

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Tuomas Nuutinen

PAIHOLAN SAIRAALA-ALUEEN LUHTITALOJEN  
KUNTOTUTKIMUKSET

Opinnäytetyö  
Helmikuu 2013



## OPINNÄYTETYÖ

Tammikuu 2013

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
p. (013) 260 6700

Tekijä  
Tuomas Nuutinen

Nimeke  
Paiholan sairaala-alueen luhtitalojen kuntotutkimukset

Toimeksiantaja  
Mestarinikkarit Oy, Korjausrakentamisen kehitysprojekti (Korak)

### Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli kuntotutkimusten suorittaminen Paiholan sairaala-alueella sijaitseviin luhtitaloihin. Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Korjausrakentamisen kehitysprojektiin (Korak) liittyen Mestarinikkarit Oy:lle.

Opinnäytetyön kohteena oli neljä lähes identtistä luhtitaloa, jotka on rakennettu samaan aikaan samanlaiselle paikalle, ne ovat olleet samanlaisessa käytössä ja niihin on tehty samoja korjauksia. Työssä tarkemmat tutkimukset on rajattu yhteen rakennukseen, sillä se antaa käsityksen myös muiden rakennusten kunnosta.

Tilaaajan pohdinnassa on ollut, kannattaako rakennuksia saneerata vai olisiko järkevin vaihtoehto purkaminen ja uudisrakentaminen. Tässä työssä tutkittavaan rakennukseen tehtiin rakennetutkimukset, joissa kaikki rakenteiden materiaalit ja materiaalivahvuudet selvitettiin. Lisäksi rakennukseen tehtiin kuntoarvio ja lisätutkimuksia vaativiin rakenteisiin tehtiin tarkempia kuntotutkimuksia. Lopuksi työssä pohdittiin luhtitalojen tulevaisuutta. Tutkimusten pohjalta tilaaja voi jatkaa rakennusten tulevaisuuden suunnittelua.

Kieli  
Suomi

Sivuja	55
Liitteet	4
Liitesivumäärä	74

Asiasanat  
korjausrakentaminen, kuntotutkimus, kuntokartoitus



**THESIS**  
**January 2012**  
**Degree Programme in Civil Engineering**

Karjalankatu 3  
FIN 80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. 358-13-260 6700

Author  
Tuomas Nuutinen

Title  
Condition Survey of Balcony Access Blocks

Commissioned by  
Mestarinikkarit Oy, Development Project of Renovation (Korak)

Abstract

The purpose of this thesis was to conduct a condition survey on four balcony access blocks located in the hospital area of Paihola. The thesis was assigned by Mestarinikkarit Oy and Development Project of Renovation (Korak).

The target of the study comprised of four nearly identical balcony access blocks. The buildings were built at the same time on a similar building site. Their purpose had been similar and same renovations have been conducted to all four buildings. Therefore, the research concentrated only on one building only, as the results of the condition survey could be referred to the other buildings, too.

The goal of this study was to determine building structures on the basis of the client's objective, which was to find out whether the buildings could be renovated or should they be pulled down and construct new buildings. In addition, the building condition assessment was made and the investigation of more demanding structures was carried out as detailed condition surveys. Finally, the thesis discussed balcony access block's future.

