

BETONIN LAADUNVARMISTUS

Osa 1 - Betonin ilmahuokosparametrien määrittäminen ohuthieistä



Julkaisija: Suomen Betoniyhdistys ry
PL 381 (Eteläranta 10) 00131 Helsinki
Puh. 09 12991
www.betoniyhdistys.fi

Kustantaja: BY-Koulutus Oy
PL 381 (Eteläranta 10) 00131 Helsinki
Puh. 09 12991
www.betoniyhdistys.fi

Kansi: Maritta Koivisto
Ulkoasu ja taitto: Antero Airos

Copyright: Suomen Betoniyhdistys ry

2. painos (korjattu s. 14 Suojahuokosten huokosjako -kaava), 2020

ISBN: 978-952-7314-06-7 (e-kirja)

ISSN 0358-5239

Tekniset ohjeet

Suomen Betoniyhdistys ry (by) on riippumaton, betonin oikeaa käyttöä edistävä teknistieteellinen yhdistys. Yhdistyksen jäsenkunta edustaa laajasti betonirakentamisen eri osapuolia. Yhdistys järjestää jäsenilaisuuksia, julkaisee teknisiä ohjeita, toteaa betonialan henkilöpätevyksiä, järjestää koulutusta, käynnistää ja ohjaa kehitysprojekteja sekä konsultoi viranomaisia. Betoniyhdistys kerää teknisiä ohjeita valmisteleviin työryhmiin kaikki asiasta kiinnostuneet tahot, joiden on päästävä yhteisymmärrykseen ohjeiden sisällöstä. Ohjeet on tarkoitettu päteville henkilöille, jotka pystyvät ymmärtämään ohjeisiin liittyvät rajoitukset sekä ottamaan vastuun ohjeiden soveltamisesta käytännön rakennuskoh-teissa. Vaikka valmistelutyöhön on osallistunut maamme paras tekninen asiantuntemus, ei Betoniyhdistys eivätkä sen jäsenet tai valmistelutyöhön osallistuneet henkilöt ota vastuuta tässä julkaisussa annetuista ohjeista.

Sisällysluettelo

1	ESIPUHE	4
2	SOVELTAMISALA	5
3	VIITTEET	6
4	ANALYYSIN TEKIJÄ	6
5	MÄÄRITELMÄT	7
6	NÄYTTEENOTTO	9
6.1	Muottiin valetut kappaleet	9
6.2	Rakennekoekappaleet	9
7	OHUTHIEIDEN VALMISTUS	10
7.1	Ohuthieiden valmistus muottiin valetusta kappaleesta	10
7.2	Ohuthieiden valmistus rakennekoekappaleista	11
8	PARAMETRIT	12
9	ANALYSOINTIMENETELMÄ	13
10	LASKELMAT JA ILMOITETTAVAT ANALYYSITULOKSET	14
11	TULOSTEN ILMOITTAMINEN	15
12	TULOKSEN LUOTETTAVUUDESTA JA TARKKUUDESTA	16
13	TESTIRAPORTTI	17

1 ESIPUHE

Kovettuneen betonin pakkasenkestävyyttä on testattu perinteisesti erilaisilla ns. suorilla jäädytys-sulatuskokeilla. Nämä testausmenetelmät ovat usein työläitä ja pitkäkestoisia. Tästä syystä on ollut tarve kehittää helpompia ja nopeampia menetelmiä betonin pakkasenkestävyyden arvioimiseksi. Nykykäsityksen mukaan keskeinen betonin pakkasenkestävyyden määräävä tekijä on betoniin muodostettavat pienet ilmahuokokset, jotka vaikuttavat betonissa olevan veden jäätymiseen ja edelleen jäätyksen aiheuttamaan sisäiseen paineeseen. Pienten ilmahuokosten vaikutusta betonin pakkasenkestävyyteen voidaan arvioida epäsuorasti määrittämällä betonin ilmahuokosparametrejä. Tarkoituksena on ollut kehittää menetelmä, jolla ilmahuokosparametrien avulla voidaan tunnistaa pakkasenkestävät betonit. Menetelmää ei ole tarkoitettu, eikä menetelmä sovellu, betonin pakkasenkestävyyden vaatimusten vastaisuuden osoittamiseen.

