



---

BY 71/RIL 149 2019  
BETONIRAKENTEIDEN  
TYÖMAATOTEUTUS

DI Seppo Petrow

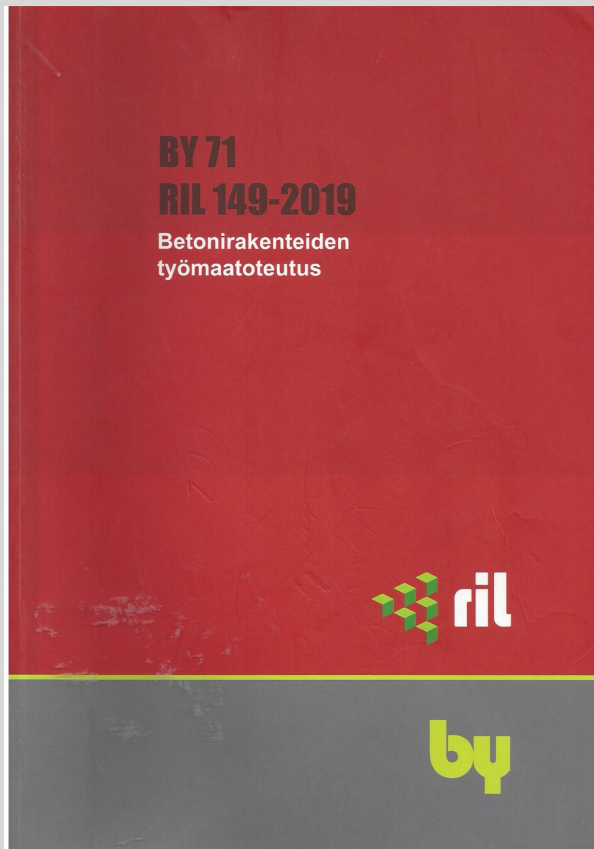


Käsikirja betonirakenteiden  
työmaatoteutuksen keskeisistä asioista

Kohderyhmät: työmaat (talonrakennus),  
rakennuttajat, valvojat, suunnittelijat,  
opetus

Aiemmat aiheesta laaditut julkaisut

- RIL 149 – 1983 Betonityöohjeet sekä
- päivitysversio RIL 149 -1995 Betonityöohjeet
- Em. kirjojen käsikirjoittajina on 30 betonirakentamisen asiantuntijaa
- Kirjoissa käsitellään myös betonirakenteiden korjausta



BY 71/RIL 149 -  
2019  
Betonirakenteiden  
työmaatoteutus

Toteutettu yhteistyössä  
Betoninyhdistyksen ja RIL:n kanssa

## Työryhmä

- Pekka Talaskivi (Gunnar Åström 31.4.2018 saakka), RIL, puh.joht.
- Tarja Merikallio, By
- Olli Pekka Kari, Rakennustieto
- Ari Mantila, RTT
- Elina Paukku, Ramboll
- Max Wuorio, Rudus
- Seppo Petrow, päätoimittaja (käsikirjoitus)

## Sisältö

- Otettu huomioon lainsäädännössä, standardoinnissa sekä betonirakentamisessa tapahtunut kehitys
- Eurooppalainen standardointi
- CE-merkintä pakolliseksi heinäkuussa 2013
- Eurokoodit otettu käyttöön suunnittelussa
- Laadunvarmistusta, työturvallisuutta ja rakennusaikaista kosteudenhallintaa painotettu sisällössä
- Elementtirakentamista on käsitelty lyhyesti
- Korjausrakentaminen on jätetty pois
- Rakennesuunnitteluun liittyvät asiat jätetty pois
- Kirjassa on 355 sivua

# Betonirakentamisen vaatimukset ja yleisohjeet

- **Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL, v. 2000)**
  - Määritellään yleiset rakentamista koskevat edellytykset
  - Olennaiset tekniset vaatimukset (rakenteiden lujuus ja vakaus, paloturvallisuus, terveellisyys, käyttöturvallisuus, esteettömyys, meluntorjunta ja ääniolosuhteet sekä energiatehokkuus)
  - Olennaisten teknisten ominaisuuksien toteaminen kuuluu **rakennushankkeeseen ryhtyvän** vastuulle
  - Rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta
  - MRL:n uudistus, valmis 2021 (ks. [mrluudistus.fi](http://mrluudistus.fi))

# Betonirakentamisen vaatimukset ja yleisohjeet

- **Suomen rakentamismääräyskokoelma** sisältää
  - Maankäyttö- ja rakennuslakia täydentävät rakentamisen säännökset ja ohjeet
  - Yleinen osa sisältää asetukset suunnittelutehtävien vaativuusluokista, työnjohtotehtävien vaativuusluokista, suunnitelmista ja selvityksistä sekä viranomaisvalvonnasta ja teknisestä tarkastuksesta
  - Rakentamista koskevat asetusten uudistus valmistui vuonna 2018 MRL:än muutoksen mukaisesti

# Viranomaisvalvonta

- Rakennusvalvontaviranomaiset
- Markkinavalvontaviranomaiset
- Riippumattomat sertifiointilaitokset
- Sääöksissä ja valvonnassa korostuu **rakennushankkeeseen ryhtyvän** vastuu

# Betonirakenteille asetetaan vaatimuksia mm.

- Maankäyttö ja rakennuslaki (MRL)
- Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista sekä
- Ympäristöministeriön ohjeet Rakenteiden lujuus ja vakaus. Betonirakenteet 2016
- Tyyppihyväksyntäasetukset sekä varmennustodistusten arviointiperusteet
- Suunnitteluvaatimukset esitetään eurooppalaisissa suunnittelustandardeissa (eurokoodit)
- Kansalliset soveltamisstandardit SFS 7000 sarja
- Liikennevirasto antaa määräyksiä ja ohjeita Infrarakentamisen osalta
- Alan järjestöjen ja sidosryhmien julkaisut esim. Betoninormit
- TOPTEN rakennusvalvontojen tulkintakortit ([www.pksrava.fi](http://www.pksrava.fi))



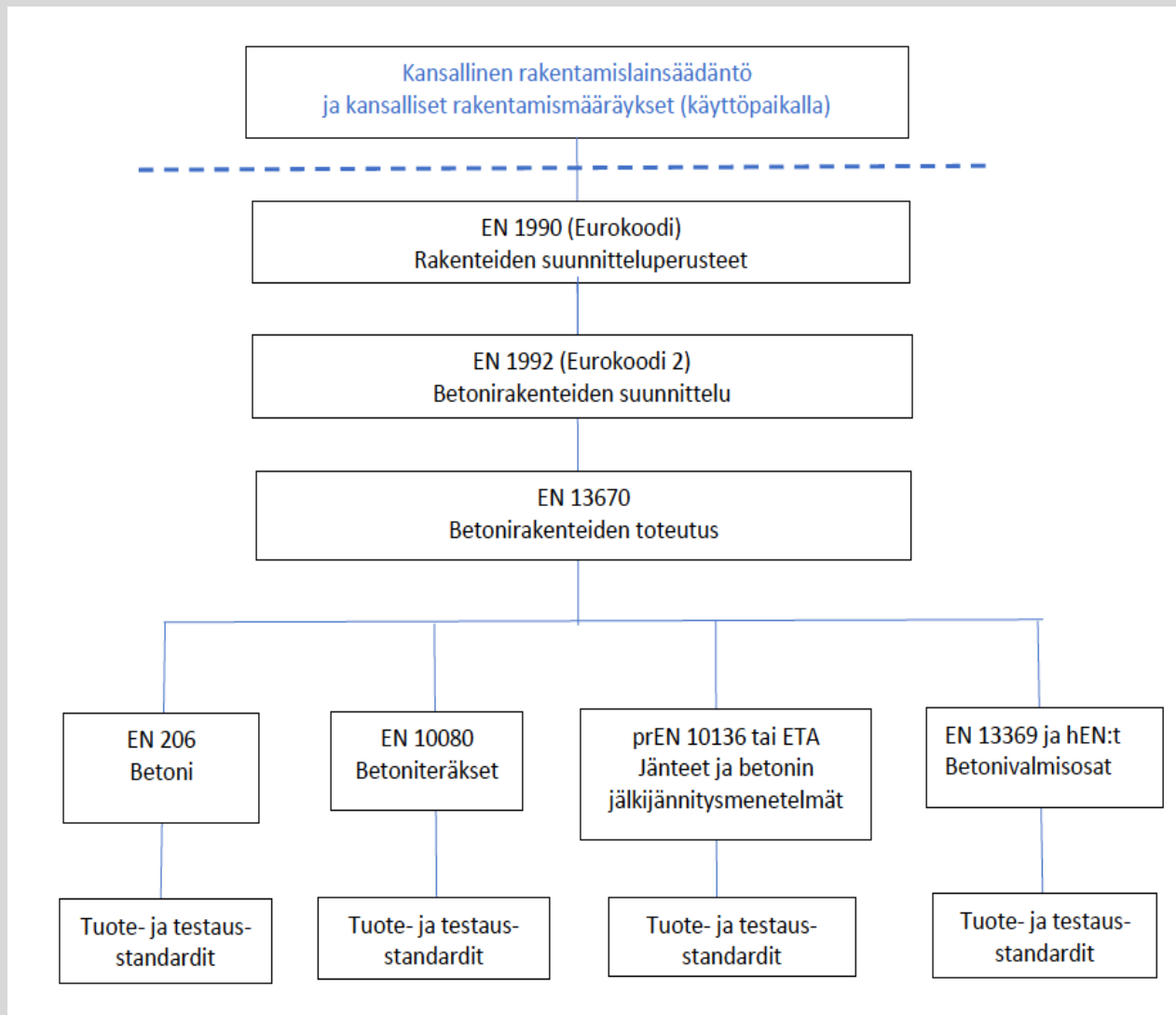
# Kantava betonirakenne täyttää lain ja asetusten vaatimukset, kun

- Rakenne on suunniteltu eurokoodien
  - SFS-EN 1990 Rakenteiden suunnitteluperusteet,
  - SFS-EN 1991 Rakenteiden kuormat ja
  - SFS-EN 1992 Betonirakenteiden suunnittelu mukaan sekä
  - em. standardien kansallisia liitteitä noudattaen

# Lisäksi rakenne on toteutettu

- Standardia SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteuttaminen sekä em. standardin kansallista liitettä SFS 5975 noudattaen
- Betonielementtien tehdasvalmistuksessa on noudatettu betonivalmisosien harmonisoituja tuotestandardeja sekä standardia SFS-EN 13369 Betonivalmisosien yleiset säännöt ja kansallisia liitteitä SFS 7016 ja SFS 7026
- Betoninormit by 65 sisältää betonirakentamista ohjaavat keskeiset ohjeet ja määräykset lainsäädännössä esitettyjen vaatimusten täyttämiseksi. Ohjeita on annettu erityisesti työmaatoimintoihin, mutta myös rakennesuunnitteluun ja betonin valmistukseen.

