



# Tutkimusraportti

Rakennetekninen kuntotutkimus

## Pukkilan Vanha Massalaitos

Pitkämäenkatu 9

20250 Turku



27.5.2022

Päivitetty:

Projektinnumero: 7291

### Sirate Group Oy

www.sirategroup.fi  
etunimi.sukunimi@sirategroup.fi  
Y-tunnus 2496984-4

### Tampere

Tampereentie 495  
33880 Lempäälä  
Puh. 046 851 4392

### Turku

Kutterintie 5  
20900 Turku  
Puh. 046 850 5088

### Kuopio

Viestikatu 3  
70600 Kuopio  
Puh. 040 089 7727

### Jyväskylä

Alasinkatu 1 - 3  
40321 Jyväskylä  
Puh. 040 089 7757

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä .....	3
1 Lähtötiedot .....	5
1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite.....	5
1.2 Perustiedot .....	6
1.3 Tutkimuskohteessa aiemmin tehdyt selvitykset .....	6
1.4 Käytössä olleet asiakirjatiedot.....	6
2 Tutkimusmenetelmät .....	7
2.1.1 Kenttätutkimukset.....	7
2.1.2 Laboratoriotutkimukset.....	7
3 Rakennetekniset tutkimukset.....	8
3.1 Rakenteet .....	8
3.2 Rakenteista tehdyt havainnot .....	8
3.3 Ohuthieanalyysit.....	10
3.4 Veto- ja puristuskokeet .....	11
3.5 Betoniraudoitteen korroosioriskin arviointi.....	12
3.6 Kloridianalyysit .....	12
3.7 Öljyhiilivetyanalyysit.....	13
3.8 Palonkesto .....	14
4 Johtopäätökset .....	15
Allekirjoitus.....	16
Liitteet .....	16

## Tiivistelmä

Tutkimuskohteena oli vuonna 1913 valmistunut Turun kaakelitehtaan massalaitosrakennus, jolla on suojelumerkinnän: sr-1: suojeltava rakennus. Rakennus on kalliolle perustettu betonipilari/-palkkirunkoinen tuotantorakennus, jossa välipohjat ja ulkoseinät ovat paikallavalettua betonia. Rakennuksessa on neljä maanpäällistä kerrosta sekä ullakko. Rakennus on ollut kylmillään ja tyhjillään vuodesta 2015 asti. Toimeksiantona oli laatia ulkopuolinen asiantuntijaselvitys, joka on puolueeton arvio rakennuksen betoniosien kunnosta, käytettävyydestä ja ominaisuuksista.

Kenttätutkimusten yhteydessä rakenteita tarkasteltiin silmämääräisesti. Lisäksi betonirakenteita vasaroiitiin mahdollisen rapautuman ja heikkolaatuisen betonin kartoittamiseksi. Tarkastelujen yhteydessä rakenteista otettiin valokuvia ja mittoja sekä porattiin timanttiporalla 17 koelieriötä laboratoriotutkimuksia varten.

Rakennuksen tulevaa käyttötarkoitusta / korjauksen kannattavuutta pohdittaessa merkittävimmät asiat ovat ulkoseinien ontelotiloihin jätetyt muottilaudat, jotka aiheuttavat sisäilmahaittariskin. Lisäksi rakennuksen tiheä pilarijako sekä massiiviset palkkirakenteet rajoittavat tilan käyttömahdollisuuksia.

Rakennuksen kantavat rakenteet ovat teräksellä/raudalla vahvistettua betonia. Betonin ominaisuuksia ja mikrorakennetta tutkittiin puristus-, veto- ja ohuthienäytein. Lisäksi betonista määritettiin karbonatisoitumissyvyys ja kloridipitoisuus. Rakennuksesta otettujen koekappaleiden puristuslujuustulokset ovat aikakautensa betonille hyviä, eivätkä vetotuloksetkaan viittaa betonin rapautumiseen. Betonin mikrorakennetutkimuksissa todettiin, että betonit ovat laadultaan tyydyttäviä ja kunnoltaan tyydyttäviä / hyviä. Betoni on koostumukseltaan ja mikrorakenteeltaan käyttökelpoista.

Verrattaessa karbonatisoitumissyvyyttä raudoituksen sijaintiin todettiin, että betonirakenteiden terästys/raudoitus on jo huomattavalta osalta betonin karbonatisoituneella osalla, joten siihen kohdistuu merkittävä korroosioriski ja osittain terästys on jo alkanut ruostumaan. Käytännössä riski konkretisoituu betonijulkisivuun, jonka verhoaminen lämmöneristävällä ja kosteudelta suojaavalla rakenneosalla onkin välttämätöntä. Rakenteisiin ei kohdistu kloridin aiheuttamaa korroosioriskiä.

Rakennuksen säilyttämistä tukee se, että kantavat betonirakenteet ovat koostumukseltaan ja mikrorakenteeltaan käyttökelpoisia. Rakennus vaatisi kuitenkin erittäin laajan peruskorjauksen. Tulevaa käyttötarkoitusta pohdittaessa merkittävimmät rajoittavat tekijät ovat ulkoseinärakenteessa olevat muottilaudat ja kantavan rungon heikko muunneltavuus ja sen rajoittamat tilaratkaisut. Jatkuvaan säännölliseen oleskelukäyttöön rakennusta ei voida suositella, koska rakennuksen terveellisiä ja turvallisia sisäilmaolosuhteita ei voida varmuudella taata. Rakennuksen voidaan katsoa soveltuvaksi käyttötarkoitukseen, jossa tiloissa oleskelu on epäsäännöllistä tai jaksottaista. Käyttövaihtoehtoja voisivat olla mm. seuraavat (vaativat kuitenkin vielä erillisen tarkastelun):

Riskittömät / lähes riskittömät:

- Dataliikennekeskus, pienvarasto, rengashotelli
- Museo-/ näyttelytilat (erillinen "puhdastila" henkilökunnalle)

Sisältää riskin:

- Harrastetilat (kuntosali, kaupunkisota, ryhmäliikuntatilat yms.)
- Vuokrattavat juhla-, kokous- ja saunatilat

Ulkoseinärakenteessa olevien muottilautojen poistaminen rakenteesta ei ole työtekniisesti mahdollista, joten riskiä pitää hallita muilla tavoin. Myös kantavien rakenteiden muuttaminen vaatisi suuria rakenneteknisiä muutoksia. Julkisivuihin joudutaan tekemään muutoksia betoniterästen korroosion leviämisen estämiseksi. Vähäisempiä, mutta kuitenkin huomioitavia asioita ovat kellariin kalliopintaa pitkin valuvat vedet ja rakenteiden palonkesto, joka ei välttämättä ole nykymääräysten edellyttämällä tasolla. Mahdollisissa purkutöissä on huomioitava asbestia ja PAH-yhdisteitä sisältävät materiaalit ja selvitettävä betonin kaatopaikkakelpoisuus.

## 1 Lähtötiedot

### Tutkimuskohde

Pukkilan Vanha Massalaitos  
Pitkämäenkatu 9, 20250 Turku

Rakennusvuosi: 1913  
Kerrosala: 6 000 m<sup>2</sup>  
Tilavuus: -- m<sup>3</sup>

### Tilaaja

Christiane Eskolin  
kaavoitusarkkitehti

Turun kaupunki  
Kaupunkiympäristötoimiala  
Kaupunkisuunnittelu ja maaomaisuus / Kaavoitus  
Puolalankatu 5, 4 krs, p. 044 9074060

### Tutkimusten vastuhenkilö

Timo Murtoniemi, aluejohtaja, FT  
rakennusterveysasiantuntija C-21552-26-15

### Tutkimushenkilöt

Ville Norri, Mika Mantere, Sirate Group Oy

### Laboratoriot

Labroc Oy

### Tutkimuksen ajankohta

Tutkimukset kohteessa tehtiin aikavälillä 5.4-15.4.2022

- Tutustumiskäynti 5.4.2022
- Kenttätutkimukset 12.4-15.4.2022

### 1.1 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite

Pukkilan asemakaavassa (19/2017) vanha Turun kaakelitehtaan massalaitosrakennus kuuluu Palvelu-, liike- ja toimistorakennusten korttelialueeseen PK-1. Rakennus sai myös suojelumerkinnän: sr-1: suojeltava rakennus. Rakennuksen laajuus on noin 6000 k-m<sup>2</sup>. Maanomistajan kaupungille toimitetuista selvityksistä ja lausunnoista ei ilmene, etteikö asemakaavalla suojeltua rakennusta voisi peruskorjata mihinkään voimassa olevan asemakaavan mukaiseen käyttötarkoitukseen. Tästä johtuen kaupungin toimesta on tilattu ulkopuolinen asiantuntijaselvitys, joka on puolueeton arvio rakennuksen betoniosien kunnosta, käytettävyydestä ja ominaisuuksista.

## 1.2 Perustiedot

Tiedot rakennuksesta perustuvat käytettävissä olleisiin asiakirjoihin sekä Turun kaupungilta ja kiinteistön omistajalta saatuihin tietoihin.

Tutkimuskohteena on vuonna 1913 valmistunut kalliolle perustettu betonipilari/-palkkirunkoinen tuotantorakennus, jossa välipohjat ja ulkoseinät ovat paikallavalettua betonia. Ulkoseinät ovat myös kantavia ja ne ovat rakenteeltaan ontelotilallisia. Julkisivut on pääosin pinnoitettu maalaamalla. Rakenteissa ei ole käytetty erillisiä lämmöneristekerroksia. Rakennuksessa on neljä maanpäällistä kerrosta sekä ullakko. Rakennus on ollut kylmilään ja tyhjillään vuodesta 2015 asti ja se on ollut ilkvallan kohteena.

## 1.3 Tutkimuskohteessa aiemmin tehdyt selvitykset

Rakennukseen on tehty asbesti- ja haitta-ainekartoitus vuonna 2020 (Contro Oy, 18.12.2020). Rakennuksessa todettiin asbestipitoisia putkieristeitä, sementtilevyjä, vesikatteita sekä laatoituslaasteja (kellarikerroksessa) sekä lattiavinyylilaatoissa. PAH-yhdisteitä todettiin ullakon alakattojen ja putkien päällä olevissa tervapapereissa.

Insinööritoimisto Aalto-Setälä Oy on laatinut lausunnon rakenteiden soveltuvuudesta käyttötarkoituksen muutokseen 13.9.2021. Lausunto on annettu aistinvaraisen arvion perusteella. Lausunnon mukaan runkojärjestelmä, sekä ala-, että yläpohja ovat tällä hetkellä sellaiset, ettei rakennusta pystytä muuntaman tämän päivän määräyksiä täyttäväksi ilman laajamittaisia purku- ja uudelleenrakennustöitä. Myös huonekorkeus todettiin matalaksi.

Arkkittehtitoimisto Haroma & Partners Oy on laatinut lausunnon Massalaitoksen uudiskäytön mahdollisuuksista 24.5.2021 Lausunnon mukaan rakennuksen sisärunko muodostunut tuotantokoneenomaisesti, siilojen ja laitepetien hallitessa olevaa sisätilaa. Luontevasti uudiskäytön mahdollistavaa riittävän korkea ja avointa, yleensä teollisuusrakennuksissa ilmenevää yhtenäistä ja hallinomaista, tilaa on hyvin vähän. Kaikki olevat rakenteet, seinä, lattiat ja välipohjat muodostuvat paikalla valetusta betonirakenteesta, jonka puhtaudessa on haitta-ainejäämien vuoksi suuria riskejä. Koska kyseessä on koko rakennuksen kattava massiivirakennejärjestelmä, ovat myös riskien hallintaan tarvittavat toimenpiteet mittavia.

