 paalua



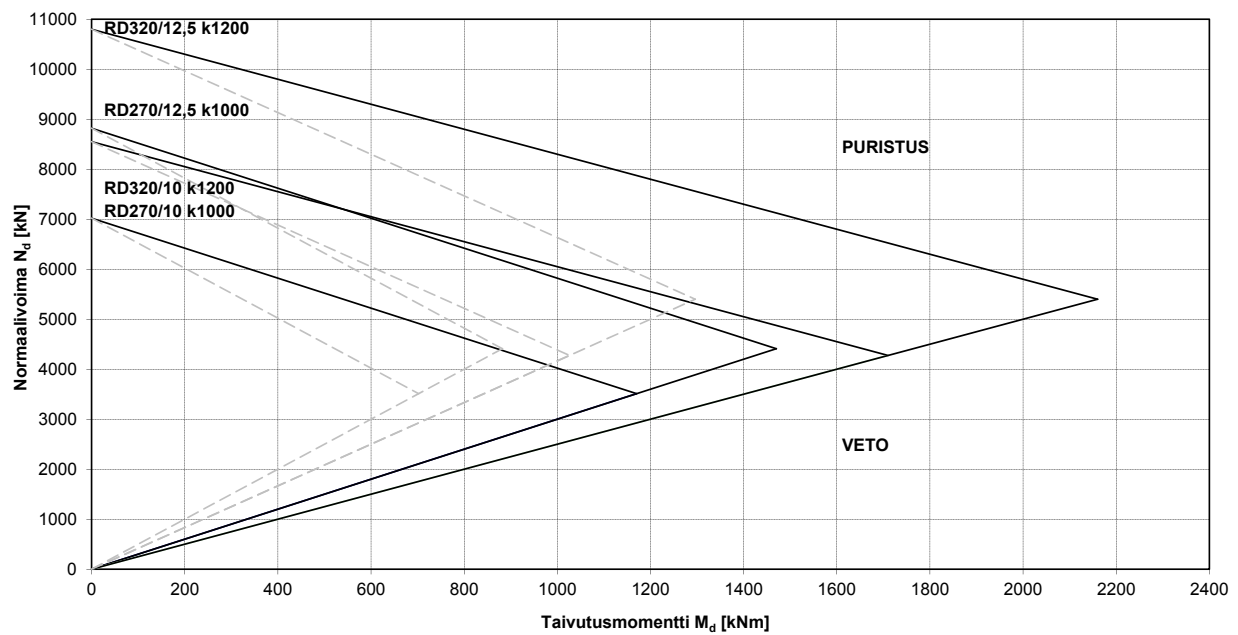
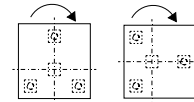
Kuva 34. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RD90...RD220/12,5
3 paalua
Paaluväli k800*



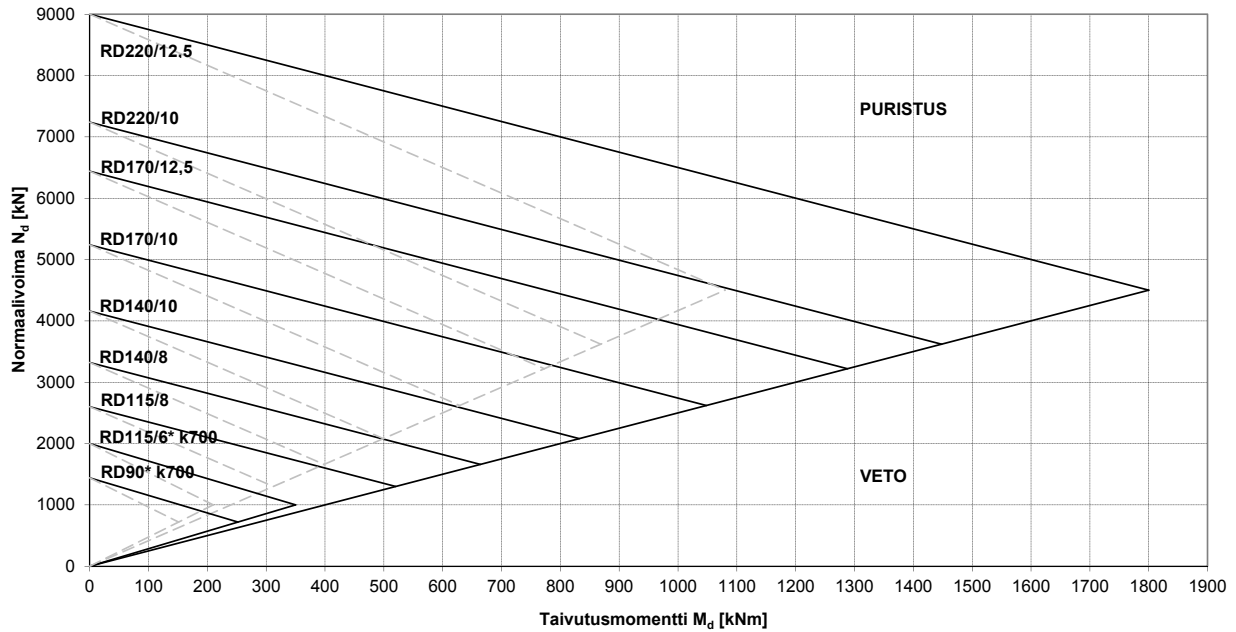
Paalut RD270/10...RD320/12,5
3 paalua



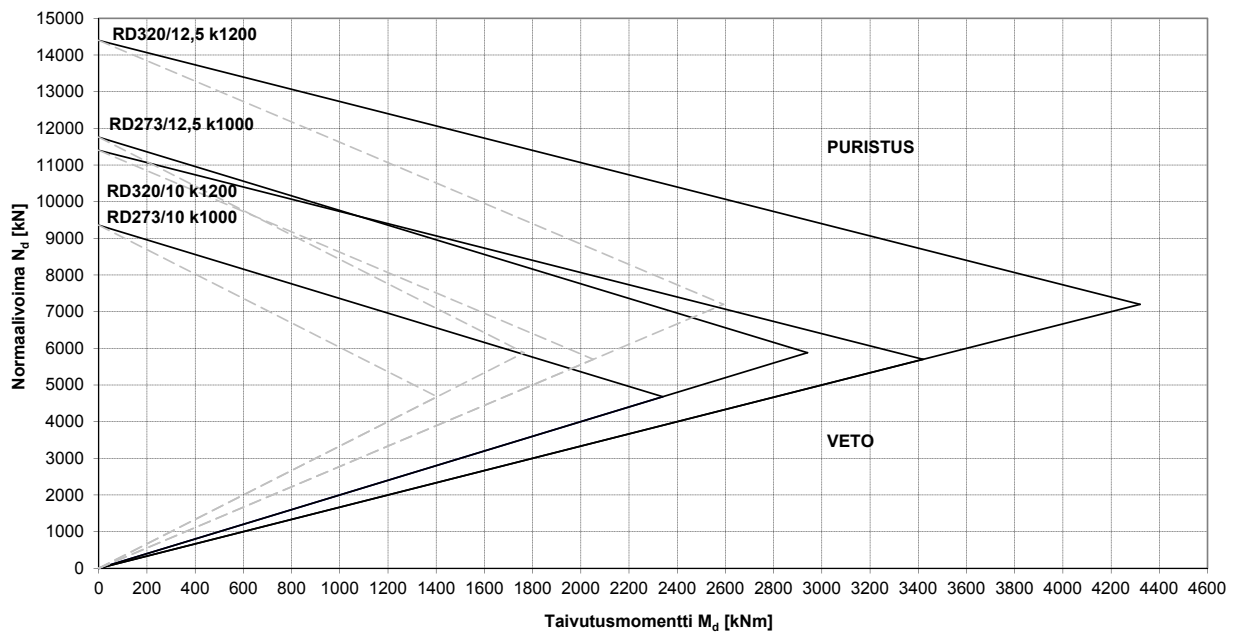
Kuva 35. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RD90...RD220/12,5
4 paalua
Paaluväli k800*



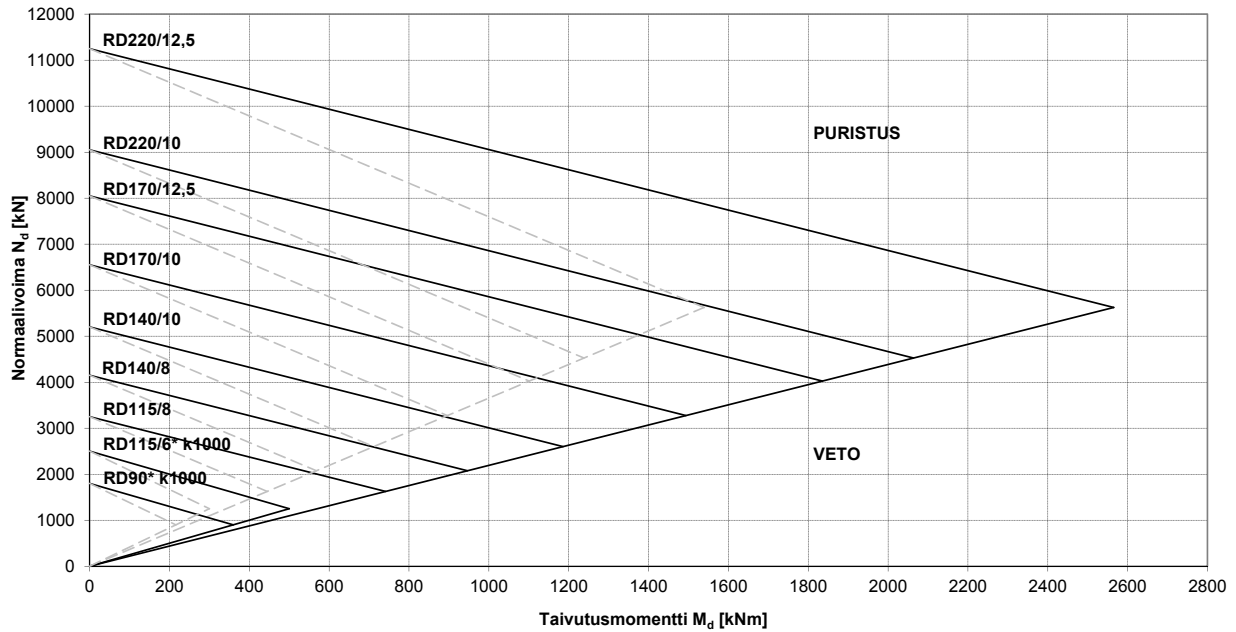
Paalut RD270/10...RD320/12,5
4 paalua



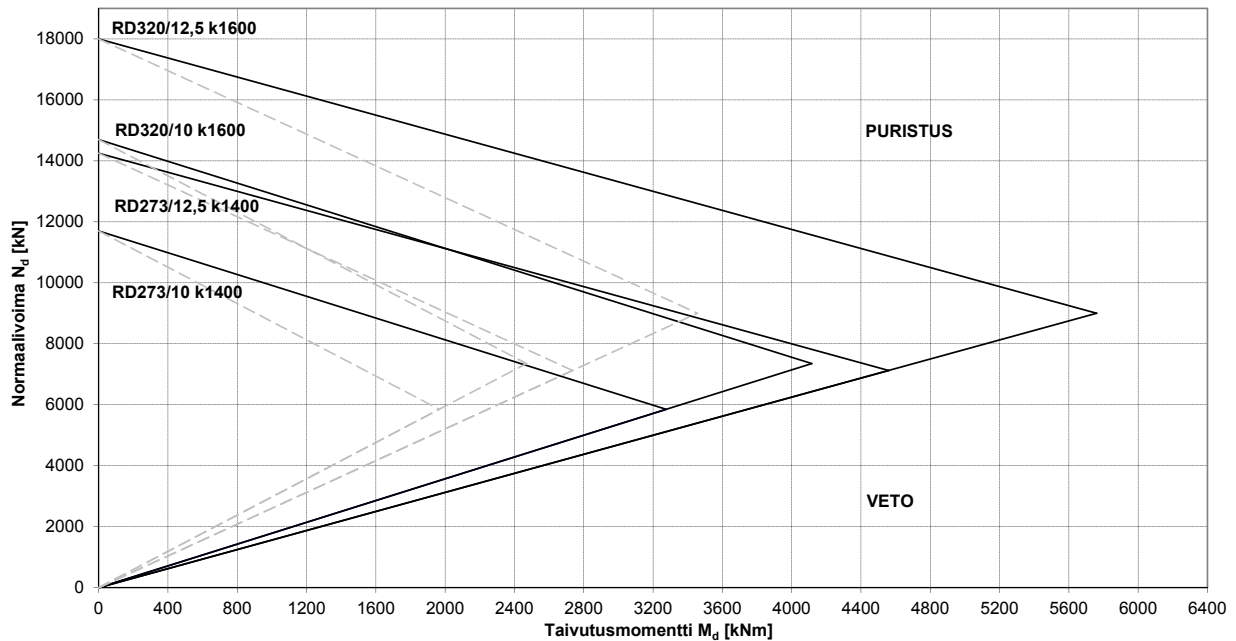
Kuva 36. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät neljän paalun ryhmälle.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RD90...RD220/12,5
5 paalua
Paaluväli k1140*



