

LIITE 4

Näytepiirrokset, betonin karbonatisoitumissyvyys, vetolujuustulokset ja ohuthieanalyysin tulokset

Tekninen vastuhenkilö:



Arto Koskiahde, FM / tj.

Tilaja: Aaro Kohonen Oy Koronakatu 2 02210 ESPOO	Tilaus/ pvm.: Elina Paukku/ - Näytteiden saap.pvm.: 14.05. ja 16.06.2014
Kohde: Kaivoksen koulu	
Tehtävä: Näytepiirroksen laadinta, 29 kpl; laadintapvm. 17.-18.07. ja 04.-05.08.2014 Karbonatisoitumissyvyys liuosmenetelmällä, 36 kpl; testaus 17.07. ja 04.08.2014 Mikrorakennetutkimus ohuthieestä, 15 kpl; testaus 28.-30.07.2014 Vetolujuustestaus, 15 kpl; testaus 07.08.2014	

NÄYTTEET

Tilaaajan toimittamina ja merkitseminä 30 kpl betonisia porauslieriönäytteitä tunnuksin K1 – 29 sekä AKR. Näytelieriöt olivat halkaisijaltaan Ø 45 mm, 59 mm ja 63 mm. Näytteet arviointiin suunniteltuihin testauksiin soveltuviksi.

TUTKIMUKSET

Laboratoriossa kaikista näytelieriöistä (lukuunottamatta näytettä 'AKR') laadittiin ensin näytepiirroksat. Lisäksi porauslieriönäytteiden kyljestä tehtiin karbonatisoitumissyvyyden määritykset liuosmenetelmällä soveltaen standardia SS 13 72 42.

Viidestätoista näytteestä valmistettiin liimausten ja esi-impregnointien jälkeen noin 0,025 mm paksut ohuthienäytteet 75 mm (pituus) x 25 mm (leveys) kokoisille näytelaseille. Ohuthieet tutkittiin polarisaatiomikroskoopilla. Tutkimuksissa noudatettiin standardia ASTM C 856-11 soveltuvin osin.


Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:llä on FINAS-akkreditointi betonin ohuthietutkimuksille (akkreditoitu testauslaboratorio T208, SFS-EN ISO/IEC 17025).

Vetolujuuden määritykset 15 näytteestä tehtiin lieriöiden päiden tasauksen jälkeen muuten standardin SFS 5445 mukaan, mutta ilman tiheysmäärittämiä.

TULOKSET

Tutkimustulokset koskevat tähän toimeksiantoon sisältyneitä porauslieriö-, vetolujuustestaus- ja ohuthienäytteitä. Karbonatisoitumissyvyydet on esitetty taulukossa 1, vetolujuustulokset taulukossa 2 ja mikrorakennetutkimusten tulokset näiden jälkeen. Näytepiirroksat ovat liitteessä 1.

Tekninen vastuhenkilö:


Arto Koskiahde, FM / tj.

TAULUKKO 1. KARBONATISOITUMISSYVYYDET.