## 1.4 Käytössä olleet asiakirjatiedot

- Asbesti- ja haitta-ainekartoitus, Pukkilan tehdasalue- vanha massatehdas, Contro Oy, 18.12.2020
- Lausunto, Pukkilan Massalaitos, Rakenteiden soveltuvuus käyttötarkoituksen muutokseen, Insinööritoimisto Aalto-Setälä Oy, 13.9.2021
- Tekninen riskiarvio asumisterveyteen liittyen, Contro Oy, 16.9.2021
- Aloite asemakaava laatimiseksi, Kiinteistö Oy Pitkämäki Perusyhtiö 1, 28.9.2021
- Hanke suunnitelma, Luonnos massalaitoksen korvaamisesta uudisrakentamisella, Arkkittehtitoimisto Haroma & Partners Oy, 28.9.2021
- Olevan massalaitoksen uudiskäytön mahdollisuudet, Pukkilan asemakaava-alue, Turku, Arkkittehtitoimisto Haroma & Partners Oy, 24.5.2021
- Lausunto Pukkilan tehdasalueen vanhan massatehtaan terveystarpeista, Olli Ruuskanen, 15.9.2021
- Pukkilan massalaitoksen rakennussuojelun arviointi, Janne Vilkkunen, 19.8.2021

## 2 Tutkimusmenetelmät

### 2.1.1 Kenttätutkimukset

Kenttätutkimusten yhteydessä rakenteita tarkasteltiin silmämääräisesti ja mittaamalla rakenneosien dimensioita. Lisäksi betonirakenteita vasaroitiin mahdollisen rapautuman ja heikkolaatuisen betonin kartoittamiseksi. Tarkastelujen yhteydessä rakenteista otettiin valokuvia.

Betonirakenteista otettiin timanttiporaamalla koelieriöitä, joiden halkaisija vaihteli välillä 48 - 65 mm. Koelieriöitä porattiin yhteensä 17 kpl ja poraus suoritettiin kuivaporausena. Lieriöitä porattiin seuraavasti:

- Pilarit 6 kpl
- Palkit 3 kpl
- Ulkoseinä 4 kpl
- Välipohja 3 kpl
- Alapohja 1 kpl

Eri rakenneosista mitattiin pistokokein terästen suojabetonipaksuuksia Profometer 5 -peitepaksuusmittarilla.

### 2.1.2 Laboratoriotutkimukset

Betoninäytteiden tarkempi silmämääräinen tarkastelu, ohuthietutkimus, karbonatisoitumissyvyyksien, huokoisuusarvojen ja puristus-/vetolujuuksien sekä betonijauhenäytteiden kloridipitoisuuksien määrittäminen tehtiin Labroc Oy:n laboratoriossa. Lisäksi välipohjalaatoista määritettiin öljyhiilivetytyypitoisuuksia. Tutkimustulokset ovat tämän raportin liitteenä (liitteet 2...7).

Koelieriöistä tehtiin seuraavat analyysit:

- Puristuskoe 2 kpl
- Kloridimäärittäminen 3 kpl
- Karbonatisoituminen 9 kpl
- Vetokoe 4 kpl
- Ohuthieanalyysi 8 kpl
- Öljyhiilivetyjen määrittäminen 4 kpl

## 3 Rakennetekniset tutkimukset

### 3.1 Rakenteet

Rakennuksessa on neljä maanpäällistä kerrosta sekä ullakko ja kellari. Kellarikerros on osittain maanpinnan alapuolella. Rakennus on toiminut Pukkilan massalaitoksena, johon käyttötarkoitukseen se on myös vuonna 1913 rakennettu.

Rakennus on perustettu kalliolle ja sen kantava runko muodostuu paikallavaletuista ulkoseinistä ja pilari-/palkkirungosta. Väli-, ala- ja yläpohjalaatat ovat myös paikallavalettua betonia. Havaintojen mukaan betoni on runkoaineeltaan vaihtelevaa, osittain runkoaines on hyvinkin suurikokoista. Betonirakenteet on raudoitettu, mutta rakennesuunnitelmien puuttumisen takia raudoituksen määrää tai mitoituskuormia ei voitu arvioida. Vesikattoa kantavat rakenteet ovat puuta. Rakennuksessa ei ole erillisiä lämmöneristekerroksia, ja ainoa lämpöeristävyttä parantava ratkaisu on tehty ulkoseiniin, jotka ovat rakenteeltaan ontelotilalliset.

Betonipinnat on pääosin pinnoitettu maalilla tai ohuella slammauksella. Osittain sisäpintoja on pinnoitettu laatoittamalla.

### 3.2 Rakenteista tehdyt havainnot

**Ulkoseinien ontelotiloihin jätetyt muottilaudat aiheuttavat sisäilmahaittariskin ja niiden poistaminen rakenteesta ei ole työteknisesti mahdollista. Kantavat pilari-/palkkirakenteet rajoittavat tilan käyttömahdollisuuksia, ja niiden muuttaminen vaatii suurehkoja rakenneteknisiä muutoksia.**

Ulkoseinät on valettu paikallavalutekniikalla ontelotilallisiksi (kuva 1). Rakenne on kennomainen, joten onteloiden välissä on betonikannas. Ontelotiloja on kaksi, joten betonikuoria rakenteessa on kolme. Rakenne on sisältä ulospäin seuraava:

- Betonikuori (sisäkuori) 100 mm
- Ontelotila (sisempi) 130 mm
- Betonikuori (väliosa) 70 mm
- Ontelotila (ulompi) 130 mm
- Betonikuori (ulkokuori) 70 mm

Kokonaisvahvuus rakenteessa on n. 500 mm.

Seinien valu-/muotitustekniikka ovat olleet sellaisia, että pääosa muottilaudoista on pystytty poistamaan valun edetessä ontelotiloista. Välipohjien ja reuna-/pielialueiden kohdalla on muottilaudoitusta jäänyt kuitenkin pääosin ontelotilaan. Rakenteeseen jääneen muottilaudoituksen määrä vaihtelee, mutta sitä on karkeasti arvioituna purkamatta n. 5 %. Ontelotiloissa olevat muottilaudat ovat lahovaurioituneet (kuva 2), joten niiden aiheuttama sisäilmahaittariski on mahdollinen/todennäköinen. Muottilaudoituksen poistaminen ontelotilasta on työtekniisesti käytännössä mahdotonta toteuttaa, ja se edellyttäisi koko rakenteen uusimista.



**Kuva 1.** Ulkoseinän rakenne.**Kuva 2.** Ontelotilassa lahonnutta muottilautaa.

Rakennuksen toiminnasta on tullut runsaasti hukkalämpöä, joten ulkovaipan eristämiseen ei ole ollut tarvetta, ja rakennuksessa ei ole erillisiä lämmöneristeitä. Ulkoseinissä oleva kennorakenne parantaa ulkoseinän lämmöneristävyttä, mutta kennojen suuri koko aiheuttaa lämmityskaudella kennon sisälle ilmapirtauksia, jotka heikentävät kennorakenteen ominaisuutta toimia lämmöneristeinä ja lisäävät riskiä epäpuhtauksien kulkeutumisesta sisäilmaan.

Rakennuksen pilari-/palkkijako on melko tiheä, huonekorkeuden jäädessä paikon matalaksi. Pilari-/palkkijaon muuttaminen on lähes mahdotonta, ja se onnistuu vain uusimalla rakennetta laajasti. Pilareiden ja palkkien betonikuoressa on paikoin lohkeilua, joka johtuu käytön aiheuttamasta mekaanisesta rasituksesta. Betonirakenteissa on paikallisesti hieman heikosti tiivistyneitä kohtia, mutta vasaroimalla suoritettussa koestuksessa betonirakenteet ovat pääosin tyydyttävässä/hyvässä kunnossa. Lohkeamat ja heikosti tiivistyneet alueet voi paikka-  
korjata mantteloimalla.

**Kuva 3.** Pilari-/palkkijakoa.**Kuva 4.** Pilarin betonipinnassa mekaaninen vaurio.

Kellarin lattiassa ja seinärakenteiden alaoissa on runsaasti kosteutta, joka ohjautuu rakenteisiin kallio pintaa pitkin.

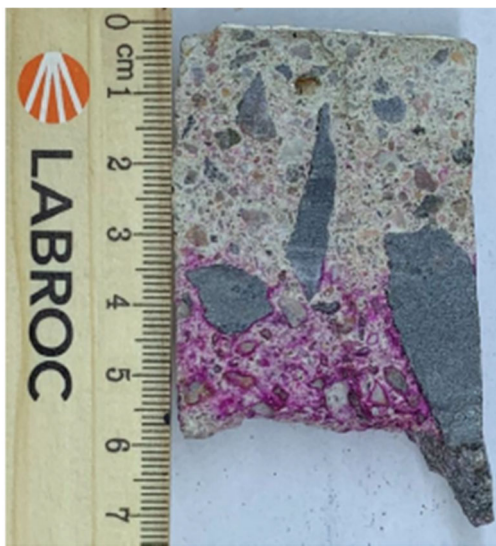
### 3.3 Ohuthieanalyysit

Näytteiden betonit ovat laadultaan tyydyttäviä ja kunnoltaan tyydyttäviä/hyviä. Kiviainekappaleiden rajapinnoilla on yleisesti vedenerottumisen aiheuttamaa rakomaista huokoisuutta ja sideaine on hieman epätasalaatuista (vesi-sementtisuhte on arviolta korkeahko). Tiivistyminen on pääosin tyydyttävä. Merkittäviä rapautumisen aiheuttamia vaurioita ei ole havaittavissa. Betoni on ominaisuuksiltaan käyttökelpoista.

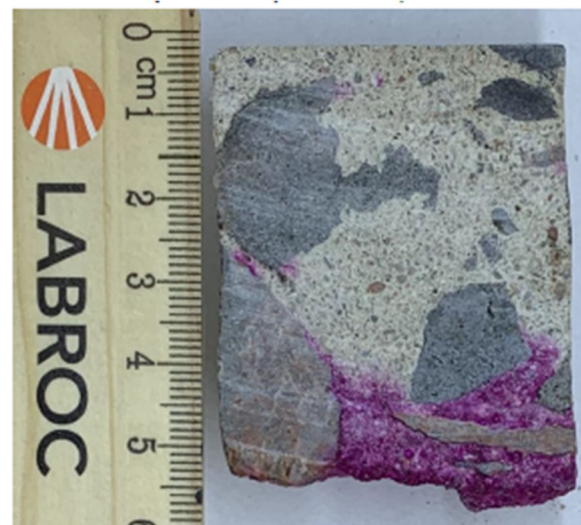
Rakenteista teetettiin yhteensä 8 ohuthietutkimusta. Kaksi palkeista, neljä pilareista ja kaksi julkisivun ulkokuoresta. Kaikki näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1.

Näytteissä ei ole havaittavissa pitkäaikaisen kosteuden aiheuttamaa pintarapautumaa. Näytteiden pinnoissa on yleisesti vain vähäistä mikrosäröilyä, joka on aiheutunut kuivumiskutistumasta. Betonin suojahuokoistila on vähäinen, eikä betonilaatuja voida pitää pakkasenkestävinä kosteusrasituksessa. Huokostiloissa ei ole ettringiittiä. Betonien sideaineen tiiveys vaihtelee, mikä viittaa korkeahkoon vesi-sementtisuhteeseen. Betonit ovat laadultaan tyydyttäviä/hyviä.

Betonit ovat tasalaatuista ja niiden kiviaines on ehjää. Kiviaines on laadultaan pääosin hyvää. Kiviaines koostuu pääosin granitoidisista kiviainekappaleista. Näytteissä ei ole havaittavissa merkittäviä määriä alkalikiviainereaktiolle altista kiviainetta. Kiviaine on alkalireaktiopotentiaaliltaan arviolta alhainen (AKR-luokka I), reagoimutta kiviainetta ei juurikaan ole havaittavissa.



Kuva 5. Ohuthie pilarista.



Kuva 6. Ohuthie julkisivusta.

Kaikissa näytteissä karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnassa syväälle. Karbonatisoituminen on käsitelty tarkemmin kohdassa 3.5.

