

Pientalojen perustukset

Anturoiden suunnitteluohje RR[®]- ja RD[®]-paaluille

Mitoitusohjeet ja paaluvälin määrittämistä varten laaditut kuvaajat jatkuville paaluanturoille helpottavat ja nopeuttavat RR- ja RD-paaluanturoiden suunnittelua. Ohjeen avulla voidaan helposti määrittää pientaloissa käytettävien teräspaalujen koko ja paalujen väliset etäisyydet. Ohjeessa on esitetty myös periaatteet yksittäisen paalun paaluanturan käytöstä. Anturoiden mitoitukset on tehty Eurokoodien mukaisesti.

Käyttökohteet:

- omakotitalot
- paritalot
- rivitalot
- pienkerrostalot
- vapaa-ajan rakennukset
- varasto-, autotalli- yms. rakennukset

Yleistä

Ohje on laadittu helpottamaan RR®- ja RD®-paalujen käyttöä pientalojen perustamisessa. Ohjeen avulla voidaan alustavasti määrittää kerrosluvun ja runkomateriaalin perusteella jatkuvissa paaluanturoissa käytettävien teräs-paalujen väliset etäisyydet ja siten koko rakennuksen paalumäärä. Vaihtoehtoisesti ohjeen avulla voidaan mitoittaa paaluväli, kun anturalle tuleva viivakuorma on tiedossa. Paalujen tarkka määrä ja sijainti esitetään kohteen rakennesuunnittelijan laatimissa toteutus-suunnitelmissa.

Tässä ohjeessa on jatkuvien paaluanturoiden mitoittamisen ja periaateleikkauksien lisäksi esitetty myös yksittäisen paalun paaluanturan peruseriaatteet ja esimerkkipiirustukset.



RR®-paalut ja paaluväri

Pientalojen paaluanturoissa käytetään lyömällä pystysuoraan asennettavia RR-paaluja paalukoosta RR75 paalukokoon RR140/8 saakka. RR-paalujen materiaalit, varusteet, suunnittelu ja paalutustyö on esitetty ohjeessa: *RR®- ja RD®-paalut, Suunnittelu- ja asennusohjeet*. Mitoituksen perusteena olevat paalujen kestävyysmitoitussarvot on esitetty taulukossa 1. Paalujen rakenteellinen kestävyys (nurjahduskestävyys) tulee tarkistaa lähinnä käytettävän korroosiovaran ja maan suljetun leikkauksisuuden perusteella. Paalujen kestävyysmitoitussarvoissa ei ole huomioitu mahdollista paaluihin kohdistuvaa negatiivista vaippahankausta.

Paaluina voidaan käyttää myös vastaavan kokoisia RD-paaluja (alkaen RD90), kun RD-paaluille tulevat kuormien mitoitussarvot eivät ylitä anturoiden mitoituksessa käytettyjä paalujen kestävyysmitoitussarvoja. Paaluissa käytetään taulukossa 2 esitettyjä paaluhattuja. Paaluhattujen teräslaji on S355J2.

Taulukko 1. Mitoituksessa käytetyt paalujen kestävyysmitoitussarvot.

Paalu	Teräslaji	R _d [kN] PTL2
RR75	S460MH	259
RR90	S460MH	307
RR115/6.3	S460MH	401
RR115/8	S460MH	502
RR140/8	S460MH	621

Taulukko 2. RR®-paaluissa käytettävien paaluhattujen mitat.

Paalu	Mitat [mm x mm x mm]
RR75	150 x 150 x 15
RR90	150 x 150 x 15
RR115/6.3	200 x 200 x 20
RR115/8	250 x 250 x 25
RR140/8	250 x 250 x 25

Suunnitteluperusteet

Käytetyt normit ja ohjeet

- SFS-EN 1990 Rakenteiden suunnitteluperusteet
- SFS-EN 1992-1-1 Betonirakenteiden suunnittelu.
Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt
- RIL 254-2016 Paalutusohje 2016

Käytetyt materiaalit

- RR-paalut, teräslaji S460MH (taulukko 1)
- RR-paaluhatut, teräslaji S355J2 (taulukko 2)
- harjateräs B500B
- betoni C25/30

Käytetyt osavarmuuskertoimet

- | | |
|---|------|
| • pysyvä kuorma G | 1,15 |
| • muuttuva kuorma Q | 1,50 |
| • pitkäaikaisen kuorman yhdistelykerroin ψ_2 | 0,30 |
| • betoni γ_c | 1,50 |
| • harjateräs γ_s | 1,15 |

Alkuoletukset

- paalut ovat pystysuoria
- paalutustyöluokka PTL2
- mitoituksessa käytetyt paalujen kestävyysmitoitussarvot on esitetty taulukossa 1
- paalun rakenteen kestävyys 2,0 mm:n korroosiovauriolla on yleensä suurempi kuin mitoitussarvo paaluilla RR75-RR140/8, kun maan suljettu leikkauslujuus on 8 kPa tai enemmän
- paaluille ei sallita vetoa
- paalu upotetaan anturaan vähintään 50 mm
- ulkoinen kuormitus ei aiheuta anturaan oleellisia vaakavoimia
- tuulikuormat ja muut vaakakuormat on oletettu niin pieniksi, että ne välittyvät sokkelin, anturan ja paalun sivuvastuksen välityksellä maahan
- paalujen välillä jatkuva paaluantura toimii palkkina
- rakenne kuuluu seuraamusluokkaan CC2 ja luotettavuusluokkaan RC2, jolloin kuormakerroin $K_{FI} = 1,0$
- rakenteen halkeaman ominaisveveys on määritetty pitkäaikaisille kuormille käyttäen kuorman yhdistelykertoimena arvoa 0,3 (30 % hyötykuormasta pitkäaikaista)

Muut

- anturan ympäristörasitusluokka XC2
- betonipeitteen paksuus maata vasten valettaessa 50 mm

Mitoitustapa

Jatkuva paaluantura on mitoitettu 1- tai 2-aukkoisena palkkina, jolloin rakenteeseen syntyvän suurimman momentin itseisarvoksi on rakenteen ylä- ja alapinnassa oletettu $0,125 \cdot q \cdot L^2$. Suurimmaksi leikkausvoimaksi on oletettu $0,625 \cdot q \cdot L$.

Paaluväli on määritetty jatkuvalla anturalle siten, että paalun kestävyysmitoitussarvo on vähintään kuorman

mitoitussarvon suuruinen, jatkuva paaluantura kestää siihen kohdistuvan taivutuksen ja leikkauksen sekä paaluanturaan syntyvän halkeaman ominaisveveys ei ylitä sallittua 0,3 mm. Sallittu paaluväli paalun kestävyysmitoitussarvon suhteen on määritetty jakamalla kestävyysmitoitussarvo perustukselle tulevan viivakuorman mitoitussarvolla. Paaluväli taivutuksen suhteen on määritetty siten, että harjateräsmäärän kapasiteetti on momenttiin nähden riittävä. Vastaavan taivutusmomentin perusteella on määritetty teräsjännitys ja edelleen halkeamaleveys. Paaluväli halkeaman suhteen on valittu siten, että sallittua halkeamaleveyttä ei ylitetä. Leikkausvoimakestävyys on tarkasteltu etäisyyden d päässä paaluhatun reunasta. Hakajako on määritetty siten, että rakenne kestää siihen kohdistuvat leikkausvoimat edellä mainituilla laskentaoletuksilla. Leikkausraudoituksen määrityksessä on huomioitu Eurokoodissa asetetut rajoitukset, sekä maksimihakavälille rakenteen pituussuunnassa, että hakaraudoitteiden leikkeiden maksimivälille. Jos jatkuva paaluantura on lyhyt tai kuorman oletetaan jakautuvan paaluille epätasaisesti, tulee paaluille tuleva kuorma aina tarkastaa paalukohtaisesti.



Anturakuormien laskentaperusteet

Kuvaajat on määritetty sekä 1- että 2-kerroksisille pientaloille. 1-kerroksisissa pientaloissa on seinäkorkeudeksi oletettu 4 m ja vastaavasti 2-kerroksisissa pientaloissa 8 m. 2-kerroksisissa pientaloissa on lisäksi huomioitu välipohjan oma paino sekä välipohjaan kohdistuva hyötykuorma. Kuvaajat on määritetty kahdelle pientalossa käytetylle tyypilliselle anturakoolle 600 mm x 400 mm ja 600 mm x 600 mm.

Jatkuvalle paaluanturalle tuleva kuorma on laskettu seinämateriaalin ja rakennuksen kantavien seinälinjojen välisen keskinäisen etäisyyden perusteella. Etäisyys vastaa rakennuksen runkosyvyyttä, jos rakennuksen kantavat seinälinjat sijaitsevat ainoastaan rakennuksen ulkoseinälinjoilla.

Seinämateriaaliltaan pientalot on jaettu kolmeen ryhmään, puurakenteiseen, harkkorakenteiseen ja betonielementtirakenteiseen taloon. Puurakenteisen talon seinärakenteen painoksi on oletettu 1,8 kN/m³ ja seinäpaksuudeksi 0,30 m. Vastaavat arvot harkkorakenteiselle talolle ovat 7,5 kN/m³ ja 0,42 m ja betonielementtirakenteiselle talolle 13 kN/m³ ja 0,45 m.

Alapohjan painoksi on kaikilla kolmella seinämateriaalityypillä oletettu 5 kN/m², joka vastaa esimerkiksi 200 mm paksua ontelolaattaa, pintabetonia ja eristeitä. Välipohjamateriaaliksi on harkko- ja betonielementtitaloilla oletettu ontelolaatta, jolloin välipohjan omana painona on käytetty 5 kN/m². Puurakenteisen talon välipohjamateriaaliksi on oletettu puu, jolloin välipohjan omana painona on käytetty arvoa 2 kN/m². Kattorakenteen omaksi painoksi on kaikilla runkomateriaaleilla oletettu 1,2 kN/m². Lumikuormana on käytetty 2 kN/m², joka on Eurokoodin mukainen lumikuorma Etelä- ja Keski-Suomessa. Ala- ja välipohjaa kuormittavaksi hyötykuormaksi on Eurokoodin mukaisesti oletettu 2 kN/m².

Rajoitukset

Anturaan ja/tai paaluihin voi kohdistua merkittäviä vaakakuormia esimerkiksi silloin, kun rakennuksessa on kellarit, tai tuuletetun alapohjan sokkeli on korkea. Tällöin paaluanturoiden ja paalujen sivukapasiteetti ja siirtymät tarkistetaan tapauskohtaisesti.

Jos jatkuva paaluantura on lyhyt tai kuorman oletetaan jakautuvan paaluille epätasaisesti, tulee paaluille tuleva kuorma tarkastaa paalukohtaisesti.

