

Betonituotteiden massan valmistus

Mika Tulimaa, TkL
Laatu- ja kehitysjohtaja
Rudus Oy

Betonituotteet

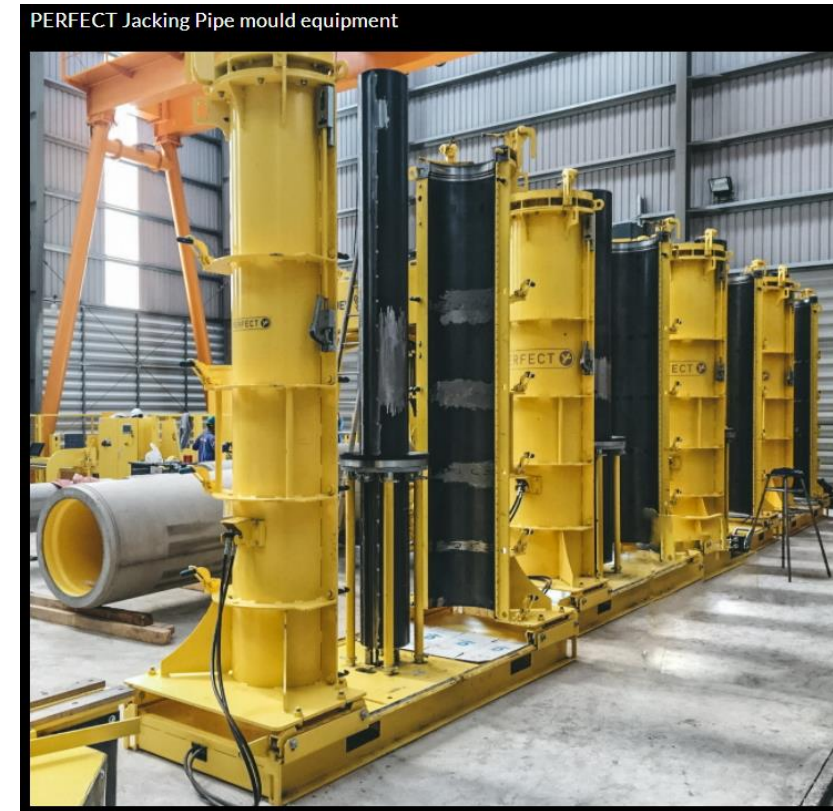
- Betonimassojen valmistuksessa on kaksi pääkategoriaa
 - kuivabetoni
 - yhdellä muotilla voidaan tehdä tuotteita sarjana, muotti voi koostua useasta osasta
 - tuote pysyy valun ja muotin poiston jälkeen mitoissaan
 - voidaan huokostaa, mutta huokostaminen vaatii osaamista , laadunvarmistus välttämätön
 - nopea tapa tehdä tuotteita



Kuva. HawkeyePedershaab

Betonituotteet

- Betonimassojen valmistuksessa on kaksi pääkategoriaa
 - märkäbetoni eli ”valettava” betoni
 - vaatii alkukovettumisen muotissa, muotinpurkulujuus saavutettava
 - käytännössä nopeasti kovettuvaa valmisbetonia
 - voidaan valmistaa erikoisbetoneja, mm. P-lukubetoneja
 - myös IT-betoni – hankalat muodot
 - tuotanto muottia kohden hidas verrattuna kuivamassoihin
 - muoto on varsin vapaa
 - sarjatuotanto vaatii paljon muotteja



Kuva. Schlüsselbauer

Betonituote - mitä yleisesti tehdään kuivabetonista?

- Pihakivet ja -laatat
- Kattotiilet
- Muurikivet – mitoitettavissa
- Vesikourut
- Harkot
- Reunakivet
- Putket ja kaivot
- Putki- ja muut painot
- Törmäyskaiteet
- Välipohjat (ontelolaatta)

Tehokkainta, kun käytössä on pienet vakiomalliset toistuvan sarjan tuotteet



Betonituotteita. Viisi yhdeksästä kuivatuotteita, mitkä?



Betonituotteita.



Vastaus: Vihreä kuiva Punainen märkä





Tekn.lis. Mika Tulimaa



Tekn.lis. Mika Tulimaa

Betonituote - mitä tehdään märkäbetonista?

- Liikenneinfra laiturelementit (esim. metro)
- Kaapelielementit (jalustat, kaapelikaivot)
- Kaapelikourut
- Törmäyskaiteet
- Jalustat - pylväs, portaali, perustukset jne
- Tukimuurit
- Ratapölkkyt
- Paalut
- Julkkarit/seinäelementit - sandwich
- Portaat
- Laatat
- Sillat



