

Betonituotteiden massan valmistus

Mika Tulimaa, TkL
Laatu- ja kehitysjohtaja
Rudus Oy

Betonituotteet

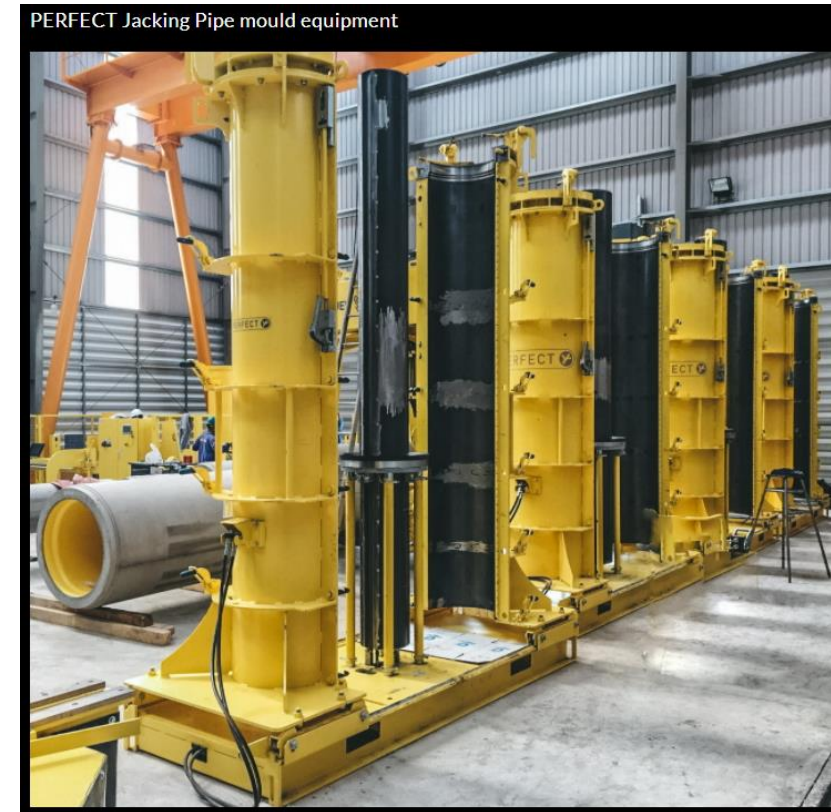
- Betonituotteiden valmistuksessa on kaksi kategoriata
 - kuivabetoni (maakostea) ja märkäbetoni (valmisbetoni)
- Kuivabetoni
 - yhdellä muotilla voidaan tehdä tuotteita sarjana, muotti voi koostua useasta osasta
 - tuote pysyy valun ja muotin purkamisen/poiston jälkeen mitoissaan
 - voidaan huokostaa, mutta huokostaminen ei ole yhtä tehokasta kuin märkäbetonilla
 - nopea tapa tehdä tuotteita



Kuva. HawkeyePedershaab

Betonituotteet

- Märkäbetoni eli “valettava” betoni
 - vaatii alkukovettumisen muotissa, eli muottia ei voi purkaa ennen kovettumista ja tuotekohtaisestimääräytyvää lujuutta
 - käytännössä tarvitaan nopeasti kovettuvaa betonia
 - 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 – muotit kalliita
 - viimeistely, säilyvyys, mittatarkkuus, esteettisyys jne.



Kuva. Schlusserbauer

Betonituote - mitä yleisesti tehdään kuivabetonista?

- Pihakivet ja -laatat
- Kattotiilet
- Muurikivet – mitoitettavissa
- Vesikourut
- Harkot
- Reunakivet
- Putket ja kaivot
- Kaapelikaivot
- Putki- ja muut painot
- Ontelolaatat
- Ylipäättään erilaiset infratuotteet

Tehokkainta, kun käytössä on pienet vakiomalliset toistuvan sarjan tuotteet

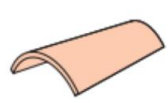




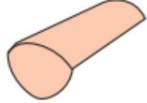
normaali

yksikouruinen kattotiili

laattakattotiili



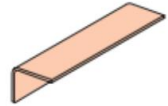
harjatiili



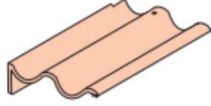
aloitus- ja lopetus-
harjatiili



y-harjatiili



päätyräystästiili



päätytiili

Betonikatot (Rakennustieto 20)

Tuoteperhe vaatii
useita eri muotteja



Stark/Ormax-tiili

Energia rakentaminen - Kaapeli- ja venttiilikaivot



Betonituotteita. Viisi yhdeksästä on kuivatuotteita, mitkä?