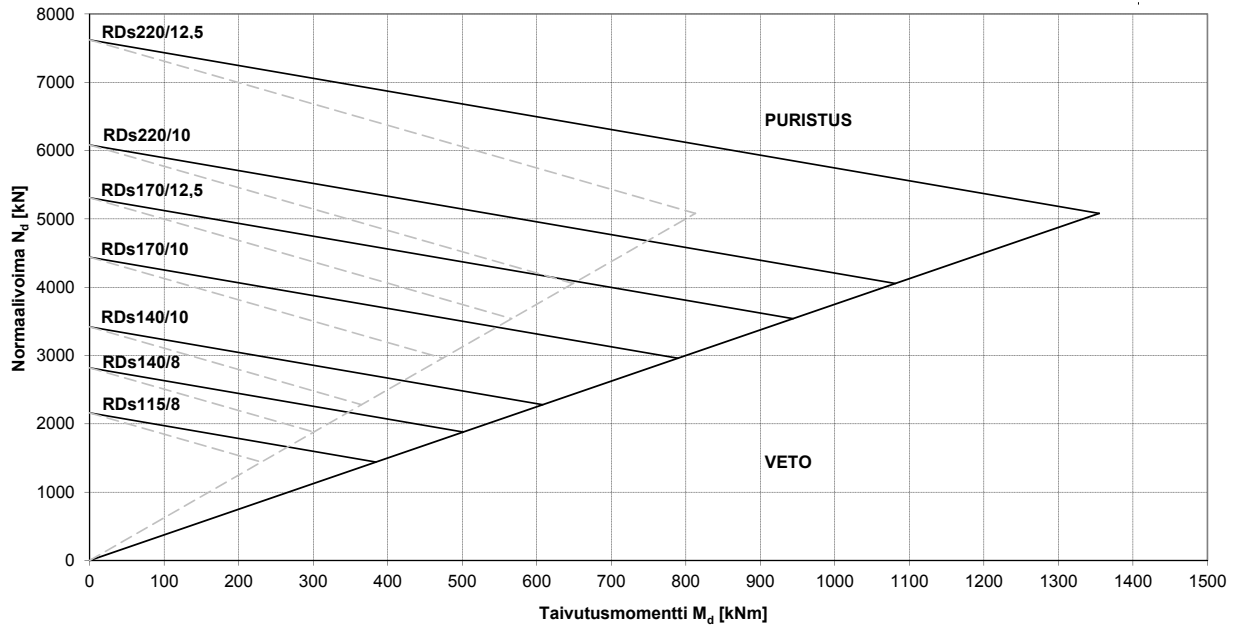
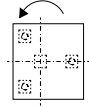
Paalut RD270/10...RD320/12,5
5 paalua



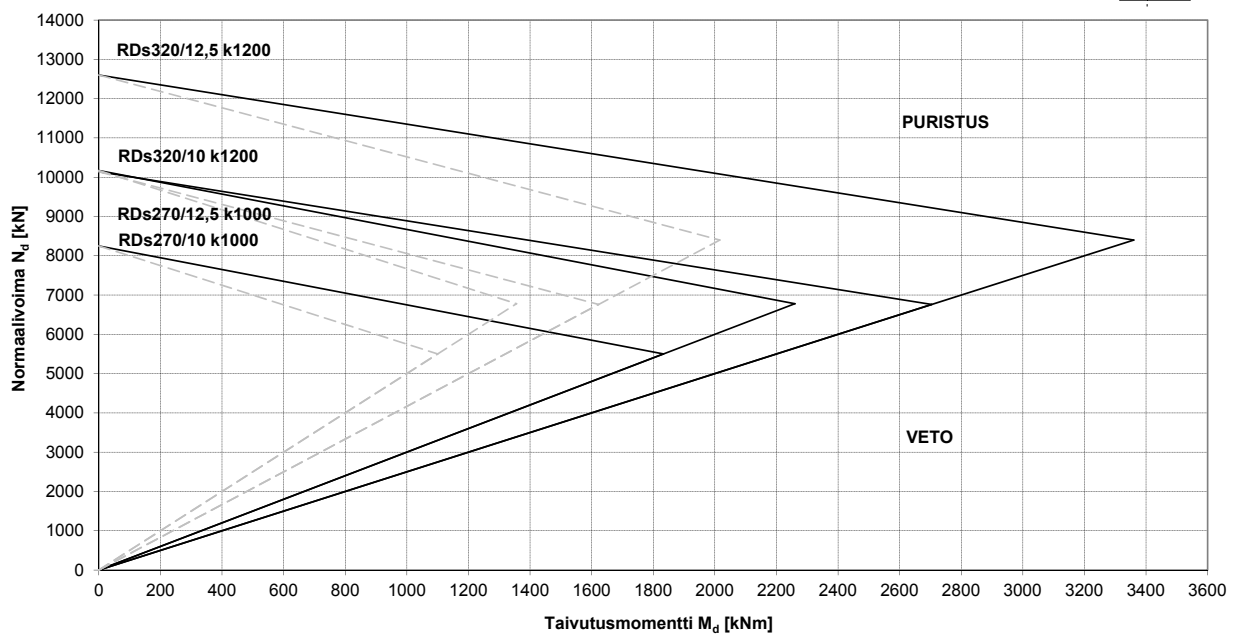
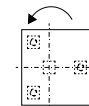
Kuva 37. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät viiden paalun ryhmälle.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RDs115/8...RDs220/12,5
3 paalua
Paaluväli k800



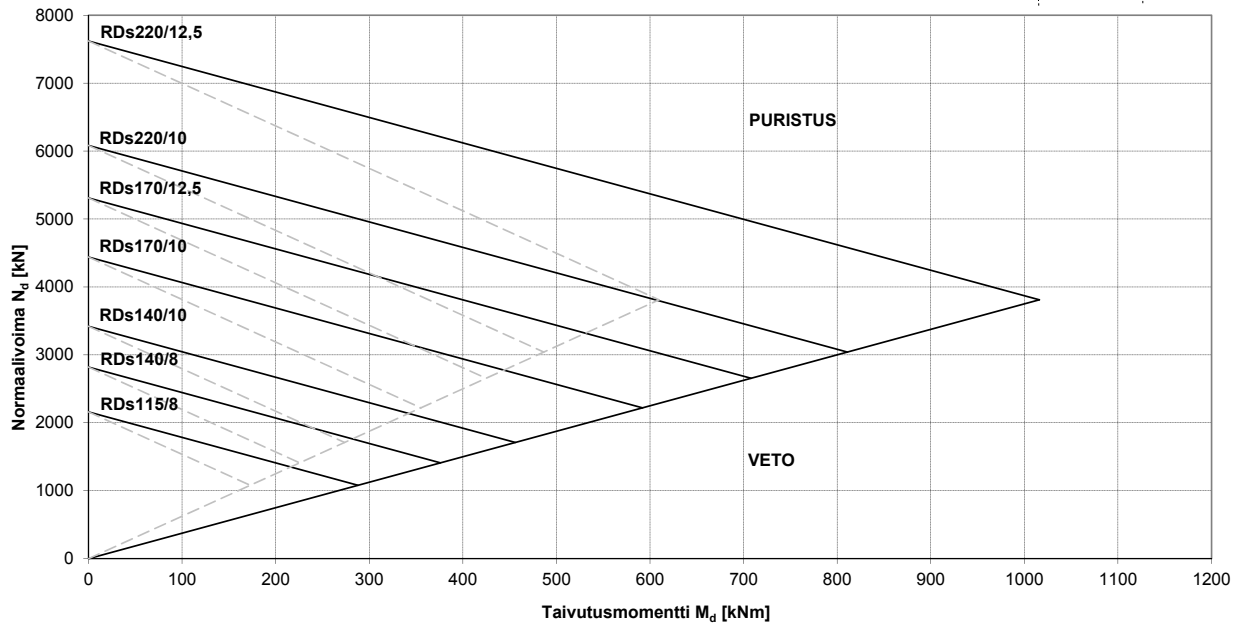
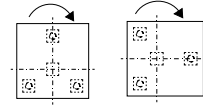
Paalut RDs270/10...RDs320/12,5
3 paalua



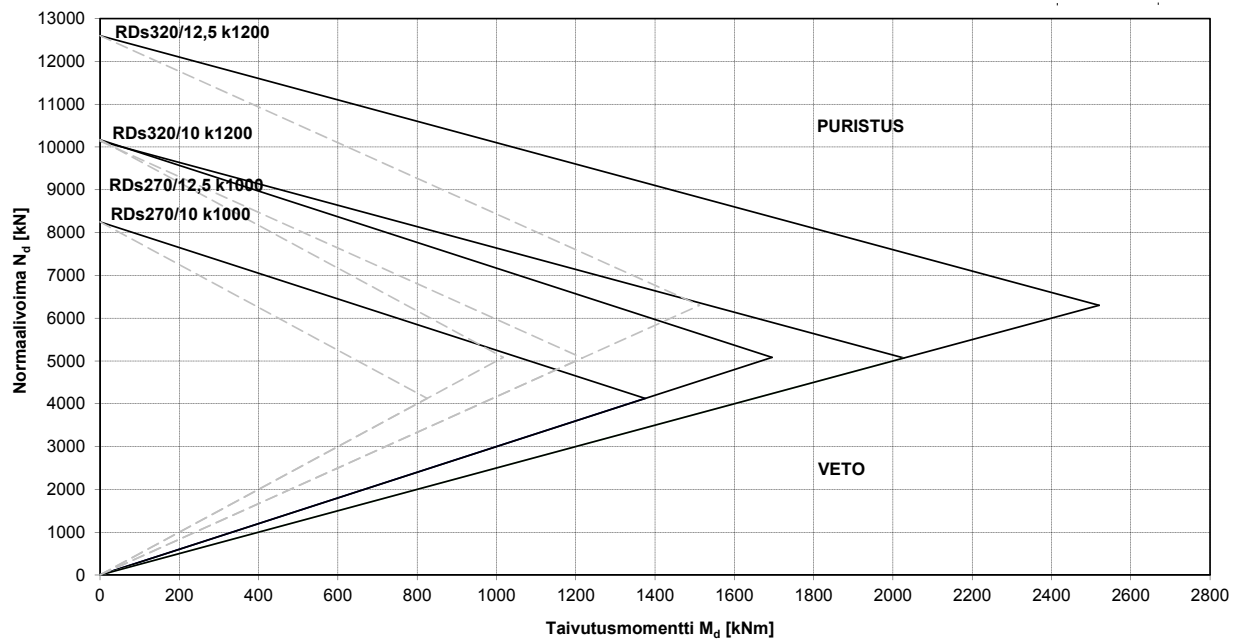
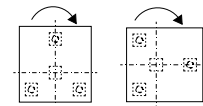
Kuva 38. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle, kuormituksen vaikutussuunta A.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RDs115/8...RDs220/12,5
3 paalua
Paaluväli k800