Kovettuneen betonin ilmahuokosparametrien määrittämiseksi optista ohuthieanalyysiä käyttäen on vuodesta 2000 käytetty VTT TEST R003-00 -menetelmää. Huokosanalyysijä tekevien laboratorioden muodostamassa Betonin huokosanalyysin laadunvarmistusryhmässä (BEHU) on tehty rinnakkaiskokeita menetelmän luotettavuuden varmistamiseksi sekä kerätty tietoa ja kokemuksia oikean näytteenoton ja preparaattien ottokohdan määrittämiseksi. BEHU:n kokouksessa 28.4.2010 sovittiin niistä muutoksista, jotka kirjattiin menetelmän versioon 2: R003-00-2010 HUOKOSJAKO.

Käyttökokemusten myötä, huokosanalyysijä tekevien laboratorioden keskuudessa on muodostunut tarve täsmentää ja päivittää menetelmää edelleen. Erityisesti täsmennystä on esitetty näytteenottoon, menetelmän soveltuvuusalueeseen ja ilmahuokosten tulkintaan. Menetelmän päivitys päätettiin aloittaa Betoninkoestuslaitosten vuosikokouksessa 2017. Menetelmään tehdyt muutokset on kirjattu Suomen Betoniyhdistyksen asettaman työryhmän toimesta ja menetelmän uusi nimi on kirjattu tähän versioon: by 72 Betonin laadunvarmistus Osa 1 - Betonin ilmahuokosparametrien määrittäminen ohuthieistä.

2 SOVELTAMISALA

Tässä menetelmäkuvauksessa esitetään lisäaineilla huokostetun, kovettuneen betonin ilmahuokosparametrien määrittäminen valetuista tai rakenteesta irrote- tuista koekappaleista optista ohuthieanalyysiä käyttäen. Määritettävät ilmahuokos- parametrit ovat:

- betonin kokonaisilmamäärä
- betonin suojahuokosten ilmamäärä
- betonin tiivistyshuokosten ilmamäärä
- betonin suojahuokosten ominaispinta-ala
- suojahuokosten huokosjako.

Analyysissä käytetään muunnettua pistelaskentamenetelmää. Analysointi tehdään silmämääräisesti ohuthieistä mikroskooppia, näytteen siirtopöytää ja laskuria käyt- täen. Menetelmällä arvioidaan kovettuneen betonin ilmahuokostuksen laatua. Menetelmä ei sovellu standardin SFS-EN 206 mukaiseen betonin kokonaisilma- määrän mittaamiseen. Menetelmä ei myöskään sovellu mikrohuokostetun betonin huokosjaon määrittämiseen.

3 VIITTEET

NT BUILD 381. 1991. Concrete, hardened: air void structure and air content.

ASTM C457M-16. 2016. Standard test method for microscopical determination of parameters of the air Void system in hardened concrete.

ASTM C856-18a. 2018. Standard practice for petrographic examination of hardened concrete.

SFS-EN 206. 2016. Betoni. Määrittely, ominaisuudet, valmistus ja vaatimustenmukaisuus

SFS-EN 12350-1. 2019. Testing fresh concrete. Part 1: Sampling and common apparatus.

SFS-EN 12390-2. 2019. Testing hardened concrete. Part 2: Making and curing specimens for strength test.

SFS-EN 12390-7. 2019. Testing hardened concrete. Part 7: Density of hardened concrete.

4 ANALYYSIN TEKIJÄ

Analyysin voi tehdä vain henkilö, jolla on menetelmästä rinnakkaisanalyysiin todettu riittävä pätevyys. Laadunvalvontaan tai vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi suoritettavat kovettuneen betonin huokosjakomääritykset tehdään akkreditoitussa testauslaitoksessa.

5 MÄÄRITELMÄT

Ohuthie

Kahden lasilevyn (objekttilasi ja peitinlasi) välissä oleva fluoresoivalla hartsilla impregnoitu leike betonia, jonka koko on yleensä noin 35 x 55 mm² ja paksuus 0,025 mm.

Ilmahuokonen (huokonen)

määritellään tässä analyysissä sementtipastan sisältämäksi huokoseksi, jonka halkaisijan pituus ohuthieen yläpinnan tasossa on vähintään 0,025 mm.

Suojahuokonen

määritellään tässä analyysissä huokoseksi, jonka halkaisijan pituus ohuthieen yläpinnan tasossa on 0,025 - 0,800 mm.

Tiivistyshuokonen

määritellään tässä analyysissä huokoseksi, jonka halkaisijan pituus ohuthieen yläpinnan tasossa on suurempi kuin 0,800 mm.

