

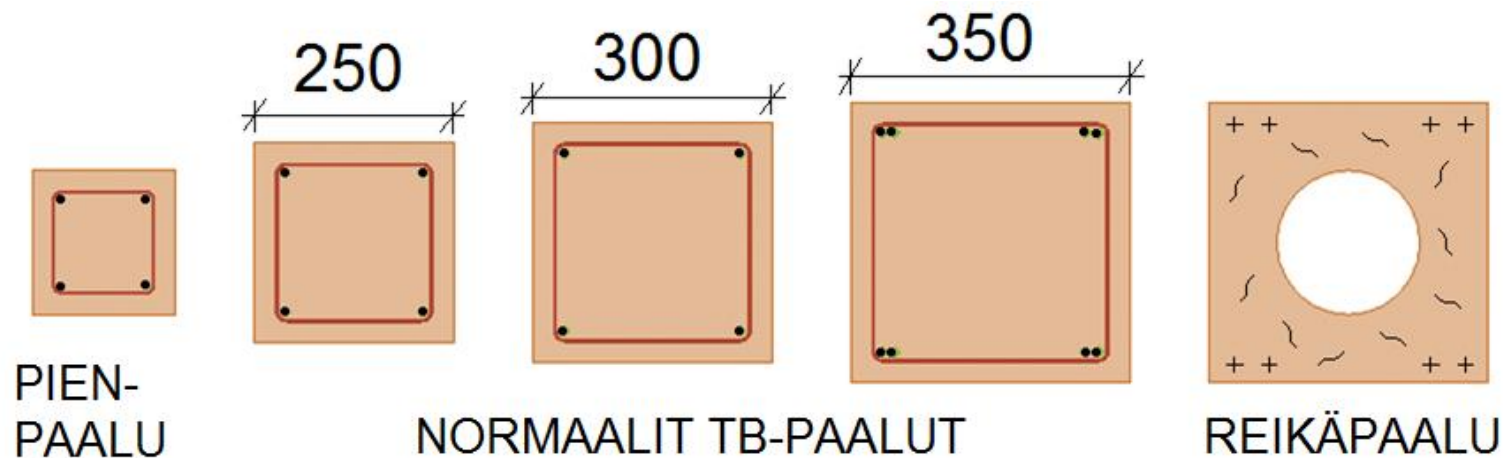
Teräsbetonipaalu, mitä uutta?

