

Vakiopaaluperustusten laskenta

DI Antti Laitakari



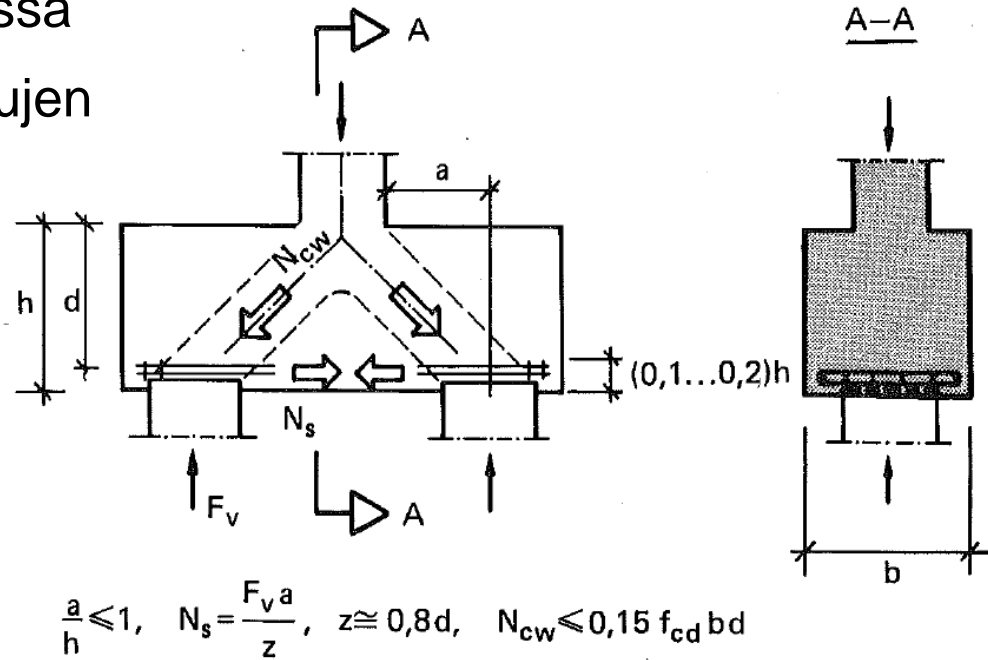
Yleistä

- Uusi tekeillä oleva paaluanturaohje päivittää vuodelta 1988 peräisin olevan BY:n vanhan ohjeen by 30-2 (Betonirakenteiden yksityiskohtien ja raudoituksen suunnittelu osa 2. Perustukset).
- Vakiopaaluanturoiden mittojen ja raudoituksen suunnittelu tehdään nyt SFS-EN 1992 (betonieurokoodi) ja PO-2011 (paalutusohje 2011) mukaan.

Anturoiden mitoitusmalli

BY210 RISTIKKOMALLI

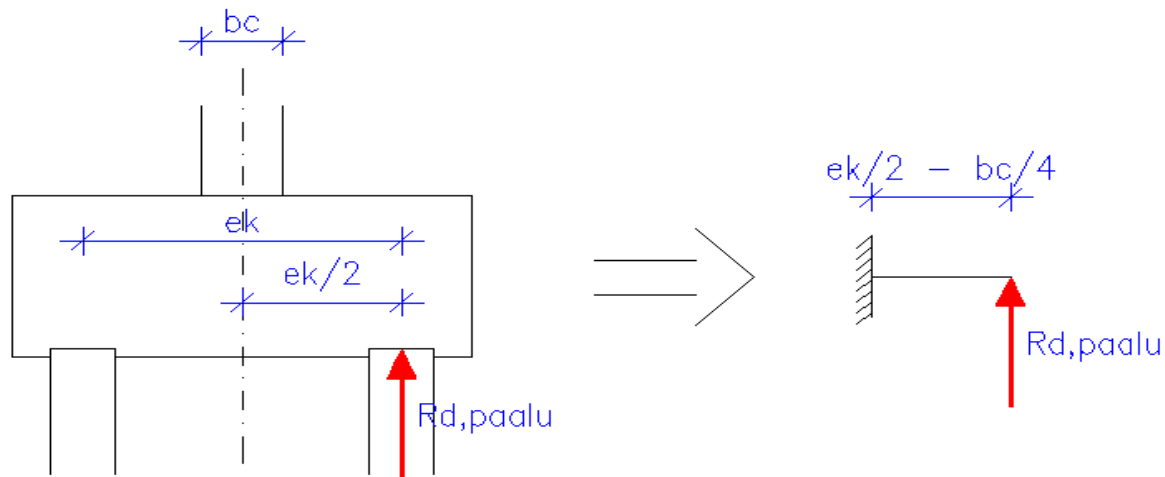
- by30-2 (v. 1988) ohjeen vakiopaaluanturoiden mitoitus on tehty by210 kohdan 7.4.2 mukaisesti.
- Anturoiden laskennassa ei ole huomioitu paalujen upotusta anturaan, mitta a on otettu pilarin ulkoreunaan.
- Paalujen kk-välit olivat pienemmät kuin nyk. vaatimus.



