

Vastaanottaja

Vaasan kaupunki / kaavoitus

Kaavoitusarkkitehti

Anne Majaneva

Asiakirjatyyppi

Raportti

Päivämäärä

02/2017

VAASANMYLLYN SIILOT

KUNTOTUTKIMUS



VAASANMYLLYN SIILOT KUNTOTUTKIMUS

Tarkastus **20.2.2017**
Päivämäärä **20.2.2017**
Laatija **Kai Jyrkiäinen DI, Mikko Kontinaho Ins. (AMK)**
Tarkastaja **Inari Weijo DI, Jukka Lahdensivu TkT**
Hyväksyjä **Tilaaja**
Kuvaus **Kuntotutkimusraportti**
Versio **20.2.2017**

Viite 1510029766

TIIVISTELMÄ

Tässä raportissa käsitellään entisen Vaasanmyllyn betonisiilojen kuntotutkimusta ja kustannusarviota korjaukselle, jossa käyttötapa muuttuisi toimisto- tai asuinkäyttöön. Vaasassa, osoitteessa Rantakatu 1A, sijaitseva siilorakennus on rakennettu vuosina 1957–1959 ja sitä on laajennettu 1963. Halkaisijaltaan noin 6 metrisiä pyöreitä siiloja on rakennuksessa yhteensä 18 kappaletta. Tutkimukseen kuuluneessa väliosassa on ollut viljan kuljettamiseen ja käsittelyyn liittyviä laitteita, sekä muutama suorakulmainen viljasiilo. Siilojen 200 mm paksut seinät ovat raudoitettua betonia. Rakennuksen korkein osa on väliosa, joka ulottuu n. 42 metrin korkeuteen maanpinnasta. Savupiipun yläpää ulottuu n. 48 metrin korkeuteen. Rakennus on ollut poissa käytöstä ja kylmillään 90-luvun lopulta asti. Tutkimusta tehtäessä käytössä ei ollut alkuperäisiä rakennesuunnitelmia.

Tutkimuksessa rakenteet tarkasteltiin aistinvaraisesti ja tarvittaessa vasaroiden. Rakennuksen kantavia betonirakenteita tutkittiin poraamalla niistä betoninäytelieriöitä, joista teetettiin laboratoriossa mikrorakennetutkimuksia ohuthieestä, puristus- ja vetolujuuskokeita. Lisäksi näytteistä mitattiin karbonatisoitumisvyydet kohteella ja kaikista otetuista näytteistä teetettiin kiviaineksen hyötykäyttökelpoisuustutkimus laboratoriossa. Betonirakenteista mitattiin raudoitteiden betonipeitepaksuuksia rakenneosittain. Tutkimustulosten perusteella betonirakenteet eivät ole vaurioituneet merkittävästi eikä karbonatisoituminen ole saavuttanut raudoitteita pääsääntöisesti. Mikrorakennetutkimusten perusteella betoni ei ole arviolta pakkasenkestävää kosteusrasituksessa, mutta merkittävää pakkasrapautumaa ei havaittu. Kuitenkin julkisivuilla, piipussa, pilarien alaosissa ja palkeissa on jonkin verran halkeamia sekä ruostuneita teräksiä. Puristuslujuuskokeiden perusteella seinän betonin lujuus on melko alhainen (C20/K25). Vetolujuuskokeiden perusteella seinien betonin vetolujuus on alhainen (noin 1,0 MPa), mutta pilarien ja piipun lujuus yli 2 MPa. Hyötykäyttökelpoisuustutkimuksen mukaan rakenteista otetussa kokoomanäytteessä kromin, kuparin ja sinkin pitoisuudet ylittävät raja-arvon (VNa591 ja 403). Tutkimukseen kuului asbesti- ja haitta-ainekartoitus rakenteiden osalta. Kohteesta otettujen näytteiden perusteella vesikattojen bitumikermi ja kellarin putkieriste sisältävät asbestia, ja kellarin seinän vedeneristeen PAH-pitoisuus ylittää raja-arvon.

Toimenpide-ehdotukset on jaettu turvallisuutta ja terveyttä heikentäviin tekijöihin, korjausehdotuksiin rakenneosittain sekä lisä- ja jatkotutkimuksiin. Tutkimuksissa ilmeni turvallisuutta tai terveyttä heikentäviä tekijöiden osalta lähinnä rakennuksen suojaaminen paremmin ulkopuolisten tunkeutumiselta ja ohikulkijoiden suojaaminen julkisivuilta mahdollisesti irtoavilta betonikappaleilta. Muut tekijät on huomioitu toimenpide-ehdotuksissa. Lähtötietoina oli käytössä aikaisemmin tehtyjä luonnossuunnitelmia ja niitä on hyödynnetty suuntaa antavasti toimenpide-ehdotuksissa ja kustannusarviossa. Toimenpide-ehdotuksissa on esitetty rakennusosakohtaisesti korjaustoimenpiteet, mikäli rakennus korjataan (käyttötavan muutos) toimisto- tai asuinrakennukseksi. Jatkotutkimuksiksi on esitetty toimenpiteitä luonnossuunnittelun lähtötietojen keräämiseksi.

Kustannusarviossa laskettiin vain talo-osien kustannukset esitettyjen toimenpide-ehdotusten mukaisesti kirjallisuuden ja kokemuseräisen kustannustiedon avulla. Kustannusarvion mukaan talo-osien kustannukset olisivat käyttötavan muutoksessa noin 4,5 miljoonaa euroa (alv. 0 %), kun vertailutaso (Talonrakennuksen kustannustieto, Haahtela 2013) talo-osien kustannus vastaavan kokoisessa uudessa toimistorakennuksessa on noin 2,8 miljoonaa euroa (alv. 0 %) ja uudessa asuinrakennuksessa noin 2,7 miljoonaa euroa (alv. 0 %). Korkeaan korjauskustannukseen käyttötavan muutoksessa vaikuttaa haastava työmaateknikka, rakennusrungon soveltumattomuus (uudet välipohjat on tuettava uusilla pysty- ja vaakarakenteilla) ja purkutöiden laajuus sekä rakenteiden puhdistustarve.

Tampereella 20.2.2017

Ramboll Finland Oy

Inari Weiho
DI, Yksikön päällikkö

Kai Jyrkiäinen
DI, Projektipäällikkö

SISÄLLYS

1.	YLEISTIEDOT	1
1.1	Kohteen yleiskuvaus	1
1.2	Tutkimuksen lähtökohta ja tavoitteet	1
1.3	Tutkimuksen lähtötiedot	2
1.4	Aiemmat tutkimukset kohteeseen	2
1.5	Tutkimuksen rajaus	2
2.	SUORITETUT TUTKIMUKSET	3
2.1	Tutkimustoimenpiteet	3
2.2	Tutkimuslaitteet	3
3.	TUTKIMUSMENETELMÄT	4
3.1	Lähtötietojen tarkastelu	4
3.2	Aistinvaraiset havainnot	4
3.3	Betoniraudoituksen korroosio	4
3.4	Betonin lujuus ja pakkasrapautuminen	4
3.5	Mikrorakennetutkimus ohuthieestä	5
3.6	Terveydelle ja/tai ympäristölle haitalliset aineet	5
3.7	Mikrobinäytteen rakennusmateriaaleista	5
3.8	Kiviaineisten rakennusjätteiden hyötykäyttökelpoisuus	5
4.	RAKENNUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS	6
4.1	Lähtötietojen tarkastelu	6
4.2	Aistinvaraiset havainnot	7
4.3	Rakenneavauksista ja näytteistä tehdyt havainnot	13
4.4	Betoniraudoituksen korroosio	14
4.5	Betonin vetolujuus ja pakkasrapautuminen	18
4.6	Haitta-ainenäytteet	20
4.7	Mikrobit	20
4.8	Hyötykäyttökelpoisuus	20
5.	PÄÄTELMÄT RAKENTEIDEN KUNNOSTA	21
5.1	Aistinvaraiset havainnot	21
5.2	Havainnot rakenneavauksista ja betoninäytteistä	21
5.3	Betoniraudoituksen korroosio	22
5.4	Betonin lujuus ja pakkasrapautuminen	22
5.5	Muut näytteet	23
5.6	Käyttötarkoituksen muutos ja muuntojoustavuus	26
6.	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	27
6.1	Turvallisuutta ja terveyttä heikentävät tekijät	27
6.2	Korjausehdotukset rakenneosittain	27
6.3	Lisä- ja jatkotutkimukset	28
7.	KUSTANNUSARVIO	29
8.	AIKAISEMPIEN TUTKIMUSTEN TARKASTELU	30
8.1	Vaasan myllysiilujen betonitekninen kuntotutkimus, 2002	30
8.2	Betoniset viljasiilot Vaasan Myllykorttelissa, 1995	32

LIITTEET

Liite 1	Näytteenottopaikat
Liite 2	Näytteiden havaintotaulukko
Liite 3	Ohuthieanalyysi (Labroc Oy)
Liite 4	Vetolujuuskokeet (Labroc Oy)
Liite 5	Peitepaksuuskuvaajat
Liite 6	Kloridipitoisuuden määrittäminen (Labroc Oy)
Liite 7	PAH-analyysi (Labroc Oy)
Liite 8	Mikrobianalyysin tulokset (Ramboll Analytics)
Liite 9	Hyötykäyttökelpoisuusselvitys (Labroc Oy)
Liite 10	Raskasmetallianalyysi
Liite 11	Kustannusarvio

1. YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde

Vaasanmyllyn siilot
Rantakatu 1A
65100 Vaasa

Tutkimuksen ajankohta

10/2016

Tutkimuksen tilaaja

Vaasan kaupunki / kaavoitus
Kirkkopuistikko 26
65101 Vaasa

Tilaajan edustaja

Kaavoitusarkkitehti
Anne Majaneva
+358 40 743 8149
anne.majaneva@vaasa.fi

Tutkimuksesta vastaava konsultti

Ramboll Finland Oy
Pakkahuoneenaukio 2, PL 718
33101 Tampere

Projektipäällikkö

Kai Jyrkiäinen
+358 50 462 6878
kai.jyrkiainen@ramboll.fi

Kuntotutkijat

Inari Weiho
+358 50 3607230
inari.weiho@ramboll.fi

Mikko Kontinaho
+358 40 524 9590
mikko.kontinaho@ramboll.fi

Tutkimuslaboratoriot

Labroc Oy
Teknologiantie 11
90590 Oulu

Ramboll Analytics Oy
Niemenkatu 73
15140 Lahti

1.1 Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuksen kohteena oli Vaasassa meren rannan läheisyydessä sijaitsevat entisen Vaasanmyllyn siilot. Rakennukseen kuuluu pyöreät viljasiilot, suorakulmainen väliosa, joka yhdistää siilot entiseen myllyrakennukseen, sekä lämpökeskus ja savupiippu. Alkuperäiseltä käyttötarkoitukseltaan viljan varastointiin käytetyt siilot on rakennettu vuosina 1957–1959. Rakennusta on laajennettu 1963, jolloin pohjoispäätyyn rakennettiin kolme viljasiiloa lisää. Halkaisijaltaan noin 6 metriä pyöreitä siiloja on rakennuksessa yhteensä 18 kappaletta. Väliosassa on ollut viljan kuljettamiseen ja käsittelyyn liittyviä laitteita, sekä muutama suorakulmainen viljasiilo. Siilojen 200 mm paksut seinät ovat raudoitettua betonia. Savupiippua lukuun ottamatta rakennuksen korkein osa on väliosa, joka ulottuu n. 42 metrin korkeuteen maanpinnasta. Savupiipun yläpää ulottuu n. 48 metrin korkeuteen. Rakennus on ollut poissa käytöstä ja kylmillään 90-luvun lopulta asti.

1.2 Tutkimuksen lähtökohta ja tavoitteet

Kuntotutkimusta ja korjauskustannusarviota käytetään kaavoituksen ja päätöksenteon lähtötehtonä. Tutkimuksen tavoitteena on tarjouspyynnön mukaisesti saada luotettava tieto siitä, voidaanko siiloja hyödyntää rakentamiseen (julkiseen ja asuinkäyttöön). Purkamisen osalta arvioidaan rakennusmateriaalien hyötykäyttökelpoisuus ja sen vaikutus kustannuksiin.

1.3 Tutkimuksen lähtötiedot

Tutkimussuunnitelmaa tehdessä käytettävissä olivat seuraavat lähtötiedot:

- ARK pääpiirustukset I/1957 (pohjapiirustukset, leikkaukset, julkisivut), W.G. Palmqwist
- ARK pääpiirustukset 15.3.1961 (laajennusosa)

Tutkimushetkellä kohteesta ei ollut käytössä alkuperäisiä rakennesuunnitelmia.

1.4 Aiemmat tutkimukset kohteeseen

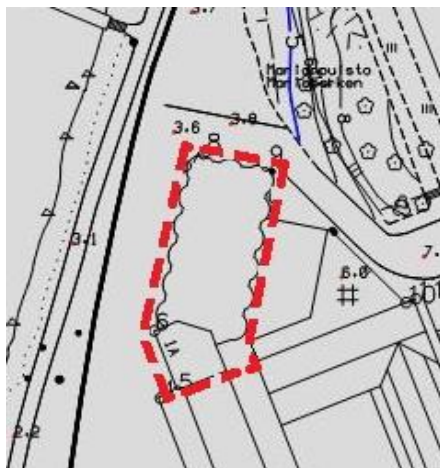
Kohteesta saatiin (23.1.2017) käyttöön seuraavat VTT:n selostukset aikaisemmin suoritetuista tutkimuksista:

- Vaasan Myllysiilojen betonitekninen kuntotutkimus, 2002 (11 sivua)
- Betoniset viljasiilot Vaasan Myllykorttelissa, 1995 (8 sivua)

Luvussa 8 on esitetty yhteenveto aiemmista tutkimuksista.

1.5 Tutkimuksen rajaus

Tutkimusalue rajattiin koskemaan tarjouspyynnön kuvaliitteessä esitettyjä osia rakennuksesta (Kuva 1.1).



Kuva 1.1 Tarjouspyynnössä rajattu alue

Tutkimukset rajoittuivat julkisivujen osalta käytössä olevan nostimen ulottuvuusalueelle (länsi- ja pohjoisjulkisivut sekä piippu) ja sisäpuolten osalta tiloihin, joihin oli tutkimushetkellä pääsy (kellarikerros, puhdistamo 2.krs, vesikatto sekä välisan ylin kerros).

Tutkimusmenetelmät on valittu siten, että ne täydentävät toisiaan ja tulosten perusteella voidaan varmistaa syntyneet päätelmät. Tutkimustulosten luotettavuus on riippuvainen mittauspisteiden edustavuudesta ja otosten laajuudesta, jolloin otantatutkimuksissa yleisesti käytettävillä havaintomäärillä tutkimuksiin sisältyy aina jonkin verran epävarmuutta. Lisäksi käytettyihin tutkimusmenetelmiin sisältyy hieman epävarmuutta, joka tulee ottaa huomioon tulosten tulkinnassa. Suoritetut tutkimukset on kohdennettu siten, että tutkimuksen kohteena olevasta rakenteesta saadaan mahdollisimman tarkka käsitys johtopäätösten perustaksi. Käytettävissä olevilla tutkimusmenetelmillä rakenteiden kunnosta saatiin hyvä käsitys.

Kuntotutkimusraportti koskee tarkastusajankohtana rakenteissa vallitsevaa tilannetta ja tilanne kohteessa saattaa muuttua oleellisesti lyhyen ajan kuluessa. Kuntotutkijalla on oikeus oikaista kuntotutkimusraportissa mahdollisesti havaittu virhe. Kaikista virheistä tulee reklamoida kuntotutkijaa kohtuullisessa ajassa, viimeistään kolmen kuukauden kuluessa kuntotutkimusraportin luovutuspäivästä.

2. SUORITETUT TUTKIMUKSET

2.1 Tutkimustoimenpiteet

Kuntotutkimuksen suunnittelua ja kenttätutkimuksia varten käytössä oli sillojen pääpiirustukset vuodelta 1957 sekä laajennusosan pääpiirustukset vuodelta 1961. Kenttätutkimukset suoritettiin kohteella 13.-14.10.2016 Ramboll Finland Oy:n Tampereen toimiston tutkijoiden toimesta.

Tutkittaville rakenteille suoritettut tutkimukset:

- aistinvarainen tarkastelu
- raudoitteiden betonipeitemittaukset rakenneosittain
- betonirakenteiden vasarointi
- betonirakenteiden karbonatisoitumissyvyyden määrittäminen 10 kpl
- betonin mikrorakennetutkimus ohuthieestä 4 kpl
- betonin vetolujuuskoe 6 kpl
- betonin puristuslujuuskoe 3 kpl
- betonin kloridipitoisuuden määrittäminen 2 kpl
- asbesti- ja haitta-ainetutkimukset 6 kpl
- kiviaineisten rakenteiden hyötykäyttökelpoisuus 1 kpl (kokoomanäyte)
- mikrobinäytteet 1 kpl

Betoni- ja haitta-ainenäytteet analysoitiin Labroc Oy:n laboratorion toimesta. Mikrobinäytteet analysoitiin Ramboll Analyticsin laboratorion toimesta. Laboratorioiden tutkimusraportit on esitetty liitteissä.

2.2 Tutkimuslaitteet

Tutkimukset suoritettiin Ramboll Finland Oy:n laatujärjestelmän mukaisesti. Kuntotutkimuksessa käytettiin seuraavia tutkimuslaitteita:

- betonipeitteiden mittaus, Profometer 5 betonipeitemittari
- betoninäytteiden irrottaminen rakenteista, timanttiporauskalusto
- käsityökalut

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

3.1 Lähtötietojen tarkastelu

Vanhon suunnitelmien tarkastelulla selvitetään kohteen suunnitellut rakenteet, materiaalit ja mitat. Näiden tietojen perusteella arvioidaan rasitetuimmat ja/tai olennaiset tutkimuspaikat ja laaditaan tutkimussuunnitelma. Kohteella toteutuneita rakenteita verrataan suunnitelmissa esitettyihin mahdollisten työmaa- tai käytön aikaisten muutosten selvittämiseksi.

3.2 Aistinvaraiset havainnot

Rakenteita tarkastellaan kohteella aistinvaraisesti, ja pyritään vertaamaan niitä alkuperäisiin suunnitelmiin sekä havainnoidaan silmämääräisesti mahdollisia poikkeamia tai puutteita. Aistinvaraisesti tarkastellaan rakenteiden näkyvät vauriot, rasitusolot ja kosteustekninen toimivuus. Mahdollisen rapautumisen laajuuden selvittämisen apuna voidaan käyttää rakenteiden vasarointia.

3.3 Betoniraudoituksen korroosio

Raudoitteiden betonipeitteet

Raudoitteiden betonipeitemittauksella saadaan selville kuinka syvällä raudoitteet sijaitsevat betonin sisällä. Betonipeite auttaa suojaamaan terästä korroosiolta. Betonirakenteiden korroosiosuoja perustuu betonin korkeaan alkalisuuteen, minkä seurauksena raudoitteiden pintaan muodostuu passiivikalvo. Peitepaksuuksia kartoittamalla pyritään määrittämään, kuinka suuri osuus raudoitteista on riskialttiilla vyöhykkeellä karbonatisoitumisesta johtuvan korroosion suhteen. Raudoitteiden betonipeite mitataan mittalaitteella rakenteen päältä rakennetta rikkomatta.

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoitumissa sementin sisältämä kalsiumhydroksidi reagoi ilman hiilidioksidin kanssa muodostaen kalsiumkarbonaattia. Samalla betoni menettää alkalisuutensa eli neutraloituu. Betonin karbonatisoitumissyvyyttä mittaamalla pyritään määrittämään, kuinka syvältä betoni on neutraloitunut eli menettänyt raudoitteita korroosiolta suojaavaan ominaisuutensa. Betonin karbonatisoitumissyvyys mitataan pH-indikaattorilla, jolla voidaan erottaa karbonatisoitunut (pH n. 8) ja karbonatisoitumaton betoni (pH 13...14).

Betonin kloridipitoisuus

Betonissa olevat kloridit aiheuttavat terästen korroosiota yhdessä veden kanssa jopa karbonatisoitumattomassa betonissa. Betonirakenteiden kloridipitoisuus määritetään rakenteesta poratusta jauhenäytteistä. Kun näytteiden kloridipitoisuus on <0,01 paino- %, kloridimäärä näytteessä ei ylitä haitallisenä pidetyn määrän raja-arvoa. Raja-arvona pidetään yleisesti 0,03...0,07 paino- % kloridipitoisuutta betonin painosta (rakenteesta ja raudoitetyypistä riippuen).

3.4 Betonin lujuus ja pakkasrapautuminen

Betonin vetolujuuskokeet

Betonin vetolujuuskokeessa betonikappaletta vedetään koelaitteella kunnes se murtuu. Kokeen tuloksista voidaan määrittää laskennallisesti betonin vetolujuus. Betonin rapautumistilannetta voidaan arvioida vetolujuuden perusteella, sillä rapautumisen seurauksena betoniin syntyy mikrohalkeamia, jotka alentavat etenkin betonin vetolujuutta. Betonin vetolujuuskokeet suoritetaan laboratoriossa betonirakenteista irrotetuista näyteliieriöistä SFS 5445 -standardin mukaisesti.

Betonin puristuslujuuskokeet

Betonin puristuslujuuskokeessa betonikappaletta puristetaan koelaitteella kunnes se murtuu. Kokeen tuloksista voidaan määrittää laskennallisesti betonin puristuslujuus. Betonin puristuslujuuskokeet suoritetaan laboratoriossa betonirakenteista irrotetuille näytelieriöille SFS-EN 12504-1-standardin mukaisesti.

3.5 Mikrorakennetutkimus ohuthieestä

Ohuthienäytteelle suoritettavassa mikrorakennetutkimuksessa tarkastellaan betoninäytteestä valmistettua hietta (paksuus 0,025 mm) valo- ja polarisaatiomikroskoopilla. Mikrorakennetutkimuksessa selviää betonin suojahuokostuksen onnistuminen (pakkasenkestävyys), betoniin syntyneet säröt ja halkeamat sekä niiden suuntautuneisuus, mahdolliset haitalliset reaktiot sekä huokosrakenteen täyteisyys. Mikrorakennetutkimuksessa määritetään myös betonin karbonatisoitumissyvyys.

3.6 Terveydelle ja/tai ympäristölle haitalliset aineet

Tutkimuksessa kartoitetaan asbesti sekä muut haitta-aineet rakenteista ja putkieristeistä ottamalla materiaalinäytteitä. Materiaalit tutkitaan laboratoriossa pääsääntöisesti yksittäisillä näytteillä. Putkieristeiden asbesti- ja maalien raskasmetallipitoisuudet tutkitaan koontinäytteillä. Lisäksi aistinvaraisesti havainnoidaan rakenteita tai kohtia rakennuksessa jotka ovat voineet altistua kemikaaleille (esim. öljy).

