

Infra- ja ympäristö osasto

Vastaanottaja
ELY-keskukset, liikenne- ja infrastruktuuri
-vastuualueet
Liikennevirasto, Hankkeet ja Väylänpito-
toimialat
Porakruunuvalmistajat
Paalutusurakoitsijat
Silta- ja geokonsultit

Porapaalujen kärkiosien tekniset vaatimukset

Näissä teknisissä vaatimuksissa esitetään Liikenneviraston vaatimukset porapaalujen kärkiosien suunnittelulle, valmistukselle ja laadunvarmistukselle. Vaatimuksissa on esitetty mitoitus ehdot ja menettelytavat, joilla kärkiosien kelpoisuus osoitetaan. Liikennevirasto myöntää käyttöluvan tekniset vaatimukset täyttävälle porapaalujen kärkiosille käyttölupahakemuksen perusteella.

Liikenneviraston ja ELY-keskusten hankkeissa porapaalujen kärkiosilla on oltava myönnetty käyttö lupa 1.6.2017 alkaen tai oltava vähintään 1.6.2017 mennessä näissä vaatimuksissa esitetyt testit tehtynä ja käyttölupahakemus toimitettuna, jotta tuotteita voidaan käyttää.

Ylijohtaja



Mirja Noukka

Johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA
Veli-Matti Uotinen
Liikennevirasto
puh. 0295 34 3540

Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ.....	3
1.1	Porapaalujen kärkiosat	3
1.2	Vaatimusten rajaus.....	3
2	KÄYTETTÄVÄT STANDARDIT JA OHJEET	4
3	PORAPAALUJEN KÄRKIOSIEN KELPOISUUDEN OSOITTAMINEN JA MITOITUSEHDOT	5
3.1	Yleistä	5
3.2	Mitoitusehdot ja mitoitustilanteet.....	5
3.3	Paalun kärkiosien kelpoisuuden toteaminen.....	5
3.4	Tuotteen asennuskestävyys.....	6
3.5	Porapaalujen kärkiosien valmistus.....	7
4	TOLERANSSIT	8
5	PORAPAALUOSIEN KIINNITYS PAALUUN, KIINNITYKSEN LAADUNVARMISTUS JA PAALUN ASENNUSOHJEET	9
6	YHTEENVETO	10
6.1	Tyypisuunnitelma.....	10
6.2	Asennus- ja hitsausohjeet.....	10
6.3	Käyttölupahakemus.....	10
LIITTEET		
Liite 1	Porapaalun kärkiosan kestävyden ilmoittaminen	

1 Yleistä

1.1. Porapaalujen kärkiosat

Porattavien teräsputkipaalujen kärjet varustetaan yleensä vähintään maakengällä. Paalun kärkeen voi lisäksi pysyvästi jäädä erilaisia porakruunuja.

Paalun asennuksen aikana paalun kärkeen kohdistuu veto-, puristus- ja vääntörasituksia porausmenetelmästä riippuen. Maakenkiin voi kohdistua asennuksen aikana huomattavia väsytyrasituksia, jolloin niiden kiinnittämiseen porausputkena toimivaan on kiinnitettävä erityistä huomiota.

1.2. Vaatimusten raja

Näissä teknisissä vaatimuksissa esitetään Liikenneviraston vaatimukset porapaalujen kärkiosien suunnittelulle, valmistukselle ja laadun varmistukselle. Tekniset vaatimukset esittävät minimivaatimukset porapaalujen kärkiosille normaaleissa suomalaisissa maa- ja kallioperäolosuhteissa.

Nämä vaatimukset koskevat kallioon porattavia, kärjellä tai kalliossa vaipallaan kantavia porapaaluja. Tässä teknisessä ohjeessa pienpaaluina käsitellään halkaisijaltaan alle 300 mm putkipaalut.

Näiden teknisten vaatimusten mukaiset kappaleen 6.1 mukaiset kärkien valmistajien tyyppisuunnitelmat tulee tarkastaa kolmannen osapuolen toimesta, minkä jälkeen Liikennevirasto tilaa tyyppisuunnitelmien tarkastuksen ulkopuoliselta konsultilta ja perii tarkastuksesta aiheutuneet kustannukset tyyppisuunnitelman teettäjältä.

2 Käytettävät standardit ja ohjeet

Porapaalujen osalta tuotteen perusvaatimukset on esitetty SFS-EN 1993-5 ”Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 5: paalut” ja SFS-EN14199 ”Pohjarakennustyöt. pienpaalut”.