Betonituotteita.



Kuva. Google Maps. Kauppakeskus Sellon edusta. Leppävaara.



Vastaus: Vihreä kuiva Punainen märkä

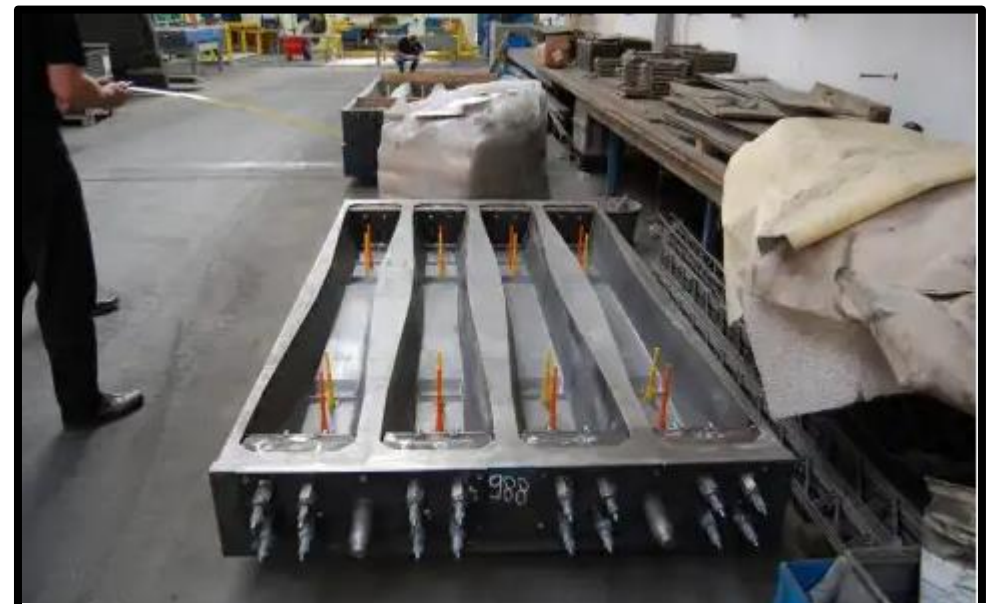






Betonituote - mitä tehdään märkäbetonista?