DI Antti Laitakari



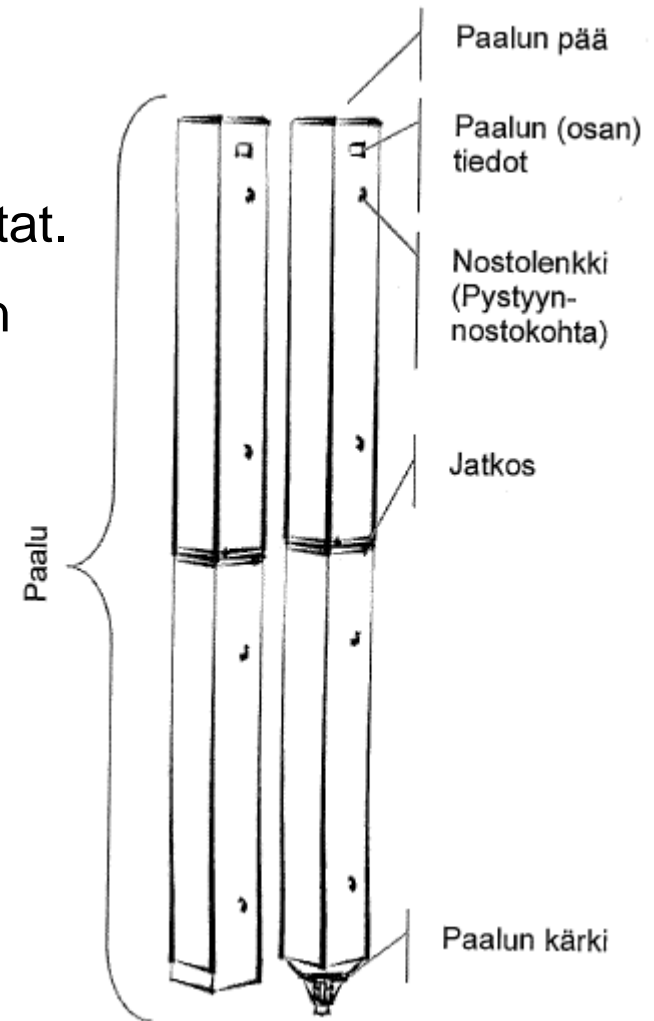
Uudet ohjeet

- Teräsbetonipaalut suunnitellaan uuden paalutusohjeen PO-2011 ja SFS-EN 1992 (Eurocode 2) mukaan
- PO-2011 on Suomen kansallinen ohje jota tehdessä on huomioitu paaluja koskevat eurokoodin mukaiset normit ja standardit
- PO-2011 mahdollistaa erilaisten poikkileikkausten ja materiaalien mitoittamisen



Uusia paalutyyppejä

- Uudet normaali TB-paalut.
- Uusi kantavuus, vanhat poikkileikkausmitat.
- Uudet tyyppimerkinnät (RT:n tuotelehden mukaiset):
 - TB250a ,b; TB300a, b, c; TB350a
- Valmistajat:
 - HTM Helsingin Tukku-myynti Oy
 - Kokemäen TB-paalu Oy
 - Lujabetoni Oy
 - Parma Oy
 - Rudus Betonituote Oy