Paalujen kärkiosien suunnittelussa tulee noudattaa eurokoodeja ja niiden kansallisia liitteitä (Ympäristöministeriön kansallinen liite pätee, mikäli Liikenne- ja viestintäministeriö ei ole omaa kansallista liitettä julkaissut): SFS-EN 1993 ”Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu”.

Suunnittelussa voidaan käyttää apuna Liikenneviraston eurokoodin soveltamisohjetta (NCCI-sarja). Lisäksi on otettava huomioon paalun kärkiosia koskevat vaatimukset ohjeesta RIL 254-2011 ”Paalutusohje 2011”.

Näiden teknisten vaatimusten kappaleessa 3 esitetään eräitä mitoitussehtoja ja tarkennuksia yllämainittuihin standardeihin ja ohjeisiin.

3 Porapaalujen kärkiosien kelpoisuuden osoittaminen ja mitoitus ehdot

3.1 Yleistä

Tuotteen on oltava piirustusten ja suunnitelmien mukainen.

Porapaalun kärkiosien kaikki valmiit komponentit on oltava samalta toimittajalta yhteensopivuuden ja kestävyuden varmistamiseksi. Toimittaja vastaa porakruunukomponenttien kokonaisuuden vaatimustenmukaisuudesta.

3.2 Mitoitusehdot ja mitoitus tilanteet

Paalun pysyväksi rakenteeksi jäävien porakruunun ja/tai maakengän aksiaalinen puristus- ja vetokestävyys mitoitusarvot on ilmoitettava. Porakruunun aksiaalinen puristuskestävyys voi vaihdella paalun seinämävahvuuden ja teräksen lujuuden mukaan riippuen porakruunu/maakenkä -rakenteesta.

Eri kärkiosa- ja paalu -yhdistelmien (muuttujina paalun seinämävahvuus ja/tai teräslaji) kestävyys mitoitusarvot voidaan ilmoittaa, mikäli kärkiosan lujuus ei ole mitoittava tekijä. Liitteessä 1 on esitetty esimerkkitaulukko, millä tavalla edellä mainitut asiat voidaan ilmoittaa.

Mitoituksessa on otettava huomioon käytönaikainen tilanne: korroosiotarkastelu tehdään rakennetyyppikohtaisesti vähintään kahdelle eri halkaisijalle 2 mm syöpymälle paaluputken ja porakruunun ulkopinnalta.

Rakennetyypillä tarkoitetaan rakenteeltaan ja toiminnaltaan samanlaisista kärkiosista muodostuvaa tuotesarjaa, missä voi olla halkaisijaltaan useita kärkiosia ja missä eri halkaisijoilla rakenteessa käytetään samoja materiaaleja ja missä rakenteen olennaisten dimensioiden keskinäiset suhteet pysyvät pääpiirteittäin samoina.

3.3 Paalun kärkiosien kelpoisuuden toteaminen

Tuotteen kelpoisuus osoitetaan ensisijaisesti laskelmien avulla. Yleisimmin käytettävälle pienpaalu – kärkityyppi- yhdistelmille on tehtävä puristuskoe laskelmien varmistamiseksi. Suurpaaluihin liitettävien kärkiosien kelpoisuus todetaan laskennallisesti.

Pienpaaluilla on testattava rakennetyyppikohtaisesti kaksi eri halkaisijaa, joista toinen on kokoluokassa 88,9 - 139,7 mm ja toinen kokoluokassa 168,3 - 273,0 mm.

Kaikille vanhoille tuotteille pitää olla myös laskelmat ja kuormituskokeet (kaksi eri halkaisijaa). Vanhoilla tuotteilla tarkoitetaan jo tuotannossa olevia tuotteita, joille haetaan käyttö lupaa.

Puristuskokeessa kärkiosat tulee kiinnittää minimissään $1,5 \times d$ mittaiseen putkeen (d on putken ulkohalkaisija), jonka jälkeen puristuskoe suoritetaan vakionopeudella tunkilla (kuorman noston nopeus 20 - 30 MPa / min) murto-kuormaan asti. Koekappaleen myötölujuus / -voima, murtolujuus / -voima ja murtotapa on ilmoitettava (hitsiliitos, putki, kärjen osa).

Suuremmissa kokoluokassa koekappaleen murtotilan saavuttaminen voi olla hankalaa etenkin suurilla paalujen halkaisijoilla, koska murtovoima on suuri. Minimivaatimuksena koekappale pitäisi kuormittaa kuitenkin vähintään putkimateriaalin myötölujuuteen asti.

