

Tekninen vastuhenkilö, testaus, raportointi:

Petri Niemelä, tj.

Tilaaaja: Sanna Ihatsu CasaCo Studio Oy Otalammentie 116 03300 Otalampi	Tilaus/ pvm.: Sanna Ihatsu / 18.10.2024 Näytteiden saap. pvm.: 18.10.2024
Kohde: Kajaanin linna	
Tehtävä: Mikrorakennetutkimus ohuthieestä, 4 kpl; testaus 8. ja 26.11.2024 Mikroskooppivalokuva, 2 kpl; 26.11.2024	

NÄYTTEET

Tilaaajan toimittamina ja merkitseminä 4 kpl irrotettuja laastin kappaleita. Näytteet oli varustettu tunnuksilla KAJ 1...KAJ 4. Näytteiden koko oli vaihteleva. Näytteet arvioitiin suunniteltuun testaukseen soveltuviksi.

TUTKIMUKSET

Näytekappaleista valmistettiin Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n Sotkamon laboratoriossa esi-impregnoitien jälkeen noin 0,025 mm paksut ohuthienäytteet 55 mm x 35 mm (näytteet KAJ 1 ja KAJ 2) ja 75 mm x 25 mm (näytteet KAJ 3 ja KAJ 4) kokoisille näytela-seille. Ohuthieet tutkittiin Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:n Tampereen toimipisteessä polarisaatiomikroskoopilla. Tutkimuksissa noudatettiin standardia ASTM C856/C856M-20 soveltuvien osien. Tutkimuksissa ei suoritettu standardissa esitettyä visuaalista tarkastelua ja stereomikroskooppitarkastelua.

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy:llä on FINAS-akkreditointipalvelun myöntämä akkreditointi betonin ohuthietutkimuksille, tiheysmäärittämiselle ja suola-pakkaskokeena tehtävälle laattakokeelle (akkreditoitu testauslaboratorio T208, SFS-EN ISO/IEC 17025).

TULOKSET

Tutkimustulokset koskevat tähän toimeksiantoon sisältyneitä ohuthienäytteitä.

OHUTHIETUTKIMUKSET

Näyte KAJ 1, holvin päältä, muurin sisältä

Näytteen koko ohuthieessä on 48 mm * 19 mm. Hienäyte koostuu laastista. Näytteen pintoja ei ole tunnistettavissa.

Laasti:

- Näyte koostuu pääosin yhdestä osakerroksesta. Paikoitellen on havaittavissa hyvin epä-määräisiä osakerrosten saumoilta vaikuttavia rajapintoja.
- Näyte on karbonatisoitunut kauttaaltaan.
- Sideaineena on kalkkia. Sekoittumattomia kalkkipaakkuja on runsaasti (suurimman pituus 5 mm). Lisäksi havaitaan muutama masuunikuonapartikkeli. Sideaineen määrä suhteessa

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

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy
Kainuuntie 27 as. 5
88600 Sotkamo

puh. 0400 011182
petri.niemela@ohuthiekeskus.com
www.ohuthiekeskus.com

Y-tunnus 1713909-2
Kotipaikka Helsinki
ALV rek.

Tekninen vastuuhenkilö, testaus, raportointi:

Petri Niemelä, tj.

runkoaineen määrään on monin paikoin tavanomaista suurempi.

- Laastin huokosrakenteessa esiintyy vaihtelua. Tiivisrakenteisimmilla osilla silmämääräisesti arvioituna ilmahuokosten kokonaismäärä on luokkaa 5-10 % ja harvarakenteisimmilla osilla luokkaa 15 %. Pakkaskestävyyssomaisuudet ovat todennäköisesti puutteellisia tiivisrakenteisimmilla osilla.
- Huokostiloissa ei ole tätekiteytymiä.
- Kiviaineksena on särmikkäistä ja särmiltään pyöristyneistä rakeista koostuvaa graniittipitoista luonnon hiekkaa (suurin raekoko # 1,7 mm). Sideaine-runkoaine kontaktit ovat pääosin kunnossa ja osittain halkeamien rikkomat.
- Näytteen harvarakenteisilla alueilla esiintyy yleisesti halkeilua, joka on todennäköisesti alun perin kutistumisen aiheuttamaa. Pisimpien ja saman suuntaisesti kulkevien halkeamien osalta halkeilua on todennäköisesti lisännyt pakkasrasitus.

Näyte KAJ 2, ampuma-aukon holvin päältä, muurin sisältä

Näytteen koko ohuthieessä on 41 mm * 31 mm. Hienäyte koostuu laastista. Näytteen pintoja ei ole tunnistettavissa.

