

**Eurokoodiaikaan siirtymisen tuskaa
+
keskustelua havaituista ongelmista ja
mahdollisuuksista
(~~Paalujen mitoitus eurokoodiaikana~~)**

Betoniteollisuuden paaluseminaari 2013

28.11.2013

Jouko Törnqvist, VTT

Motivaation vuoksi on muistettava isot linjat

- EU mahdollistaa yhteismarkkinat
- Potentiaalinen markkina-alue kasvaa merkittävästi
- Eurooppalaiset yhteiset suunnitteluperusteet ja tuotekelpoisuuden osoittamistavat yhtenäistyvät ja ovat mahdollistaja



5.4 miljoonasta asukkaasta
500 miljoonaan asukkaaseen

Kysymys:

Hyödynnämmekö?

Kuka hyötyy?

Ja miten hyödynnäimme?

Vaikutammeko kipupisteisiin?

Eurokoodeja soveltamassa → CE

Rakennustuotteiden CE-merkintä tuli pakolliseksi 1.7.2013

Säännösten yhtenäistäminen asetuksella lisää CE-merkittyjen tuotteiden liikkuvuutta ja käytettävyyttä kaikissa jäsenvaltioissa. Suomen rakennustuotteiden viennin kannalta rakennustuotteiden sisämarkkinoiden kehittyminen on tärkeää.

Suomi on väkilukuun suhteutettuna EU:n suurin rakennustuotteiden viejä, joten ehdotuksella on huomattavaa merkitystä vientiteollisuudellemme?.

Rakennustuotteita vievät yritykset CE -merkitsevät tuotteensa jo tällä hetkellä.

Eurokoodien käyttöönoton ja tuotestandardien laatimisen tavoitteena eivät olleet paalut! Sopeutuminen myös paalutuspuolella on pikemminkin uhrautumista rakennustuoteviennin alttarille.

Tuotestandardeja joudutaan noudattamaan...

Betonipaalut tuotestandardi SFS EN 12794

(Testausvaatimukset)

EN1993-5: Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 5: Paalut.
Kansallinen liite.

-Sisältää lyönti ja porapaalujen jatkoksien kestävyys- ja jäykkyysvaatimukset

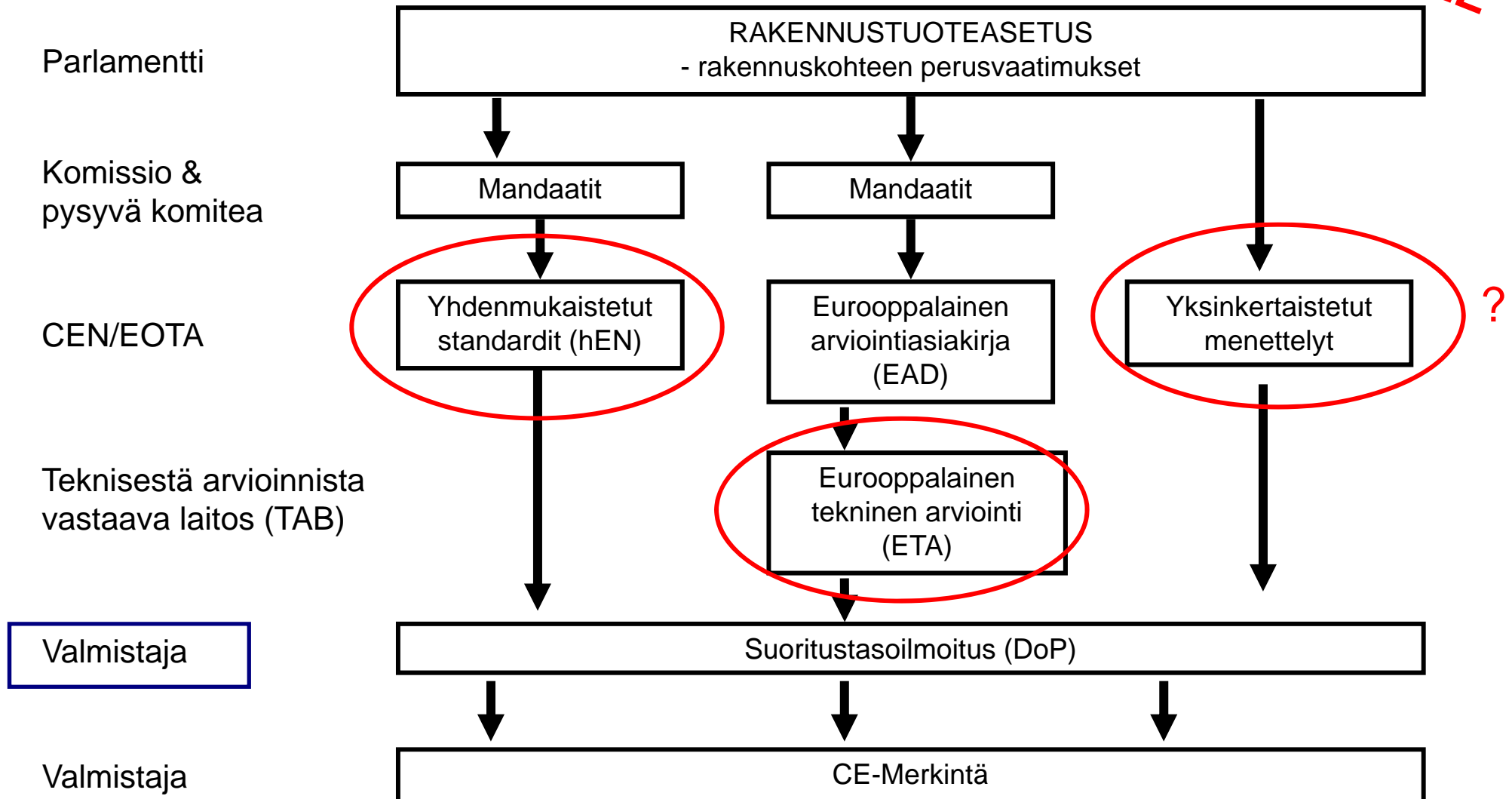
(Kansalliset vaatimukset)

Vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen

- ETA -prosessit

Rakennustuoteasetuksen järjestelmä

KEEP IT SIMPLE



Paalutusohje PO 2011

- Eurokoodiin sopeutuminen
- Valmistajavastuun korostuminen
- Asentajavastuun korostuminen

- Tuotekehityksen mahdollistaminen

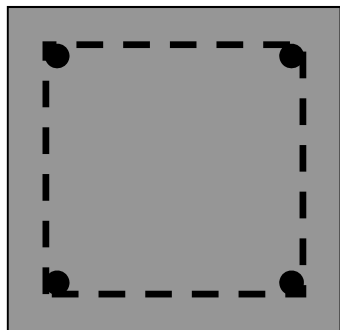
Tunnistettavat kipupisteet?

- Valmistajilla sormi suussa CE –merkintään pääsemisessä?
- Suunnittelijoilla sopeutumisongelmia
 - Kokonaisvarmuusmenettelystä rajatilamenettelyyn
 - Sallitusta kuormasta kestävyYTEEN
 - Kuormat lasketaan uudestaan?
 - Kohteen luokittelu ja pohjasuhteiden selvittäminen
 - Siirtymäajan tuskaa – rinnakkaiset järjestelmät – oppiminen vaatii aikaa
 - Mistä saan tietoa, kun ”viranomaiset vetäytyvät”
- Uusille suunnitelmille vanhoja paaluja
- Vanhoille suunnitelmille uusia paaluja
 - Mitä tehdä? Mikä on sallittua?

Sallitusta paalukuormasta maassa toimivaan paaluun

Kokonaisvarmuus ja sallittu paalukuorma

Määrättiin:



Paalutus-
luokka
IB
(suunnittelija)

Paalutus luokka	Paalin koko [mm ²]	Suurin sallittu painuma [mm/10iskua]			Loppulyöntien iskuvirtaus [m] paalin pituuden ollessa				
		30 kN	40 kN	50 kN	5 m	10 m	20 m	35 m	50 m
IB	250 x 250	17	23	29					
	300 x 300	-	16	20	0,30	0,30	0,35	0,40	0,45
	350 x 350	-	12	9					

”Perinteinen
lyöntikalusto”
- ohjeita lyöntityöstä

B=300

K50

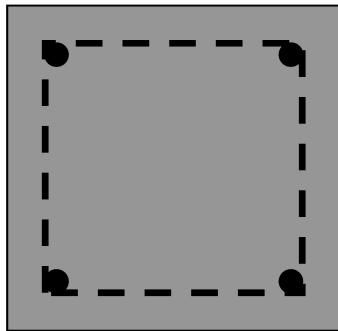
$\rho=1.3\%$

A700HW

$$P_{\text{sall}} = 0,3^2 \cdot 9 \text{ MN}$$

Muutos PO2011:ssa

Valmistaja:



B=300

K50

$\rho=1.3\%$

A700HW

Asennuksen
ja käsittelyn
huomioiminen



$R_{k;geo;max}$



Lyöntikalusto-
vaatimukset
Asennusohjeet



$R_{k;geo:PTL3}$

$R_{k;geo:PTL2}$

$R_{k;geo:PTL1}$

EN 1992 Eurokoodi 2:
Betonirakenteiden suunnittelu
EN 1993 Eurokoodi 3:
Teräsrakenteiden suunnittelu
ym.