Koekuormituksen mittauksissa käytettävät siirtymä- ja voima-anturit on oltava kalibroituja ja koekuormitusjärjestelmän täytyy olla riittävä myötö-/ murtovoimalle, että koe voidaan tehdä turvallisesti.

Koesarjassa on oltava vähintään 3 eri koekappaletta.

Puristuskokeessa suositellaan käytettäväksi suurinta seinämävahvuutta ja lujuusluokkaa vastaava putki, jolle porapaalun kärkiosat ovat suunniteltu. Tällöin voidaan olettaa, että kärkiosan puristuskestävyys on riittävä alemmille teräksen lujuusluokille ja kiinnitystavasta riippuen myös pienemmille paalun seinämävahvuuksille.

Koekappaleet voidaan puristaa nastojen kanssa tai ilman nastoja.

Paalun kärkiosan kelpoisuus todetaan vertaamalla kokeesta saatuja arvoja laskettuihin arvoihin. Mikäli kokeesta saatu myötölujuuden arvo on yhtäsuuri tai suurempi kuin laskennallinen arvo, voidaan tuotteen olettaa olevan suunnitelmien mukainen.

Tuotteen vetokestävyys todennetaan porauskokeen yhteydessä.

3.4 Tuotteen asennuskestävyys

Uusien tuotteiden kärkiosien asennuskestävyys todetaan porauskokeilla. Vanhoilla käytössä olleilla tuotteilla asennuskestävyys voidaan todeta dokumentoidun käyttöhistorian avulla.

Porauskoete suoritetaan rakennetyyppikohtaisesti kahdelle eri halkaisijalle kuten kohdassa 3.3.

Koesarjassa on oltava vähintään 3 paalua.

Porauskoeteessa paalu porataan syväkilajista muodostuvaan ehjään kallioon 8 m, jonka jälkeen paalu nostetaan, ja paalun ja kärjen ehjyys todetaan silmämääräisesti. Vaihtoehtoisesti samalla kärjellä voidaan tehdä useampi matalampi reikä, esimerkiksi kolme 2,7 m syvää reikää.

Paalun poraus dokumentoidaan pitämällä paalun asennuksesta pöytäkirjaa ja paalun kärjet dokumentoidaan valokuvauksella testin jälkeen. Paalun kärjessä ei testin jälkeen saa olla paalun rakenteen kestävyyttä oleellisesti heikentäviä vaurioita. Porauskokeiden laadunvarmistus on oltava kolmannen osapuolen valvonnassa.

3.5 Porapaalujen kärkiosien valmistus

Porapaalujen kärkiosien valmistamisessa noudatetaan standardia SFS-EN 1090-2 ”Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset” ja sen viitestandardeja. Toteutusluokka on vähintään EXC2.

Teräsmateriaalien tulee olla jäljitettävissä valmistuseräkohtaisesti kaikissa vaiheissa. Materiaalitodistukset on oltava saatavissa tarvittaessa.

Porapaalujen kärkiosien laadunvalvonnan varmistus on oltava kolmannen osapuolen valvonnassa.

4 Toleranssit

Kärkiosien valmistus- ja kokoonpanotoleransseissa noudatetaan standardia SFS-EN 1090-2.

Porakruunuvalmistaja ilmoittaa paaluputken toleranssirajat, esim. EN10219/EN10210 standardiin perustuen tai jos tarvetta niin poikkeamat näihin.

5 Porapaaluosien kiinnitys paaluun, kiinnityksen laadunvarmistus ja paalun asennusohjeet

Porapaaluosien valmistajalla on oltava hitsausohjeet tuotteen kiinnitykselle paaluun. Hitsausohjeissa on oltava tarkat määritelmät hitsausaineille sekä karkaistulle että karkaisemattomalle maakengälle.

Kärkien kiinnihitsaamisessa noudatetaan EN 1090-2 standardia.

Mikäli porapaalujen kärkiosat hitsataan paaluputkeen kiinni konepajaolosuhteissa, 5% saumoista tehdään NDT- tarkastus ultraäänimenetelmällä. Mikäli hitsaukset tehdään työmaaolosuhteissa, 10% saumoista tarkastetaan paalujen osalta.

Siltarakenteessa, jossa suuriläpimittainen porapaalu toimii yksinään tai pilarin suorana jatkeena tai saman peruslaatan tai palkin alla on 4 tai vähemmän porapaaluja, saumoista testataan 5% (konepajaolosuhde), 20% (työmaaolosuhde).