3.7 Mikrobinäytteet rakennusmateriaaleista

Rakennusmateriaalinäytteitä otetaan silloin, kun epäillään mikrobikasvustoa huokoisessa tai helposti irrotettavassa ja hienonnettavassa materiaalissa, kuten eristeissä, tapetin tai kipsilevyn pinnalla. Näytteenottokohdan tulisi olla joko tutkittavan rakenteen tai vaurion suhteen edustava. Rakennusmateriaalista analysoidaan bakteeri-, sädesieni- sekä homeitiöpitoisuus ns. laimennos-sarjamenetelmällä. Rakennusmateriaalinäytteillä osoitetaan materiaalin mahdollinen kosteusvaurio.

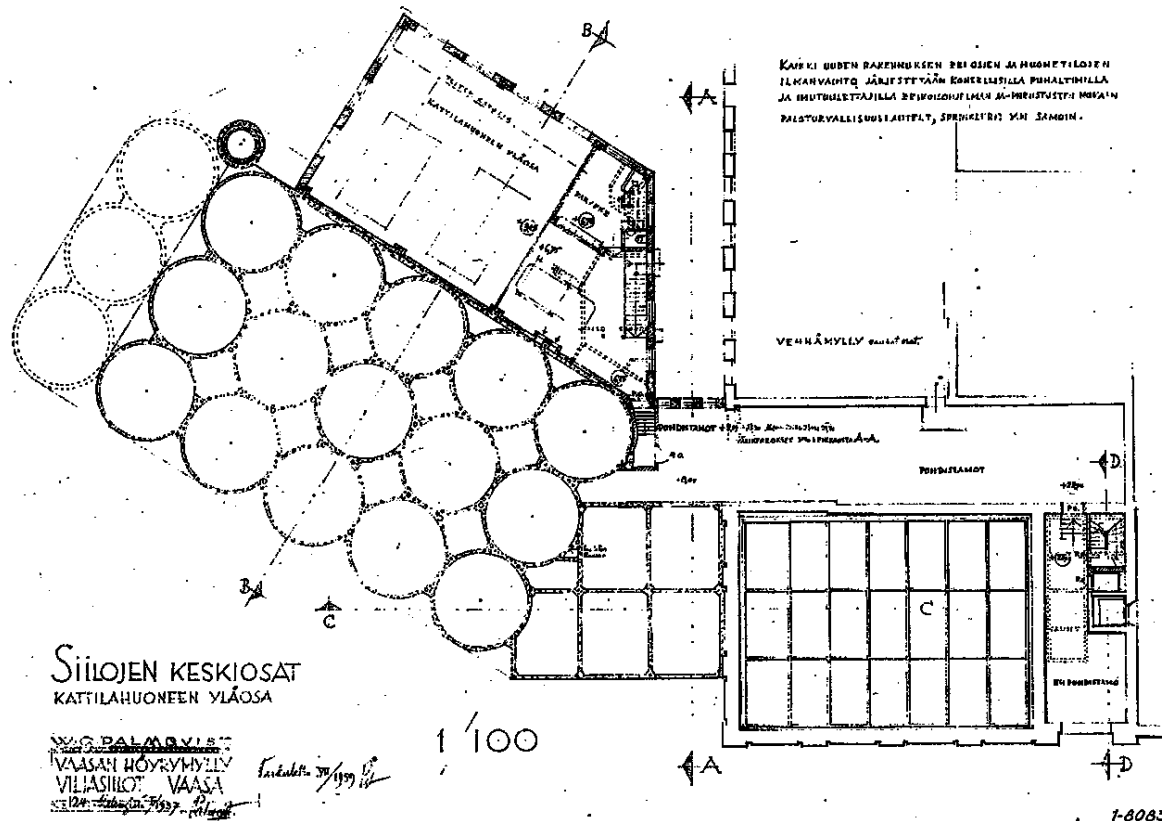
3.8 Kiviaineisten rakennusjätteiden hyötykäyttökelpoisuus

Betonimurskan ja tuhkan hyötykäyttöä säätelevät VNa 591/2006 eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakennuksessa ja sen muutosasetukset (mm. VNa 403/2009). Asetukset koskevat jätteitä, joita voidaan hyödyntää maarakennuksessa ilmoitusmenettelyllä ilman ympäristölupaa. Perustutkimuksessa selvitetään jätteen koostumus ja liukoisuusominaisuudet ja sillä osoitetaan jätteen kuuluvan asetuksen soveltamisalaan. Laadunvalvontatestillä varmistetaan perustutkimuksessa määritetyt ominaisuudet tiettyjen metallien ja anionien osalta.

4. RAKENNUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

4.1 Lähtötietojen tarkastelu

Kohteesta ei ollut käytössä vanhoja rakennesuunnitelmia. Lähtötiedoista ei saatu tietoja rakennevahvuuksista, betonin laadusta tai raudoitteista. Tutkimusten yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella pääpiirustukset vastaavat toteutusta melko hyvin eikä merkittäviä poikkeavuuksia havaittu.



Kuva 4.1 Pohjapiirustus, sillojen keskiosat (W.G. Palmgren, 1957)

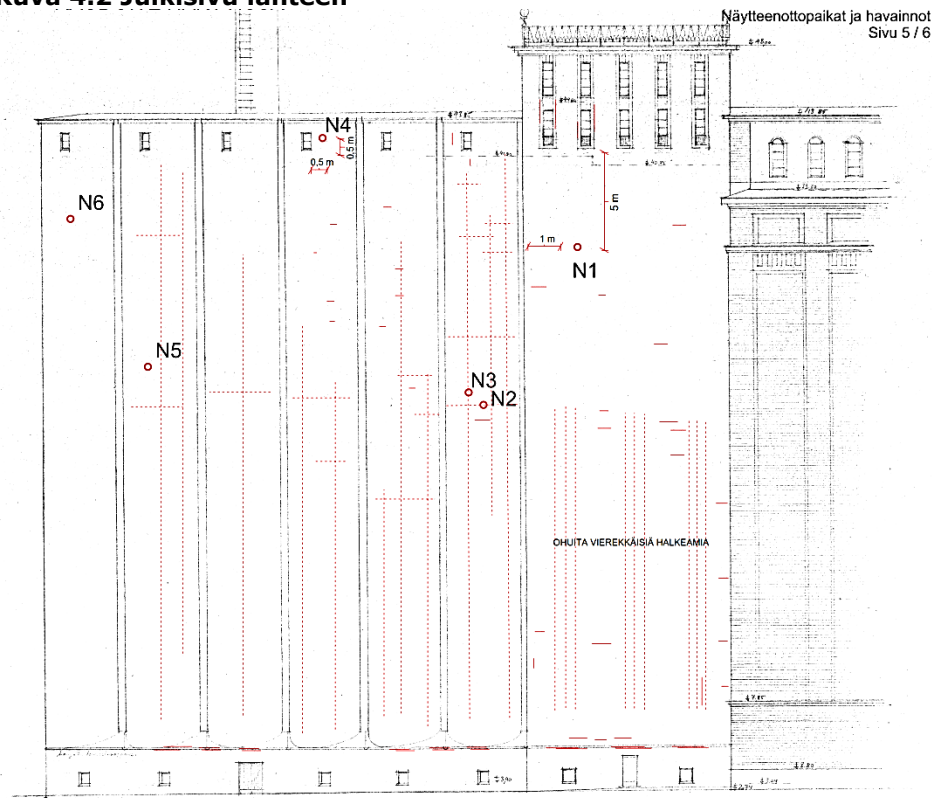
4.2 Aistinvaraiset havainnot

Julkisivut

Lännen puoleisen julkisivun suorassa välisosassa havaittiin runsaasti rapautumaa ja halkeilua (Kuva 4.2, Kuva 4.3). Havainnot julkisivun vaurioista on esitetty tarkemmin liitteessä 1. Seinän raudoituksia, etenkin vaakasuuntaisia on monin paikoin näkyvissä. Länsijulkisivulla vanhemmissa siiloissa on runsaasti vaakasuuntaisia halkeamia sekä pystysuuntaisia halkeamia ylhäältä alas asti. Halkeamia on jossain vaiheessa paikattu (Kuva 4.4). Yläpään ikkunoiden pielet ovat rapautuneet ja raudoitteet ovat näkyvissä (Kuva 4.5).



Kuva 4.2 Julkisivu länteen



Kuva 4.3 Havaitut halkeamat merkittynä julkisivupiirustukseen


Kuva 4.4 Halkeamia paikattu

Kuva 4.5 Ikkunoiden pielet rapautuneet

Pohjoisjulkisivun uudemman osan siilot vaikuttavat hyväkuntoisilta, julkisivussa ei havaittu merkittävää halkeilua tai rapautumaa (Kuva 4.6). Siilon alaosassa oli yksittäisiä raudoitteita näkyvisä.


Kuva 4.6 Julkisivu pohjoiseen

Itäjulkisivulla suorassa välisosassa on runsaasti vihreää kasvustoa. Myös itäpuolella havaittiin vanhoissa silloissa pysty- ja vaakasuuntaisia halkeamia, joita on jossain vaiheessa paikattu (Kuva 4.7).



Kuva 4.7 Julkisivu itään

Piippu

Piippu on tyydyttävässä kunnossa (Kuva 4.8). Raudoitteita on näkyvissä paikoitellen. Piipussa havaittiin vaakasuuntainen halkeama n. 6 metriä piipun yläpäästä (Kuva 4.9). Piipun sisäpuolinen tiilimuuraus on rapautunut yläpäässä n. 1 metrin matkalta (Kuva 4.10).



Kuva 4.8 Piippu



Kuva 4.9 Halkeama piipussa



Kuva 4.10 Piipun sisäpuolinen tiilimuuraus

Vesikatto ja vedenpoisto

Katon vesikate vanhemmalla osalla on huonokuntoinen ja laajalta alueelta irronnut kokonaan irti alustastaan. Vesikatetta on osaksi paikattu uusilla kermeillä. Katon vedenpoistokouruissa on kasvillisuutta. Pohjoispäädyn uudempien siilojen vesikate ja korkean osan vesikaton vesikate on tyydyttävässä kunnossa (Kuva 4.12). Siilojen välissä räystäällä on räystäspalkit, joiden läpi vedenpoistoputki kulkee. Palkit ovat halkeilleet paikoin voimakkaasti (Kuva 4.13).


Kuva 4.11 Vesikatto

Kuva 4.12 Korotusosan vesikatto

Kuva 4.13 Siilojen välinen räystääspalkki

Sisätilat

Sisätilojen osalta tutkimukset keskittyivät siilojen alapuoliseen kellarikerrokseen, koska kaikkiin tiloihin ei ollut pääsyä. Pilareiden alaosissa havaittiin muutamia ruostuneita raudoitteita (Kuva 4.15).


Kuva 4.14 Siilojen alapuolinen kellarikerros

Kuva 4.15 Pilarin alapään raudoite näkyvissä

Korotusosan ullakkokerroksessa havaittiin runsaasti lintujen jätöksiä ja kuolleita lintuja (Kuva 4.16). Kosteusjälkiä ja ruostuneita rautoitteita havaittiin korotusosan yläpohjanlaatan alapinnassa ja ikkunoiden alapuolella seinässä. Puhdistamon toisessa kerroksessa havaittiin runsaasti lintuja ja niiden jätöksiä, mutta kantavissa rakenteissa ei havaittu merkittäviä vaurioita (Kuva 4.17).

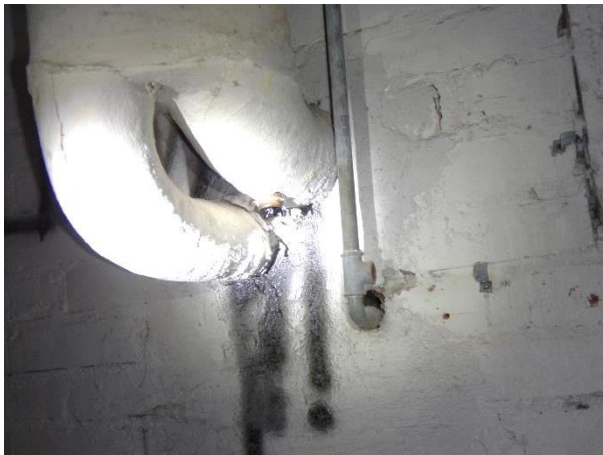


Kuva 4.16 Ullakkokerros korotusosan kohdalla



Kuva 4.17 Puhdistamon +13.20 välipohja

Kellarissa havaittiin vuotavia putkia, joista on valunut öljyä rakenteisiin (Kuva 4.18, Kuva 4.19). Kattilahuoneen ulkopuolella havaittiin öljyjälkiä täyttöputkien kohdalla (Kuva 4.20).



Kuva 4.18 Vuotava öljyputki kellarissa



Kuva 4.19 Öljyä kellaritilan rakenteissa



**Kuva 4.20 Öljyputkia kattilahuoneen ulkoseinällä
(ei kuulu varsinaiseen tutkimusalueeseen)**

4.3 Rakenneavauksista ja näytteistä tehtyt havainnot

Betonirakenteista porattiin 15 kappaletta poralieriönäytteitä (Kuva 4.21). Näytteistä 1 kpl porattiin välisosasta, 4 kpl vanhoista siiloista, 2 kpl uudemmissa siiloista, 2 kpl piipusta sekä vanhalta ja uudelta osalta kellarin seinästä, lattiasta ja pilarista 1 kpl kustakin rakennenosasta (yht. 6 kpl).

Porausten perusteella siilojen seinät ovat 200 mm paksut vanhalla osalla, ja 180 mm uudemmalla osalla. Näytteistä havaittujen raudoitusten perusteella seinän pääraudoitukset ovat Ø12 mm ja Ø10 mm harjaterästä. Tarkemmat havainnot näytteistä on esitetty liitteessä 2.



Kuva 4.21 Poralieriönäytteet

Kellarin rakenteet sisältäpäin porausten perusteella:

Lattia vanhalla osalla

- 90 mm betoninen pintalaatta
- kevytsorakerros
- maanvarainen betonilaatta

Lattia uudella osalla

- 95 mm betoninen pintalaatta
- bitumisively
- maanvarainen betonilaatta
- sorakerros

Seinä vanhalla osalla

- 130 mm poltettu tiili
- bitumisively
- betoniseinä

Seinä uudella osalla

- kahitiili 130 mm
- bitumisively
- betoniseinä



Kuva 4.22 Poraus vanhan osan kellarin lattiaan



Kuva 4.23 Poraus vanhan osan kellarin seinään

4.4 Betoniraudoituksen korroosio

Raudoitteiden korroosioriskiä arvioitiin raudoitteiden betonipeitemittauksilla sekä betonin karbonatisoitumissyvyyden mittauksilla.

Betonin karbonatisoituminen

Betonin karbonatisoituminen mitattiin betonirakenteista irrotetuista betonilieriöistä tai niistä tehdyistä ohuthienäytteistä (Taulukko 4.1).

Taulukko 4.1 Näytteistä mitatut karbonatisoitumissyvyydet

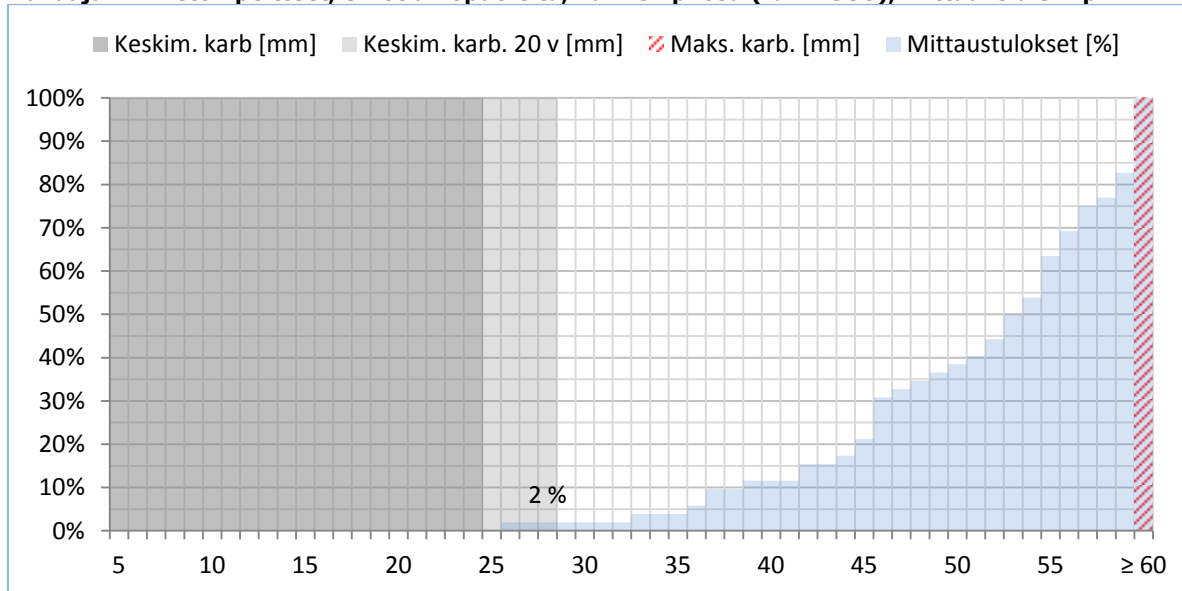
Näyte	Ilmansuunta / Rakennusosa	Ulkopinta (min-max/k.a)	Sisäpinta (min-max/k.a)
N1	Länsi / US, suora osa	5 mm - 20 mm / 12 mm	5 mm - 22 mm / 13 mm
N2	Länsi / US, siilo vanha	31 mm - 60 mm / 40 mm	21 mm - 45 mm / 33 mm
N3	Länsi / US, siilo vanha	LÄPI (halkeama)	LÄPI (halkeama)
N4	Länsi / US, siilo vanha	5 mm - 30 mm / 25 mm	30 mm - 45 mm / 35 mm
N5 (OH)	Länsi / US, siilo vanha	6 mm - 24 mm / 10 mm	16 mm - 30 mm / 20 mm
N6	Länsi / US, siilo uusi	20 mm - 40 mm / 30 mm	23 mm - 45 mm / 30 mm
N7 (OH)	Pohjoinen / US, siilo uusi	6 mm - 35 mm / 20 mm	Ei mitattu
N8	Itä / Piippu	10 mm - 21 mm / 17 mm	Ei mitattu
N9 (OH)	Itä / Piippu	3 mm - 8 mm / halkeamaa pitkin läpi	Ei mitattu
N12 (OH)	Pilari, vanha osa	7 mm - 21 mm / 18 mm	Ei sisäpintaa

- Karbonatisoituminen alkuperäisessä osassa on edennyt keskimäärin 22 mm syvyyteen ulkopinnassa ja 24 mm syvyyteen sisäpinnassa. Halkeaman kohdalla karbonatisoituminen ulottuu koko näytteen (N3) läpi eli 200 mm.
- Karbonatisoituminen laajennusosassa on edennyt keskimäärin 25 mm syvyyteen ulkopinnassa ja 30 mm syvyyteen sisäpinnassa.
- Karbonatisoituminen piipussa on edennyt ulkopinnassa 18 mm syvyyteen ja toisessa näytteessä halkeaman kohdalla karbonatisoituminen ulottuu koko näytteen (N3) läpi eli 70 mm.

Raudoitteiden betonipeitteet

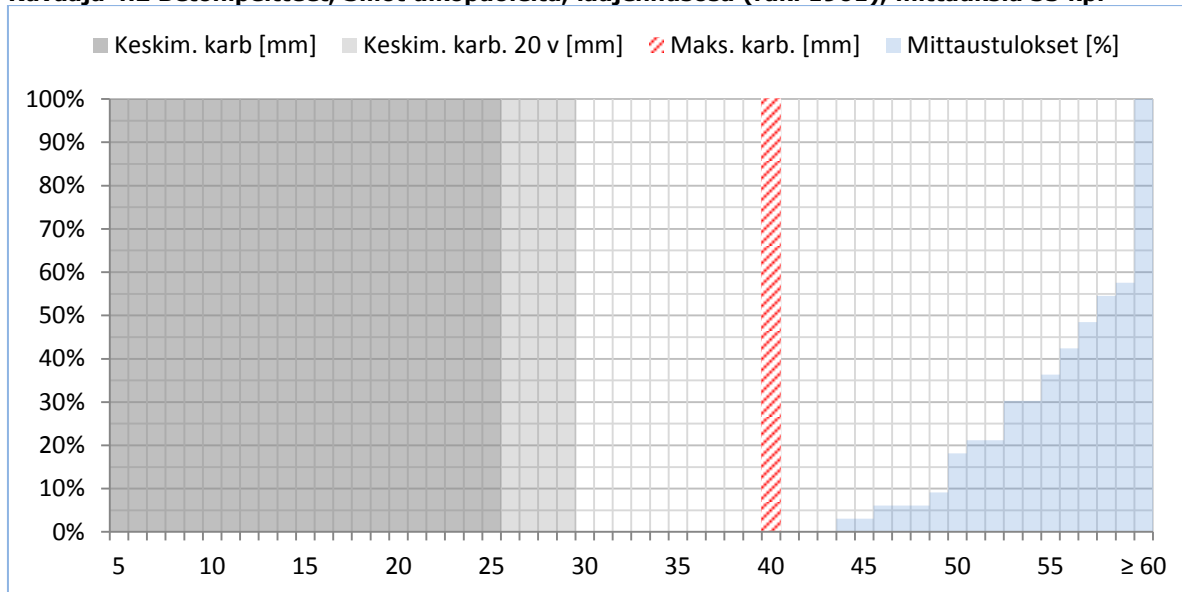
Julkisivuilta betonipeitteiden paksuudet mitattiin ulkopuolelta niiltä osin, kun niihin oli ulottuvuus nostokorista. Peitepaksuudet on esitetty kuvaajissa 4.1, 4.2 ja 4.3, joissa on lisäksi havainnollistettu näytteistä mitatut karbonatisoitumissyvytydet tutkimushetkellä (keskimääräinen ja maksimi) ja keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys 20 vuoden kuluttua, mikäli rakenteet säilyvät entisellään.