Kokonaisilmamäärä

on betonin sisältämien ilmahuokosten suhteellinen osuus betonissa ilmaistuna %-osuutena betonin tilavuudesta (kokonaisilmamäärä = optisesti havaittujen ja tässä menetelmässä laskettujen suojahuokosten ja tiivistyshuokosten yhteismäärä. Tässä menetelmässä laskettava kokonaisilmamäärä ei kuvaa betonin todellista kokonaisilmamäärää eikä standardin SFS-EN 206 mukaista ilmamäärän määrittystä).

Ominaispinta-ala (α)

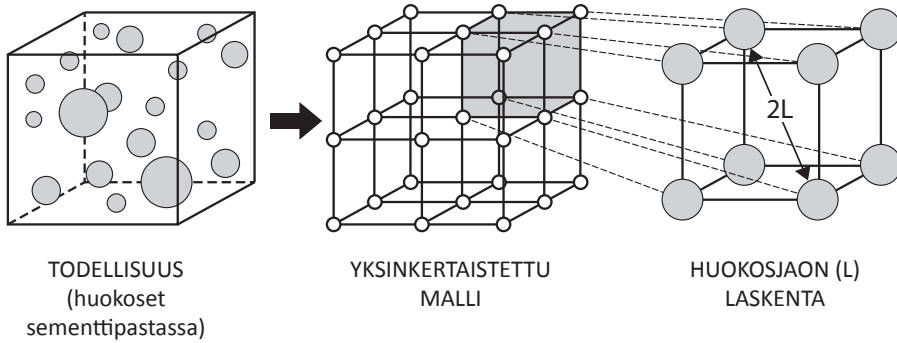
on suojahuokosten vaippapinta-alan suhde niiden tilavuuteen; yksikkönä mm²/mm³.

Huokosjako (L)

tarkoittaa tässä nk. Powers'in kaavalla /NT BUILD 381, ASTM C 457/ laskettavaa suuretta, joka ilmaisee laskennallisen arvon suurimmalle etäisyydelle sementtipastan mistä tahansa pisteestä lähimmän suojahuokosen pinnalle, yksikkönä mm (Kuva 1).

Pastamäärä (P)

on betonin sisältämä sementtipastan suhteellinen osuus betonissa – ei sisällä ilmahuokosten osuutta; yksikkönä tilavuus-%. Tässä menetelmässä myös sementtiä korvaavat seoaineet (mm. lentotuhka, silika ja masuunikuona) ja niiden reaktiotuotteet lasketaan sementtipastaksi.



Kuva 1. Huokosjaon laskentaperiaate Powers'in kaavalla normaalissa tapauksessa, jossa pastamäärän suhde ilmamäärään (P/A) on vähintään 4,34.

Analyysipiste ja analyysiviiva

Analyysipisteellä tarkoitetaan mikroskoopin hiusristikon määräämää yksittäistä analyysikohtaa ohuthienäytteessä. Analyysiviivalla tarkoitetaan tasavälistä ja yhdensuuntaista analyysipisteiden muodostamaa suoraa, jolta huokosten tunnistus suoritetaan.

Kiviaines

Rakentamisessa käytettävä rakeinen materiaali. Kiviaines voi olla luonnon kiviainesta, keinokiviainesta, tai uusiokiviainesta.

6 NÄYTTEENOTTO

Näytteenotossa tulee kiinnittää huomiota näytteen edustavuuteen. Yksi analyysitulostulos voi edustaa korkeintaan vain yhtä betonikoostumusta ja valmistusmenetelmää. Näytteenotto voidaan suorittaa valamalla tuoretta betonimassaa muottiin tai poraamalla/sahaamalla kovettuneesta betonirakenteesta.

6.1 MUOTTIIN VALETUT KAPPALEET

Tuoreesta betonista näyte otetaan standardin SFS-EN 12350-1 mukaisesti. Koekappale valmistetaan ja säilytetään standardin SFS-EN 12390-2 mukaisesti. Koekappaleen tulee olla kooltaan vähintään 3,0 dm³, suositeltavat näytekooot ovat esim. lieriö (Ø = 150 mm, h = 300 mm) ja kuutio (särmä 150 mm). Koekappaletta olisi suositeltavaa säilyttää standardin EN 12390-2 mukaisesti vähintään 7 vuorokautta ennen ohuthiepreparaatin valmistusta.