Anturoiden mitoitusmalli

TAIVUTUSTEORIA

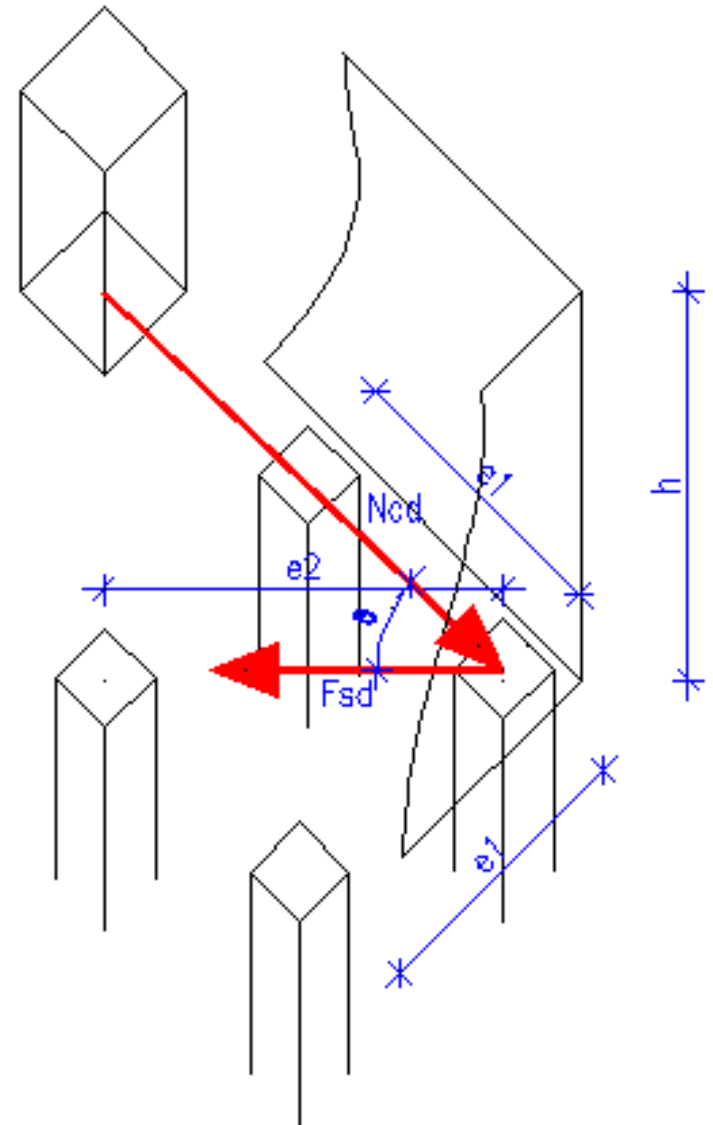
- Paaluanturat voidaan mitoittaa esim. taivutusteorian mukaisella mallilla.
- Mallissa joudutaan helposti käyttämään hakateräksiä, kun laatan leikkauskestävyys ei riitä.
- Laatan lävistyminen (paalu ja pilari) tutkitaan erikseen (suomen kansallisen liitteen mukaan mitoituksessa käytettäisiin RakMk:ta)