<https://civilengineeringstudy.in/railway-sleepers-manufacturing-process/>



Railwaygazette.com

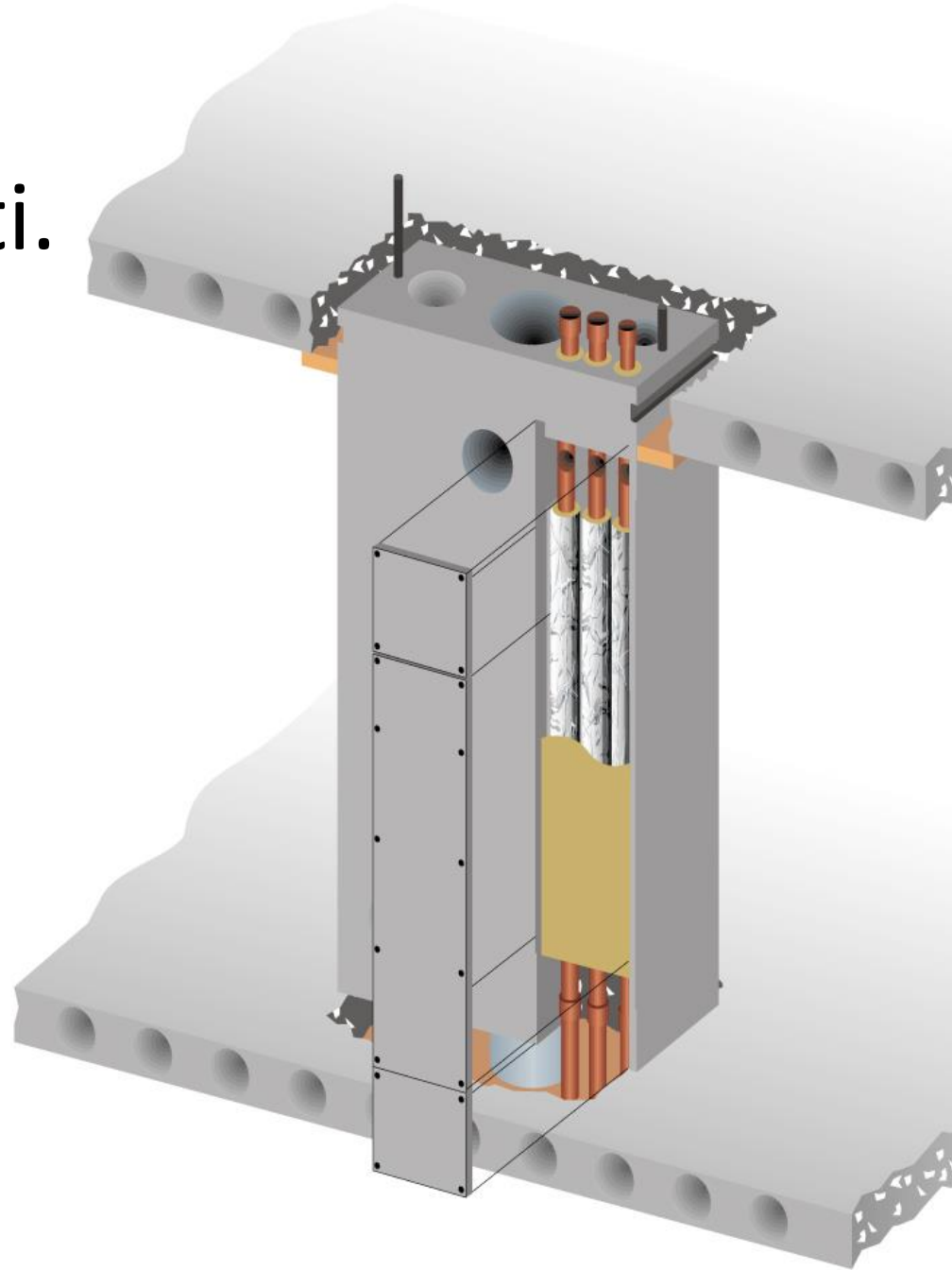
Rudus
A CRH COMPANY



Laiturielementti, ratapölkky, kaapelikanava, paalut



IT-betoni Elpo-elementti.



Elpo - itsetiivistävällä betonilla





Portaat, väliseinät,
välipohjat



Hissikuilut,
portaan, välipohjat



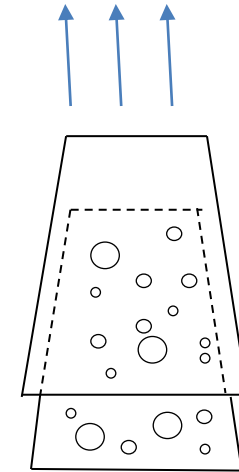
Mitä: kuivamassa

- nopea ”valaa” eli tehdä
eli suuri määrä tuotteita
- suurissa tuotantomäärissä erittäin edullinen
- vaatii yleensä ”koneen”, vähimmillään
tärypöydän
- tärytys, puristus (ja hierto)
 - täryjen synkronointi tärkeää
 - kosteusmittaus tärkeää
 - tarkka seuranta - mitat



Mitä: kuivamassa

- rasitusluokat voidaan kattaa normaalisti:
 - XC; XF1 ja XF3 (XF2 ja XF4); XD; XS; XA (XA3)
- ei niin monimutkaisia muotoja kuin märällä massalla. Muottitekniikka otettava huomioon
- Muotin pitää ”päästää”
- valmis pinta ei ole niin hieno kuin märkäbetonilla on mahdollista saada
- pinta on kuitenkin puuhiertoa parempi



Mitä: märkämassa

- suhteitus perinteiseen tapaan, reseptit tehdään vaatimusten mukaan
 - rasitusluokat ja Väylän P-lukubetoni
- massatuotannossa tarvitaan paljon muotteja
- muottikierto huomioitava suunnittelussa
- vihreä betoni – muottikierto voi puolittua – käynnissä paljon tuotekehitystä
- jälkihoito
- laadunvalvonta, uudella betonilla koemassat, -kappaleet, jatkuva laadunvalvonta



Millaiset betonimassat?