# Pääkohdat eurooppalaisten standardien järjestelmässä




# EU:n rakennustuoteasetus, 305/2011

- Rakennustuotteen **kelpoisuus osoitetaan CE –merkillä**
- Tuotteesta annetaan suoritusasoilmoitus (DoP)
- Jos tuotteella ei ole **harmonisoitua standardia**, CE –merkintä ei ole mahdollista
- CE –merkintään liittyvää testausta ja valvontaa harjoittavat **ilmoitetut laitokset**, joiden toimintaa valvoo Ympäristöministeriö

# Kelpoisuuden osoittaminen CE –merkintä (EU:n rakennustuoteasetus)

Esim. Kantava seinäelementti CE-merkki. AVCP luokka on 2+

 14 NB:CPR/2345
Betonielementti Oy, Elementintie 1, FI-00001 Elementinkylä DoP: Nro 001BET
EN 14992  Projekti XYZ, Elementti S-xxx  Kantava seinäelementti  Suoritustasot ja muut tiedot: <a href="http://www.betonielementti.fi/DoP">www.betonielementti.fi/DoP</a>

## *CE- symboli*

*Merkinnän ensimmäisen kiinnittämivuoden kaksi viimeistä numeroa*

*Ilmoitetun laitoksen tunnusnumero*

---

## *Valmistajan yhteystiedot*

*DoPin numero (voi olla ilman version numeroa)*

---

*Harmonisoidun tuotestandardin (hEN) tunnus  
(voi olla ilman vuosilukua)*

*Tuotteen yksilöinti*

*Aiottu käyttötarkoitus*

---

*Valmistajan kotisivun osoite, jossa DoP esitetään*

# Rakennustuotteiden kansallinen tuotehyväksyntälaki

- Laki eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä (954/2012)
- Koskee tuotteita, joilla ei ole harmonisoitua tuotestandardia eli tuotteita, joita ei voi CE –merkitä
- Tällaisia tuotteita ovat mm. **valmisbetoni, betoniraudotteet, jänneteräokset**
- Menettelyjä tuotteiden hyväksymiseksi ovat
  - Tyyppihyväksyntä
  - Varmennustodistus
  - Laadunvalvonnan varmennus
  - Rakennuspaikkakohtainen tuotteiden varmentaminen

# Kelpoisuuden osoittaminen suomalaisen tuotehyväksyntälain avulla

Tyyppihyväksyntämerkki

Varmennustodistus  
(Kiwa Inspecta Oy)

FI merkki



# Vaativuusluokat ja toteutusluokat

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (MRL) suunnittelutehtävät on jaettu vaativuusluokkiin

- Vähäinen
- Tavanomainen
- Vaativa tai
- Poikkeuksellisen vaativa



# Vaativuusluokat ja toteutusluokat

Eurokoodeissa suunnittelun vaativuus on jaettu seuraamusluokkiin

- CC3 suurten seuraamusten luokka
- CC2 tavanomaisten seuraamusten luokka
- CC1 vähäisten seuraamusten luokka

# Vaativuusluokat ja toteutusluokat

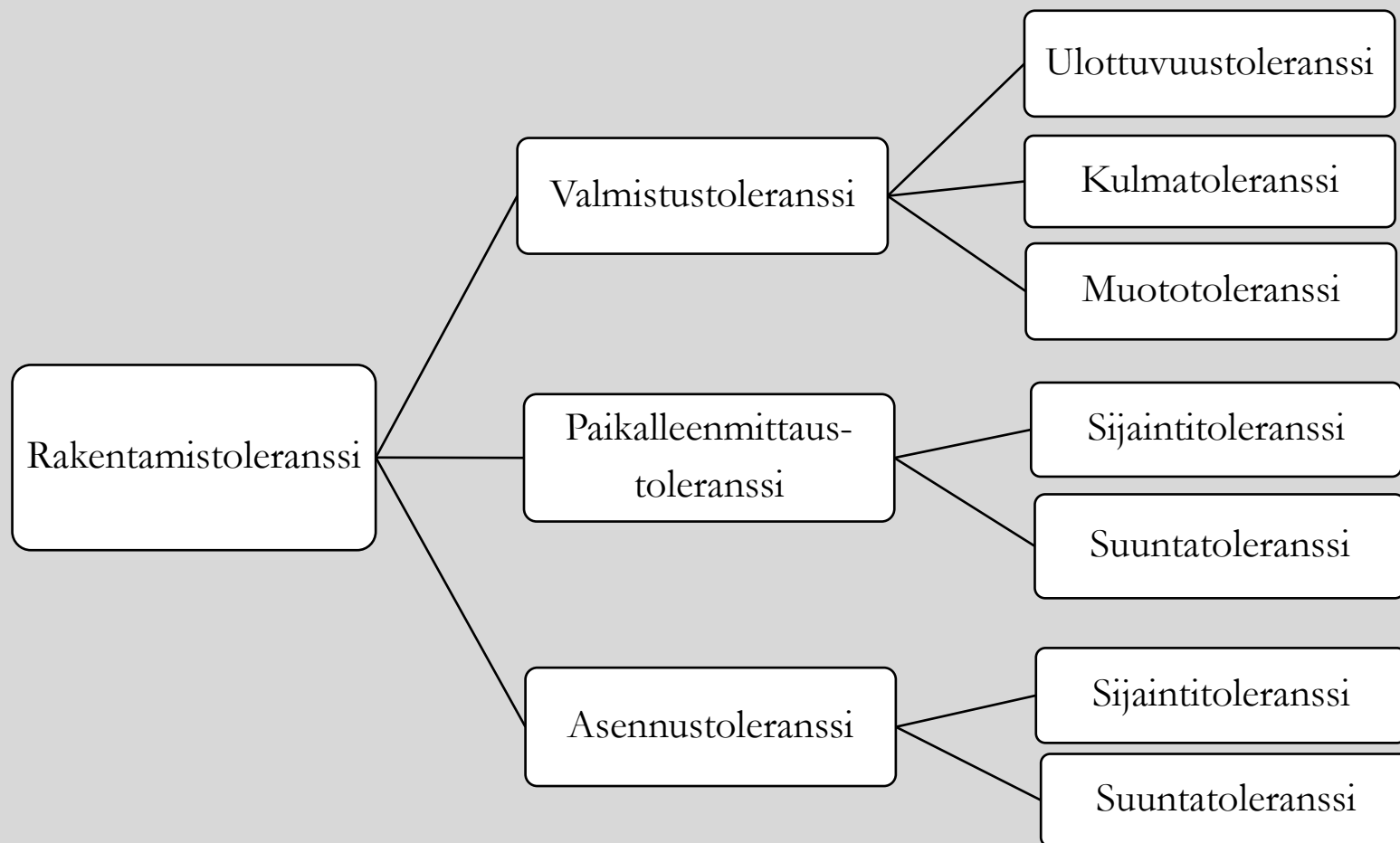
Toteutusluokkia on kolme 1, 2 ja 3, joista luokka 3 on vaativin.

- Suunnittelija valitsee rakenteen toteutusluokan
- Ohjeet ks. SFS-EN 13670 ja SFS 2975

# Toleranssiluokat

- Rakenteelliseen varmuuteen liittyvät toleranssiluokat
  - Toleranssiluokka 1 (normaaliluokka)
  - Toleranssiluokka 2 (erityisluokka)
  - Rakenteen käytettävyyteen, asennusyhteensopivuuteen ja ulkonäköön liittyen käytetään Suomessa toleranssiluokkia
    - N (normaaliluokka)
    - E (erikoisluokka)
  - N täyttää SFS-EN 13670 toleranssiluokan 1 vaatimukset ja E luokan 2 vaatimukset

# Rakentamistoleranssin muodostuminen



# Betonirakenteiden säilyvyys ja rasisitusluokat

- Lähtökohtana eurooppalainen standardi SFS-EN 206
- Betonirakenteille määritetään säilyvyys- ja rasisitusluokat
- Suomessa lisäksi käyttöikävaatimus yleensä 50 tai 100 vuotta
- Eurooppalaiset standardit eivät vaadi käyttöikäsuunnittelua

# Betonitöissä vaadittavat pätevyyydet

- **Betonityönjohtajalla** tulee olla rakenteiden toteutuksen vaativuutta vastaava pätevyys (luokat 1, 2 ja 3)
- Pätevyyttä voi hakea vaativiin (2) ja poikkeuksellisen vaativiin (3) töihin
- **Valmisbetonityönjohtajan** pätevyys vaaditaan valmistuksesta ja laadunvalvonnasta vastaavalla henkilöllä
- **Betonilaborantin** pätevyys vaaditaan valmispaikalla suorittavien laadunvarmistuskokeita varten
- Elementtien valmistuksesta ja laadusta vastaavalla henkilöllä tulee olla **elementtitehtaan työnjohtajan** pätevyys

# Betonitöissä vaadittavat pätevyudet erityisosaaminen

Muita betonirakentamisen **erikoisosaamisen** pätevyyyksiä ovat muun muassa:

- betonijulkisivutyönjohtaja
- betonielementtien asennustyönjohtaja
- betonilattiatyönjohtaja
- betonirakenteiden korjaustyönjohtaja.