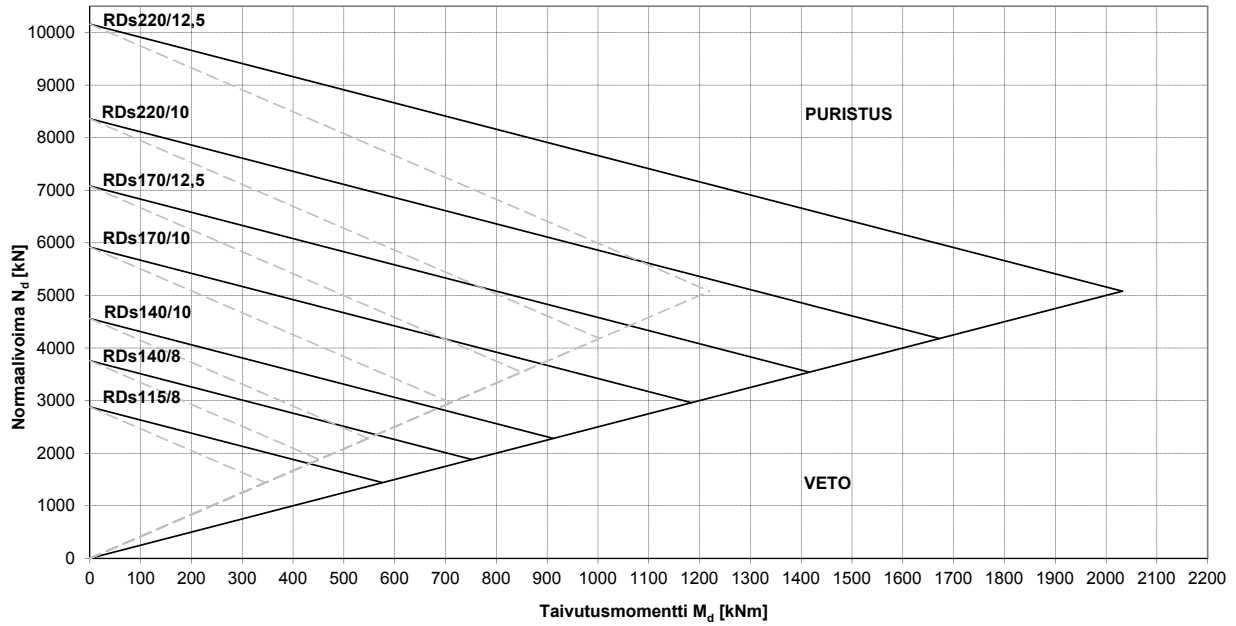
Paalut RDs270/10...RDs320/12,5
3 paalua



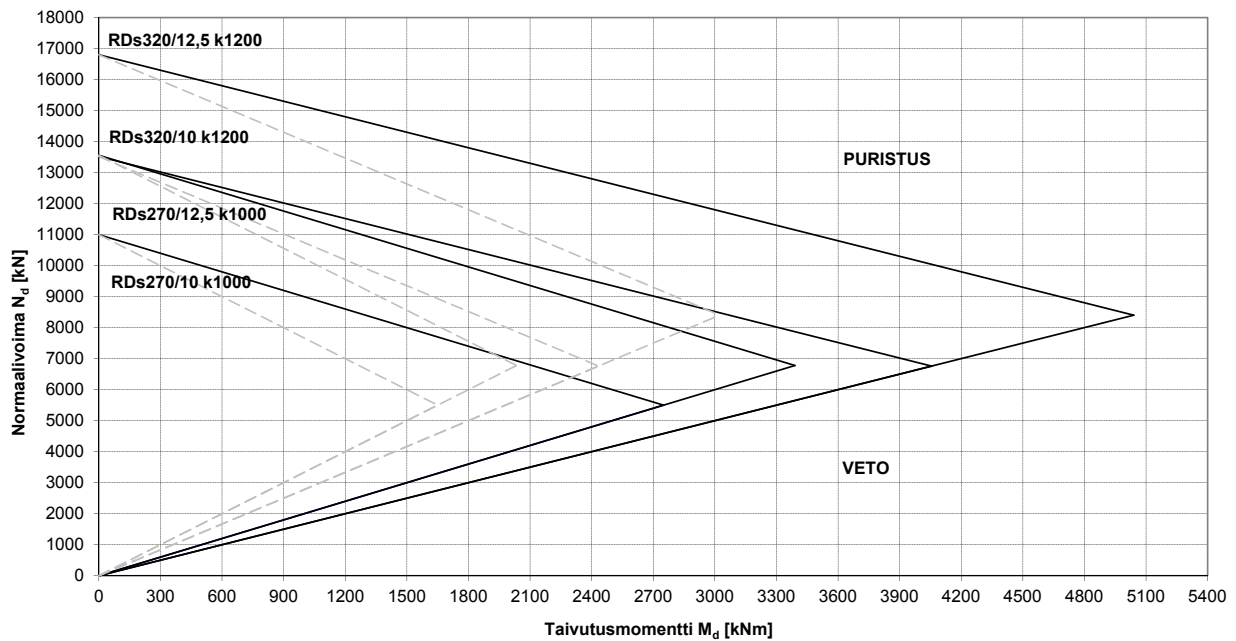
Kuva 39. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät kolmen paalun ryhmälle, kuormituksen vaikutussuunta B.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RDs115/8...RDs220/12,5
4 paalua
Paaluväli k800



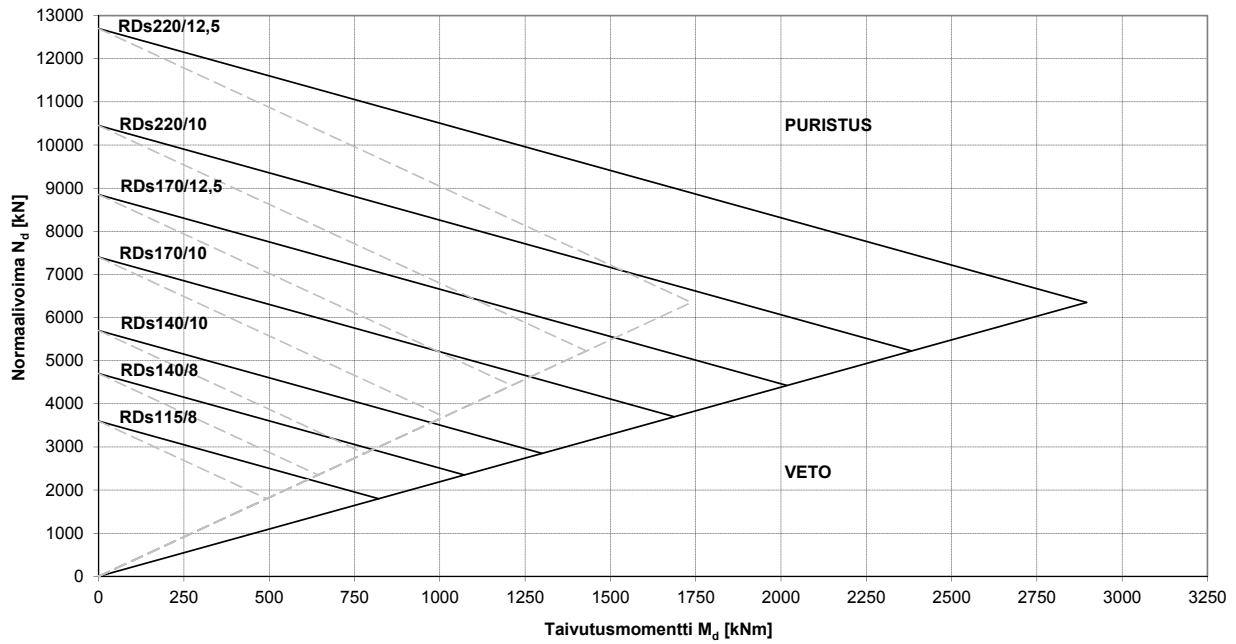
Paalut RDs270/10...RDs320/12,5
4 paalua



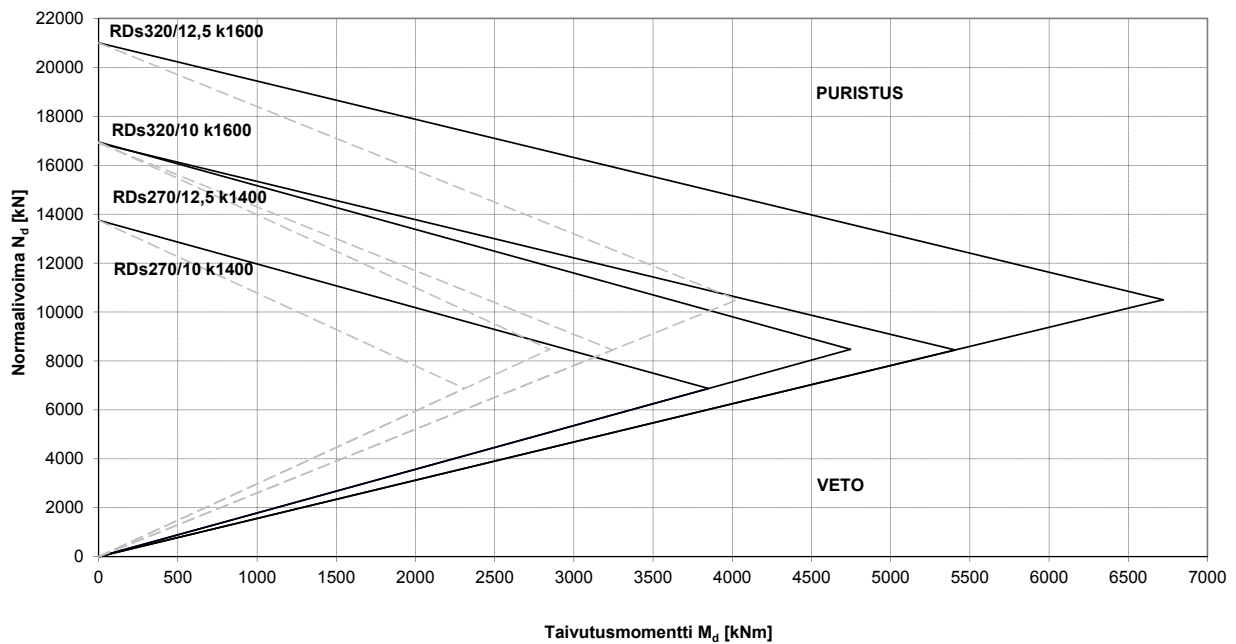
Kuva 40. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrät neljän paalun ryhmälle.