Näytteet: poralieriöt, halkaisija 45 mm, 59 mm ja 63 mm


TUNNUS/ RAKENNE	karbonatisoitumissyvyys ulkopinta/alapinta, mm			karbonatisoitumissyvyys, sisäpinta/yläpinta, mm		
	minimi	keskiarvo	maksimi	minimi	keskiarvo	maksimi
K1 ikk.ylit.palkki	34	läpi	läpi		katk.	
K2 sokkeli		105	läpi		katk.	
K3 sokkeli	0	9	13		katk.	
K4 sokkeli	9	16	23		katk.	
K5 sokkeli		*			katk.	
K6 ikk.ylit.palkki	3	10	21		katk.	
K7 ikk.ylit.palkki	8	12	läpi		katk.	
K8 ikk.ylit.palkki	10	17	läpi		katk.	
K9 ikk.ylit.palkki	4	17	25		katk.	
K10 sokkeli		läpi			katk.	
K11 ikk.ylit.palkki	7**	9**	15**		katk.	
K12 ikk.ylit.palkki	21	23	25		katk.	
K13 sokkeli	39	46	66	21	25	30
K14 sokkeli	32	39	48		katk.	
K15 tukimuuri		*			katk.	
K16 tukimuuri	22	27	36	6	11	15
K17 porrasmousu		katk.		1	1	2
K18 porraskaide	7	12	15	2	4	6
K19 porrasmousu		katk.		1	4	7
K20 porrasmousu	20	25	32	0	0	0
K21 porrasmousu		katk.		1	1	2
K22 porraskaide	39	45	51	32	41	55
K23 porraskaide		*			katk.	
K24 porraskaide	4	5	6	2	4	6
K25 sokkeli	9	14	17		katk.	
K26 sokkeli	18	läpi	läpi		katk.	
K27 sokkeli	17	22	23	24	28	35
K28 sokkeli	19	24	32		katk.	
K29 sokkeli	10	25	34		katk.	
AKR porrasmousu	-	-	-	-	-	-

(katk. = näytelieriö katkaistu/katkennut)

* Ei selkeästi määritettävää tulosta liuoksella

** Mitattu pohjabetonin pinnasta.

Tekninen vastuuhenkilö:



Arto Koskiahde, FM / tj.

TAULUKKO 2. VETOLUJUUSKOKEIDEN TULOKSET.

Näytteet: poralieriöt, halkaisija 59 mm ja 63 mm

Menetelmä: SFS 5445 (ilman tiheysmäärittystä)

Vetolaite: F15D EASY M2000

TUNNUS/ RAKENNE	VETO- NÄYT- TEEN PITUUS (mm)	VETO- LUJUUS MN/m ² (=MPa)	MURTKOHTA/ ETÄISYYS RAKENTEEN PINNASTA (mm)	MUR- TO- TAPA
K2 sokkeli	103	1,9	100% betoni, n.70 mm up:sta; kivi # 23 mm	2
K4 sokkeli	76	3,4	100% betoni, n.30 mm up:sta	3
K12 ikk.ylit.palkki	62	2,2	100% betoni, n.15 mm up:sta	4
K13 sokkeli	84	1,4	100% betoni, n.55 mm up:sta	2
K14 sokkeli	86	2,0	100% betoni, n.60 mm up:sta	1
K16 tukimuuri	153	2,5	100% betoni, n.105 mm up:sta	1
K17 porrasmousu	85	1,8	100% betoni, n.100 mm yp:sta	1
K18 porraskaide	143	1,2	100% betoni, n.45 mm p:sta; kivi # 28 mm	2
K19 porrasmousu	52*	1,5	100% betoni, n.120 mm yp:sta	2
K21 porrasmousu	41*	0,2	100% betoni, n.115 mm yp:sta	3
K22 porraskaide	153	0,3	100% betoni, n.25 mm p:sta	3
K24 porraskaide	123	1,6	100% betoni, n.20 mm "PIHAsta"	2
K25 sokkeli	69	4,4	100% betoni, n.75 mm up:sta	1
K27 sokkeli	89	3,1	100% betoni, n.65 mm up:sta	2
K28 sokkeli	88	1,4	100% betoni, n.50 mm up:sta	2

(p=pinta, up=ulkopinta, yp=yläpinta). * Vetotestauslieriön pituus pienempi kuin sen halkaisija.

Murtotapa:

1 = kokonaan tai lähes kokonaan kivirakeita rikkoen

2 = osittain kivirakeita rikkoen

3 = kokonaan tai lähes kokonaan kivirakeiden pintoja pitkin

4 = työsaumaa pitkin.

Tekninen vastuhenkilö:



Arto Koskiahde, FM / tj.

OHUTHIETUTKIMUKSET

Näyte K1, ikkunan ylityspalkki, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 28-40 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi palkin.