Kuvaaja 4.1 Betonipeitteet, Siilot ulkopuolelta, vanhempi osa (rak. 1958), mittauksia 52 kpl

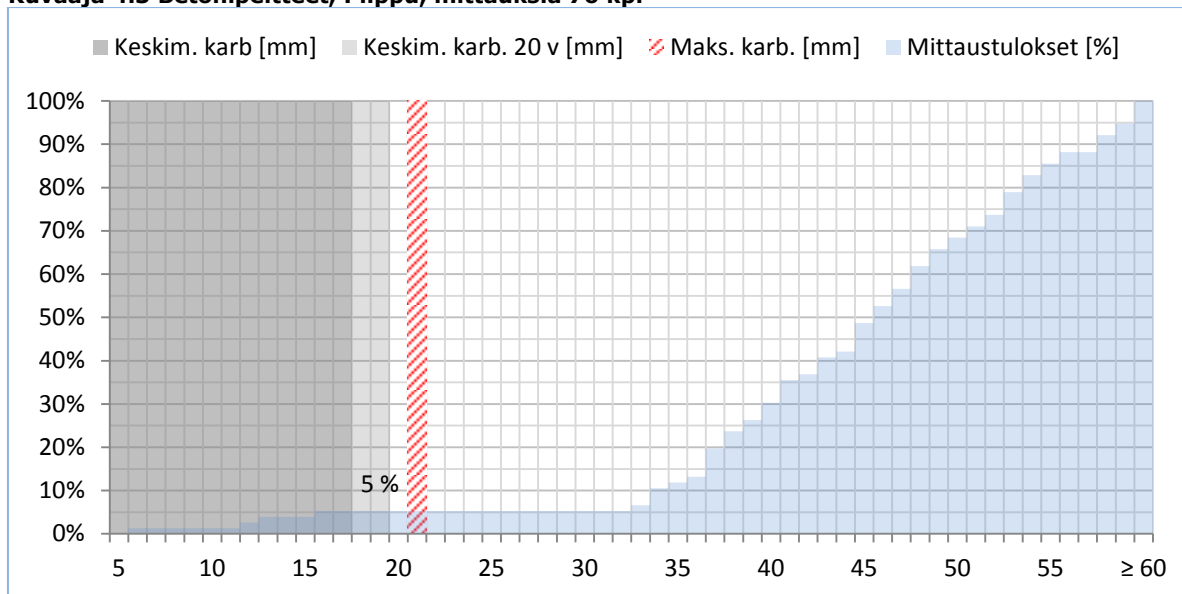


- ➔ Vanhemman osan siilojen ulkopinnan raudoitteista lähes kaikki ovat syvemmällä kuin 25 mm
- ➔ Karbonatisoituminen ei ole saavuttanut raudoitteita
- ➔ 20 vuoden päästä raudoitteista keskimäärin 2 % on karbonatisoituneella vyöhykkeellä

Kuvaaja 4.2 Betonipeitteet, Siilot ulkopuolelta, laajennusosa (rak. 1961), mittauksia 33 kpl

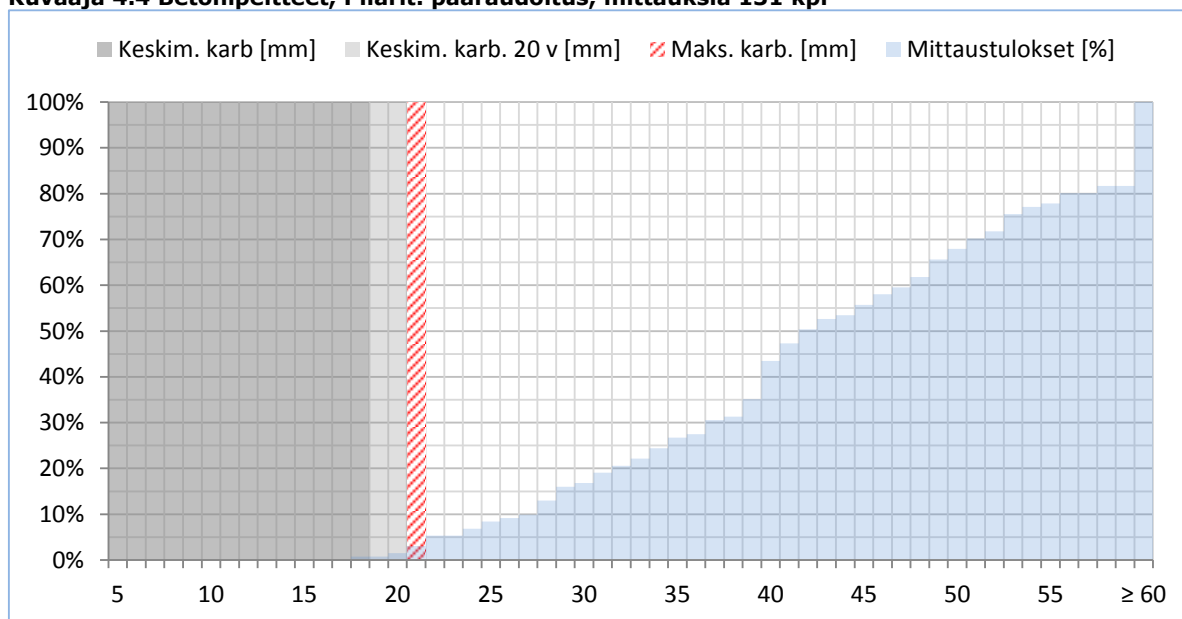


- ➔ Uudemman osan raudoitteista lähes kaikki ovat syvemmällä kuin 45 mm
- ➔ Karbonatisoituminen ei ole saavuttanut tai tule saavuttamaan (seuraavan 20 vuoden aikana) raudoitteita

Kuvaaja 4.3 Betonipeitteet, Piippu, mittauksia 76 kpl


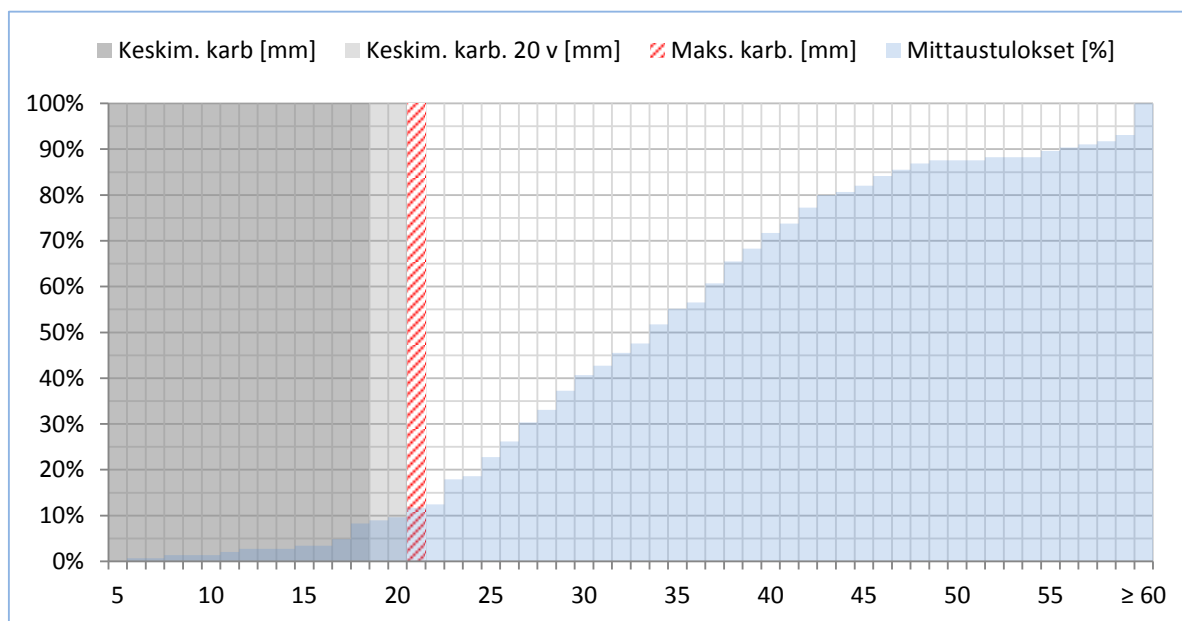
- ➔ Piipun raudoitteista noin 5 % on alle 16 mm syvyydessä, karbonatisoituneella alueella
- ➔ 20 vuoden päästä tilanne on pysyvä keskimäärin samana

Pilareiden peitepaksuudet mitattiin kellarikerroksesta. Peitepaksuudet on esitetty kuvaajissa 4.4 ja 4.5. Pilareista mitattiin yhdestä näytteestä (N12) karbonatisoitumissyvyys, joka oli keskimäärin 18 mm.

Kuvaaja 4.4 Betonipeitteet, Pilarit. pääraudoitus, mittauksia 131 kpl


- ➔ Pilarien pääraudoitteet ovat kaikki yli 15 mm syvyydellä ja reilu 80 % raudoitteista on yli 30 mm syvyydellä.
- ➔ Karbonatisoituminen on saavuttanut tai tulee saavuttamaan seuraavan 20 vuoden aikana vain muutaman prosentin raudoitteista

Kuvaaja 4.5 Betonipeitteet, Pilarit, haat, mittauksia 145 kpl



- ➔ Pilarien hakaraidoiteista noin 10 % raidoiteista on alle 20 mm syvyydellä.
- ➔ Karbonatisoituminen on saavuttanut tai tulee saavuttamaan seuraavan 20 vuoden aikana noin 10 % raidoiteista

Sisäpuolisten rakenteiden osalta peitepaksuudet on esitetty taulukossa 4.2.

Taulukko 4.2 Peitepaksuusmittausten tulokset, sisäpuoliset rakenteet

Rakennusosa	Peitesyvyys	Osuus
Palkit, pääraudoitus Mittauksia 46 kpl	0..29 mm	41 %
	30...59 mm	57 %
	≥60 mm	2 %
Palkit, haat Mittauksia 61 kpl	0..29 mm	77 %
	30...59 mm	21 %
	≥60 mm	2 %

- ➔ Palkkien pääraudoitteista melkein puolet on alle 30 mm syvyydellä ja hakaraidoista melkein 80 %
- ➔ Palkeista ei mitattu karbonatisoitumissyvyyttä, mutta oletettavasti (muiden sisäpuolen mittausten perusteella) karbonatisoituminen on saavuttanut merkittävän osan hakaraidoiteista ja jonkin verran pääraudoitteista

Betonin kloridipitoisuus

Kloridipitoisuus määritettiin betonista poratusta näytejauheesta titraamalla Labroc Oy:n laboratoriossa (Taulukko 4.3). Laboratorion raportti on esitetty liitteissä.

Taulukko 4.3 Näytteiden kloridipitoisuudet

Näyte	Rakennusosa	Cl -pitoisuus [p-%]
KLO1	Piippu	0,02
KLO2	Pilari, vanha osa	< 0,01

- ➔ Kloridimäärä näytteissä ei ylitä haitallisena pidetyn määrän raja-arvoa 0,03...0,07 paino-% betonin painosta (rakenteesta ja raudoitetyypistä riippuen).

4.5 Betonin vetolujuus ja pakkasrapautuminen

Vetolujuuskokeet

Betonirakenteiden betonin vetolujuutta tutkittiin vetolujuuskokein 6 koekappaleesta (Taulukko 4.4). *Betonijulkisivun kuntotutkimus BY42-* oppaan mukaan betonin vetolujuuden ollessa luokkaa 0 -0,5 MN/m² näytteessä on pitkälle edennyt rapautumaa ja luokkaa 0,5-1,0 MN/m² näytteessä on jonkinasteista rapautumaa. Vetolujuuden ollessa luokkaa 1,5 MN/m² tai yli näytteessä ei todennäköisesti ole merkittävää rapautumaa. Vetolujuuskoe toistetaan, jos näytteen tulos on alle 1,0 MN/m².

Taulukko 4.4 Vetolujuuskokeiden tulokset

Näyte	Rakennusosa	Tulos [MN/m ²]	Poikkeama	Murtokohta ja -tapa
N1	US, länsi, suora osa	0,7	murtokohdassa teräs Ø 8 mm	63-72 mm ulkopinnasta, myötäilee runkoainerakeita
N1 (uusinta)	US, länsi, suora osa	1,0	murtokohdassa teräskaset 2 x Ø 10 mm	43-57 mm ulkopinnasta, myötäilee runkoainerakeita
N4	US, länsi, vanha siilo	0,8	murtokohdassa kivi 25 %	77-94 mm ulkopinnasta, myötäilee runkoainerakeita
N4 (uusinta)	US, länsi, vanha siilo	1,0	-	104-129 mm ulkopinnasta, pääasiassa myötäilee runkoainerakeita
N6	US, länsi, uusi siilo	0,6	murtokohdassa teräs Ø 10 mm	36-45 mm ulkopinnasta, myötäilee runkoainerakeita
N6 (uusinta)	US, länsi, uusi siilo	1,1	-	31-42 mm ulkopinnasta, myötäilee runkoainerakeita
N8	Itä, piippu	2,3	-	37-48 mm ulkopinnasta, pääasiassa myötäilee runkoainerakeita
N12	Pilari, vanha osa	2,4	-	60-101 mm pinnasta, pääasiassa myötäilee runkoainerakeita
N14	Pilari, uusi osa	2,2	-	53-62 mm ulkopinnasta, pääasiassa myötäilee runkoainerakeita

- Kaikissa ulkoseinästä otetuissa näytteissä N1, N4, ja N6 alhainen vetolujuustulos indikoi jonkinasteista rapautumaa, kuitenkin uusintavetokokeessa kaikkien tulos oli vähintään 1,0 MPa.
- Piipun tai pilarien vetolujuuskokeiden tulosten perusteella niissä ei todennäköisesti ole merkittävää rapautumaa.

Puristuslujuus

Betonirakenteiden betonin puristuslujuus määritettiin 3 kappaleesta lieriönäytteitä (Taulukko 4.5). Puristuslujuuskokeiden tulosten perusteella määritettiin laskennallisesti betonin vertailulujuus RakMk osa B4 kohdan 6.3.3 mukaisesti.

Taulukko 4.5 Puristuslujuuskokeiden tulokset

Näyte	Rakennusosa	Mitat Ø x h [mm]	Murtovoima [kN]	Puristuslujuus* [MN/m ²]	Tiheys [kg/m ³]
N1	US, länsi, suora osa	64,5 x 68,8	108	36,4	2450
N4	US, länsi, vanha siilo	64,5 x 67,8	101,4	34,1	2280
N5	US, länsi, vanha siilo	64,5 x 60,0	83,5	25,6	2230
Keskiarvo [MN/m²]				32	

*150 mm särmäisen kuution lujuus (RakMk osa B4 kohta 6.3.3.2)

- Koekappaleita on 3...14 kpl → Vertailulujuus Kk = 32 - 6 = 26 MN/m²
- Puristuslujuusarvojen perusteella käytetty betoni täyttää lujuusluokan C20/25 vertailulujuudelle asetetun vaatimuksen.

Mikrorakennetutkimus ohuthieestä

Mikrorakennetutkimus tehtiin neljälle rakenteista poratulle betonilieriölle; 2 kpl siilon ulkoseinistä, 1 kpl piipusta sekä 1 kpl pilarista (Taulukko 4.6). Laboratorion ohuthieanalyysin tutkimusraportti on esitetty liitteissä.

Ohuthietutkimuksen yhteenveto:

- Näytteissä on yksi yhtenäinen valukerros
- Betonit ovat laadultaan vähintään tyydyttäviä -hyviä ja hyvin/suhteellisen hyvin tiivistyneitä
- Betonin sideaineen laatu on näytteissä N7 ja N9 hyvä, näytteissä N5 ja N12 vähintään tyydyttävä
- Kiviaineen tartunnat ovat hyvät ja kontaktit pääosin tiiviit
- Karbonatisoituminen ei ehjillä betonipinnoilla ole edennyt syvälle betoniin, piippunäytteessä karbonatisoituminen on edennyt kapeana kiilana halkeaman yhteydessä näytteen läpi
- Piippunäytteeseen sattuneet teräkset ovat halkeaman yhteydessä ruostuneet voimakkaasti pinnaltaan
- Betonit eivät ole huokostettuja, suojahuokosia on vähän, huokosrakenteen perusteella arvioituna betonit eivät ole pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa
- Piippunäytteen lävistää voimakas pintaa vasten kohtisuora halkeama, muita betonin kuntoa heikentäviä vaurioita ei ole näytteissä havaittavissa
- Huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä kiteytymiä

Taulukko 4.6 Ohuthietutkimuksen tulosten arviointi/yhteenveto

Näyte	Rakenneosa/ pinta	Kunto*	Karbonatisoitumi- nen min-max/ka. [mm]	Huokostus/ huokostäytteet	Rapautu- neisuus**
N5	siilon ulkoseinä/ ulkopinta	hyvä	ulkopinta 6-24/10	ei/ei	0
N7	siilon ulkoseinä/ ulkopinta	hyvä	ulkopinta 9-26/14	ei/ei	0
N9	piippu / ulkopin- ta	välttävä (halkeama)	ulkopinta km. 8 sisäpinta km. 3 halkeamaa pitkin läpi	ei/ei	1
N12	pilari / ulkopinta	hyvä	ulkopinta 7-21/18	ei/ei	0

*asteikko: hyvä, tyydyttävä, välttävä ja heikko

**asteikko 0-4: 0 – ei rapautumaa, 1- vähäistä, 2 – orastavaa, 3 – kohtalaista, 4 – voimakasta

- ➔ Mikrorakennetutkimusten perusteella betonin laatu on vähintään tyydyttävä-hyvä ja betoni on hyvin/suhteellisen hyvin tiivistynyttä
- ➔ Kunto on hyvä eikä rapautumaa havaittu, lukuun ottamatta haljennutta näytettä (N9)
- ➔ Näytteiden huokosrakenteen perusteella betoni ei ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa
- ➔ Näytteiden betonihuokosissa ei havaittu merkittäviä kiteytymiä
- ➔ Karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 13 mm ja halkeaman kohdalla näytteen läpi

4.6 Haitta-ainenäytteet

Kohteesta otettiin 2 kpl asbestinäytteitä, 2 kpl PAH-näytteitä ja 1 kpl raskasmetallinäytteitä (Taulukko 4.7).

Taulukko 4.7 Haitta-ainenäytteiden yhteenveto

Näyte	Rakennusosa	Haitta-aineen esiintyminen (Kyllä / Ei)	Asbestin laatu	Asbestin kunto (A - D)	Asbestin pölyävyys (* - ****)
ASB1	Vesikate, bitumikermi	K	krysotiili	C	**
PAH1	Vesikate, bitumikermi	E	-	-	-
ASB2	Putkieristeet	K	antofylliitti	C	***
PAH2	Perusmuuri, vanha osa, vedeneriste (bitumi)	K	-	-	-
PAH3	Perusmuuri, laajennusosa, vedeneriste (bitumi)	E	-	-	-
RM1	Kokoomanäyte, maalit	E	-	-	-

ASB = Asbestinäyte

PAH = polysyklinen aromaattinen hiilivety -näyte

RM = Raskasmetallinäyte

→ **Näytteet ASB1 ja ASB2 sisältävät asbestia**

- Näytteitä PAH1 ja PAH3 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti. Näytettä PAH2 vastaavat materiaalit tulee käsitellä RATU-kortissa 82-0381 kuvattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisena jätteenä.
- Näytettä RM1 vastaavat materiaalit voidaan raskasmetallipitoisuuksien osalta poistaa ja hävittää normaalisti.

4.7 Mikrobit

Välipohjan alapinnan sementtikuitulevystä (Toja-levy) otettiin 1 kpl mikrobinäyte, josta määritettiin bakteerit, sädesienet ja mikrosienet laimennossarjamenetelmällä. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen § 20 (545/2015) ja Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV (8/2016) mukaan rakennusmateriaalissa katsotaan olevan

- bakteerikasvustoa, kun bakteeripitoisuus on > 100 000 pmy/g
- sädesienikasvustoa, kun sädesienipitoisuus on > 3000 pmy/g
- mikrosienikasvustoa, kun mikrosieni-itiöpitoisuus on > 10 000 pmy/g

Vaikka sienipitoisuus jää alle 10 000 pmy/g voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä havaitaan kosteus- ja homevaurioon viittaavia kosteusvaurioindikaattoreita ja sienten kokonaispitoisuus on 5000 - 10 000 pmy/g tai näytteen sienisuvusto on epätavallisen yksipuolinen (1-2 lajia/sukua) ja pitoisuus kuitenkin > 5000 pmy/g.

Taulukko 4.8 Mikrobiologisen tutkimuksen tulokset

		Materiaali	Bakteerit	Sädesienet	Mikrosienet
Katon sisäpuoli	MN1	Kuitusementtilevy	950 000	18 000	73 000 15 000

- Näytteessä on selvä mikrobikasvusto
- Näytettä vastaavat materiaalit tulee poistaa noudattaen Ratu 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku -ohjekorttia

4.8 Hyötykäyttökelpoisuus

Kiviaineksisista rakenteista otetuista näytteistä koottiin kokoomanäyte hyötykäyttökelpoisuuden analysointia varten. Kokoomanäytteelle tehtiin perustutkimus (VNa591 ja 403), jossa tutkittiin aineksen koostumus ja liukoisuusominaisuudet. Laboratorion tutkimusraportti on esitetty liitteessä 9.

- Näytteen kromin, kuparin ja sinkin pitoisuudet ylittävät raja-arvon (VNa591 ja 403).

5. PÄÄTELMÄT RAKENTEIDEN KUNNOSTA

5.1 Aistinvaraiset havainnot

Julkisivut

Julkisivuilla (etenkin lännen puoleisilla osilla) havaittiin runsaasti raudoitteiden ruostumisen tai betonin kutistumisen aiheuttamia halkeamia, joita on paikkakorjattu jonkin verran aikaisemmin. Ruostuneita raudoitteita ja merkittävää rapautumaa havaittiin lisäksi siilojen yläosissa, räystäs-palkeissa, ikkunoiden ympärillä ja kellarikerroksen lipassa. Laajennusosalla havaittiin vain muutamia ruostuneita raudoitteita. Rakennuksen alkuperäinen osa on pintakäsitelty kauttaaltaan (vaalean harmaa), mutta laajennusosalla pinnoitetta ei havaittu.

Runko

Rakennuksen runko on paikalla valettu teräsbetonirunko. Pystyrunko koostuu siilojen seinistä ja niiden alapuolisista pilareista sekä puhdistamon kantavista seinistä. Väli- ja yläpohjat ovat laat-tapalkkirakenteisia. Rakennuksen rungossa havaittiin kosteusjälkiä ja ruostuneita raudoitteita lähinnä korotusosan yläpohjassa sekä kellarikerroksen pilarien alaosissa. Sisätiloja ei päästy tutkimaan kokonaisuudessaan ja oletettavasti vaurioita on ainakin ullakkokerroksen yläpohjassa ja ikkunoiden alapuolella. Rakennuksen rungossa ei havaittu perustusten painumiseen viittaavia merkkejä.

Maanvastaiset rakenteet

Kellarin alapohja on kaksoisbetonilaatta ja laattojen välissä on rakenneavauksen perusteella kevytsoraa. Alapohjalaatassa havaittiin joitakin kosteusjälkiä, mutta kosteuden lähdettä ei voida varmuudella todeta. Kellarin seinät ovat sisäpuolelta vedeneristettyjä ja tiiliverhoiltuja teräsbetoniseiniä.

Vesikatto

Vesikatto on loiva, betoninen bitumikermikatto, mutta siilojen kohdalla kermi puuttuu laajoilta alueilta ja rakenteet altistuvat runsaalle kosteusrasitukselle. Korotusosan bitumikermi oli uudempi ja tyydyttävässä kunnossa. Vesi johdetaan siilojen ulkoreunoilla oleviin kouruihin ja niistä räystäspalkin läpi syöksytorvilla maahan. Siilojen välissä kellarissa on pieni vesikatto/lippa, jonka bitumikermikate oli pahasti vaurioitunut.

Piippu

Piipun vaalean harmaa pinnoite on irronnut pois lähes kokonaan ja piipussa havaittiin jonkin verran lähinnä poikkisuuntaisia ruostuneita raudoitteita. Piipun yläosassa (noin 3 m vesikatosta) havaittiin betonirakenteen läpi menevä poikittainen halkeama. Piipun sisäpuolinen tiilimuuraus oli pitkälle rapautunut yläosasta. Piipun yläreunassa on teräskaulus, mutta sadeveden pääsyä piippuun ei ole estetty. Maan tasosta katsottuna vaikuttaa, että piipun yläosa kallistuu poispäin siiloista tai sitten piipun muu osa kallistuu siiloihin päin. Käytössä olleilla mittalaitteilla ei voitu tarkastella kallistumaa.