Language  
Finnish

Pages	55
Appendices	4
Pages of appendices	74

Keywords  
renovation, condition survey, condition assessment

## Sisällysluettelo

1	Käsitteet.....	6
2	Johdanto.....	7
3	60-luvun rakentaminen .....	8
3.1	Rakenteet.....	9
3.2	Aikakauden rakentamismääräykset.....	10
3.3	Aikakauden vauriot.....	11
4	Paiholan sairaala-alueen historia .....	12
4.1	Pälksaarelta evakkoon kahteen kertaan.....	12
4.2	Paiholan sairaalan rakentaminen.....	13
4.3	Henkilökunnan asuminen.....	15
4.4	Luhtitalot PA19-PA22.....	16
5	Kohteen kuvaus ja taustatiedot .....	16
5.1	Yleistietoa tarkastettavasta kohteesta.....	17
5.2	Rakennusteknisiä tietoja .....	18
5.3	Suoritettut korjaukset .....	18
6	Rakennetutkimukset.....	18
6.1	Päätyseinät.....	19
6.2	Sivuseinät .....	20
6.2.1	Eteläseinä .....	20
6.2.2	Pohjoisseinä .....	21
6.3	Alapohja .....	21
6.4	Välipohja .....	22
6.5	Yläpohja ja vesikatto .....	23
6.6	Väliseinät.....	23
7	Kuntoarvio .....	24
8	Lämmönläpäisykertoimien laskenta.....	29
8.1	Alapohjan lämmönläpäisykerroin .....	29
8.1.1	Alapohjan rakenne .....	29
8.1.2	Lattian ominaismitta B' .....	30
8.1.3	Ekvivalentti paksuus $d_t$ .....	30
8.1.4	Lämmönläpäisykerroin.....	31
8.2	Päätyseinän lämmönläpäisykerroin .....	31
8.2.1	Rakenne .....	32
8.2.2	Rakenteen lämmönvastus.....	32
8.2.3	Mekaanisen kiinnikkeen korjaustekijä .....	33
8.2.4	Lämmönläpäisykerroin.....	34
8.3	Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet .....	34
9	Suoritettut tarkemmat tutkimukset ja menetelmät .....	35
9.1	Puristuslujuuden määrittäminen .....	35
9.2	Raudotteiden korroosio.....	37
9.3	Betonin rapautuminen.....	40
9.4	Vetolujuustestien ja betonin karbonatisoitumisen tulokset .....	41
9.5	Kosteusmittaukset .....	43
9.6	Perustuksien ja salaojan kuntotutkimukset .....	48
10	Luhtitalojen tulevaisuus.....	49
10.1	Rakennuksen elinkaari .....	51
10.2	Elinkaarikustannukset.....	52
10.3	Rakennusten muunneltavuus .....	53
	Lähteet.....	54

**Liitteet**

- Liite 1 Paiholan luhtitalon kuntotutkimusraportti
- Liite 2 Pohjapiirustus Piir. No. 1.
- Liite 3 Leikkaus A-A ja B-B Piir. No. 2.
- Liite 4 Rakennetyypit Piir. No. 3-12.

# 1 Käsitteet

## *Betonin lisähuokostus*

Normaalibetonissa on ilmaa 1–2 %, tiiviissä tai korkealujuusbetonissa jopa vähemmän. Kun betonin pakkasenkestävyyttä halutaan parantaa, se lisähuokostetaan, jolloin ilmapitoisuus nostetaan 4–8 %:iin huokostavan lisäaineen avulla. Lisähuokostuksessa syntyneiden pienien ilmakuplien eli niin sanottujen suoja-huokosten tehtävä on vastaanottaa betonissa olevan veden jäätyessään aiheuttama paine niin, ettei betoni rikkoudu. (Suomen betoniyhdistys 2005, 66.)

## *Betonin suhteellinen kosteus*

Betonin suhteellinen kosteus on betonin huokosissa olevan ilman suhteellinen kosteus. Suhteellinen kosteus kuvaa betonissa olevaa liikkumiskykyistä ja esimerkiksi päällysteen alle tasapainottumaan pystyvää kosteuspitoisuutta. (Rakennustieto 2010, 2.)

## *Karbonatisoituminen*

Karbonatisoituminen eli betonin neutralisoituminen on seurausta hiilidioksidin tunkeutumisesta betoniin ja sen aiheuttamasta betonin huokosveden emäksisyyden (pH) alenemisesta. (Suomen betoniyhdistys 2002, 21.)

## *Lämmönläpäisykerroin*

U-arvo eli entinen K-arvo on rakenteen tai rakenneosan lämpövirran tiheyttä kuvaava arvo, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero eri puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruinen. Mitä pienempi arvo on, sitä paremmin lämpö säilyy halutulla puolella rakennetta. (Rakennustieto 2011, 3.)

## *Sandwich-rakenne*

Sandwich-rakenteessa ulkokuori tukeutuu eristekerroksen läpäisevien ansaiden tai muiden teräsosien välityksellä sisäkuoreen, joka on kiinnitetty runkoon, tai toimii itse kuormia siirtävänä rakenteena. (Suomen betoniyhdistys 2002, 14.)

### *Suhteellinen kosteus, RH*

Suhteellinen kosteus on ilmassa olevan vesihöyrynpaineen suhde kyllästyspaineeseen kyseisessä lämpötilassa. Suhteellinen kosteus ilmaistaan prosentteina (%). (Rakennustieto 2010, 2.)

## **2 Johdanto**

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä Paiholan sairaala-alueella sijaitseviin luhtitaloihin rakennetutkimukset, kuntoarvio ja kuntotutkimuksia. Työn tilaajana toimi kyseisten kiinteistöjen omistaja Mestarinikkarit Oy.