- Betoni on karbonatisoitunutta koko ohuthienäytteen kattamalla alueella, eli enimmillään >40 mm:n syvyyteen.
- Betonissa esiintyy hyvin harvaksen pyöreän muotoisia ilmahuokosia (\varnothing 0,1-3,0 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostilat ovat täytteettömiä.
- Vesi-sementtisuhde on rakenteen huomioon ottaen tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on korkea. Seosaineena on vähän masuunikuonaa.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi ja graniitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat ehjiä.
- Näytteessä ei esiinny halkeilua.

Näyte K3, sokkeli, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 53-56 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi sokkelin.

- Betoni on karbonatisoitunut ulkopinnasta 6-11 mm:n syvyyteen.
- Betonissa esiintyy harvaksen pyöreän muotoisia ilmahuokosia (\varnothing 0,1-2,5 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostilat ovat täytteettömiä.
- Vesi-sementtisuhde on keskimääräistä alhaisempi. Sementin hydrataatioaste on korkea.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi ja graniitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat ehjiä.
- Näytteessä on kaikkiaan 5 kpl vaihtelevan suuntaisia, erittäin kapeita (<0,01 mm) ja lyhyitä (1-3 mm) kuivumiskutistumamikrohalkeamia.

Näyte K5, sokkeli, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 74-75 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi sokkelin.

- Näytteen pinnassa on paikoin noin 1 mm:n paksuinen vyöhyke, joka näyttää ohuelta slammaukselta. Lisäksi pinnan tuntumassa on useita puunsälöjä jäänteinä muottilaudoituksesta.
- Betonin pinnassa on karbonatisoitumista 1-10 mm.
- Betonissa esiintyy vain muutamia pieniä ilmahuokosia (\varnothing 0,1-0,3 mm). Ei esiinny lisä-

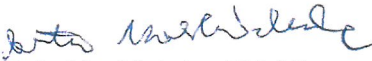
Tämän tutkimusselostuksen osittainen kopiointi on kielletty ilman Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n kirjallista lupaa.

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy
Nuijatie 25 B
01650 Vantaa

puh. (09) 290 50070, gsm 050-530 2923
fax (09) 290 50071
arto.koskiahde@ohuthiekeskus.com
www.ohuthiekeskus.com

Y-tunnus 1713909-2
Kotipaikka Helsinki
ALV rek.

Tekninen vastuhenkilö:



Arto Koskiahde, FM / tj.

huokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.

- Huokostilat ovat täytteettömiä.
- Vesi-sementtisuhde on keskimääräistä alhaisempi. Sementin hydrataatioaste on korkea.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi ja graniitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat ehjiä.
- Näytteessä on yksi ulkopinnan tuntumasta lähtevä, pintaa vastaan kohtisuora, hyvin kapea (0,01 mm) ja lyhyt (5 mm) kuivumiskutistumamikrohalkeama.

Näyte K6, ikkunan ylityspalkki, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 25-37 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi palkin.

- Betoni on karbonisoitunut erittäin epätasaisesti 2-32 mm:n syvyyteen.
- Betonissa esiintyy vain muutamia pieniä ilmahuokosia (\varnothing 0,1-0,9 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostilat ovat täytteettömiä.
- Vesi-sementtisuhde on rakenteen huomioon ottaen tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on keskimääräistä alhaisempi. Seosaineena on masuunikuonaa.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi ja graniitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat pääosin ehjiä.
- Näytteessä on yksi ulkopinnasta lähtevä, pintaa vastaan kohtisuora, kapea (0,01-0,02 mm), 28 mm pitkä mikrohalkeama. Tämä kulkee katkonaisesti ja paikoin runkoainerakeita rikkoen, mikä viittaa sen kuormitusperäiseen tai lähistöllä mahdollisesti esiintyvistä teräskorroosiosta johtuvaan syntytapaan.

Näyte K7, ikkunan ylityspalkki, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 22-29 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi palkin.

- Betoni on karbonisoitunut ulkopinnasta epätasaisesti 8-21 mm:n syvyyteen.
- Betonissa esiintyy vain muutamia ilmahuokosia (\varnothing 0,1-2,0 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostilat ovat täytteettömiä.
- Vesi-sementtisuhde on tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on myös tavanomainen. Seosaineena on masuunikuonaa.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi ja graniitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat ehjiä.
- Näytteessä ei esiinny pakkasrapautumiseen eikä muihinkaan vaurioitumismekanismiin viittaavaa halkeilua.