Laasti:

- Selkeitä osakerrosten rajapintoja ei ole havaittavissa, mutta sideaineen seossuhteiden vaihtelun perusteella osakerroksia voi olla 2 kpl.
- Näyte on karbonatisoitunut epämääräisesti. Näytteen keskiosalla on karbonatisoitumattomia saarekkeita.
- Sideaineena on suurimmaksi osaksi sementtirikas kalkin ja sementin seos. Paikoitellen sideaineena on pelkkää sementtiä. Lisäksi on muutamia epämääräisiä saarekkeita, joissa sideaineena on kalkkia (kuva 1). Sementtirikkailla osilla sementin hydrataatioaste on paikoitellen tavanomaista alhaisempi ja vesi-sideainesuhteessa esiintyy runsasta vaihtelua.
- Laastin huokosrakenteessa esiintyy vaihtelua. Pääosin silmämääräisesti arvioituna ilmahuokosten kokonaismäärä on luokkaa 5–10 %. Pakkaskestävyyssomaisuudet ovat todennäköisesti puutteellisia.
- Huokostiloissa on melko yleisesti jatkuvia kehämäisiä, ettringiittiä muistuttavia tätekiteytymiä merkinä kosteuden kulkeutumisesta rakenteessa. Yksittäisiä huokosia on täyttynyt kokonaan kiteytymistä.
- Kiviaineksena on särmikkäistä ja särmiltään pyöristyneistä rakeista koostuvaa graniittipitoista luonnon hiekkaa (suurin raekoko # 5,0 mm). Sideaine-runkoaine kontaktit ovat pääosin kunnossa ja osittain halkeamien rikkomat.
- Näytteen yhdellä reunalla on < 2 mm:n etäisyydellä pinnasta on pinnan suuntaisia halkeamia, jotka ovat todennäköisesti pakkasrasituksen aiheuttamia. Halkeamissa on kalkkikiteytymiä. Näytteen keskiosissa on muutamia vaihtelevissa suunnissa kulkevia mikrohalkeamia, jotka ovat todennäköisesti kutistuman aiheuttamia.

Näyte KAJ 3, oviaukon holvin päältä, muurin sisältä

Näytteen koko ohuthieessä on 74 mm * 24 mm. Hienäyte koostuu laastista. Näytteen pintoja ei ole tunnistettavissa.

Laasti:

- Näyte koostuu yhdestä osakerroksesta.

Tekninen vastuuhenkilö, testaus, raportointi:

Petri Niemelä, tj.

- Näyte on karbonatisoitunut kauttaaltaan.
- Sideaineena on kalkkia. Sekoittumattomia kalkkipaakkuja on jonkin verran (suurimman pituus 2 mm). Lisäksi on yksittäinen masuunikuonapartikkeli. Sideaineksen määrä suhteessa runkoainekseen on huomattavasta tavanomaista vähäisempi (*kuva 2*).
- Sideaineksen vähäisen määrän seurauksena laasti on hyvin harvarakenteista. Silmäämääräisesti arvioituna ilmahuokosten kokonaismäärä on luokkaa 40 %. Harvarakenteisuuden vuoksi pakkasenkestävyysominaisuuksia ei voida arvioida.
- Huokostiloissa ei ole täyttekiteytymiä.
- Kiviaineksena on särmikkäistä ja särmiltään pyöristyneistä rakeista koostuvaa graniittipitoista luonnon hiekkaa (suurin raekoko # 3,0 mm). Sideaine-runkoaine kontaktit ovat suurelta osin puutteellisia.
- Näytteen mahdollista halkeilua ei voida havainnoida harvarakenteisuuden vuoksi.

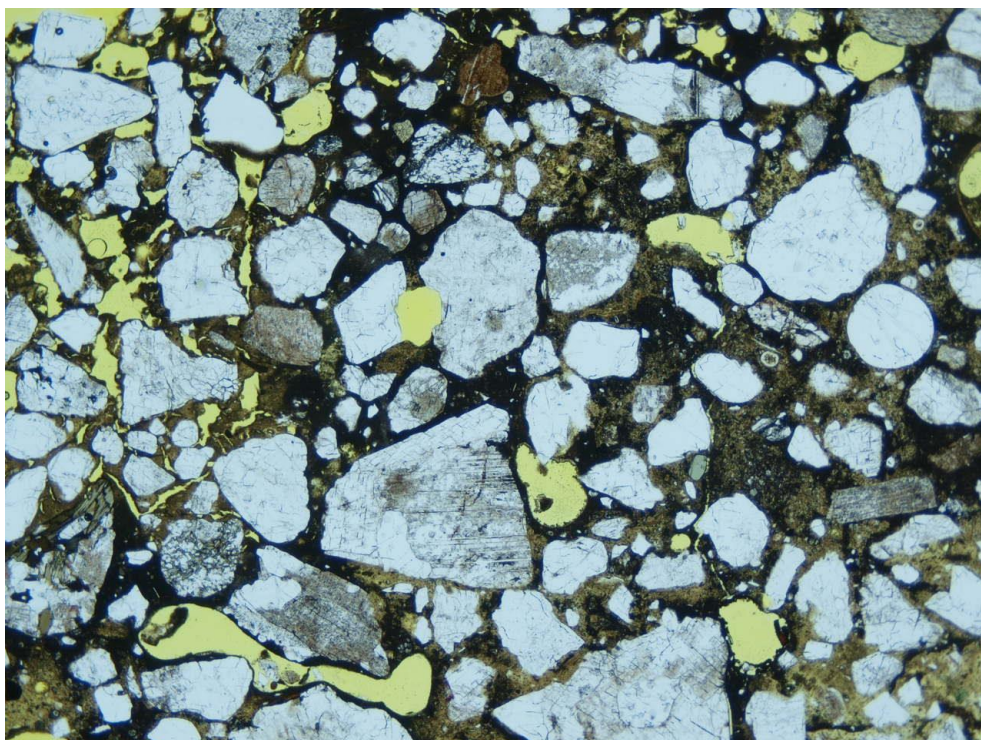
Näyte KAJ 4, ampuma-aukon 1600-slammauksen irronneita palasia, slammauksessa punainen ulkopinta