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



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



Railwaygazette.com

Rudus
A CRH COMPANY





Rudus/törmäyskaide

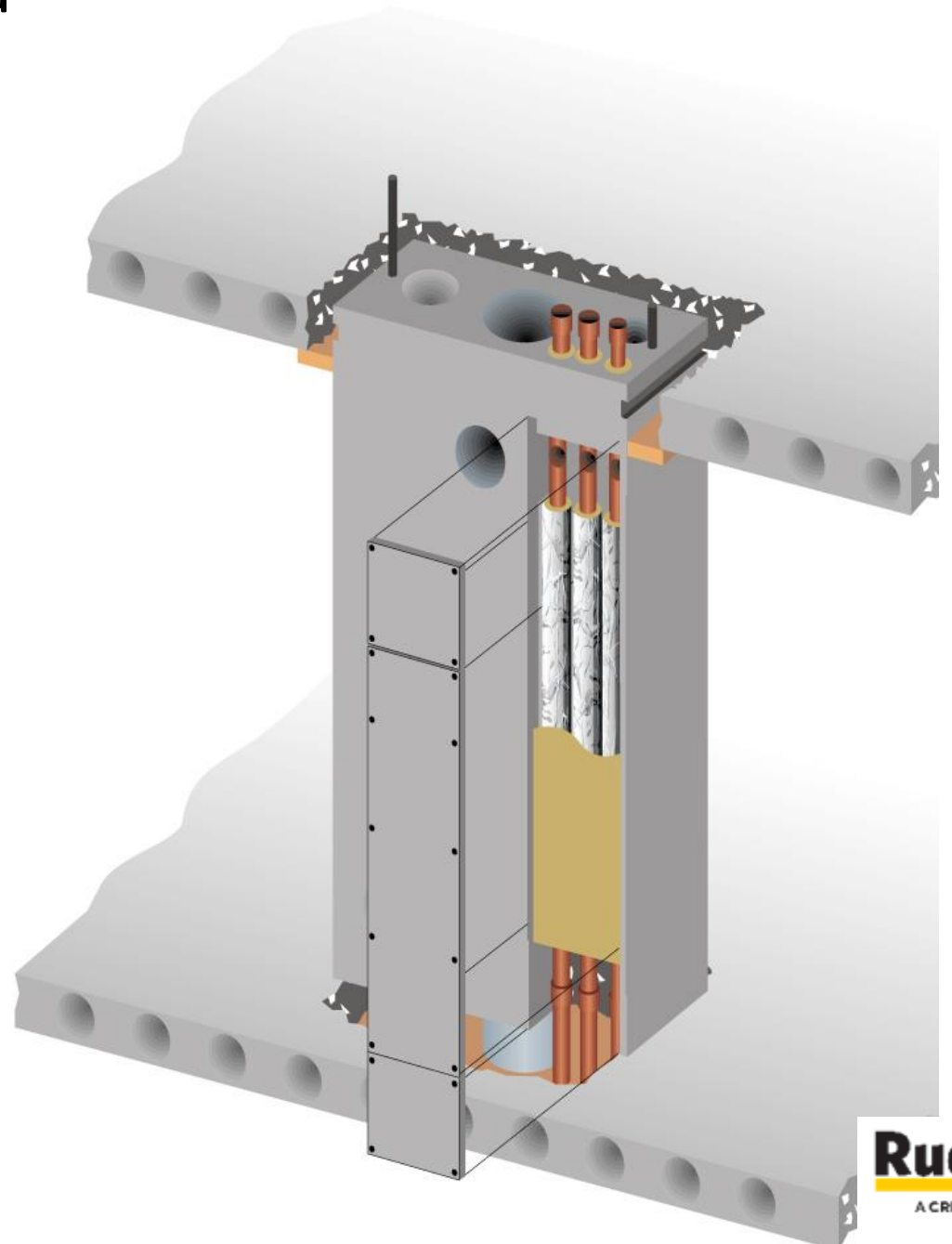
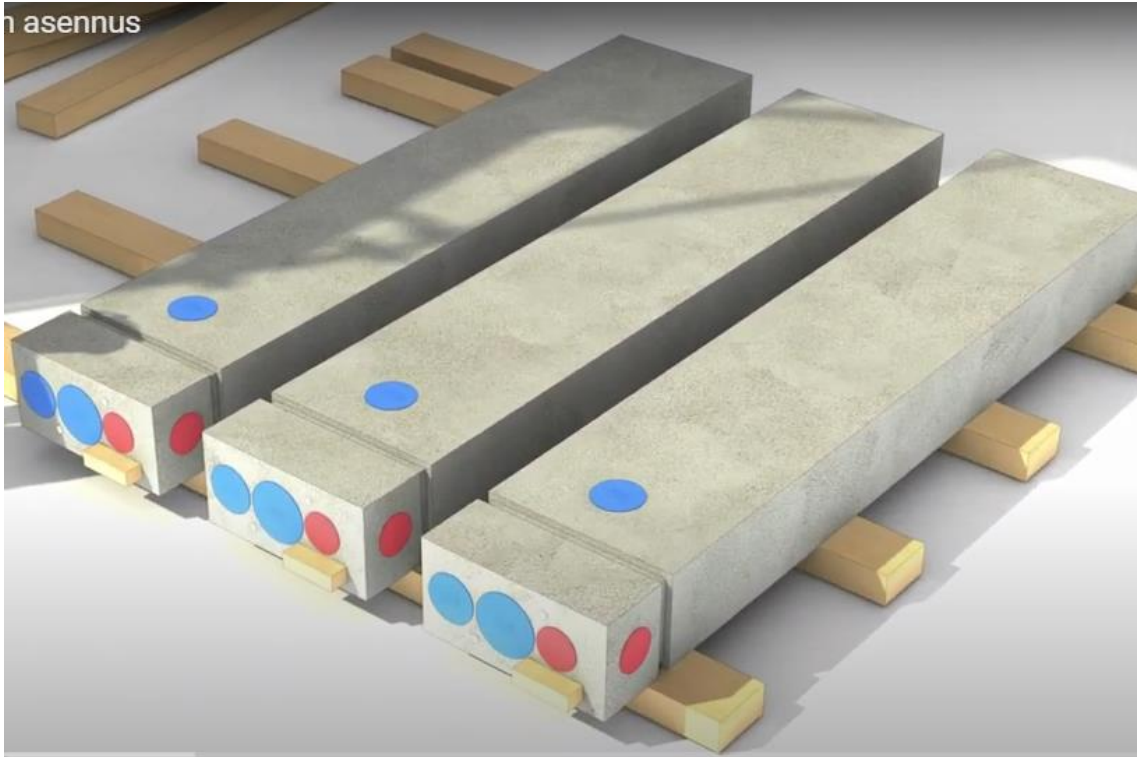
Rudus/meluseinä