Yhteenveto anturakuormien laskentaperusteista:

- 1-kerroksisen rakennuksen seinäkorkeus 4 m
- 2-kerroksisen rakennuksen seinäkorkeus 8 m
- puurakenteisen seinärakenteen paksuus 0,30 m, paino 1,8 kN/m³
- harkkorakenteisen seinärakenteen paksuus 0,42 m, paino 7,5 kN/m³
- betonielementtitalon seinärakenteen paksuus 0,45 m, paino 13 kN/m³
- alapohjan paino kaikilla rakenteilla 5 kN/m²
- puurakenteisen rakennuksen välipohjan paino 2 kN/m²
- harkko- ja betonielementtirakennuksen välipohjan paino 5 kN/m²
- vesikaton paino 1,2 kN/m²
- lumikuorma 2 kN/m²
- ala- ja välipohjan hyötykuorma 2 kN/m²

Perustusten suunnittelu

Pohjatutkimus

Pohjatutkimuksen perusteella laaditusta perustamista-palausunnosta tulisi ilmetä maan suljettu leikkauslujuus, korroosiovara, paalujen kestävyysmitoitussarvot eri paaluille, arvot paalupituuksista, paalujen päissä käytettävä karkityyppi (kalliokärki tai erikoistilanteissa määkärki), mahdolliset paalukoon valintaan ja paalutustyöhön vaikuttavat muut seikat esimerkiksi paalutusta hankaloittavat esteet, kivet yms.

Paalujen kestävyysmitoitussarvo

Paalujen kestävyysmitoitussarvo riippuu paalutustyöluokasta, käytetystä korroosiovarasta ja maan suljetusta leikkauslujuudesta. Taulukossa 1 esitettyjä paalun kestävyysmitoitussarvoja voidaan käyttää normaalitilanteissa. Kun maan suljettu leikkauslujuus on alle 8 kPa, paalujen rakenteellinen kestävyys voidaan tarkistaa esim. ohjeesta *RR[®]- ja RD[®]-paalut, Suunnittelu- ja asennusohjeet* Taulukko 22 tai PileCalc-ohjelmalla (apps.ssab.com/PileCalc). Mikäli rakennuspaikalle tehdään huomattavia täyttöjä ja/tai pohjaveden pinnan laskeminen aiheuttaa maan painumista paalujen ympärillä, negatiivinen vaippahankaus otetaan huomioon PO-2016 esitettyllä tavalla. Jos paalun kestävyysmitoitussarvo on em. syistä pienempi kuin Taulukossa 1 esitetty tai negatiivinen vaippahankaus lisää paaluille tulevaa kuormaa, rakenteen kestävyys tarkistetaan todellisen paalukuorman perusteella.

Paaluvälien määrittäminen

Paaluvälit valitulle paalukoolle määritetään kuvissa 6–19 esitettyjen kuvaajien avulla. Kuvaajissa on esitetty kullekin paalukoolle suurin mahdollinen paaluväli eri kuormituksilla. Kuvaajissa esitetyn suurimman paalukoon sijasta voidaan luonnollisesti käyttää myös suurempaa paalukokoa. Palkin rakenteellisen kestävyysmitoitussarvon vuoksi

myös suuremmilla paalukooilla on kuitenkin käytettävä paaluvälinä kuvaajassa esitettyjä paaluvälejä. Kuvaajien käytössä on kaksi vaihtoehtoista tapaa.

Vaihtoehto 1.

Suurin sallittu paaluväli määritetään kantavien seinälinjojen välisen etäisyyden avulla (kuvaajan ylimmäinen vaaka-akseli). Tätä tapaa voidaan käyttää silloin, kun sivulla 4 esitetyt anturakuormien laskentaperusteet vastaavat kohteen kuormitusarvoja.

Vaihtoehto 2.

Suurin sallittu paaluväli määritetään erikseen lasketun anturalle tulevan viivakuorman mitoitusarvon (q_d) mukaisesti (kuvaajan alimmainen vaaka-akseli). Tätä tapaa käytetään silloin, kun sivun 4 anturakuormien laskentaperusteet eivät vastaa kohteen kuormitusarvoja. Tapaa käytetään myös silloin kun rakennuksessa on kantavien ulkoseinälinjojen lisäksi kantavia keskilinjoja, jotka eivät ulotu vesikatolle asti.

Kuvaajissa ei ole huomioitu paalun sallittua sijaintipoikkeamaa, joten anturaan valitaan kuvaajista paaluväli, joka sisältää kahden paalun vastakkaisiin suuntiin tapahtuvan sijaintipoikkeaman. Helppoissa paalutusolosuhteissa sijaintipoikkeamana suositellaan käytettäväksi 50 mm. Kun maaperässä on paalutusta hankaloittavia kiviä tms. suositeltavana sijaintipoikkeamana voidaan käyttää 100 mm.

Erittäisen hankalissa paalutusolosuhteissa sijaintipoikkeamana voidaan käyttää 150–200 mm. Jos sallittu sijaintipoikkeama on esimerkiksi 50 mm, kuvaajasta valitaan 100 mm maksimipaaluväliä pienempi paaluväli, jolloin rakenteen kapasiteetti on riittävä, vaikka kaksi

paalua poikkeaisi teoreettisilta sijainneiltaan vastakkaisiin suuntiin.

Jos paalujen sijainnit paalutustyön jälkeen poikkeavat teoreettisilta sijainneiltaan sivusuunnassa siten, että paaluhatun ja anturan reunan välinen minimireunaetäisyys ei toteudu, anturan toimivuus ja rauditus suunnitellaan erikseen. Minimireunaetäisyytenä paaluhatun reunasta anturan reunaan voidaan käyttää paalutusohjeen PO-2016 mukaisesti arvoa, joka on puolet paaluhatun sivumitasta. 600 mm leveässä anturassa sijaintipoikkeama sivusuunnassa voi olla RR75- ja RR90-paaluilla 150 mm, RR115/6.3-paaluilla 100 mm ja RR115/8- ja RR140/8-paaluilla 50 mm, jotta minimireunaetäisyys säilyy.

Seinälinjoilla, jotka ovat ei-kantavia, vaaditaan paalutus ainoastaan seinärakenteen ja anturan oman painon kantamiseksi varten. Tällöin voidaan soveltaa kuvaajia siten, että valitaan paaluväliksi kantavien seinälinjojen etäisyyttä 2 m vastaava paaluväli. Tällöin mitoitus on varmallalla puolella ja sekä antura että paalu kestävät niille tulevat kuormitukset.

Mitoituksesta saatua paaluväliä suurempaa paaluväliä ei jatkuvassa anturassa saa käyttää. Anturoiden mitasta/pituudesta johtuen paaluväli tulee useimmiten pienemmäksi kuin suurin sallittu paaluväli, jolloin mitoituksen suhteen ollaan varmallalla puolella. Nurkat, terassin pilarit, mahdollinen takka yms. vaativat yleensä omat paalunsa, jolloin paalujen lopullinen sijoittelu tehdään koko rakennuksen muoto ja kuormat huomioon ottaen.



Anturoiden raudoitukset ja rakennepiirustukset

Paalujen sijoittelun jälkeen laaditaan paalutuskartta ja/tai perustusten mittapiirustus, jossa paalut on yksiselitteisesti mittojen avulla sijoitettu oikeille paikoilleen.

Mitoituskuvaajien perusteella suunnitelluissa jatkuissa paaluanturoissa käytetään raudoituksina anturan ala- ja yläpinnassa 4T16 tai 7T16 ja hakaraidoiteina 2T8 k170...k300 neljäleikkisenä. Vaadittu hakajako eri antura- ja paalukokoja käytettäessä on esitetty kuvissa 6–19.

Rakennesuunnittelija suunnittelee tapauskohtaisesti tartunnat anturasta betonielementtien saumoihin tai betonivaluharkkoihin ja esimerkiksi takan laatan tartunnat paaluanturoihin. Tartunnat ja detaljit esitetään rakennepiirustuksissa. Kuvissa 1, 2 ja 3 on esitetty esimerkit anturoiden leikkauspiirustuksista.

Paaluperustuksien routiminen estetään sijoittamalla perustuksen alapinta routimattomaan syvyyteen, routaeristämällä tai tekemällä massanvaihto routimattomaan syvyyteen paaluanturan alla. Yleisin routasuojaustapa on käyttää routaeristeitä.

Suunnitelmissa esitetään paalujen, paaluanturoiden mittojen ja raudoitusten lisäksi rakennuksen maarakenteet (kaivut, täytöt, materiaalit) anturan kohdalla ja vieressä sekä alapohjan alla, salaajitusrakenteet, routasuojaukset, sokkelirakenne, mahdolliset radonsuojauksrakenteet, mahdolliset läpiviennit (esim. tuuletusaukot), mahdolliset siirtymärakenteet seinän vieressä, alapohjarakenne ja mahdolliset tartunnat.

Laadittaessa perustusten rakennesuunnitelmat mallintamalla Tekla Structures ohjelmistolla, on Tekla Warehouse sivustolta ladattavissa komponentti SSAB:n paaluille. Komponentti pitää sisällään kaikki SSAB:n paalukoot sekä niiden varusteet (kallio- ja maakärjet, paaluhatut yms.).

Perustusten toteutus

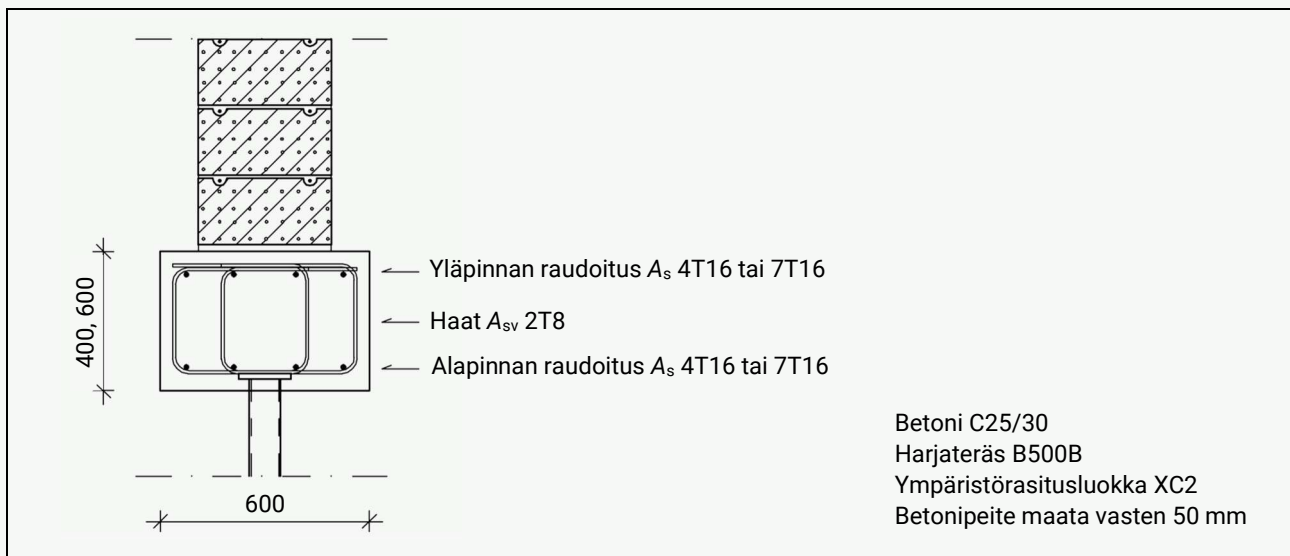
Ennen paalutustyötä on suositeltavaa, että paalutus-alusta on rakennettu suunnitelman mukaisesta alustatäytön kiviainesmateriaalista mahdollisimman oikeaan korkeustasoon. Paalutustyö toteutetaan ohjeen *RR®- ja RD®-paalut, Suunnittelu- ja asennusohjeet* ja PO-2016 mukaisesti.