### 3.4 Veto- ja puristuskokeet

Betonirakenteissa lujuuden kehitys oli 1900- luvun alkupuolen betoneissa keskimäärin 15–20 MPa ja vuoteen 1930 mennessä betonin lujuus oli yli 25 MPa. Koekappaleiden puristuslujuustulokset ovat aikakautensa betonille hyviä. Vetotulosten heikoiksi jääneet tulokset selittyvät suurien runkoainesrakeiden (kivien) sijoittumisesta koekappaleiden leikkauspintoihin, eivätkä tulokset viittaa betonin rapautumiseen. Betoni on ominaisuuksiltaan käyttökelpoista.

Vetokokeita tehtiin ulkoseinärakenteen ulkokuoreen yhteensä 4 kappaletta. Yleisesti vetokokeen tuloksen ollessa alle 0,5 MPa on näytteessä todennäköisesti rapautumaa. Tuloksen ollessa 0,5 - 1,0 MPa on mahdollista, että betonissa on rapautumista. Vetolujuuden ollessa > 1,5 MPa näytteessä ei ole rapautumaa. Vetokokeiden tulosten perusteella julkisivun betoniulkokuori on vain tyydyttävässä kunnossa, mutta suuret runkoainesrakeet murtokohdissa ovat vaikuttaneet tuloksiin heikentävästi. Murtosyvyyden vaihtelu osoittaa, ettei betonin pinnassa ole säärasituksen aiheuttamaa rapautumaa. Tämän aikakauden rakennuksissa betonointimenetelmistä ja materiaalin laatuvaihteluista johtuen betoneissa on melko runsasta vaihtelua valuerittäin. Heikoksi jääneet vetotulokset eivät vaikuta rakenteen kantavuuteen, mutta niiden merkittävyyttä tulee arvioida uusien julkisivurakenteiden kiinnityksessä. Vetokokeiden tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa (taulukko 1).

**Taulukko 1.** Vetokoetulokset

Näyte	Materiaali/ tila tai rakennusosa	Ø mm	Pituus mm	Tulos MN/m <sup>2</sup>	Murtokohta ja pääasiallinen murtotapa	Lisätieto
VE.01	Julkisivu	43	77	1,3	50-59 mm ulkopinnasta, myötäilee	-
VE.02	Julkisivu	43	74	1,1	41-72 mm ulkopinnasta, myötäilee	murtokohdassa kivi > ½ Ø
VE.03	Julkisivu	43	74	1,5	7-19 mm ulkopinnasta, myötäilee	murtokohdassa kivi > ½ Ø
VE.04	Julkisivu	43	43	3,6	27-42 mm ulkopinnasta, leikkaa	murtokohdassa kivi > ½ Ø, näytteen lävistää pituussuunnassa kivi

Puristuskokeita varten porattiin kolmannen kerroksen palkista ja pilarista yhdet koekappaleet. Puristustulosten perusteella palkkien lujuus on hyvällä tasolla (43,3 MPa). Pilareissa tulos on tyydyttävä (26,6 MPa), joten pilareiden kuormitusmuutoksissa pitää asiaa tarkastella. Pilareiden kapasiteettiä voidaan kasvattaa mantteloimalla. Puristuskokeiden tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa (taulukko 2).

**Taulukko 2.** Puristuslujuus määrätykset.

Näyte	Lujuus- ja rak. luokka	Runkoaine max raekoko	Halkaisija [mm]	Näytteen pituus [mm]	Pituus vastaanotettaessa [mm]	Pituus-halkaisija suhde	Tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	Murto-voima [kN]	Tulos [MPa]	Lask. tulos 1) [MPa]	Poikkeama
OH.01	Pilari, 3 krs	18	60	59	60	0,98	2210	68,4	24,2	26,6	3
OH.02	Palkki, 3 krs	15	60	61	80	1,02	2330	111,3	39,4	43,3	3

### 3.5 Betoniraudoitteen korroosioriskin arviointi

**Betonirakenteiden terästys on jo huomattavalta osalta betonin karbonatisoituneella osalla, joten siihen kohdistuu korroosioriski, mikäli rakenne altistetaan kosteudelle. Käytännössä riski konkretisoituu betonijulkisivuun, jonka verhoaminen lämmöneristävällä ja kosteudelta suojaavalla rakenneosalla onkin välttämätöntä.**

Raudoitteiden korroosioriskiä arvioitiin vertaamalla terästen sijaintia rakenteessa betonin karbonatisoitumissyvyyteen. Karbonatisoitumissyvyydet mitattiin laboratoriossa kahdesta vetokoenäytteestä ja kaikista yhdeksästä ohuthienäytteestä. Terästen keskimääräinen sijainti rakenteessa arvioitiin tutkimusten yhteydessä ja siinä todettiin suurta vaihtelua, arvion mukaan teräkset ovat syvyydellä 10 - 50 mm.

Rakenteiden karbonatisoituminen on edennyt seuraavasti:

Ulkoseinän ulkokuori (julkisivu)	3 - 74 mm
Ulkoseinän ulkokuori (ontelon puoli)	2 mm
Pilarit	27 - 64 mm
Palkit	9 - 39 mm

Karbonatisoituminen on edennyt syväälle betonirakenteeseen, joten betonin teräksille antama kemiallinen suoja on lähes hävinnyt. Mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että kaikissa rakenteissa on raudoitteilla ole-massa korroosioriski. Riski konkretisoituu vain kosteusrasituksessa, joten käytännössä korroosioriski on vain ulkoseinän ulkokuoressa, mikäli voidaan olettaa, että rakennuksen tulevassa käyttötarkoituksessa se on vähintäänkin peruslämpöinen. Ulkokuori altistuu sadeveden aiheuttamalle kosteudelle ja kuoren karbonatisoituminen on edennyt paikoin jo 74 mm syvyyteen, joten raudoituksessa on varmuudella korroosioaurioita, joiden laajuus tulee määrittää ennen rakennuksen peruskorjausta. Lisäksi ulkokuoreen kohdistuvan korroosioriskin poistamiseksi / korroosion pysäyttämiseksi on rakennuksen julkisivu käytännössä verhoiltava suojaavalla rakennekerroksella. Rakennekerroksen tulee toimia myös lämmöneristävänä, koska nykyisen ulkoseinän U-arvo on heikko.

Karbonatisoituminen tulee etenemään betonissa ja raudoitteiden arvioidulla korroosiolajuudella on suuri merkitys rakenteen korjaustavan valintaan, tietyissä rakenteissa myös korjauksen kannattavuuteen. BY 42:n mukaan, jos korroosiolajuus on yli 10 %, on paikkakorjaus tyypillisesti (ei kuitenkaan aina) epätaloudellista, kun huomioidaan kyseisellä korjaustavalla saavutettava käyttöikä.

### 3.6 Kloridianalyysit

**Rakenteisiin ei kohdistu kloridin aiheuttamaa korroosioriskiä.**

Betonissa oleva riittävän korkea, ns. kynnyсарvon ylittävä kloridipitoisuus (kriittinen kloridipitoisuus) voi käynnistää betoniraudoitteiden korroosion, vaikka betoni ei ole vielä terästyksen tasolle karbonatisoitunutta. Kynnyсарvona pidetään noin 0,03...0,07 p-% kloridipitoisuutta betonin painosta. Alempi 0,03 p-% raja-arvo koskee jännitettyjä betonirakenteita ja ylempi 0,07 p-% raja-arvo jännittämättömiä betonirakenteita.

Tutkimuksen yhteydessä otettiin pilareista kaksi ja palkista yksi näyte. Pilarissa cl-pitoisuus vaihteli välillä alle 0,01 - 0,02 ja palkissa cl-pitoisuus oli alle 0,01. Näytteissä ei havaittu kynnyсарvon ylittäviä kloridipitoisuuksia.

### 3.7 Öljyhiilivetyanalyytit

Rakennuksen ala- ja välipohjarakenteissa ei havaittu öljyhiilivetyjä pl. hissikonehuoneet, jossa konehuoneen lattialaatat ovat läpikyllästyneet öljyllä.

Rakennuksen ala- ja välipohjista otettiin neljä näytettä, joista analysoitiin betonin sisältämät öljyhiilivedyt. Näytteet otettiin kaikista välipohjista (3 kpl) ja alapohjasta (1 kpl). Näytteiden öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuudet olivat vähäisiä. Öljyhiilivetyanalyyysin tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa (taulukko 3).

**Taulukko 3.** Öljyhiilivetypitoisuuden määrittäminen

Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	C5-C10 (mg/kg)	C10-C21 (mg/kg)	C21-C40 (mg/kg)	C10-C40 (mg/kg)	C5-C40 (mg/kg)
HV.01	Lattia, 3 krs	< 50	< 25	69	82	82
HV.02	Lattia 2 krs	< 50	< 25	< 25	< 50	< 50
HV.03	Lattia 1 krs	< 50	< 25	< 25	< 50	< 50
HV.04	Lattia kellari	< 50	< 25	58	74	74

Silmämääräinen arviointi voitiin tehdä vain suppeasti, koska pinnoilla oli paljon roskaa ja rakennusjätettä. Osa rakennusjätteestä on asbestipitoista, joten puhdistustoimia ei voitu tehdä. Hissikonehuoneiden lattialaatoille on valunut runsaasti öljyä, ja laatat ovat läpikyllästyneitä (kuvat 7 ja 8).

Mikäli rakennus päätetään purkaa, on purkuvaiheessa selvittävä vielä erikseen purkujätteen kaatopaikkakelpoisuus. Hissikonehuoneiden kohdat tulee purkaa erillispurkuna.



**Kuva 7.** Hissikonehuoneen lattiaa.



**Kuva 8.** Hissikonehuoneen lattia alhaalta kuvattuna.

### 3.8 Palonkesto

**Rakenteiden palonkesto ei välttämättä ole nykymääräysten edellyttämällä tasolla ja palosuojauksen parantamiseen tuleekin varautua.**

Rakenteiden vaadittu palonkesto-aika riippuu rakennuksen käyttötarkoituksesta, palokuormasta ja mahdollisista automaattisista sammutusjärjestelmistä. Rakennesuunnitelmien puuttumisen vuoksi teräsbetonirakenteiden palonkesto-aikoja ei voitu arvioida, mutta yleisesti voidaan kuitenkin karkeasti arvioida, että pilareiden ja palkkien osalta paloluokaksi voi jäädä alle 60 min, jota voidaan pitää vähäisenä/riittämättömänä tämän tyyppisen rakennuksen kantaville ja jäykistäville rakenteille.

## 4 Johtopäätökset

Betonirakenteissa lujuuden kehitys voidaan karkeasti jakaa kolmeen periodiin: betonin puristuslujuus 1800-luvun puolivälissä oli alle 10 MPa, 1900-luvun alkupuolen betonin lujuus oli keskimäärin 15–20 MPa ja vuoteen 1930 mennessä betonin lujuus oli yli 25 MPa. Rakennuksesta otettujen koekappaleiden puristuslujuustulokset ovat aikakautensa betonille hyviä, eivätkä vetotuloksetkaan viittaa betonin rapautumiseen. Betonin mikrorakennetutkimuksissa todettiin, että betonit ovat laadultaan tyydyttäviä ja kunnoltaan tyydyttäviä / hyviä. Betoni on koostumukseltaan ja mikrorakenteeltaan käyttökelpoista.

Betonirakenteiden terästys/raudoitus on jo huomattavalta osalta betonin karbonatisoituneella osalla, joten siihen kohdistuu merkittävä korroosioriski, osittain terästys on jo alkanut ruostumaan. Käytännössä riski konkreti-soituu betonijulkisivuun, jonka verhoaminen lämmöneristävällä ja kosteudelta suojaavalla rakenneosalla onkin välttämätöntä. Rakenteisiin ei kohdistu kloridin aiheuttamaa korroosioriskiä.