- Märkämassa
 - säilyvyys - pakkasenkestävyys
 - XC; XF1-4; XD; XS; XA (XA3)
 - XA - tiedettävä mille tuote altistuu, jotta suhteituksessa erityisvaatimukset voidaan ottaa huomioon.
 - voidaan toteuttaa vaativia muotoja, uusia innovaatioita
 - pintavaatimukset - esim. graafinen betoni
 - ”helppoa” saada tiivis ja siisti pinta
 - yksittäiskappaleet
 - ahdas raudoitus
 - itsetiivistyvä betoni





Kuva: Sisustusbetoni.fi



Kuva: Sisustusbetoni.fi



Kuva: Graphicconcrete.fi



Kuva: Sisustusbetoni.fi





Tasosekoitin/Planetary mixer



Kaksoisakselisekoitin/Twin shaft mixer

<https://concretebatchingplant.co.za/concrete-mixer-.html>

Sekoittimen oltava kapasiteetiltaan tehokas eli tehdään tuotantolinjasta ”pullonkaula”. Koneen pystyttävä pieniin massamääriin. Massan oikea sekoitusaika kokeilemalla. Ennen lisäaineita olisi hyvä lisätä osa vedestä. Ei ole aina mahdollista.



kuva: masa-group.com

Koneen pystyttävä pieniin massamääriin - betonimassan odotuttaminen suppilossa ei paranna sen laatua. Erityisesti kaksikerroskivi.

Valmistus, kovettuminen, pakkaus ovat kaikki omat kokonaisuutensa.

Toimivissa kokonaisuuksissa eri toiminnot ovat erillisiä.

Muotit, aluslevyt - oma kokonaisuutensa.

Aluslevymateriaaleja useita. Levy väsyy. Vaikuttaa tuotteen laatuun ja tasaisuuteen.



Pihakiven
muottijärjestelmä



Valmistus, kovettuminen, pakkaus omat kokonaisuutensa. Muotit - vain laatua, silloin kesto 50 000- 100 000 iskua

CCU Carbon Capture and Utilization

Suhteituksen periaatteet

- Vaatimukset tuotteille tulevat usein (harmonisoiduista) tuotestandardeista, joissa ei ole samoja vaatimuksia betonille kuin on esim. Betoninormeissa (EN 206). Esim. betoniputken harmonisoitu standardi on SFS-EN 1916 tai pihakiver SFS-EN 1338
- Lähtökohtana on siis tuotteen ominaisuudet - ei betonimassan ominaisuus sellaisenaan



Suhteituksen periaatteet

- Samat lainalaisuudet pätevät niin kuiva- kuin märkäbetonin suhteituksessa
- vesi-(ilma)sementtisuhde määrää lujuuden, vesi-sementtisuhde ominaisuudet
- Jälkihoidon tarve on olemassa aina
 - pinnat alttiita kuivumiselle
- Rakeisuus määrää tiiviyn, ääriesimerkki -hienopää pois -vuotava betoni
 - > läpäisevät pinnoitteet

Esimerkki, kun osa runkoaineesta puuttuu



Hulevesien käsittely -
läpäisevät pinnoitteet

Hienoainespää on jätetty
pois



Suhteituksen periaatteet

- Suhteituksen lähtökohta
 - käyttökohde tai tuote, molemmat määrittävät omalta osaltaan suhteituksen
 - halutaanko kuivamassa vai esim. viimeistelty pinta jne.
 - yksilöllinen tuote vai massatuote
 - lujuus kuivatuotteilla muodostuu yleensä korkeaksi koska v/s –suhde on matala – koossapysyvyysvaatimus edellyttää
 - märkätuotteilla v/s-suhde rasitus- tai lujuusluokan vaatimusten mukaan
 - tiiveys tuotteelle saadaan hienoaineksella: filleri, lentotuhka, kalkkikivi jne. Harvemmin silika, mutta se on mahdollinen.
 - vanhastaan tiiveys tehtiin sementillä, huomioitava myös varhaislujuuden tarve, sementti on siinä ylivoimainen
 - vihreä betoni on haasteellinen tuotteille, nyt on tullut myös GWP-luokitus eli vähähiilisyysluokitus (BY)
 - seosaineet: huomioitava saatavuus, hinta, väri vaihtelut
 - lentotuhka?
 - masuunikuona



Suhteituksen periaatteet

- Kuivamassoilla rakeisuudella tärkeä osa valun jälkeisen koossapysyvyyden kanssa
 - kuten myös massan kosteudella
- Hienoaineksella tärkeä merkitys tuotteen tiheyden ja vesitiiveyden kannalta - vrt. läpäisevä betoni
- Ilmamäärä ≥ 1 %, ilmamäärä laatukriteeri mm. putkille - veden imeytyminen, maks. 6 %. Kuivabetonilla huokoisuus kuvaa laatua.
- Ilmamäärä märkäbetonilla $\geq (1) 2$ %, huokoisuus tarkoituksella ja silloin huokostimella.
- Kuivabetonin pakkasenkestävyys vaativissa olosuhteissa haasteellista, huokostus onnistuu huokostimella (XF1 ja XF3) tai mikropalloilla - XF1-XF4. Ei ole laajasti markkinoilla, toimivuudesta ristiriitaisia kokemuksia.