Anturoiden mitoitusmalli

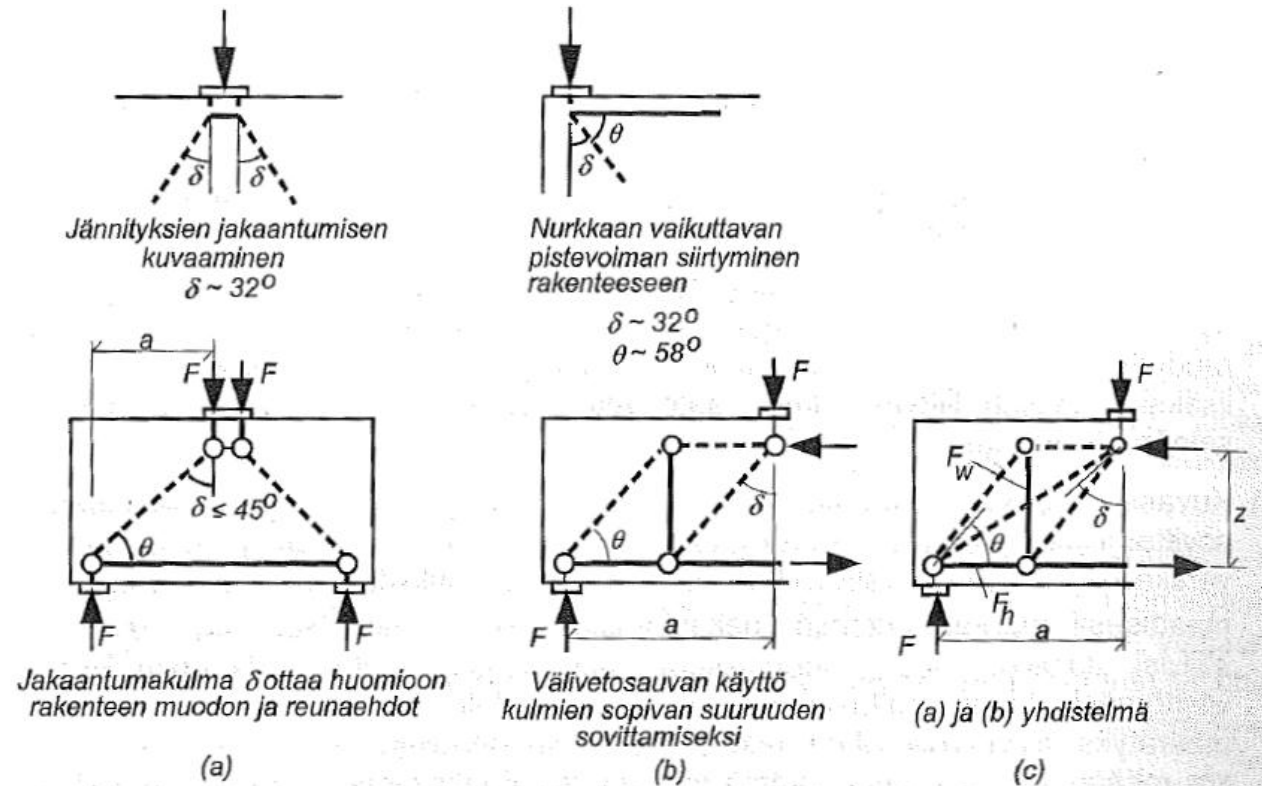
EC2 RISTIKKOMALLI

- Vakiopaaluanturat on tarkoituksenmukaista mitoittaa EC2 ristikkomallin mukaan.
- Puristussauvan kulmana käytetään laskelmissa $\theta \geq 45^\circ$.
- Paalujen sijaintipoikkeama 100mm huomioidaan anturan mitoissa ja ristikkomallin mitoituksessa.
- Leikkaushakoja ei tarvita
- Laatan lävistyksestä ei pelkoa (hoituu puristusdiagonaalilla)