Laiturielelementti, ratapölkky, kaapelikanava, paalut



Elpo-hormi - itsetiivistyvällä betonilla

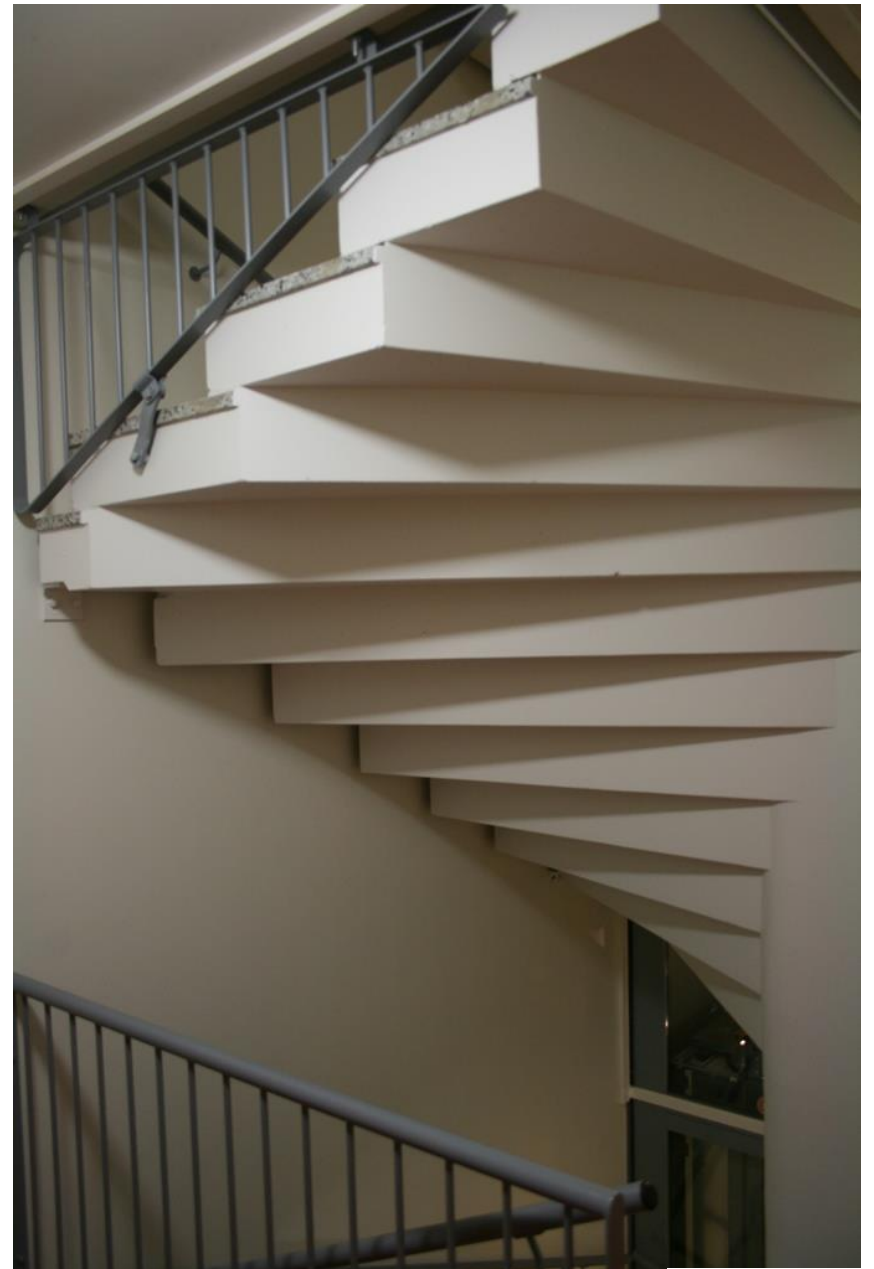


Elpo – valmistus itsetiivistyvällä betonilla





Portaat, väliseinät,
välipohjat





Hissikuilut,
portaan, välipohjat



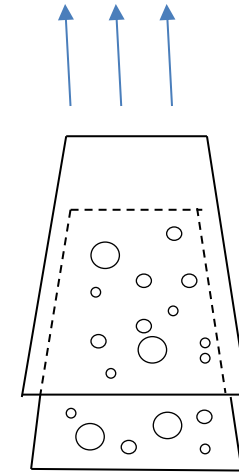
Kuivamassan ja -tuotteen valmistus

- nopea ”valaa” eli suuri määrä tuotteita yhdessä vuorossa
- suurissa tuotantomäärissä erittäin edullinen
- vaatii yleensä ”koneen”, vähintään tärypöydän
- tärytys, puristus ja hierto
 - täryjen synkronointi tärkeää, usein usea täry yhdessä muotissa tai kivikoneessa
 - kosteusmittaus tärkeää (mitoissa pysyminen)
 - tarkka tuotteen valmistuksen seuranta – jatkuva mittaus, jotta tuotteet pysyvät mitoissaan