6.2 RAKENNEKOEKAPPALEET

Rakenteilla tarkoitetaan kaikkia betonituotteita, elementtejä sekä paikalla valettuja rakenteita. Näistä irrotettuja näytteitä kutsutaan rakennekoekappaleiksi. Rakennekoekappaleita otetaan vähintään kaksi kappaletta, yhtä analyysia kohden (esim. poralieriöt) eri kohdista tutkittavaa rakenneosaa, joista kummastakin valmistetaan vähintään yksi ohuthie.

Huomioitavaa näytteenotosta:

- Näytteiden etäisyys rakenteen (esim. laatan) reunasta on vähintään rakenteen oma paksuus.
- Näytteiden poraus/sahaus paikan välinen etäisyys on vähintään 40 cm.
- Jos betonin kiviaineksen suurin raekoko on yli 16 mm otetaan näytteitä siten, että valmistettavissa ohuthieessä pastamäärä on keskimäärin vähintään 23 %. Tällaisessa tapauksessa olisi hyvä ottaa useampi näyte, jotta kyetään varmistamaan edustava näytteenotto.
- Sellaisten, yleensä suurten rakenteiden osalta, joiden valmistuksessa betonin koostumus voi erityisesti sen huokostuksen osalta vaihdella ja/tai valu- ja jälkihoito-olosuhteet voivat oleellisesti vaihdella, näyte- ja ohuthiemäärä valitaan perustellun suunnitelman mukaisesti.

7 OHUTHIEIDEN VALMISTUS

Ennen ohuthiepreparaattien valmistusta, laboratorioon toimitettu näyte/näytteet tulee dokumentoida (mm. näytteiden lukumäärä, koko ja muoto). Koekappaleiden tiheys voidaan tarvittaessa määrittää standardin SFS-EN 12390-7 mukaisesti.

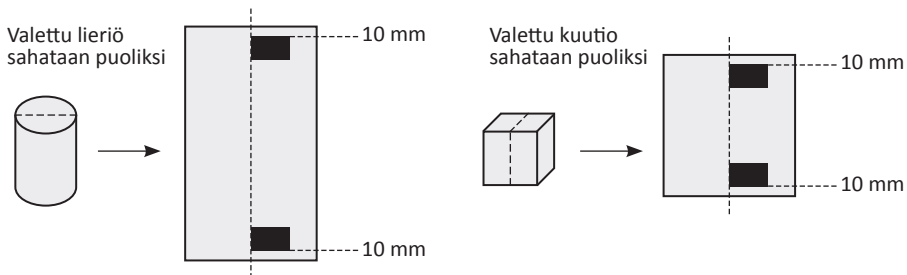
Ohuthieiden preparointimenetelmä ja tarvittavat laitteet on esitetty yksityiskohdaisesti esim. standardeissa NT BUILD 381 ja ASTM C856.

Analyysiä varten valmistetaan vähintään kaksi (2) petrograafista ohuthienäytettä (Kuva 2). Ennen preparointia näytepalat impregnoidaan vakuumissa fluoresoiva väriainetta sisältävällä hartsilla. Impregnoitu ohuthienäyte liimataan objektilasille ja ohennetaan timanttisahausta ja -hiontaa käyttäen siten, että ohuthienäytteen lopullinen pinta-ala on noin $35 \times 55 \text{ mm}^2$ ja paksuus noin $0,025 \text{ mm}$. Yhden ohuthieen sisältämä näytepinta-ala voi olla myös pienempi kuin edellä esitetty, mutta tällöin tarvitaan enemmän kuin kaksi (2) ohuthiettä vaadittavien analyysiparametrien ja analyysipinta-alan saavuttamiseksi (Kuva 3). Tyypillisesti vaatimukset saavutetaan viimeistään kolmella (3) ohuthienäytteellä. Lopuksi ohuthieen päälle liimataan peitelasi.

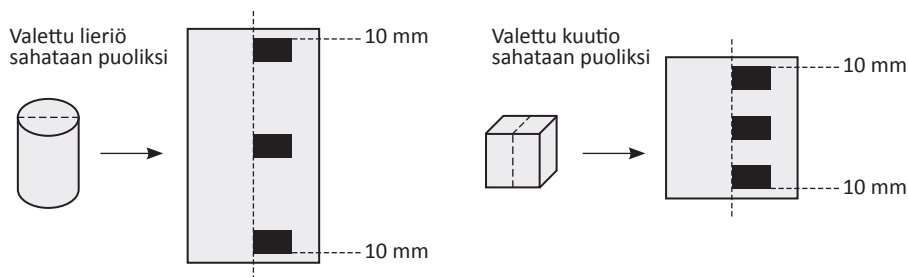
Oleellista on, että ohuthieessä betoni on joka paikassa hartsilla täysin impregnoitunutta ja hieen paksuus koko ohuthieen alueella on noin $0,025 \text{ mm}$.