Paaluanturan normaalivoima- ja momenttikapasiteetti murtorajatilassa

Paalut RDs115/8...RDs220/12,5
5 paalua
Paaluväli k1140



Paalut RDs270/10...RDs320/12,5
5 paalua

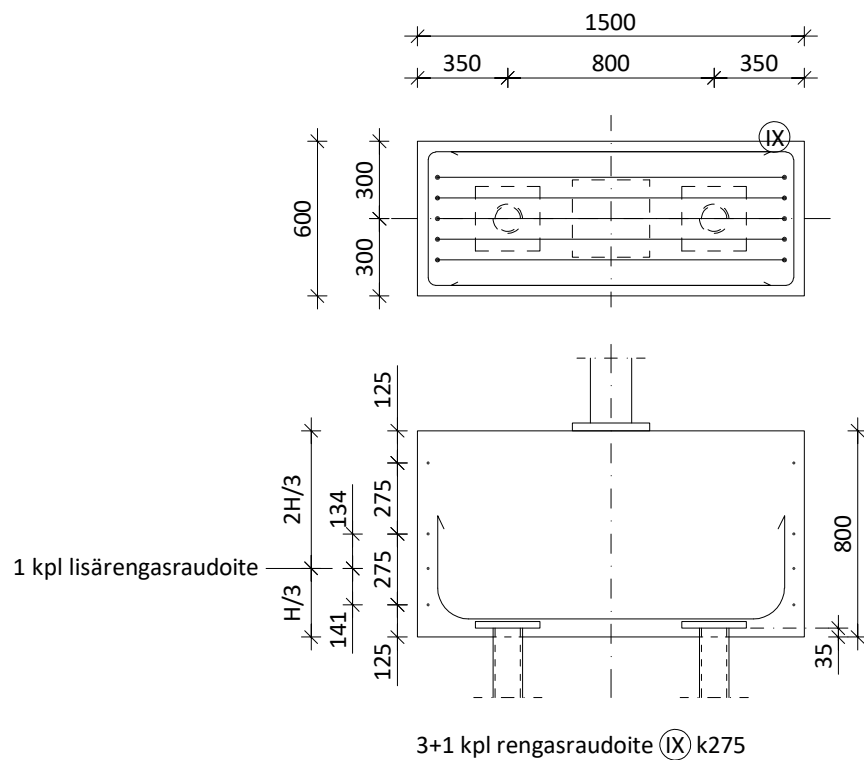


Kuva 41. Vakiopaaluanturan kapasiteettikäyrästöt viiden paalun ryhmälle.

VAKIOPAALUANTURA

FPS-2RRT1
FPS-2RRT2
FPS-2RRT3
FPS-2RRT4
FPS-2RRT6

Betoni C35/45
Teräs B500B (A500HW)
1 kpl tyyppirautoite (2)
Paaluhattutyypin (3) 250x250x25



Kuva 42. Esimerkki kahden paalun vakiopaaluanturan mitta- ja raudoituspiirustuksesta.

Vakiopaaluanturoiden mittapiirustukset ovat ladattavissa dwg-muodossa osoitteesta www.ssab.fi/tuotteet/terasluokat/infrastrukturi/infrastructure-downloads

Vakiopaaluanturoille laadittu Tekla Structures komponentti on ladattavissa osoitteesta warehouse.tekla.com

VAKIOPAALUANTURA

FPS-4RRs140/10-PTL2

FPS-4RRs140/10-PTL3

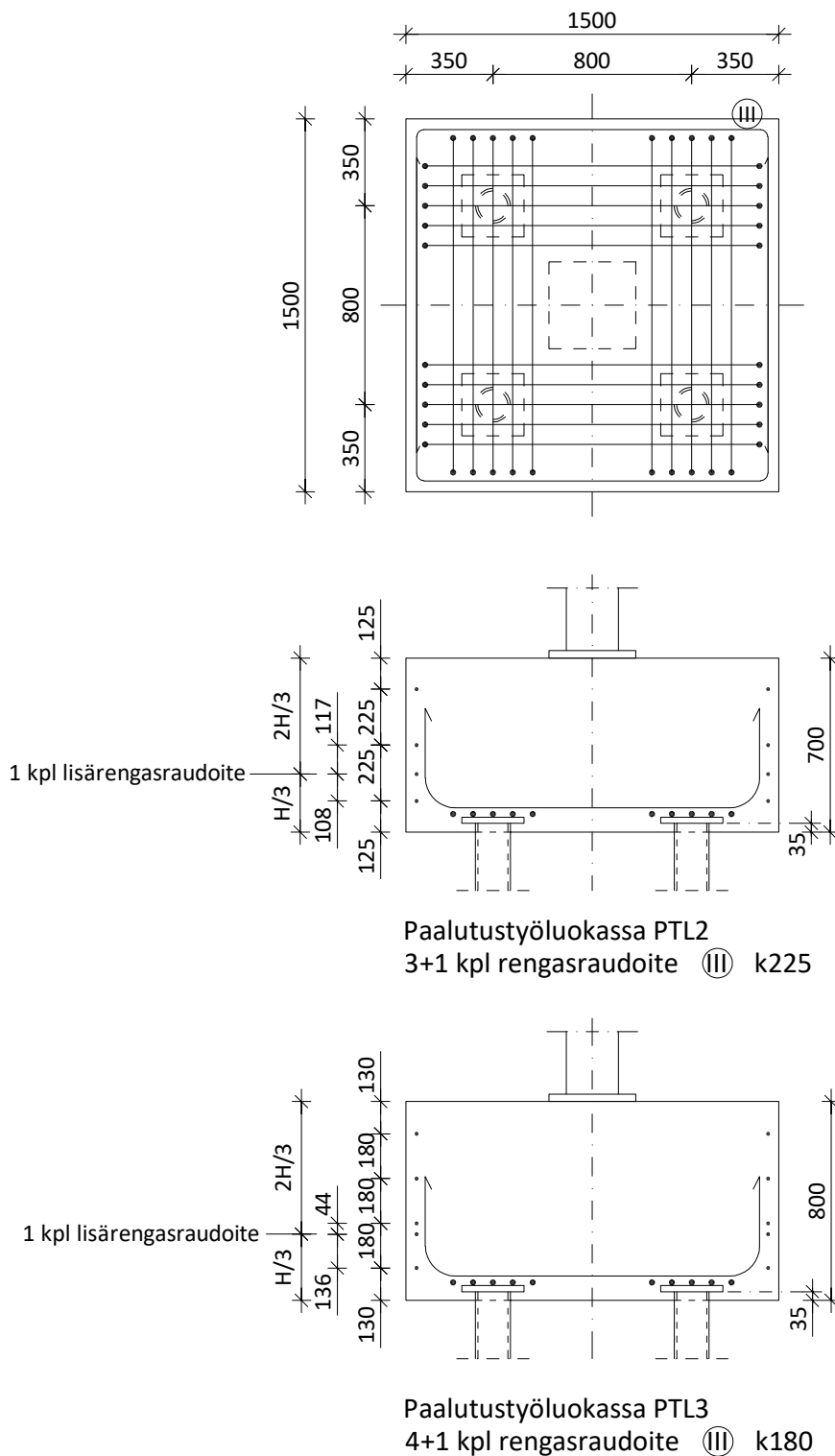
Betoni PTL2: C35/45

PTL3: C45/55

Teräs B500B (A500HW)

4 kpl tyyppiraudoite ④

Paaluhattutyyppi ④ 250x250x30



Kuva 43. Esimerkki neljän paalun vakiopaaluanturan mitta- ja raudituspiirustuksesta paalulle RRs140/10.

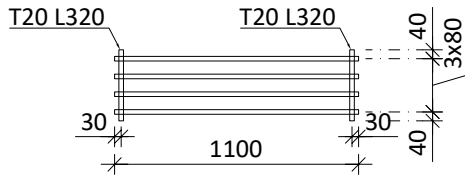
Ristiliitosankkurointi

Hitsi SF30 (SFS-EN ISO 17660-1)

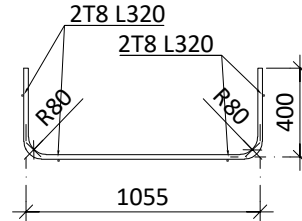
Koukkuankkurointi

Kiinnityshitsi

① 4T20 K80

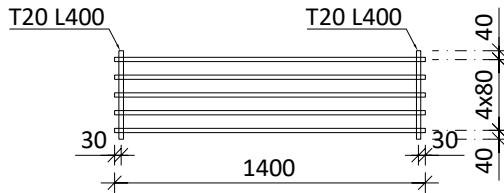


12 kg

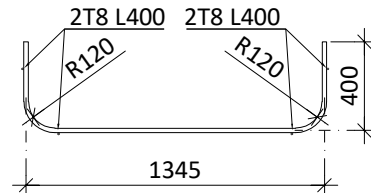


L=1778
18 kg

② 5T20 K80

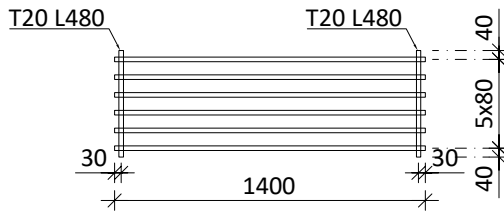


19 kg

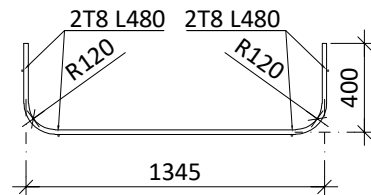


L=2033
26 kg

③ 6T20 K80

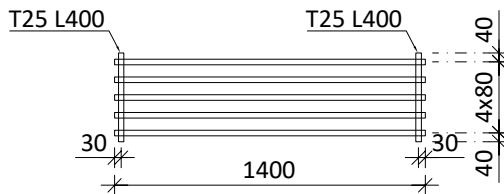


23 kg

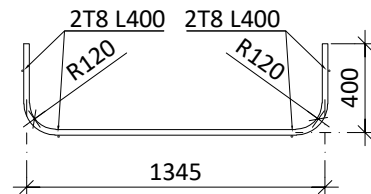


L=2033
31 kg

④ 5T25 K80

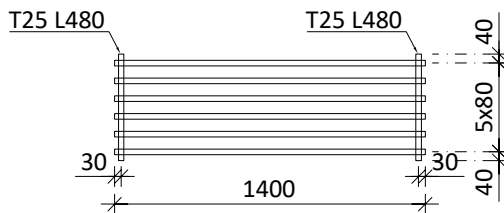


30 kg

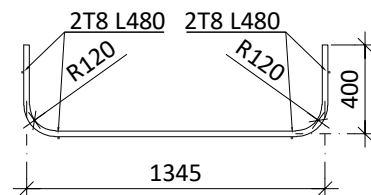


L=2031
40 kg

⑤ 6T25 K80



36 kg



L=2031
48 kg

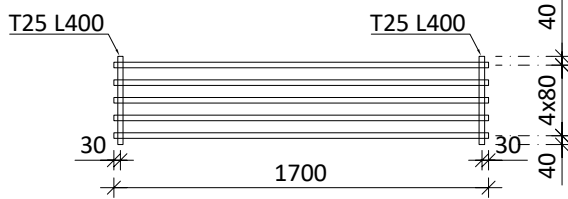
Ristiliitosankkurointi

Hitsi SF30 (SFS-EN ISO 17660-1)