Rakenteelliset
tuotevaatimukset

Muutos PO2011:ssa

Suunnittelijat:

Kohteen seuraamusluokka CC1...CC3
 Kohteen geotekninen luokka GL1...GL3



EN 1990 Eurokoodi 0:
 Suunnittelun perusteet



Pohjasuhteiden ja
 paalujen geoteknisen kestävyys-
 osoittamistapa ja määrät (ξ)



EN 1997 Eurokoodi 7:
 Geotekninen suunnittelu



Paalutustyöluokka ja $R_{c;k} \dots R_{c;d}$

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

**Uhrautuminen
 yhteismarkkinoiden
 paineisiin**



Muutos PO2011:ssa

Paalutusurakoitsijat:

Noudattaa valmistajan tuotteesta ja suunnittelijan kohteesta antamia ohjeita ja vaatimuksia



Paalutustyöluokan mukainen suoritus-, kalusto ja pätevyys



Esim.
Rakenteellinen lyönninkestävyys
(lyönnin keskeisyys)
Paalutuskoneen käyttäjän pätevyys



Paalutustyöluokan rajautuminen



$R_{c:k?}$

**Organisaatioiden
toimintamallit ja –
vastuut
muuttuvat eivätkä
uudet toimintamallit
ole vielä
vakiintuneet**

Varmuusajattelun muutoksesta

Osavarmuusmenetelmä - Pelkistys

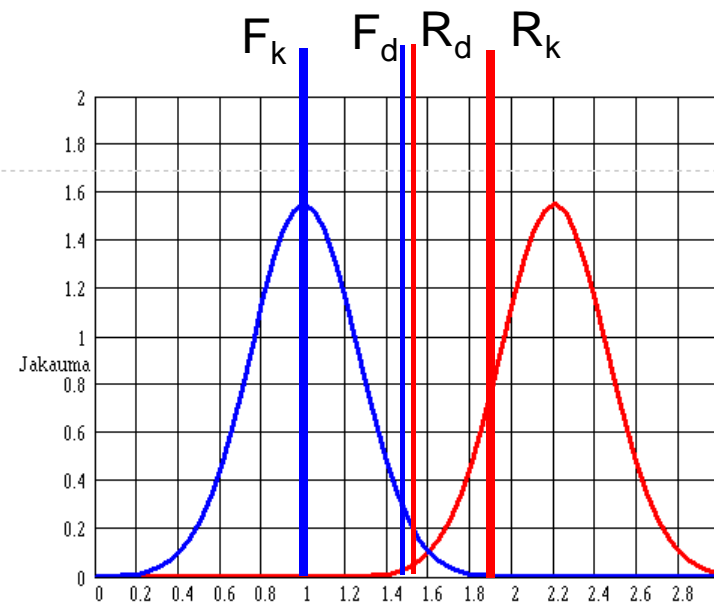
- luotettavuusluokassa RC3 - 50 vuoden jaksolla luotettavuusindeksi $\beta > 4,3$
- luotettavuusluokassa RC2 - 50 vuoden jaksolla luotettavuusindeksi $\beta > 3,8$
- luotettavuusluokassa RC1 - 50 vuoden jaksolla luotettavuusindeksi $\beta > 3,3$

$$F_{c;d} \leq R_{c;d}$$

$F_{c;d}$ mitoituskuorma

$R_{c;d}$ kestävyuden mitoitusarvo

Pohjatutkimusparametreja koskevia ominaisarvojen standarditaulukoita käytettäessä, ominaisarvo R_k tulee valita hyvin varovaisena arvona.



$$F_d = F_k \cdot \gamma_F \quad R_d = \frac{R_k}{\gamma_R}$$

**Paalun rakenne säättää geoteknisen
kestävyyden ylärajan
- lyömällä asennettavat paalut**

Periaate I

- Paalu on ensisijaisesti pohjarakenne, jonka tehtävänä on välittää maapohjan kestävyys tukemaan rakennetta ylärakenteen edellyttämällä tavalla
- Paalu on toissijaisesti valmistettu jostakin materiaalista
- Paalurakenteen on kestävä siihen kohdistuvat kuljetuksen, käsittelyn, asennuksen ja käytön aikaiset rasitukset ja säilytettävä ominaisuutensa suunnitellussa käyttötarkoituksessa (asianmukaisesti huollettuna)

Valmistaja ja asentaja

Paalut luokitellaan paalun valmistajan tai maahantuojan toimesta **nimeämällä paalulle tietty**, taattu rakenteellinen lyönninkestävyys ($F_{c;lyönti}$ ja $F_{t;lyönti}$) sekä **ysin paalutustyöluokka, johon paalua voidaan käyttää**. Paalun valmistaja tai maahantuoja nimeää samalla suurimman geoteknisen kestävyden ominaisarvon, $R_{k;geo}$, mihin paalutuotteella voidaan asennettaessa pyrkiä.