Suhteituksen periaatteet

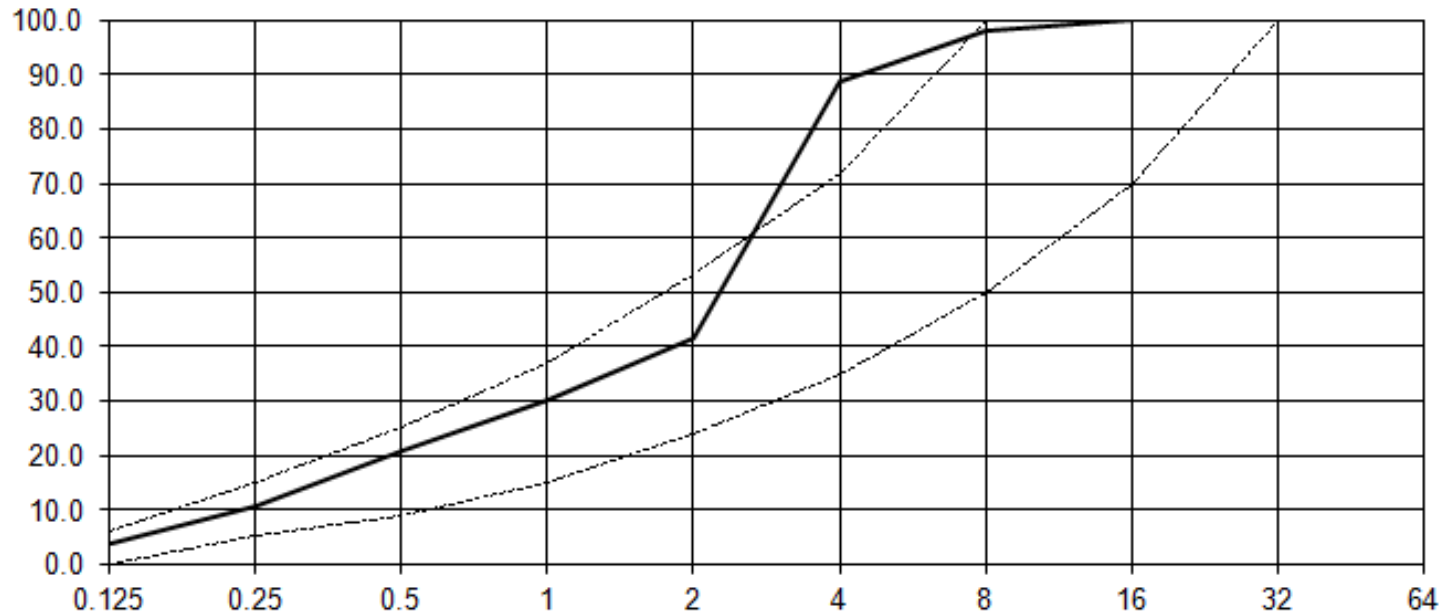
- Paras rakeisuus pakkautuvuuden kannalta normaali jouhevasti nouseva.
 - tällä saadaan aikaiseksi paras tiiviys ja pakkautuvuus sekä
 - voidaan vähentää sementin määrää verrattuna ei-optimaaliseen käyrään
 - onko mikrosuhteitus tulossa taas?
- Aina ei voi noudattaa ...
 - mm. kiviaineksen saatavuus, siilomäärä jne, vaikuttavat tähän

Suhteituksen periaatteet

- Kuiva massa
 - tavoite, että käsin ei aivan saa muodostettua koossa pysyvää palloa, jos pysyy helposti kasassa, massa liian kostea
 - mikäli massa ei pysy tärytyksen jälkeen muotissa kasassa, kannattaa yrittää muuttaa veden määrää
 - tai rakeisuutta
 - tai tiivistävää lisäainetta
 - viimeisenä vaihtoehtona sementin lisääminen (kustannukset kasvavat)
 - usein oikea ratkaisu löytyy kokeilemalla
 - ensin suhteitus, yrittäminen, korjaus jne.