Tämän tutkimusselostuksen osittainen kopiointi on kielletty ilman Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n kirjallista lupaa.

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy
Nuijatie 25 B
01650 Vantaa

puh. (09) 290 50070, gsm 050-530 2923
fax (09) 290 50071
arto.koskiahde@ohuthiekeskus.com
www.ohuthiekeskus.com

Y-tunnus 1713909-2
Kotipaikka Helsinki
ALV rek.

Tekninen vastuhenkilö:



Arto Koskiahde, FM / tj.

Näyte K8, ikkunan ylityspalkki, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 44-48 mm (= ulottuvuus syvyysuunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi palkin.

- Betoni on karbonisoitunut ulkopinnasta 13-18 mm:n syvyyteen.
- Betonissa esiintyy vain 4 kpl pieniä ilmahuokosia (\varnothing 0,2-0,4 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostilat ovat täytteettömiä.
- Vesi-sementtisuhde on tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on myös tavanomainen. Seosaineena on masuunikuonaa.
- Runkoaine on särmiltään pyöristyneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi, graniitti ja amfiboliitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat ehjiä.
- Ulkopinnan tuntumassa on yksi pintaa vastaan kohtisuoran suuntainen, erittäin kapea ($<0,01$ mm) ja lyhyt (3 mm) kuivumiskutistumamikrohalkeama.

Näyte K9, ikkunan ylityspalkki, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 50-54 mm (= ulottuvuus syvyysuunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi palkin.

- Betoni on karbonisoitunut ulkopinnasta 7-21 mm:n syvyyteen.
- Betonissa esiintyy harvaksen pienehköjä ilmahuokosia (\varnothing 0,1-1,5 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostilat ovat täytteettömiä.
- Vesi-sementtisuhde on tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on myös tavanomainen. Seosaineena on hieman masuunikuonaa.
- Runkoaine on särmiltään pyöristyneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi, graniitti ja amfiboliitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat ehjiä.
- Näytteessä ei esiinny halkeilua.

Näyte K10, sokkeli, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 45-53 mm (= ulottuvuus syvyysuunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi sokkelin.

- Näytteen pinnassa on huokoinen, 0,1-0,9 mm paksu laastimainen kerros, joka puuttuu parilta noin yhden millimetrin pituiselta osuudelta. Sideaineena on sementti ja graniittisen runkoaineen suurin raekoko on # 0,5 mm.
- Betoni on karbonisoitunut läpi ohuthienäytteen eli >53 mm:n syvyyteen.
- Betonissa esiintyy vain kymmenkunta pienehköä ilmahuokosta (\varnothing 0,1-1,5 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostiloissa on enimmillään 0,15 mm paksuja ettringiitin kaltaisia täytteitä, jotka indikoivat

Tämän tutkimusselostuksen osittainen kopiointi on kielletty ilman Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n kirjallista lupaa.

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy
Nuijatie 25 B
01650 Vantaa

puh. (09) 290 50070, gsm 050-530 2923
fax (09) 290 50071
arto.koskiahde@ohuthiekeskus.com
www.ohuthiekeskus.com

Y-tunnus 1713909-2
Kotipaikka Helsinki
ALV rek.

Tekninen vastuhenkilö:



Arto Koskiahde, FM / tj.

vat kosteuden kulkeutumista betonissa.

- Vesi-sementtisuhde on tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on korkea.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi, graniitti ja amfiboliitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat halkeilun vuoksi paljolti avoimia.
- Betoni on kauttaaltaan pitkälle edenneen pakkasrapautumahalkeilun rikkomaa. Vaihtelevan suuntaisia, useimmiten sideaineen ja runkoainerakeiden välisiin kontakteihin sijoittuneita, 0,1-1,1 mm leveitä, monin paikoin >25 mm pitkiä pakkashalkeamia esiintyy ohuthienäytteen alueella runsaat 40 kpl.