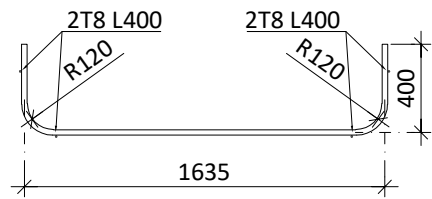
Koukkuankkurointi

Kiinnityshitsi

⑥ 5T25 K80

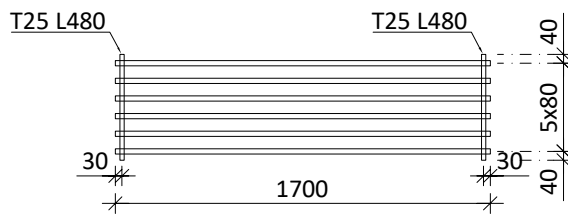


36 kg

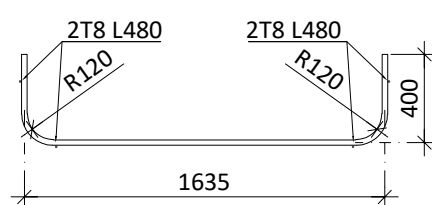


L=2321
45 kg

⑦ 6T25 K80

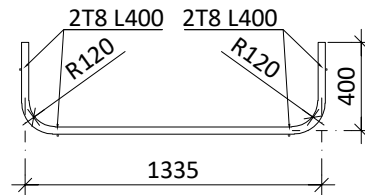


43 kg



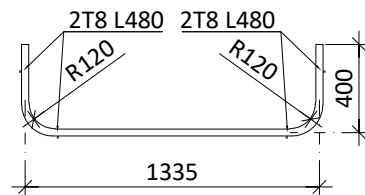
L=2321
54 kg

⑧ 5T32 K80



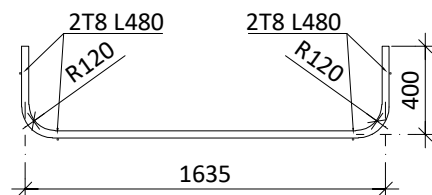
L=2018
64 kg

⑨ 6T32 K80



L=2018
77 kg

⑩ 6T32 K80

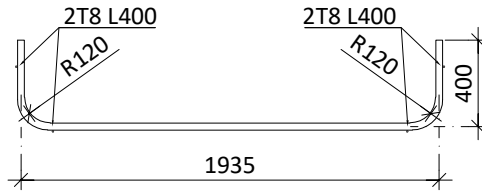


L=2318
89 kg

Koukkuankkurointi

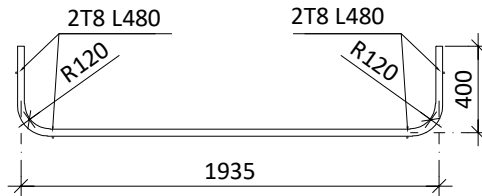
Kiinnityshitsi

① 5T32 K80



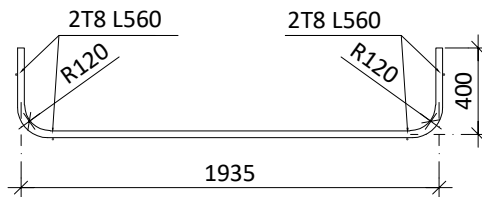
L=2618
83 kg

② 6T32 K80



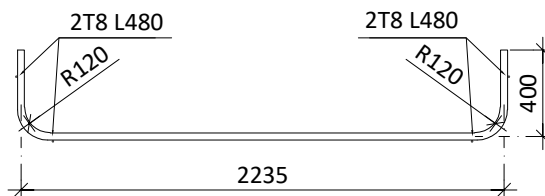
L=2618
100 kg

③ 7T32 K80



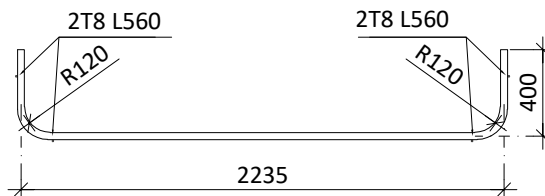
L=2618
117 kg

④ 6T32 K80



L=2918
111 kg

⑤ 7T32 K80

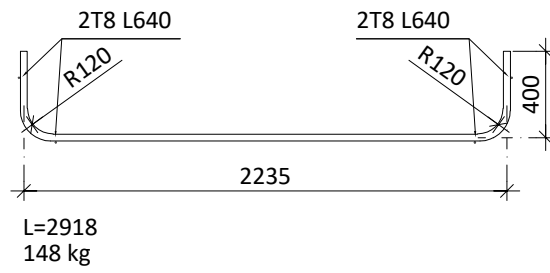


L=2918
130 kg

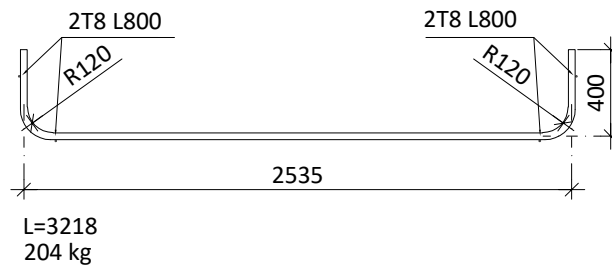
Koukkuankurointi

Kiinnityshitsi

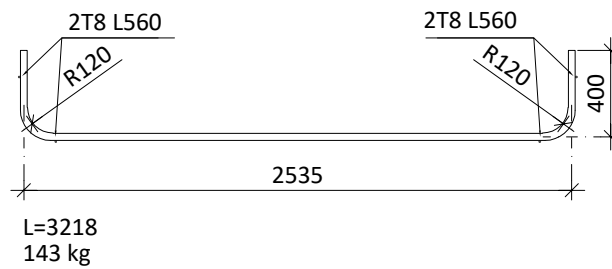
①6 8T32 K80



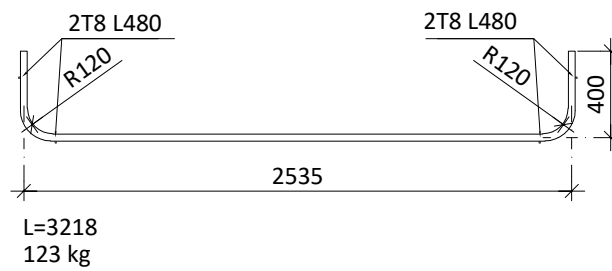
①7 10T32 K80



①8 7T32 K80



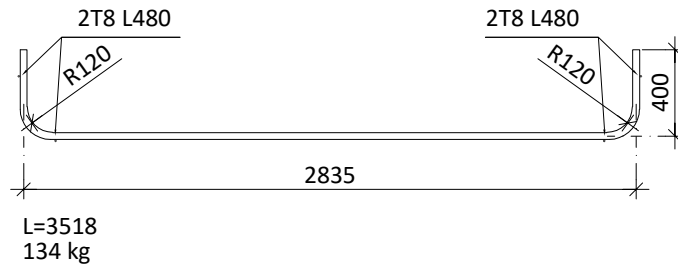
①9 6T32 K80



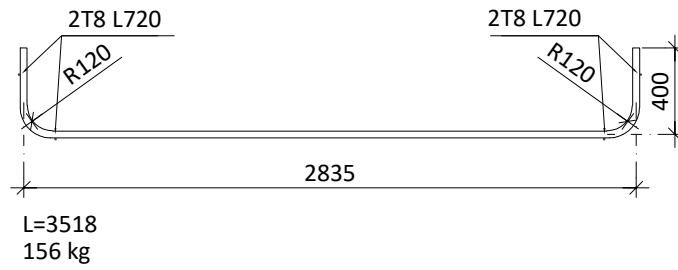
Koukkuankurointi

Kiinnityshitsi

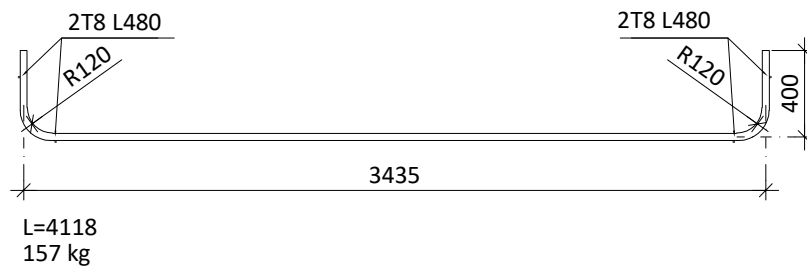
②0 6T32 K80



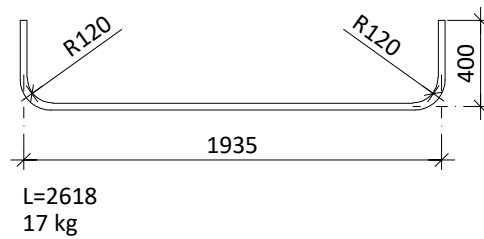
②1 7T32 K80



②2 6T32 K80



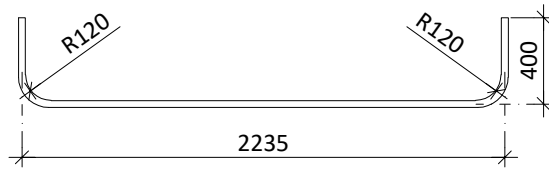
②3 T32



Koukkuankkurointi

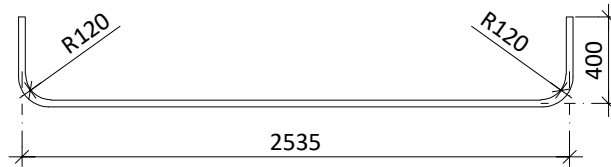
Kiinnityshitsi

②④ T32



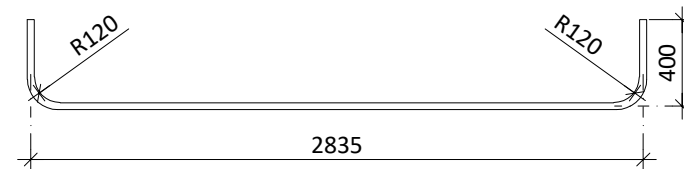
L=2918
18 kg

②⑤ T32



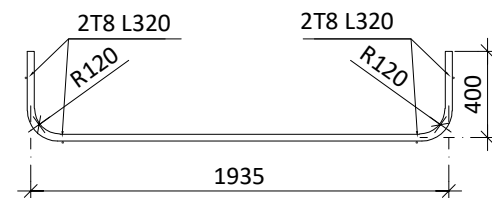
L=3218
20 kg

②⑥ T32



L=3518
22 kg

②⑦ 4T32 K80

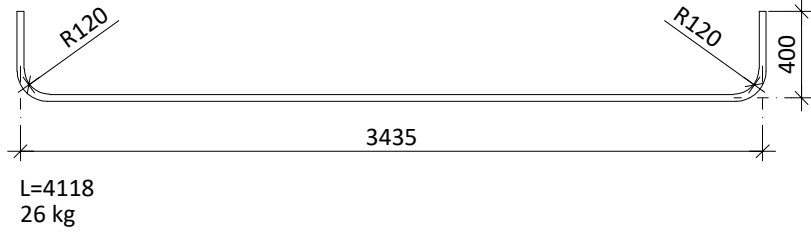


L=2618
67 kg