Merkittävin rakenteissa oleva ongelma on ulkoseinien ontelotiloihin jätetyt muottilaudat, jotka aiheuttavat sisäilmahaittariskin. Muottilautojen poistaminen rakenteesta ei ole työteknisesti mahdollista, joten riskiä pitää hallita muilla tavoin.

Rakennus on suunniteltu teollisuuden tuotantolaitokseksi, joten rakenteiden kuormituskapasiteettiä löytyy oletettavasti runsaasti. Tiheä pilarijako ja massiiviset palkkirakenteet kuitenkin rajoittavat tilan käyttömahdollisuuksia. Kantavien rakenteiden muuttaminen vaatii suuria rakenneteknisiä muutoksia.

Vähäisempiä, mutta kuitenkin huomioitavia asioita ovat kellariin kalliopintaa pitkin valuvat vedet ja rakenteiden palonkesto, joka ei välttämättä ole nykymääräysten edellyttämällä tasolla. Nämä asiat voidaan hallita melko yksinkertaisin rakennusratkaisuin.

Rakennuksen säilyttämistä ja tulevaa käyttötarkoitusta pohdittaessa merkittävimmät rajoittavat tekijät ovat ulkoseinärakenteessa olevat muottilaudat ja kantavan rungon heikko muunneltavuus ja sen rajoittamat tilaratkaisut. Ulkoseinärakenteessa olevien muottilautojen aiheuttamaa sisäilmahaittariskiä voidaan pääosin hallita rakennusratkaisuilla ja ilmanvaihdolla. Asuinkäyttöön tai jatkuvaan säännölliseen oleskelukäyttöön rakennusta ei kuitenkaan voida suositella, koska rakennuksen terveellisiä ja turvallisia sisäilmaolosuhteita ei voida varmuudella taata. Rakennuksen voidaan katsoa soveltuvaksi käyttötarkoitukseen, jossa tiloissa oleskelu on epäsäännöllistä tai jaksottaista, ja silloinkin tulee hyväksyä, että tiloissa oleskelu voi aiheuttaa vähäiselle osalle oirehdintaa.

Rakennuksessa on todettu asbesti- ja PAH-yhdistepitoisia materiaaleja. Rakennuksen ala- ja välipohjarakenteissa ei havaittu öljyhiilivetyjä, pois lukien hissikonehuoneet. Mahdollisissa purkutöissä on huomioitava asbesti ja selvítettävä betonin kaatopaikkakelpoisuus.

## Allekirjoitus

Turussa 27.5.2022  
Sirate Group Oy



Timo Murtoniemi  
aluejohtaja, FT  
Rakennusterveysasiantuntija C-21552-26-15



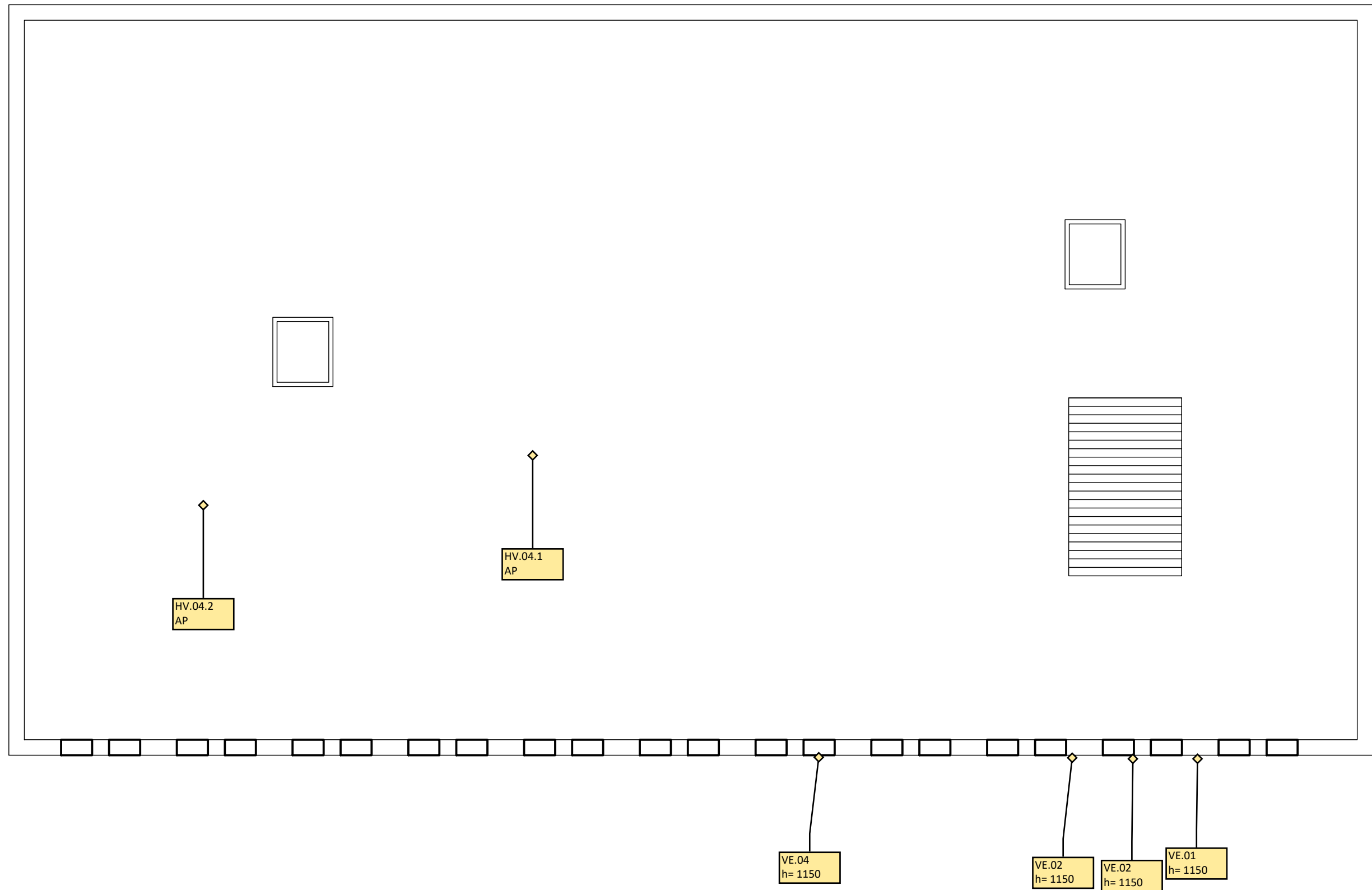
Mika Mantere  
vanhempi asiantuntija, RI  
Rakennusterveysasiantuntija C-26480-26-21

## Liitteet

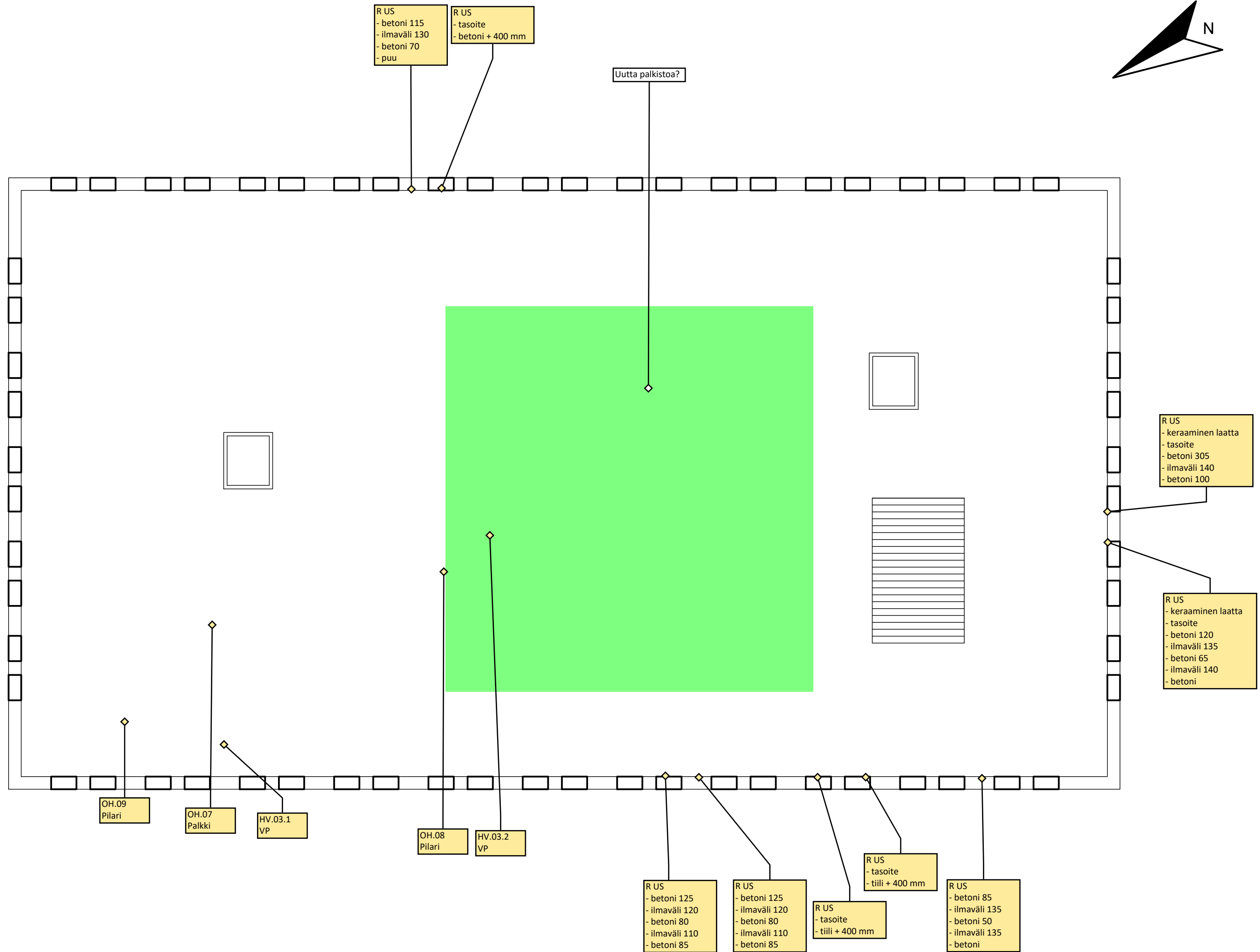
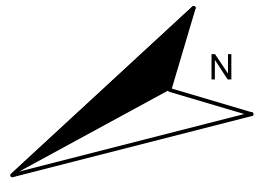
1. Pohjakuva, näytteenottopaikat ja merkinnät
2. Analyysivastaus, ohuthieanalyysi
3. Analyysivastaus, puristuslujuusanalyysi
4. Analyysivastaus, vetolujuusanalyysi
5. Analyysivastaus, karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen
6. Analyysivastaus, kloridipitoisuuden määrittäminen
7. Analyysivastaus, öljyhiilivetytuloisuuden määrittäminen