Tutkimuskohteena toimi neljä lähes identtistä luhtitaloa. Yhden rakennuksen pinta-ala on noin 360 m<sup>2</sup>. Kaikki rakennukset sijaitsevat jyrkässä rinteessä samanlaisella paikalla, ne on rakennettu samaan aikaan ja rakennuksien huolto on ollut samanlaista. Rakennukset on alun perin rakennettu Paiholan sairaalan hoitajien asunnoiksi, mutta viimeiset 20 vuotta rakennukset ovat olleet Kontiolahden Vastaanottokeskus Oy:n käytössä. Nykyisin tilat ovat pääosin tyhjillään. Tarkemmat tutkimukset on rajattu vain yhteen luhtitaloon. Rakennuksissa ei ole vuosien aikana tehty juuri minkäänlaisia korjaustoimenpiteitä.

Tilaajan pohdinnassa oli rakennusten tulevaisuus: kannattaako rakennuksia korjata, kuka on rakennusten tuleva käyttäjä, vai ovatko rakennukset jo elinkaarensa päässä. Rakennuksien historiasta, rakenteista ja nykyisestä kunnosta ei ollut tarkkaa tietoa. Rakennetutkimuksien tavoitteena oli saada selville rakennuksen kaikkien rakenteiden materiaalit ja materiaalivahvuudet. Rakennetutkimuksien pohjalta rakenteista piirrettiin rakennetyypit ja kaikille rakenteille laskettiin rakenteiden lämmöneristävyyttä kuvaavat U-arvot. Rakennetutkimukset antoivat pohjaa kuntoarvion tekemiselle ja rakennetutkimuksista sai käsityksen niistä rakenteista, jotka vaativat tarkempaa tutkimista.

Rakennetutkimuksien pohjalta ja muutoin pääasiassa silmämääräisellä tutkimuksella rakennuksesta laadittiin kuntoarvio, jossa rakenteet ja arvio niiden

kunnosta on käyty läpi yksityiskohtaisesti. Tarkempia kuntotutkimuksia suoritettiin rakennetutkimuksien yhteydessä otettuihin betoninäytteisiin. Betonirakenteista pyrittiin selvittämään puristuslujuudet, betonin karbonatisoituminen ja betonin rapautuminen. Lisäksi rakennukseen tehtiin kosteusmittauksia.

Tavoitteena oli, että tehdyillä tutkimuksilla saadaan selville käytetyt rakenteet, mahdolliset rakennusvirheet, rakenteiden nykyinen kunto, vauriot ja korjaustarpeet. Tutkimukset antavat toivottavasti tilaajalle työkaluja suunnitella rakennuksien tulevaisuutta.

### **3 60-luvun rakentaminen**

Usein on vaikea hahmottaa ja eritellä niitä rakennuksia, jotka edustavat tyypillistä 60-luvun rakentamista. Puhutaan laatikkoarkkitehtuurista ja suorakulmataloista, mutta mitkä ovat 60-luvulle tyypilliset rakentamisen ominaispiirteet?

60-luvun alussa Suomessa vietettiin vielä muutosten aikoja, sillä jatkosodan päättymisestä ei ollut kuin 16 vuotta. Näinä sodan jälkeisinä vuosikymmeninä yhteiskunta ja rakentaminen muuttuivat rajusti. 1940-luvun lopulla ja 1950-luvulla rakentamisessa näkyi vielä selvästi pula-aika. Huolellisella suunnittelulla ja rakennusosien standardoinnilla pyrittiin mahdollisimman edulliseen rakentamiseen. 1960-luvulla rakennusten arkkitehtuuri ja rakennustekniikka muuttuivat radikaalisti. Elementtirakentaminen tuli vallitsevaksi ja puurakentaminen hiipui lähes kokonaan. (Jälleenrakennuskausi 2012.)

60-luvulla ihmiset alkoivat muuttaa kaupunkeihin ja työpaikan tarjoamat asunnot olivat suosittuja. Vuosikymmenen alun kerrostalot valettiin vielä betonista paikan päällä, mutta voimakas muuttoliike lisäsi tarvetta rakentaa uusia asutusalueita tehokkaasti ja nopeasti. Näin alkoi tehdasvalmisteinen elementtirakentaminen. Jotta edullinen rakentaminen onnistuisi, elementtejä tehtiin sarjatuotantona ja arkkitehtien suunnittelupöydillä valmistui piirustuksia ja suunnitelmia lähiöistä.



Samalle alueelle tehtiin siis useita samanlaisia taloja, joiden huoneistot muodostuivat muutamasta perustyyppistä. (Jälleenrakennuskausi 2012.)