Koukuankurointi

Kiinnityshitsi

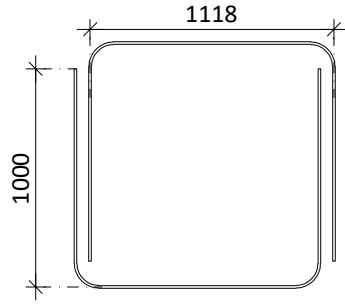
28 T32



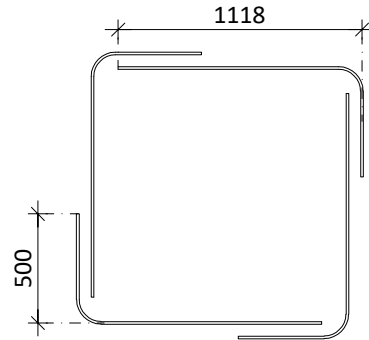
U-Rengasraudoitteet

L-Rengasraudoitteet

① T12

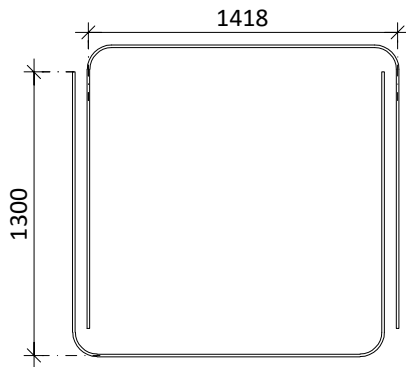


2 kpl L= 3090 mm
Kokonaispaino 5 kg

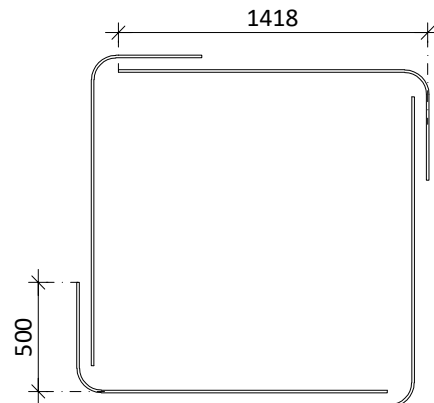


4 kpl L= 1604 mm
Kokonaispaino 6 kg

② T12

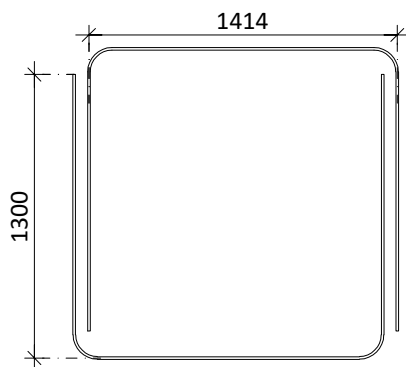


2 kpl L= 3990 mm
Kokonaispaino 7 kg

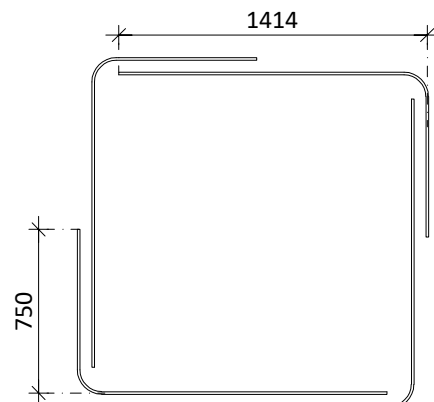


4 kpl L= 1904 mm
Kokonaispaino 7 kg

③ T16

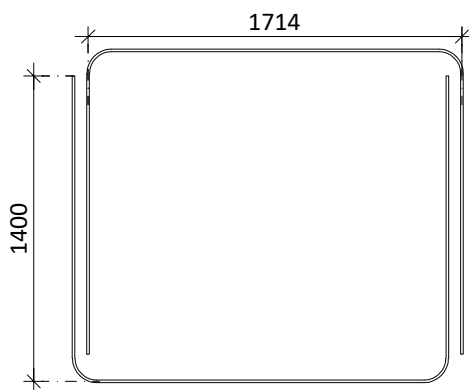


2 kpl L= 3976 mm
Kokonaispaino 13 kg

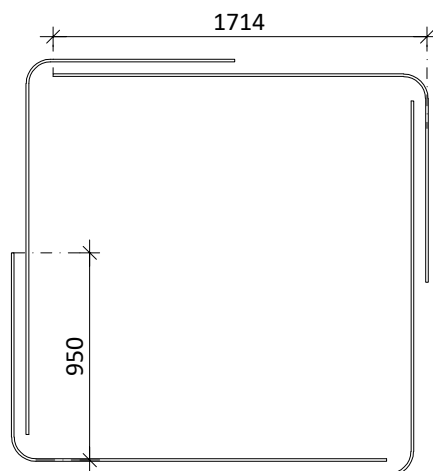


4 kpl L= 2145 mm
Kokonaispaino 14 kg

④ T20



2 kpl L= 4428 mm
Kokonaispaino 22 kg

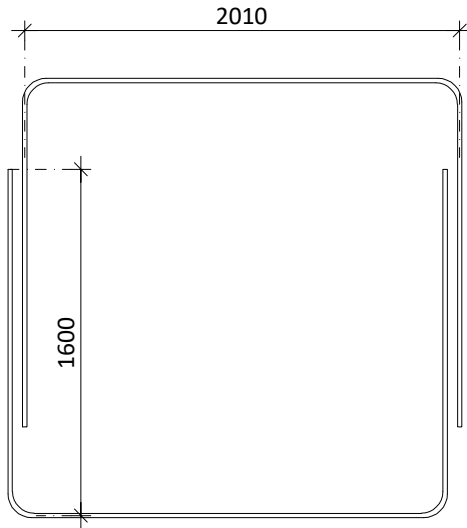


4 kpl L= 2621 mm
Kokonaispaino 26 kg

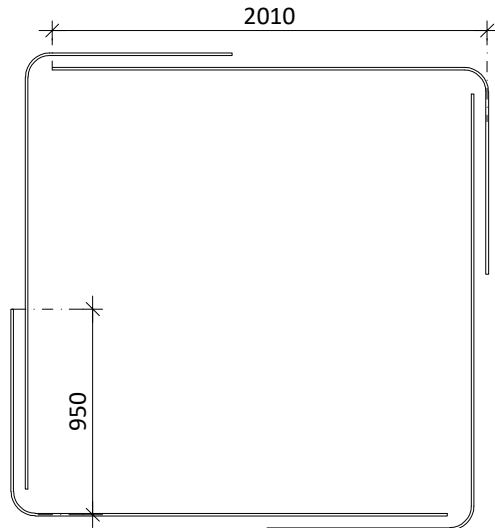
U-Rengasraudoiteet

L-Rengasraudoiteet

Ⓟ T20

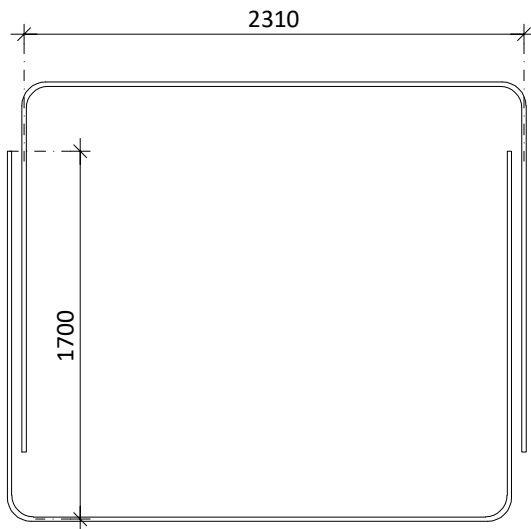


2 kpl L= 5124 mm
Kokonaispaino 25 kg

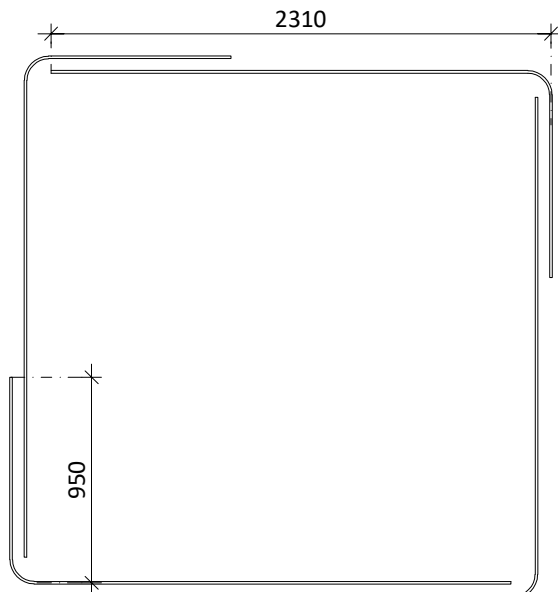


4 kpl L= 2917 mm
Kokonaispaino 29 kg

Ⓟ T20



2 kpl L= 5624 mm
Kokonaispaino 28 kg

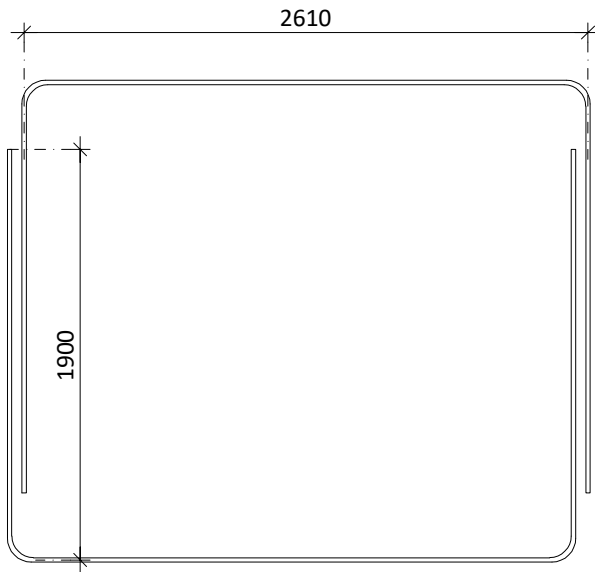


4 kpl L= 3217 mm
Kokonaispaino 32 kg

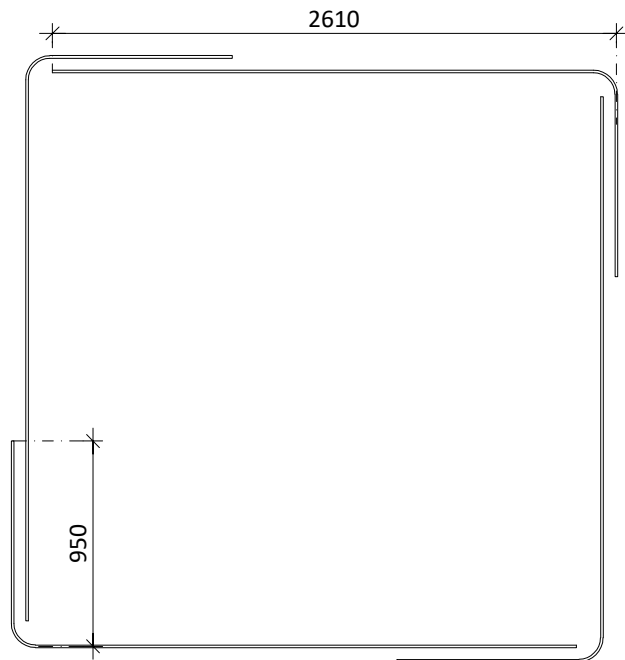
U-Rengasraudoitteet

L-Rengasraudoitteet

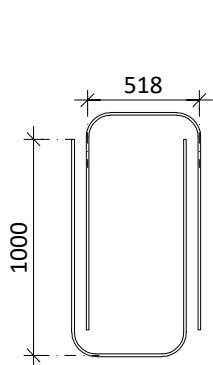
ⓋII T20



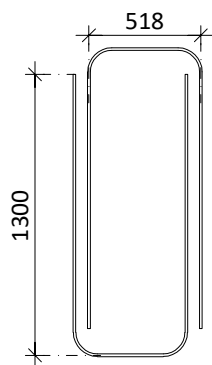
2 kpl L= 6324 mm
Kokonaispaino 31 kg



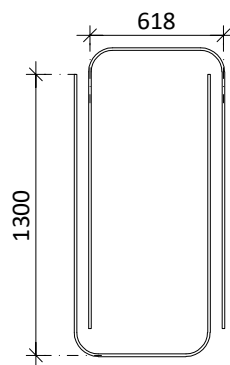
4 kpl L= 3517 mm
Kokonaispaino 35 kg



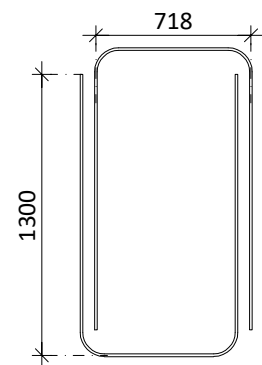
ⓋIII T12 L=2490
Kokonaispaino 4 kg



ⓋIX T12 L=3090
Kokonaispaino 6 kg



ⓋX T12 L=3190
Kokonaispaino 6 kg

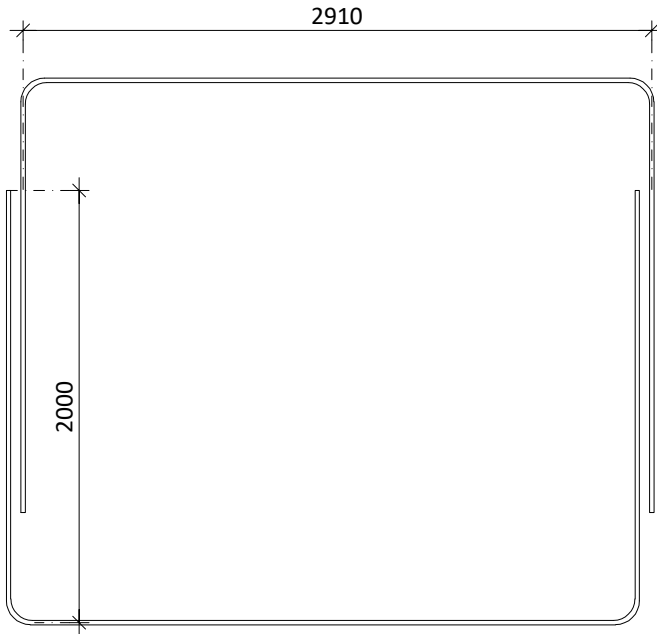