Anturoiden mitoitusmalli

EC2 RISTIKKOMALLI

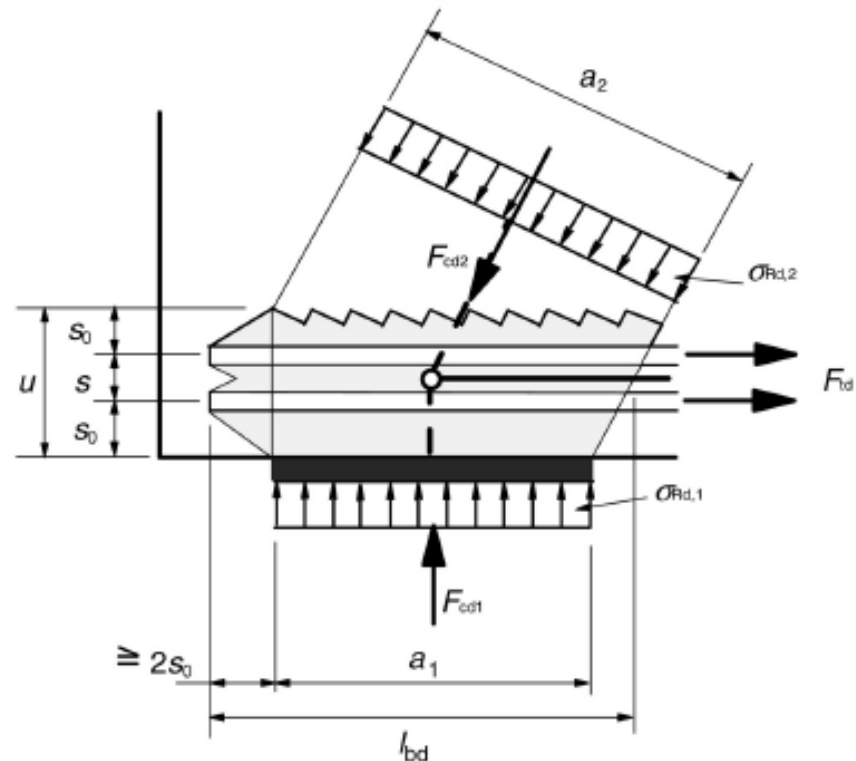


Kuva 3b/6.5 Pistemäisten kuormien huomioonottaminen.

Anturoiden mitoitusmalli

SOLMUJEN MITOITUS

- Puristus ja vetodiagonaalien nurkissa on solmuja
- Eurokoodissa oma ohjeistuksensa solmujen mitoitukseen.
- Ristikkomallin solmut mitoitetaan EC2 kohdan 6.5.4 mukaan

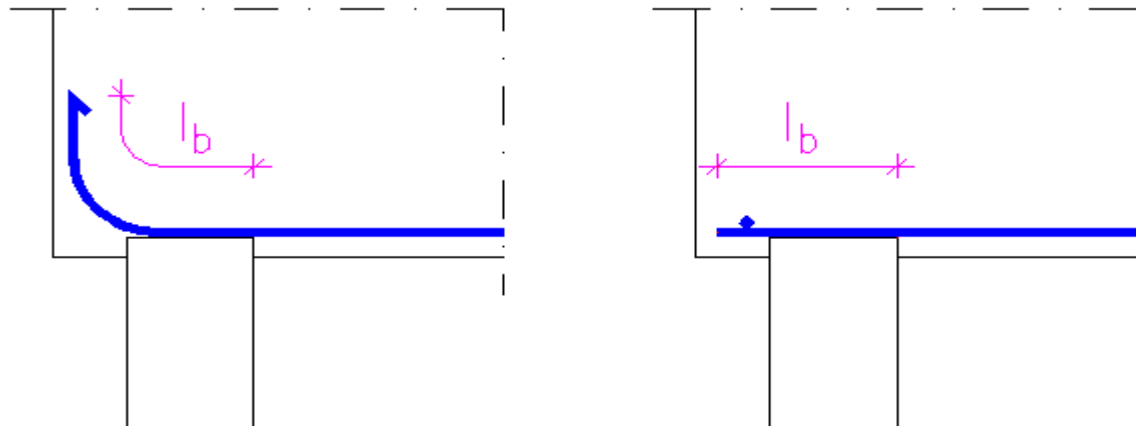


Kuva 6.27 Puristettu ja vedetty solmu, johon liittyy yhden suunnan vetoraudoitus

Anturoiden mitoitusmalli

PÄÄTERÄSTEN ANKKUROINTI

- Pääteräkset voidaan ankkuroida joko koukuilla tai hitsatun poikittaistangon avulla.
- Terästen ankkurointi liittyy solmun mitoitukseen, solmun alueella on poikittainen puristus.
- Terästen taivutussäde vaikuttaa ankkurointipituuteen