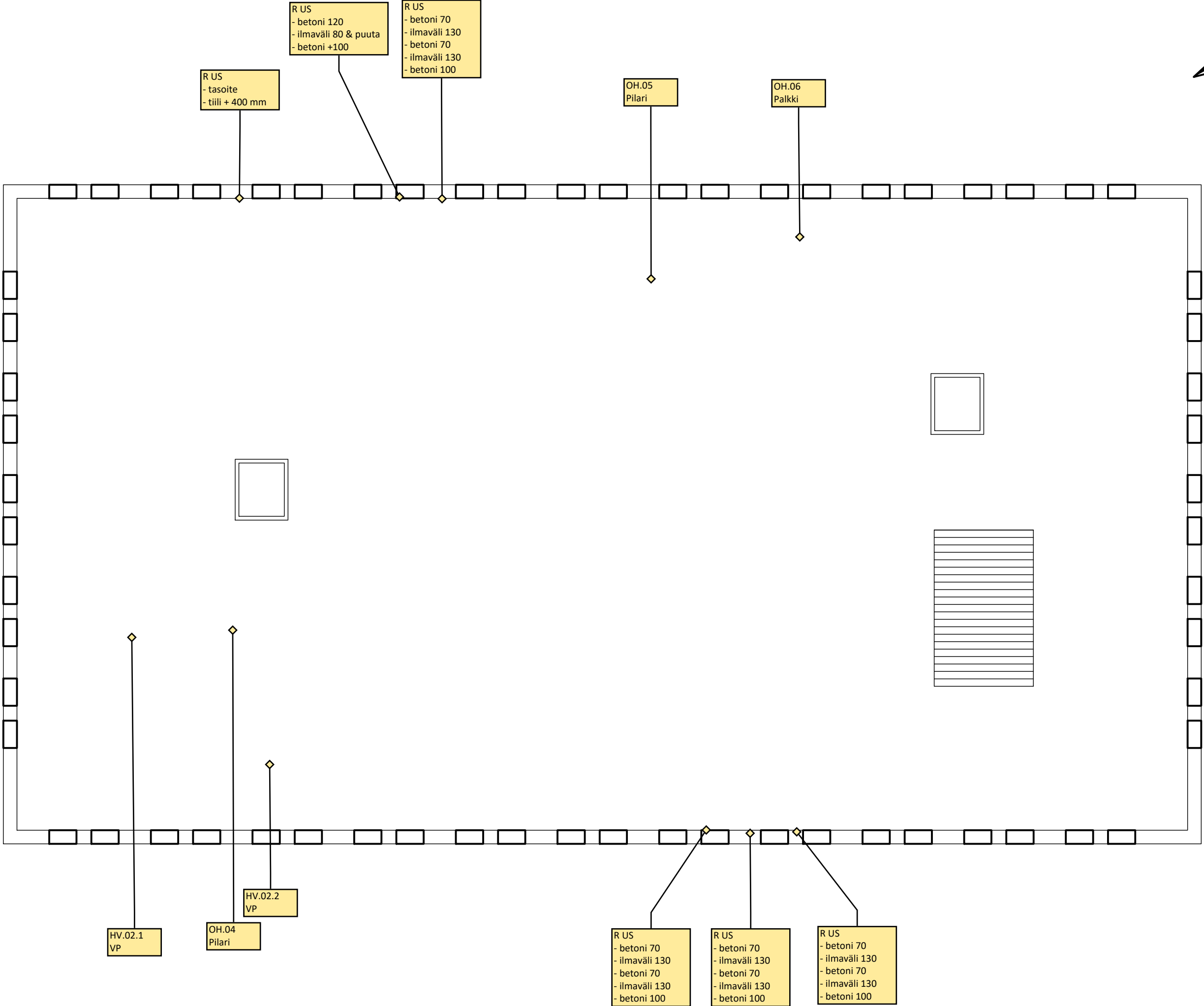
# Kellarikerros

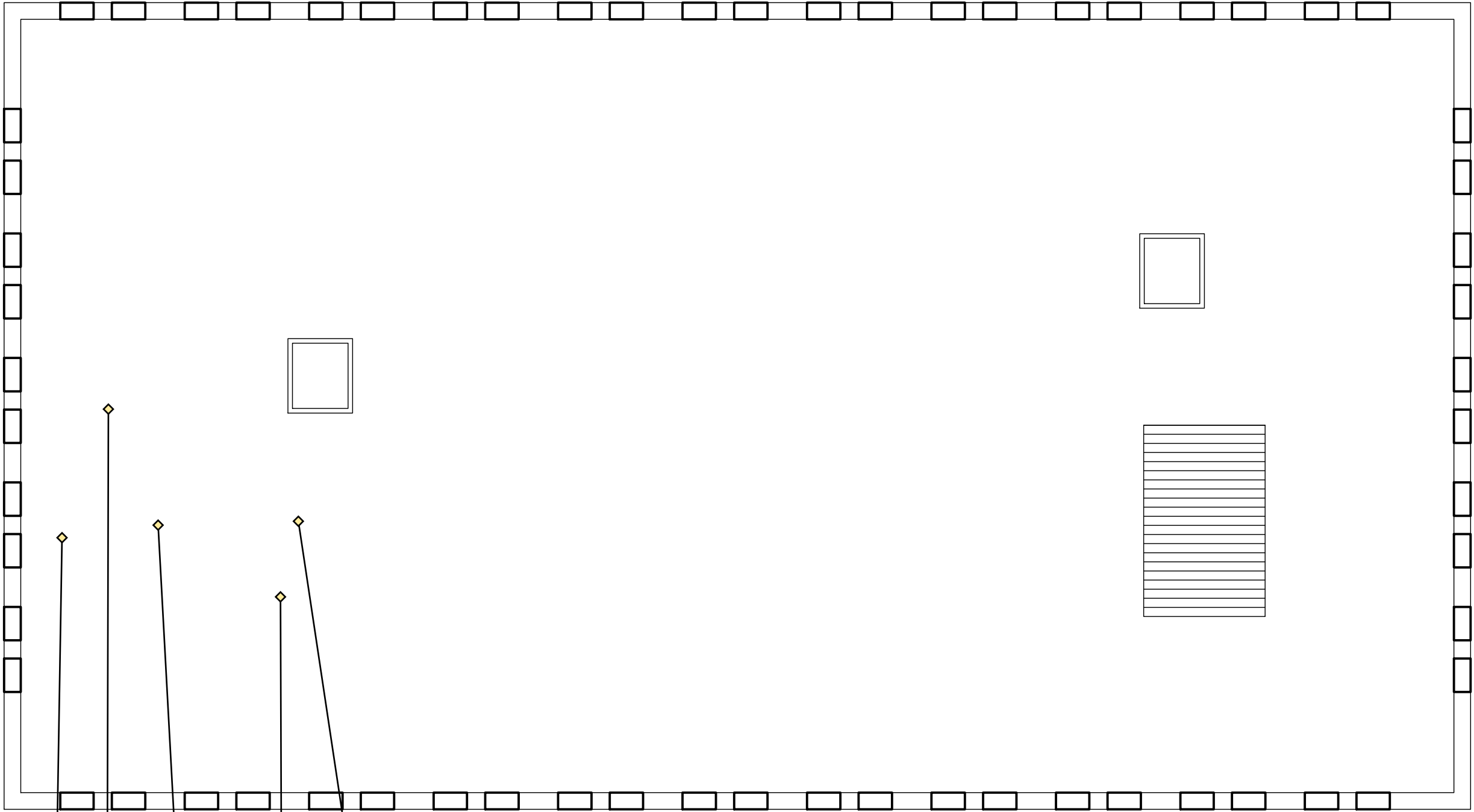


1. kerros



2. kerros





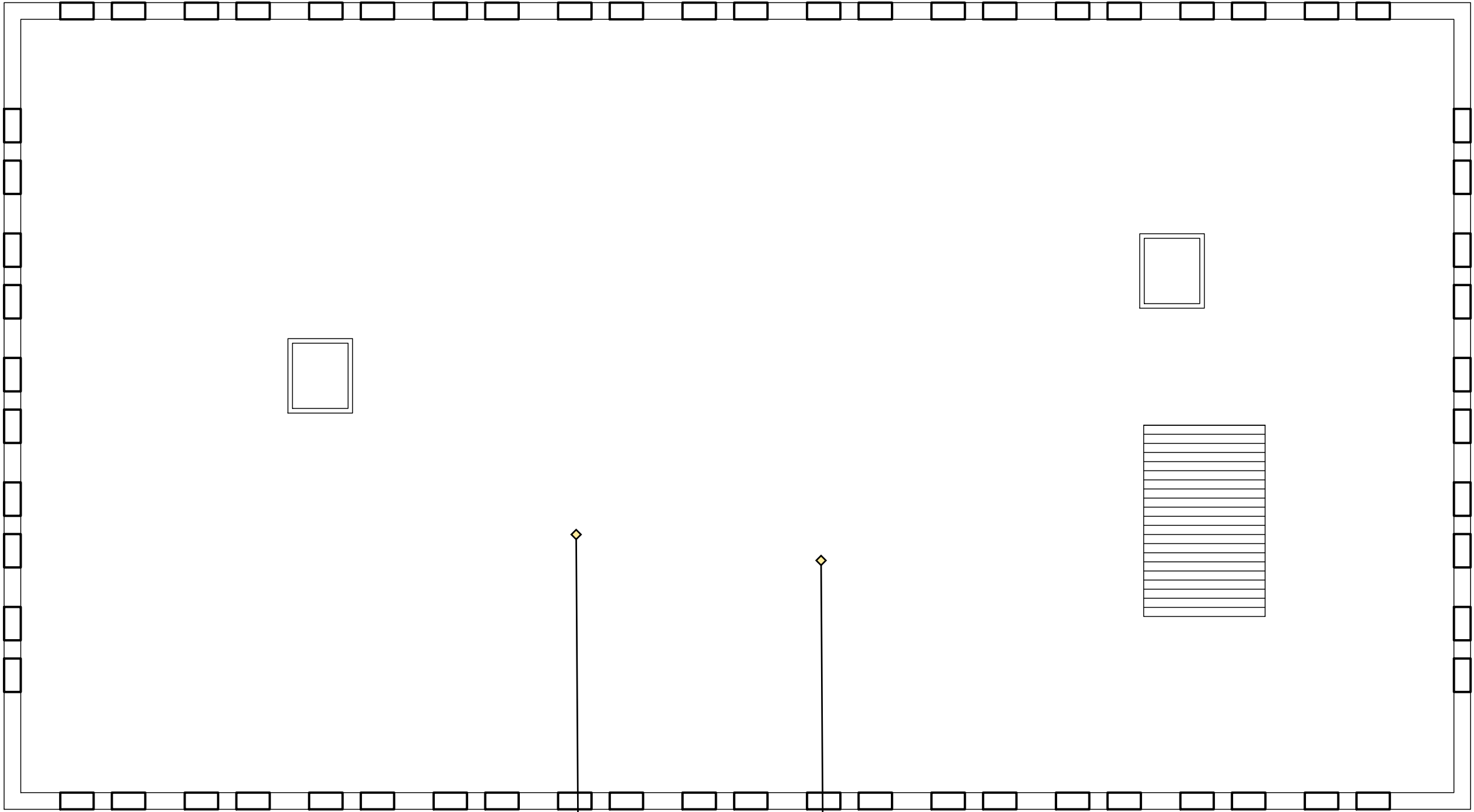
HV.01.2  
VP

HV.01.1  
VP

OH.01  
Pilari

OH.02  
Palkki

OH.03  
Pilari



Avoimet läpiveinnit  
YP betoni 140 mm

R YP  
- betoni +200 mm

**OHUTHIEANALYYSI**

<b>Tilaja:</b> Sirate Group Oy / Mika Mantere	<b>Tilaus-/ toimituspäivä:</b> 27.4.2022	<b>Kohde/ projektinnumero:</b> Pukkilan vanha tehdas, Turku
<b>Näytetunnukset:</b> OH.04, OH.05, OH.06, OH.07, OH.08, OH.09, VE.01 ja VE.02	<b>Näytteiden materiaali:</b> Betoni	<b>Näytepreparaatti:</b> Ohuthie 48 mm x 28 mm (paksuus 0,020- 0,025 mm)

**Menetelmä:**

Tilajan toimittamat näytteet tutkittiin stereomikroskoopilla ja niistä valmistetut ohuthieet polarisaatiomikroskoopilla. Ohuthieanalyysi on akkreditoitu menetelmä ja analyysissä sovelletaan standardia ASTM C856/C856M-20. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Ohuthieet on valmistettu tilaajan osoittamasta näytepinnasta pintaa vastaan kohtisuoraan Labroc Oy:n laboratoriossa. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

**Tutkija:**

**Antti Autere**, Tutkija, Geologi  
p. 050 566 9516, antti.autere@labroc.fi

**Tarkastaja:**

**Tapani Arola**, Tutkija, Geologi  
p. 050 411 3779, tapani.arola@labroc.fi

**TULOSTEN ARVIOINTI:**

Taulukoissa on arvioitu näytteiden **laatua ja kuntoa** asteikolla: **HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTTÄVÄ** ja **HEIKKO**.