ⓋXI T12 L=3290
Kokonaispaino 6 kg

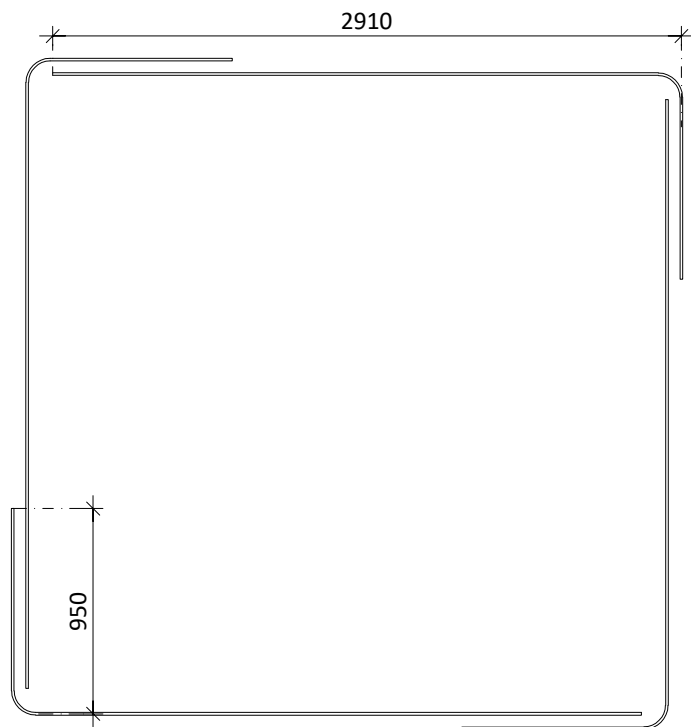
U-Rengasraudoiteet

L-Rengasraudoiteet

(XII) T20



2 kpl L= 6824 mm
Kokonaispaino 34 kg

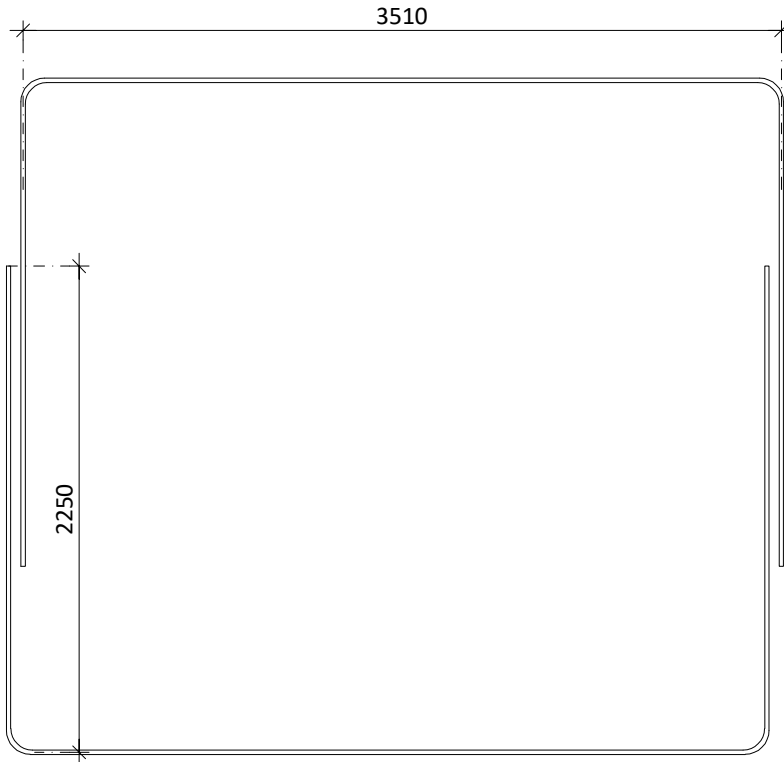


4 kpl L= 3817 mm
Kokonaispaino 38 kg

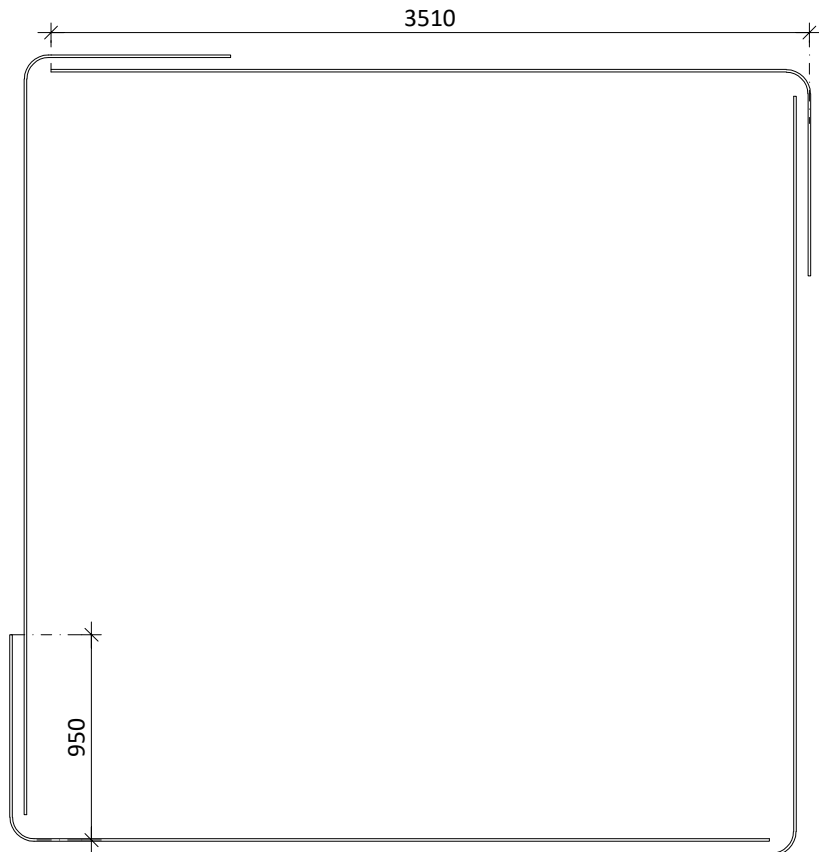
U-Rengasraudoitteet

L-Rengasraudoitteet

(XIII) T20



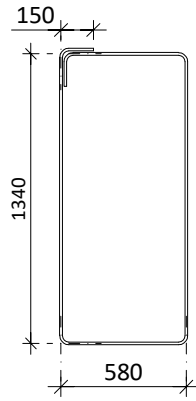
2 kpl L= 7924 mm
Kokonaispaino 39 kg



4 kpl L= 4417 mm
Kokonaispaino 44 kg

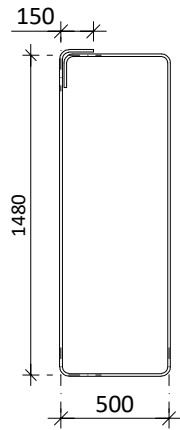
Ripustushaat

Ⓜ T12



L= 4069 mm
Kokonaispaino 7 kg

Ⓜ T12



L= 4189 mm
Kokonaispaino 7 kg

Liite 1

Paaluanturoiden mitoitus- ja suunnitteluperusteet

Murto- ja käyttörajatila

Vakiopaaluanturan vetoteräsmäärä on määritetty murto-rajatilassa sekä julkaisun by210 (kappale 6.6.6) mukaan että ristikkoanalogian mukaan. Vetoteräsmäärään vaikuttavat anturan mitat sekä kuormituspinnan leveys. Vetoteräsmäärän laskennassa on huomioitu paalun mahdollinen sijaintipoikkeama. Vetorauoituksen ankkurointi on tarkastettu standardissa SFS-EN 1992-1-1 (kappale 8.4) esitetyn menetelmän mukaisesti.

Koska rakenteen toiminta on tarkastettu ristikkoanalogian mukaan, on lävistystarkastelu voitu jättää tekemättä. Ripustushakojen (vrt. by210, kappale 6.6.6.) tarpeellisuus kaistarauoitteiden kohdalla tulee arvioida erikseen.

Anturan rengasraudoitus on määritetty kuten suunniteluohjeessa by61 on esitetty. Rengasraudoitteiden määrään vaikuttavat pilarin pohjalevyn koko sekä anturan leveys. Rakenteen halkeamalevydet on määritetty käyttörajatilassa SFS-EN 1992-1-1 kohdan 7.3.4 mukaisesti. RR/RRs/RD/RDs-paalujen paaluhatut on mitoitettu normaalivoiman kuormittaman liitoksen tavoin.