Paalutuksen jälkeen mitataan aina paalujen todellinen sijainti ja tarkistetaan aiheuttavatko mahdolliset sijaintipikkeamien ylitykset lisäpaalujen, lisäraudoituksen tai sivusuunnassa anturan levittämisen tarvetta. Myös paalujen ehjyys ja käyryys tarkistetaan paalutuksen jälkeen.

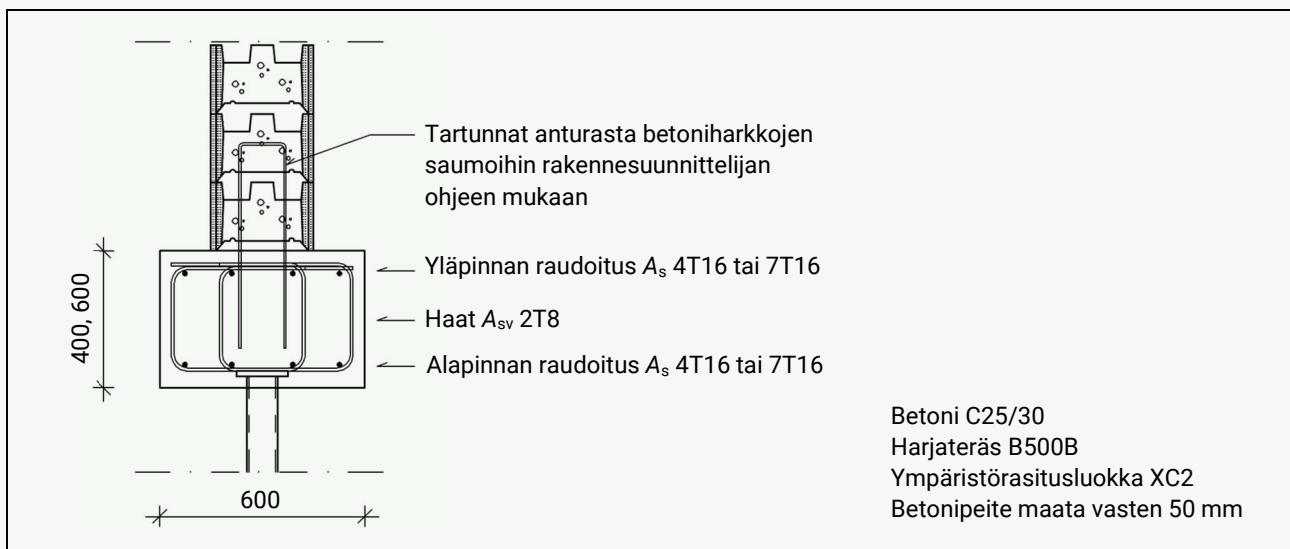
Betonipeitteen paksuudeksi on laskelmissa oletettu palkin alapinnassa maata vasten valettaessa 50 mm. Tämä on vähimmäisarvo, joten anturan alapuolisen maan ollessa epätasainen, on paalun upotussyvyyteen syytä kiinnittää huomiota. Jos paalu on upotettu anturaan huomattavasti yli 50 mm, voidaan silti harkita raudoituksen sijoittamista tässä esitteessä esitetylle paikalle siten, että raudoituksen betonipeite on 50 mm. Tällöin rakenteen toimivuus varmistetaan ripustusraudoituksen avulla. Betonipeitteen paksuuden nimellisarvona voidaan anturan yläpinnassa ja sivuilla käyttää arvoa 35 mm, kun valu tehdään muottia vasten.

Jos tarkempia määräyksiä ei tehdä, voidaan anturan raudoitusten jatkospituutena käyttää arvoa 1100 mm. Alapinnan teräkset jatketaan paalun kohdalla, yläpinnan teräkset paalujen välisellä alueella. Limitettyjen tankojen vapaa väli saa Eurokoodin mukaisesti olla korkeintaan 50 mm. Kahden vierekkäisen limiitoksen välisen pituus-suuntaisen etäisyyden tulee olla vähintään 300 mm. Lisärajoitukset on esitetty standardissa SFS-EN 1992-1-1.

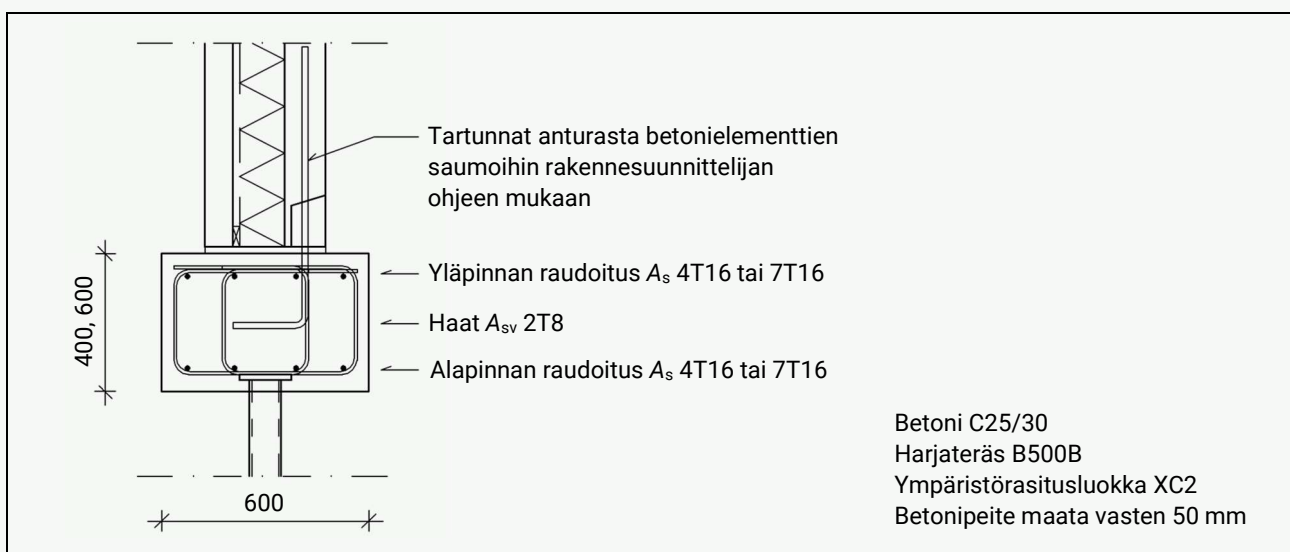
Paaluanturat muotitetaan joko puutavarasta/vanerista tai valmiita muottijärjestelmiä hyväksikäyttäen. Raudoitteet on tuettava niin, että ne pysyvät valun aikana paikoillaan. Anturan yläpinnan käsittelyksi suositellaan puuhiertoa.



Kuva 1. Jatkuva paaluantura kevytsoraharkkoperusmuurille.



Kuva 2. Jatkuva paaluantura betoniharkkoperusmuurille.



Kuva 3. Jatkuva paaluantura betonielementtiperusmuurille.

Yhden paalun perustukset

Yksittäisten, ainoastaan yhden paalun käsittävien, paaluanturoiden käyttö voi pientalossa tulla kyseeseen esimerkiksi kuistin, katoksen tai takan perustuksissa.

Yksittäisiä paaluanturoita käytetään myös silloin kun rakennuksen sokkeli-/perusmuurirakenteena käytetään betonielementtejä.

Perustettaessa rakennusta esimerkiksi elementtisokkeleiden avulla yksittäisten paaluanturoiden varaan, arvioidaan suurin sallittu paaluväli jatkuvan paaluanturan tavoin rakennuksen seinälinjalta anturalle tulevan viivakuorman mitoitusarvon avulla (ks. sivu 5, vaihtoehto 2). Viivakuormaan vaikuttavat mm. rakennusmateriaali, kantavien seinälinjojen välinen keskinäinen etäisyys, runkor korkeus ja vallitsevat kuormitukset. Paalun kestävyudessa tulee lisäksi huomioida mahdollisista epäkeskisyyksistä tai vaakakuormista aiheutuva momentti.

Jos paalujen paikat valitaan liittyvän rakenteen, esimerkiksi pilareiden sijainnin mukaan, on varmistettava, että pilarijako on riittävä ja paalu kestää siihen kohdistuvat kuormitukset.

Anturaan liittyvän rakenteen liitos on suositeltavaa suunnitella siten, että paalun ja anturaan liittyvän pilarin keskilinjat yhtyvät. Tällöin paalulle ja anturalle ei muodostu pystykuorman aiheuttaman normaalivoiman lisäksi pystykuorman aiheuttamaa momenttia. Taivutusmomenttia voi aiheutua asennuksen jälkeen todettavasta paalun mahdollisesta sijaintipoikkeamasta. Paalun ja anturan momenttikestävyys tarkistetaan tällöin todellisen sijaintipoikkeaman mukaan. Paalun ja anturan välinen liitos toteutetaan tavallisesti momenttijäykkänä upottamalla paalu riittävästi anturaan.

Sokkelielementtejä käytettäessä maan painuminen epätasaisesti paaluanturan alla ei normaalilanteissa aiheuta ongelmia, koska koko sokkelielementtien ja alapohjan muodostama rakenne on riittävän jäykkä. Kevyissä rakenteissa, joissa yksittäisiin paaluanturoihin liittyvä rakenne ei ole riittävän jäykkä pitämään liittyvää rakennetta suunnitellussa muodossa on varmistuttava, ettei maa paaluanturan alla painu epäsymmetrisesti.