Kuivamassan ja -tuotteen valmistus

- useat rasitusluokat voidaan kattaa normaalisti:
 - XC; XF1 ja XF3 (XF2 ja XF4); XD1-3; XS1-3; XA1-3
 - vähähiiliset betonit onnistuvat hyvin, kovettumisaikaan kiinnitettävä erityistä huomiota
- ei kyetä niin monimutkaisiin muotoihin kuin märällä massalla.
- muotin pitää ”päästää”
- valmis pinta ei vastaa märkäbetonin muottipintaa



Tekn.lis. Mika Tulimaa

Märkämassan ja tuotteen valmistus

- suhteitus perinteiseen tapaan, reseptit tehdään vaatimusten mukaan
 - rasitusluokat ja Väylän P-lukubetoni
- massatuotannossa tarvitaan paljon muotteja
- muottikierto huomioitava suunnittelussa
- vähähiilinen betoni – tehokkuus voi tippua – käynnissä on paljon tuotekehitystä. Uudet sementit toimivat varsin hyvin
- jälkihoito
- laadunvalvonta, uudella betonireseptillä koemassat, -kappaleet, jatkuva tehdaslaadunvalvonta, FPC (CE/DoP)



Märkämassan ja tuotteen valmistus

- Märkämassa
 - säilyvyys - pakkasenkestävyys - ok
 - XC1-4; XF1-4; XD; XS; XA1-2 (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 rauditus
 - itsetiivistyvä betoni





Kuva: Sisustusbetoni.fi



Kuva: Sisustusbetoni.fi



Kuva: Graphicconcrete.fi



Kuva: Sisustusbetoni.fi



Sekoittimet



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.

Kivikone- kuivamassa



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: paininlevy ja muotti



Aluslevy

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 pihakivet 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 aina olemassa
 - pinnat alttiita kuivumiselle, pintabetonista tulee heikkoa ja pinnan laatu kärsii
- 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
 - vähähiilinen betoni on mahdollinen betonituotteille. Nyt omyös GWP-luokitus eli vähähiilisyyssluokitus (BY) osalle tuotteita.
 - seosaineet: huomioitava saatavuus, hinta, värivaihtelut
 - 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. Mikromuoviongelma.

Suhteituksen periaatteet

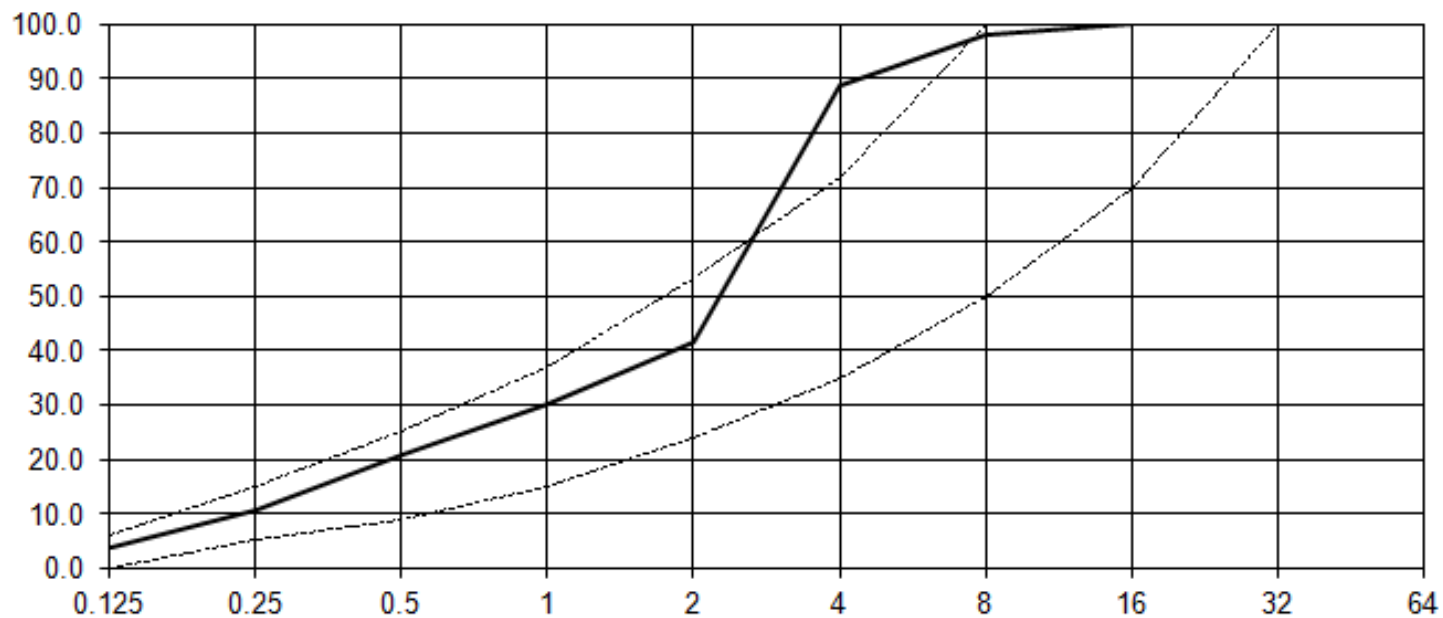
- Paras rakeisuus pakkautuvuuden kannalta normaali jouhevasti nouseva.
 - tällä saadaan aikaiseksi paras tiiviys ja pakkautuvuus sekä
 - voidaan vähentää sementin määrää verrattuna ei-optimaaliseen käyrään
 - onko mikrosuhteitus tulossa taas?
- Aina ei voi noudattaa ...
 - mm. kiviaineksen saatavuus,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