Puristuskestävyys

Anturan vetoteräksät sijaitsevat välittömästi paaluhatun päällä. Puristusjännitysten on oletettu jakautuvan paalun päästä ympyrämuodossa 60 asteen kulmassa paaluhatun yläpintaan ja 25 asteen kulmassa paaluhatun yläpinnasta ylemmän kaistarauoitteen yläpintaan. Käytetyt kulmat perustuvat FEM laskelmiin (laskelmien periaate on esitetty opinäytetyössä ”Teräspaaluanturan solmupisteen jännitysten analysointi paalun ja anturan liitoksessa”, Mikko Pieksamä, Saimaan ammattikorkeakoulu 2019) ja vastaavat lähestulkoon 45 asteen leviämiskulmaa paalun reunasta kaistarauoitteen yläpintaan. Jännityksen on oletettu siirtyvän paaluhatun yläpinnasta solmupisteeseen sekä betonin että kaistarauoitteen välityksellä. Betonin kestävyyttä silloin, kun se on raudoitettu laajenemista estävästi, on käsitelty SFS-EN 1992-1-1 kohdan 3.1.9 mukaisesti. Solmupisteen leveys määräytyy paalun halkaisijan, paaluhatun leveyden ja paksuuden, sekä kaistarauoitteen paksuuden mukaan. Koska kahden paalun anturassa vetoteräksät ylittävät paaluhatun ainoastaan yhdessä suunnassa, on puristuskestävyyden laskennassa oletettu puristuksen leviävän ainoastaan vetoterästen suunnassa.

Vinon puristussauvan jännitys on rajoitettu arvoon f_{cd} . Anturan yläpintaan, välittömästi pilarin alapuolella sijaitsevaan alueeseen jossa vinot puristusvoimat yhtyvät, on

oletettu muodostuvan kolmiakselinen jännitystilä. Tällöin pilarin alla sallittu jännitys on korotettu standardin SFS-EN 1992-1-1 kaavan (3.25) mukaiseen arvoon. Kaavassa σ_2 on oletettu vinon puristussauvan jännityksen ominaisarvon suuruiseksi.

Kahden paalun vakiopaaluanturoissa kuormituskohdan alapuolisen alueen jännitys on rajoitettu arvoon f_{cd} , sillä kahden paalun anturassa ei voida olettaa kolmiakselisen jännitystilän syntyä. Anturan puristuskestävyyksien lisäksi tulee tarkastaa pilarin juotosvalun kestävyys.

Puristuskapasiteetin varmistamiseksi on osassa viiden paalun anturoita lisätty kaistarauoitteet myös keskipaalun kohdalle (merkitty x-kirjaimella vakiorauoitteen numeron perässä taulukoissa 5, 6, 7 ja 8). Tämän ansiosta solmupiste on voitu olettaa muodostuvan raudoitteen yläpintaan ja solmupisteen pinta-ala on voitu leventää kuten reunapaaluilla. Myös puristusvoiman jakautumisaluetta on voitu kaistarauoitteiden ansiosta kasvattaa ja sauvan puristusjännitys on saatu rajoitettua arvoon f_{cd} . Jos paalulle tulevan kuorman mitoitusarvo on maksimissaan 80 % paalun kestävyuden mitoitusarvosta ja paalun sijaintipoikkeama 0 mm, voidaan kaistarauoitteet keskipaalun päältä jättää asentamatta. Viiden paalun anturoita käytettäessä tulee kuitenkin aina varmistua sijaintipoikkeamien aiheuttamien vetovoimien hallinnasta, jos keskipaalun ylittäviä kaistarauoitteita ei käytetä.

Tarkastelut on tehty anturan lävistäjän suunnassa. Kolmen paalun anturoissa on puristusarkastelut tehty jokaisen paalun suunnassa erikseen. Paalun yläpuolisella alueella on oletettu solmupisteen leveys muodostuvan kuten muissakin anturatyypeissä riippumatta siitä, että kaistarauoitteet eivät kulje paaluhatun yli kohtisuorasti.

Jokaiselle vakiopaaluanturalle on määritetty kuormituspinnan leveydelle minimiarvo. Minimiarvo on määritetty riittävän suureksi, jotta sallittu puristusjännitys välittömästi kuormituspinnan alapuolella ei ylity. Kuvissa määrättyä kuormituspinta-alan minimiarvoa on mahdollista pienentää, jos anturaa ei kuormita paaluryhmän täysi kapasiteetti. Tällöin kuitenkin puristuskestävyys sekä rengas- ja kaistarauoitteiden määrä tulee määrittää erikseen.

Puristuskestävyyksien laskennassa on huomioitu paalujen sallittu sijaintipoikkeama. Mikäli paalujen siirtymät ovat niin suuria, että puristussauvan kulma on alle 45 astetta, on joko anturaa korotettava tai läpileikkautuminen tarkasteltava erikseen. Kyseisessä tilanteessa on huomioitava myös mahdolliset ripustushaarat sekä vetotankojen sijoittelu paalujen välille by210 kohdan 6.6.6 mukaisesti. Jos on syytä olettaa ettei pilarin alle 3, 4 ja 5 paalun anturoissa muodostu täydellistä kolmiakselista jännitystilää

Liite 1

tai muut oletukset eivät toteudu, tulee puristuskestävyydet tarkastella erikseen. Jos on syytä epäillä, että puristussauvan alapään ja paaluhatun yläpuolisen alueen yhtymäkohtaan syntyy merkittäviä leikkausvoimia, tulee ne huomioida erikseen.

Suunnittelijan harkinnan mukaan rakenteen kestävyys voidaan varmistaa myös muilla menetelmillä. Kriittiseksi kohdaksi muodostuu yleensä paalun yläpuolinen alue sekä pilarin alapuolinen alue.

Suunnitteluperusteet

RR-, RRs-, RD- ja RDs-paalut on oletettu nivelellisesti kiinnitetyiksi anturaan riippumatta siitä, toteutetaanko kiinnitys paaluhatun avulla vai tuomalla paalun raudoitteet anturaan. Rakenteeseen kohdistuva kuormitus on oletettu paaluryhmän maksimikapasiteetin suuruiseksi. Kuormituksesta on oletettu 40 % pysyväksi ja 60 % hyötykuormaksi. Rakenne on oletettu kuuluvaksi seuraamuluokkaan CC2 ja luotettavuusluokkaan RC2, jolloin kuormakerroin K_{FI} saa arvon 1,0.

Rakenteen halkeaman ominaisleveys on määritetty pitkäaikaisille kuormille käyttäen kuorman yhdistelykertoimena arvoa 0,8. Suurimpana sallittuna halkeamaleveytenä on käytetty arvoa 0,3 mm. Halkeamaleveyden laskentaan liittyvä tehollinen vetovyöhyke on määritetty standardin SFS-EN 1992-1-1 mukaisesti käyttämällä vetovyöhykkeen leveytenä anturan leveyttä, ja tätä vastaavana teräsmääränä joko kahden tai yhden kaistaraudoitteen teräsmäärää, riippuen paalujen lukumäärästä. Raudoitusten todellinen betonipeite on yleensä suurempi kuin 50 mm. Halkeamaleveyksien laskennassa on kuitenkin kaikissa tapauksissa käytetty betonipeitteen paksuutena 50 mm by65 kohdan 2.5 mukaisesti. Vektoraudoituksen on oletettu sijaitsevan välittömästi paaluhatun päällä ja toisen suunnan kaistaraudoitteen välittömästi alemman kaistaraudoitteen päällä. Kaikki paalut tulee upottaa anturaan siten, että paaluhatun alapuolella on 35 mm betonipeite. Tämä on esitetty myös ohjeen kuvissa.

Kullekin vakioanturalle on määritetty soveltuva tyyppiraudoite. Kun pääraudoitteen halkaisija on alle 32 mm, on tyyppiraudoitetta esitetty kaksi vaihtoehtoa. Nämä vaihtoehtoiset raudoitteet eroavat toisistaan ankkurointitavassa. Koukulla varusteltua kaistaraudoitetta voidaan pitää suositeltavana raudoitteena kaikissa tapauksissa. Ristiliitosankuroinnissa hitsiltä vaaditaan 30 %:n lujuus ankkuroitavaan teräkseen nähden. Ankkurointipituudet on mitoitettu tangon todelliselle jännitykselle, ja ankkurointipituus on laskettu paaluhatun sisäreunasta lähtien. Niissä tapauksissa, joissa paalun sallittu sijaintipoikkeama on mahdollinen ilman anturoiden mittojen muuttamista,

on sijaintipoikkeama ankkurointitarkastelussa huomioitu. Niissä tapauksissa, joissa sallittu sijaintipoikkeama ei voi tapahtua ilman anturan mittojen muuttamista, on ankkurointipituus tarkastettu paalun minimireunaetäisyydelle. Paaluhatun reunan ja anturan reunan välinen etäisyys on oltava vähintään puolet paaluhatun leveydestä.

Rengasraudoitteiden jako on määritetty sijoittamalla ylin ja alin rengasraudoite siten, että reunimmaisen rengasraudoitteen etäisyys paaluanturan ylä- tai alareunasta on 125 mm. Niissä hitsatun kaistaraudoitteen tapauksissa, joissa rengasraudoite ei kaistaraudoitteen suuren halkaisijan vuoksi mahdu em. asemaansa, on alinta rengasraudoitetta nostettu. Työteknisistä seikoista johtuen on alinta rengasraudoitetta nostettu vastaavasti myös koukkuraudoitetta käytettäessä.

Jos paalujen sijaintipoikkeamat, anturaan liittyvien rakenteosien mitat, kuormat, seuraamuluokat tai muut lähtöarvot poikkeavat oletetuista merkittävästi, tulee rakenteen mitoitus tarkistaa erikseen. Anturan yläpinta tulee raudoittaa peruspulttiohjeen mukaisesti, jos pilarin kiinnitys anturaan sitä vaatii.

SSAB on maailmanlaajuisesti toimiva pohjoismainen ja yhdysvaltalainen teräsyhtiö. Yhtiön lisäarvoa tarjoavat tuotteet ja palvelut on kehitetty tiiviissä yhteistyössä asiakkaiden kanssa. Tavoitteena on vahvempi, kevyempi ja kestävämpi maailma. SSAB:llä on työntekijöitä yli 50 maassa ja tuotantolaitoksia Ruotsissa, Suomessa ja Yhdysvalloissa. Yhtiö on noteerattu Nasdaq OMX Nordic Tukholmassa ja toissijaisesti Nasdaq OMX Helsingissä. www.ssab.com

VASTUUVAPAUSLAUSEKE

Tämän asiakirjan tiedot ja tekstit on annettu ainoastaan yleisessä tiedonanto-tarkoituksessa ja ilman minkäänlaista takuuta. SSAB Europe Oy:tä (tai samaan yritysryhmään kuuluvaa yhtiötä) ei voida pitää vastuussa näihin tietoihin liittyvistä virheistä, laiminlyönneistä tai väärinkäytöistä ja ne irtisanoutuvat kaikesta tietojen käyttämiseen tai käyttämättä jättämiseen liittyvästä vastuusta. Kaikki materiaalin käyttö tapahtuu käyttäjän omalla vastuulla. Missään tapauksessa SSAB Europe Oy:tä (tai samaan yritysryhmään kuuluvaa yhtiötä) ei voida pitää vastuussa vahingoista mukaan lukien tulonmenetyksestä, toteutumatta jääneistä säästöistä tai muista liitännäisistä tai välillisistä vahingoista, jotka aiheutuvat tämän tiedon käyttämisestä tai käyttämättä jättämisestä. SSAB:n paalujen kokoluokkaa ja niiden teknisiä ominaisuuksia sekä tämän asiakirjan sisältöä voidaan muuttaa ilman tiedonantoa.

Copyright © 2023 SSAB. Kaikki oikeudet pidätetään. SSAB ja SSAB:n tuotenimet ovat SSAB:n tavaramerkkejä tai rekisteröityjä tavaramerkkejä