7.1 OHUTHIEIDEN VALMISTUS MUOTTIIN VALETUSTA KAPPALEESTA

Ohuthieet (vähintään 2 kpl) valmistetaan muottiin valetusta kappaleesta 10 mm syvyydeltä alkaen valu- ja pohjapinnasta, kun kappale on kooltaan vähintään $3,0 \text{ dm}^3$. Kuutiosta ohuthieet tehdään vastaavasti, kuten lieriöistä (Kuvat 2 ja 3).



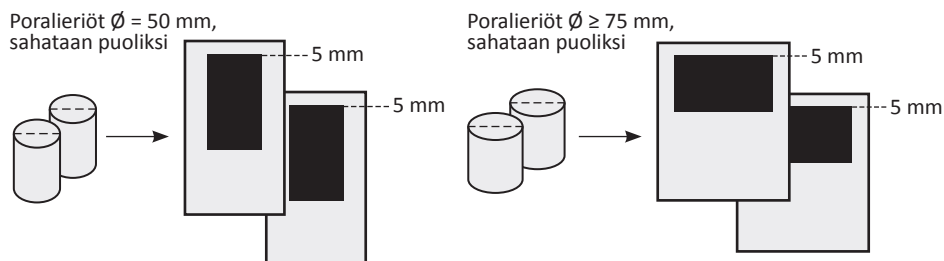
Kuva 2. Ohuthieiden sijoittelu suhteessa halkaistuun lieriöön ja kuution, muottiin valetusta kappaleesta, kun hiekoko on noin $35 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}^2$.



Kuva 3. Ohuthieiden sijoittelu suhteessa halkaistuun lieriöön ja kuutioon, muottiin valetusta kappaleesta, kun hiekoko on pienempi kuin 35 mm x 55 mm² ja analyysiparametrit eivät täyty kahdella ohuthienäytteellä.

7.2 OHUTHIEIDEN VALMISTUS RAKENNEKOEKAPPALEISTA

Ohuthieet valmistetaan rakenteen ulkopintaa vastaan kohtisuorassa suunnassa olevana leikkeenä. Ohuthieet valmistetaan 5 mm syvyydeltä alkaen siitä pinnasta, jolle pakkasrasitus kohdistuu ankarimpana, eli yleensä rakenteen ulko- tai yläpinnasta. Näytteen koko määrittää ohuthieen valmistussuunnan. Halkaisijaltaan alle 75 mm kokoisesta näytelieriöstä ohuthie valmistetaan ohuthieen lyhyt sivu rasituspinnan suuntaisesti ja halkaisijaltaan ≥ 75 mm kokoisesta näytelieriöstä ohuthieet valmistetaan pidempi sivu rasituspinnan suuntaisesti (Kuva 4).



Kuva 4. Ohuthieiden sijoittelu suhteessa halkaistuun poralieriöön. Poratuista näytteissä ohuthieet tehdään 5 mm syvyydeltä ulkopinnasta alkaen. Kustakin poralieriöstä valmistetaan yksi (1) ohuthie.

Eriyishuomioita ohuthieen valmistukseen liittyen:

- Jos betonin kiviaineksen suurin raekoko on yli 16 mm otetaan näytteitä siten, että valmistettavissa ohuthieessä pastamäärä on keskimäärin vähintään 23 %. Ohuthienäytteen sijoittelu on valittava niin, että tämä ehto täyttyy. Mikäli ohuthieen sijoittelussa joudutaan poikkeamaan tavanomaisesta, pyritään uusi sijoittelu toteuttamaan säilyttäen määrätty etäisyys valu-, pohja- tai ulkopintaan nähden.
- Jos edellisistä periaatteista poiketaan, mainitaan tämä sekä perusteet tähän koeselostuksessa. Esimerkkinä menettelytapa tutkittaessa ohuita (paksuus esim. 25 mm) kaksikerrosvaluja. Tällöin voidaan katsoa tarkoituksenmukaiseksi valmistaa ohuthieet, jotka sisältävät koko pintakerroksen paksuuden. Alusbetonin osalta valmistetaan ohuthieet alkaen heti pintavalun alta. Tässä tapauksessa pintabetoni ja alusbetoni tulee siis tutkia erillisinä tapauksina.