Anturoiden mitoituslähtökohtia

MURTORAJATILA

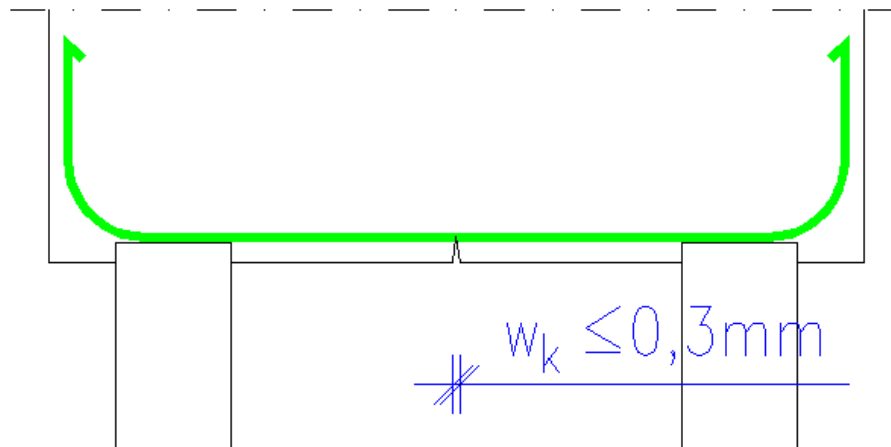
- Paaluanturoiden mitoissa huomioidaan normaalit rakenteen mittapoikkeamat (vastaa RakMK rakenneluokkaa 2).
- Vakiopaaluanturat mitoitetaan paaluryhmän kaikkien paalujen samanaikaiselle maksimikestävyydelle.
- Mitoituskuormat murtorajatilassa:

Paalutyyppe	PTL2 [kN]	PTL3 [kN]
TB250b	614	682
TB300b	874	
TB300c		1124
TB350a	1358	1509

Anturoiden mitoituslähtökohtia

KÄYTTÖRAJATILA

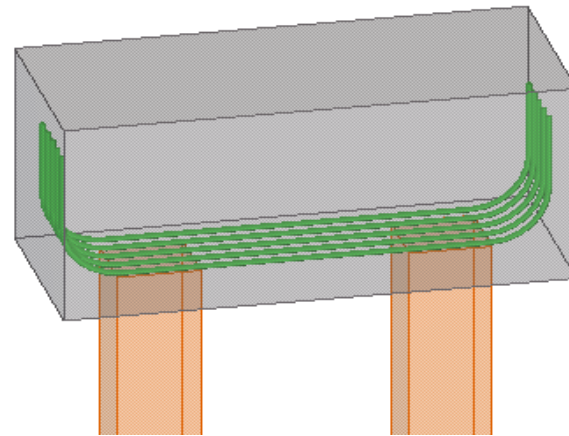
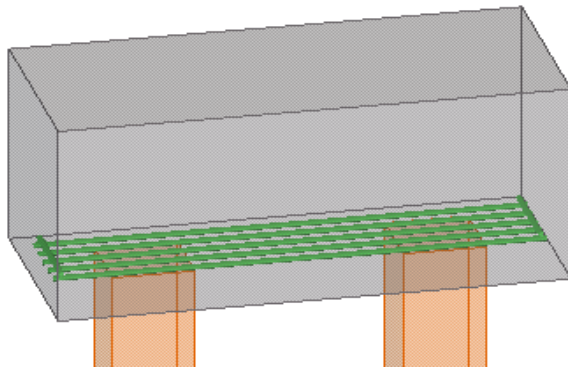
- Vakiopaaluanturat mitoitetaan käyttörajatilassa halkeilulle.
- Halkeaman yläraja on rasitusluokan XC2 mukainen 0,3mm pitkäaikaiskuormille.
- Käyttörajatilassa kuorman pysyvä osuus mitoituksessa on 60% ja muuttuvan kuorman pitkäaikaisosuus 80% (varastokuorma).