Uusia paalutyyppejä

- Lujabetonin Luja-pienpaalu

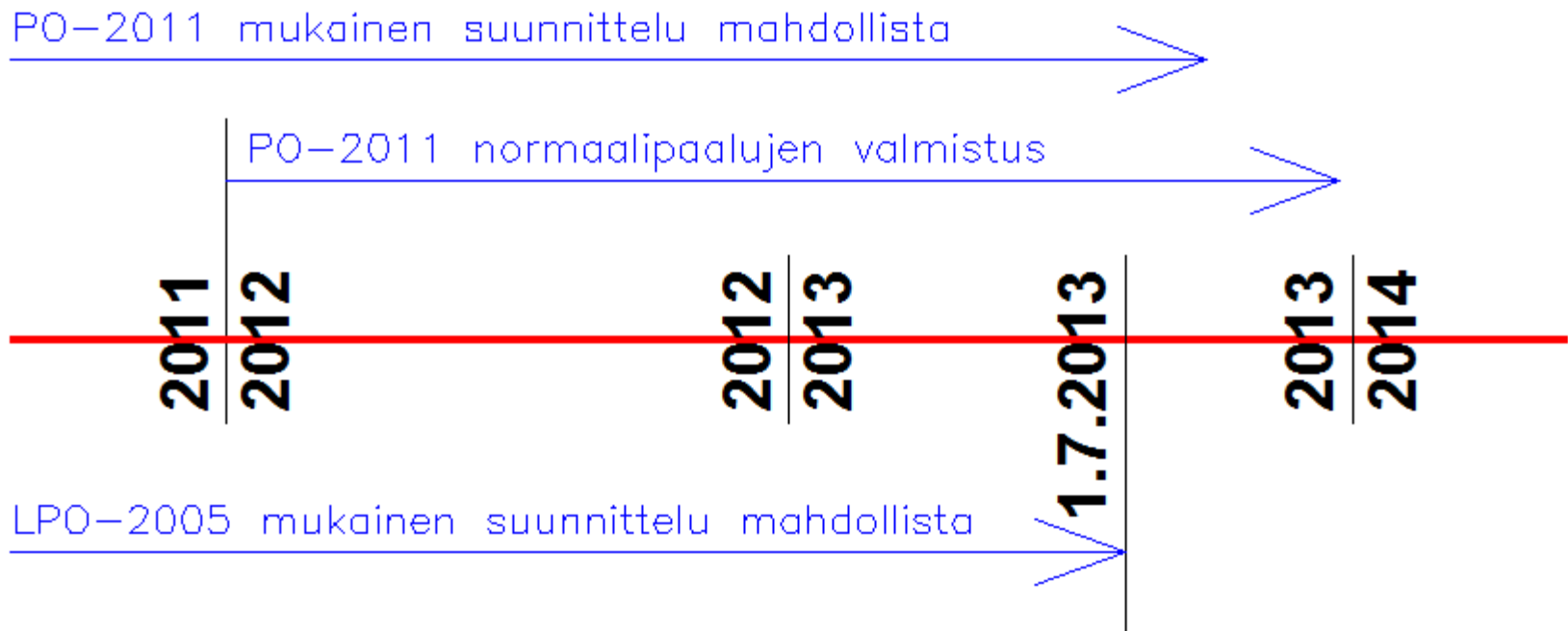


- Parman Eco-paalu



Uudet normaalipaalut

- PO-2011 mukaisesti suunniteltuja normaalipaaluja (Paalujen tuotelehti) aletaan valmistaa vuoden 2012 alussa.
- LPO-2005 mukaan voidaan suunnitella 1.7.2013 asti.



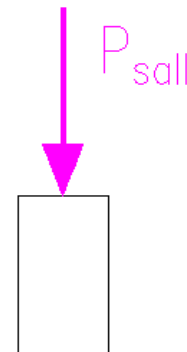
Uutta suunnittelussa: Paalujen luokittelu

- LPO-2005 mukaan paalut jaoteltiin paalutusluokkiin III, II, IB ja IA (vaativin).
- PO-2011 mukaan paalut jaotellaan paalutustyöluokkiin PTL1, PTL2 ja PTL3 (vaativin).
- PO-2011 paalutustyöluokka huomioi rakenteen geoteknisen luokan ja seuraamusluokan.

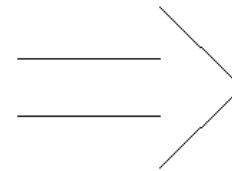
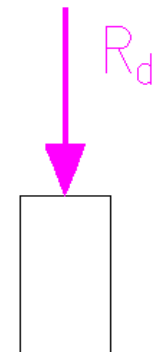
Uutta suunnittelussa: Paalujen kestävyys

- LPO-2005 mukaan suunniteltaessa paaluille annettiin suurin sallittu geotekninen kantokyky P_{sall} paalutusluokan mukaisen sallitun jännityksen perusteella.
- PO-2011 mukaan suunniteltaessa paaluille lasketaan murtorajatilan kestävyys R_d joka perustuu paalun ominaisuuksiin ja paalutustyöluokkaan (PTL1, PTL2 tai PTL3).