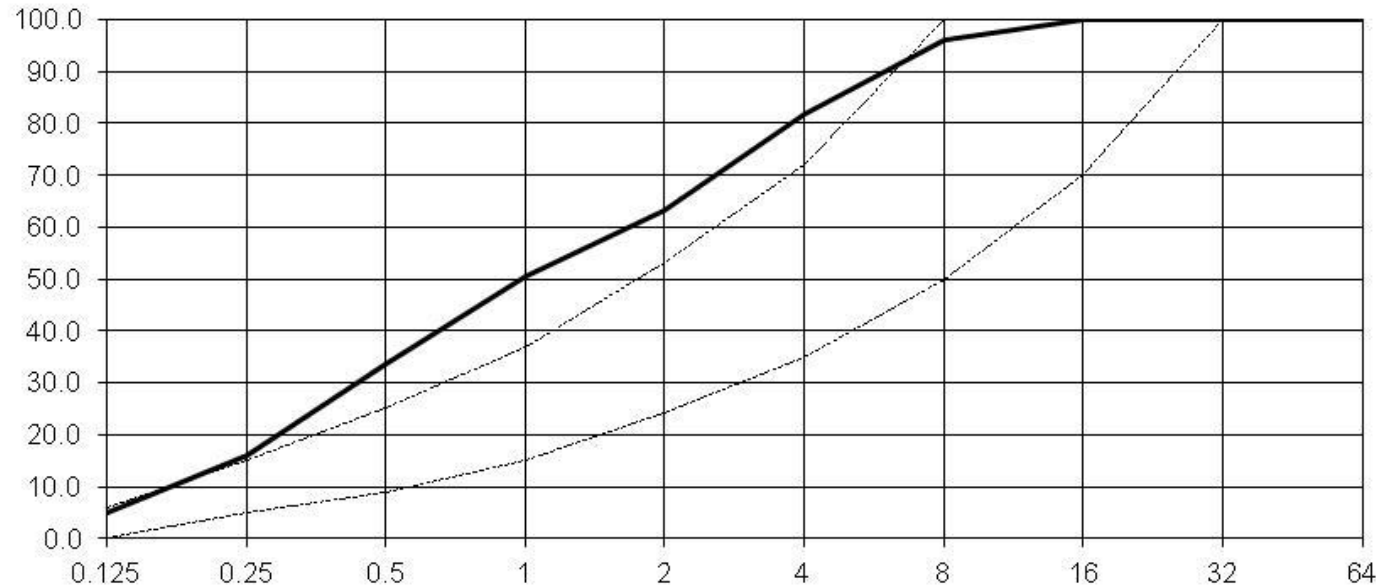
Betoniputki ja -kivi - Rakeisuus

Runkoaine	Osuus (%)	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	H
Filleri	0											0
0 - 4.0	18	13.7	40	68	86	94	98	100	100	100	100	800
0 - 8.0	29	2.8	10	27	46	61	74	94	100	100	100	615
1,0 - 2,0	0											0
2,0 - 3,0	0											
4,0 - 8,0	53	1	1.2	1.6	2.3	13.2	94	100	100	100	100	513
6,0 - 12,0	0	1	1	1	2	2	5	26	100	100	100	337
8,0 - 16,0	0	1	1	1	2	2	3	13	89	100	100	311
Yhteensa (%)	100											
Läpäisyarvot		3.8	11	21	30	42	88.9	98	100	100	100	594
Ylärajan vertailu		6	15	25	37	53	72	100	100	100	100	
Alarajan vertailu		0	5	9	15	24	35	50	70	100	100	