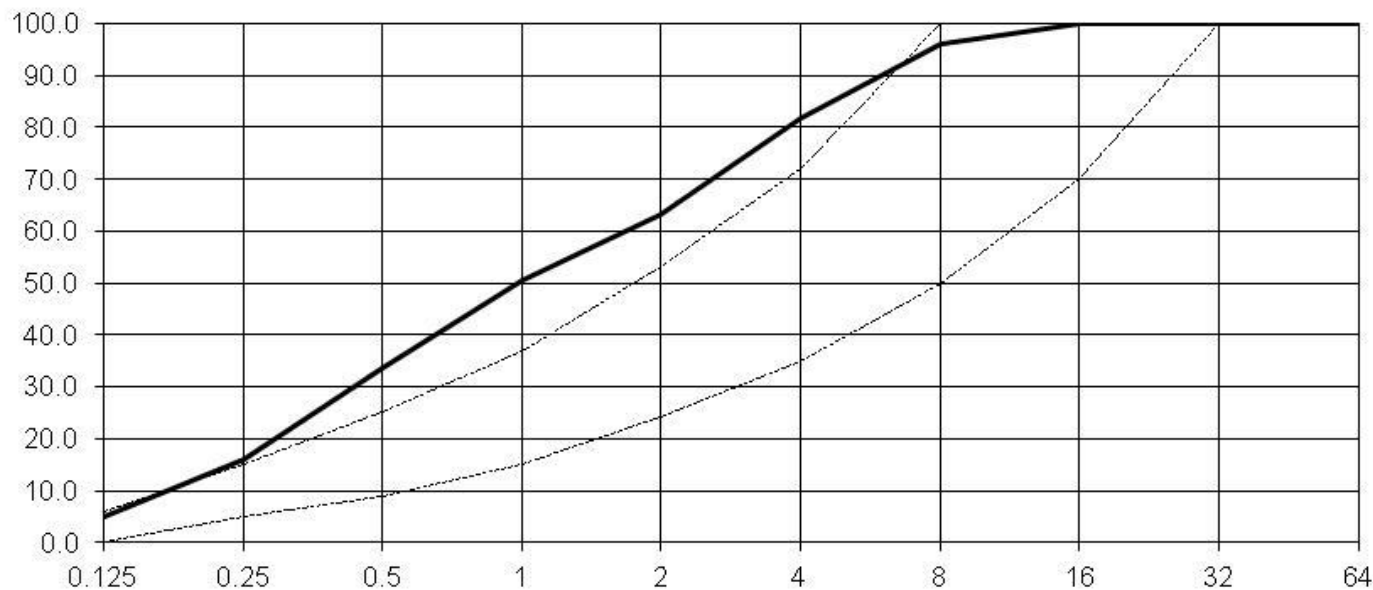
Betoniputki ja -kivi - Rakeisuus

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
Yhteensä (%)	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	