Anturoiden mitoituslähtökohtia

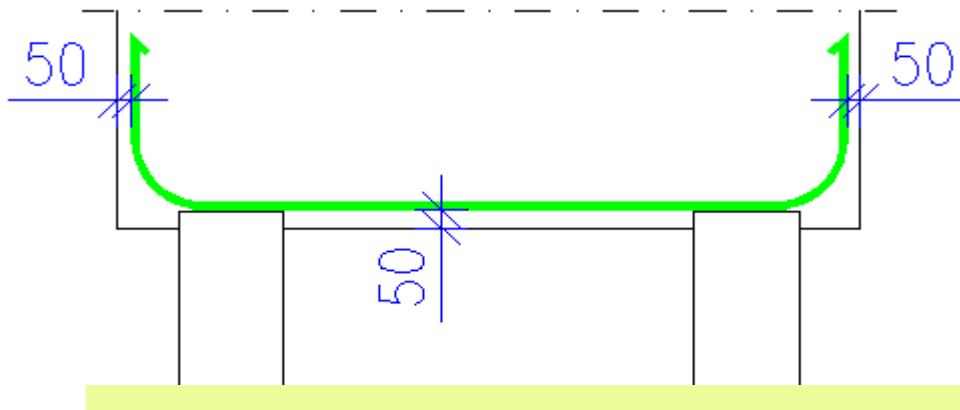
ALAPINNAN PÄÄTERÄSTEN ANKKUROINTI

- Alapinnan pääteräkset voidaan ankkuroida joko koukkuankkuroinnilla tai hitsiliitosankkuroinnilla.
- Uudistetussa vakiopaaluanturoiden suunnitteluohjeessa esitetään pääteräkset molemmille ankkurointitavoille.
- Huolimatta valitusta raudoitteesta anturan koko pysyy samana



Materiaalit ja betonipeitepaksuudet

- Mitoituksessa käytetään anturan betonin lujuutena C30/37 (K37) tai C35/45 (K45).
- Teräksinä käytetään A500HW harjateräksiä.
- Anturan alapinnan terästen betonipeitepaksuutena käytetään 50mm ja sivujen ja yläpinnan terästen betonipeitepaksuutena käytetään 50mm.
- Anturan rasitusluokaksi valitaan XD2 ja käyttöikä tälle on 100v (normaalisti rasitusluokka on XC2 ja käyttöikä tälle on noin 200v)

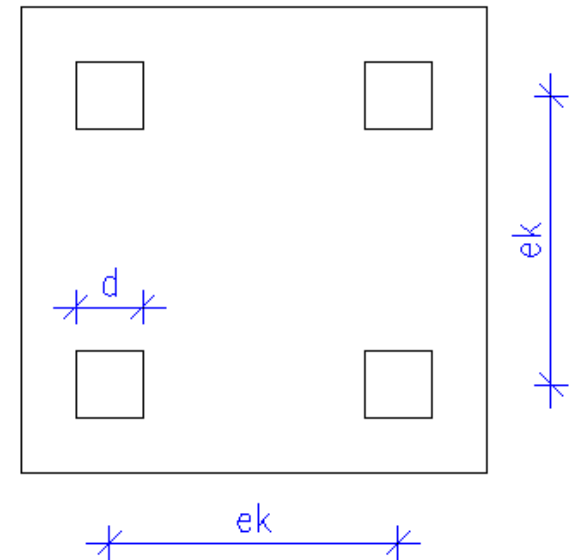


Paalujen etäisyydet

PO-2011 OSA 2

- Kohdan 4.3.2 mukaan paalujen keskiöetäisyyden vähimmäisarvo on suurempi arvoista 800mm tai 3,5 x paalun sivumitta.
- Paaluanturan reunan minimietäisyys paalusta on kohdan 4.3.3 mukainen mitta, eli puolet paalun sivumitasta lisättynä paalun sallitulla sijaintipoikkeamalla.