5.2 Havainnot rakenneavauksista ja betoninäytteistä

Rakenneavausten perusteella seinät ovat noin 200 mm (laajennusosalla noin 180 mm) paksuja ja raudoitteet harjaterästä (Ø10 tai Ø12 mm). Julkisivulla ja piipussa halkeaman kohdalle poratuista näytteistä havaittiin vaakasuuntaisten halkeamien lävistävän rakenteen. Halkeamien kohdalla raudoitteet ovat ruostuneet. Maanvastaiset seinärakenteet ovat sisäpuolelta vedeneristettyjä ja tiiliverhoiltuja. Maanvastainen alapohjan alkuperäisellä osalla on kahden betonilaatan välissä kevytsoraa. Laajennusosan alapohjan pintalaatan ja kantavan laatan välissä on vedeneriste. Betoninäytteiden arvioitu tiivistymisaste on pääosin hyvä tai tyydyttävä.

5.3 Betoniraudoituksen korroosio

Alkuperäisellä osalla ulkoseinien ulkopinnalla betoniraudoitteista noin 90 % on yli 40 mm syvyydellä eikä keskimääräinen karbonatisoituminen (24 mm) ole saavuttanut raudoitteita.

Laajennusosalla ulkoseinien ulkopinnalla betoniraudoitteista noin 90 % on yli 50 mm syvyydellä eikä keskimääräinen karbonatisoituminen (25 mm) ole saavuttanut raudoitteita.

Piipun ulkopinnalla betoniraudoitteista noin 90 % on yli 35 mm syvyydellä ja keskimääräinen karbonatisoituminen (17 mm) on saavuttanut noin 5 % raudoitteista.

- ⇒ Raudoitteiden betonipeitepaksuus- ja karbonatisoitumissyvyysmittausten tulosten perusteella julkisivuilla havaitut halkeamat johtuvat joko pintaan jääneistä raudoitteiden ruostumisesta tai sitten kutistumahalkeamista sekä niiden kohdalla olevien raudoitteiden ruostumisesta.
- ⇒ Raudoitteiden ruostuminen tapahtuu paikallisesti halkeamien kohdalla. Pistemäinen vaurioituminen voi heikentää rakenteen kantavuutta merkittävästikin, koska raudoitteen ja betonin välinen kontakti on heikentynyt ja teräs ei pysty enää välittämään yhtä suurta vetojännitystä.

Pilarien pääraudoitteista noin 80 % on yli 30 mm syvyydellä ja keskimääräinen karbonatisoituminen (18 mm) on saavuttanut vain muutaman prosentin raudoitteista. Pilarien hakaraudoitteista noin 60 % on yli 30 mm syvyydellä ja keskimääräinen karbonatisoituminen (18 mm) on saavuttanut noin 10 % raudoitteista.

Palkkien pääraudoitteista noin 15 % on alle 20 mm ja noin 45 % alle 30 mm syvyydellä. Palkkien hakaraudoitteista yli 20 % on alle 10 mm ja noin 60 % alle 20 mm syvyydellä.

- ⇒ Sisäpuolen rakenteiden betonipeitepaksuus- ja karbonatisoitumissyvyysmittausten perusteella raudoitteiden ruostuminen on mahdollista palkeissa ja pilareissa paikoittellen. Silmä määräisten havaintojen perusteella vaurioituminen on käynnistynyt.
- ⇒ Sisäpuolen raudoitteiden peitepaksuus vaikuttaa myös rakenteiden palonkestävyyteen ja karkeasti, alustavan arvion perusteella pilareilla palonkestoaika R60 voidaan saavuttaa ilman erillisiä suojaustoimenpiteitä, mutta palkkien ja mahdollisesti välipohjien osalla tarvitaan suojaavia rakenteita tai suojabetonipeitteen lisäämistä.

5.4 Betonin lujuus ja pakkasrapautuminen

Betonin vetolujuus

Ulkoseinien betoninäytteiden vetolujuuskokeiden (3 kpl) tulokset vaihtelevat välillä 1,0 - 1,1 MPa ja sen perusteella rakenteissa on voi esiintyä jonkinasteista rapautumaa.

- ⇒ Vetolujuuskokeet suoritettiin eri syvyyksille rakenteessa eikä mikrorakennetutkimuksessa havaittu rapautumaa ulkopinnassa, joten alhaiset vetolujuustulokset saattavat johtua myös betonin alun perin alhaisesta lujuudesta ja pyöreästä kiviaineksesta (ei pakkasrapautumisesta).

Piipun (1 kpl) ja pilareiden (2 kpl) betoninäytteiden vetolujuuskokeiden tulokset vaihtelevat välillä 2,2 - 2,4 MPa, eikä niissä todennäköisesti esiinny merkittävää rapautumaa.

Betonin puristuslujuus

Ulkoseinien betoninäytteiden (3 kpl) puristuslujuuskokeiden tulosten perusteella käytetty betoni täyttää lujuusluokan C20/25 vertailulujuudelle asetetun vaatimuksen.

Mikrorakennetutkimus ohuthieestä

Mikrorakennetutkimusten perusteella betonin laatu on vähintään tyydyttävä-hyvä ja betoni on hyvin/suhteellisen hyvin tiivistynyt. Betoninäytteiden kunto on hyvä eikä rapautumaa havaittu, lukuun ottamatta piipun näytettä (N9), jossa esiintyy alkavaa rapautumaa. Näytteiden huokosrakenteen perusteella betoni ei ole pakkasenkestävää kosteusrasituksessa. Näytteiden betonin huokosissa ei havaittu merkittäviä haitallisia kiteytymiä. Karbonatisoituminen on edennyt keskimäärin 13 mm ja näytteen (N9) halkeaman kohdalla näytteen läpi.

5.5 Muut näytteet

Asbesti

Otettujen näytteiden perusteella vesikaton bitumikermässä ja kellarin putkieristeessä on asbestia (krysotiili ja antofylliitti). Näytettä vastaavat rakenteet tulee poistaa ja hävittää RATU 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku -ohjekortin mukaisesti.

PAH-yhdisteet

Otettujen näytteiden perusteella vesikaton bitumikermän tai laajennusosan perusmuurin vedeneristeen PAH-pitoisuus ei ylitä raja-arvoa, mutta alkuperäisen osan perusmuurin vedeneristeen pitoisuus ylittää raja-arvon ja sitä vastaavat materiaalit tulee käsitellä RATU-kortissa 82-0381 kuvattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisena jätteenä.

Raskasmetalli

Kohteen maaleista tehdyn kokoomanäytteen raskasmetallipitoisuudet eivät ylitä raja-arvoa ja niitä vastaavat rakenteet voidaan raskasmetallipitoisuuksien osalta poistaa ja hävittää normaalisti.

Mikrobit

Tutkimuksessa otettiin yksi mikrobinäyte välipohjan alapinnan sementtikuitulevystä (Toja-levy), jossa havaittiin selvä mikrobikasvusto. Näytettä vastaavat materiaalit tulee poistaa noudattaen Ratu 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku -ohjekorttia.

Hyötykäyttökelpoisuus

Kiviaineksisista rakenteista otetussa kokoomanäytteen kromin, kuparin ja sinkin pitoisuudet ylittävät raja-arvon (VNa591 ja 403). Betonijätteen hyötykäytön suunnittelussa tulee ottaa huomioon nämä pitoisuudet, sillä esimerkiksi ns. MARA-asetuksen (Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa, 591/2006) mukaan tutkittu kiviaines ei kuulu asetuksen soveltamisalaan.

Julkaisun Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla (Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunki 17.3.2015) mukaan betonimurskeen, joka ei täytä kaikkia MARA-asetuksen vaatimuksia, käyttö on ympäristöluvanvaraista tai se viedään kaatopaikalle (Kuvat 5.1 ja 5.2).

Jätteiden käsittelyn paikkakuntaohjeet tulee kysyä aina paikallisilta ympäristöviranomaisilta ennen purkutöihin ryhtymistä.

Betonijätteen hyödyntämistä koskevat säädökset

LIITE 2

1. Betonijätteen käsittely ja betonimurskeen valmistaminen

Jätelaki (646/2011) määrittelee *jätteellä* aineen tai esineen, jonka sen haltija on poistanut tai aikoo poistaa käytöstä taikka on velvollinen poistamaan käytöstä. Näin ollen käytännössä kaikki purettava materiaali muuttuu viimeistään purkuhetkellään jätteeksi. Jätelain mukaan betonimurske säilyttää aina jätetähtäksen vaikkakin se olisi jalostettu, ympäristökelpoinen ja CE-merkitty.

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) kieltää jätteen sijoittamisen maahan siten, että siitä voi seurata maaperän tai pohjaveden pilaantumista. Lisäksi ympäristönsuojelulain mukaan jätteen laitos- tai ammattimaisessa hyödyntämisessä on oltava ympäristölupa, lukuun ottamatta poikkeuksia, jotka on esitetty MARA-asetuksessa. Asetuksen mukaan jäte voidaan hyödyntää ilman ympäristölupaa, kun sen laadunhallinta järjestetään asetuksessa edellytetyn ELY-keskuksen hyväksymän laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti riittävin tutkimuksin ja betonimurske valmistetaan murskaamalla. Asetuksen mukainen ilmoitus ei kuitenkaan oikeuta valmistamaan betonimursketta ilman ympäristölupaa.

Jätteen käsittelyyn on ympäristönsuojelulain 27 § mukaan oltava ympäristölupa. Luvan käsittelee kunnan ympäristösuojeluviranomainen, kun vuosittain käsiteltävä jättemäärä on alle 50 000 t vuodessa. Mikäli vuosittain käsiteltävä jättemäärä on suurempi kuin 50 000 t, käsittelee luvan AVI. Huomioitavaa on, että mikäli jätteiden käsittelymäärä on enemmän kuin 100 t vuorokaudessa on toiminnalle tehtävä myös YVA-lain mukainen menettely.

Rakennus puretaan rakennus- tai purkuluvan nojalla ja ko. työn osana käsitellään myös rakennusjätteen kerääminen, lajittelu sekä toimittaminen käsiteltäväksi. Pulverointi on syntypaikalla tapahtuvaa jätteen esikäsittelyä. Esikäsittely katsotaan käsitteellisesti osaksi käsittelyä (lopullisen tarkoituksen perusteella osaksi hyödyntämistä tai loppukäsittelyä), mikä erillisessä paikassa ja erillään varsinaisen käsittelypaikan laitoskokonaisuudesta ei vielä tarkoita ympäristöluvan tarvetta. Pulveroinnin aiheuttama pölyäminen voi edellyttää ympäristölupaa kohtuuttoman rasituksen perusteella.

2. Betonimurskeen hyödyntäminen

MARA-asetuksessa määritellään perusteet, joiden täytyessä asetuksessa tarkoitettujen jätteiden ammatti- tai laitosmaiseen käyttöön maarakentamisessa ei tarvita ympäristölupaa. Ympäristöluvan sijaan jätteen hyödyntäjä (tai hänen valtuuttamansa muu taho) tekee ilmoituksen hyödyntämisestä ELY:n ympäristönsuojelun tietojärjestelmään (VAHTI) merkitsemistä varten. Asetus koskee betonimurskeen (ei muiden purkujätteiden) sekä lentotuhkan ja pohjatuhkan hyödyntämistä maarakennuskohteissa. Asetuksen mukaiset hyödyntämispaikat on esitetty luvussa 2.

Betonimursketta voidaan käyttää päällystetyssä tai peitettyssä* rakenteessa ilmoitusmenettelyllä, kun seuraavat MARA-asetuksessa esitetyt vaatimukset täyttyvät:

- betonimurskeen haitallisten aineiden pitoisuudet ja liukoisuudet täyttävät MARA-asetuksessa esitetyt vaatimukset,
 - kohde ei ole I...II -luokan pohjavesialueella**,
 - asfaltin tyhjätila ≤ 5 % tai peittokerros* kiviaineksilla ≥ 10 cm,
 - hyödyntämispaikan haltija on hyväksynyt betonimurskeen käytön***,
 - betonimurskekerroksen paksuus on enintään 1,50 m ** ja
 - betonimurskeen käytöstä tehdään ilmoitus ympäristöviranomaiselle.
- * MARA-asetuksessa peittämisellä tarkoitetaan rakenteen suojaamista vähintään 10 cm paksuisella kerroksella luonnon kiviainesta
- ** Pohjavesialueilla ja yli 1,5 m kerroksilla tarvitaan ympäristölupa
- *** Haltijan/omistajan lupa tarvitaan esim. katualueella tai katualueen sivussa oleville LPA-tonteille

Betonimurskeen hyödyntäminen on HSY:n ohjeen ja tämän ohjeen mukaisissa käyttökohteissa kielletty vapaan pohja- tai orsivesipinnan alaisissa rakenteissa tai täytöissä (betonimurskeen käyttöä ei rajoita esim. savikerroksen alapuolisen pohjaveden, joka ei ole yhteydessä orsiveteen, painetaso).

MARA-asetuksen mukainen hyödyntäminen koskee jätteen ammatti- ja laitosmaista hyödyntämistä (sijoitettava määrä yli 500 tonnia). Ympäristöturvallisuudesta voidaan huolehtia jätettä tuottavan laitoksen ympäristölupaa koskevin lupamääräyksin (laadunvalvonta, kirjanpito) tai ympäristönsuojelumääräyksin.

MARA-asetuksen päivittäminen on käynnissä ja tavoitteena on, että asetus on päivitetty loppuvuoden 2015 ... alkuvuoden 2016 aikana.

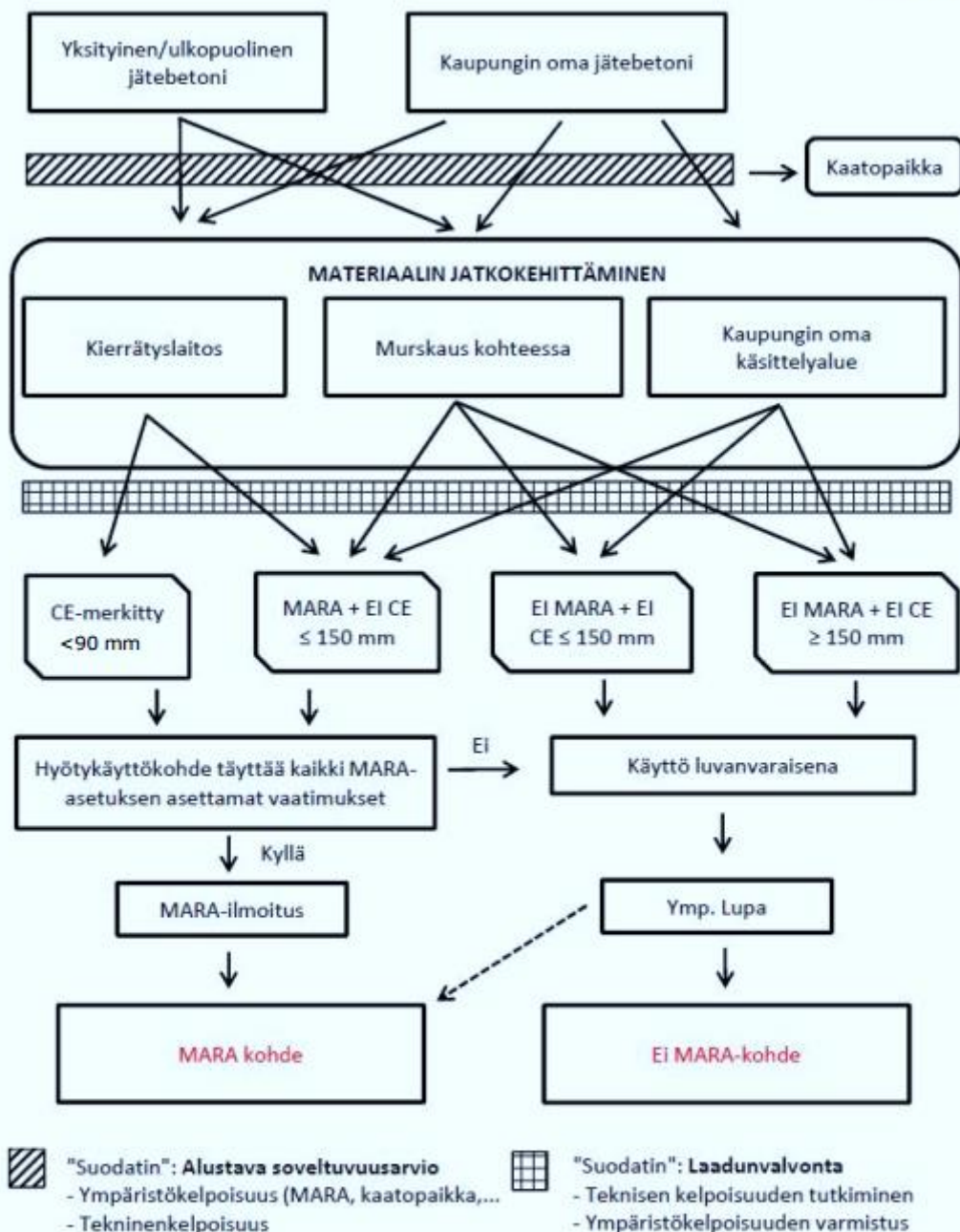
9

Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunki 17.3.2015

Kuva 5.1 Liite 2 Betonijätteen hyödyntämistä koskevat säädökset (Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla; Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunki; 17.3.2015)

Betonijätteen betonimurskeeksi jalostamisen periaatteita

LIITE 4



Betonijätteen betonimurskeeksi jalostamisen periaatteet (betonijätteen omistaja, laadunvalvonta, murskaus, lupatarve, CE-merkintävelvollisuus, ...).

Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunki 17.3.2015

11

Kuva 5.2 Liite 4 Betonijätteen betonimurskeeksi jalostamisen periaatteita (Betonimurskeen hyödyntäminen infrarakentamisessa pääkaupunkiseudulla; Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupunki; 17.3.2015)

5.6 Käyttötarkoituksen muutos ja muuntojoustavuus

Yleistä rakennuksen muuntojoustavuudesta

Muuntojoustavuudella/muunneltavuudella tarkoitetaan rakennuksen tai rakenteen kykyä mukautua käyttöön aikana tapahtuviin merkittäviin käyttötarkoituksen muutoksiin. Mikäli rakennus ei jouta mahdollisiin käyttötarpeiden muutoksiin, voidaan joutua toteamaan rakennus vanhanaikaiseksi ja käyttöön päättäneen. Tai vaihtoehtoisesti käyttötarkoituksen muutos vaatii paljon muutostöitä ja aiheuttaa siten huomattavia kustannuksia ja myös huomattavia ympäristökuormituksia. Muuntojoustavuuden merkitys on erilainen asuin- ja toimitilarakennuksissa. Toimitilapuolella muuntojoustavuutta edellytetään selvästi asuinrakennuksia enemmän. Vuokralaisten tarpeet tilojen suhteen voivat olla hyvinkin erilaiset ja lisäksi koko rakennuksen käyttötarkoitus saattaa muuttua esimerkiksi opiskelija-asuntolasta toimistorakennukseksi. Muuntojoustavuuden huomioiden tekee vaikeaksi rakennusten pitkä käyttöikä. Lisäksi maailma on entistä nopeammassa muutosvauhdissa. Hyvänä esimerkkinä on talotekniikka, jonka osalta on erittäin vaikeaa ennustaa tulevaisuuden tarpeita. Tulevaisuuden muutostarpeita ajatellen on edullista, jos saavutetaan kantavien rakenteiden osalta mahdollisimman laajoja, avoimia tiloja. Näin tila on hyvin muunneltavissa. (lyhennetty tekstistä: Rakentamisen ekologisuus, Jouni Punkki, www 17.2.2017, saatavilla: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK030305.pdf>)

Tutkimuskohteen soveltuvuus eri käyttötarkoituksiin

Tutkimuskohde on suunniteltu ja rakennettu viljan esikäsittelyä ja varastointia varten. Rakennuksen käyttötarkoituksen muutos asuin- tai toimistokäyttöön edellyttää merkittäviä muutoksia niin rakennuksen runkojärjestelmään kuin kaikkiin yksittäisiin rakenneosiin. Erityisesti muutossuunnittelua rajoittavat ja vaikeuttavat seuraavat tekijät (RIL 216-2013 Rakenteiden ja rakennusten elinkaaren hallinta, s.93, Tampere, 2013):

- toiminnalliset vaatimukset
 - o tilojen muoto ja koko (kaarevat seinät rajaavat tilat pieneksi, hankalasti eri toimintoihin jaettaviksi osioiksi)
 - o luonnonvalon puute (kaikki ikkunat on sahattava rakennusrunkoon, mikä heikentää rungon kantavuutta)
 - kuormitukset ja runko
 - o rakennuksesta ei ole olemassa alkuperäisiä rakennesuunnitelmia, joten rungon kantavuuden laskenta on hyvin vaikeaa
 - o siiloissa ei ole välipohjia ja niiden rakentaminen lisää kuormia
 - o kuormitukset on suunniteltu viljalle, mutta käyttötarkoituksen muutoksen jälkeiset hyötykuormat ovat huomattavasti suuremmat
 - rakennusfysikaaliset vaatimukset
 - o rakennus on lämmöneristämätön, joten käyttötarkoituksen muutoksessa koko rakennuksen vaippa tulee lämmöneristää
 - o säilytettävien rakenteiden epäpuhtaudet (mikrobikasvustot, haitta-aineet ja muut epäpuhtaudet)
 - paloturvallisuus
 - o rakenteiden palonkestävyyttä, osastointia, paloluokkaa ja poistumisteitä voidaan tarkastella vasta, kun käyttötarkoitus ja tilajaot ovat selvillä
 - rakennuksen kunto
 - o tutkimuksen perusteella kaikilla rakennusosilla täytyy tehdä puhdistus- ja/tai korjaustoimenpiteitä sekä useita rakenneosia uusia kokonaisuudessaan
- ➔ rakennus on suunnittelun, työmaatekniikan ja kustannusten suhteen vaikeasti muutettavissa asuin- tai toimistokäyttöön
- ➔ käyttötarkoituksen muutoksessa on mahdollista, että säästettäviä rakenteita ei saada puhdistettua riittävästi, mikäli käsittelytapa jää kevyeksi
- ➔ käyttötarkoituksen muutos on niin raskas toimenpide, että sillä saavutettavan käyttöön täytyisi vastata uudisrakennusta ja se tulisi suunnitella muuntojoustavaksi. Kuitenkin rakennuksen runkojärjestelmä ja tilojen muoto ja koko vaikeuttaisivat rakennuksen muunneltavuutta sen käyttöön aikana.

6. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

6.1 Turvallisuutta ja terveyttä heikentävät tekijät

Tutkimushetkellä rakennus ei ollut käytössä, mutta läheltä rakennusta kuljetaan eikä rakennusta ole aidattu. Tutkimuksissa havaitut julkisivujen ja piipun betonivauriot (halkeamat, raudotteiden ruostuminen) tulevat lisääntymään ja betonikappaleiden irtoaminen ja tippuminen on mahdollista. Lisäksi vesikatolla havaittiin irtonaisia bitumikermejä, jotka voivat irrota tuulen vaikutuksesta.