Pätevyudet [www.fise.fi](http://www.fise.fi)

# Toteutusasiakirjat

- Rakennuskohteelle laaditaan ennen minkään osan toteutuksen aloittamista **toteutusasiakirjat eli toteutuseritelmä.**
- Seuraamusluokkien CC2 ja CC3 rakenteille laaditaan lisäksi **laatusuunnitelma**



# Rakennushankkeen keskeiset osapuolet (MRL)

- rakennushankkeeseen ryhtyvä
- pääsuunnittelija
- rakennussuunnittelija
- Erityissuunnittelijat (esim. rakennesuunnittelija ja pohjarakennesuunnittelija)
- vastaava työnjohtaja
- erityisalojen työnjohtajat (mm. kantavien rakenteiden rakennustyöt, paalutus- ja louhintatyöt, paikallavalettujen betonirakenteiden jännitystyöt, purkutyöt, korjaustyöt)

# Rakennushankkeen aloitus

- Ennen rakennushankkeen aloitusta pidetään **aloituskokous**, MRL 121 §
- Menettely käytössä rakennusluvan alaisessa rakentamisessa
- Käsitellään viranomaiskatselmusten käytännöt

# Betonitöistä laadittavat suunnitelmat

- Lähtökohtana rakennussuunnitelmat, rakennesuunnitelmat, toteutuseritelmat, toteutusstandardit ja ohjeet
- Tarvittavia suunnitelmia ovat:
  - Olosuhde- ja kosteudenhallinta
  - Mittaussuunnitelma
  - Muotit ja tukirakenteet
  - Raudoitustyöt
  - Jännittämistyöt
  - Betonityösuunnitelmat (yleissuunnitelma rakennuksen betonitöistä))
  - Betonin lujuudenkehityksen suunnitelma
  - Betonointisuunnitelma (rakennekohtaiset betonointisuunnitelmat)
  - Laadunvalvontasuunnitelma

# Betonitöistä laadittavat suunnitelmat

- Talvibetonointisuunnitelma
- Lämpökäsittelysuunnitelma
- Elementtisaumojen betonointisuunnitelma
- Muut erityisrakenteita koskevat suunnitelmat
- Jälkihoitosuunnitelma
- Jälkituentasuunnitelma
- Työturvallisuus
- Ympäristövaikutukset

# Betonin valmistuksen laadunvalvonta

- Vaatimukset betonin valmistuksen laadunvalvonnalle on esitetty standardissa:

*SFS-EN 206 Betoni. Määrittely, ominaisuudet valmistus ja vaatimustenmukaisuus.*

- Betonin osa-aineet ovat CE –merkittyjä
- Valmisbetonilla on varmennustodistus
- Elementeillä yleensä CE -merkki

# Työturvallisuus

- Vastuu rakennustöiden turvallisuudesta kuuluu hankkeen kaikille osapuolille
  - Rakennuttajalle
  - Suunnittelijalle
  - Urakoitsijalle

# Muotin valinta

Muotin valintaan vaikuttaa erityisesti:

- Betonipinnoille asetetut vaatimukset (by 40)
- Toleranssit
- Muotin soveltuvuus valettavaan rakenteeseen
- Muottikierto
- Aikataulut
- Kustannukset
- Turvallisuus

# Muotit

- Muotit voidaan jakaa
  - Paikallatehdyt sahatavaramuotit
  - Järjestelmämuotit
  - Erikoismuotit
  - Kertakäyttömuotit
- Muotin pintamateriaalit
  - Sahatavara (sahattu pinta, höylätty, lauta pontilla tai ilman, kertakäyttöinen)
  - Vaneri ja puulevyt (erilaiset pinnoitteet, käyttökertoja useita)
  - Teräs
  - Lasikuitu ja muovi
  - Valuun jäävät muotit
  - Kumi ja elastiset materiaalit
  - Muottikankaat



# Muottien tukirakenteet

- Sahatavara
- Puuvakiopalkit
- Teräs
- Alumiini
- Teräs- ja alumiinitukitornit
- Naulalevyristikot

# Muottijärjestelmät

Muottijärjestelmät voidaan jakaa kolmeen tyyppiin:

- pystyrakenteiden muotit
- vaakarakenteiden muotit ja
- Erityismuotit (erikoistekniikoihin liittyvät muotit)

# Pystyrakenteiden muotit

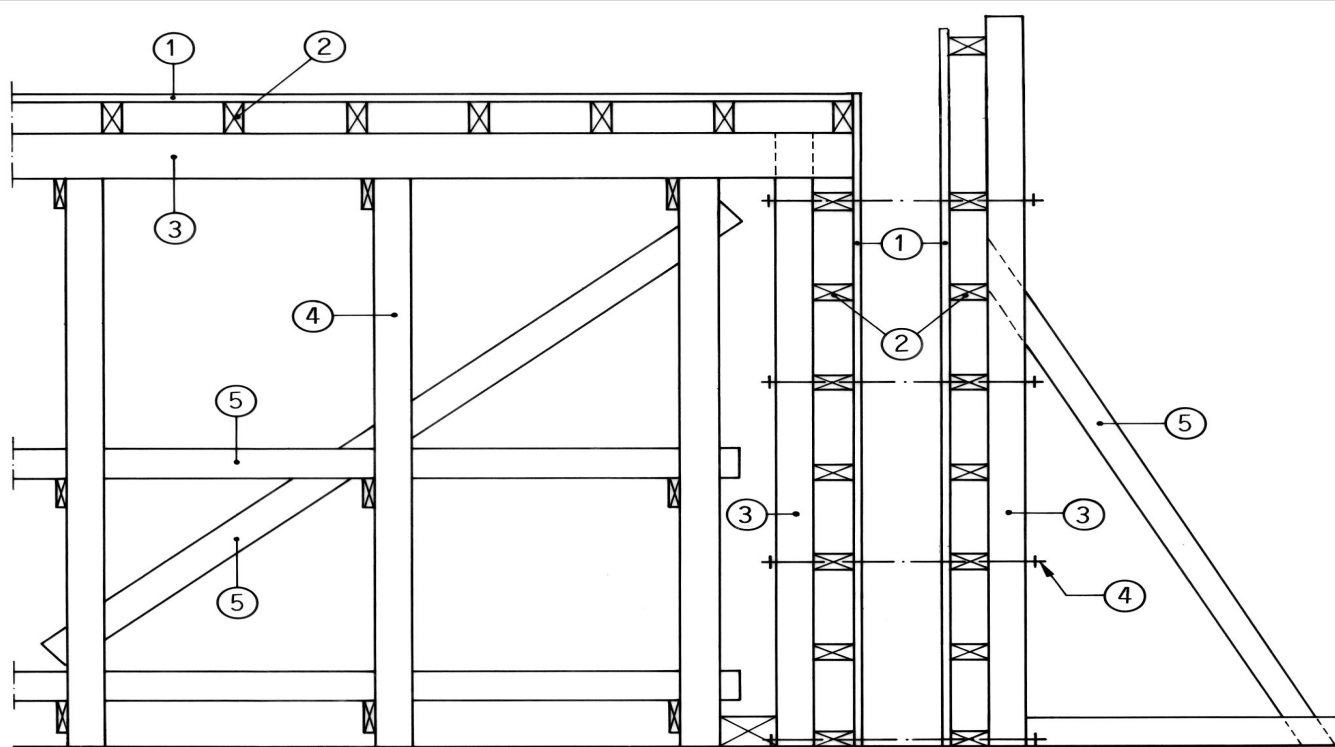
- Pilarimuotit
- Suurmuotit
- Järjestelmämuotit
- Vakiopalkkimuotit

# Vaakarakenteiden muotit

- Puupalkkimuotti
- Pöytämuotit
- Holvikasettijärjestelmä
- Palkkimuotit

# Erityismuotit

- Erityismuotteja ovat muun muassa
  - kiipeävät muotit
  - liukuvalumuotit
  - kuorilaatat
  - liittolevyt
  - betoniset muottiharkot
  - muovimuottielementit (EPS, XPS)
  - muovikelmumuotit.