**Laadultaan** hyvissä näytteissä betoni/laasti/tiili on tasalaatuista ja hyvin tiivistynyttä ja mikrorakenteeltaan tasalaatuista. Laadultaan tyydyttävissä näytteissä on lieviä laatu puutteita, joilla voi olla vaikutusta lujuuteen tai säilyvyyteen. Laadultaan välttävissä ja heikoissa näytteissä on merkittäviä laatu puutteita, jotka heikentävät lujuutta ja säilyvyyttä.

**Kunniltaan** hyvissä näytteissä ei ole havaittavissa betonin/laastin/tiilin kuntoa heikentäviä vaurioita. Kunniltaan heikoissa näytteissä betoni/laasti/tiili on täysin vaurioitunut. Kunniltaan tyydyttävissä ja välttävissä näytteissä on havaittavissa eriasteisia vaurioita, joilla on kuntoa ja säilyvyyttä heikentävää vaikutusta.

**Karbonatisoituminen** on mitattu ohuthieestä ja/tai pH-indikaattoriliuksella lieriön halkaistulta pinnalta.

**Huokostus** on arvioon perustuva.

**Rapautuneisuutta** on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - kohtalaista, 3 - voimakasta, 4 - ei koossapysyvää.

**Laastien kalkki-sementtisuhteen arviointi:** arvio on suuntaa antava ja perustuu optiseen analyysiin.

**Punatiilen pakkasenkestoarvio:** arvio on tehty mikrorakenteen perusteella, index 0-3 (VTT:n julkaisu 1624 -95, jäädytys-sulatustestaus). Index: 0 - ei pakkasenkesto heikentävää tekstuurisäröilyä, 1 - vähäistä tekstuurisäröilyä, 2 - kohtalaista tekstuurisäröilyä, 3 - runsasta tekstuurisäröilyä (tiilen mikrorakennetutkimus ei kuulu akkreditoinnin piiriin).

**TULOSTEN ARVIOINTI JA YHTEENVETO**

Näyte	Rakenneos/ohuthiepinta	Laatu	Kunto	Karbonatisoituminen min-max/ka. (mm)	Huokostus/huokostäytteet	Rapautuneisuus
OH.04	pilari/ ulkopinta 0-48 mm	enintään tyydyttävä	tyydyttävä	ulkopinta 32-37/35	ei/vähän kalsium- hydroksidia	0
lisätieto	- kiviainekappaleiden tartunnoissa on vedenerottumisen aiheuttamaa rakomaista huokoisuutta, vesi-sementtisuhde on arviolta korkeahko					
OH.05	pilari/ ulkopinta 0-48 mm	enintään tyydyttävä	tyydyttävä	karbonatisoituminen on edennyt epätasaisesti näytteen läpi	ei/ei merkittäviä	0
lisätieto	- kiviainekappaleiden tartunnoissa on vedenerottumisen aiheuttamaa rakomaista huokoisuutta, vesi-sementtisuhde on arviolta korkeahko					
OH.06	palkki/ ulkopinta 0-48 mm	enintään tyydyttävä	tyydyttävä	ulkopinta 35-39/37	ei/vähän kalsium- hydroksidia	0
lisätieto	- kiviainekappaleiden tartunnoissa on vedenerottumisen aiheuttamaa rakomaista huokoisuutta, vesi-sementtisuhde on arviolta korkeahko					
OH.07	palkki/ ulkopinta 0-48 mm	tyydyttävä	hyvä	ulkopinta 9-16/13	ei/vähän kalsium- hydroksidia	0
lisätieto	- sideaineen mikrotiiveys vaihtelee hieman, vesi-sementtisuhde on arviolta korkeahko					
OH.08	pilari/ ulkopinta 0-48 mm	enintään tyydyttävä	tyydyttävä	ulkopinta 50-64/60	ei/ei merkittäviä	0
lisätieto	- kiviainekappaleiden tartunnoissa on vedenerottumisen aiheuttamaa rakomaista huokoisuutta, vesi-sementtisuhde on arviolta korkeahko					
OH.09	pilari/ ulkopinta 0-48 mm	enintään tyydyttävä	tyydyttävä	ulkopinta 27-34/30	ei/ei merkittäviä	0
lisätieto	- kiviainekappaleiden tartunnoissa on vedenerottumisen aiheuttamaa rakomaista huokoisuutta, vesi-sementtisuhde on arviolta korkeahko					
VE.01	julkisivu/ ulkopinta 3-51 mm	tyydyttävä	hyvä	ulkopinta 35-50/45 sisäpinta 8-10/5	ei/vähän ettringiittiä ja kalsium- hydroksidia	0
lisätieto	- kiviainekappaleiden tartunnoissa on vedenerottumisen aiheuttamaa rakomaista huokoisuutta					
VE.02	julkisivu/ ulkopinta 3-51 mm	tyydyttävä	hyvä	läpi	ei/ei merkittäviä	0
lisätieto	- kiviainekappaleiden tartunnoissa on vedenerottumisen aiheuttamaa rakomaista huokoisuutta					

**YHTEENVETO:**

Näytteiden betonit ovat laadultaan tyydyttäviä / enintään tyydyttäviä ja kunnoiltaan tyydyttäviä / hyviä. Kiviainekappaleiden rajapinnoilla on yleisesti vedenerottumisen aiheuttamaa rakomaista huokoisuutta ja sideaine on hieman epätasalaatuista (vesi-sementtisuhde on arviolta korkeahko). Tiivistyminen on pääosin tyydyttävä. Merkittäviä rapautumisen aiheuttamia vaurioita ei ole havaittavissa.

Karbonatisoituminen on edennyt näytteiden ulkopinnoilla syväälle (pl. OH.07) ja näytteiden OH.05 ja VE.02 läpi. Näytteessä OH.08 oleva teräs on karbonatisoituneessa betonissa. Betonin teräksille antama kemiallinen suoja on heikentynyt/hävinnyt. Teräksen pinnalla on vähäistä pintaruostetta.

Huokostiloissa havaitut ettringiitti- ja kalsiumhydroksidikiteytymät ovat vähäisiä.

**Näyte OH.04, pilari, 2 krs.**

lieriön pituus 56-70 mm, Ø: 43 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ei ulotu rakenneosan läpi
- ulkopinta: maalipinnoite (paksuus noin 0,5 mm), tartunta vähintään tyydyttävä
- sisäpinta: katkaisupinta

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: 32-37/35 mm
- ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- tyydyttävä, tiivistyshuokosia on jonkin verran
- kiviaineen ja sideaineen välisissä tartunnoissa on paikoin rakomaista huokoisuutta (arviolta lievää vedenerottumista)

**Kiviaines:**

- osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 22 mm, kiviaine on ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuona), hyvin hydratoitunut, mikrorakenne on suhteellisen tasalaatuinen, mikrotiivius vaihtelee hieman (vesi-sementtisuhde arviolta korkeahko), karbonatisoituminen on voimakasta
- sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

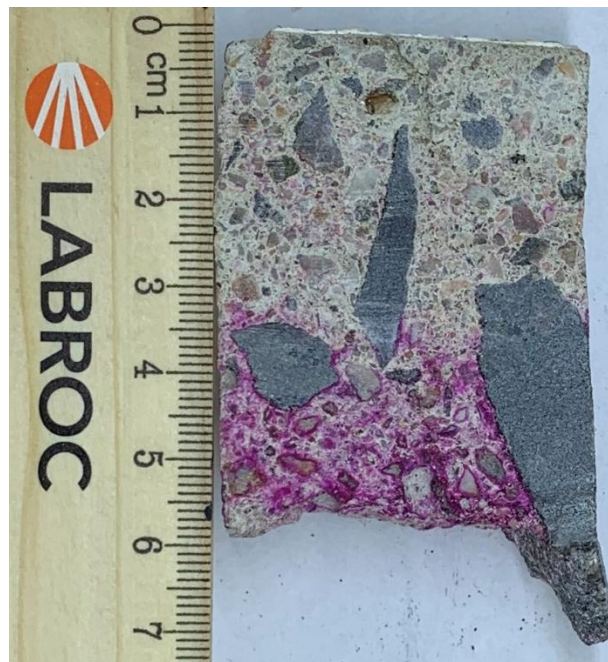
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on vähän
- huokosiin on kiteytynyt vähän kalsiumhydroksidia, yksittäiset huokokset ( $\varnothing < 0,1$  mm) ovat umpeutuneet

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa on 15 mm syvyydelle ulottuva kutistumatyyppinen halkeama (leveys luokkaa  $< 0,2$  mm)
- ulkopinnassa välillä 0-48 mm on kohtalaisen runsaasti lyhyttä kutistumatyyppistä mikrosäröilyä (leveys alle 0,01 mm)

**Näytekuva, ulkopinta kuvassa ylhäällä.**





**Näyte OH.05, pilari, 2 krs.**

lieriön pituus 80 mm, Ø: 43 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ei ulotu rakenneosan läpi
- ulkopinta: likaantunut maalipinnoite (paksuus noin 0,8 mm), tartunta vähintään tyydyttävä
- sisäpinta: katkaisupinta

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- karbonatisoituminen on edennyt epätasaisesti näytteen läpi
- ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- tyydyttävä, tiivistyshuokosia on jonkin verran
- kiviaineen ja sideaineen välisissä tartunnoissa on paikoin rakomaista huokoisuutta (arviolta lievää vedenerottumista)

**Kiviaines:**

- osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 24 mm, kiviaine on ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuona), hyvin hydratoitunut, mikrorakenne on suhteellisen tasalaatuinen, mikrotiivius vaihtelee hieman (vesi-sementtisuhde arviolta korkeahko), karbonatisoituminen on voimakasta
- sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

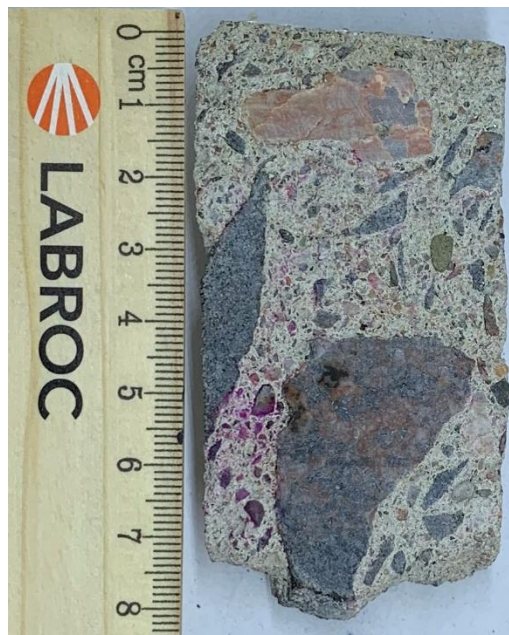
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on vähän
- huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä sekundäärisiä kiteytymiä

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa välillä 0-48 mm ei ole havaittavissa halkeilua, säröilyä tai merkittävää mikrosäröilyä

**Näytekuva, ulkopinta kuvassa ylhäällä.**



**Näyte OH.06, palkki, 2 krs.**

lieriön pituus 54 mm, Ø: 43 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ei ulotu rakenneosan läpi
- ulkopinta: maalipinnoite (paksuus noin 0,5 mm), tartunta vähintään tyydyttävä
- sisäpinta: katkaisupinta

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: 35-39/37 mm (edennyt epätasaisesti)
- ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- hyvä, tiivistyshuokosia on vähän
- kiviaineen ja sideaineen välisissä tartunnoissa on paikoin rakomaista huokoisuutta (arviolta lievää vedenerottumista)