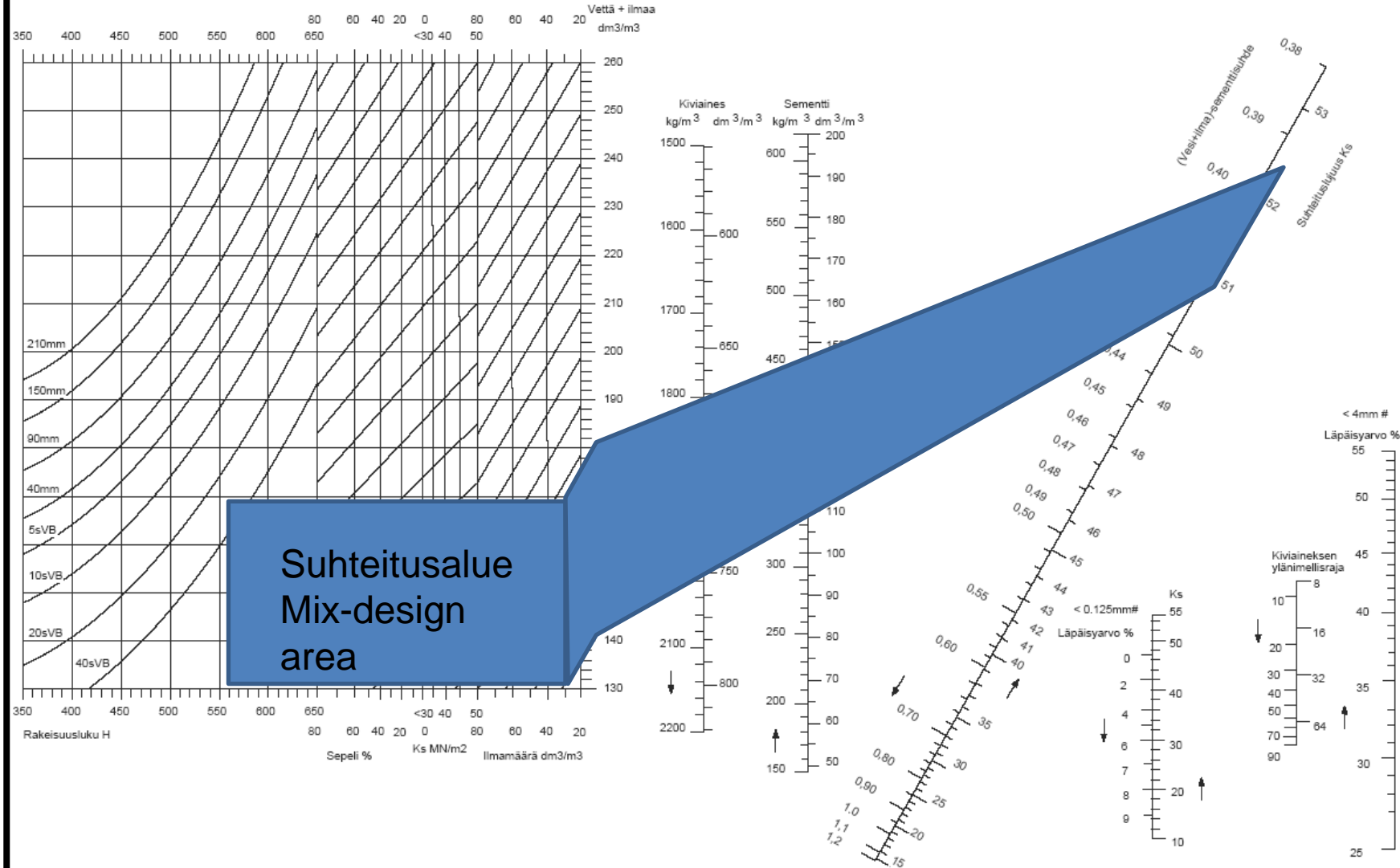


Betonikivi - rakeisuus

Runkoaine	Osuus (%)	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	H
Filleri	0											0
0 - 4.0	23	13.7	40	68	86	94	98	100	100	100	100	800
0 - 8.0	66	2.8	10	27	46	61	74	94	100	100	100	615
1,0 - 2,0	0											0
2,0 - 3,0	0											
4,0 - 8,0	11	1	1.2	1.6	2.3	13.2	94	100	100	100	100	513
6,0 - 12,0	0	1	1	1	2	2	5	26	100	100	100	337
8,0 - 16,0	0	1	1	1	2	2	3	13	89	100	100	311
Yhteensa (%)	100											
Läpäisyarvot		5.1	16	34	50	63	81.7	96	100	100	100	646
Ylärajan vertailu		6	15	25	37	53	72	100	100	100	100	
Alarajan vertailu		0	5	9	15	24	35	50	70	100	100	



BETONIN SUHTEITUS



Suhteitusalue
Mix-design
area

Sekoitus/massan valmistus

- pakkosekoitin, lyhyt sekoitusaika, mutta riittävä - kokeiltava, ylimääräinen sekoitus haihduttaa vettä, erityisesti kesäisin
- massan seuranta, esim. kamera (työturvallisuus ja tarkistuksen nopeus)
- käy tarkistamassa myös myllyllä. Kamera ei välttämättä anna oikeaa kuvaa, tähän oppii ja tekoälyäkin kehitetään tähän.
- mahdollisimman lyhyt kuljehihnamatka (vaikuttaa voimakkaasti massan kuivumiseen)
- arvio massan kosteudesta, anturin paikalla on merkitys ja kiviaineksen yön yli varastoinnilla, aamulla kosteampi massa
- sekoittimen mittapäät tarkempia

Sekoitus/massan valmistus

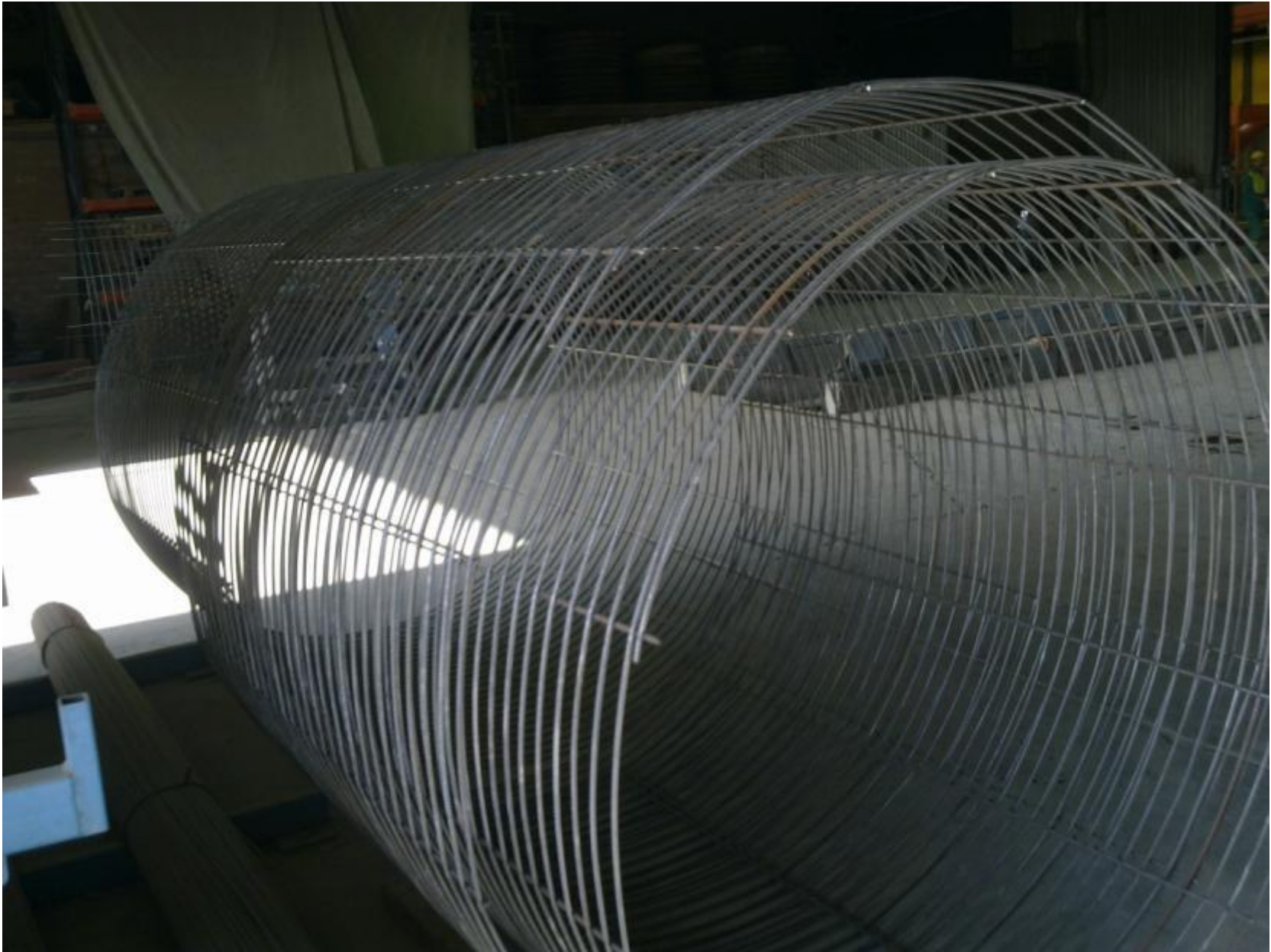
- ei taukoja, kun betonia on työpisteessä!
- kesällä lämpötila vaikuttaa voimakkaasti laatuun ja työstöön
 - massan kuivuminen
 - jäykkyys
- talvella vaarana jäätyneet kiviainekamit ja siitä seurauksena tuotteen rotankolat, lämmitetty kiviaines suotavaa!
- talvella saattaa lujuustavoitteet jäädä jälkeen
 - johtuu kylmistä raaka-aineista
 - johtuu sementistä
 - johtuu kylmästä hallista tai lämmityksen puutteesta
 - johtuu jälkihoidon puutteesta
 - esimerkiksi tuotteen siirto ei ole välttämättä mahdollista, koska tuote hajoaa siirrossa