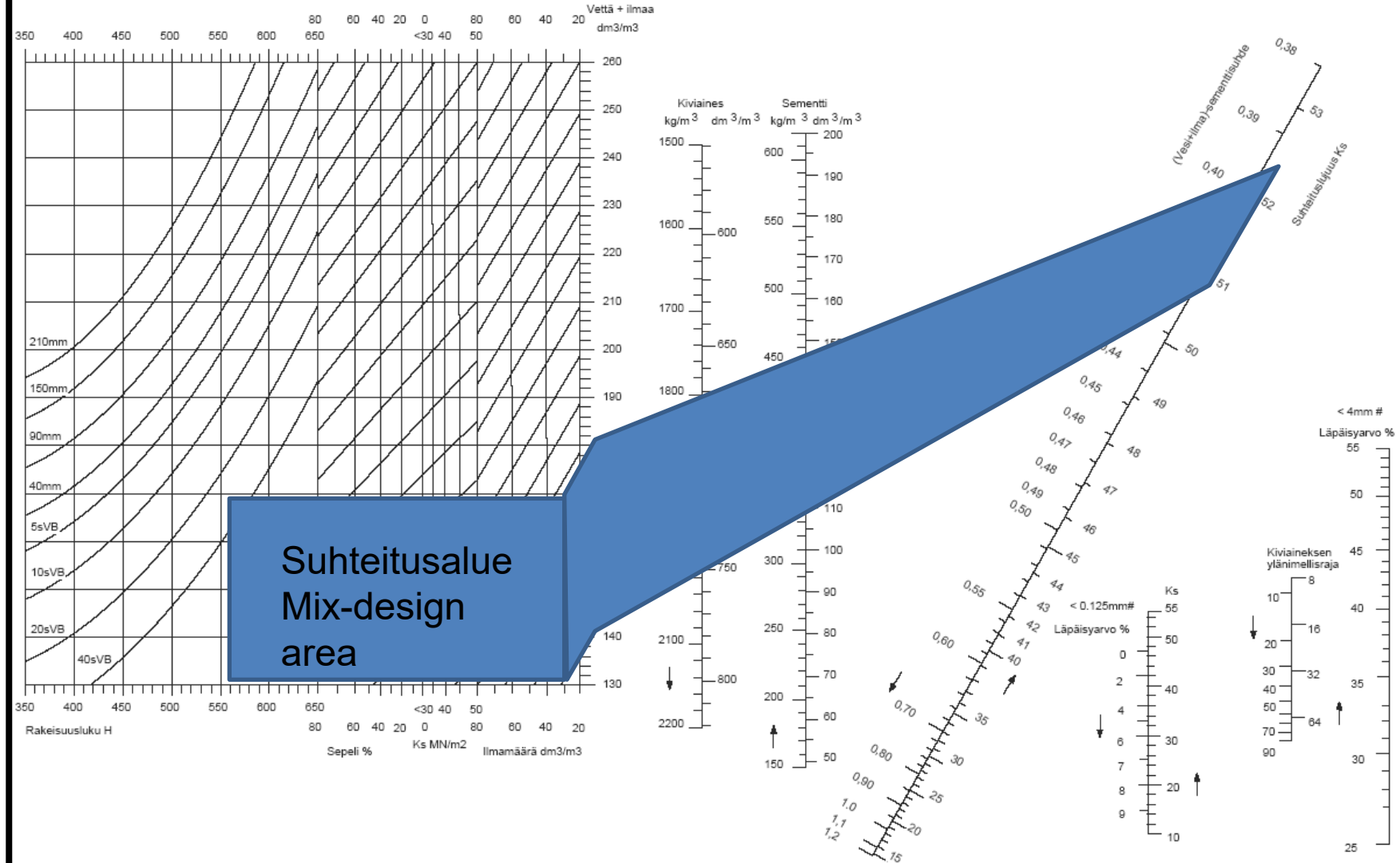


Betonikivi - rakeisuus

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
Yhteensä (%)	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



Sekoitus/kuivamassan 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. Erityisesti, kun aloitetaan tehdä massaa uudesta kiviaineskuormasta
- mahdollisimman lyhyt kuljetinhihnamatka (vaikuttaa voimakkaasti massan kuivumiseen)
- arvio massan kosteudesta, anturin paikalla on merkitys ja kiviaineksen yön yli varastoinnilla, aamulla kosteampi massa
- mittapäiden kalibrointi ja haasteellinen puhtaanapito