Näyte K11, ikkunan ylityspalkki, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 68-69 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthieessä on 15-16 mm paksu oikaisuvalu pinnassa ja loput koostuu pohjabetonista. Ohuthienäyte ei ulotu läpi palkin.

Oikaisuvalu:

- Massa on karbonatisoitunut ulkopinnasta 4-8 mm:n syvyyteen.
- Betonissa on suhteellisen yleisesti pieniä pyöreitä ilmahuokosia (\varnothing 0,05-0,80 mm), jotka muistuttavat pakkasenkestävyyden suhteen puutteellista lisähuokostusta. Lisäksi esiintyy harvaksen hieman kookkaampia tiivistyshuokosia (\varnothing 1-2 mm).
- Huokostilat ovat enimmäkseen täytteettömiä.
- Vesi-sementtisuhde on tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on jäänyt alhaiseksi.
- Runkoaine on särmikkäistä ja särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat graniitti ja gneissi. Massa on laastimaista, sillä suurin raekoko ohuthienäytteessä on vain # 1,5 mm. Sideaine-runkoainekontaktit ovat ehjiä.
- Kerroksessa ei esiinny halkeilua.
- Pohjakontaktissa esiintyy useita kontaktin suuntaisia, pitkänomaisia, 0,1-1,0 mm leveitä, 1-5 mm pitkiä ilmataskuja.

Pohjabetoni:

- Betoni on karbonatisoitunut ulkopinnastaan 9-13 mm:n verran.
- Betonissa esiintyy harvaksen tiivistyshuokosia (\varnothing 0,1-2,5 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostiloissa on yleisesti kehämäisiä, 0,02-0,05 mm paksuja ettringiittitäytteitä, jotka indikoivat kosteuden kulkeutumista betonissa.
- Vesi-sementtisuhde on tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on myös tavanomainen. Seosaineena on vähän masuunikuonaa.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi, graniitti ja amfiboliitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat ehjiä.
- Betonissa ei esiinny halkeilua.

Tämän tutkimusselostuksen osittainen kopiointi on kielletty ilman Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n kirjallista lupaa.

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy
Nuijatie 25 B
01650 Vantaapuh. (09) 290 50070, gsm 050-530 2923
fax (09) 290 50071
arto.koskiahde@ohuthiekeskus.com
www.ohuthiekeskus.comY-tunnus 1713909-2
Kotipaikka Helsinki
ALV rek.

Tekninen vastuhenkilö:



Arto Koskiahde, FM / tj.

Näyte K15, tukimuuri, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 72-73 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi rakenteen.

- Betoni on karbonatisoitunut ulkopinnasta 14-19 mm:n syvyyteen.
- Betonissa esiintyy harvaksen pyöreän muotoisia ilmahuokosia (\varnothing 0,1-5,0 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostilojen seinämissä on paikoittain 0,01-0,05 mm paksuja ettringiittitäyteitä, jotka indikoivat kosteuden kulkeutumista betonissa.
- Vesi-sementtisuhteessa esiintyy pienipiirteistä vaihtelua ja monin paikoin suhde on keskimääräistä korkeampi. Sementin hydrataatioaste on tavanomaista tasoa.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi ja graniitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat ehjiä.
- Näytteessä ei esiinny halkeilua.

Näyte K20, porrasmousu, yläpinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 73 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthieessä on keskimäärin 45 mm paksu pintavalulaatta ja loput koostuu pohjabetonista. Ohuthienäyte ei ulotu läpi rakenteen.