Valmistus – fyysinen työ

- työn kuormittavuus, psykososiaaliset tekijät
 - ergonomia, taudit, työhön vaikuttaminen
 - säästää työntekijää, nopeuttaa valmistusta ja parantaa laatua
 - pyrittävä minimoimaan nostot
- työn sujuvuus, työvälineet oikeilla paikoilla
- työturvallisuus, se johtaa oikeisiin työtapoihin
- työn jälki menee asiakkaalle
 - tuotteen laadun takaa tuotteen tekijä/mylläri
 - virheellinen tuote on kalleimmillaan asiakkaalla
- ammattilaisen työskentelytavan huomaa



Tekn.lis. Mika Tulimaa



Tunkkausputken valu



05032013058.mp4



Tekn.lis. Mika Tulimaa

Rudus
A CRH COMPANY

Rudus
A CRH COMPANY

Laatu

- Kovettuminen ja jälkihoito
 - suojaaminen, höyry, kovettumistila (jotta jälkihoidon tavoite saavutetaan jälkihoito aloitettava heti)
 - kovettumistila ei saisi olla kuivumistila, olosuhteitten säädettävyys plussaa
- Laadunvalvonta: lujuudenseuranta ja mittojen seuranta, tiheys suhteellisen edullista

5.2.4 Sallitut poikkeamat

Valmistajan ilmoittamien nimellismittojen sallitut poikkeamat on esitetty taulukoissa 1, 2 ja 3.

Taulukko 1 Sallitut poikkeamat

Kiven paksuus mm	Pituus mm	Leveys mm	Paksuus mm
< 100	±2	±2	±3
≥ 100	±3	±3	±4

Yksittäisen kiven paksuuden minkä tahansa kahden mittaustuloksen eron tulee olla ≤ 3 mm.

5.3.3.2 Vaatimus

Ominaishalkaisuvetolujuuden T tulee olla vähintään 3,6 MPa.

Laatu

- Yleensä tuotteelle on olemassa standardi (EN tai SFS)
- Putket materiaalilujuus 40 MPa - määritetään koe- tai porakappaleesta
- Tuotelujuus, viivakuorma [kN/m] (putket), halkaisuvetolujuus (kivet)
- Yhtenä laatuvaatimuksena usein pinnan laatu, ei kuitenkaan mikään hiertopinta





SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS

STANDARDI

SFS-EN 1917 + AC

Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry

Mechanical Engineering and Metals Industry Standardization in Finland

Vahvistettu

2003-05-19

1 (1 + 124)

COPYRIGHT © SFS. OSITTAINENKIN JULKAISEMINEN TAI KOPIOINTI SALLITTU VAIN SFS:N LUVALLA. TÄTÄ JULKAISUA MYY SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS

SFS/ICS 90.064; 93.030

*Ristiriitatapauksissa pätee englanninkielinen teksti.
Suomenkielisen käännöksen päivämäärä 2013-05-06*

*In case of interpretation disputes the English text applies.
Date of translation into Finnish 2013-05-06*

BETONISET MIESLUUKUT JA TARKASTUSKAIVOT, RAUDOITETUT, RAUDOITTAMATTOMAT JA TERÄSKUIDUILLA VAHVISTETUT.