Rakennuksen hylätty olemus ja keskeinen sijainti lisäävät todennäköisyyttä, että rakennuksen sisälle menee ulkopuolisia. Kattilahuoneen katolta johtaa tikkaat vesikatolle ja vesikatolta piipun yläosaan. Katolla on kaiteet vain osittain ja niidenkään kestävydestä ei ole tietoa. Rakennuksen sisällä on paljon laitteita ja koneita (etenkin kattilahuoneessa) sekä oletettavasti muuntamo (lukossa). Sisätiloissa on eläinten jätöksiä, asbestia ja muita haitta-aineita sisältäviä materiaaleja.

- ⇒ Rakennus suositellaan aidattavaksi siten, että ohikulkijat eivät pääse lähelle rakennuksen seinää ja rakennukseen tunkeutuminen on selvästi vaikeampaa. Lisäksi vesikatolta suositellaan poistettavaksi irtonaiset kermit. Talotikkaiden ja piipun tikkaiden käyttö suositellaan estettäväksi. Mikäli muuntamohuone on käytössä, tulee sen varoituskyttilä asentaa paikoilleen ja varmistaa, että pääsy tilaan on asianmukaisesti estetty.

Rakennuksen korjauksen/käyttötavan muutoksen yhteydessä toimenpiteitä vaativat toimenpiteet sekä turvallisuutta ja terveyttä heikentävien tekijöiden poistaminen on otettu huomioon korjaus-ehdotuksissa.

6.2 Korjausehdotukset rakenneosittain

Korjausehdotukset on laadittu olettaen, että rakennus korjataan ja käyttötapa muuttuu asuin- tai toimistorakennukseksi. Käyttötavan muutoksessa tarvittavia toimenpiteitä on arvioitu lähtötietoina olleista luonnossuunnitelmista:

- Rantamyly, VOAS, asuinrakennus opiskelijoille, arkkitehtitoimisto gerd hytönen, 1999
- Siilotoimisto, LPR-arkkitehdit Oy, 2007

Oletuksena on, että rakennus tyhjennetään kaikista koneista, laitteista ja irtotavarasta ennen muihin toimenpiteisiin ryhtymistä. Kellarin putkieristeet tulee poistaa ja hävittää "RATU 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku"-ohjekortin mukaisesti.

Perustukset ja maanvastaaiset rakenteet

- rakennuksen vierustat kaivetaan auki ja täytetään asianmukaisilla maakerroksilla
 - o perustamistapa ja perustusten kunto tarkistetaan
 - o maanvastaaiset seinät puhdistetaan, veden- ja lämmöneristetään
 - o asennetaan salaoja- ja sadevesijärjestelmät
- alapohja puretaan, maa-aines vaihdetaan, lämmöneristetään ja valetaan uusi laatta
- maanvastaisten seinien tiiliverhous puretaan ja vedeneriste poistetaan RATU-kortissa 82-0381 kuvattujen ohjeiden mukaan
- uusien runkorakenteiden, hissien ja porrashuoneiden vaatimat perustukset rakennetaan

Julkisivut

- ikkunat ja muut julkisivuvarusteet poistetaan
- julkisivujen ikkuna-aukot ja oviaukot timanttisahataan
- julkisivut hiekkapuhalletaan, vakavimmat vauriot korjataan, kolot paikataan ja halkeamat tiivistetään
- julkisivut lämmöneristetään ulkopuolelta ja sen päälle tehdään esim. 3-kerrosrappaus
- ikkunat, ovet, ikkunapellit ja muut julkisivuvarusteet sekä vedenpoistorakenteet asennetaan

Runko

Olemassa olevaan runkoon tulee luonnossuunnitelmien perusteella melko paljon aukkoja. Tutkimusten perusteella betonin lujuus on melko alhainen eikä raudotteista ole tarkkoja tietoja. Alkuperäisten rakennesuunnitelmien puuttuessa rakenteiden suunnittelussa käytetyistä kuormista ei ole tietoa. Tämän lisäksi rakennuksen välipohjien määrä kasvaa laadittujen luonnosten ja käytettyvyyden vuoksi merkittävästi, mikä moninkertaistaa suunnitellut viljan varastoinnista aiheutuneet kuormat runkorakenteelle.

- ⇒ runkoa hyödynnetään lähtökohtaisesti vain itsensä kantavina ulko- ja väliseininä sekä rakennuksen jäykistyksessä
- ⇒ tarkempien mittausten ja lähtötietojen avulla runkoa voidaan hyödyntää esimerkiksi vesikatton kannatuksessa, hissi- ja porrashuoneiden seininä.
- rungosta puretaan sahaamalla tarvittavat osat pois
 - yläpohjalaatta ja ullakon lattia poistetaan työmaatekniikan takia (nostoreitti), mutta palkkeja voidaan säilyttää ja hyödyntää rungon työmaa-aikaisessa jäykistyksessä
 - puhdistamon välipohjalaatat puretaan pääosin hissi- ja porraskuilujen tieltä, mutta palkkeja voidaan säilyttää ja hyödyntää rungon työmaa-aikaisessa jäykistyksessä
- siilojen seiniin sahataan tarvittavat ikkuna- ja oviaukot sekä kulkureitit
- muuratut väliseinät ja lämmöneristeet puretaan
- kaikki sisäpuoliset betonirakenteet hiekkapuhalletaan epäpuhtauksien poistamiseksi ja vaurioiden havaitsemiseksi
 - vauriot (halkeamat, kolot, yms.) korjataan tiiviiksi
- uudet pysty- ja vaakarakenteet uusia välipohjia sekä hissi- ja porraskuiluja varten tehdään betonista ja teräksestä
 - kaikki uudet kuormat viedään uusille perustuksille
 - välipohjat tehdään liittolaattoina kuormien ja paksuuden minimoimiseksi
 - tukirakenteet tehdään paikalla valetuista betonipilareista ja -palkeista
 - teräsrakenteita voidaan myös käyttää tilan säästämiseksi tai paikallisten suurien kuormien kohdissa

Vesikatto ja vedenpoisto

- kaikki bitumivesikatteen (myös kellarin lippa) poistetaan ja hävitetään RATU 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku -ohjekortin mukaisesti
- räystäät, kourut ja syöksytorvet puretaan
- räystäät korjataan sekä uudet kattokaivot sekä syöksytorvet asennetaan
- korotusosan vesikaton betoni-teräs kaiteet uusitaan tai kunnostetaan alkuperäisen mukaisiksi
- yläpohja rakenne uusitaan pääosin esim. liittolaataksi
 - lämmöneristys, tuuletus, bitumikermikate
- kellarin lipat lämmöneristetään sekä asennetaan bitumikermikate ja vedenpoistorakenteet

6.3 Lisä- ja jatkotutkimukset

Tutkimuksen yhteydessä havaittiin öljyä lattialla ja seinustalle. Lisäksi kattilahuoneessa (ei tutkimusaluetta) havaittiin paljon turmeltuneita koneita, laitteita ja rakenteita, jotka saattavat sisältää asbestia tai haitta-aineita.

- ➔ suositellaan asbesti- ja haitta-ainekartoituksen tekemistä kattilahuoneen rakenteille sekä koko rakennuksen koneille ja laitteille
- ➔ suositellaan lähtötietojen perusteella kohdennettua maaperän pilaantuneisuuden tutkimusta

Mikäli rakennukselle aloitetaan käyttötavan muutoksen luonnossuunnittelu, niin suositellaan rakennuksen laserkeilausta ja valokuvaamista sekä saadun tiedon avulla rakennuksen mallintamista luonnossuunnittelun lähtötiedoiksi. Betonin puristuslujuus on nyt tutkittu varsin suppealla otannalla rakennuksen koko huomioon ottaen. Mikäli runko ajatellaan käytettäväksi kiinteistön jatkokehityksessä, tulee betonin puristuslujuus sekä rauditus tutkia tarkemmin ja laajemmin.

7. KUSTANNUSARVIO

Lähtötiedot

Kustannusarviossa on tarkasteltu rakennuksen korjaamista siten, että uusi käyttötarkoitus olisi asuin- tai toimistokäyttö. Käyttötavan muutoksessa tarvittavia toimenpiteitä on arvioitu lähtötietoina olleista luonnossuunnitelmista. Kustannusarviossa huomioidut toimenpiteet ja tehdyt oletukset on esitetty luvussa 6.2 Korjausehdotukset rakenneosittain. Kustannusarviossa on huomioitu runkorakenteeseen sekä ulkovaippaan välttämättömästi tarvittavat korjaukset ja lisäykset, jotta rakennusta voidaan jatkossa käyttää sisätilana. Siinä ei ole huomioitu muita rakenteita (väliseinät, huonetilarakenteet, muut kevyet rakenteet ja pintakäsittelyt). Näiden rakenteiden kustannukset voidaan arvioida vasta tarkempien suunnitelmien perusteella.

Kustannusarviossa on käytetty julkaisujen Talonrakennuksen kustannustieto 2013 (Haahtela, 2013), ROK 2015 (Rakennusosien kustannuksia, Rakennustieto) ja KOR 2015 (Korjausrakentamisen kustannuksia, Rakennustieto) kustannustietoja. Korjauksen ja käyttötavan muutoksen kustannuksia Talo-osien (Talo 2000-nimikkeistö) osalta on verrattu uuden toimisto- ja asuinrakennuksen vastaaviin kustannuksiin. Joitakin yksikkökustannuksia on määritetty kokemusperäisen tiedon perusteella.

Esitetyt kustannukset ovat hyvin karkeita arvioita korjausten rakennusteknisten töiden kustannuksista ilman suunnittelua, rakennuttamista, arvonlisäveroa sekä taloteknisiä korjauksia. Käyttötarkoituksen muutokseen liittyvissä projekteissa erityisesti talotekniset järjestelmät muodostavat merkittävän osan kustannuksista ja ne aiheuttavat myös rakenteiden kannalta lisäkustannuksia, joita ei voida hankkeen tässä vaiheessa vielä huomioida. Kustannuksia voidaan käyttää lähinnä suuntaa antavina. Kustannukset perustuvat liitteessä ilmoitettuihin yksikkömääriin rakenneosittain, jotka on arvioitu tarkistamattomien piirustusten perusteella. Kustannusarviot on syytä tarkentaa, kun kuntotutkimusten jälkeen valitaan korjausvaihtoehdot ja/tai kohteella tehdään mittauksia ja/tai saadaan käyttöön mittakaavallisia, paikkansa pitäviä piirustuksia. Lopullinen korjauskustannus tarkentuu urakkakilpailutuksessa. Urakkahintoihin voi vaikuttaa voimakkaasti myös vallitseva työ- ja markkinatilanne.

Kustannusarvio on esitetty liitteessä 11.

Yhteenveto kustannuksista

Kustannusarvion perusteella tutkimuskohteen korjaus ja käyttötavan muutos asuin- tai toimistokäyttöön on merkittävästi kalliimpaa Talo-osien (12 Talo-osat, Talo 2000-nimikkeistö) osalta kuin vertailutasojen (Talonrakennuksen kustannustieto 2013, Haahtela) uudisrakennuksessa (asuin- tai toimistorakennus). Kustannusarvion mukaan talo-osien kustannukset olisivat käyttötavan muutoksessa noin 4,5 miljoonaa euroa (alv. 0 %), kun vertailutason vastaava kustannus uudessa toimistorakennuksessa on noin 2,8 miljoonaa euroa (alv. 0 %) ja uudessa asuinrakennuksessa noin 2,7 miljoonaa euroa (alv. 0 %).

8. AIKAISEMPIEN TUTKIMUSTEN TARKASTELU

8.1 Vaasan myllysiilojen betonitekninen kuntotutkimus, 2002

Yleistä

Tutkimusselostuksen on laatinut VTT vuonna 2002 NCC Finland Oy:n toimeksiannosta. Siilojen muuttamista asuinkäyttöön suunniteltiin ja tutkimuksen tarkoituksena oli määrittää siilojen kunto rakennesuunnittelua varten.

Yhteenveto selostuksesta

Tutkimuksen sisältö:

- Näytteenotto (25 kpl poralieriönäytteitä)
- Näytteiden silmämääräinen tarkastus (karbonatisoituminen)
- Betonin puristuslujuus (25 kpl)
- Betonin vetolujuus (12 kpl)
- Ohuthietutkimus (9 kpl)
- Mikrobimääritykset (24 kpl home- ja 25 kpl aktinobakteerimääritystä)
- Korjausperiaatteet

Tutkimuksen perusteella korjaussuunnittelun lähtökohdaksi on selostuksessa esitetty seuraavaa:

”Korjaussuunnittelussa ja toteutuksessa suositetaan noudatettavaksi seuraavia periaatteita:

- 1) *Betonin nimellislujusluokkana käytetään tutkittujen siilojen osalta edellä saatuja vertailulujuuksia (vertailulujuudet olivat K23-K34 MN/m²). Jos muiden siilojen vertailulujuutta ei erikseen määritetä, suoritetaan niissä käytettäväksi korkeintaan nimellislujus K23 MN/m². Lisäksi betonirakenteiden korjaukset on tehtävä alla mainittujen periaatteiden mukaan.*
- 2) *Kaikista betonipinnoista poistetaan mekaanisesti suihkupuhdistuksella tai vastaavalla tavalla mahdollinen maali, sementtiliimakerros ja muu vaurioitunut betoni terveeseen (kiinteään) betoniin asti. Poistettavan kerroksen paksuuden tulee olla kaikkialla vähintään 3 mm.*
- 3) *Läpimenevät ja muut yli 0,2 mm levyiset halkeamat avataan kulmahiomakoneella tai vastaavalla vähintään 20–30 mm syvyyteen rikkomatta kuitenkaan mahdollista raudoitetta. Halkeamat injektoidaan paineella noudattaen esimerkiksi sillanrakennuksessa käytettäviä menetelmäohjeita (SILKO).*
- 4) *Ulkopinta, jota vasten korjauksen yhteydessä asennetaan lämmöneriste mekaanisia kiinnikkeitä käyttäen, korjataan injektoinnin jälkeen ehdottomasti sementtipohjaisilla betoninkorjaustuotteilla. Huomattakoon, että sementtipohjaiset korjausaineet ovat tuoreena (ennen karbonatisoitumistaan) niin emäksisiä, että ne tuhoavat satunnaiset yksittäiset mikrobi-itiöt alustastaan.*
- 5) *Sisäpinta tasoitetaan sementtipohjaisilla tasoitteilla ja pinnoitetaan kunkin tilan tarpeen mukaisilla tuotteilla.*
- 6) *Materiaalit ja tarvikkeet valitaan keskenään yhteensopivista ja käytännössä hyviksi osoittautuneista tuotteista ja tarvikkeista.*
- 7) *Jos rakenteista poistettavan kerroksen paksuus on jossakin kohdassa niin suuri, että rakenteen kantokyky ei enää täytä vaatimuksia, rakenteita vahvistetaan ko. kohtaan laadittavien rakennesuunnitelmien mukaan.”*

Tutkimuksen johtopäätösten vaikutuksen arviointi

Tutkimus on tehty yli 15 vuotta sitten, mutta koska tämän jälkeen rakennus on ollut käyttämättä eikä korjaustoimenpiteitä ole tehty voidaan olettaa vaurioiden laajuuden ja vakavuuden ainoastaan lisääntyneen. Tutkimus on laaja, betonin näytteiden määrä on suuri ja mikrobimäärityksiä on tehty paljon. Tutkimuksen tavoitteena on ollut määrittää silojen kunto rakennesuunnittelua varten, kun taas tässä kuntotutkimusraportissa (Ramboll) tavoitteena oli tutkia silojen korjattavuutta ja kustannusarviota kaavoituksen ja päätöksenteon tueksi.

VTT:n tutkimuksessa on määritetty suunnittelua varten betonin nimellislujuudeksi K23 MN/m².

- Tämä vastaa hyvin tämän tutkimusraportin (Ramboll) kohdassa 5.4 esitettyä betonin vertailulujuutta C25/K25.

Tutkimuksen mikrobimäärityksessä on havaittu kasvustoa kaikissa siilorakenteiden sisä- ja ulkopinnoissa. Korjaussuosituksissa on esitetty kaikki pinnat puhdistettavaksi mekaanisesti (suihku-puhdistus tai vastaava) kiinteään betoniin asti ja kaikkialla vähintään 3 mm syvyyteen asti.

- Tutkimusraportin (Ramboll) korjausehdotuksissa on esitetty kaikkien julkisivun ja sisäpuolen betonipintojen puhdistusta hiekkapuhaltamalla, mikä toteutettuna perusteellisenä hiekkapuhalluksena (luokka 4, taulukko 3.5, Betonirakenteiden korjausohjeet 2007, BY41) riittää maalipintojen, sementtiliiman ja rapautuneen pinnan poistoon.
 - o VTT:n raportissa esitetyn vähintään 3 mm syvyys ei välttämättä toteudu kaikkialla, mutta ehjän betonin poisto ei ole tarkoituksenmukaista
 - o Mikäli pinnasta halutaan poistaa varmuudella vähintään 3 mm kerros, niin menetelmäksi soveltuu käytännössä vain suurpainepesu (vesipiikkaus), koska kevyemmät suihkumenetelmät poistavat vain rapautunutta betonia, suurien seinäpintojen hiominen on hyvin työlästä ja jyrsintä on hankalaa kaareville pystypinnoille

Läpimenevien ja muiden yli 0,2 mm levyisten halkeamien korjaukseksi on esitetty avattaviksi ja injektoitavaksi. Ulkopinnan korjaukset on esitetty tehtäväksi sementtipohjaisilla betoninkorjaustuotteilla, koska niiden emäksisyys tuhoaa alustan mikrobi-itiöitä.

- Tutkimusraportin (Ramboll) korjausehdotuksissa on esitetty kaikkien julkisivun ja sisäpuolen betonipintojen halkeamien korjausta tiiviiksi.
 - o Tarkennuksena voidaan lausua, että betonivaurioiden korjauksessa on käytettävä sementtipohjaisia tuotteita.

Sisäpinnat on esitetty tasoitettaviksi sementtipohjaisilla tuotteilla ja pinnoitettavaksi tilojen tarpeen mukaisilla tuotteilla.

- Tutkimusraportin (Ramboll) korjausehdotuksissa tai kustannuslaskennassa ei ole käsitelty tilapintoja, mutta sisäpintojen tasoitus ja pinnoitus on oletettu tehtäväksi, koska pinnat ovat epätasaiset puhdistuksen jälkeen.
 - o Tarkennuksena voidaan lausua, että puhdistettujen betonipintojen tasoitus on tehtävä sementtipohjaisilla tuotteilla.

Korjaussuunnittelun periaatteeksi on esitetty, että materiaalit ja tarvikkeet valitaan keskenään yhteensopivista ja käytännössä hyviksi osoittautuneista tuotteista ja tarvikkeista. Ja lisäksi rakenteiden kantokykyä tulee kasvattaa tarvittaessa rakenteita vahvistamalla erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

- Tutkimusraportin (Ramboll) korjausehdotuksissa ei ole käsitelty korjaustapaa näin tarkasti, vaan yksityiskohtainen korjaussuunnittelu tulee tehdä erikseen.

8.2 Betoniset viljasiihot Vaasan Myllykorttelissa, 1995

Yleistä

Tutkimusselostuksen on laatinut VTT vuonna 1995 Vaasan Opiskelija-asuntosäätiön toimeksiantona. Siilojen muuttamista asuinkäyttöön suunniteltiin, ja tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia siilojen betoniseinien mahdollinen homekasvusto ja sen vaikutus siilojen käyttöön.

Yhteenveto selostuksesta

Tutkimuksen sisältö:

- Siilojen silmämääräinen tarkastus
- Näytteiden ottaminen (6 kpl)
- Betoninäytteiden silmämääräinen tarkastus ja puristuslujuuden määrittäminen (4 kpl)
- Mikrobitutkimukset VTT Bio- ja elintarviketekniikka -tutkimusyksikössä (4 kpl kontaktinäytteitä, 14 kpl sivelynäytteitä)
- Mikroskooppitutkimukset (4 kpl)
- Tutkimusselostus johtopäätöksineen

Tutkimuksen johtopäätökset:

”Betonisiilojen seinien sisällä halkeilemattomalla alueella ei ole homeitiöitä eikä bakteereja. Aivan seinäpinnan lähellä muutaman millimetrin syvyydessä mikrobikasvustoa on jonkin verran sisäosaa puutteellisemman tiiveyden ja säröjen takia. Puutteellisempi tiiveys ja säröt ovat syntyneet jo valun aikana ja myöhemmin säärasituksen vaikutuksesta. Vain selvästi erottuvissa pysty- ja vaakahalkeamissa sekä alakartioiden kohdalla olevassa jälkivalussa on homeitiöitä ja -rihmoja sekä paikoitellen bakteerejakin runsaasti. Seinän ulkopinnassa homeitiöitä ja -rihmoja on ulkoilmalle tyypillinen määrä, sisäpinnassa niitä on vähemmän kuin ulkopinnassa.

*Betonisiilojen seinä ovat pinnoissa ja halkeamissa havaitusta mikrobikasvustosta huolimatta korjattavissa siten, ettei niistä erityyppistä terveydellistä haittaa aiheutuvia määriä homeitiöitä tai mikrobi-
en aineenvaihduntatuotteita.*

Aluksi suositetaan tehtäväksi koekorjaus huomioon ottaen seuraavat näkökohdat:

- *Tiettyä aluetta seinähalkeamat avataan molemmista pinnoista noin 40 mm:n syvyyteen raudoitusta rikkomatta.*
- *Irtomain aines (myös mahdollinen jälkivalukerros) poistetaan ja pinnat suihkupuhdistetaan molemmilta puolilta seinää.*
- *Halkeamat desinfioidaan homeiden ja bakteerien tuhoamiseksi tarkoitettulla aineella.*
- *Halkeamat ja seinän sisällä olevat pystyreitit injektoidaan umpeen vesitiiviiksi.*
- *Tehdään uudet home- ja sädesienimääritykset. Jos mikrobeja on edelleen runsaasti ulko- ja sisäpinnassa 30 mm paksuissa kerroksissa, on rakenteista tehtävä tarkemmat tutkimukset vauriokohtien paikallistamiseksi ja lisäkorjaustoimia varten.*

Tämän jälkeen siilot korjataan saatujen kokemusten perusteella laadittavien korjaussuunnitelmien mukaan.”

Tutkimuksen johtopäätösten vaikutuksen arviointi

Tutkimus on tehty yli kaksikymmentä vuotta sitten, mutta koska tämän jälkeen rakennus on ollut käyttämättä eikä korjaustoimenpiteitä ole tehty voidaan olettaa vaurioiden laajuuden ja vakaavuuden ainoastaan lisääntyneen. Nykykäytön mukaan homeiden ja bakteerien poistoon ei suositella desinfiointia, koska niiden käytön on todettu pahentavan rakenteiden pinnalla elävien mikrobikasvujen toksisuutta (Pertti Metiäinen, VALVIRA, Rakennusfysiikka 2013 seminaarijulkaisu s.161, TTY, Tampere 2013), vaan epäpuhtaudet ja kontaminoituneet rakenneosat tulee puhdistaa mekaanisesti. Muut asiat ovat vastaavia kuin kohdassa 8.1.