Paalun asentaja vastaa siitä, ettei valmistajan tai maahantuojan tuotteelleen asettamia **suurimpia sallittuja rasituksia paalua lyötäessä ylitetä**. Paalun akselin suhteen vinon tai epäkeskeisen lyönnin aikaansaamat reunajännitykset eivät paalutustyöluokassa PTL3 tule ylittää keskimääräistä jännitystä enemmän kuin 15 %, paalutustyöluokassa PTL2 vastaavasti 25 % ja paalutustyöluokassa PTL1 35 %.

Onko tämä realisoitunut – käyttökokemuksia – utopiaa?

Lyönninkestävyys

$$R_{k;geo;max} \leq R_{lyöntikestävyys}$$

Paalun materiaali	Suurin sallittu puristusrasituksen aikaansaava keskeinen lyöntivoima asennettaessa $F_{c;lyönti}$	Suurin kestävyuden ominaisarvo $R_{k;geo;max}$
Teräspaalu	$\leq 0,9 \cdot f_{yk} \cdot A_s$	PTL3: $R_{k;geo;max} \leq F_{c;lyönti}$ PTL2: $R_{k;geo;max} \leq 0,8 \cdot F_{c;lyönti}$ PTL1: $R_{k;geo;max} \leq 0,6 \cdot F_{c;lyönti}$
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: $R_{k;geo;max} \leq 0,6 \cdot F_{c;lyönti}$
Puupaalu	$\leq 0,8 \cdot f_{c,0,k} \cdot A_{min}$	PTL3: Ei käytetä PTL2: $R_{k;geo;max} \leq 0,8 \cdot F_{c;lyönti}$ PTL1: $R_{k;geo;max} \leq 0,6 \cdot F_{c;lyönti}$

Puristus

Mielipiteitä
-
soveltamis-
ongelmia?

Paalun materiaali	Suurin lyöntivoima asennettaessa, vetorasitus $F_{t;lyönti}$
PTL1-3 Teräspaalu PTL1-3 Teräsbetonipaalu	$F_{t;lyönti} \leq 0,9 \cdot f_{yk} \cdot A_s$ $F_{t;lyönti} \leq 0,9 \cdot f_{yk} \cdot A_s$

Veto

Rakenteen normalisointisuurena on momentinkestävyys

Periaate II

- Mitä suurempaa geoteknistä kestävyyttä tavoitellaan sitä enemmän rakenteen on kestävä lyönninaikaisia rasituksia (geoteknisen kestävyuden osoittaminen tapahtuu lyömällä)
- Puristus- ja vetokestävyuden lisäksi rakenteen kyvykkyys suoriutua mitataan momentinkestävyutenä

$$M_k \geq R_{k;geo} \cdot i_{red}$$

Tätä nyt ei ymmärrä Erkkikään!

Teräsbetonipaalut

$$i_{\text{red}} = k_{\text{red}} \left(\frac{I}{6A} \right)^{0,5}$$

I pintahitausmomentti käyttötilassa,
asennusaikaiset ominaisuudet

A pinta-ala käyttötilassa

k_{red} empiiris-analyttisesti määritetty
kerroin

$$k_{\text{red}} = 0,57 \cdot (f_{yk} / 500) \cdot \rho + 0,57$$

f_{yk} paalun pääterästen myötörajan
ominaisarvo laadussa MPa

ρ suhteellinen pääterästen määrä
prosentteina paalun pinta-alasta

Momentinkestävyysvaatimusten kertoimet 0,9, 1,0 ja 1,1 huomioivat tavanomaisen lyönnin aikaansaamat epäkeskeisyydet.

Tarvittavat menettelyt lyönnin keskeisyyden aikaansaamiseksi tulee olla kirjattuna paalutuotteen valmistajan antamaan lyöntiohjeeseen.

Paalutustyöluokassa PTL3 lyönnin epäkeskisyydestä tulee lisäksi olla riittävä, mittauksiin perustuva ja kalustokohtainen selvitys.

Kyllä se siitä!

- Sen minkä ihminen on luonut, sen ihminen voi myös muuttaa! ...myös Eurokoodit, tuotestandardit ja jopa kansalliset paalutusohjeet.
- Totuuskin on suhteellista. Absoluuttinen totuus on kulloinkin viimeinen, voimassaoleva totuus!



VTT luo teknologiasta liiketoimintaa