Moni pitää 60-luvulla tehtyjä rakennuksia rumina ja epäkäytännöllisinä. On kuitenkin hyvä muistaa, että 60-luvulla elettiin hyvin erilaisessa Suomessa ja silloin nämä talot edustivat aiempaa parempaa ja modernia asumista. Huoneet olivat kohtuullisen suuria ja asunnoissa oli kaikki sen ajan mukavuudet: sisä-WC, keskukslämmitys ja hanasta tuleva lämmin vesi. Nämä nykyisin jokapäiväiset varusteet eivät tuohon aikaan olleet itsestäänselvyyksiä. (Jälleenrakennuskausi 2012.) Tilastokeskuksen (2011a) mukaan 60-luvulla sähköt löytyivät 89 %:sta, WC 35 %:sta, keskukslämmitys 31 %:sta ja kylpyhuone 16 %:sta Suomen asunnoista.

### **3.1 Rakenteet**

60-luvun alussa tehtiin pääasiassa paikalla tehtyjä rakennuksia, mikä antoi mahdollisuuksia hyvinkin persoonallisiin ja yksilöllisiin ratkaisuihin. Aikakaudelle tyypillistä oli käyttää useita eri materiaaleja ja rakenteita samassa kohteessa. Paikalla tehdyissä rakennuksissa kantavat seinät koostuivat yleensä täystiilimuurista, kantavasta betoniseinästä tai näiden eri yhdistelmistä. (Neuvonen 2009, 16.)

Kun elementtirakentaminen teki tuloaan, arkkitehdit alkoivat suosia nauhaelementtejä. Näistä syntyi pitkiä vaakasuuntaisia julkisivuja, joita koristivat paikalla tehdyt ikkunauhat ja yleensä rapatut tai tiilestä muuratut päätyseinät. 60-luvulla vielä puutteellinen nosturikalusto esti sandwich-elementtien käytön päätyseinissä, joten betoniseinät verhoiltiin kevytbetonilla tai tiilellä. Yleinen ulkoseinärakenne pitkillä julkisivuilla oli betonisandwich-elementti. Julkisivut olivat useimmiten sileää tai harjattua betonia. Päätyseinien rakenne oli yleensä kantava teräsbetoniseinä ja kevytbetonieristys tai kantava teräsbetoniseinä, lämmöneriste ja tiili / levyverhous tai rappaus. (Neuvonen 2009, 27.)

60-luvun loppupuolella tuotantoteknisesti paljon edullisempi ruutuelementti syrjäytti nauhajulkisivut. Ruutuelementeissä teollinen ja samanlaisuuteen perustuva tuotanto tuotti homogeenisiä ja toisistaan erottumattomia rakennuksia ja lähiöitä. Kerrostalo koostui lähes samanlaisista elementeistä ja parvekkeet olivat rungon ulkopuolella erillisinä rakenteina tornissa. Vuosikymmenen loppupuolella jo kasvanut nosturikapasiteetti mahdollisti sandwich-elementtien käytön myös kantavissa päätyseinissä. (Neuvonen 2009, 30.)

60-luvun kerrostaloissa kattomuoto oli pääasiassa tasakatto, mutta myös loivaa pulpettikattoa tai harjakattoa käytettiin. Ikkunat olivat sisään aukeavat kaksilasiiset puuikkunat, jotka yleensä 60-luvun alkupuolella olivat hyvinkin leveitä ja ikkunoiden osuus julkisivun pinta-alasta oli suuri. 60-luvun loppupuolella ruutuelementtien aikaan ikkunoiden pinta-ala pieneni. (Neuvonen 2009, 27–30.)

### **3.2 Aikakauden rakentamismääräykset**

Vielä 60-luvun alussa rakentamista ohjaavia määräyksiä ei juuri ollut, ja rakentaminen oli hyvin paljon opittujen tapojen mukaista. Rakentamista ohjaavia normeja oli, mutta niiden paikkansapitävyyttä ei vielä tuolloin kukaan valvonut ja täten rakentaminen oli hyvin vapaata. Pohjarakennusta koskevat ensimmäiset normit tulivat voimaan 1965. Salaojitusta koskevat normit tulivat 60-luvun taitteessa ja ensimmäiset betonisten elementtien rakentamista koskevat normit julkaistiin vuonna 1963. Myöhemmin 60-luvulla rakentamista ohjailevat lainsäädännöt alkoivat lisääntyä, kun 1967 perustettiin normitoimisto, jonka pääasiallisena tarkoituksena oli valvoa erilaisia normijulkaisuja. Tuohon aikaan säännökset olivat kuitenkin epäselviä ja vähäisiä. Varsinainen Suomen rakentamismääräyskokoelma tuli voimaan vuonna 1975, jolloin myös kumottiin kaikki siihen asti käytössä olleet normit. (Lindblad 2010, 14.)