Numero	Vaakamuotti	Pystymuotti
1	muottipinta	muottipinta
2	koolaus	vaaka- ja pystykoolaus
3	niskapalkit	niskat (pysty- tai vaakasuuntaiset)
4	pystytuet	muottisiteet
5	vino- ja vaakasiteet	muottituet

# Suurmuotti

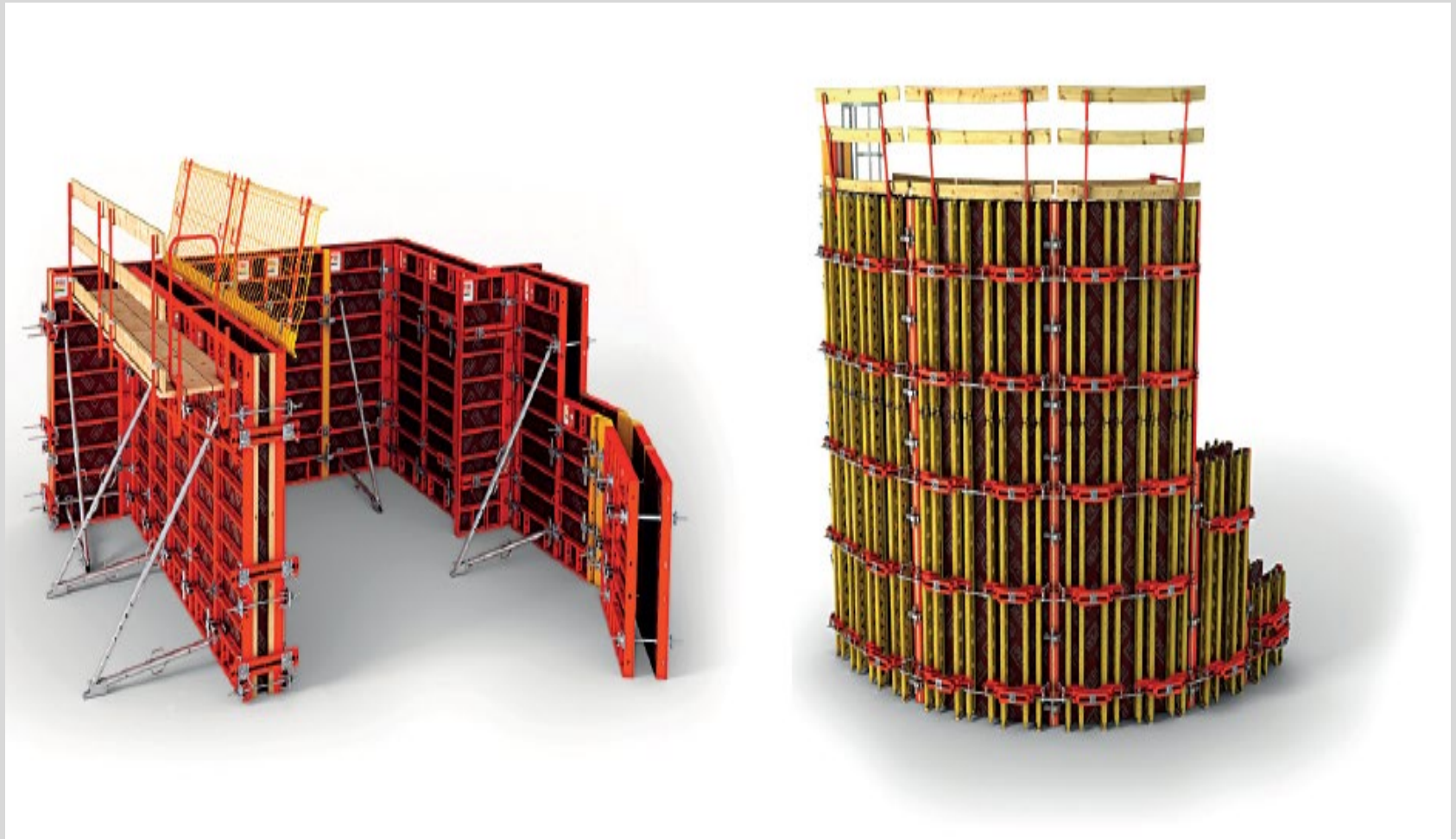


# Kasettimuottijärjestelmä

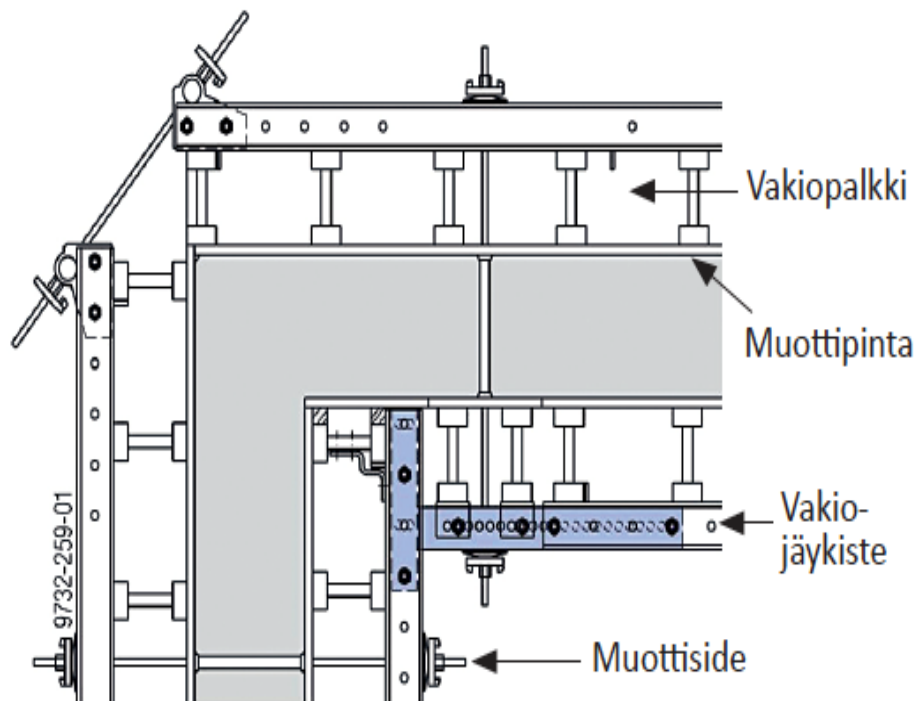
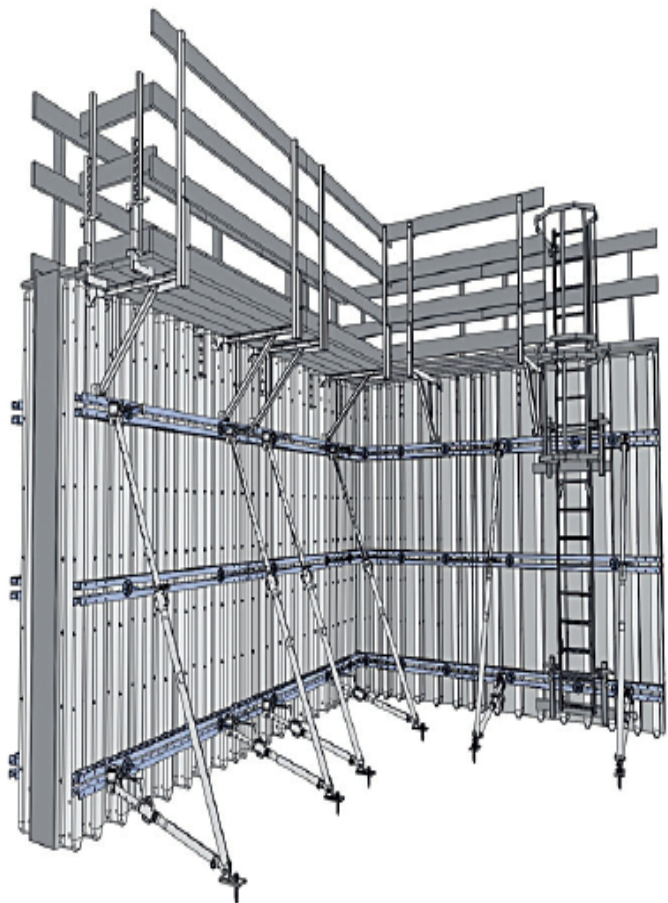