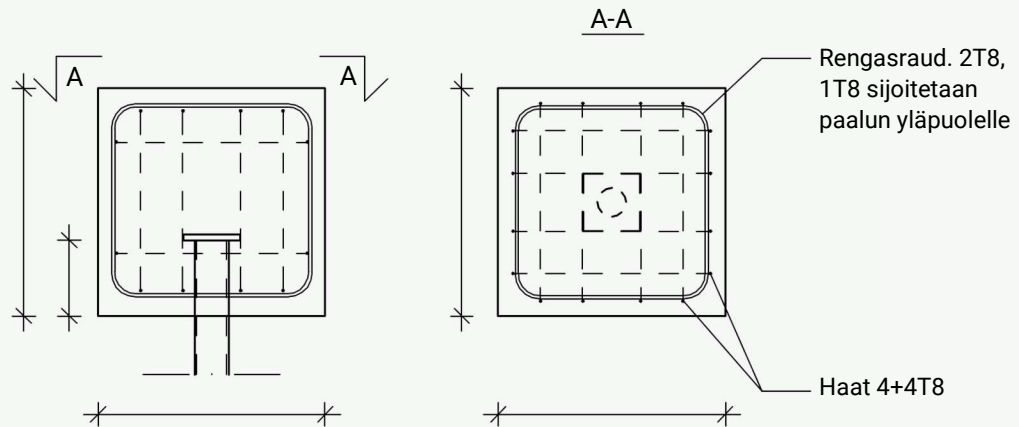
Mitoitustapa

Yhden paalun mitoituksessa on oletettu anturan ja paalun liitos momenttijäykkäksi sekä kuormituksen kohdistuvan anturaan keskeisesti. Tällöin rakenteeseen ei synny momenttia ja antura on voitu mitoittaa puristettuna rakenteena. Jos rakenteeseen kohdistuu vaakavoimia tai anturan yläpuolinen rakenne ei sijaitse paaluun nähden keskeisesti, rakenteen ja paalun kapasiteetti varmistetaan tarkennetuilla laskelmilla. Tällöin tulee huomioida ainakin mahdollinen paaluun syntyvä taivutusmomentti, betonirakenteeseen syntyvä ripustettava leikkausvoima sekä paalun ja betonirakenteen liitoskestävyys.

Anturan kestävyys on tarkastettu ristikkoanalogian avulla. Erikseen on varmistettu ristikkoanalogian mukaisesti syntyvän puristussauvan sekä puristussolmujen kestävyys. Halkaisuvoimien takia on rakenteeseen määrätty rengasraudoitus Eurokoodin mukaisesti.

Laskennassa on oletettu anturaan liittyvän kuormituspinnan leveydeksi 250 mm. Jos kuormituspinnan leveys poikkeaa tästä, rakenteen kestävyys varmistetaan erikseen. Paaluhattuina on käytetty taulukossa 2 esitettyjä paaluhattuja.

**Yksittäisen paalun paaluanturan mitat ja raudoitukset,
paalukoot RR75 ja RR90**

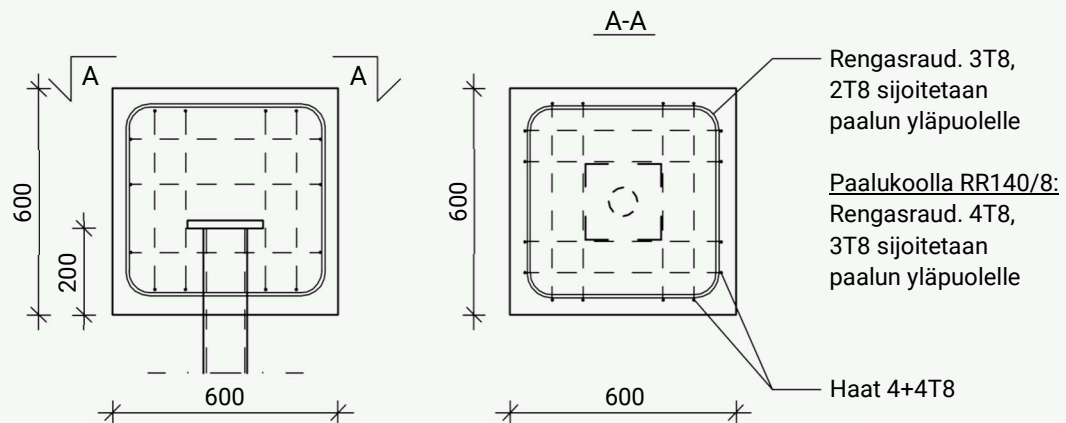


Huom!
Tällä anturarakenteella ja RR90
paalulla suurin mitoituskestävyys
 $R_{d,max} = 286 \text{ kN}$

Betoni C25/30
Harjateräs B500B
Ympäristörasitusluokka XC2
Betonipeite maata vasten 50 mm

Kuva 4. Yhden paalun perustus, paalukoot RR75 ja RR90.

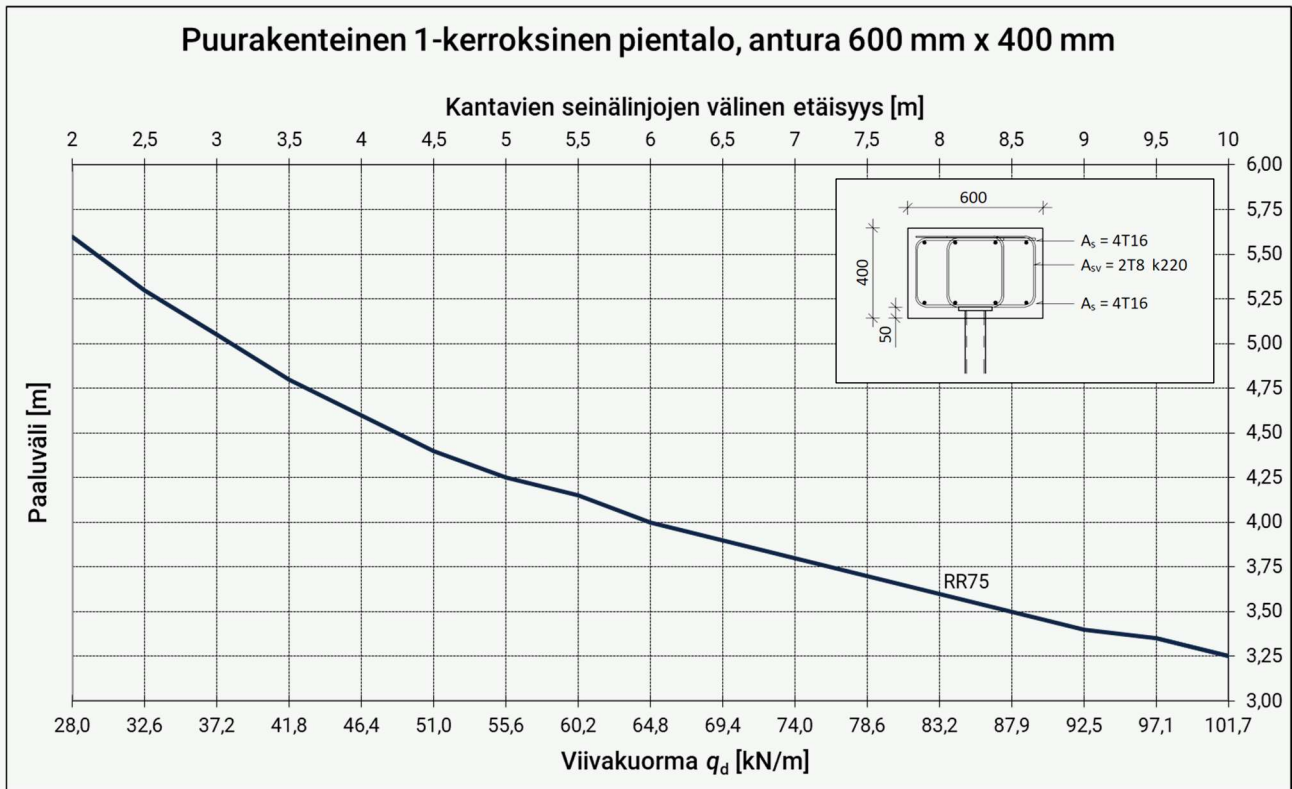
**Yksittäisen paalun paaluanturan mitat ja raudoitukset,
paalukoot RR115/6.3, RR115/8 ja RR140/8**



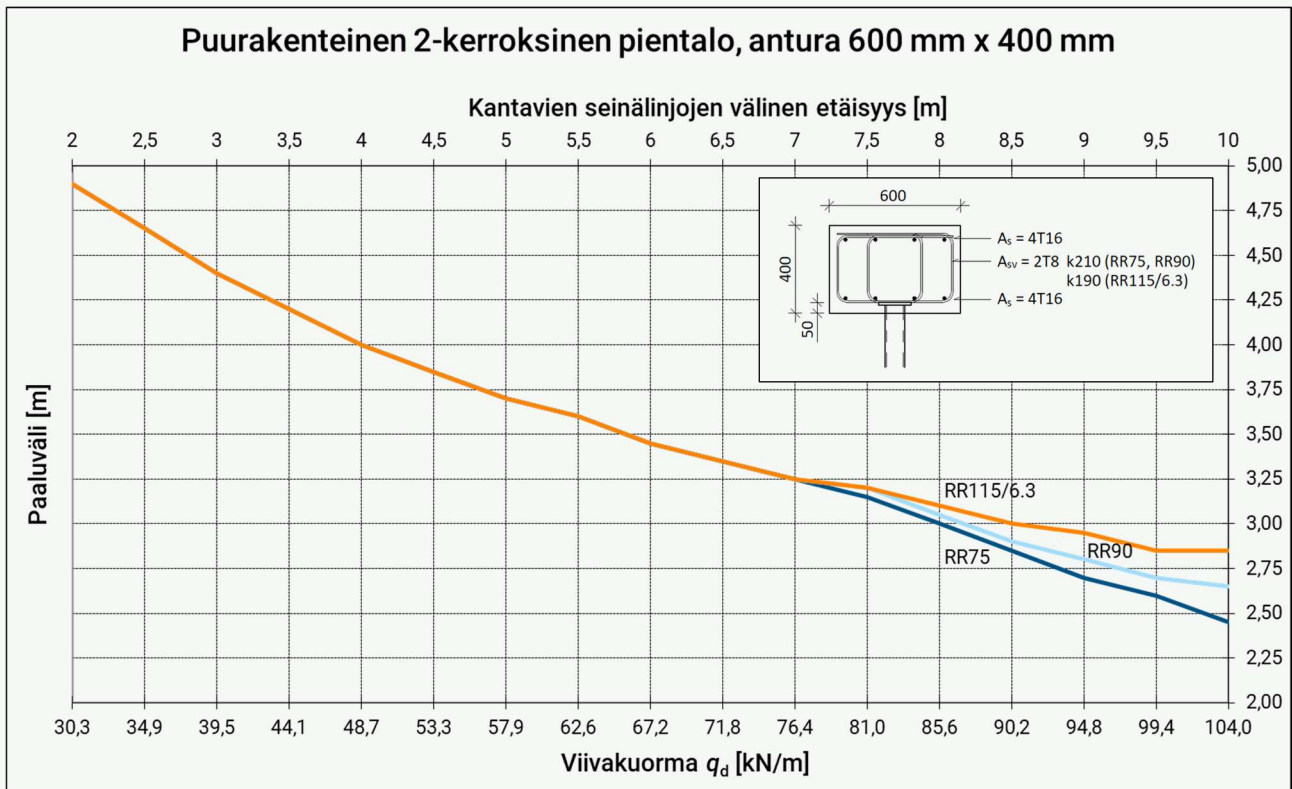
Huom!
Tällä anturarakenteella ja RR115/6.3
paalulla suurin mitoituskestävyys
 $R_{d,max} = 387 \text{ kN}$

Betoni C25/30
Harjateräs B500B
Ympäristörasitusluokka XC2
Betonipeite maata vasten 50 mm

