

Esiselvitysvaihe valmis – Teräsbetonipaalun rakenteellinen mitoitus

Jukka Haavisto, dipl.ins., tutkija, TTY
Anssi Laaksonen, tekn. toht., professori, TTY

Eurokoodin käyttöönoton ja siihen perustuvan Paalutusohje 2011:n (PO-2011) julkaisun myötä myös teräsbetonipaalujen rakenteellinen mitoitus siirtyi Eurokoodin mukaiseen järjestelmään. Uusien ohjeiden käyttöönotto ei kuitenkaan ole tapahtunut mutkattomasti ja ohjeet ovat aiheuttaneet erilaisia ja osin ristiriitaisiakin tulkintoja rakenteiden suunnittelussa.

Mitoitusohjeiden selkiyttämiseksi Betoniteollisuuden paalujaos käynnisti alkuvuodesta 2015 tutkimuksen teräsbetonipaalujen rakenteellisesta mitoituksesta. Tutkimuksen toteuttaa Tampereen teknillisen yliopiston vaativien rakenteiden tutkimusryhmä.

Kirjallisuustutkimuksena toteutettu esiselvitysvaihe on tulossa päätökseen. Esiselvitysvaiheen tavoitteena on ollut perehtyä teräsbetonipaalun mitoittamiseen ja siihen vaikuttaviin ilmiöihin aikaisempien kansallisten paalutusohjeiden, ulkomaisten suunnitteluohjeiden sekä aiheesta julkaistujen tutkimusten avulla. Esiselvitysvaiheen tarkoituksena on ollut selvittää nykyisen mitoitusohjeen ongelmakohdat ja antaa siten lisätietoa mihin varsinaisessa tutkimusosiossa tulisi syventyä.

Tutkimus kohdistuu aksiaalisesti kuormitetun, kärjellään kantavan teräsbetonipaalun rakenteelliseen mitoitukseen. Nykyisessä teräsbetonipaalun mitoituksessa paalulle määritetään sekä geotekninen että rakenteellinen kantavuus, joista määräävämpi on paalun lopullinen kapasiteetti. Rakenteellinen kapasiteetti voi ylittyä paalupoikkileikkauksen kapasiteetin ylittyessä normaalivoima-taivutusmomentti-yhdistelmän vaikuttaessa tai pehmeissä maakerroksissa rakenteen stabiileetin menettämisen seurauksena.

Paalun taivutusjäykkyydellä, normaalivoimalla, taivutusmomentilla ja sivusiirtymillä on tarkasteltavassa ilmiössä keskinäinen riippuvuus. Lisäksi paalun taivutusjäykkyys sekä maan sivuttaistuki käyttäytyvät epälineaarisesti. Näitä seikkoja ei yksinkertaistetuilla käsinlaskentakaavoilla pystytä täysimääräisesti hyödyntämään. Tästä aiheutuu selkeä tarve numeerisen ja suunnitteluun soveltuvan mitoitusmenetelmän kehittämiseen, jonka avulla mitoitukseen vaikuttavat ilmiöt pystytään ottamaan mahdollisimman kattavasti huomioon. Esiselvitysvaiheessa luonnosteltiin uudenlaista mitoitusmallia, joka eroaa osittain kirjallisuudessa esiintyvistä malleista.

Paalun rakenteellinen kestävyys antaa myös geotekniseen kantokykyyn oman rajoituksensa, sillä paalun on kyettävä ottamaan vastaan geoteknisen kantokyvyn varmistamisessa paaluun kohdistuvat rasitukset. Teräsbetonipaaluilla geotekninen kantavuus määritetään useimmiten asennuksen yhteydessä suoritettavien ns. loppulyöntien avulla.

Paalun käytön- ja asennusenaikaisen mitoituksen lisäksi tulee varmistua, että teräsbetonipaalu kestää kuljetuksen ja elementin nostotilanteen siihen kohdistamat rasitukset sekä täyttää sille käyttörajatilassa asetetut vaatimukset.

Tutkimuksen esiselvitysvaiheella saatiin myös paalutusohjeuudistukseen liittyvää lisätietoa. PO-2011:ssä asennuksen aikaisen taivutusmomenttikestävyyden vaatimuksiin ei todettu olevan selkeitä perusteita, koska taivutuskestävyyttä ei saavuteta lyönnin aikana, vaan asennusenaikainen kestävyys olisi perustellumpaa määrittää reunajännityksien rajoittamisen avulla. Nykyisessä paalutusohjeessa ohjeistus paalun rakenteelliseen mitoitukseen on annettu pelkästään teräs- ja liittopaaluille. Myös teräsbetonipaaluille tulisi jatkossa olla annettu ohjeet rakenteellisen kestävyuden määrittämiseksi.

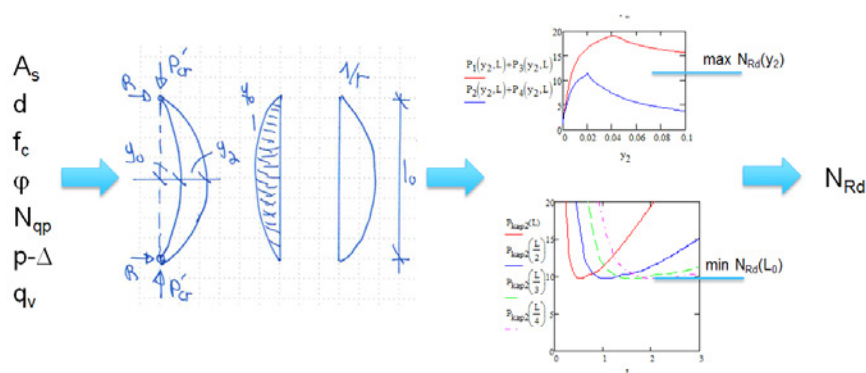


Mitoituksen alkuepäkeskisyysiin vaikuttavalla paalujatkoksen taivutustestien yhteydessä määritettävälle omasta painosta aiheutuvalle jatkoksen kulmanmuutokselle olisi uudistetussa paalutusohjeessa oltava rajoitukset. Lisäksi rakenteen ja maan vuorovaikutukseen liittyy epäselvyyksiä ja etenkin maan osavarmuusluvun käyttöä nurjahdusmitoituksessa käytettävään paalua ympäröivän maan ominaisuuksiin tulisi selkeyttää.

Esiselvitysvaiheen tuloksena lisätutkimuksille todettiin olevan tarvetta myös todellisten asennusaikaisen reunajännitysten määrittämiseksi ja lyöntien paalumateriaalille aiheutaman väsymisvaikutuksen huomioonottamisen tarpeesta mitoituksessa.

Esiselvitysvaihe tuotti arvokasta tietoa teräsbetonipaalujen rakenteellisen mitoituksen perusteista ja toi esille useita kohtia, joita edelleen tutkimalla mitoitusmenettelyä pystytään tarkentamaan. Mitoitusmenetelmän kehittäminen antaa betonipaaluteollisuudelle mahdollisuuden valmistaa tulevaisuudessa entistä tehokkaampia tuotteita.

1 Teräsbetonipaalujen lyöntipaalutus meneillään.



2 TTY:llä on kehitelty teräsbetonipaalujen mitoitusperusteita.