# Järjestelmämuotti



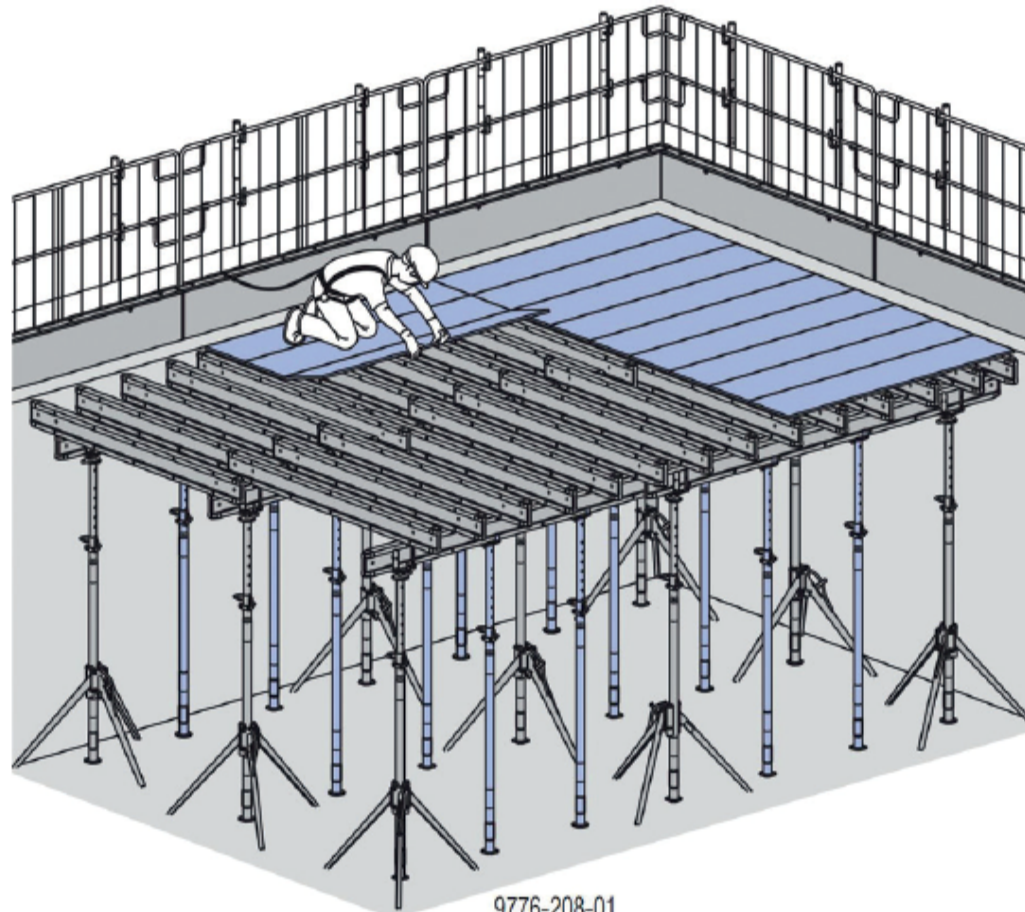
# Vakiopalkit



# Pilarimuotteja

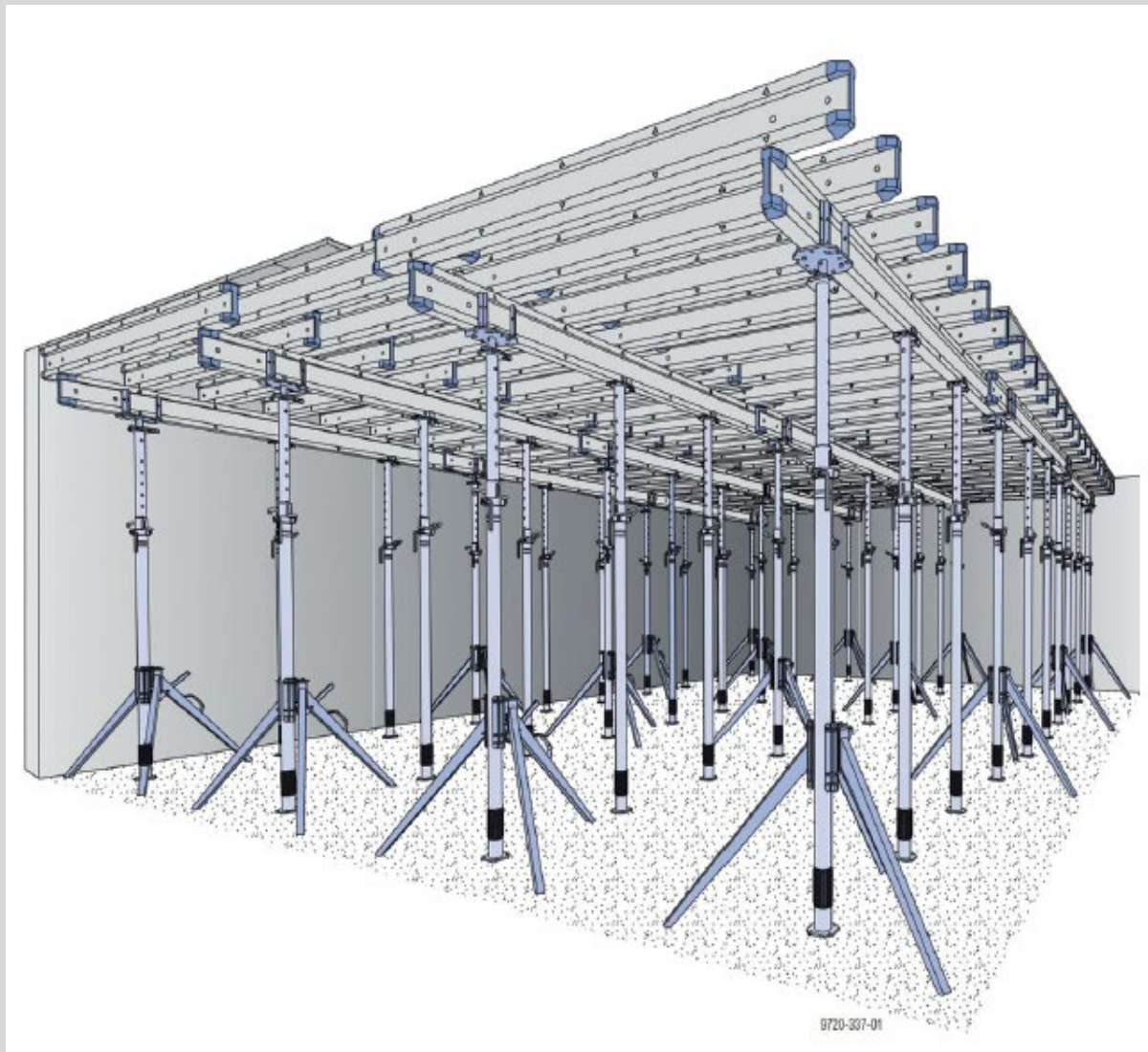


# Vakiopalkkimuotti



9776-208-01

# Vakiopalkkimuotti



# Pöytämuotti



# Kiipeävä muotti



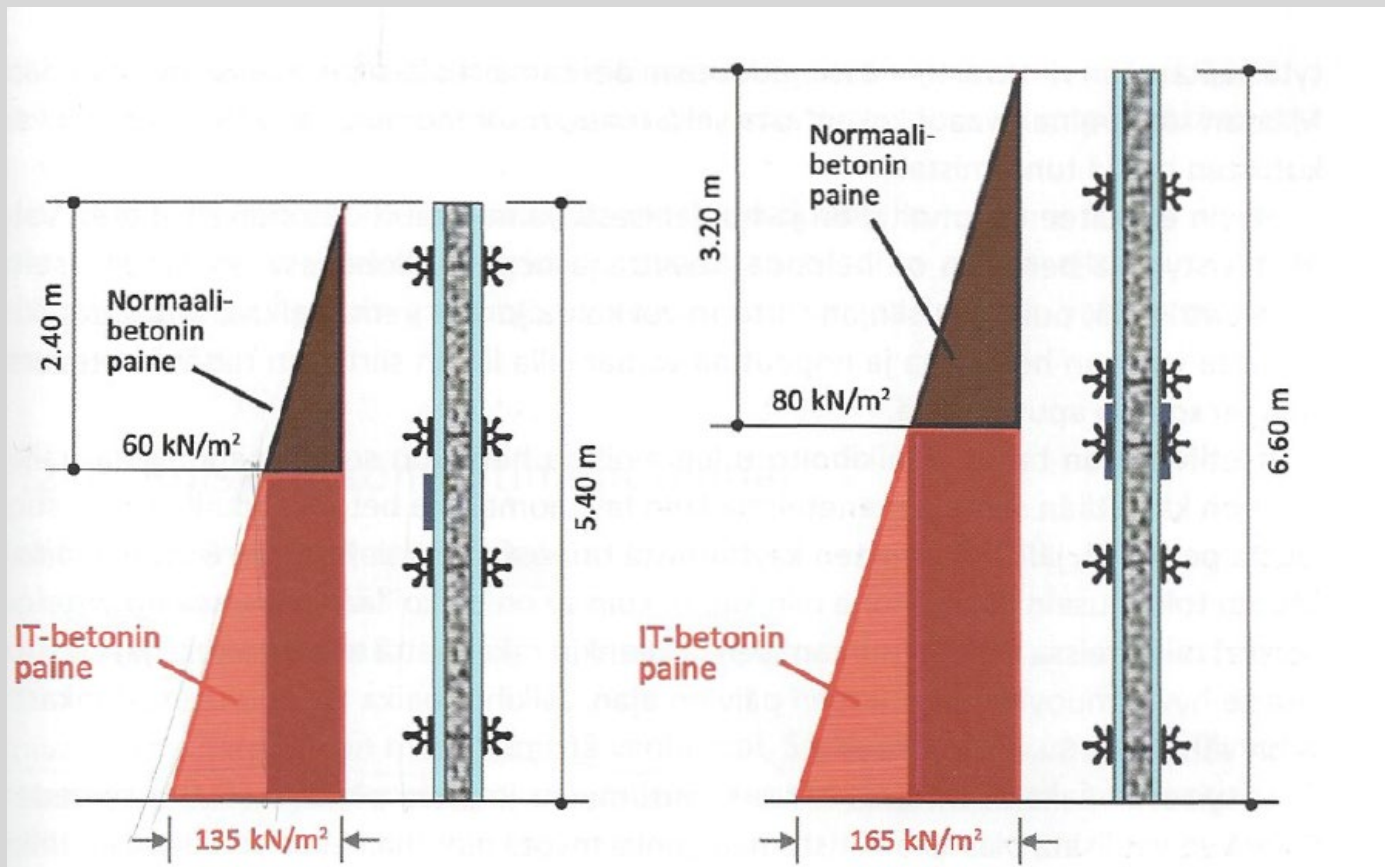
# Tukitornit





# Muottipaine

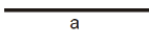
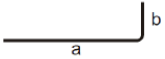
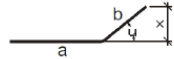
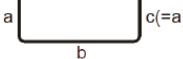
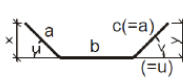
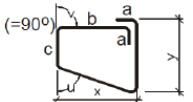
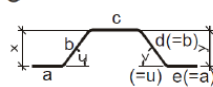
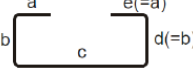
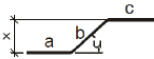
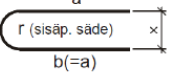
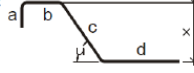
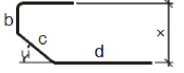
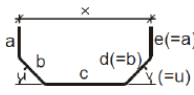
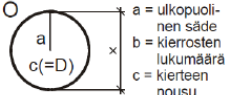

