

BETONIPAALUJEN TERÄSOSAT KÄYTTÖSELOSTEEN PIIRIIN

Jari Hietala, diplomi-insinööri, TTY, Rakennetekniikka
Timo Männistö, kehitys-insinööri, Leimet Oy

Betonipaaluja koskevat lyöntipaaluusohjeet uudistuivat vuonna 2005 (LPO 2005). Samaan aikaan vahvistettiin harmonisoitu eurooppalainen standardi SFS-EN 12794 "Betonivalmisosat, perustuspaalut", jonka mukaan on mahdollista CE-merkitä jatkojalut, muttei paalujatkoksia. Kalliokärkiä standardi ei käsittele lainkaan, ne ovat tänä päivänä täysin pohjoismaisia tuotteita. Uusi standardi ei siten muuta tarvetta suomalaisille tuotehyväksynnöille. Ympäristöministeriö on kuitenkin ilmoittanut lopettavansa paaluihin liittyvien tyyppihyväksyntöjen myöntämisen.

Rakennusteollisuus RT:n Paalujaos on eri osapuolien kanssa keskusteltuun päätyneen pyytämään Suomen Betoniyhdistystä varmentamaan betonipaaluja teräsosille betoninormien mukaiset käyttöselosteet (RakMK B4: 4.1.2.4).

Betoniyhdistyksen metalliosajaosto on tutkinut paaluja teräsosien hyväksyntävaatimuksia sekä käynyt keskustelua koekuormituksia suorittavien laitosten kanssa. Ohessa käydään läpi käyttöselostehakemusten hyväksynnän perusteita.

Paalun mitoituksen perustana ovat käsittelykuormat ja lyöntirasitukset. Lyöntirasitukset vaihtelevat suuresti maaperän mukaan eikä niitä tarkkaan tunneta. Uusissa lyöntipaaluusohjeissa on sekä pää- että hakaraidoitusta lisätty. Paalujatkoksille ja kalliokärjille asetettuja kuormankestovaatimuksia on korotettu suoraan suhteessa lisättyyn rauditusmäärään. Halkaisuraudoitusohjeiden mukaan teräsosien kotelorakenteet voidaan nyt huomioida rakenteellisina osina. Uutena paalukokona ohjeisiin on lisätty koko 350x350.

Paaluja sallitut geotekniset kantavuudet on säilytetty ennallaan, tukipaalun keskeinen puristusjännitys on siten luokassa II enintään 7 MPa ja luokassa IB enintään 9 MPa. Teräspaalu on kokonaan poistettu uudesta LPO:sta, niitä käsitellään tulevaisuuden pienpaaluusohjeissa (PPO).

Jatkosten ja kalliokärkien pitää lyöntikokeessa kestää vähintään 1000 iskua jännityshuipun ollessa vähintään 22 MPa, mikä vastaa standardin SFS-EN 12794 luokkaa B. Standardi ei anna ohjeita miten jännitystaso määritetään. Tämän puutteen korjaamiseksi VTT ja Tampereen teknillinen yliopisto ovat laatineet ohjeen siitä, miten jännitystaso voidaan määrittää joko PDA-mittauksilla tai ankkuritanokoihin liimattujen venymäliuskojen avulla.

Lyöntikokeista voidaan todeta yhden vuoden kokemusten jälkeen, että SFS-EN 12794 jännitystason vaihtelurajaa $\pm 10\%$ on vaikea saavuttaa nykyisillä työmenetelmillä. VTT:n ja TTY:n ohjeissa on tämän takia ehdotettu lyöntijännityksen ylärajan poistamista. Lyöntityynyn ominaisuuksien vaihtelu ja lyöntikaluston energiamittausten tarkkuus vaikuttavat jännitystason vaihteluun.

Standardi SFS-EN 12699 'Maata syrjäyttävät paalut' suosittaa, että lyöntienergia valitaan siten, ettei laskennallisesti ylitetä arvoa $0,8 \times$ betonin ominaispuristuslujuus (sylinterilujuus). Jos jatkossa halutaan lyödä paaluja jännitystasolla 28 MPa



(SFS-EN 12794: luokka A), tulee betonille valita vähintään lujuusluokka C50/60, jotta myös lyöntivoiman epäkeskisyydestä aiheutuvat reunajännitykset olisivat hallinnassa.