**Kiviaines:**

- osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 26 mm, kiviaine on ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuona), hyvin hydratoitunut, mikrorakenne on suhteellisen tasalaatuinen, mikrotiiveys vaihtelee hieman (vesi-sementtisuhde arviolta korkeahko), karbonatisoituminen on voimakasta
- sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

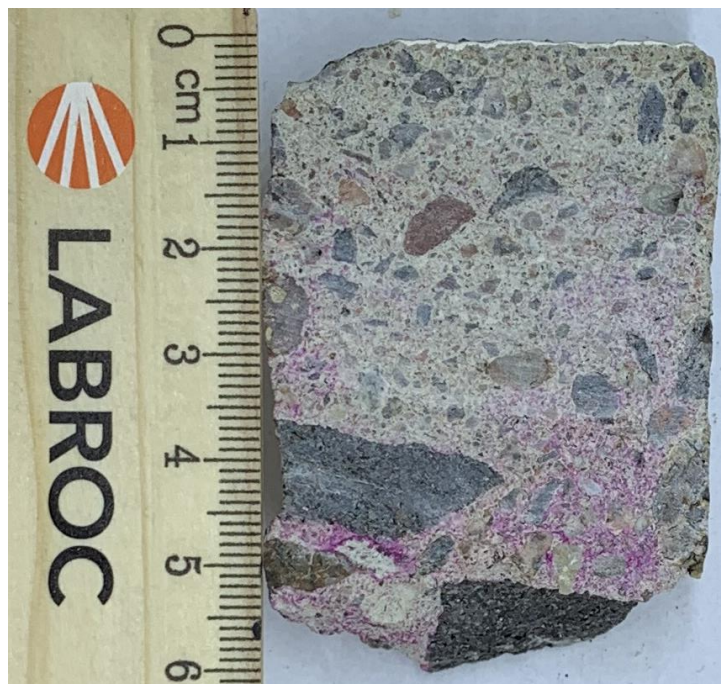
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on vähän
- huokosiin on kiteytynyt vähän kalsiumhydroksidia, yksittäiset huokokset ( $\varnothing < 0,1$  mm) ovat umpeutuneet

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa välillä 0-48 mm ei ole havaittavissa halkeilua, säröilyä tai merkittävää mikrosäröilyä, suuntautumaton kutistumatyypistä mikrosäröilyä (leveys alle 0,01 mm) on vähän

**Näytekuva, ulkopinta kuvassa ylhäällä.**



**Näyte OH.07, palkki, 1 krs.**

lieriön pituus 85 mm, Ø: 43 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ei ulotu rakenneosan läpi
- ulkopinta: useita maalikerroksia (yhteispaksuus noin 0,5 mm), tartunta vähintään tyydyttävä
- sisäpinta: katkaisupinta

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: 9-16/13 mm
- ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- hyvä, tiivistyshuokosia on vähän
- kiviaineen ja sideaineen väliset tartunnat ovat pääosin tiiviit

**Kiviaines:**

- osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 18 mm, kiviaine on ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuona), hyvin hydratoitunut, mikrorakenne on suhteellisen tasalaatuinen, mikrotiivuus vaihtelee hieman (vesi-sementtisuhte arviolta korkeahko)
- sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

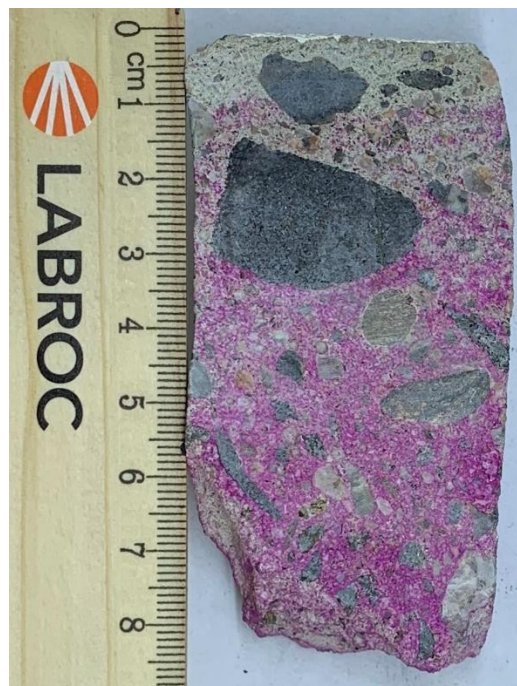
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on vähän
- huokosiin on kiteytynyt vähän kalsiumhydroksidia, yksittäiset huokokset ( $\varnothing < 0,1$  mm) ovat umpeutuneet

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa välillä 0-48 mm ei ole havaittavissa halkeilua, säröilyä tai merkittävää mikrosäröilyä, suuntautumaton kutistumatyyppistä mikrosäröilyä (leveys alle 0,01 mm) on vähän

**Näytekuva, ulkopinta kuvassa ylhäällä.**



**Näyte OH.08, pilari, 1 krs.**

lieriön pituus 77 mm, Ø: 43 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ei ulotu rakenneosan läpi
- ulkopinta: useita maalikerroksia (yhteispaksuus noin 0,5 mm), tartunta vähintään tyydyttävä
- sisäpinta: katkaisupinta

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: 50-64/60 mm (edennyt epätasaisesti)
- ulkopinnasta 27 mm etäisyydellä oleva teräs (Ø 6 mm) on karbonatisoituneessa betonissa, teräksen pinnalla on vähäistä pintaruostetta

**Tiivistyminen:**

- tyydyttävä, tiivistyshuokosia on jonkin verran
- kiviaineen ja sideaineen välisissä tartunnoissa on paikoin rakomaista huokoisuutta (arviolta lievää vedenerottumista)

**Kiviaines:**

- osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 18 mm, kiviaine on ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuona), hyvin hydratoitunut, mikrorakenne on hieman epätasalaatuinen, mikrotiivuus vaihtelee hieman (vesi-sementtisuhte arviolta korkeahko), karbonatisoituminen on voimakasta
- sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

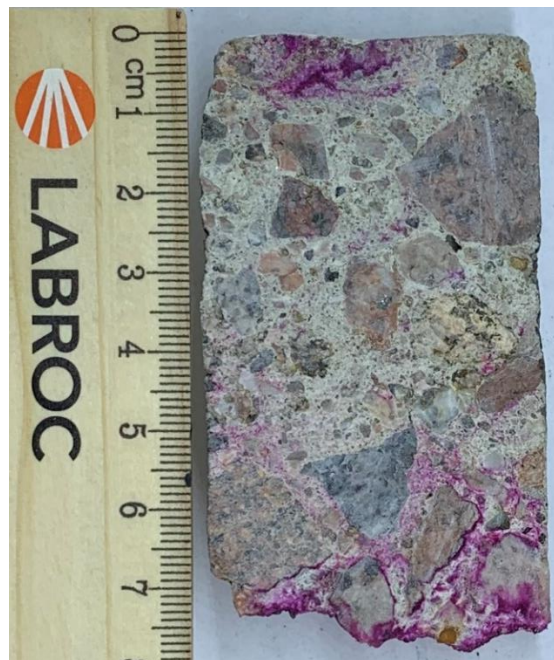
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on vähän
- huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä sekundäärisiä kiteytyymiä

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnasta 1 mm etäisyydellä on pinnansuuntainen mikrosärö (leveys 0,02 mm), tämä ei ole jatkuva
- ulkopinnassa välillä 0-48 mm on jonkin verran suuntautumaton kutistumatyyppistä mikrosäröilyä (leveys alle 0,01 mm)

**Näytekuva, ulkopinta kuvassa ylhäällä.**



**Näyte OH.09, pilari, 1 krs.**

lieriön pituus 113 mm, Ø: 43 mm, ohuthiepinta: ulkopinta 0-48 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näyte ei ulotu rakenneosan läpi
- ulkopinta: useita maalikerroksia (yhteispaksuus noin 0,5 mm), tartunta vähintään tyydyttävä
- sisäpinta: katkaisupinta

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: 27-34/30 mm (edennyt epätasaisesti)
- ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- tyydyttävä, tiivistyshuokosia on jonkin verran
- kiviaineen ja sideaineen välisissä tartunnoissa on paikoin rakomaista huokoisuutta (arviolta lievää vedenerottumista)

**Kiviaines:**

- osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 28 mm, kiviaine on ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuona), hyvin hydratoitunut, mikrorakenne on hieman epätasalaatuinen, mikrotiiveys vaihtelee hieman (vesi-sementtisuhde arviolta korkeahko), karbonatisoituminen on voimakasta
- sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

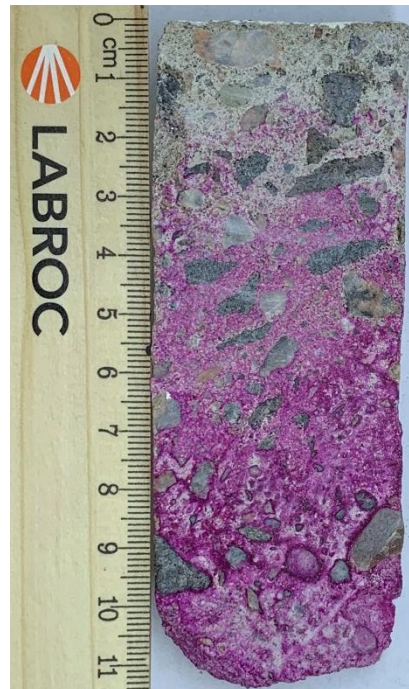
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on vähän
- huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä sekundäärisiä kiteytymiä

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa välillä 0-48 mm on jonkin verran suuntautumaton kutistumatyyppistä mikrosäröilyä (leveys alle 0,01 mm)

**Näytekuva, ulkopinta kuvassa ylhäällä.**



**Näyte VE.01, julkisivu.**

lieriön alkuperäinen pituus 90 mm, ohuthietutkimuksessa huomioitu 74 mm, Ø: 43 mm,  
ohuthiepinta: ulkopinta 3-51 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näytteelle on suoritettu vetolujuuskoestus ennen ohuthietutkimusta (tulos erillisessä raportissa)
- ulkopinta: vetolujuuskoestusta varten tasoitettu betonipinta
- sisäpinta: vetolujuuskoestusta varten tasoitettu betonipinta

**Karbonisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- ulkopinta: 35-50/45 mm, sisäpinta: 8-10/5 mm
- ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- hyvä, tiivistyshuokosia on vähän
- kiviaineen ja sideaineen välisissä tartunnoissa on paikoin rakomaista huokoisuutta (arviolta lievää vedenerottumista)

**Kiviaines:**

- osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 16 mm, kiviaine on ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuona), hyvin hydratoitunut, mikrorakenne on tasalaatuinen, karbonisoituminen on voimakasta
- sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

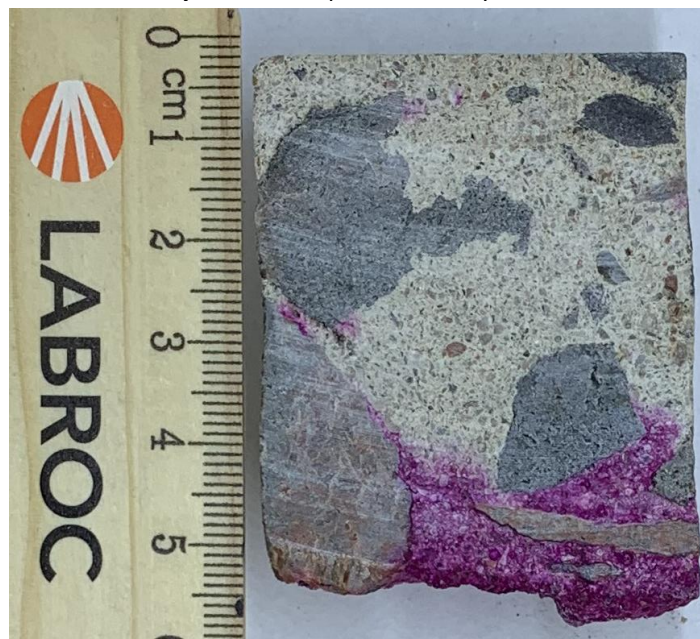
**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on vähän
- huokosiin on kiteytynyt vähän ettringiittiä ja kalsiumhydroksidia, yksittäiset huokokset ( $\varnothing < 0,15$  mm) ovat umpeutuneet