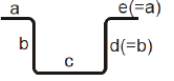
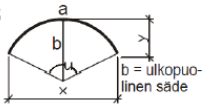
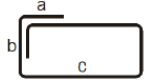
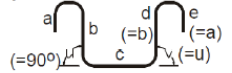
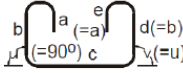
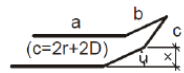
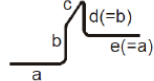

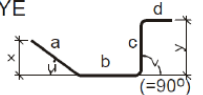
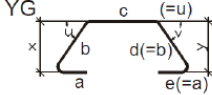
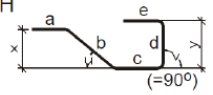
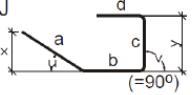
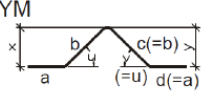
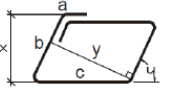
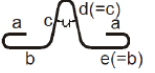
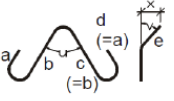
## Normaali betoni – IT betoni



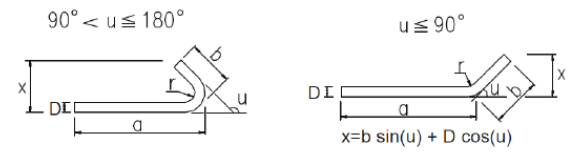
# Raudoitustyöt

- Harjateräs (kylmävalssattu, kuumavalssattu)
- Jänneteräs
- SFS-EN 10080 *Hitsattavat betoniteräkset. Yleiset vaatimukset.*
- Raudoitteet valmistetaan pääasiassa tehdasolosuhteissa
- Raudoitteilla ei ole CE –merkintää, koska harmonisoitua standardia ei ole

# Raudoitteiden taivutustyytit (vrt. SFS 1267 Liite A)

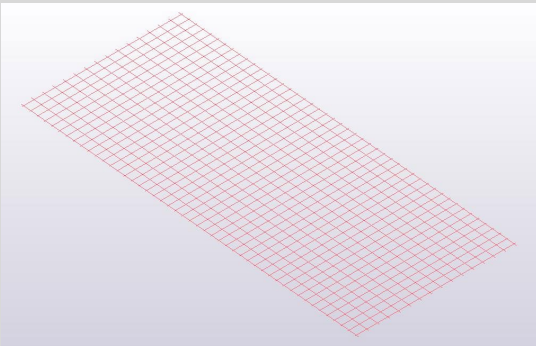
A 	B 	C 	D 
E 	F 	G 	H 
J 	K 	Q 	M 
N 	O 	P 	R 
S 	U 	V 	W 
Z 	XC 	XZ 	Y Vapaamuotoinen tanko korkeintaan 5 suoraa osaa ja 4 kulmaa; a, c, e, v, y = osan pituus; b, d, u, x = kulma
YE 	YG 	YH 	YJ 
YM 	YU 	YV 	YW 

Taivutusmitat noudattavat terästen ulkopintaa.

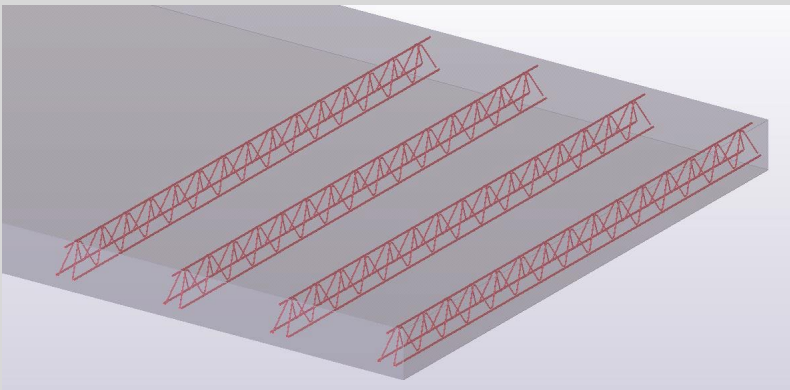
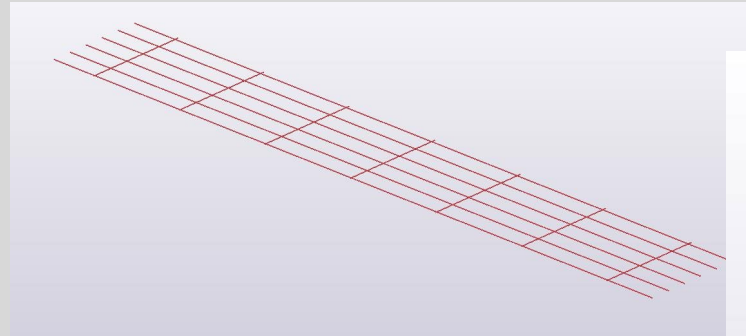


# Esimerkkejä tehdasvalmisteisista raudoitteista

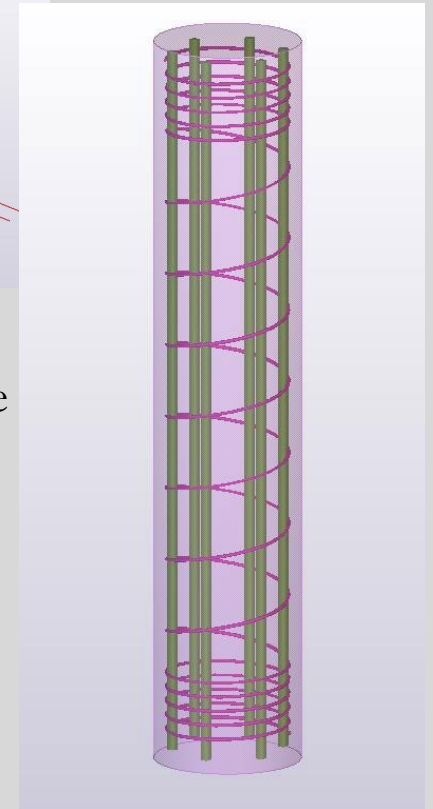
Verkko



Kaistaraudoite



Pilarirauchoite



A-tukipukki

# Mattoraudoite



# Raudoitevälikkeitä



# Betonin kuljetus ja siirrot

- Pyörintäsäiliöauto 4...12 m<sup>3</sup>
- Lava-auto maakosteilla massoilla

# Valu ja tiivistys

- Siirto muottiin
  - Pumppu
  - Hihnakuuljetin
  - Valuastia
  - Valutus kourua myöten
  - Dumpperi yms.
- Tiivistys
  - Tärysauva
  - Muottitärytys
  - Itse tiivistävä betoni