LPO-2005

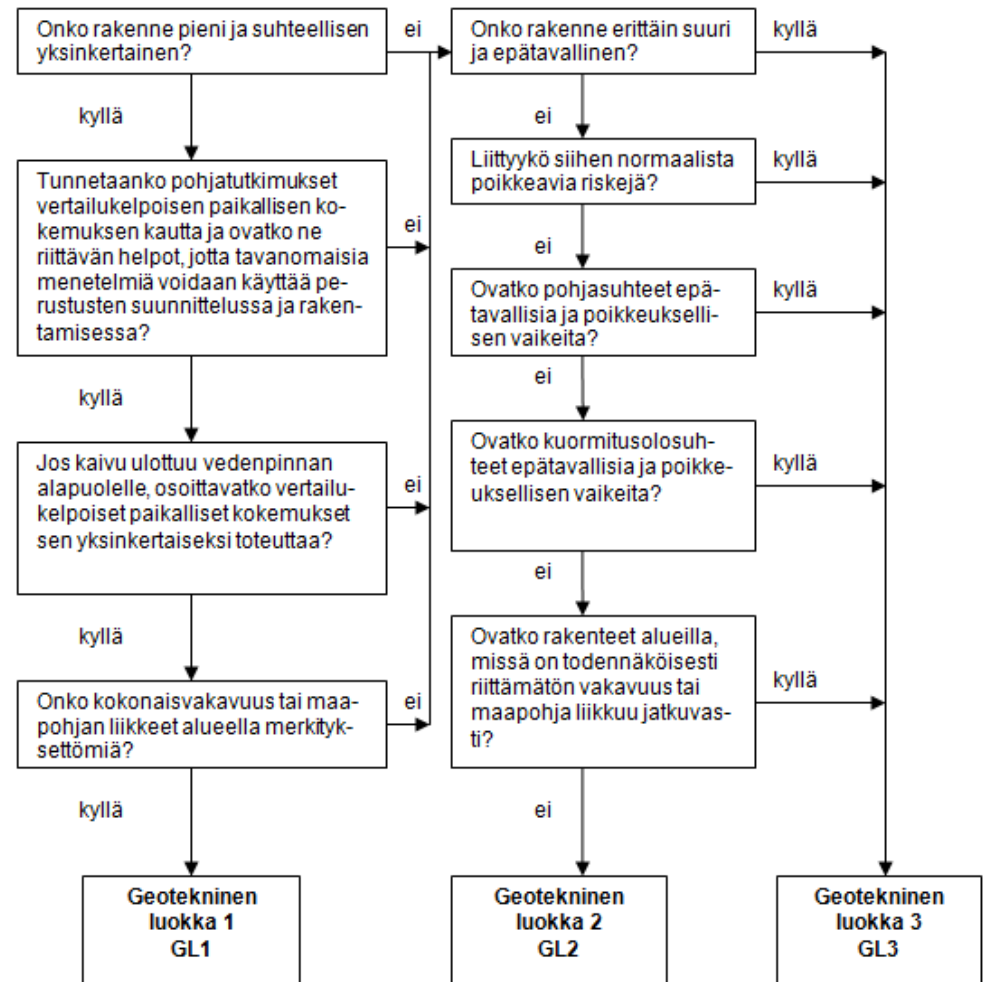


PO-2011



Uutta suunnittelussa: PO-2011 geotekninen luokka

- Määrittää rakenteen geotekniset suunnitteluvaatimukset.
- GL1: helpot rakenteet
- GL2: normaalit rakenteet
- GL3: vaikeat rakenteet
- PO-2011:ssä esitetään geoteknisen luokan valintakaavio



Uutta suunnittelussa: PO-2011 seuraamusluokka

- Määritetään SFS-EN 1990 mukaan.
- CC1: helpot rakenteet
- CC2: normaalit rakenteet
- CC3: vaikeat rakenteet

Seuraamusluokka	Kuvaus	Rakennuksia sekä maa- ja vesirakennuskohteita koskevia esimerkkejä
CC3	Suuret seuraamukset hengenmenetysten <i>tai hyvin suurten</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Pääkatsomot; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat suuret (esim. konserttitalo)
CC2	Keskisuuret seuraamukset hengenmenetysten tai merkittävien taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Asuin- ja liikerakennukset; julkiset rakennukset, joissa vaurion seuraamukset ovat keskisuuret (esim. toimistorakennus)
CC1	Vähäiset seuraamukset hengenmenetysten <i>tai pienten tai merkityksettömien</i> taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen takia	Maa- ja metsätalousrakennukset, joissa ei yleensä oleskele ihmisiä (esim. varastorakennukset), kasvihuoneet

Uutta suunnittelussa: PO-2011 paalutustyöluokka

PAALUTUSTYÖLUOKAN MÄÄRITYS

- Riippuu rakenteen geoteknisestä luokasta ja seuraamusluokasta.
- PO-2011 kohdan 4.7.1.2 taulukon 4.18 mukaan:

Taulukko 4.18. Paalutustyöluokat PTL1, PTL2 ja PTL3 tavanomaisessa rakentamisessa.

	Seuraamusluokka, ks. SFS-EN 1990		
Geotekninen luokka, ks. kohta 2.3	CC1	CC2	CC3
GL1*	PTL1...(PTL3)	PTL2...(PTL3)	PTL2...(PTL3)
GL2	PTL1...(PTL3)	PTL2...(PTL3)	PTL3
GL3	PTL2...(PTL3)	PTL2...(PTL3)	PTL3

*ei ole yleensä paaluttamista edellyttävä kohde

PO-2011 mukainen paalun kestävyys

PAALUN GEOTEKNINEN KESTÄVYYS

- Paalun geotekninen maksimikestävyys $R_{k,geo,max}$ on kullekin paalukoon ja betonilujuuden yhdistelmälle erilainen ja riippuu paalutustyöluokasta.