Sekoitus/kuivamassan valmistus

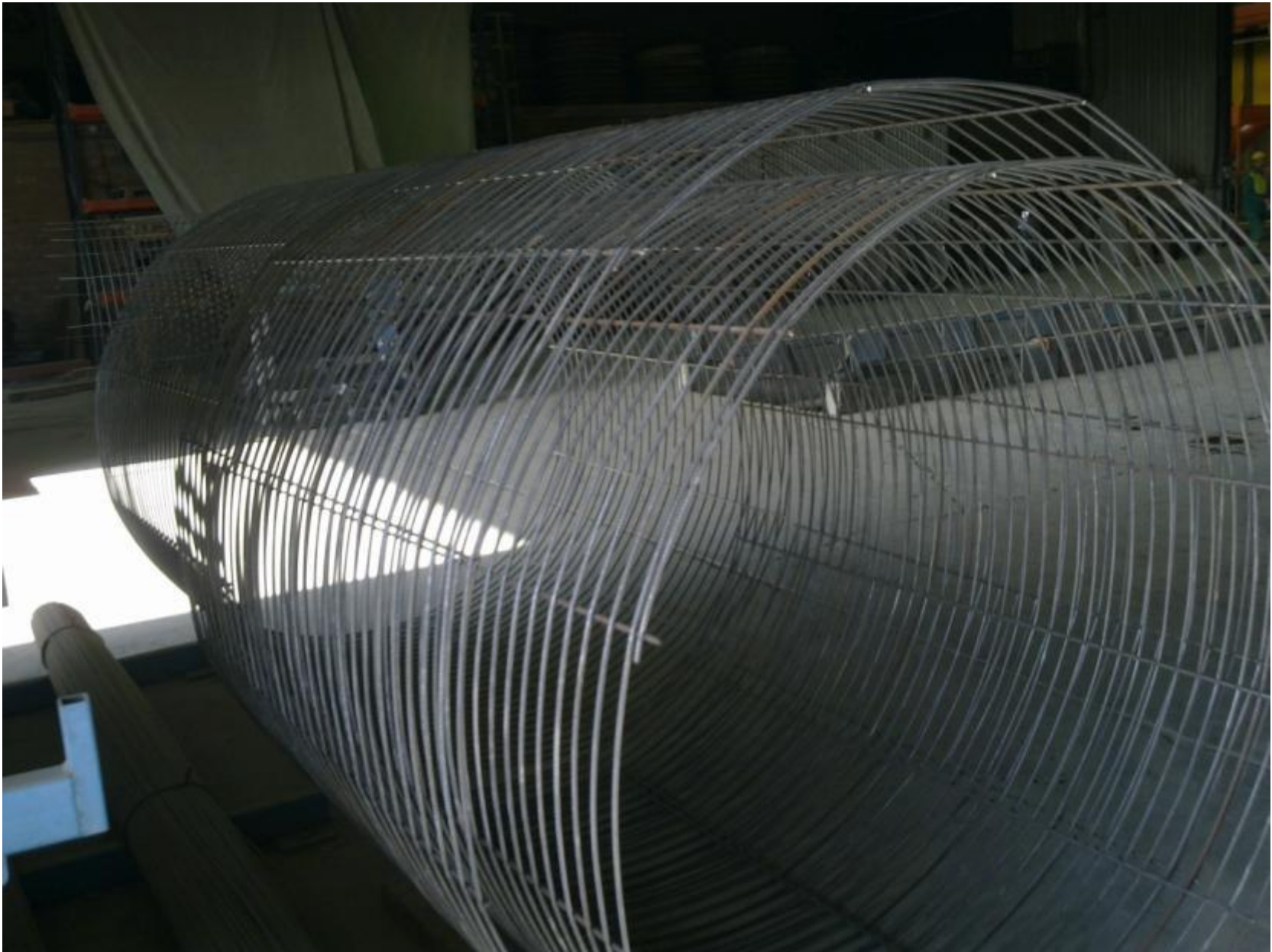
- ei taukoja, kun betonia on työpisteessä!
- kesällä lämpötila vaikuttaa voimakkaasti laatuun ja työstöön
 - massan kuivuminen
 - jäykkyys
- talvella vaarana jäätynyt kiviaines eli kamit ja siitä seurauksena tuotteen rotankolot, lämmitetty kiviaines suotavaa!
- talvella saattaa lujoustavoitteet jäädä 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, tauot, 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









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/kaivot 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 MYÖ 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 suomalaiseksi 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 MYÖ 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

13

Rudus

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
Suoritusason 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 raudoitettut miesluukut ja tarkastuskaivot
EN 1917:ZA1

2. Tyypin-, 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 ennakkoilma, 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 suoritusason pysyvyyden arviointi- ja varmennusjärjestelmä(t) liitteen V
mukaisesti:

AVCP 4 / MENETELMÄ 4

7. Kun kyse on yhdenmukaistetun standardin piiriin kuuluvan rakennustuotteen
suoritusason ilmoituksesta:

-

8. Kun kyse on suoritusason ilmoituksesta, 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!