EI PÄÄSYÄ TILOIHIN
EI TUTKITTU

EI KUULU
TUTKIMUSALUEESEEN

EI PÄÄSYÄ TILOIHIN
EI TUTKITTU

EI PÄÄSYÄ TILOIHIN
EI TUTKITTU

LEIKKAUS B-B

LEIKKAUS A-A

1/100

WIGPÄLMÄN VIST
VAASAN HOYRYMYYLÄ
VILJASILLOT VAASA
NE 12.6.1957

EIPÄÄSYÄ TILOIHIN
EITUTKITTU

EI KUULU
TUTKIMUSALUEESEEN

LEIKKAUS C-C

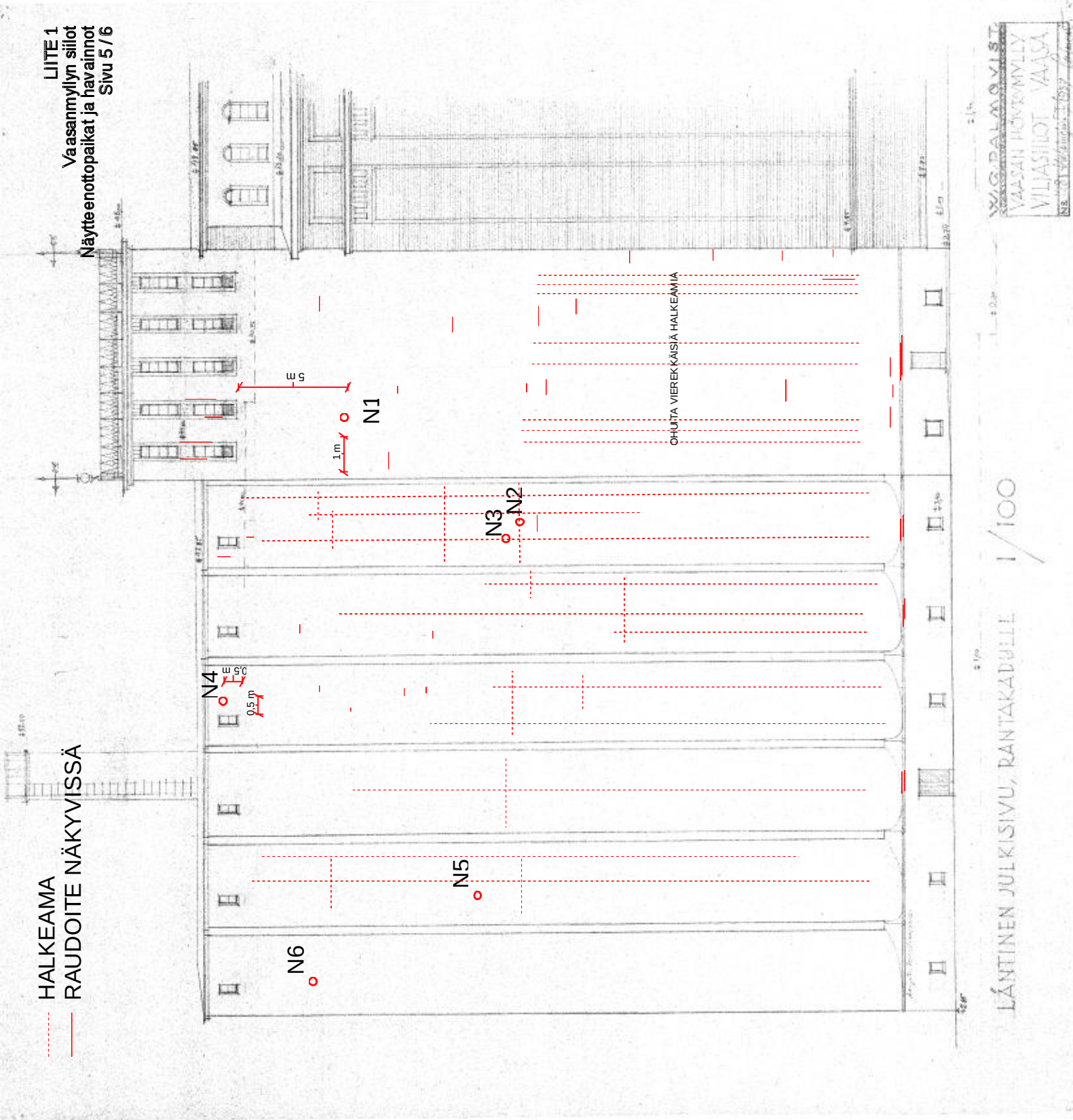
1/100

LEIKKAUS D-D

W. G. PALMQUIST
VAASAN HÖVERMÖLLY
VILLASILLOT, VAASA
N:o 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200

----- HALKEAMA
—— RAUDOITE NÄKYVISSÄ

LIITE 1
Vaasanmyllyn sillo
Näytteenottopaikat ja havainnot
Sivu 5/6



LÄNTINEN JULKISIVU, RANTAKADULLE

1/100

VAASANMYLLEN SILLO
VAASAN HÖYRYMÖLLY
VILJASILLOIT VAASA
N:o 10146/1000-1/1957

LIITE 1
Vaasanmyllyn sillot
Näytteenottoaikat ja havainnot
Sivu 6 / 6

N8

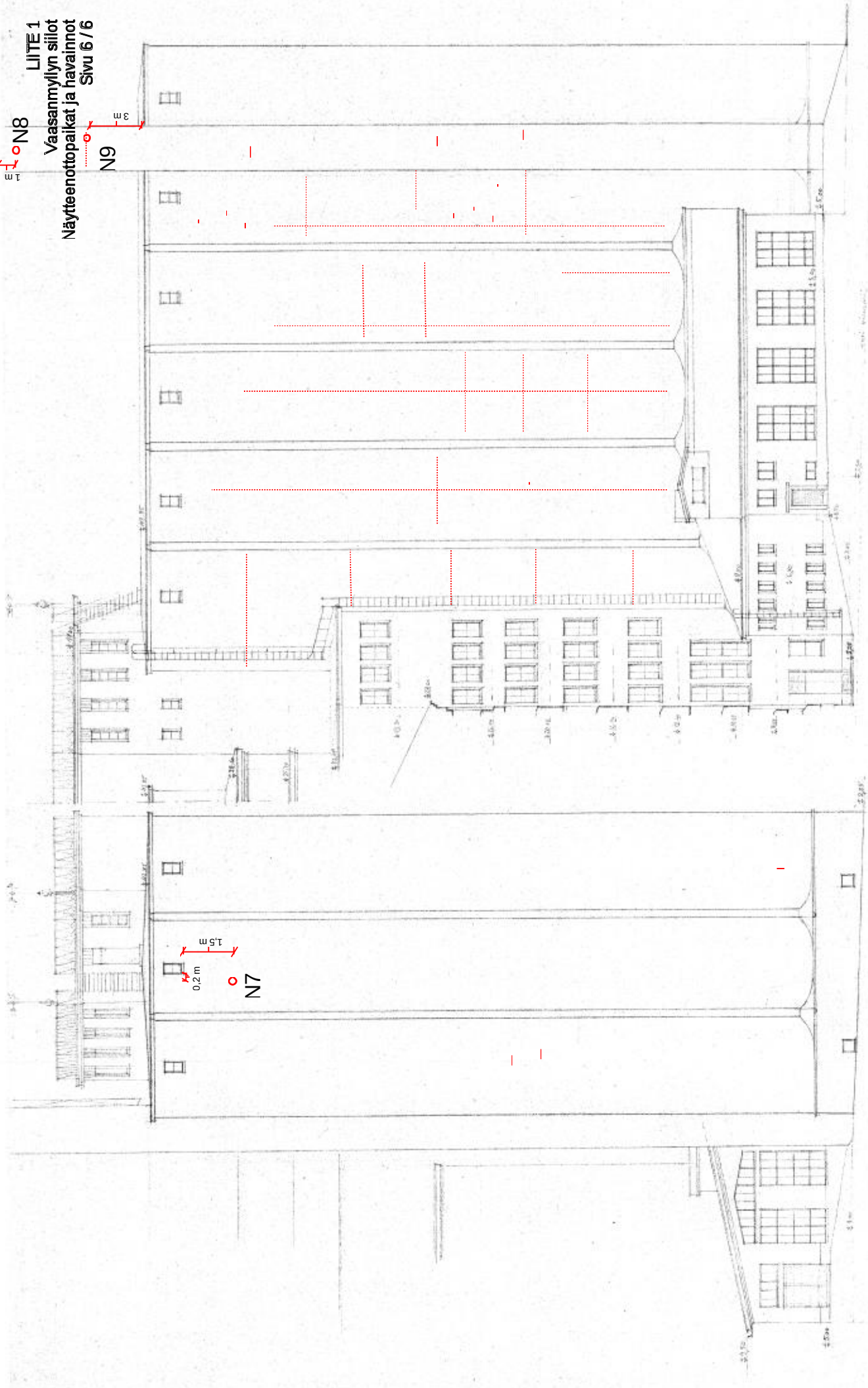
N9

3 m

N7

0.2 m

1.5 m



VAASANMYLLYN
VAASAN HÖYRYNÄLKY
VILJASILLOT VAASA
NE 1231 L. KÄYNNÄN 1/1977

ITÄINEN JULKISIVU

1/100

POHJOINEN JULKISIVU

Näyte	Tutkimus	Ilmansuunta	Rakennusosa	Pintarakenne UP	Karbonatisoituminen UP			Karbonatisoituminen SP			Näytteen kokonais- paksuus [mm]	Runkoaineen maks. raekoko [mm]	Havainnot	Betonin tiivistymis- aste
					min[mm]	max[mm]	k.a.[mm]	min[mm]	max[mm]	k.a.[mm]				
N1	VETO(UP) PUR(SP)	Länsi	US, suora osa	Rappaus	5	20	12	5	22	13	205	18	T10 45mm UP:sta. T12 55mm UP:sta. T6 65mm UP:sta. T10 35mm SP:stä. T10 45mm SP:stä	3
N2	-	Länsi	US, siilo vanha	Rappaus	31	60	40	21	45	33	204	22	Halkeama pituussuunnassa n. 0,2mm. Halkeama poikkisuunnassa n. 2mm 25mm YP:stä	3
N3	-	Länsi	US, siilo vanha	Rappaus		LÄPI			LÄPI		200	20	Porattu halkeaman kohdalta. T10 55mm UP:sta, ruosteessa. T10 70mm UP:sta, ruosteessa.	3
N4	VETO(UP) PUR(SP)	Länsi	US, siilo vanha	Rappaus	5	30	25	30	45	35	212	20		3
N5	OH(UP) PUR(SP)	Länsi	US, siilo vanha	Rappaus	10	27	20	16	30	20	215	20		3
N6	VETO(UP)	Länsi	US, siilo uusi	Rappaus	20	40	30	23	45	30	175	25	T12 40mm UP:sta. T12 40mm SP:stä, karb. vyöhykkeellä. T10 30mm SP:stä, karb. vyöhykkeellä, ruosteessa. Ø30mm reikä keskellä näytettä seinän suuntaisesti pystysuunnassa	3
N7	OH	Pohjoinen	US, siilo uusi	Rappaus	6	35	20	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	70	25		4
N8	VETO(UP)	Itä	Piippu	Rappaus	10	21	17	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	180	28	T16 48mm UP:sta. P12 42mm SP:stä.	4
N9	OH(UP)	Itä	Piippu	Rappaus	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	175	25	Pitkitt. halkeama n.3mm läpi. T12 55mm UP:sta, ruosteessa. T12 40mm SP:stä halkeaman kohdalla, ruosteessa	4
N10	-		Kellarin seinä, vanha osa		Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	160	70	Rakenne: tiili muuraus - bitumi - betoniseinä	4
N11	-		Lattia, vanha osa		Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	90	30	90 mm pintalaatan alla kevytsorakerros ja kantava laatta	2
N12	OH(UP) VETO		Pilari, vanha osa	Maalaus	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	130	45	T6 35mm UP:sta	5
N13	-		Kellarin seinä, uusi osa		Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	175	50	Kahitiili - bitumi - betoniseinä	4
N14	VETO		Pilari, uusi osa	Maalaus	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	150	35		4
N15	-		Lattia, uusi osa		Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	Ei mitattu	210	40	P6 75mm YP:stä. Pintalaatta 95mm - bitumi - kantava laatta 110 mm	pintalaatta 2 kantava 4

OHUTHIEANALYYSI		
Tilaaaja: Ramboll Finland Oy / Mikko Kontinaho	Tilaus-/ toimituspäivä: 18.10.2016	Kohde/ projektinnumero: Vaasanmyllyn viljasiilot / 1510029766
Näytetunnukset: N5, N7, N9 ja N12	Näytteiden materiaali, muoto ja koko: Betoni, poralieriö Ø 66 mm	Näytepreparaatti: Ohuthie 48 mm x 25 mm (paksuus 0,020-0,025 mm)
Menetelmä: Tilaaajan toimittamat näytteet tutkittiin Nikon SMZ-745T stereomikroskoopilla ja Nikon E200 POL, CiPOL tai Motic BA310pol polarisaatiomikroskoopilla. Analyysissä sovellettiin standardia ASTM C 856-11. Näytteenotosta vastaa tilaaja. Ohuthie on valmistettu tilaaajan osoittamasta näytepinnasta pintaa vastaan kohtisuoraan. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.		

TULOSTEN ARVIOINTI / YHTEENVETO:

Taulukossa on arvioitu näytteiden kuntoa asteikolla: HYVÄ, TYYDYTTÄVÄ, VÄLTTÄVÄ ja HEIKKO. Karbonatisoituminen on mitattu ohuthieestä ja/tai fenoliftaleiiniliuoksella lieriön halkaistulta pinnalta. Rapautuneisuutta on kuvattu asteikolla 0-4: 0 - ei rapautumaa, 1 - vähäistä, 2 - orastavaa, 3 - kohtalaista, 4 - voimakasta.

Näyte:	Rakenneosa/ pinta:	Kunto:	Karbonatisoituminen min-max/ka. [mm]:	Huokostus/ huokostäytteet:	Rapautu- neisuus:
N5	siilon ulkoseinä/ ulkopinta	hyvä	ulkopinta 6-24/10	ei/ei	0
N7	siilon ulkoseinä/ ulkopinta	hyvä	ulkopinta 9-26/14	ei/ei	0
N9	piippu / ulkopinta	välttävä (halkeama)	ulkopinta km. 8 sisäpinta km. 3 halkeamaa pitkin läpi	ei/ei	1
N12	pilari / ulkopinta	hyvä	ulkopinta 7-21/18	ei/ei	0

- näytteissä on yksi yhtenäinen valukerros
- betonit ovat laadultaan vähintään tyydyttäviä -hyviä ja hyvin/suhteellisen hyvin tiivistyneitä
- betonin sideaineen laatu on näytteissä N7 ja N9 hyvä, näytteissä N5 ja N12 vähintään tyydyttävä
- kiviaineen tartunnat ovat hyvät ja kontaktit pääosin tiiviit
- karbonatisoituminen ei ehjillä betonipinnoilla ole edennyt syvälle betoniin, piippunäytteessä karbonatisoituminen on edennyt kapeana kiilana halkeaman yhteydessä näytteen läpi
- piippunäytteeseen sattuneet teräkset ovat halkeaman yhteydessä ruostuneet voimakkaasti pinnaltaan
- betonit eivät ole huokostettuja, suojahuokosia on vähän, huokosrakenteen perusteella arvioituna betonit eivät ole pakkasenkestäviä kosteissa olosuhteissa
- piippunäytteen lävistää voimakas pintaa vasten kohtusuora halkeama, muita betonin kuntoa heikentäviä vaurioita ei ole näytteissä havaittavissa
- huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä kiteytymiä

TULOKSET:

Näyte: N5		
Rakenneosa:	Lieriönäytteen pituus:	Ohuthiepinta:
Vanhan siilon ulkoseinä, länsi	142 mm (ohuthienäytteen osuus)	Ulkopinta
Yleistiedot: - näytteen sisäpinnalle on suoritettu puristuslujuuskoestus - karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 6-24 mm, keskimäärin 10 mm		
Laatu ja mikrorakenne: - betoni on tasalaatuista - tiivistyminen on suhteellisen hyvä, tiivistyshuokosia ($\emptyset < 4$ mm) on jonkin verran, nämä ovat pienehköjä ja tasaisesti jakautuneet - kiviaineen kontaktit ovat tiiviit ja tartunnat hyvät - kiviaine on pyöristynyttä ja osin kulmikasta, pääkivilajit: granitoidit, suurin havaittu raekoko 16 mm, kiviaine on ehjää - sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne/ -tekstuuri on suhteellisen tasainen, sementin määrä arviolta pienehkö - suojahuokosia ($\emptyset$ 0,02-0,8 mm) on vähän - huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä kiteytymiä		
Rapautuneisuus/ säröily: - halkeilua, säröilyä tai merkittävää mikrosäröilyä ei ole havaittavissa		

Näyte: N7		
Rakenneosa: Uuden siilon ulkoseinä, länsi	Lieriönäytteen pituus: 75 mm	Ohuthiepinta: Ulkopinta
Yleistiedot: - näyte ei ulotu rakenteen läpi - karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 9-26 mm, keskimäärin 14 mm		
Laatu ja mikrorakenne: - betoni on tasalaatuista - tiivistyminen on suhteellisen hyvä, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 4$ mm) on kohtalaisesti, nämä ovat pienehköjä ja tasaisesti jakautuneet - kiviaineen kontaktit ovat tiiviit ja tartunnat hyvät - kiviaine on pyöristynyttä ja osin kulmikasta, pääkivilajit: granitoidit, suurin havaittu raekoko 16 mm, kiviaine on ehjää - sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne/ -tekstuuri on tasainen - suojahuokosia ($\varnothing 0,02-0,8$ mm) on vähän - huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä kiteytymiä		
Rapautuneisuus/ säröily: - halkeilua, säröilyä tai merkittävää mikrosäröilyä ei ole havaittavissa		

Näyte: N9		
Rakenneosa: Piippu, itä	Lieriönäytteen pituus: 176 mm	Ohuthiepinta: Ulkopinta
Yleistiedot: - näyte ulottuu rakenteen läpi - ulkopinnasta 54 mm ja sisäpinnasta 43 mm etäisyydellä olevat teräkset (Ø 10 mm, sileä) ovat ruostuneet pinnaltaan, voimakkainta korroosio on halkeaman kohdalla - karbonatisoituminen on edennyt ehjällä osalla ulkopinnassa keskimäärin 8 mm ja sisäpinnassa keskimäärin 3 mm, halkeamaa pitkin karbonatisoituminen on edennyt näytteen läpi Laatu ja mikrorakenne: - betoni on tasalaatuista - tiivistyminen on hyvä, tiivistyshuokosia (Ø < 2 mm) on vähän - kiviaineen kontaktit ovat ehjällä osalla tiiviit ja tartunnat hyvät - kiviaine on pyöristynyttä ja osin kulmikasta, pääkivilajit: granitoidit, suurin havaittu raekoko 20 mm, kiviaine on ehjää - sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne/ -tekstuuri on tasainen - suojahuokosia (Ø 0,02-0,8 mm) on vähän - huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä kiteytymiä Rapautuneisuus/ säröily: - näytteen lävistää pintaa vasten kohtisuora voimakas halkeama, tämän syy ei ole näytteessä nähtävissä (kuva 1) - muuta halkeilua, säröilyä tai merkittävää mikrosäröilyä ei ole havaittavissa		



Kuva 1. Näyte N9. Savupiippunäytteen lävistää pintaa vasten kohtisuora halkeama.

Näyte: N12		
Rakenneosa: Pilari, vanha osa	Lieriönäytteen pituus: 53 mm	Ohuthiepinta: Ulkopinta
Yleistiedot: - näytteen sisäpinnalle on suoritettu vetolujuuskoestus - karbonatisoituminen on edennyt ulkopinnasta 7-21 mm, keskimäärin 18 mm		
Laatu ja mikrorakenne: - betoni on tasalaatuista - tiivistyminen on hyvä, tiivistyshuokosia ($\varnothing < 4$ mm) on vähän - kiviaineen kontaktit ovat tiiviit ja tartunnat hyvät - kiviaine on pyöristynyttä ja osin kulmikasta, pääkivilajit: granitoidit, suurin havaittu raekoko 24 mm, kiviaine on ehjää - sideaineen (portlandsementti) mikrorakenne/ -tekstuuri on hieman epätasainen ja laikukas, arviolta lievää mikrotiiviyden vaihtelua - suojahuokosia ($\varnothing 0,02-0,8$ mm) on vähän - huokosissa ei ole havaittavissa merkittäviä kiteytymiä		
Rapautuneisuus/ säröily: - halkeilua, säröilyä tai merkittävää mikrosäröilyä ei ole havaittavissa		



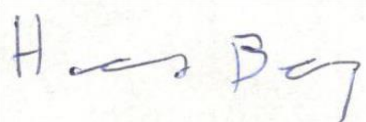
Tapani Arola
 tutkija, FM
 puh. 050 411 3779



Miika Huttu
 tutkija, FM

VETOLUJUUS

Tilaaaja:	Ramboll Finland Oy			
Kohde:	Vaasanmyllyn siilot	Tilauspäivä:	18.10.2016	
Projektinumero:	1510029766	Toimituspäivä:	20.10.2016	
Menetelmät: Koe suoritettiin tilaajan toimittamista näytteistä laboratoriossa standardin SFS 5445 mukaan. Kokeessa käytetty vetolaite on Proceq DY-225. Vetolaitteen mittausepävarmuus on ± 0,33-1,77 %. Laite on kalibroitu 04/2016. Vetokoe betonista suoritetaan uudelleen, jos tulos alittaa 1,5 MN/m2. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.				
TULOKSET: Näytteenottaja: Mikko Kontinaho, Kai Jyrkiäinen				
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Tulos MN/m2	Murtokohta ja -tapa	Poikkeama
N1	US, länsi, suora osa	0,7	63-72 mm ulkopinnasta, myötäilee	murtokohdassa teräs Ø 8 mm
N1	US, länsi, suora osa, uusinta	1,0	43-57 mm ulkopinnasta, myötäilee	murtokohdassa teräkset 2 x Ø 10 mm
N4	US, länsi, vanha siilo	0,8	77-94 mm ulkopinnasta, myötäilee	murtokohdassa kivi 25 %
N4	US, länsi, vanha siilo, uusinta	1,0	104-129 mm ulkopinnasta, pääasiassa myötäilee	-
N6	US, länsi, uusi siilo	0,6	36-45 mm ulkopinnasta, myötäilee	murtokohdassa teräs Ø 10 mm
N6	US, länsi, uusi siilo, uusinta	1,1	31-42 mm ulkopinnasta, myötäilee	-
N8	Itä, piippu	2,3	37-48 mm ulkopinnasta, pääasiassa myötäilee	-
N12	Pilari, vanha osa	2,4	60-101 mm pinnasta, pääasiassa myötäilee	-
N14	Pilari, uusi osa	2,2	53-62 mm ulkopinnasta, pääasiassa myötäilee	-