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa välillä 3-51 mm ei ole havaittavissa halkeilua, säröilyä tai merkittävää mikrosäröilyä

**Näytekuva, ulkopinta kuvassa ylhäällä.**



**Näyte VE.02, julkisivu.**

lieriön alkuperäinen pituus 84 mm, ohuthietutkimuksessa huomioitu 70 mm, Ø: 43 mm,  
ohuthiepinta: ulkopinta 3-51 mm

**Näytteen ulkoasu ja pinnat:**

- näytteelle on suoritettu vetolujuuskoestus ennen ohuthietutkimusta (tulos erillisessä raportissa)
- ulkopinta: vetolujuuskoestusta varten tasoitettu betonipinta
- sisäpinta: vetolujuuskoestusta varten tasoitettu betonipinta

**Karbonatisoituminen (min.-max./ka.) ja teräkset:**

- karbonatisoituminen on edennyt näytteen läpi
- ei teräksiä

**Tiivistyminen:**

- tyydyttävä, tiivistyshuokosia on jonkin verran
- kiviaineen ja sideaineen välisissä tartunnoissa on paikoin rakomaista huokoisuutta (arviolta lievää vedenerottumista)

**Kiviaines:**

- osin kulmikkaat granitoidit, suurin raekoko 32 mm, kiviaine on ehjää

**Sideaine:**

- portlandsementti (seosaineena masuunikuona), hyvin hydratoitunut, mikrorakenne on suhteellisen tasalaatuinen, arviolta mikrohuokoinen, karbonatisoituminen on voimakasta
- sideainetta suhteessa kiviaineeseen on tavanomaisesti

**Suojahuokostus ja huokostäytteet:**

- pyöreitä suojahuokosiksi kooltaan luettavia huokosia on jonkin verran
- huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä sekundäärisiä kiteytyymiä

**Halkeilu/ säröily:**

- ulkopinnassa välillä 3-51 mm ei ole havaittavissa halkeilua, säröilyä tai merkittävää mikrosäröilyä

**Näytekuva, ulkopinta kuvassa ylhäällä.**



**PURISTUSLUJUUS**

<b>Tilaja:</b>	Sirate Group Oy	<b>Tilauspäivä:</b>	27.4.2022
<b>Kohde:</b>	Pukkilan vanha tehdas, Turku	<b>Toimitettu laboratorioon:</b>	27.4.2022
<b>Projektinumero:</b>	-	<b>Näytteenotto pvm:</b>	-
<b>Näytetunnukset:</b>	OH.01, OH.02	<b>Testaus pvm:</b>	5.5.2022
<b>Tilavuuden määrittymenelmä:</b>	Todellisiin mittoihin perustuva laskenta.	<b>Pintakosteustila testaushetkellä:</b>	Kuiva

Laboratorio: Oulu

**Menetelmät:**

Puristuslujuuskoe ja tiheyden määrittäminen ovat akkreditoituja menetelmiä ja ne suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratorioissa standardin SFS-EN 12504-1 (2019) ja SFS-EN 12390-7 (2019) mukaisesti. Koekappaleiden puristuspinna on tasoitettu hiomalla siten, että pituuden ja halkaisijan suhde on  $1,0 \pm 0,1$ . Kokeessa käytetty puristustestauskone on Controls Automax 55-C46D02. Puristuslujuuskokeen mittauserävarmuus on  $\pm 2,2\%$  ja tiheyden määrittämisen mittauserävarmuus on  $\pm 1,2\%$ . Laitteisto on kalibroitu 02/2022 (Espoo), 02/2022 (Oulu) ja 12/2021 (Tampere). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

**Olosuhde ennen koestusta:** - asiakkaan toimittamassa säilytysastiasa

**Näytteenottaja:** -

Näyte	Lujuus- ja rak. luokka	Runkoaine max raekoko	Halkaisija [mm]	Näytteen pituus [mm]	Pituus vastaanotettaessa [mm]	Pituus-halkaisija suhde	Tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	Murtovoima [kN]	Tulos [MPa]	Lask. tulos 1) [MPa]	Poikkeama
OH.01	Pilari, 3 krs	18	60	59	60	0,98	2210	68,4	24,2	26,6	3
OH.02	Palkki, 3 krs	15	60	61	80	1,02	2330	111,3	39,4	43,3	3

1) Lieriölujuus on muunnettu kuutiolujuudeksi BY65 kohdan 5.2.3.2 mukaan.

**Lisätietoja:**

Poikkeamalla 3 merkittyjen koekappaleiden tilavuus ei tiheyden määrittämisen yhteydessä täyttänyt standardin SFS-EN 12390-7 mukaista tilavuusvaatimusta (0,785 litraa).


 Jussi Kemppainen, Laborantti  
 p. 040 591 3052, jussi.kemppainen@labroc.fi

 Petri Perälä, Tutkija, Laboratorioanalytikko  
 p. 050 340 7810, petri.peratalo@labroc.fi



VETOLUJUUS						
Tilaaaja:		Sirate Group Oy			Tilauspäivä: 27.4.2022	
Kohde:		Pukkilan vanha tehdas, Turku			Toimitettu laboratorioon: 27.4.2022	
Projektinnumero:		Laboratorio: Oulu				
<b>Menetelmät:</b>						
Koe suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratoriossa standardin SFS 5445 mukaan. Kokeessa käytetty vetolaite on Proceq DY-225. Vetolaitteen mittaausepävarmuus on $\pm 0,30-2,02$ %. Laite on kalibroitu 2/2021.						
Vetokoe betonista suoritetaan uudelleen, jos tulos alittaa 1,5 MN/m <sup>2</sup> . Mahdollinen uusintaveto merkitty *.						
Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.						
<b>Näytteenottaja:</b>						
Näyte	Materiaali/ tila tai rakennusosa	Ø mm	Pituus mm	Tulos MN/m <sup>2</sup>	Murtokohta ja pääasiallinen murtotapa	Lisätieto
VE.01	Julkisivu	43	77	1,3	50-59 mm ulkopinnasta, myötäilee	-
VE.02	Julkisivu	43	74	1,1	41-72 mm ulkopinnasta, myötäilee	murtokohdassa kivi > ½ Ø
VE.03	Julkisivu	43	74	1,5	7-19 mm ulkopinnasta, myötäilee	murtokohdassa kivi > ½ Ø
VE.04	Julkisivu	43	43	3,6	27-42 mm ulkopinnasta, leikkaa	murtokohdassa kivi > ½ Ø, näytteen lävistää pituussuunnassa kivi



**Henna Berg**, Tutkija, Laborantti  
 p. 040 741 1421, henna.berg@labroc.fi

**KARBONATISOITUMISSYVYYDEN MÄÄRITYS****Tilaaaja:** Sirate Group Oy **Tilauspäivä:** 27.4.2022**Kohde:** Pukkilan vanha tehdas, Turku **Toimitettu laboratorioon:** 27.4.2022**Projektinnumero:** **Laboratorio:** Tampere**Menetelmät:**

Määrittäminen suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä standardin SS 137242:1988 mukaisesti betoniliierion halkaistulta pinnalta. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

**Näytteenottaja:**

Näyte	Materiaali/ tila tai rakennusosa	Ulko-/yläpinta minimi-maksimi/ keskiarvo (mm)	Ala-/sisäpinta minimi-maksimi/ keskiarvo (mm)
OH.03	Pilari, 3 krs	epätasaisesti läpi (näytteen pituus 38-65 mm)	-
VE.03	Julkisivu	läpi (näytteen pituus 74 mm)	-
VE.04	Julkisivu	3-6/5	< 2



**Antti Autere**, Tutkija, Geologi  
p. 050 566 9516, antti.autere@labroc.fi

KLORIDIPITOISUUDEN MÄÄRITYS				
Tilaaaja: Sirate Group Oy		Tilauspäivä: 27.4.2022		
Kohde: Pukkilan vanha tehdas, Turku		Toimitettu laboratorioon: 27.4.2022		
Projektinnumero:		Laboratorio: Oulu		
<b>Menetelmät:</b> Koe suoritettiin titraamalla tilaajan toimittamista näytteistä standardin SFS-EN 14629 mukaan (Volhardin menetelmä). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.				
<b>Näytteenottaja:</b>				
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Kuivapaino [g]	Cl -pitoisuus [p-%]	Tyyppi
OH.01	Pilari, 3 krs	5,25	0,02	Kappale
OH.02	Palkki, 3 krs	5,33	< 0,01	Kappale
OH.03	Pilari, 3 krs	5,31	< 0,01	Kappale



**Henna Berg**, Tutkija, Laborantti  
p. 040 741 1421, henna.berg@labroc.fi

**ÖLJYHIILIVETYPTOISUUDEN MÄÄRITYS**
**Tilaja:** Sirate Group Oy **Tilauspäivä:** 27.4.2022
**Kohde:** Pukkilan vanha tehdas, Turku **Toimitettu laboratorioon:** 27.4.2022
**Projektinnumero:** **Laboratorio:** Oulu
**Menetelmät:**  
 Analyysi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä ISO 16703 mukaisesti. Näyte murskattiin ja jauhettiin ennen analysointia. Analyysi on teetetty alihankintana. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti. Tulokset toimitetaan sähköpostilla PDF-muodossa ilman suojausta.

**Näytteenottaja:**

Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	C5-C10 (mg/kg)	C10-C21 (mg/kg)	C21-C40 (mg/kg)	C10-C40 (mg/kg)	C5-C40 (mg/kg)
HV.01	Lattia, 3 krs	< 50	< 25	69	82	82
HV.02	Lattia 2 krs	< 50	< 25	< 25	< 50	< 50
HV.03	Lattia 1 krs	< 50	< 25	< 25	< 50	< 50
HV.04	Lattia kellari	< 50	< 25	58	74	74

Rakennusjätteen hyötykäytön raja-arvo öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuudelle (C10-C40) on 500 mg/kg (Vna 843/2017)

Pysyvän jätteen kaatopaikan raja-arvo öljyhiilivetyjen kokonaispitoisuudelle (C10-C40) on 500 mg/kg (Vna 331/2013)

Vaarallisen jätteen pitoisuusraja öljyhiilivedyille (C5-C40, pitoisuus &gt;) on 1000 mg/kg jos:

- jätteen bentseeni- ja PAH-pitoisuudesta ei ole tietoa, tai
  - jäte sisältää bentseeniä vähintään 0,1 %, tai
  - jäte sisältää bentso(a)pyreeniä tai dibentso(a,h)antraseenia vähintään 0,01 %, tai
  - jäte sisältää bentso(a)antraseenia, bentso(e)pyreeniä, kryseeniä, bentso(b)fluoranteenia, bentso(j)fluoranteenia tai bentso(k)fluoranteenia vähintään 0,1 %
- (Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:2, jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi)

Vaarallisen jätteen pitoisuusraja öljyhiilivedyille (C5-C40, pitoisuus &gt;) on 10 000 mg/kg jos:

- jäte sisältää bentseeniä alle 0,1 %, ja
  - jäte sisältää bentso(a)pyreeniä ja dibentso(a,h)antraseenia alle 0,01 %, ja
  - jäte sisältää bentso(a)antraseenia, bentso(e)pyreeniä, kryseeniä, bentso(b)fluoranteenia, bentso(j)fluoranteenia ja bentso(k)fluoranteenia alle 0,1 %
- (Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:2, jätteen luokittelu vaaralliseksi jätteeksi)



**Mikko Kivela**, Tutkija, Laboratorioanalyttikko  
 p. 050 438 8912, mikko.kivela@labroc.fi