Concrete manholes and inspection chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced

Tämä standardi sisältää eurooppalaisen standardin EN 1917:2002 "Concrete manholes and inspection chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced" ja sen korjauksen AC:2008 englanninkielisen tekstin.

Standardi sisältää myös englanninkielisen tekstin suomenkielisen käännöksen.

Eurooppalainen standardi EN 1917:2002 ja sen korjaus AC:2008, joka on sisällytetty tähän standardiin, on vahvistettu suomalaisiksi kansalliseksi standardiksi.

This standard consists of the English text of the European Standard EN 1917:2002 "Concrete manholes and inspection chambers, unreinforced, steel fibre and reinforced" and its corrigendum AC:2008.

The standard also contains a Finnish translation of the English text.

The European Standard EN 1917:2002, with the incorporation of its corrigendum AC:2008 has the status of a Finnish national standard.



SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS

STANDARDI

SFS 7033

Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry

Mechanical Engineering and Metals Industry Standardization in Finland

Vahvistettu

2014-10-13

1 (17)

COPYRIGHT © SFS. OSITTAINENKIN JULKAISEMINEN TAI KOPIOINTI SALLITTU VAIN SFS:N LUVALLA. TÄTÄ JULKAISUA MYY SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS

SFS/ICS 23.040.50; 91.300; 93.030

Täydentää standardia SFS-EN 1916+AC:2003

Complements the standard SFS-EN 1916+AC:2003

BETONIPUTKILTA ERI KÄYTTÖKOHTEISSA VAADITTAVAT OMINAISUUDET JA NIILLE ASETETUT VAATIMUSTASOT

*Characteristics and requirement levels of concrete pipes and fittings,
unreinforced, steel fibre and reinforced*

Sisällys

	Sivu
Esipuhe	2
Johdanto	2
1 Soveltamisala	2
2 Viittaukset	2
3 Termit ja määritelmät	3

CE-merkintä: putket ja kaivot

CE	
Rudus Betonituote Oy PL 49, 00441 HELSINKI	Rudus
13	
EN 1916	
Raudoittamattomat esivalmistetut betoniputket jäteveden, huleveden (sade- ja pintaveden) johtamiseen putkilinjoissa, jotka yleensä on asennettu maahan.	
EK-haaraputki	DN 600 x 2250 mm
Vesitiiviys: Ei vuotoja liitoksessa tai putkessa sisäisellä 50 kPa:n (0,5 bar) paineella.	
Murtolujuus:	Lujuusluokka 165
Pituussuuntainen taivutuslujuus: Mittojen perusteella riittävä	
Pitkäaikaiskestävyys: Sopii normaaleihin käyttöolosuhteisiin	
Liitosten pitkäaikaiskestävyys: Osoitettu menetelmällä 1	
Suoritustason ilmoitus DoP: 2013/06/10001 (www.rudus.fi/aineistot/sertifikaatit)	
AVCP-LUOKKA 4 / MENETELMÄ 4	

Rudus

SUORITUSTASOILMOITUS Nro 2013/06/0201

1. Tuotetyypin yksilöllinen tunnistus:

Betoniset raudoitetut miesluukut ja tarkastuskaivot
EN 1917:ZA1

2. Tyyppi-, erä- tai sarjanumero tai muu merkintä, jonka ansiosta rakennustuotteet voidaan tunnistaa, kuten 11 artiklan 4 kohdassa edellytetään:

Rengas, pohjarengas, tarkastuskaivon pohjarengas, kartiorengas, kansi, korokerengas
Kokoluokat DN [mm] 600, 800, 1000, 1200, 600/800x500, 600/1000x750

3. Valmistajan ennakoima, sovellettavan yhdenmukaistetun teknisen eritelmän mukainen rakennustuotteen aiottu käyttötarkoitus tai -tarkoitukset:

**Taata tuuletus ja pääsy viemäröintijärjestelmiin, esimerkiksi ajoradoilla,
pysäköintialueilla, vahvistetuilla pientareilla ja rakennusten ulkopuolella.**

4. Valmistajan nimi, rekisteröity kaupp nimi tai tavaramerkki sekä osoite, josta valmistajaan saa yhteyden, kuten 11 artiklan 5 kohdassa edellytetään:

Rudus Betonituote Oy
PL49
FI-00441 HELSINKI
www.rudus.fi

5. Mahdollisen valtuutetun edustajan, jonka toimeksiantoon kuuluvat 12 artiklan 2 kohdassa eritellyt tehtävät, nimi sekä osoite, josta tähän saa yhteyden:

-

6. Rakennustuotteen suoritustason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä(t) liitteen V mukaisesti:

AVCP 4 / MENETELLY 4

7. Kun kyse on yhdenmukaistetun standardin piiriin kuuluvan rakennustuotteen suoritustasoilmoituksesta:

-

8. Kun kyse on suoritustasoilmoituksesta, joka koskee rakennustuotetta, josta on annettu eurooppalainen tekninen arviointi:

-

Laatu - miten siihen päästään?

- Laatukäsikirja (FPC)
- Laadunvalvonta, oma valvonta
- Ulkopuolinen valvonta -> CE, FI
- Laatujärjestelmä
- TUKES

Betoni – luonnollinen valinta!