8 PARAMETRIT

Analyysissä käytetään seuraavia analyysiparametrejä:

- Mikroskoopin objektiivin suurennuksen tulee olla 100-kertainen.
- Analyysitaso on ohuthieiden yläpinnan taso.
- Analysoitavan pinta-alan tulee olla kaikkiaan vähintään 3000 mm² ja hieiden lukumäärän tulee olla vähintään 2 kpl/betonikoostumus.
- Analyysipisteiden lukumäärän tulee olla kaikkiaan vähintään 1500 kpl.
- Analyysiviivan pituuden tulee olla kaikkiaan vähintään 2300 mm.
- Analyysipisteiden välimatkan analyysiviivalla tulee olla 1 - 1,5 mm.
- Analyysiviivojen tulee jakaantua tasaisesti analysoitavalle pinta-alalle.
- Huokosten syvyysuuntainen sijainti tarkistetaan tarvittaessa fokuoimalla sekä analyysipisteiden pysähdyspaikan, että huokosten lävistysten osalta (tämä tarkoittaa sitä, että tarkistetaan, mikä analyysipisteen tai lävistyksen sijainti on hieen yläpinnan tasossa).
- Alarajana analyysiin mukaan otettaville huokosille on huokosen halkaisija 0,025 mm.
- Huokokset luokitellaan analyysissä halkaisijan pituuden mukaisesti suojahuokosiin (0,025 - 0,800 mm) ja tiivistyshuokosiin (> 0,800 mm). Tämä erottelu tehdään sekä analyysipisteiden pysähdyspaikkojen, että lävistysten osalta.

Analyysissä valitaan tai määritetään arvot seuraaville parametreille:

- I** on analyysipisteiden välimatka (mm),
- St** on analyysipisteiden kokonaislukumäärä (= $N_{at} + N_p + N_r$, missä N_r on analyysipisteiden lukumäärä kiviainespartikkeleissa),
- NT** on laskennassa käytetty rivien lukumäärä,
- Nat** on analyysipisteiden lukumäärä kaikissa analysoiduissa huokosissa (= $N_a + N_{a > 0,8}$, missä $N_a > 0,8$ on analyysipisteiden määrä määritelmän mukaisissa tiivistyshuokosissa - eli huokosissa, joissa lävistyspituus > 0,800 mm),
- Na** on analyysipisteiden lukumäärä määritelmän mukaisissa suojahuokosissa (eli huokosissa, joissa lävistyspituus 0,025 - 0,800 mm),
- Nai** on niiden huokosten lävistysten lukumäärä, joissa lävistyspituus 0,025 - 0,800 mm,
- Np** on analyysipisteiden lukumäärä sementtipastassa (ei sisällä analyysipisteitä huokosissa > 0,025 mm).

9 ANALYSOINTIMENETELMÄ

Ohuthieet analysoidaan käyttäen optista polarisaatiomikroskooppia, automaattista näytteensiirtolaitetta ja tähän kytkettyä pistelaskuria.

Analyysi tehdään soveltaen muunnettua pistelaskentamenetelmää (modified point count method), joka on esitetty standardeissa NT BUILD 381 ja ASTM C457M-16. Tässä menetelmässä rekisteröidään analyysipisteen pysähdyspaikka, joka voi olla kiviaines, sementtipasta tai huokonen sekä analyysiviivan leikkaamien huokosten lukumäärä. Huokokset erotellaan lisäksi analyysissä kahteen kokoluokkaan eli suoja- ja tiivistyshuokosiin. Analyysissä huomioitavien suojuhuokosten tulee olla muodoltaan pyöreitä tai pyöreähköjä. Analyysiviiva voi lävistää yksittäisen suojuhuokosen vain kertaalleen.