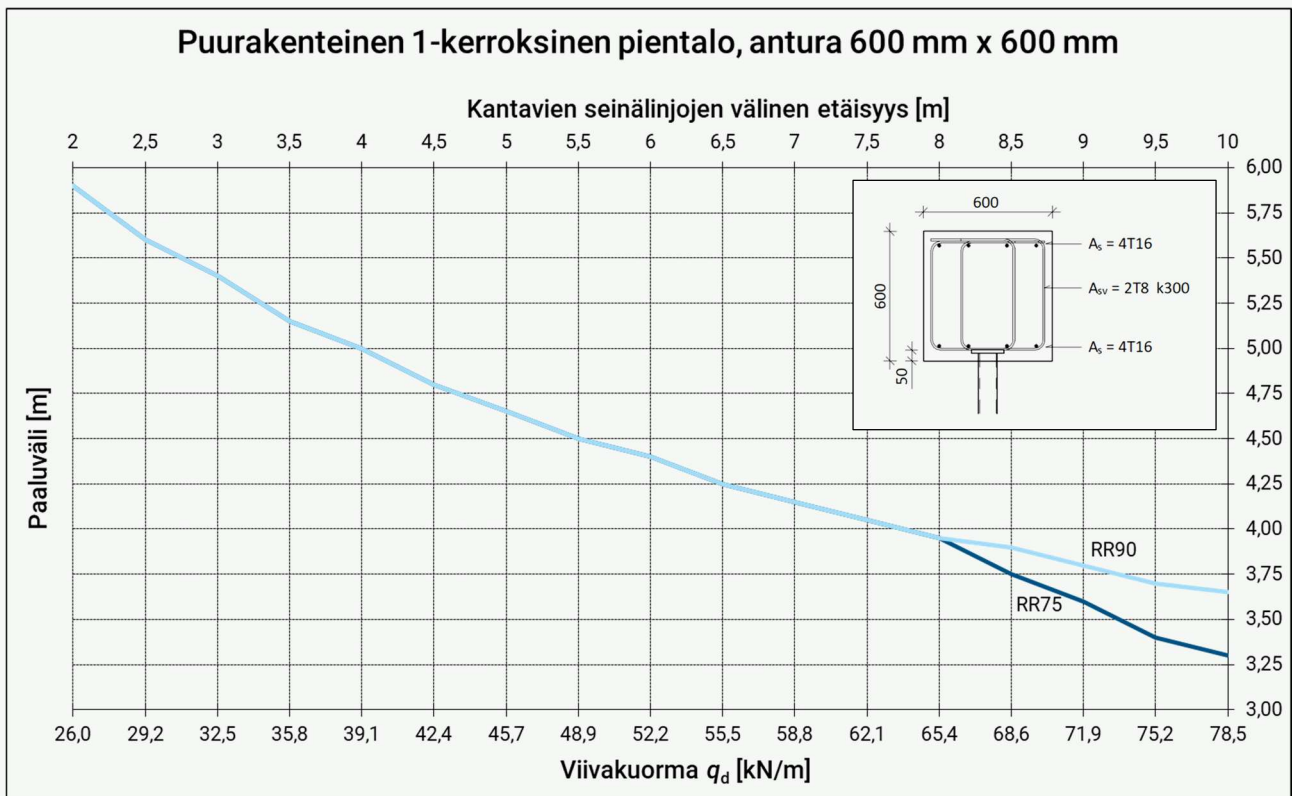
Kuva 5. Yhden paalun perustus, paalukoot RR115/6.3, RR115/8 ja RR140/8.



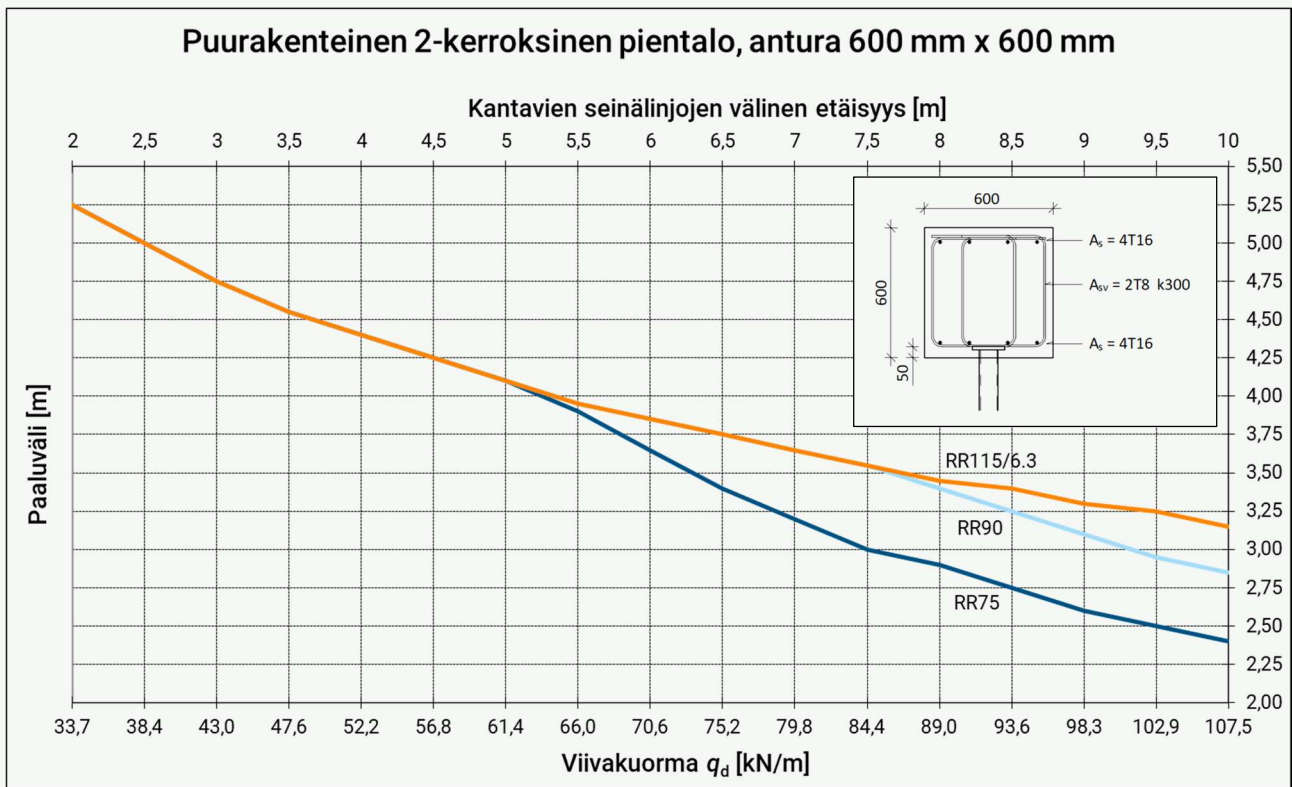
Kuva 6. Paaluvälin mitoitus, puurakenteinen 1-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 400 mm.



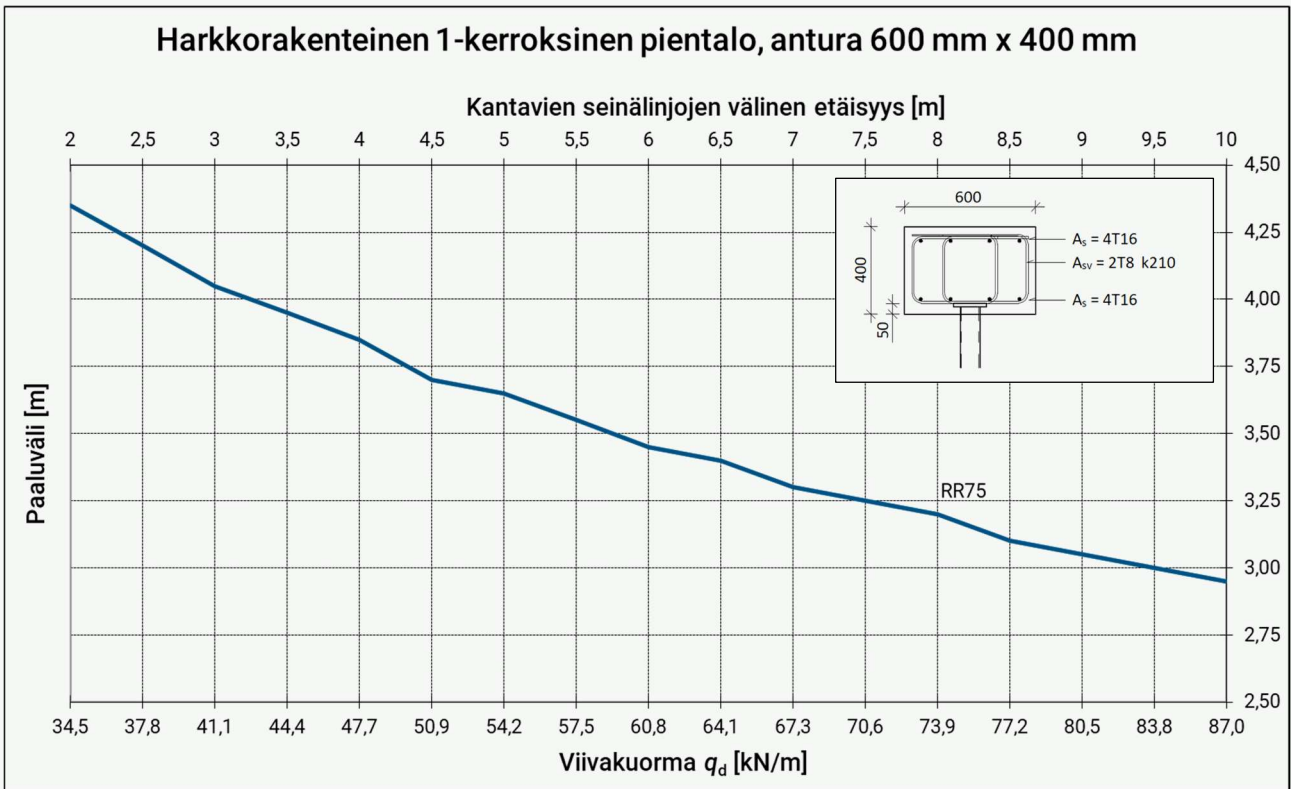
Kuva 7. Paaluvälin mitoitus, puurakenteinen 2-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 400 mm.