$$e_k = \max \begin{cases} 800\text{mm} \\ 3,5d \end{cases}$$



Anturoiden mitat

ANTUROIDEN SIVUMITAT

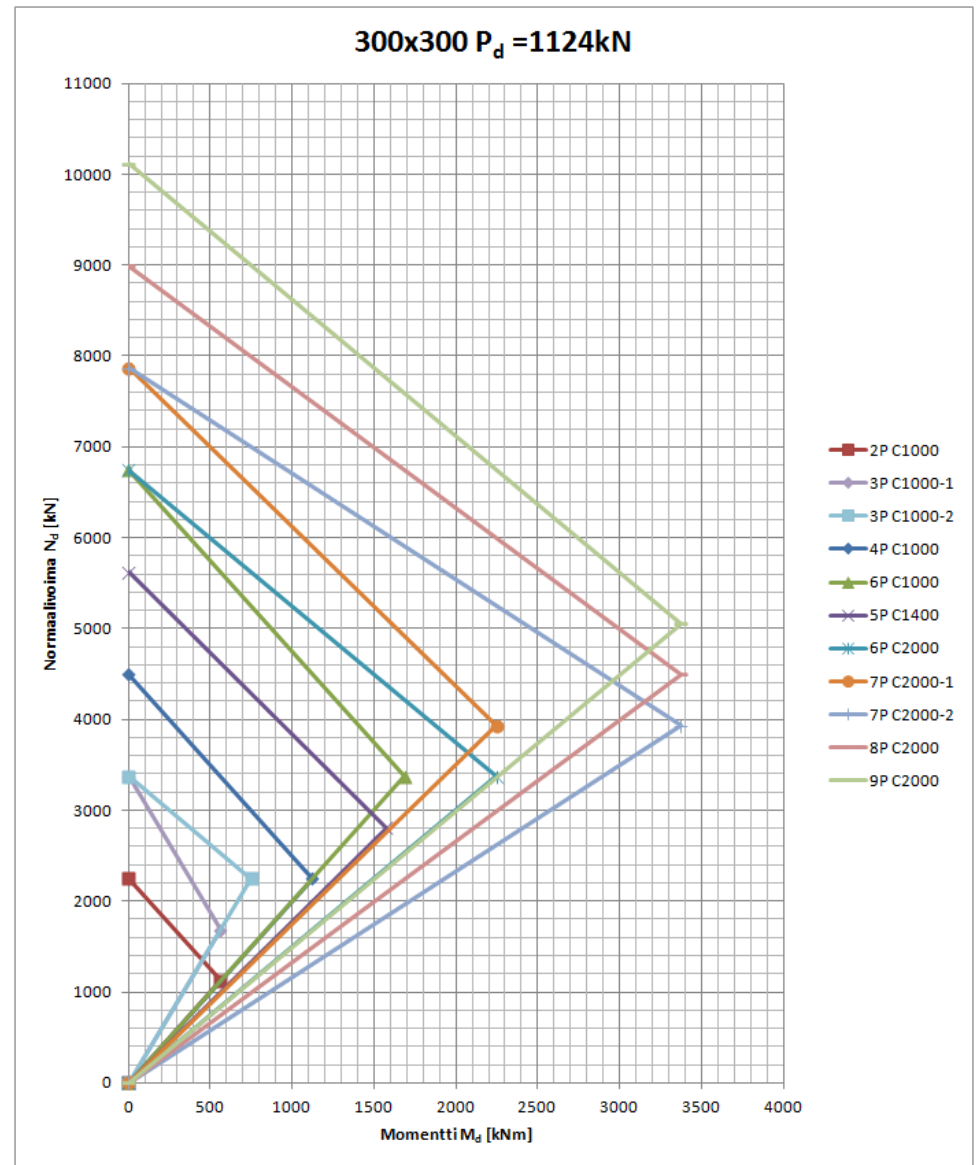
- Vakiopaaluanturoiden sivumitat valitaan huomioiden PO-2011 vaatimukset paalujen keskiö- ja reunaetäisyyksien minimiarvoille.
- Anturoiden sivumitan valinnassa otetaan huomioon pääterästen ankkurointipituus, joka joissain tapauksissa tulee kasvattamaan anturan sivumittaa.
- Paaluanturoiden mitat valitaan siten, että paalujen sallittu sijaintipoikkeama on kohdan 4.4.3 mukainen 100mm.

ANTUROIDEN KORKEUS

- Vakiopaaluanturoiden korkeus valitaan mahdollisimman matalaksi huomioiden anturoiden mitoituslähtökohdat.

Anturoiden valintakuvaajat

- Ohjeessa esitetään jokaiselle paalukoolle ja kaikille mitoituskuormille vakiopaaluanturoiden valintakuvaaja.
- Valintakuvaajan mitoituksessa paaluille ei ole sallittu vetoa.



Anturoiden mitat ja raudoitus

- Uusitussa by 30-2 ohjeessa esitetään kullekin paalukoolle ja mitoituskuormalle seuraavaa:
 - Anturan mitat
 - Paalujen sijoitukset
 - Anturan pääraudoitus
 - Anturan mahdolliset lisäraudoitukset (leikkaus-, ripustus- tms. raudoitus)
- Tiedot esitetään yhteenvetona taulukkomuodossa sekä erillisinä piirustuksina jokaiselle vakiopaaluanturalle.

Vakiopaaluanturoiden mallinnus

Tammikuussa 2012 julkaistaan:

- Vakiopaaluanturoiden Tekla Structures – 3D -komponentit ja paalutuksen hallintaohjelma.
- Vakiopaaluanturoiden Autocad –blokit.
- Vakiopaaluanturoiden suunnitteluohjeet ja mitoituskäyrästöt