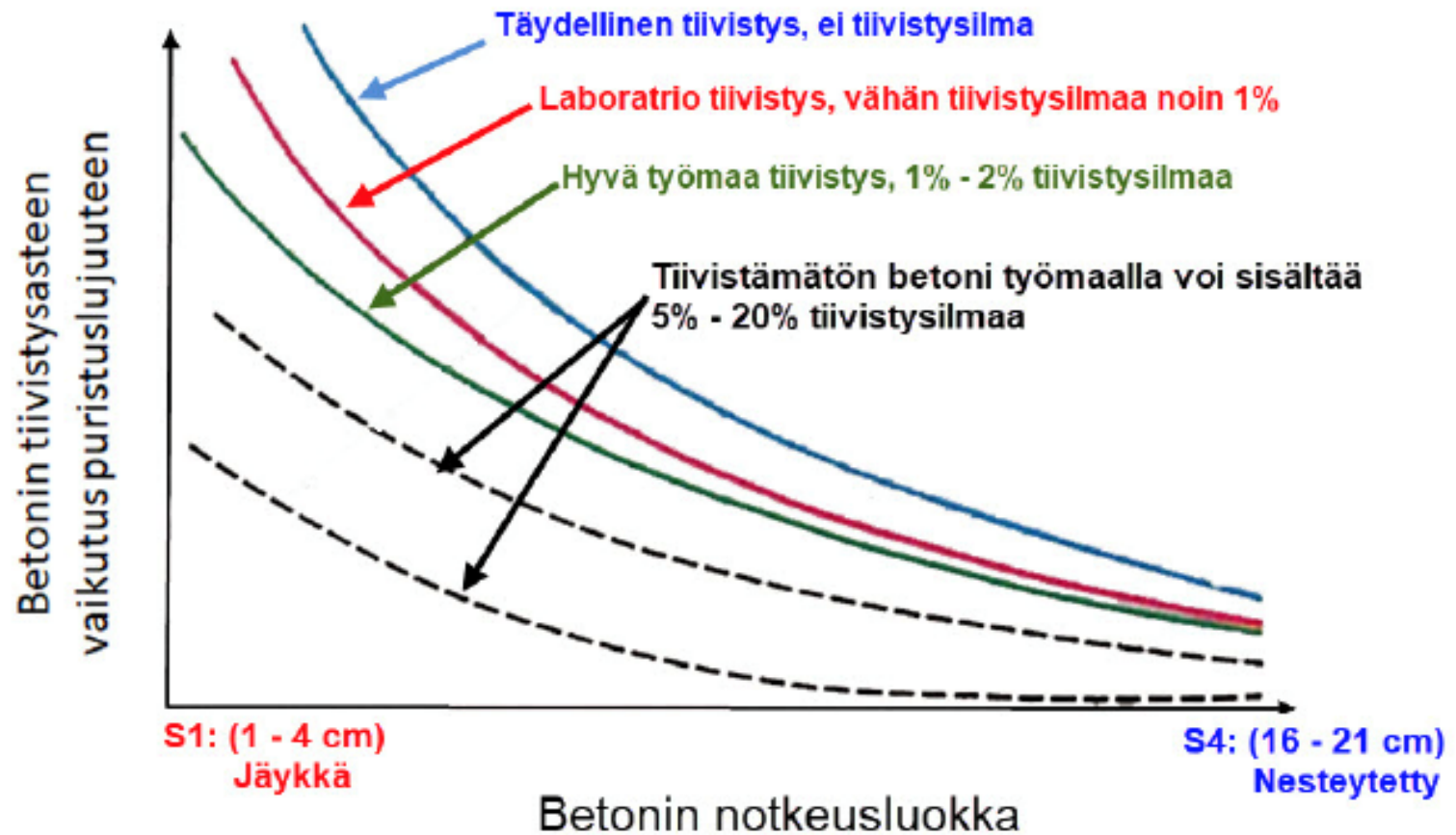
# Betoni valu ja tiivistys



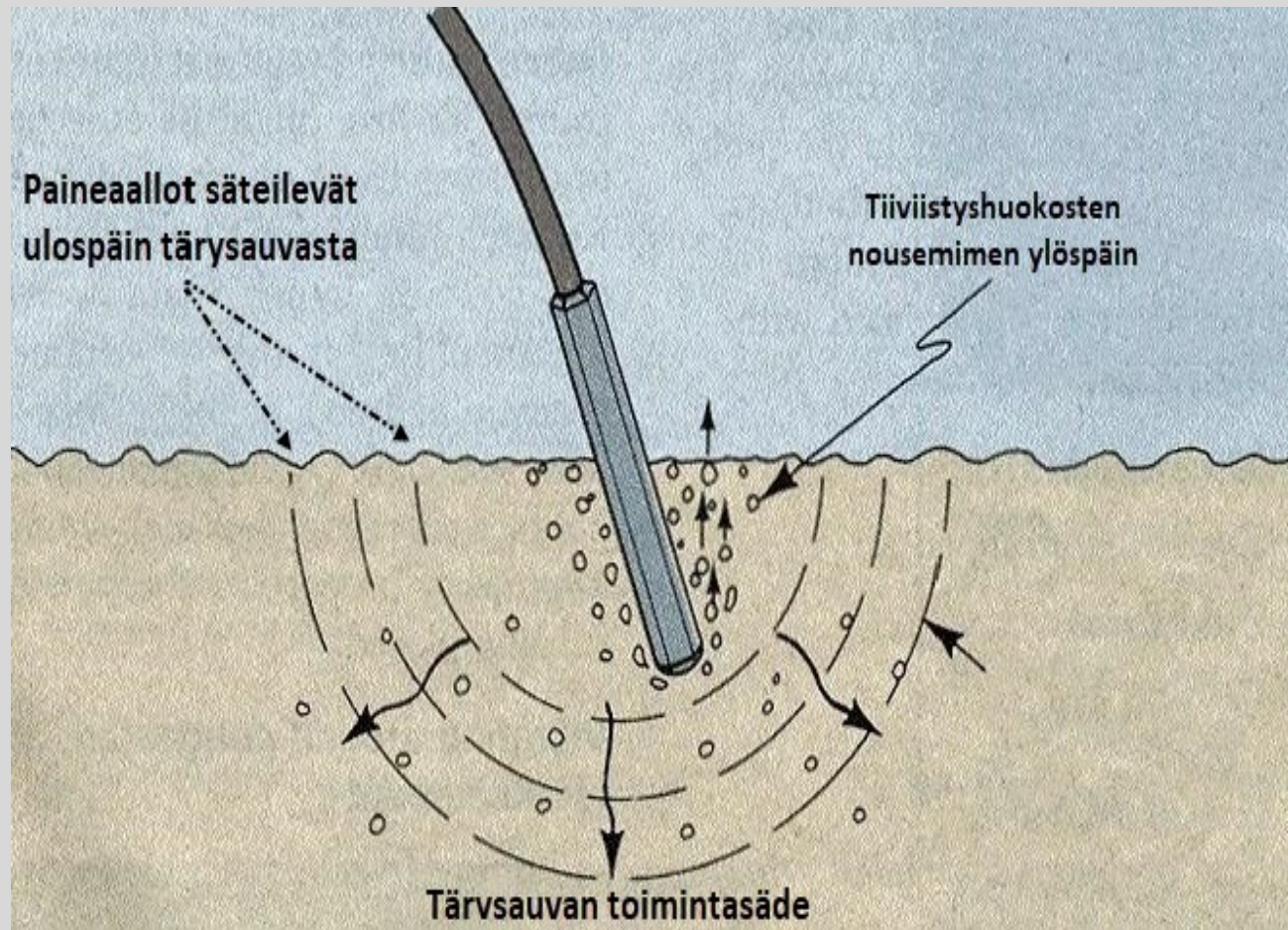
# Betonin pumppaus



# Tiivistyksen merkitys



# Sauvatärytys



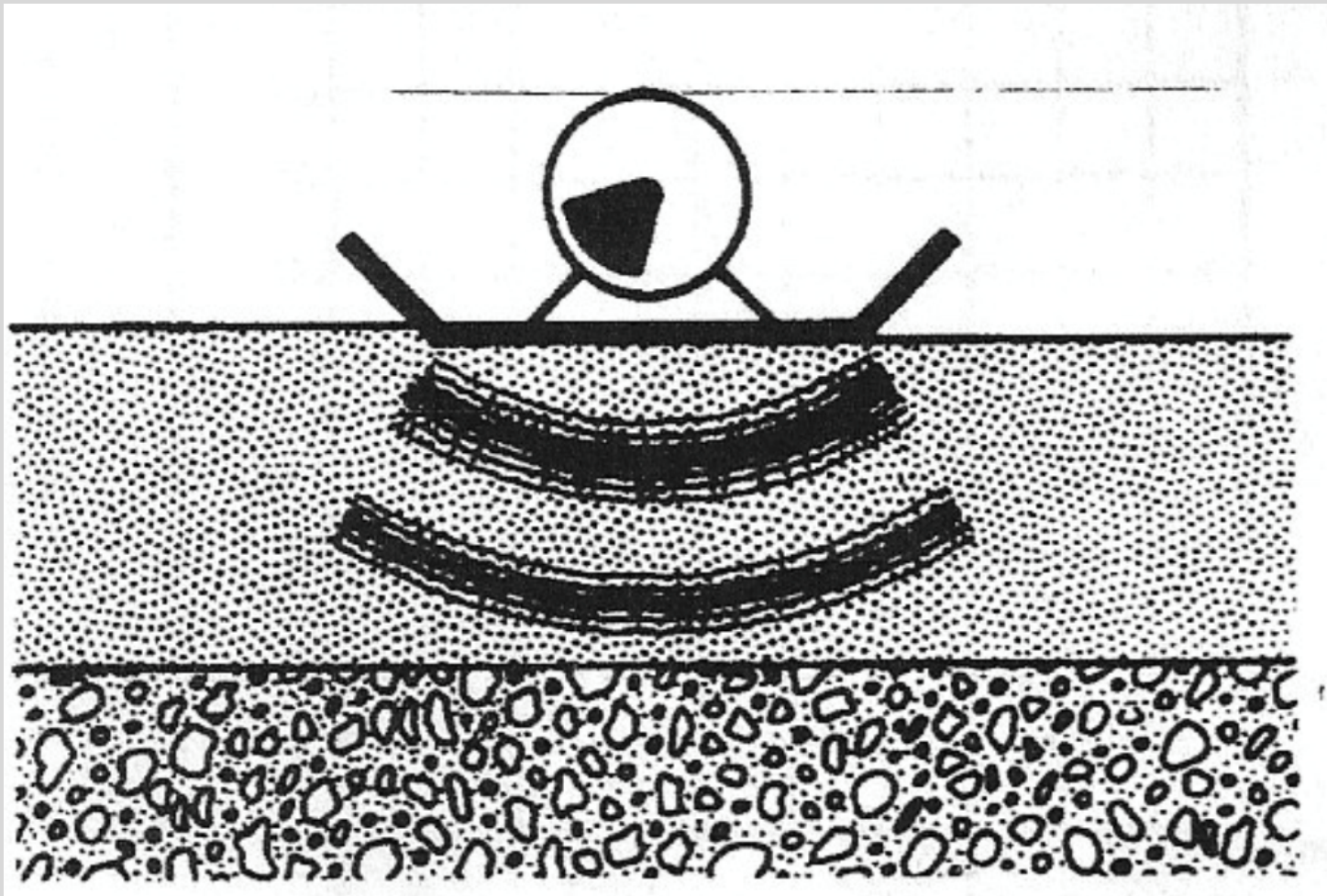
# Tärystauva



# Muottitärytys



# Pintatärytys

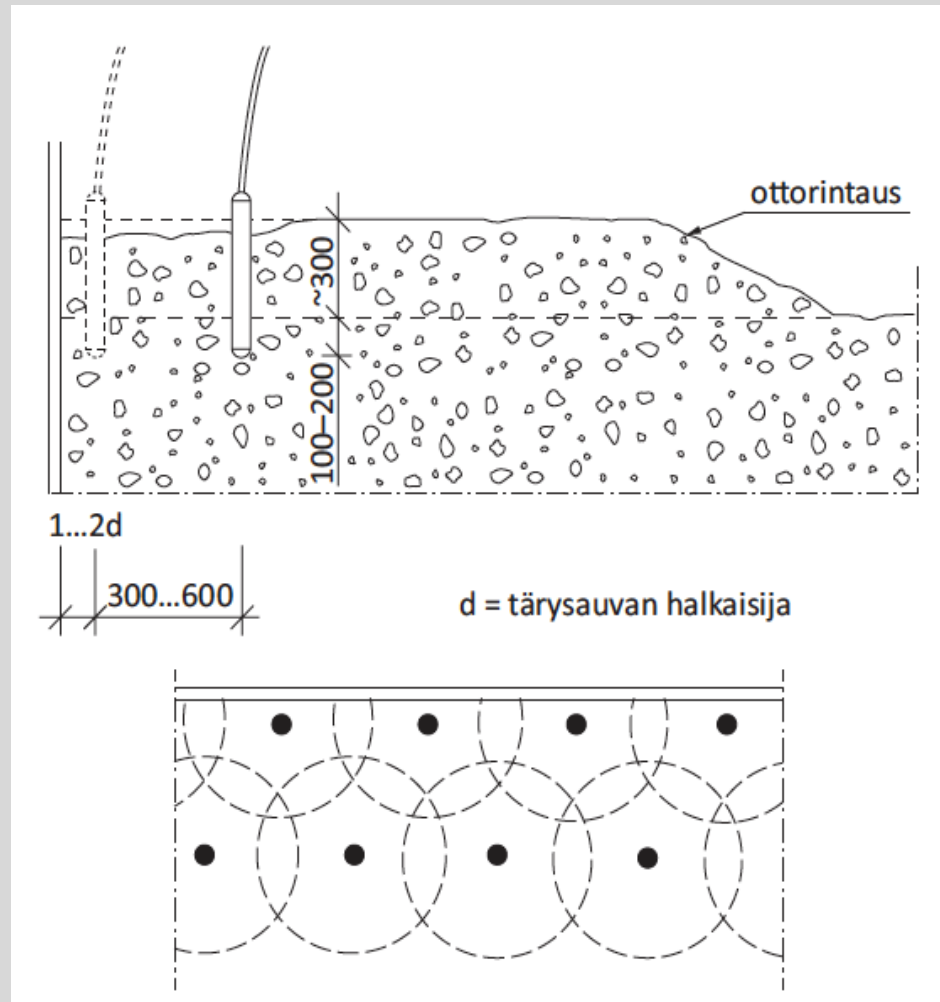


# Pintatärytys

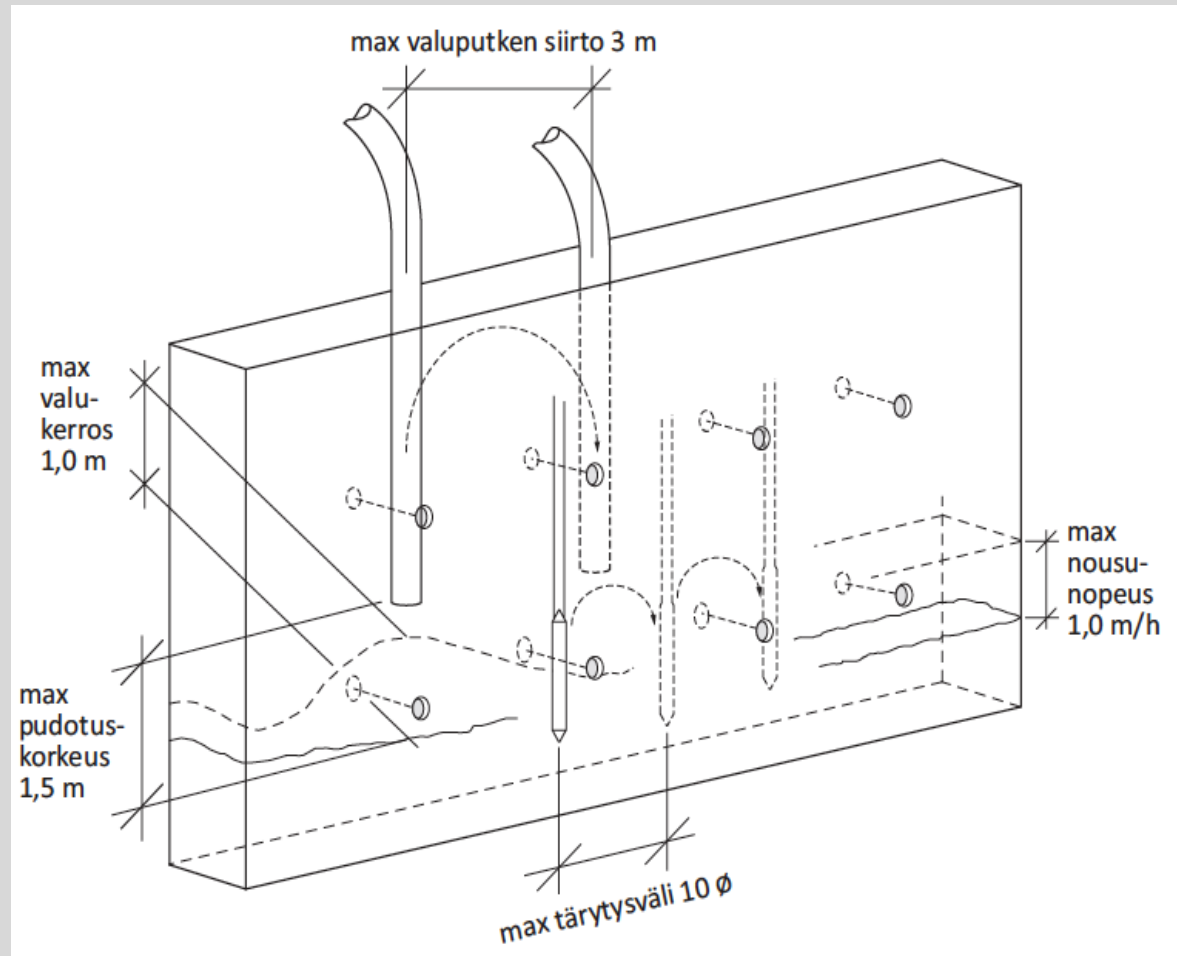




# Valu kerroksittain ja sauvan pistot



# Seinän valu



# Jälkihoito

- Lujuudenkehityksen turvaaminen