Pintavalu:

- Betoni on karbonatisoitunut ulkopinnasta vain 0-0,5 mm. Yhden mikrohalkeaman seinämissä on kapeita karbonatisoitumisvyöhykkeitä enimmillään 8 mm:n syvyyteen saakka.
- Betonissa on epätasaisesti jakaantuneena epämääräisen muotoisia huokostiloja (\varnothing 0,05-1,5 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa. Lisäksi monin paikoin esiintyy pitkänomaisia, 0,05-0,10 mm leveitä, 0,5-1,0 mm pitkiä huokostiloja, jotka ovat seurausta vedenerotumisesta tuoreessa betonissa.
- Huokostilojen seinämissä on apikoin yksittäisiä täytekiteytymiä.
- Vesi-sementtisuhte on tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on alhainen.
- Runkoaine on särmikkäistä ja särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat graniitti ja gneissi. Massa on laastimaista, sillä suurin raekoko ohuthienäytteessä on # 2,2 mm. Sideaine-runkoainekontakteissa on paikoin avoimuutta em. vedenerottumiseen liittyen.
- Pintavalussa on yksi yläpinnasta lähtevä, pintaa vastaan kohtisuora, hyvin kapea (0,01-0,02 mm) ja lyhyt (6 mm) kuivumiskutistumamikrohalkeama.
- Kontakti pohjabetonin kanssa on säilynyt ehjänä.

Pohjabetoni:

- Betoni on karbonatisoitunut ulkopinnastaan 9-13 mm:n verran.
- Betonissa esiintyy suhteellisen yleisesti epämääräisen muotoisia tiivistyshuokosia (\varnothing 0,05-

Tämän tutkimusselostuksen osittainen kopiointi on kielletty ilman Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n kirjallista lupaa.

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy
Nuijatie 25 B
01650 Vantaapuh. (09) 290 50070, gsm 050-530 2923
fax (09) 290 50071
arto.koskiahde@ohuthiekeskus.com
www.ohuthiekeskus.comY-tunnus 1713909-2
Kotipaikka Helsinki
ALV rek.

Tekninen vastuhenkilö:



Arto Koskiahde, FM / tj.

6,0 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.

- Huokostilojen täytteisyys on runsasta, sillä ettringiitti- ja portlandiittitäytteet ovat enimmäkseen 0,25 mm paksuja. Täytteet indikoivat runsaan kosteuden kulkeutumista betonissa.
- Vesi-sementtisuhde on tavanomaista tasoa. Sementin hydrataatioaste on myös tavanomainen. Seosaineena on vähän masuunikuonaa.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi, graniitti ja amfiboliitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat enimmäkseen ehjiä.
- Ohuthieessä olevassa kerroksessa on kaikkiaan 4 kpl pinnan tason suuntaisia, erittäin kapeita (<0,01 mm), 2-8 mm pitkiä mikrohalkeamia, jotka ovat todennäköisimmin (alkavasta) pakkasrapautumisesta johtuvia.

Näyte K23, porraskaide, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 34-40 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi kaiteen.

- Betoni on karbonisoitunut ulkopinnasta 9-17 mm:n syvyyteen.
- Betonissa esiintyy hyvin harvaksen pyöreän muotoisia ilmahuokosia (\varnothing 0,1-1,0 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa.
- Huokostilojen seinämissä on satunnaisesti yksittäisiä tätekiteytymiä.
- Vesi-sementtisuhde ja sementin hydrataatioaste ovat tavanomaista tasoa.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi ja graniitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat pääosin ehjiä.
- Näytteessä esiintyy yksi pinnan tasoa vastaan kohtisuora, erittäin kapea (<0,01 mm) ja lyhyt (5 mm) kuivumiskutistumamikrohalkeama.

Näyte K26, sokkeli, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 27-35 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi sokkelin.

- Betoni on karbonisoitunut ulkopinnasta 25-27 mm:n syvyyteen.
- Betonissa on hyvin harvaksen tiivistyshuokosia (\varnothing 0,1-2,8 mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi märissä olosuhteissa. Lisäksi paikoin runkoainerakeiden reunamilla esiintyy pitkänomaisia, 0,05-0,25 mm leveitä, 0,5-2,5 mm pitkiä huokostiloja, jotka ovat seurausta vedenerottumisesta tuoreessa betonissa.
- Huokostilat ovat täytteettömiä.
- Vesi-sementtisuhde ja sementin hydrataatioaste ovat tavanomaista tasoa.
- Runkoaine on särmiltään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi ja graniitti. Sideaine-runkoainekontaktit on paikoin avoimuutta em. vedenerottumiseen liittyen.
- Näytteessä esiintyy 2 kpl ulkopinnasta lähteviä, pintaa vastaan kohtisuoria, erittäin kapeita

Tämän tutkimusselostuksen osittainen kopiointi on kielletty ilman Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n kirjallista lupaa.