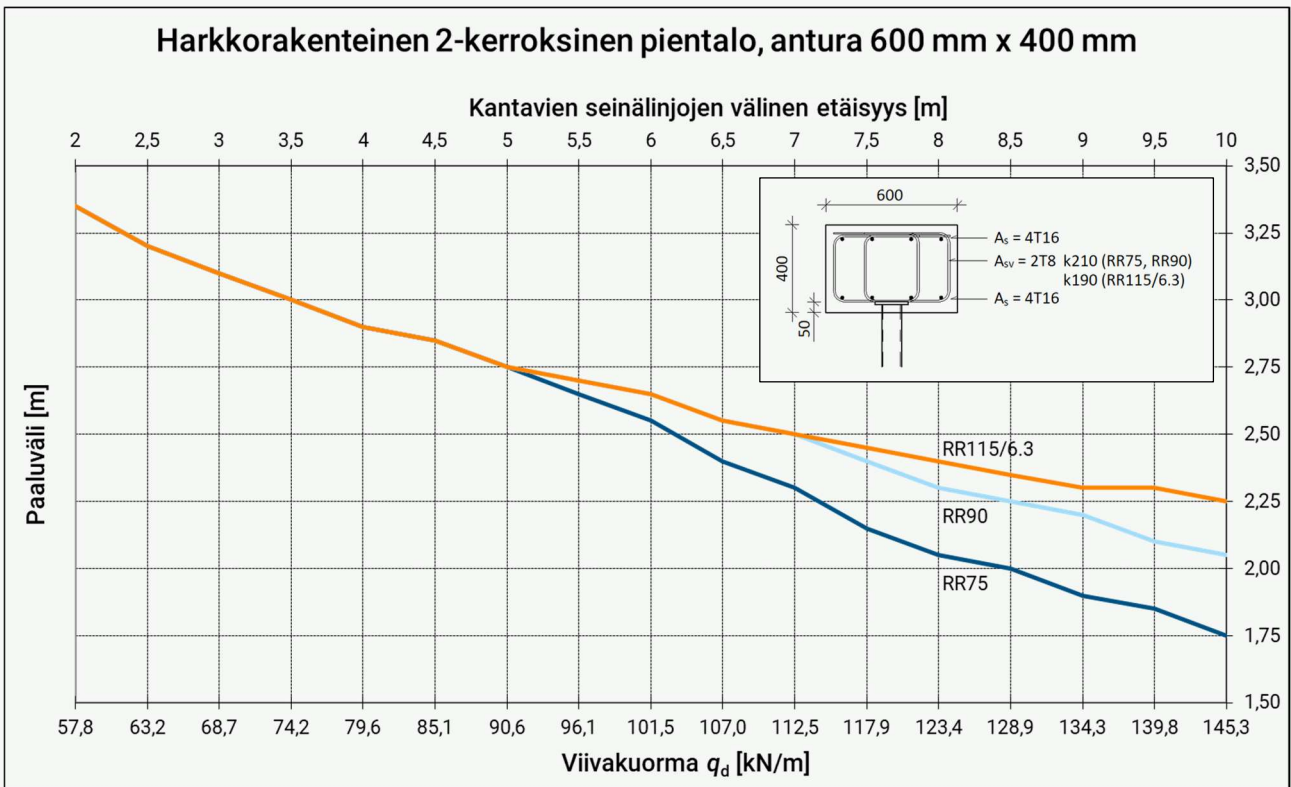
Kuva 8. Paaluvälin mitoitus, puurakenteinen 1-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 600 mm.



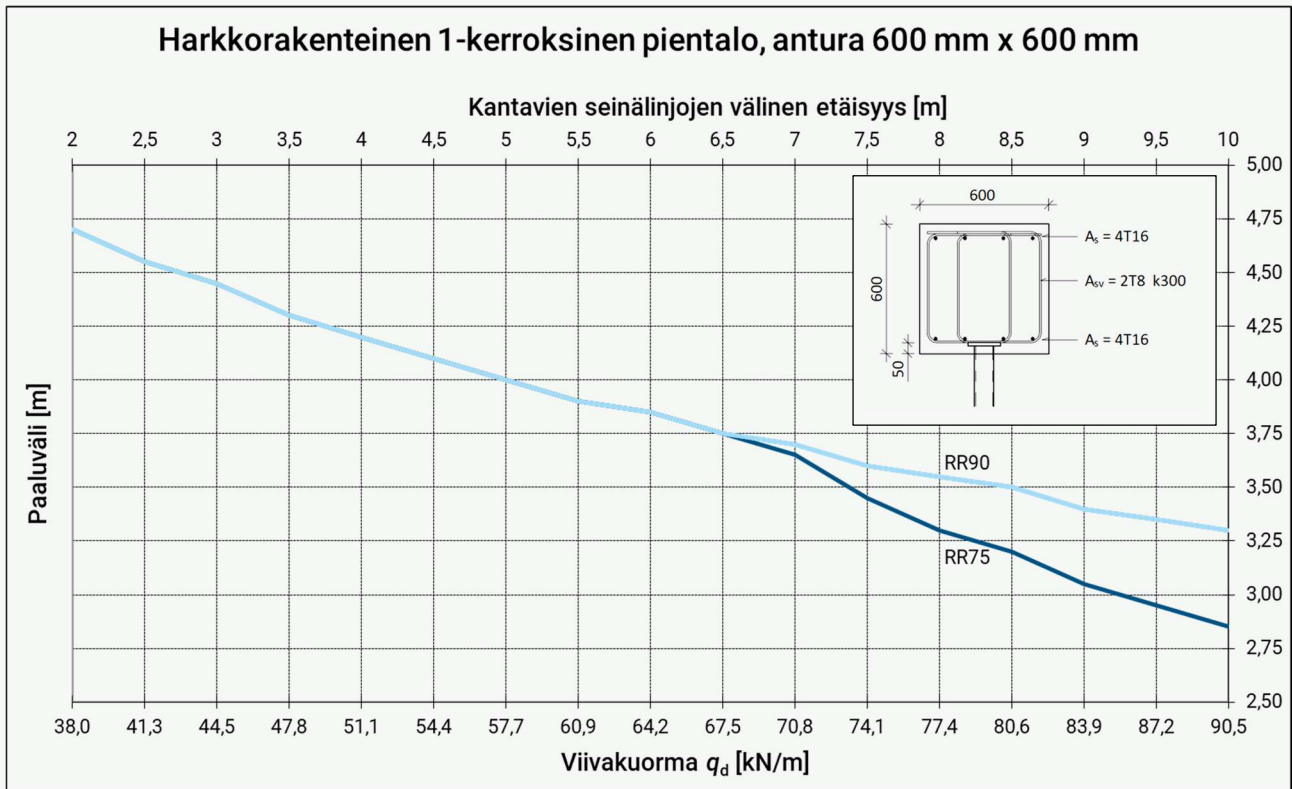
Kuva 9. Paaluvälin mitoitus, puurakenteinen 2-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 600 mm.



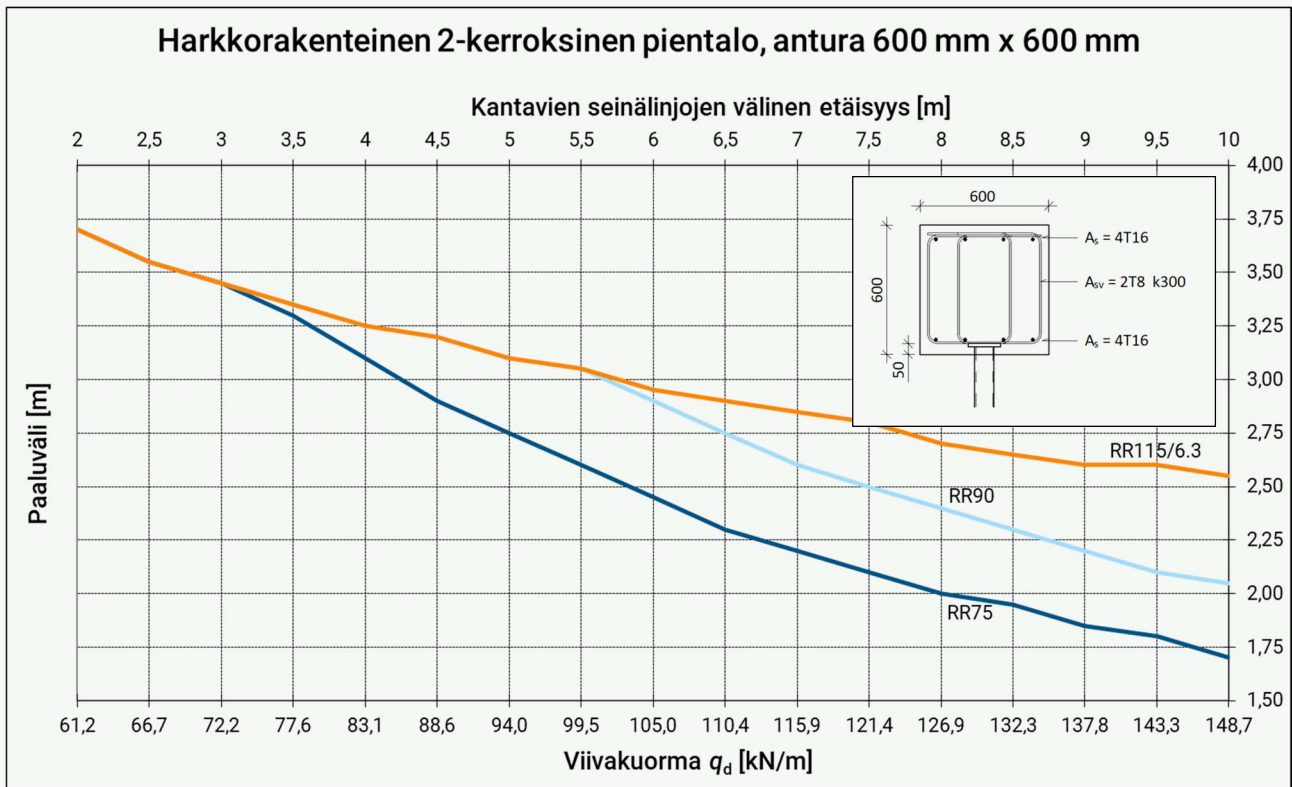
Kuva 10. Paaluvälin mitoitus, harkkorakenteinen 1-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 400 mm.