Taulukko 4.19. Geoteknisen kestävyuden ominaisarvon maksimiarvo lyömällä asennettavilla paaluilla ja suurin keskeinen lyöntivoima.

Paalun materiaali	Suurin sallittu puristusrasituksen aikaansaava keskeinen lyöntivoima asennettaessa $F_{c;lyönti}$	Suurin kestävyuden ominaisarvo $R_{k;geo,max}$
Teräsbetonipaalu	$\leq 0,8 \cdot f_{ck} \cdot A_c^a$	PTL3: $R_{k;geo,max} \leq F_{c;lyönti}$
		PTL2: $R_{k;geo,max} \leq 0,8 \cdot F_{c;lyönti}$
		PTL1: $R_{k;geo,max} \leq 0,6 \cdot F_{c;lyönti}$

^a Jatkoksen lyönninkestävyys on osoitettava kokeellisesti SFS-EN 12794 mukaisella lyöntikokeella ks. osa 2 kohta 3.8.2.

PO-2011 mukainen paalun kestävyys

PAALUN GEOTEKNINEN KESTÄVYYS

- Paalun geoteknisen kestävyden ominaisarvo $R_{k,geo}$ lasketaan poikkileikkauksen momentinkestävyden ja momentinkestävyysvaatimuksen suhteen avulla.
- $R_{k,geo,max}$ on geoteknisen kestävyden laskennallinen yläraja.

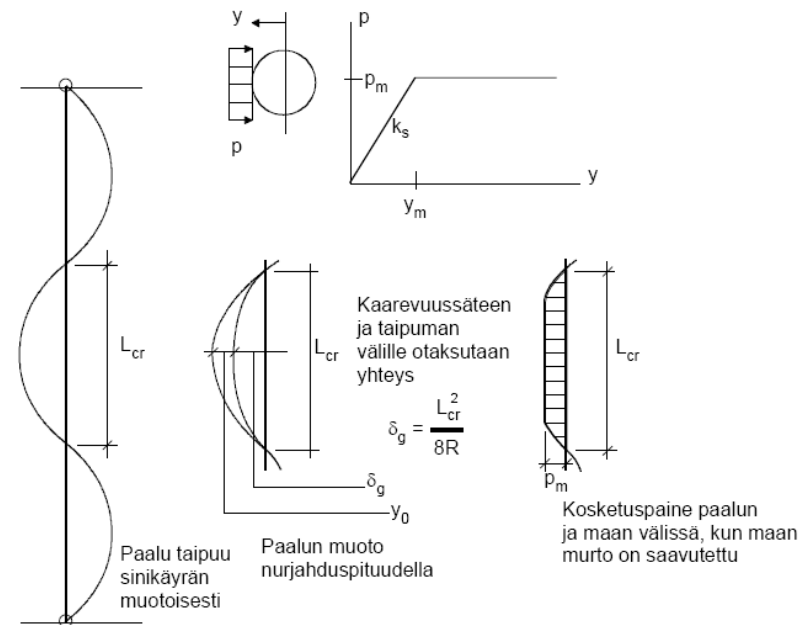
$$R_{k,geo} = \frac{M_{uk}}{M_{k,vaad}} \cdot R_{k,geo,max}$$

PO-2011 mukainen paalun kestävyys

- Paalun geotekninen kestävyys murtorajatilassa R_d lasketaan jakamalla $R_{k,geo}$ korrelaatiokerroimella ja osavarmuusluvulla.
- Korrelaatiokerroin riippuu paalun loppulyöntien laskentatavasta, koestuksesta työmaalla ja koestettavien paalujen lukumäärästä.

- Paalun kestävyyttä voi löyhässä maaperässä rajoittaa paalun nurjahdusmurtokestävyys $R_{d,nurj}$.

$$R_{paalu} = \min \begin{cases} R_d = \frac{R_{k,geo}}{\gamma_m \cdot \psi} \\ R_{d,nurj} \end{cases}$$



Kuva 4.15. Paalun nurjahduskestävyyden laskentamalli hienorakeisessa maakerroksessa