Erityishuomioita pistelaskentaan liittyen:

- Sementin seosaineet (lentotuhka, silika ja masuunikuonapartikkelit) lasketaan tässä analyysissä sementtipastaksi.
- Seosaineissa havaittavaa mahdollista huokoisuutta ei lasketa analyysissä betonin huokoisuudeksi.
- Kiviaineksessa olevaa huokoisuutta (esim. kevytsora) ei myöskään lasketa betonin huokoisuudeksi. Kevytsora, tiilimurska ja vastaavat kiviainesta korvaavat materiaalit lasketaan tässä analyysissä kiviainekseksi.
- Betoniin lisättävät kuidut lasketaan analyysissä betonin kiviainekseksi.
- Kierrätysbetonia sisältävissä betonimassoissa analyysipisteiden tulkinta suoritetaan tavalliseen tapaan.
- Pienet ja yksittäiset betoniin kuulumattomat materiaalit voidaan laskennassa ns. "ohittaa", esim. yksittäinen puu- tai muoviroska, surrilangat, jne. Samoin ohuthieen valmistuksessa muodostunut pieni hiontavirhe esim. hiontareikä tai irronnut kiviaineskappale. Mikäli hiontavirheen analyysipiste voidaan reunojen perusteella tunnistaa esim. kiviaineskappaleeksi, se voidaan laskea myös kiviainekseksi. Ohitetuille analyysipisteille muodostetaan vastaavat analyysipisteet alkuperäisten analyysipisteiden ja analyysiviivojen väliin noudattaen samoja parametreja kuin alkuperäisillekin analyysipisteille.

10 LASKELMAT JA ILMOITETTAVAT ANALYYSITULOKSET

Huokosmäärien osalta lasketaan huokosten kokonaismäärä betonissa (Aat, %) ja lisäksi suojahuokosten määrä betonissa (A, %). Ominaispinta-ala (α , mm²/mm³) ja huokosjako (L, mm) lasketaan suojahuokosiin perustuen.

Suojahuokosten määrä lasketaan seuraavasti:

$$A = 100(Na/St) \quad (\%)$$

Suojahuokosten ominaispinta-ala lasketaan seuraavasti:

$$\alpha = (400Nai)/((St - NT)IA) \quad (\text{mm}^2/\text{mm}^3)$$

Sementtipastan määrä lasketaan seuraavasti:

$$P = 100(Np/St) \quad (\%)$$

Suojahuokosten huokosjako lasketaan Powers'in kaavalla eli seuraavasti:

jos $P/A \geq 4,34$ käytetään kaavaa:

$$L = (3/\alpha)(1,4(P/A+1)^{1/3}-1) \quad (\text{mm})$$

ja jos $P/A < 4,34$ käytetään kaavaa:

$$L = P/(A\alpha) \quad (\text{mm})$$

Tiivistyshuokosten ilmamäärä (At) lasketaan seuraavasti:

$$At = 100(Nat - Na)/St \quad (\%)$$

Vastaavasti kokonaisilmamäärä (Aat) lasketaan seuraavasti:

$$Aat = 100Nat/St \quad (\%)$$

11 TULOSTEN ILMOITTAMINEN

Analyyysin tuloksena ilmoitetaan seuraavat arvot:

- betonin suojarahokosten määrä (A), % betonin tilavuudesta - pyöristettynä lähimpään 0,1 %:iin,
- betonin tiivistyshuokosten määrä (At), % betonin tilavuudesta - pyöristettynä lähimpään 0,1 %:iin,
- betonin kokonaisilmamäärä (Aat), % betonin tilavuudesta - pyöristettynä lähimpään 0,1 %:iin,
- suojarahokosten ominaispinta-ala (α), mm^2/mm^3 - pyöristettynä lähimpään $1 \text{ mm}^2/\text{mm}^3$:iin,
- suojarahokosten huokosjako (L), mm - pyöristettynä lähimpään 0,01 mm:iin. Kun huokosjaon arvo on suurempi kuin 0,40 mm, ei tulosta ilmoiteta tarkkana lukuarvona, vaan muodossa $> 0,40 \text{ mm}$.
- Tarpeen vaatiessa voidaan ilmoittaa myös sementtipastan määrä (P), % betonin tilavuudesta - pyöristettynä lähimpään 1 %:iin.
- Jos kahden tai useamman osanäytteen huokosjakotulokset poikkeavat toisistaan 0,10 mm tai enemmän (esim. 0,21 mm ja 0,31 mm) ei tulosta ilmoiteta, vaan otetaan yhteys asiakkaaseen ja sovitaan esim. uudesta huokosjakomäärittämisestä rakenteesta poratuista koekappaleista.

12 TULOKSEN LUOTETTAVUUDESTA JA TARKKUUDESTA

Ohuthieanalyysissä saatavan huokosjaon arvon luotettavuus on itse analyysin osalta suhteessa analysoituun kokonaispinta-alaan ja analyysimäärään, jota kuvaavat analyysipisteiden kokonaismäärä ja analyysiviivan kokonaispituus.