Uudet lyöntipaaluusohjeet perustuvat edelleen sallittuihin jännityksiin ja koetulokset ominaislujuuksiin, mutta mitoitus edellytetään tehtäväksi Suomen rakentamismääräyskokoelman määräyksiä ja ohjeita soveltaen, jotka perustuvat rajatilamitoitukseen ja osavarmuuskertoimien käyttöön. Metalliosajaoston mukaan laskelmissa voidaan käyttää kuorman osavarmuuskertoimenä 1,4 (muuttuvan kuorman osuus 50 %). Jotta koetulokset olisivat hyväksyttävissä, tulee koekappaleiden betonipeitteiden olla ohjeiden mukaiset ja betoni saa olla korkeintaan 10 MPa lujempaa kuin paaluluokan mukainen nimellislujuus.

Lyöntipaaluusohjeiden mukaan betonipaaluja rasitusluokka on yleensä XC2 ja suunnitellun käyttöiän tulee olla vähintään sama kuin paaluja varaan rakennettujen rakenteiden käyttöikä. Rakennusteollisuus RT:n tuotelehdessä "Teräsbetoninen lyöntipaalu, 2005" esitetyt standardituotteet on suunniteltu käyttöiän 100 vuotta mukaan. Teräsosien kannalta tämä tarkoittaa, että teräksen syöpyminen on otettava huomioon. Metalliosajaoston mukaan laskelmin on osoitettava teräsosan kantokyky 2 mm syöpymisellä (vanha LPO-87 vaatimus). On myös mahdollista tehdä laskelmat eurooppalaisen standardin mukaisesti (EN 1993-5), jolloin suunnittelija voi valita teräsosat kohteessa tarvittavan syöpymisrasituksen mukaan.

LPO-2005 mukainen paalujatkosten taivutuskoe vastaa tekovaltaan SFS-EN 12794 koetta. Jatkosten taivutuskoe tehdään kahdella pistekuormalla, mitatuista taipumista lasketaan paalun jäykkyys ja kuorma-taipumakäyrästä määritetään myötömomentti. SFS-EN 12794 määrittää vain kokeen tekotavan, kantokykyvaatimukset asetetaan maittain ja LPO-2005 edustaa suomalaisia vaatimuksia.

Harjatankojen ankkurointipituuksien suhteen Betoniyhdistyksen metalliosajaosto on ottanut kannan että

– paalujatkosten ankkuritangot mitoittetaan pääraudoituksen suhteen jatkospituudella
– kalliokärjille käytetään ankkurointipituutta.
Tarvittavat laskelmat tehdään Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeen B4 mukaan.

Betonipaaluja rakenteellinen mitoitus tehdään standardin SFS-EN 12794 mukaan Eurocode-laskelmin, siten myös paalujatkoksen taivutuskoe verifioidaan laskelmin käyttämällä todellisia ominaislujuuksia.

Käyttöselostemenettelyyn siirtyminen antaa jatkossa paaluja teräsosille hyvät kehitysedellytykset, kun yksi taho tutkii tuotteen käytettävyyden. Yhteistyössä valmistajien kanssa Betoniyhdistys voi myös edesauttaa nykyisten vaatimusten tarkentamisessa ja uusien käyttöohjeiden muodossa jakaa paaluja käyttäjille suunnittelutietoa, joka mahdollistaa betonipaaluja tehokkaamman ja laadukkaamman käytön.

KIRJALLISUUTTA:

RIL 223-2005 Lyöntipaaluusohje LPO-2005. Teräsbetoni- ja puupaalut
Holopainen V., Törnqvist J., Paalujatkosten lyöntikokeet, EN12794 tarkennus. Versio 21.3.2006.

CERTIFIED PRODUCT DECLARATIONS ALSO FOR REINFORCEMENT OF CONCRETE PILES

Experience gained in Finnish bending tests show that the SFS-EN 12794 needs to be developed as far as large piles are concerned. Some 350x350 piles have lost their load-bearing capacity due to shear failure, when the point loads applied to the piles in the test become so great that the stirrups usually employed in the piles no longer can transmit the corresponding shear force. When piles are not designed for use as beams subjected to such high point loads, it becomes necessary to increase the shear capacity of the test piles as far as the largest pile class is concerned.

According to the LPO-2005 guidelines the rock point is dimensioned to compression to withstand a load at least equal to the load that the pile is expected to carry. For the current products, this means a mathematical analysis of local compression and splitting forces (Finnish Building Code (RakMK B4: 2.2.7), taking into account the corrosion of stiffeners and welds. In the calculations the entire load is assumed to be transmitted through the point pin. Mathematical dimensioning of pile joints is carried out taking into consideration the decrease in the cross-section due to the corrosion of the box structure, as well as the impairment of the tensile strength of the steel parts due to corrosion.

1
Paalujatkosten taivutuskoe.

2
Tyyppillinen jatkoksen murtotapa. Ankkuritanokojen myöntämisen jälkeen jatkoksen yläpinnassa betoni saavuttaa puristumurrin.