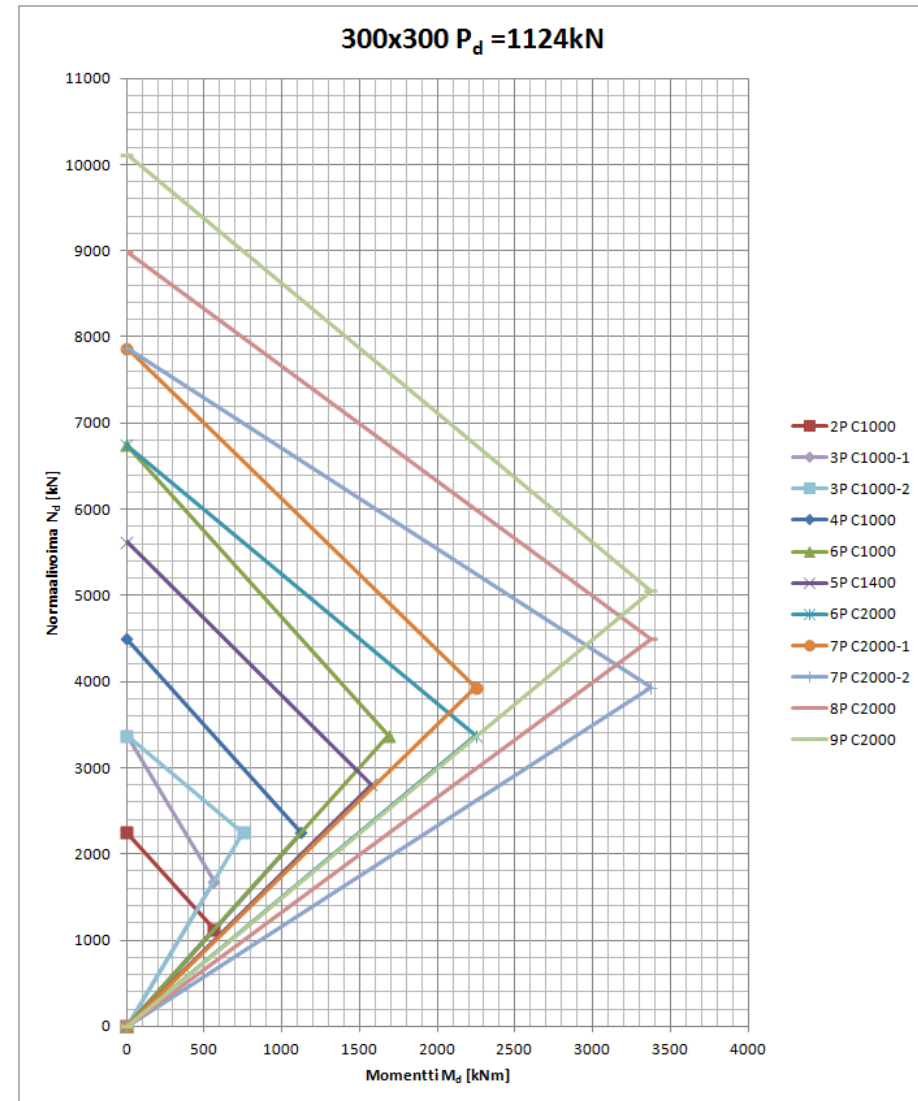
Paalujen tuotelehti (Po-2011 mukaiseen paalutustyöhön)

- Tuotelehden taulukossa esitetään 250, 300 ja 350 normaalipaaluille:
 - Puristuskestävyydet $R_{d,max}$
 - Nurjahdusmurtokestävyydet $R_{d,nurj}$ erilaisilla pitkä- ja lyhytaikaiskuorman suhteilla