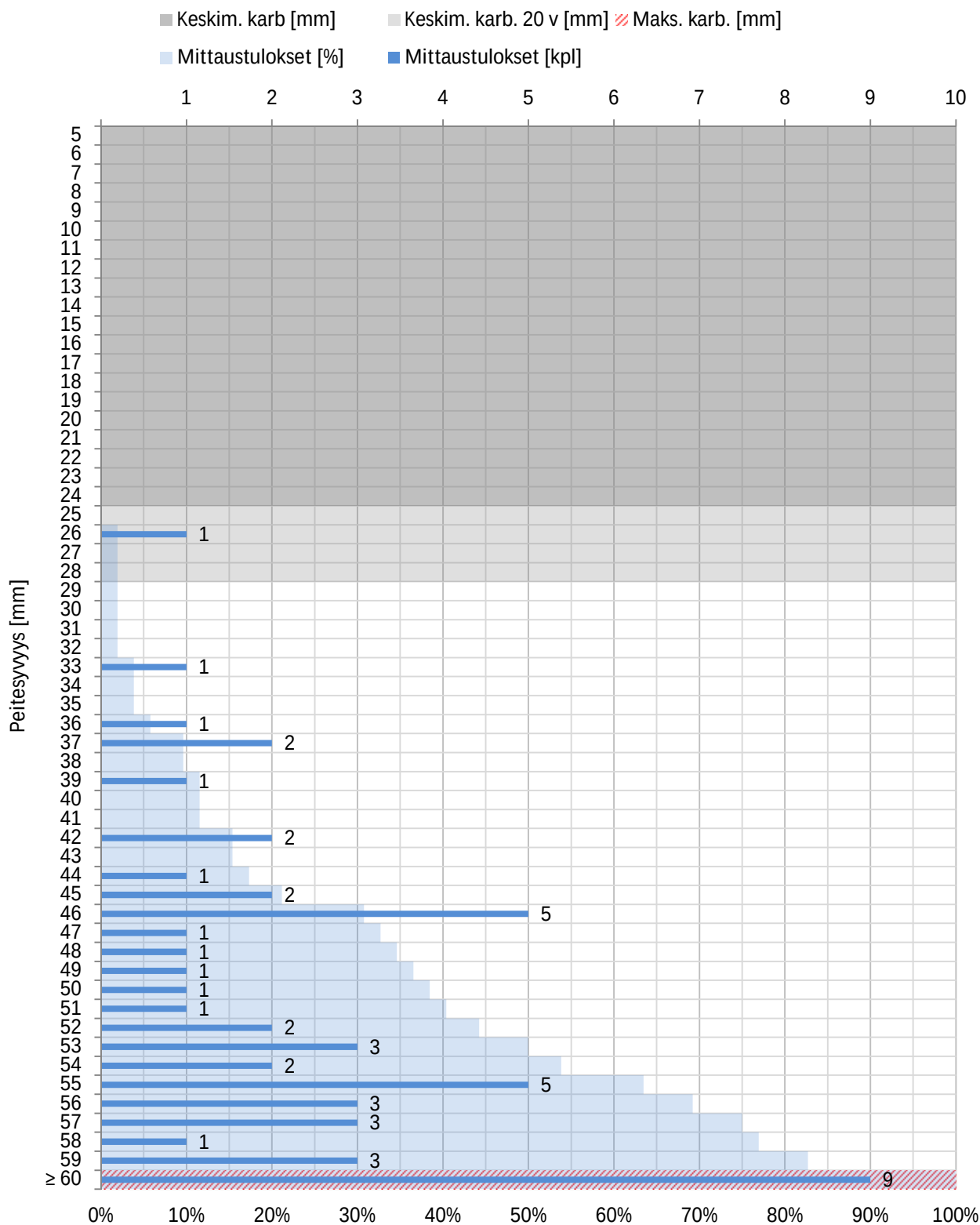


Henna Berg
Tutkija, laborantti
040 7411 421

Peitepaksuusjakauma

Rakenne: Siilot, vanhempi osa (rak. 1957)

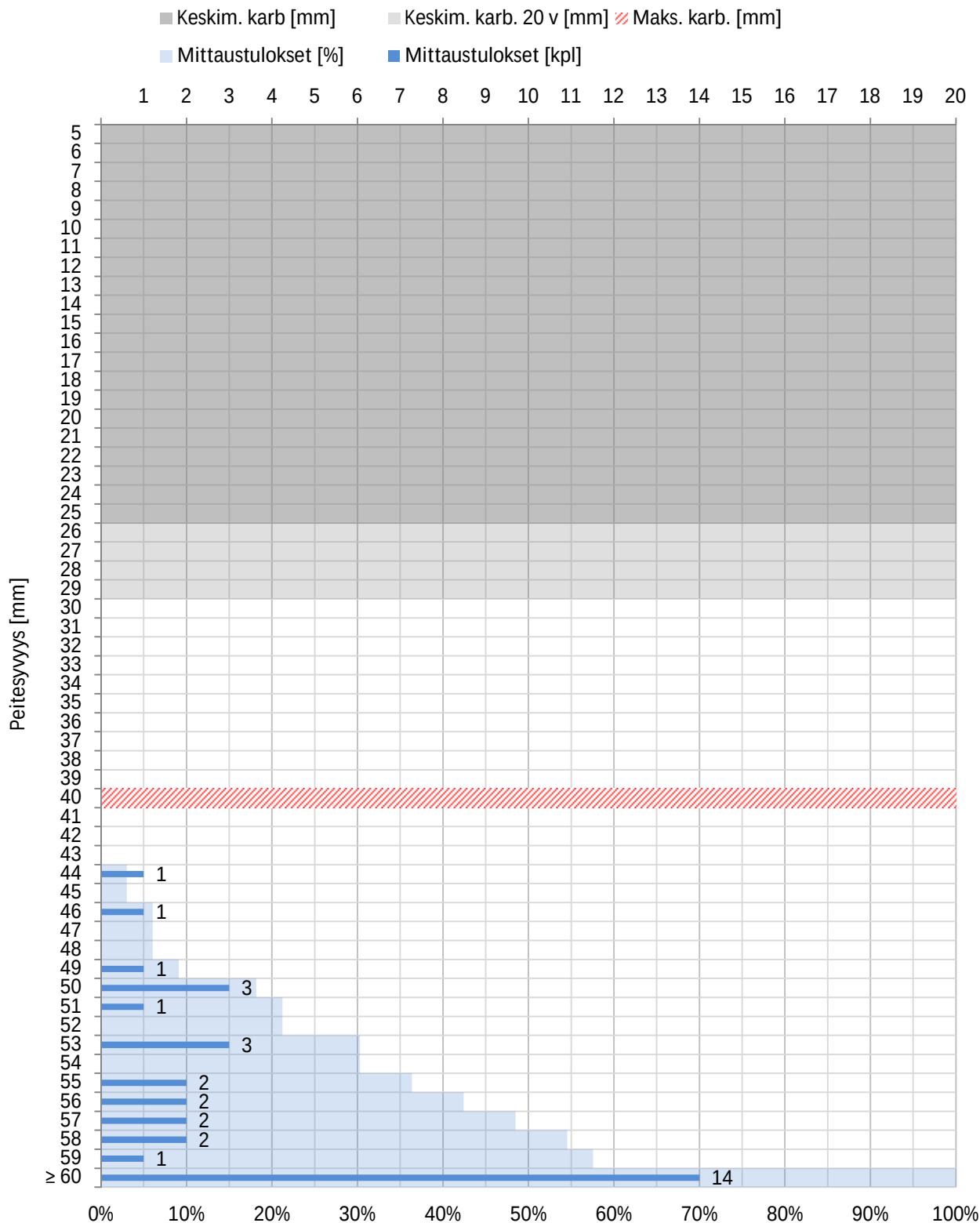
Raudoituksen peitesyvyys		Betonin karbonatisoitumissyvyys		Teräksiä karbonatisoituneen betonin alueella	
Keskiarvo	52 [mm]	Keskimääräinen	24 [mm]	Keskim. nyt	0 %
Maksimi	70 [mm]	Maksimi	60 [mm]	Keskim. 20 v	2 %
Mittauksia	52 [kpl]	Mittauksia	4 [kpl]		



Peitepaksuusjakauma

Rakenne: Siilot, laajennusosa (rak. 1961)

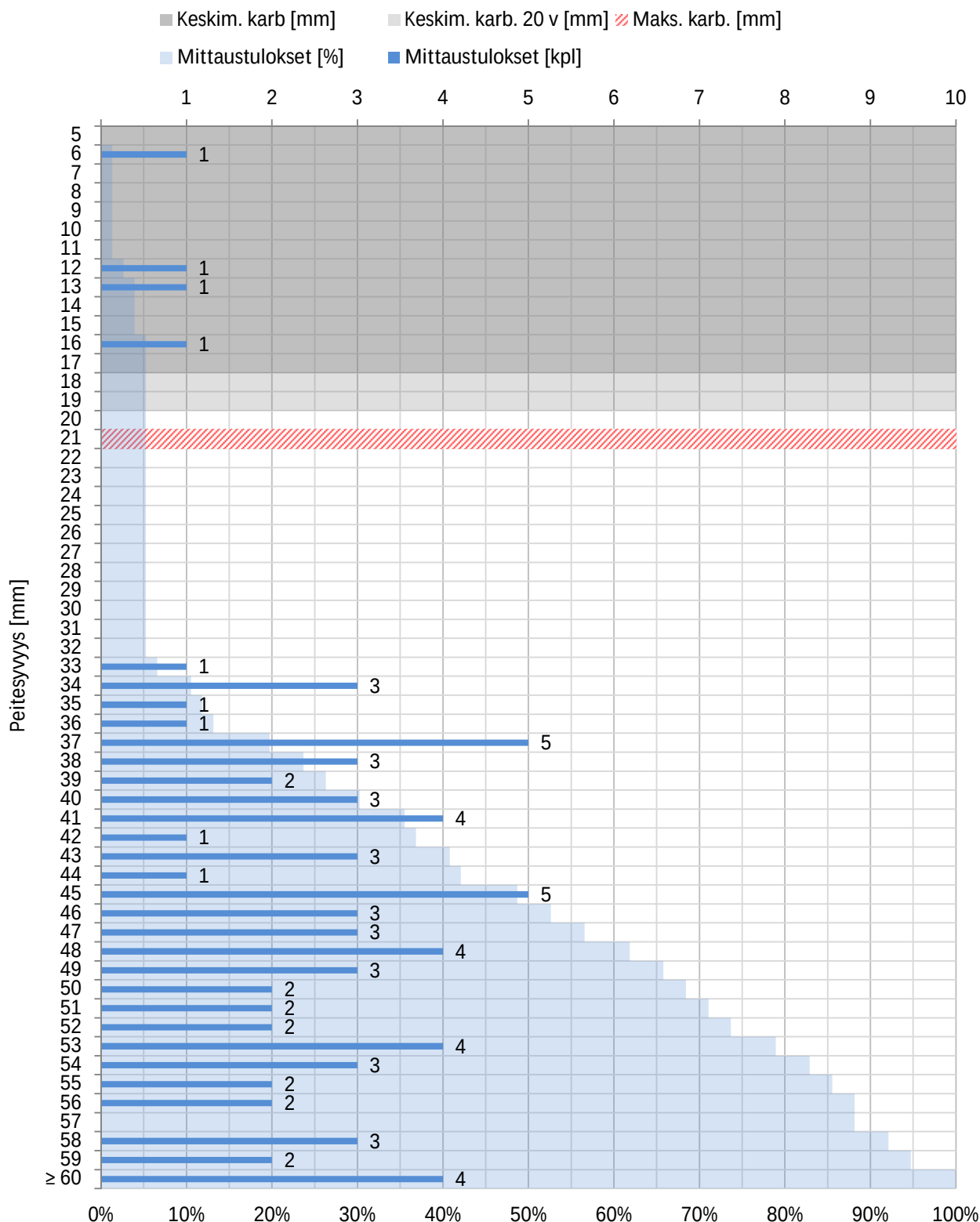
Raudoituksen peitesyvyys		Betonin karbonatisoitumissyvyys		Teräksiä karbonatisoituneen betonin alueella	
Keskiarvo	58 [mm]	Keskimääräinen	25 [mm]	Keskim. nyt	0 %
Maksimi	71 [mm]	Maksimi	40 [mm]	Keskim. 20 v	0 %
Mittauksia	33 [kpl]	Mittauksia	2 [kpl]		



Peitepaksuusjakauma

Rakenne: Piippu

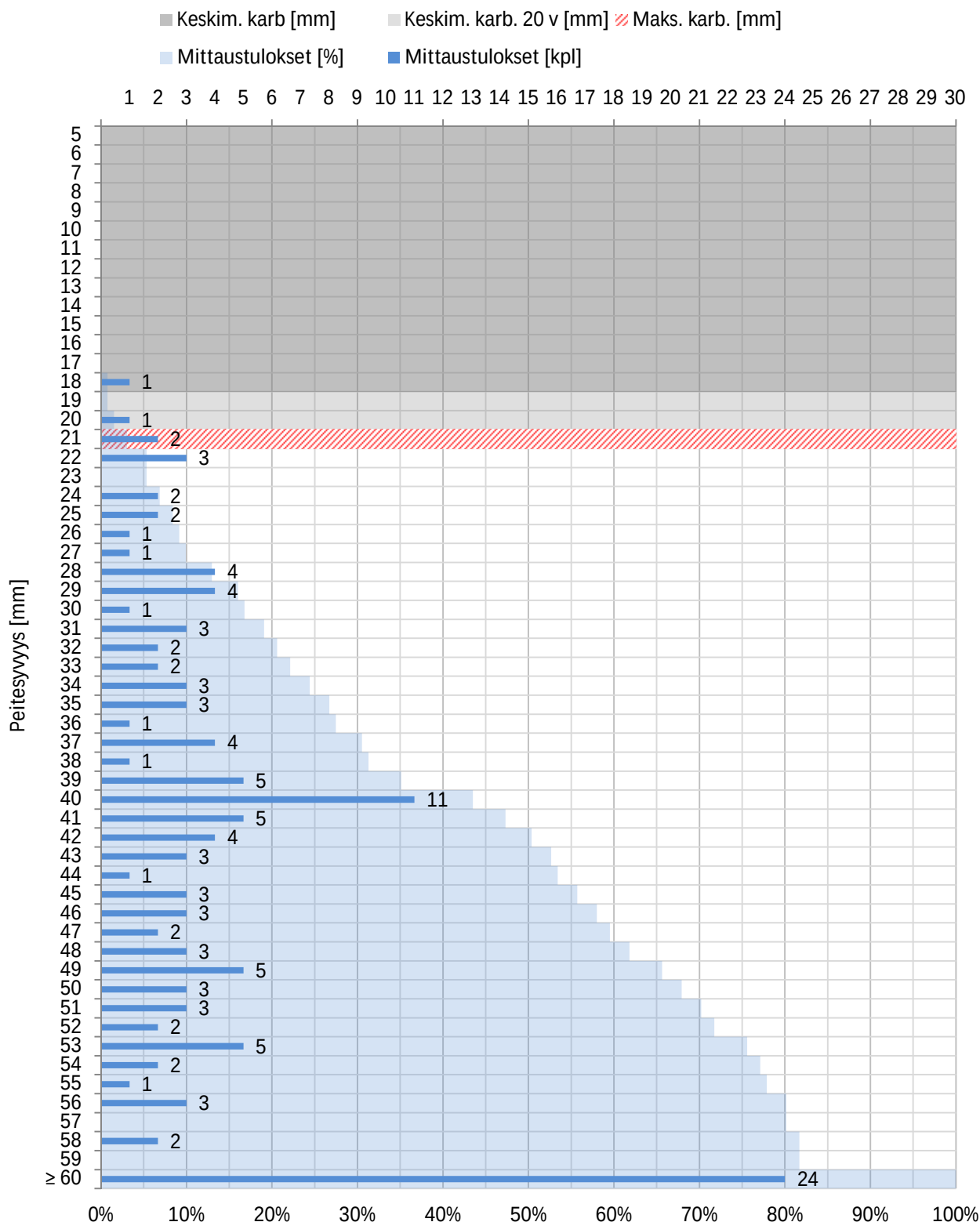
Raudoituksen peitesyvyys		Betonin karbonatisoitumissyvyys		Teräksiä karbonisoituneen betonin alueella	
Keskiarvo	45 [mm]	Keskimääräinen	17 [mm]	Keskim. nyt	5 %
Maksimi	67 [mm]	Maksimi	21 [mm]	Keskim. 20 v	5 %
Mittauksia	76 [kpl]	Mittauksia	1 [kpl]		



Peitepaksuusjakauma

Rakenne: Pilarit, pääraudoitus

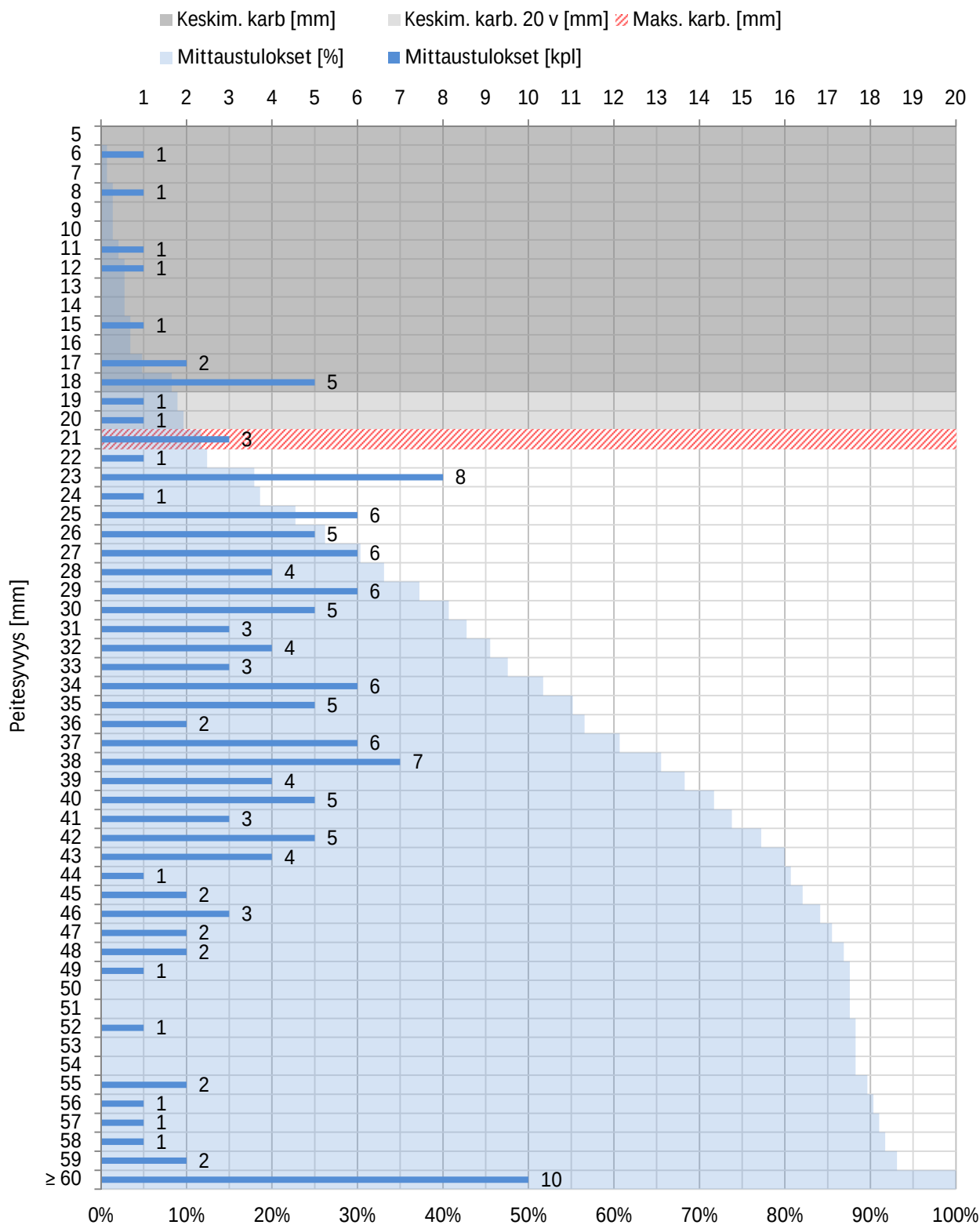
Raudoituksen peitesyvyys		Betonin karbonatisoitumissyvyys		Teräksiä karbonatisoituneen betonin alueella	
Keskiarvo	45 [mm]	Keskimääräinen	18 [mm]	Keskim. nyt	1 %
Maksimi	75 [mm]	Maksimi	21 [mm]	Keskim. 20 v	2 %
Mittauksia	131 [kpl]	Mittauksia	1 [kpl]		



Peitepaksuusjakauma

Rakenne: Pilarit, haat

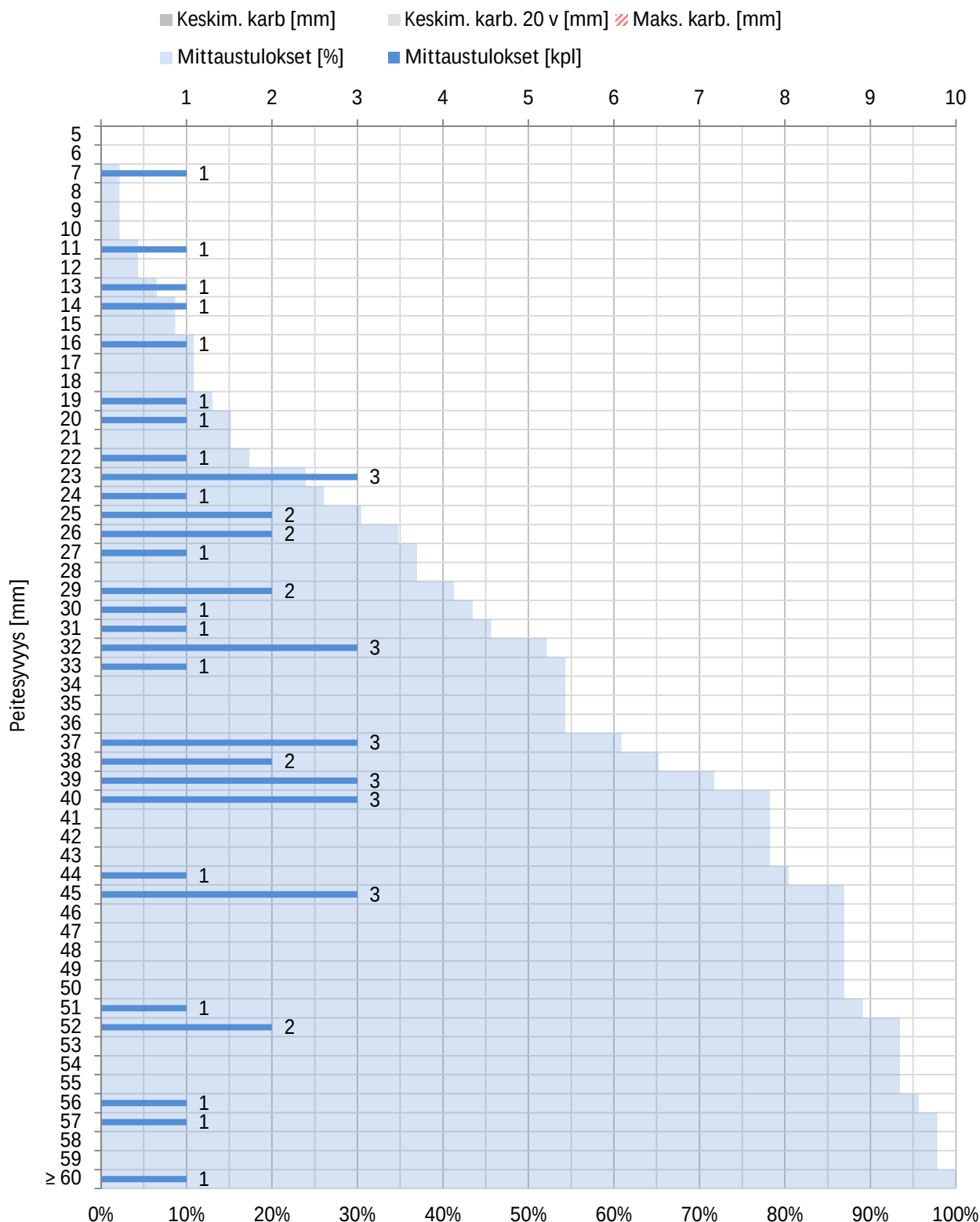
Raudoituksen peitesyvyys		Betonin karbonatisoitumissyvyys		Teräksiä karbonisoituneen betonin alueella	
Keskiarvo	35 [mm]	Keskimääräinen	18 [mm]	Keskim. nyt	8 %
Maksimi	69 [mm]	Maksimi	21 [mm]	Keskim. 20 v	10 %
Mittauksia	145 [kpl]	Mittauksia	1 [kpl]		