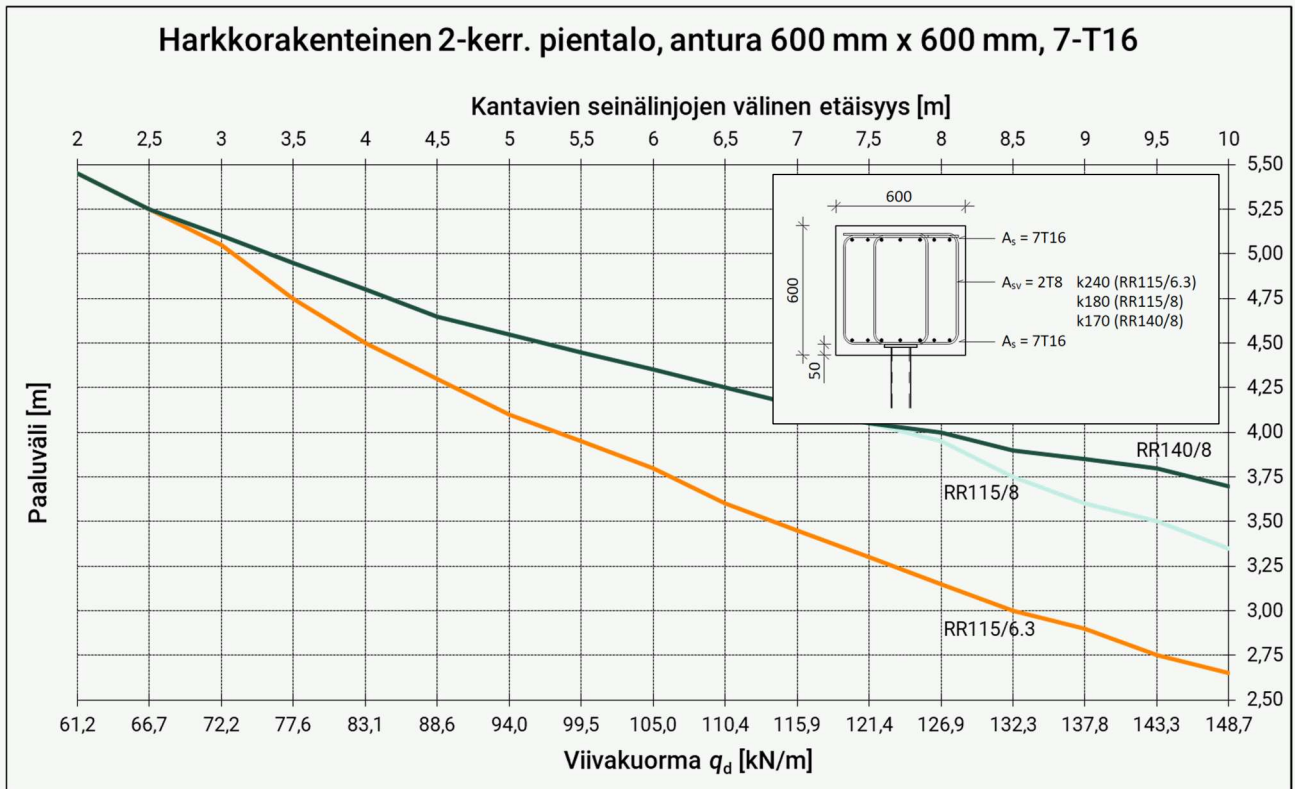
Kuva 11. Paaluvälin mitoitus, harkkorakenteinen 2-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 400 mm.



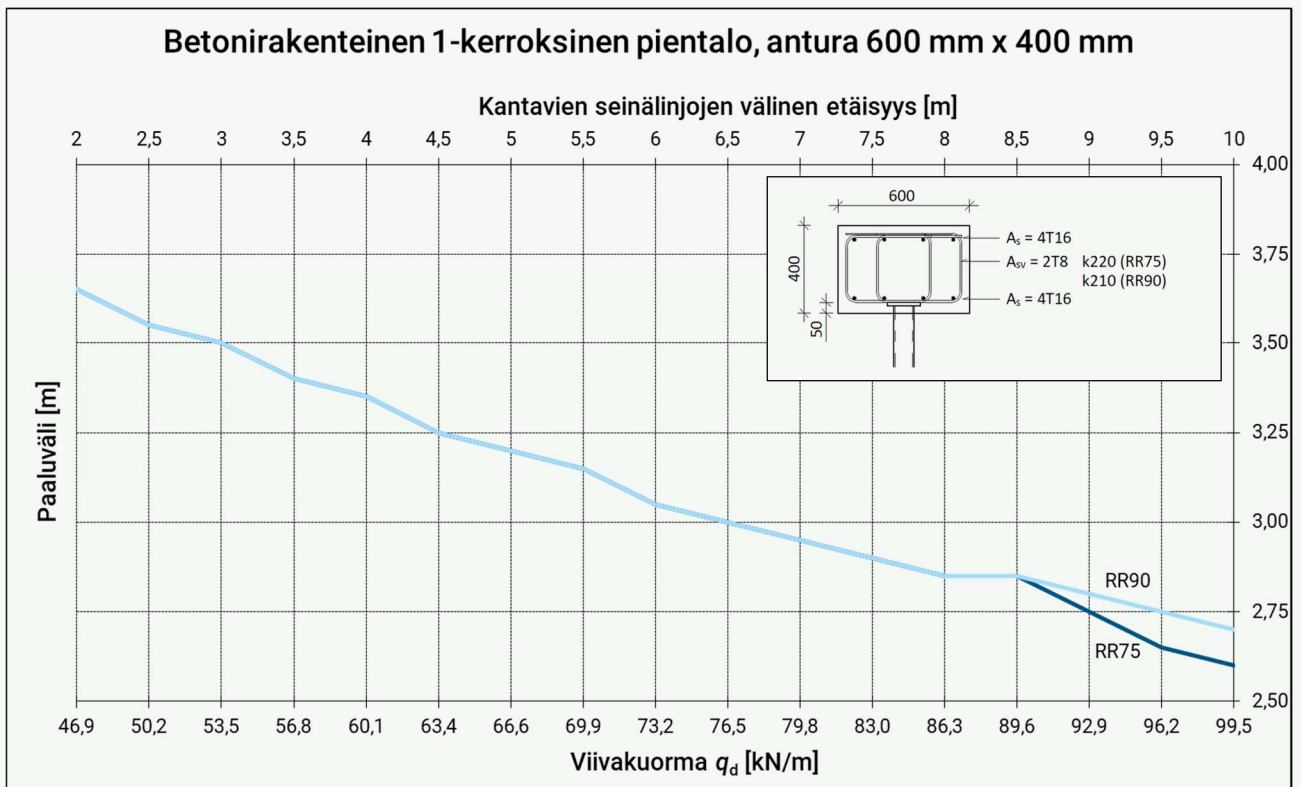
Kuva 12. Paaluvälin mitoitus, harkkorakenteinen 1-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 600 mm.



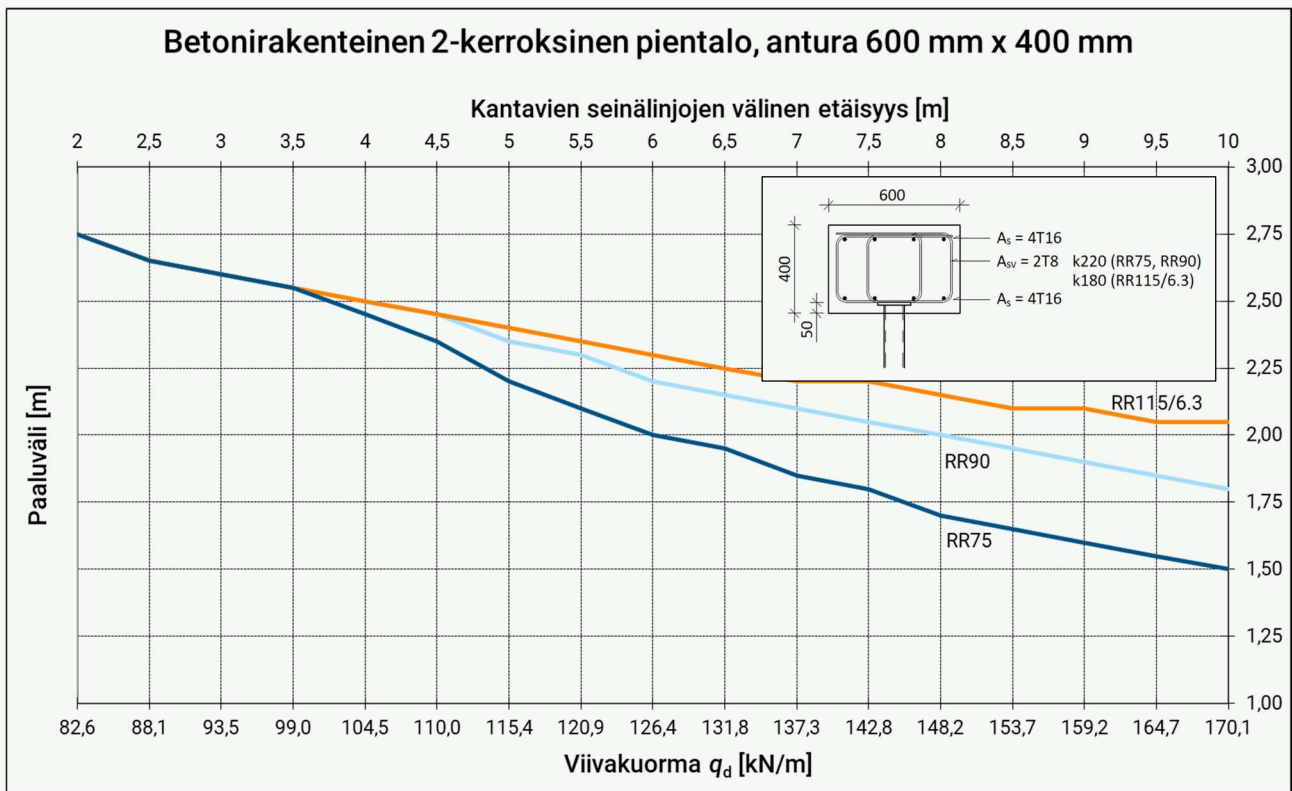
Kuva 13. Paaluvälin mitoitus, harkkorakenteinen 2-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 600 mm.



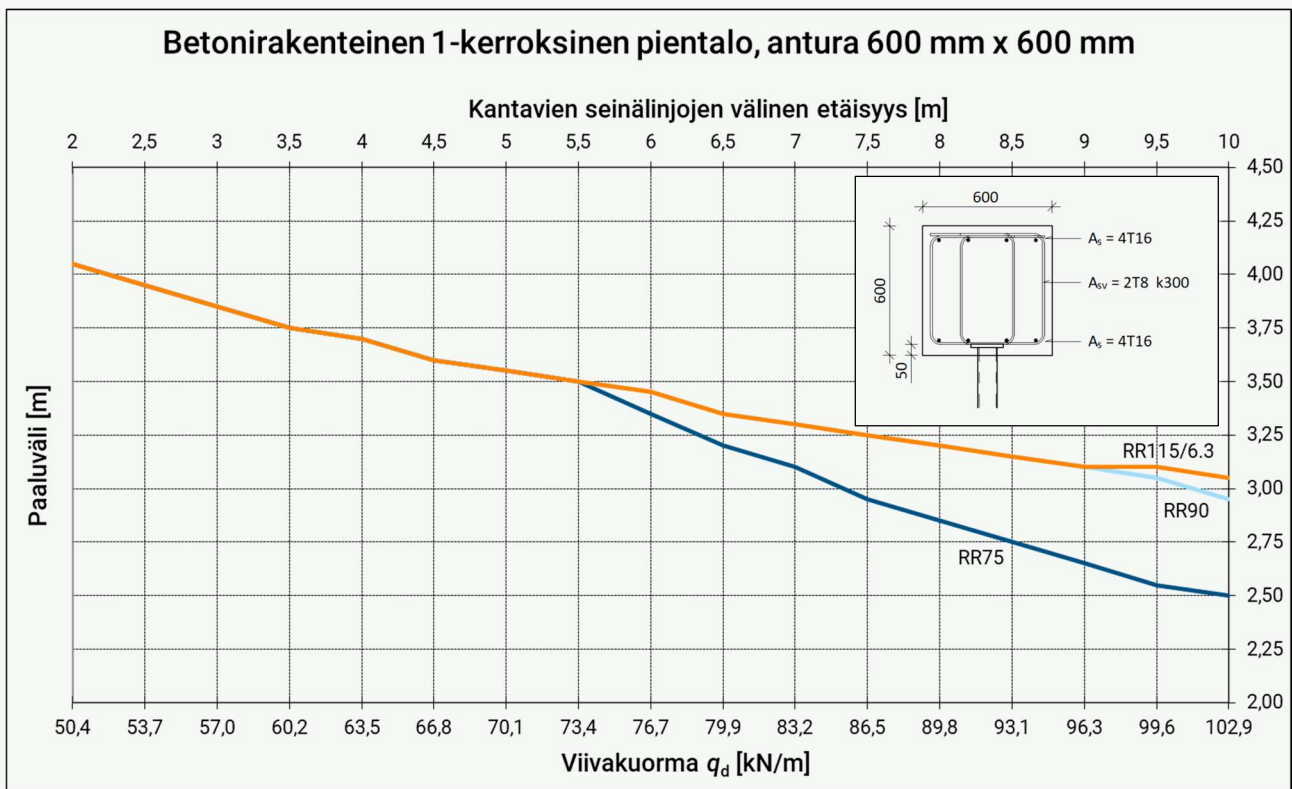
Kuva 14. Paaluvälin mitoitus, harkkorakenteinen 2-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 600 mm, pääteräkset 7T16