- Kosteus
- Lämpötila
- Jälkihoidon kesto ja lopetus

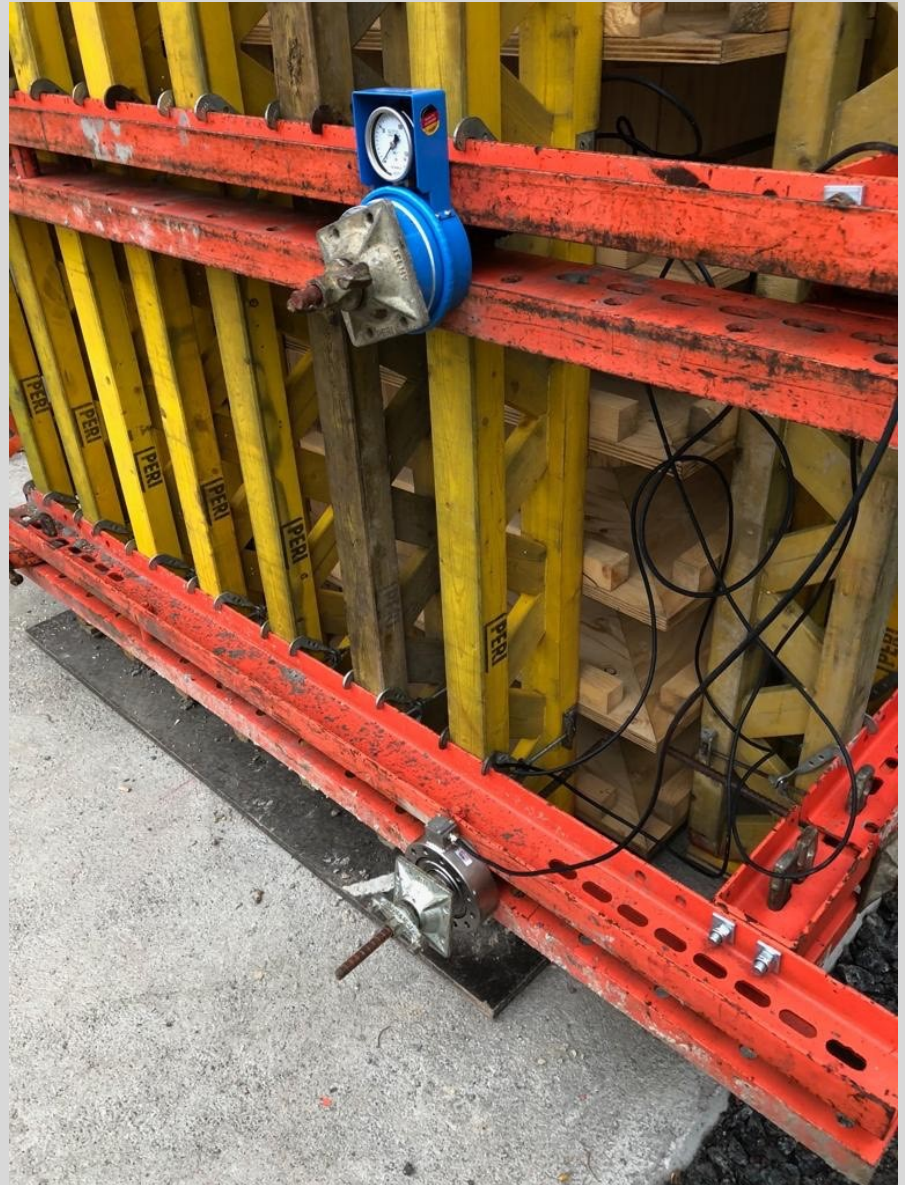
# Muottien purku

- Muottien purkulujuus
- Jälkituenta
- Vaakarakenteilla 60...80 nimellislujudesta
- Seinillä 20..30 % nimellislujudesta (rakennesuunnittelijan päätöksellä)

# Itse tiivistävä betoni



# IT betoni Valupaineen mittaus



# IT betoni, pinnan viimeistely



# Itsetiivistävä betoni