Peitepaksuusjakauma

Rakenne: Palkit, pääraudoitus

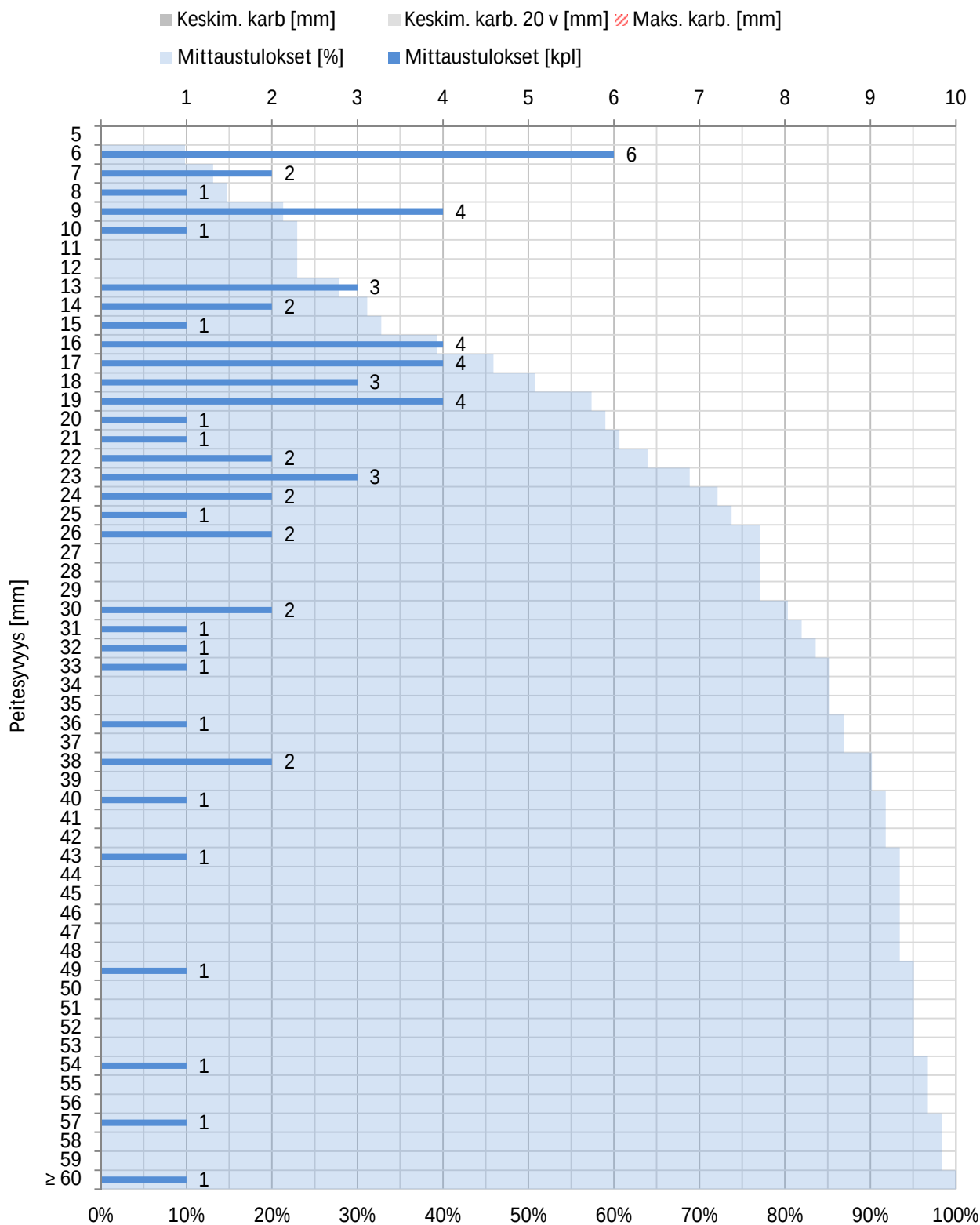
Raudoituksen peitesyvyys		Betonin karbonatisoitumissyvyys		Teräksiä karbonatisoituneen betonin alueella	
Keskiarvo	33 [mm]	Keskimääräinen	- [mm]	Keskim. nyt	0 %
Maksimi	61 [mm]	Maksimi	- [mm]	Keskim. 20 v	0 %
Mittauksia	46 [kpl]	Mittauksia	- [kpl]		



Peitepaksuusjakauma

Rakenne: Palkit, haat

Raudoituksen peitesyvyys		Betonin karbonatisoitumissyvyys		Teräksiä karbonisoituneen betonin alueella	
Keskiarvo	21 [mm]	Keskimääräinen	- [mm]	Keskim. nyt	0 %
Maksimi	65 [mm]	Maksimi	- [mm]	Keskim. 20 v	0 %
Mittauksia	61 [kpl]	Mittauksia	- [kpl]		



KLORIDIPITOISUUDEN MÄÄRITYS

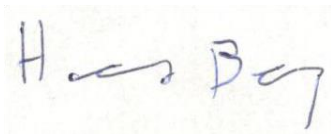
Tilaaaja:	Ramboll Finland Oy		
Kohde:	Vaasanmyllyn siilot	Tilauspäivä:	18.10.2016
Projektinumero:	1510029766	Toimituspäivä:	20.10.2016

Menetelmät:

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: **Näytteenottaja:** Mikko Kontinaho, Kai Jyrkiäinen

Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Kuivapaino [g]	Cl -pitoisuus [p-%]
KLO1	Piippu	5,11	0,02
KLO2	Pilari, vanha osa	5,19	< 0,01



Henna Berg
Tutkija, laborantti
040 7411 421

PAH-ANALYYSI																		
Tilaja:		Ramboll Finland Oy										Tilauspäivä:		18.10.2016				
Kohde:		Vaasanmyllyn siilot									Toimituspäivä:		20.10.2016					
Projektinumero:		1510029766																
Menetelmät:																		
Analyysi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287. Menetelmän mittaepävarmuus on 24 % ja määrittäysraja on 2,0 mg/kg. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiantoista KSE 2013 mukaisesti.																		
TULOKSET:		Näytteenottaja: Mikko Kontinaho ja Kai Jyrkiäinen										[mg/kg]						
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Naftaleeni	Asenaftaleeni	Asenaftaeni	Fluoreeni	Fenantreeni	Antraseeni	Fluoranteeni	Pyreeni	Bentso(a)antraseeni	Kryseeni	Bentso(b)fluoranteeni	Bentso(k)fluoranteeni	Bentso(a)pyreeni	Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	Dibentso(a,h)antraseeni	Bentso(ghi)peryleeni	PAH-yht.*
PAH1	Vesikate, bitumikermi	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 30
PAH2	Perusmuuri, vanha osa, vedeneriste	< 2	21	< 2	< 2	1500	140	1100	760	340	360	230	49	230	110	35	35	4900
PAH3	Perusmuuri, laajennusosa, vedeneriste	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 30

* Vaarallisen jätteen raja-arvon 200 mg/kg (kokonaispitoisuus, 16-yhdistettä) ylittävät tulokset on lihavoitu.

Näytteitä PAH1 ja PAH3 vastaavat materiaalit voidaan PAH-pitoisuuden osalta käsitellä normaalisti.

Näytettä PAH2 vastaavat materiaalit tulee käsitellä RATU-kortissa 82-0381 kuvattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisena jätteenä.

Anssi Rieki
Tutkija, laboratorioanalytikko
044 0740 410

Tutkimustodistus

1/1

Projekti: 1510029766/1

Ramboll Finland Oy / Tampere

PL 718

33101 TAMPERE

Tutkimuksen nimi: Vaasanmyllyt betonisiilot

Näytteenottopvm: 17.10.2016

Näytteenottopiste: MN1

Näyte saapui: 18.10.2016

Näytteenottaja: Kai Jyrkiäinen

Analysointi aloitettu: 18.10.2016

Mikrobiologinen tutkimus

Määrittäminen	16SM04194	Yksikkö	Menetelmä	
Bakteerit, kokonaispitoisuus, materiaali	950000	pmy/g	RA5212 ¹	L
Sädesienet, materiaali	18000	pmy/g	RA5212 ¹	L
Mikrosienet, materiaali (2% Malt)	73000	pmy/g	RA5212 ¹	L
Homeiden tunnistaminen 2% Malt	ks.liite		RA5212 ¹	L
Mikrosienet, materiaali (DG18)	15000	pmy/g	RA5212 ¹	L
Homeiden tunnistaminen DG18	ks.liite		RA5212 ¹	L

¹ FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Lausunto Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksen § 20 (545/2015) ja Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV (8/2016) mukaan rakennusmateriaalissa katsotaan olevan

- bakteerikasvustoa, kun bakteeripitoisuus on > 100 000 pmy/g
- sädesienikasvustoa, kun sädesienipitoisuus on > 3000 pmy/g
- mikrosienikasvustoa, kun mikrosieni-itiöpitoisuus on > 10 000 pmy/g

Vaikka sienipitoisuus jää alle 10 000 pmy/g voivat löydökset viitata mikrobikasvustoon silloin, kun näytteessä havaitaan kosteus- ja homevaurioon viittaavia kosteusvaurioindikaattoreita ja sienten kokonaispitoisuus on 5000 - 10 000 pmy/g tai näytteen sienisuvusto on epätavallisen yksipuolinen (1-2 lajia/sukua) ja pitoisuus kuitenkin > 5000 pmy/g.

Ramboll Analytics



Noora Hämäläinen

Laboratorioinsinööri, ins. (AMK), +358 40 354 3374

Lisätiedot MN1; Katon sisäpuoli, toja-levy**Laboratoriot** L Analysoitu Lahdessa**Jakelu** kai.jyrkiainen@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.



LIITE - Tuloserittely

Projektinumero:	1510029766/1
Päivämäärä:	18.10.2016

Näytenumero:	16SM04194
Ottopiste:	MN1

Homeitiöt 2% MALT-agar		
	Prosentti- osuus	pmy/g kokonais- määrästä
Tunnistamaton	45 %	33000
Steriilit, jotka eivät muodosta käytettävillä alustoilla itiöitä	29 %	21000
<i>Aspergillus spp.</i>		todettu
<i>Aspergillus penicillioides/Aspergillus restrictus*</i>	2 %	1600
<i>Stachybotrys*</i>	24 %	18000
<i>Trichoderma*</i>		todettu

Homeitiöt DG18-agar		
	Prosentti- osuus	pmy/g kokonais- määrästä
Tunnistamaton	8 %	1100
Steriilit, jotka eivät muodosta käytettävillä alustoilla itiöitä	4 %	640
<i>Aspergillus versicolor*</i>	88 %	13000
<i>Penicillium</i>	0 %	58

Tähdellä (*) merkityt homesuvut ovat tyypillisiä kosteusvauriomikrobeja.

HYÖTYKÄYTTÖKELPOISUUSANALYYSI		
Tilaja: Ramboll Finland Oy Mikko Kontionaho	Tilaus-/ toimituspäivä: 18.10.2016	Kohde / projektinnumero: Vaasanmyllyn viljasiiilot
Menetelmät: Tilajan toimittaman näyte tutkittiin standardien SFS-ISO 11465, SFS-EN 14039, ISO 11885, SFS-EN 12457-3 ja ISO 18287 mukaisesti. Analyysijä on teetetty alihankintana. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.		

TULOKSET:	HK. Kokoomanäyte kaikista lähetetyistä kiviaineisesta näytteistä	HK. (L/S10)	Raja-arvo pitoisuus/liukoisuus
Yhdiste:	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
pH (L/S=8)	12,1	-	-
PAH-yhdisteet	< 1,0	-	20/-
PCB-yhdisteet	< 1,0	-	1,0/-
Öljyhiilivedyt C10-C21	< 20	-	-/-
Öljyhiilivedyt C22-C40	73	-	-/-
Öljyhiilivedyt C10-C40	85	-	500/-
Liennut orgaaninen hiili, DOC	-	46	-/500
Antimoni	-	< 0,01	-/0,06
Arseeni	12	< 0,2	50/0,5
Barium	-	0,5	-/20
Kadmium	< 0,4	< 0,01	10/0,02
Kromi	430	0,2	400/0,5
Kupari	5400	< 0,1	400/2,0
Elohopea	< 0,002	< 0,002	0,01/0,01
Lyijy	200	< 0,1	300/0,5
Molybdeeni	-	< 0,2	-/0,5
Nikkeli	-	< 0,1	-/0,4
Vanadiini	-	< 0,1	-/2,0
Sinkki	1800	< 0,1	700/4,0
Seleen	-	< 0,01	-/0,1
Fluoridi	-	< 5,0	-/10
Sulfaatti	-	330	-/1000
Kloridi	-	17	-/800

* Raja-arvon ylittävät tulokset on lihavoitu.

Näytteen HK kromin, kuparin ja sinkin pitoisuudet ylittävät raja-arvon (VNA591 ja 403).



Anssi Riekkö
tutkija, laboratorioanalyytikko

RASKASMETALLIANALYYSI											
Tilaaaja:	Ramboll Finland Oy										
Kohde:	Vaasanmyllyn siilot					Tilauspäivä:	18.10.2016				
Projektinnumero:	1510029766					Toimituspäivä:	20.10.2016				
Menetelmät:											
Tilaajan toimittaman näytteen raskasmetallianalyysi tehtiin XRF-analyysaattorilla, Bruker S1 TITAN. Laite on kalibroitu 2014 (Geochem General -kalibrointi). Tulokset on ilmoitettu kolmen mittauspisteen keskiarvona. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.											
TULOKSET: Näytteenottaja: Mikko Kontinaho ja Kai Jyrkiäinen											
Näyte	Materiaali / tila tai rakennusosa	Antimoni (2500)	Arseeni (1000)	Kadmium (100)	Koboltti (1000)	Kromi (1000)	Kupari (2500)	Nikkeli (1000)	Lyijy (1500/2500**)	Sinkki (2500)	Vanadiini (10 000)
RM1	Kokoomanäyte, maalit	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	510	< 100

* Vaarallisen jätteen raja-arvot mg/kg, ylittävät tulokset on lihavoitu (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007).

RM1** RATU 82-0382: rakennusmateriaalien raja-arvo 1500 mg/kg. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2007: maa-aineksen raja-arvo 2500 mg/kg.

Näytettä RM1 vastaavat materiaalit voidaan raskasmetallipitoisuuksien osalta poistaa ja hävittää normaalisti.



Anssi Riekkö
Tutkija, laboratorioanalytikko
044 0740 410

Talo 2000 -nimikkeistö		määrä	yksikkö	mat. kust. € / yksikkö	työkust. € / yksikkö	yht. € / yksikkö	yht. €	ALV 0 %
1	Rakennusosat							
12	Talo-osat						4 479 976	100 %
121	Perustukset						280 934	6 %
	Routasuojaus 100mm, tuplasalaoja, sepelitäyttö	200	jm	47,77	12,20	60,0	11 994	
	Purku, vedeneristysten purku betonipinnasta PAH-työnä	536	m ²		10,0	10,0	5 360	
	Perusmuurin vieressä olevan maan kaivuu ja sepelitäyttö	134	jm	147,6	150,0	297,6	39 880	
	Purku, tiilimuurauksen purku	536	m ²		100,0	100,0	53 600	
	Perusmuurin lämmöneristäminen	536	m ²	10,0	15,0	25,0	13 400	
	Sokkelirakenne, betonisokkeli 80 mm	134	jm	120,0	100,0	220,0	29 480	
	Hissikuilujen anturat + sokkelit	20	jm	97,9	57,1	155,0	3 101	
	Uusien pilarien perustukset	1	erä	100000		100000	100 000	
	Perusmuurin vedeneristys	536	m ²	10,0	35,0	45,0	24 120	
122	Alapohjat						104 501	2 %
	Purku, maanvaraisen betonialapohjan purku (piikkaus)	720	m ²		50,00	50	36 000	
	Alapohja, kantava teräsbetonialapohja, lämmöneriste 100mm	720	m ²	68,33	26,81	95,14	68 501	
	<i>Muovimatto, lattiatasoite, pintabetoni, maata vasten valettu betonilaatta, polystyreeni, sepelitäyttö</i>						-	
123	Runko						2 598 788	58 %
	Rungon märkähiekkapuhallus (sis. kaluston)	16015	m ²	20		20	320 292	
	Väli- ja yläpohjat 11 kpl, liittolaatta 200mm	7920	m ²	83,51	26,17	109,68	868 666	
	<i>Muovimatto, lattiatasoite, teräsbetoninen liittolaatta, kipsilevy, kattotasoite, kattomaali</i>						-	
	Pystyrungon vahvistus/lisärunko: pilarit	440	kpl	1000		1000	440 000	
	Vaakarunko: palkit	440	kpl	800		800	352 000	
	Purku, ovi-aukkojen 2100x900 timanttisahaus 200 kpl, n. 12 jm / kpl	2400	jm		50	50	120 000	
	Purku, Ikkuna-aukkojen 1200x1200 timanttisahaus 180 kpl, n. 5 jm/kpl	900	jm		50,00	50	45 000	
	Betoniporras lepotasolla: elementti, leveys 1200 mm	22	kpl	3601	71,31	3672,31	80 791	
	Hissikuilut, 200mm betoniseinä	500	m ²	56,31	46,42	102,73	51 365	
	Purku, yläpohjan betonilaatan purku	720	m ²		73,16	73,16	52 675	
	Palosuojaukset	3960	m ²	25	25	50	198 000	
	Väestönsuoja TARVE EI OLE TIEDOSSA, EI LASKETTU MUKAAN						-	
	Piipun kunnostus: laastipaikkaus, yläpään rapautuneen osan uusiminen	1	erä	70000		70000	70 000	
124	Julkisivut						1 323 900	30 %
	Betonijulkisivun märkähiekkapuhallus (sis. kaluston)	3920	m ²	20		20	78 400	
	Piikkaus ja laastipaikkaus, betonipinnan halkeamat, korroosiosuojaus	1470	jm	25	25	50	73 500	
	Ulkoseinä: eristerappaus, mineraalivilla 100+125mm ja kolmikerrosrappaus	3920	m ²	150	100,00	250	980 000	
	Sisäänkäynnit: ovet, katokset, portaat, luiskat	2	kpl	30000		30000	60 000	
	Ikkunat, MSA/AL puu-alumiini-ikkuna 12x12 M	176	kpl	500	50,00	550	96 800	
	Ikkunapellitykset	1	erä	35200		35200	35 200	
126	Vesikatot						171 853	4 %
	Purku, vanhan vesikatteen poisto	720	m ²	10	20,00	30	21 600	
	Uusi räystäsrakenne	147	jm	75	50,00	125	18 425	
	Vedenpoistojärjestelmän uusiminen	320	jm	60	30,00	90	28 800	
	Yläpohja: kaksikerroskermi, mineraalivilla 30+380mm, kallistusvalu	720	m ²	112,61	23,54	136,15	98 028	
	Vesikattovarusteet: alipainetuulettimet, kattokaivot	1	erä	5000		5000	5 000	

Tutkimuskohteen käyttötavan muutos				Talonrakennuksen kustannustieto, Haahtela 2013, sivut 343 ja 348					
Haahtela / Talo 2000 -nimikkeistö				Uusi toimistorakennus			Uusi asuinrakennus		
€ €/brm ²				€ €/brm ²			€ €/brm ²		
Rakennusosat	11	Alueosat		513 360	71	5,1 %	388 800	54	4,6 %
	12	Talo-osat	4 479 976 622	2 824 560	392	28,0 %	2 700 000	375	32,2 %
	13	Tilaosat		1 463 760	203	14,5 %	1 288 800	179	15,4 %
				4 801 680	667	47,5 %	4 377 600	608	52,1 %
Tekniikkaosat	21	Putkiosat		561 600	78	5,6 %	547 200	76	6,5 %
	22	Ilmanvaihto-osat		417 600	58	4,1 %	172 800	24	2,1 %
	23	Sähköosat		583 200	81	5,8 %	331 200	46	3,9 %
	24	Tieto-osat		237 600	33	2,4 %	57 600	8	0,7 %
	25	Laiteosat		266 400	37	2,6 %	324 000	45	3,9 %
				2 066 400	287	20,5 %	1 432 800	199	17,1 %
Hanketehtävät	31	Hankkeen johtotehtävät		441 360	61	4,4 %	410 400	57	4,9 %
	32	Suunnittelutehtävät		642 960	89	6,4 %	388 800	54	4,6 %
	33	Rakentamisen johtotehtävät		1 283 760	178	12,7 %	1 130 400	157	13,5 %
	34	Työmaatehtävät		583 200	81	5,8 %	417 600	58	5,0 %
				2 951 280	410	29,2 %	2 347 200	326	28,0 %
RAKENNUS				9 819 360	1364	97,2 %	8 157 600	1133	97,2 %
Kiinteistötehtävät	41	Maa-alue tehtävät		86 400	12	0,9 %	72 000	10	0,9 %
	42	Rahoitus ja markkinointi							
					12	0,9 %	72 000	10	0,9 %
KIINTEISTÖ						98,1 %			98,0 %
Käyttäjätehtävät	51	Tilavarustus							
	52	Toiminnan ylläpito							
Hankkeen varaukset	61	Suunnitelma- ja hintamuutokset		115 200	16	1,1 %	100 800	14	1,2 %
				79 200	11	0,8 %	64 800	9	0,8 %
				194 400	27	1,9 %	165 600	23	2,0 %
HANKE (alv 0 %)				10 100 160	1403	100,0 %	8 395 200	1166	100,0 %