Paalun tyyppi	$R_{d,nurj}$ [kN] nurjahduksen mukaan						$R_{d,max}$ [kN]		
	c_{uk} [kPa]	P [%]	L [%]	5	7	10	PTL3	PTL2	PTL1
TB250a	L _{cr} / 150	100	0	443	541	A	605	544	495
		50	50	568	700	A			
		0	100	674	A	A			
	L _{cr} / 300	100	0	552	A	A			
		50	50	762	A	A			
		0	100	A	A	A			
TB250b	L _{cr} / 150	100	0	463	566	A	682	614	558
		50	50	592	730	A			
		0	100	699	A	A			
	L _{cr} / 300	100	0	580	A	A			
		50	50	798	A	A			
		0	100	A	A	A			
TB300a	L _{cr} / 150	100	0	643	786	A	870	783	711
		50	50	824	1016	A			
		0	100	977	A	A			
	L _{cr} / 300	100	0	802	A	A			
		50	50	1107	A	A			
		0	100	A	A	A			
TB300b	L _{cr} / 150	100	0	669	818	A	972	874	795
		50	50	855	1055	A			
		0	100	1010	A	A			
	L _{cr} / 300	100	0	838	A	A			
		50	50	1153	A	A			
		0	100	A	A	A			
TB300c	L _{cr} / 150	100	0	743	909	A	1124	1012	920
		50	50	941	1164	A			
		0	100	1102	A	A			
	L _{cr} / 300	100	0	939	A	A			
		50	50	1284	A	A			
		0	100	A	A	A			
TB350a	L _{cr} / 150	100	0	1002	1226	A	1509	1358	1234
		50	50	1270	1571	A			
		0	100	1488	A	A			
	L _{cr} / 300	100	0	1266	A	A			
		50	50	1732	A	A			
		0	100	A	A	A			

Vakiopaaluanturoiden suunnitteluohje

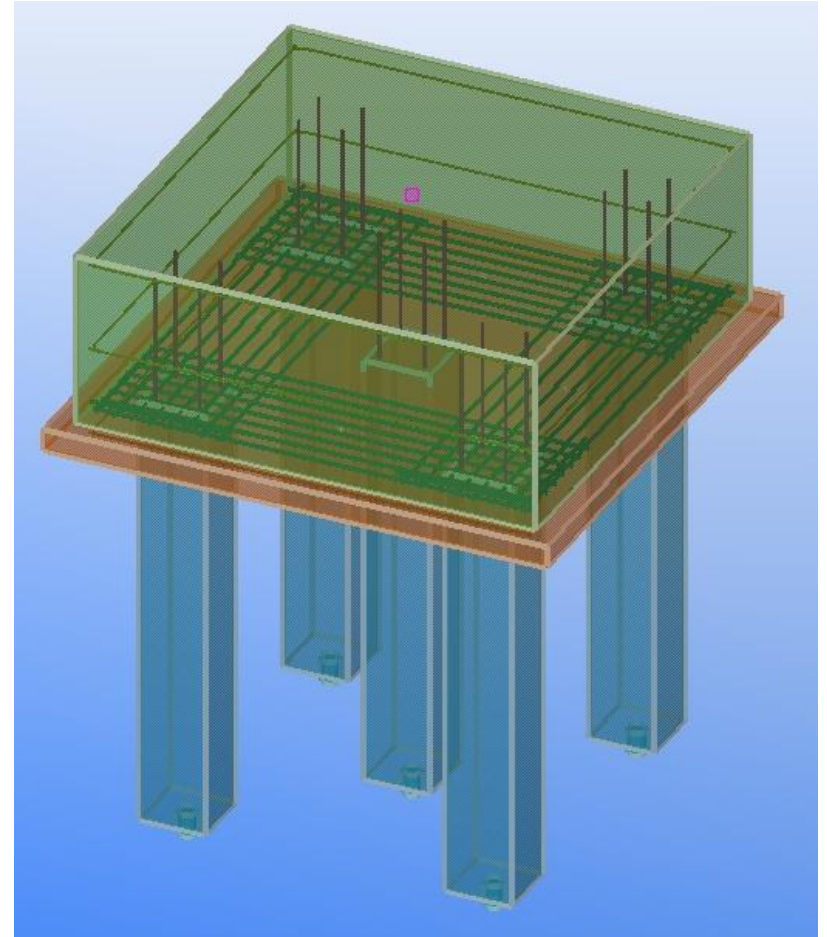
- PO-2011 ja eurokoodin mukaisten vakiopaaluanturoiden suunnitteluohje julkaistaan tammikuussa 2012.
- Ohjeessa esitetään vakiopaaluanturoiden mitat, kestävyudet ja raudoitukset yleisimmin käytetyille normaalipaaluille.



Vakiopaaluanturoiden mallinnus

Tammikuussa 2012 julkaistaan:

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



KIITOS