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy
Nuijatie 25 B
01650 Vantaa

puh. (09) 290 50070, gsm 050-530 2923
fax (09) 290 50071
arto.koskiahde@ohuthiekeskus.com
www.ohuthiekeskus.com

Y-tunnus 1713909-2
Kotipaikka Helsinki
ALV rek.

Tekninen vastuuhenkilö:



Arto Koskiahde, FM / tj.

(<0,01 mm) ja lyhyitä (2-4 mm) kuivumiskutistumamikrohalkeamia. Hieman syvemmällä on toiset 2 kpl samanlaisia kutistumamikrohalkeamia.

Näyte K29, sokkeli, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 56-59 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi sokkelin.

- Betoni on karbonisoitunut ulkopinnasta 21-33 mm:n syvyyteen.
- Betonissa on hyvin harvaksen pieniä tiivistyshuokosia ($\varnothing < 1$ mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi määrittämissä olosuhteissa.
- Huokostilojen seinämissä on paikoin ohuita yksittäisiä täyte kiteytymiä.
- Vesi-sementtisuhde ja sementin hydrataatioaste ovat tavanomaista tasoa.
- Runkoaine on särmittään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi ja graniitti. Sideaine-runkoainekontaktit enimmäkseen ehjiä.
- Näytteessä esiintyy yksi ulkopinnasta lähtevä, pintaa vastaan kohtisuora, erittäin kapea (<0,01 mm) ja lyhyt (4 mm) kuivumiskutistumamikrohalkeama. Syvemmällä on 2 kpl pääpiirteissään pinnan tasoa vastaan kohtisuoran suuntaisia, 0,01-0,05 mm leveitä, 32 mm ja 21 mm pitkiä mikrohalkeamia. Nämä molemmat kulkevat paikoin runkoainerakeita rikkoen, mikä viittaa mikrohalkeamien kuormitusperäiseen tai lähistöllä mahdollisesti esiintyvistä teräskorroosiosta johtuvaan syntytapaan.

Näyte AKR, porrassous, ulkopinta

Näytteen pituus ohuthieessä on 69-74 mm (= ulottuvuus syvyys suunnassa). Ohuthienäyte ei ulotu läpi rakenteen.

- Betonin pinnassa on karbonisoitumista 4-6 mm.
- Betonissa esiintyy harvaksen epämääräisen muotoisia tiivistyshuokosia ($\varnothing 0,1-4,5$ mm). Ei esiinny lisähuokostusta, eikä betonia voida nykyvaatimusten mukaisesti luokitella pakkasenkestäväksi määrittämissä olosuhteissa.
- Huokostiloissa on enimmillään jopa 0,25 mm paksuja ettringiitin kaltaisia täytteitä, jotka indikoivat runsaan kosteuden kulkeutumista betonissa.
- Vesi-sementtisuhde ja sementin hydrataatioaste ovat tavanomaista tasoa.
- Runkoaine on särmittään pyörityneistä rakeista koostuvaa luonnonsoraa/-hiekkaa, jossa pääkivilajeina ovat gneissi, graniitti ja amfiboliitti. Sideaine-runkoainekontaktit ovat halkeilun vuoksi paljolti avoimia.
- Betoni on pitkälle edenneen pakkasrapautumahalkeilun rikkomaa. Vaihtelevan suuntaisia, useimmiten sideaineen ja runkoainerakeiden välisiin kontakteihin sijoittuneita, paikoin täyteisiä, 0,05-0,60 mm leveitä, paikoin >25 mm pitkiä pakkashalkeamia esiintyy ohuthienäytteen alueella noin 30 kpl. Viitteitä sementin ja kiviaineksen välisistä alkalireaktioista ei havaittu.