Siihen, miten laajalti analyysitulokset edustaa tutkittavaa rakennetta tai rakennosaa voidaan vaikuttaa näytteenotossa. Kussakin yksittäisessä tapauksessa joudutaan periaatteessa ottamaan kantaa siihen, mitä tulos edustaa. Esimerkiksi koekappaleesta tehty määrittäminen ei voi tarkkaan ottaen edustaa valmista rakennetta, vaan vain vastaavalla betonikoostumuksella valmistettua koekappaleita.

Tämän ohjeen mukaisesti tehtynä silloin, kun analyysin tekee yksi kokenut analyysoija, analyysissä saatavan huokosjaon hajonta on yleensä alle 0,03 mm. Tämä tulos saatiin, kun tutkittiin elementtipedillä valmistettuja elementtejä, joiden pinta-ala oli 4 m², sekä myös tutkittaessa laboratorioissa valmistettuja koekuutiota. Tämä hajonta sisälsi siis myös hajonnan huokostuksen määrässä ja laadussa betonissa elementin alueella. Jos huokostus on määrältään ja laadultaan tasaista, em. huokosjaon hajonta on luokkaa 0,01 mm.

Silloin, kun betonissa on suuria tiivistyshuokosia, ei tässä analyysissä saatavaa betonin kokonaisilmamäärää voida pitää erityisen luotettavana (keskihajonta voi olla luokkaa 2 %). Laskettavien suojahuokosten osalta tulos on kuitenkin niiden kokonaismäärän osalta suhteellisen luotettava (keskihajonta tutkimustulosten mukaan yleensä alle 0,6 %). Luonnollisesti myös silloin, kun betonissa ei ole tiivistyshuokosia, on tulos kokonaisilmamäärän osalta yhtä luotettava kuin suojahuokosten määrän osalta. Kokonaisilmamäärän määrittäminen ei ole tässä menetelmässä oleellinen asia. Menetelmällä tutkitaan suojahuokostuksen laatua, jota kuvaavat tässä menetelmässä huokosten ominaispinta-ala ja huokosjako. Analysoituja ohuthieitä säilytetään 24 kk tulosten ilmoittamisen jälkeen.

13 TESTIRAPORTTI

Testiraportissa ilmoitetaan ainakin seuraavat tiedot:

- a) Koepaikan nimi ja osoite
- b) Raportin päivämäärä ja tunnus
- c) Tilaajan yhteystiedot
- d) Tilaajan ilmoittamat näytteen tunnistustiedot
- e) Näytteen / näytteiden koko ja muut mahdolliset ohuthienäytteen valmistukseen vaikuttavat tekijät
- f) Tiedot näytteenotosta (päivämäärä, näytteenottaja, näytteenottokohdat)
- g) Näytteen saapumispäivämäärä laboratorioon
- h) Koemenetelmä (viittaus tähän menetelmään)
- i) Mahdolliset poikkeamat koemenetelmästä
- j) Tulokset kappaleen 11 mukaisesti
- k) Maininta: ”Menetelmästä johtuen kokonaisilmamäärän arvo on suuntaa antava”

Testiraportissa voidaan ilmoittaa:

- l) Valokuvat ohuthienäytteistä
- m) Näytteiden pastamäärä (P) til-%.
- n) Koekappaleiden tiheys ja käytetty menetelmä, jos on määritetty.

Suomen Betoniyhdistys ry (BY) on riippumaton betonin oikeaa käyttöä edistävä teknistieteellinen asiantuntijayhdistys, jonka jäsenkunta edustaa laajasti betonirakentamisen eri osapuolia. Jäseninä on niin rakennesuunnittelijoita, arkkitehtejä, tutkijoita, urakoitsijoita kuin betonin, betonituotteiden sekä niiden osa-aineiden valmistajia. Yhdistys julkaisee teknisiä ohjeita, järjestää alan koulutusta ja jäsentilaisuuksia, osallistuu betonialan pätevyysjärjestelmän ylläpitoon ja kehittämiseen sekä toimii alan tutkimus- ja kehitystoiminnan tukena.

**Suomen Betoniyhdistys ry
PL 381 (Eteläranta 10)
00131 Helsinki
Puh. 09 12991
www.betoniyhdistys.fi**