Outhienäyte koostuu kahdesta 16 mm ja 24 mm pitkstä ja < 2,0 mm paksusta kappaleesta.

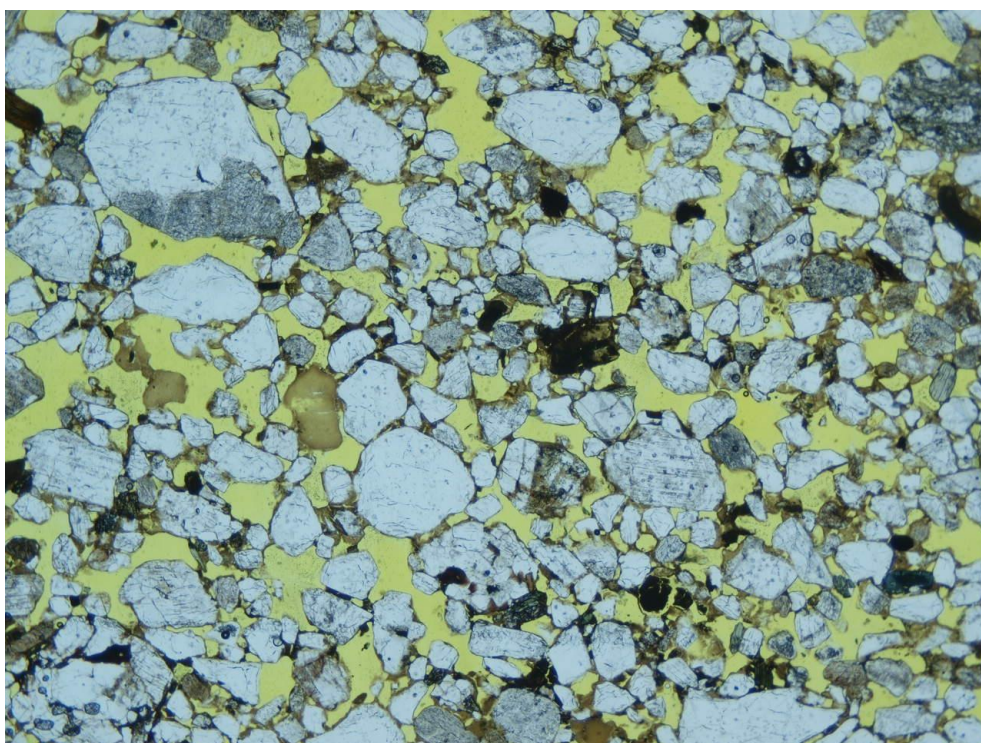
- Ulkopinnassa on 0,25–1,2 mm paksu kerros kalkkasideaineista ainesta, josta käytetään tässä raportista nimitystä kalkkimaali. Kalkkimaalin alla on < 1,0 mm paksu kerros suurikokoisen gneissirakeen pintaa. Maalin kontakti kivirakeen pintaan on kunnossa.
- Kalkkimaalikerroksen ulkopinnassa on paikoitellen hyvin ohut kerros kalkkikiteytymiä.
- Kalkkimaalissa on sekoittumattomia pienikokoisia kalkkipaakkuja jonkin verran (suurimman pituus 1,2 mm).
- Maalikerroksessa on muutama kiviainerae (#0,8 mm). Ilmahuukosia ei ole.
- Maalikerroksessa on muutamia pintaa vastaan kohtisuoria mikrohalkeamia sekä vaihtelevissa suunnissa kulkevia säröjä / umpeen kuroutuneita mikrohalkeamia.

Tekninen vastuhenkilö, testaus, raportointi:

Petri Niemelä, tj.



Kuva 1. Näyte KAJ 2. Kalkkisieaineinen saareke kuvan vasemmassa reunassa. Kuva-ala 7,5 mm * 5,5 mm.



Kuva 2. Näyte KAJ 3. Ilmahuokokset näkyvät kuvassa keltaisena ja runkoaines vaaleana. Si-
deainesta on hyvin vähän Kuva-ala 7,5 mm * 5,5 mm.

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

Betonialan Ohuthiekeskus FCM Oy
Kainuuntie 27 as. 5
88600 Sotkamo

puh. 0400 011182
petri.niemela@ohuthiekeskus.com
www.ohuthiekeskus.com

Y-tunnus 1713909-2
Kotipaikka Helsinki
ALV rek.