NDT-tarkastuksessa testataan aina koko sauma. Siltakohteissa testataan vähintään 1 sauma.

Porapaaluosien valmistajalla on oltava paalulle asennusohjeet, jossa on määritelty tuotteelle soveltuvat vasarakokoluokat, käytetyt maksimi-ilmanpaineet, pyöritysnopeudet sekä muut ko. tuotteen asianmukaiseen asennukseen tarvittavat ohjeet.

Asennusohjeessa voidaan esimerkiksi taulukoida eri vasaravalmistajien malleja ja paalutyyppejä asennukseen soveltuvuuden mukaan.

6 Yhteenveto

6.1 Tyypisuunnitelma

Tyypisuunnitelman tulee sisältää vähintään seuraavat asiat:

- kokoonpanopiirustus sisältäen käytetyt materiaalit, toleranssit, mitat, toteutusluokat; samassa piirustuksessa voidaan esittää useamman paaluhalkaisijan kärkiosia (esim. mitat taulukoituna)
- tyypisuunnitelmassa tulee käydä yksiselitteisesti ilmi porakruunun tunnistetiedot – tyyppinro tms.
- tyypisuunnitelman tulee perustua tämän ohjeen mukaisiin laskelmiin

6.2 Asennus- ja hitsausohjeet

Asennuksessa on käytettävä valmistajan määrittämää/ohjeistamaa:

- asennuskalustoa (vasara)
- käyttöohjetta (porausparametreja, tärkeimpänä tähän liittyen käyttöpaine ja syöttövoima)
- hitsausohjetta

6.3 Käyttölupahakemus

Käyttölupahakemuksessa on esitettävä kohdan 6.1 mukainen tyypisuunnitelma, kohdan 6.2 asennus- ja hitsausohje, mitoituslaskelmat, mitoitusyhteenveto (esim. liite 1), puristus- ja vetokokeiden koeraportit, porauskokeen raportti, sekä selvitys / todistus tuotannon laadunvalvonnan varmistamisesta kolmannen osapuolen toimesta.

Mitoituslaskelmat tulee esittää vähintään yhdestä rakennetyypin tuotteesta / dimensiosta täydellisinä, mistä käy ilmi mitoitusperusteet, käytetyt standardit, lähtöarvot ja mitoituslujuudet, laskentamenetelmät, laskentaohjelmat ja mitoituksen kulku vaihe vaiheelta. Muiden dimensioiden osalta mitoituslaskelmat voidaan esittää tiivistettyinä kuitenkin siten, että lähtöarvot ja lopputulokset käyvät laskentareportista selkeästi ilmi.

Käyttölupahakemus toimitetaan Liikennevirastoon. Liikenneviraston ja ELY-keskusten hankkeissa porapaalujen kärkiosilla on oltava myönnetty käyttölupa 1.6.2017 tai oltava vähintään 1.6.2017 mennessä näissä vaatimuksissa esitetyt testit tehtynä ja käyttölupahakemus toimitettuna, jotta tuotteita voidaan käyttää.

Mikäli tuotteita revisoidaan ja jos rakenne oleellisesti muuttuu, tulee käyttölupa päivittää. Kun kärjen kestävyys laskennallinen arvo muuttuu 5%, tai enemmän on käyttölupa päivitettävä. Laskelmien tarve katsotaan tällöin erikseen.

Porapaalun kärkiosan kestävyyksien ilmoittaminen

Porakruunujärjestelmän tuotesarja: valmistaja, tuotesarjan nimi ja tyyppi (irrallinen rengasterä, integroitu rengasterä ja maakenkä, tms.)

Tuotteen tunnistetiedot	Paalun halkaisija [mm]	Paalun maksimi-seinämävahvuus [mm]	Mitoituksessa käytetty paalun teräslaji	Puristuskestävyyden mitoitusarvo R_d [kN]	Vetokestävyyden mitoitusarvo $R_{t,d}$ [kN]	R_d 2,0 mm korroosiovaralla ^{a)}	$R_{t,d}$ 2,0 mm korroosiovaralla ^{b)}	Huom. ^{c)}

a) Tuotesarjasta esitetään kahdelle eri halkaisijalle kestävyysmitoitukset 2,0 mm korroosiolle.

b) esitetään vain, mikäli tuote on suunniteltu kestäväksi vetorasitusta käytön aikana

c) tässä voidaan ilmoittaa esim. että vetokestävyys on yksinomaan maakenkän vetokestävyys (esim. käytettäessä irrallista rengasterää)