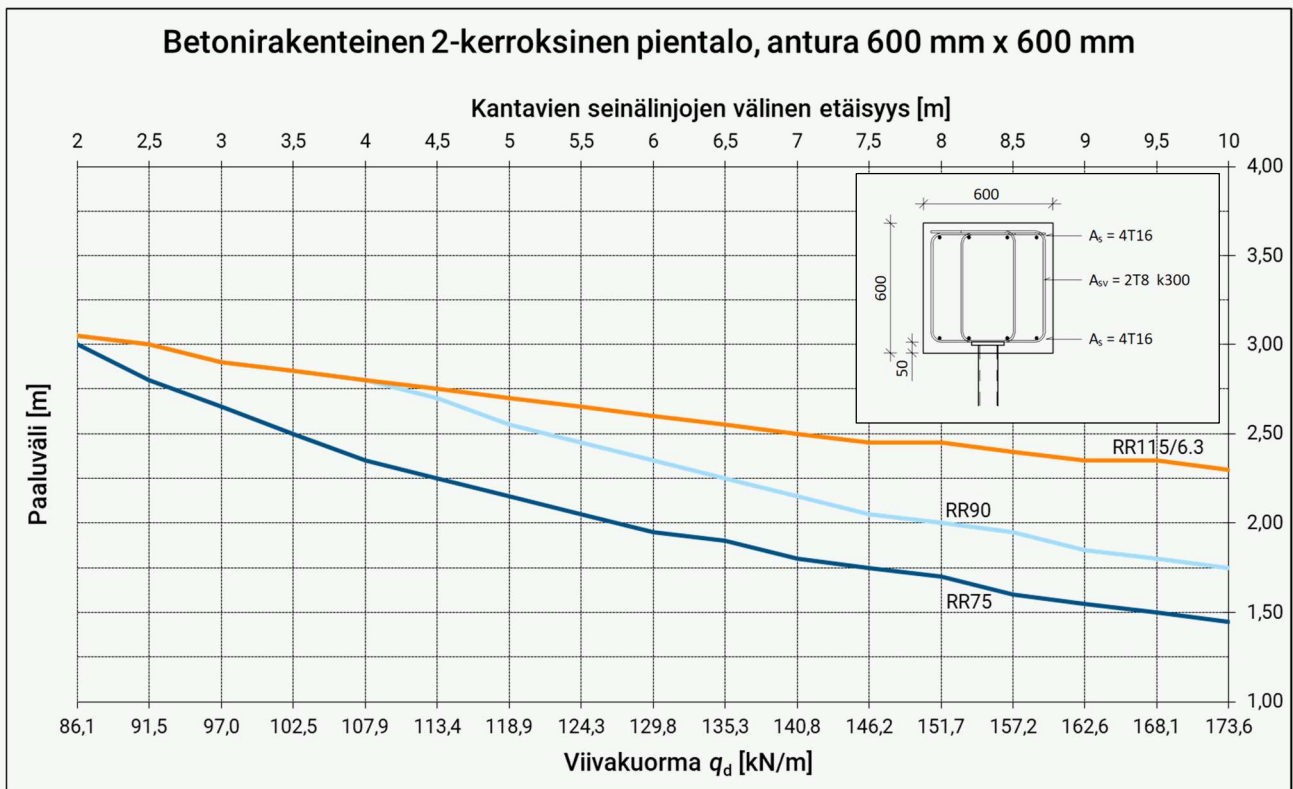
Kuva 15. Paaluvälin mitoitus, betonirakenteinen 1-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 400 mm.



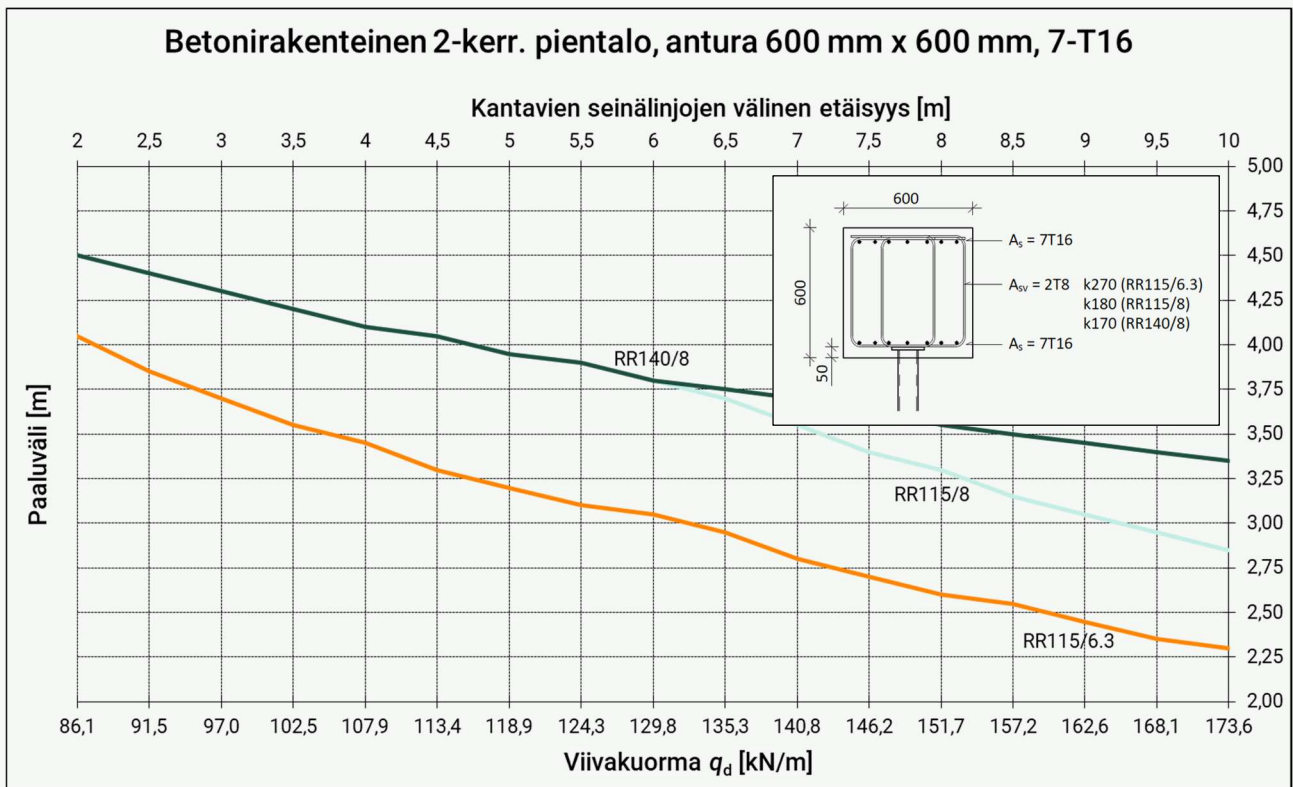
Kuva 16. Paaluvälin mitoitus, betonirakenteinen 2-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 400 mm.



Kuva 17. Paaluvälin mitoitus, betonirakenteinen 1-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 600 mm.



Kuva 18. Paaluvälin mitoitus, betonirakenteinen 2-kerroksinen pientalo, anturan korkeus 600 mm.



Kuva 19. Paaluvälin mitoitus, betonirakenteinen 2-kerroksien pientalo, anturan korkeus 600 mm, pääteräkset 7T16

SSAB on maailmanlaajuinen premium-terästen edelläkävijä, joka rakentaa entistä vahvempaa, kevyempää ja kestävämpää maailmaa. Erikoislujien ja kehittyneiden terästen, urauurtavan vähähiilidioksidisen tarjoaman ja lisäarvopalveluiden avulla tuotamme asiakkaillemme ainutlaatuista arvoa ja edistämme heidän kilpailukykyään maailmanlaajuisesti. SSAB on valmistanut terästä vuodesta 1878 lähtien, ja tiimimme yli 50 maassa asettavat standardin alan johtavalle suorituskyvyille. SSAB:n terästehtaat sijaitsevat Ruotsissa, Suomessa ja Yhdysvalloissa. Johdamme terästeollisuuden murrosta vähentämällä merkittävästi omasta tuotannostamme syntyviä päästöjä. SSAB:n osakkeet on listattu Nasdaq Tukholmassa ja toissijaisesti Nasdaq Helsingissä.

VASTUUVAPAUCLAUSEKE

Tämän asiakirjan tiedot ja tekstit on annettu ainoastaan yleisessä tiedonantotarkoituksessa ja ilman minkäänlaista takuuta. SSAB Europe Oy:tä (tai samaan yritysyhmään 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 yritysyhmään kuuluvaa yhtiötä) ei voida pitää vastuussa vahingoista mukaan lukien tulonmenetyksestä, toteutumatta jääneistä säästöistä tai muista liitännäisistä tai välillistä 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 © 2026 SSAB. Kaikki oikeudet pidätetään. SSAB ja SSAB:n tuotenimet ovat SSAB:n tavaramerkkejä tai rekisteröityjä tavaramerkkejä.

SSAB
Harvialantie 420
13300 Hämeenlinna

Puh. 020 5911

www.ssab.fi/infra

The logo for SSAB, consisting of the letters 'SSAB' in a bold, dark blue, sans-serif font. The letters are slightly stylized, with the 'S' and 'A' having a unique, rounded appearance.