60-luvulla voimassa olleita RT-kortteja selatessa huomaa, että rakentaminen ja mieltymykset hyvistä rakennustavoista ovat olleet hyvin erilaiset kuin nykyisin. Esimerkiksi perustamisia käsittelevässä RT-kortissa (Rakennustieto 1957, 1–3.) mainitaan, että lämmittämättömiä maanvaraisia alapohjia käytettäessä saattaa

lattian turha korottaminen maanpinnasta aiheuttaa routavaaraa. Normaalia muuriperustusta käytettäessä perustussyvyyden oli oltava vähintään 30 cm alkuperäisen maanpinnan alapuolella. Pohjois-Suomessa perustamissyvyyttä lisättiin vielä 20 cm joko kaivamalla tai täyttämällä perustusten vierustaa esimerkiksi ruokamullalla niin, että perustamissyvyydeksi tuli vähintään 50 cm loppullisesta maanpinnasta. Reunavahvistettua laattaa käytettäessä nämä vaatimukset eivät kuitenkaan olleet voimassa. Lattian tuli olla niin lähellä maanpintaa, jotta alapohjan kautta rakennuksen ulkopuolelle kulkeva lämpö piti maan jäätymättömänä aivan maanpinnassakin, joten perustusten vieminen liian syväle oli turhaa. Tuohon aikaan perustukset mieluummin pidettiin sulana lämmittämällä, kuin ylimääräisiä routasuojauksia tekemällä.

Betonirakentamisessa julkisivun lujuusvaatimus määräytyi 1954 vuoden betoninormien mukaan. Normien mukaan lujuusvaatimuksien tuli olla K20. Vuoden 1965 betoninormeissa lujuusluokka kasvatettiin K25:een, jossa vaatimukset säilyivätkin aina 80-luvun loppupuolelle. 50-luvun betoninormeissa harjaterästen suojabetonivaatimukseksi annettiin 20 mm. Tämän kuitenkin katsottiin koskevan vain kantavia rakenteita eikä ulkokuorta. Kaikesta huolimatta minimivaatimus oli 10 mm. Julkisivujen pakkasenkestävyydestä alettiin ensimmäisen kerran puhua normeissa vasta 1970-luvulla. Tällöinkin esitettiin vain, että pakkasenkestävyys on riippuvainen huokosrakenteesta. Tätä ennen ei lisähuokostusaineita juuri käytetty. Ensimmäiset ja varsinaiset pakkasenkestävyysvaatimukset tulivat vasta vuoden 1980 betoninormeissa. (Suomen betoniyhdistys 2002, 12–13.)

### **3.3 Aikakauden vauriot**

60-luvulla työnlaatuun ei aina osattu tai ymmärretty kiinnittää huomiota. Koska betoni- ja elementtirakentaminen olivat vielä alkuvaiheessa, tietämys oli vähäistä. Tyypillisiä vaurioita olikin betonielementtien ulkokuoren raudoitteiden korrosio, koska yleensä raudoitteet on jätetty liian pintaan ja betonipeitteen paksuutta ei ole huomioitu. (Neuvonen 2009, 27.)

Toinen yleinen vaurio aikakauden rakenteessa on elementtien pakkasrapautuminen, koska säänkestävää betonia ei juuri ollut ja sen tultua hinta oli niin kova, ettei sitä haluttu käyttää. Muita tyypillisiä vaurioita ovat kosteuteen liittyvät ongelmat, jotka aiheutuvat vesikaton vaurioista, sadevesistä ja salaojien huonosta kunnosta tai puutteesta. Lisäksi tyypillistä aikakauden rakennuksille on elementtien pintakäsittelyjen halkeilu ja muodonmuutokset. (Neuvonen 2009, 27.)

## **4 Paiholan sairaala-alueen historia**

Paiholan sairaala-alueen historia ulottuu 1800-luvun loppupuolelle, jolloin Pohjois-Karjalaan alettiin suunnitella uutta mielisairaala. Asiaa lähdettiin ajamaan 1896, jolloin tilattiin lääkintöhallitukselta laitoksen piirustukset. Tässä vaiheessa sairaalan perustaminen kaatui kuitenkin erimielisyyksiin. (Kakkonen 2002, 75.)

Asia otettiin esille 1913 Joensuussa pidetyillä kunnallispäivillä, mutta toden teolla sairaalahanketta ryhdyttiin toteuttamaan vasta 1920-luvulla. Vuoden 1922 alkupuolella tehtiin sairaalan perustamispäätös. Ainoastaan sairaalan sijaintipaikka oli epäselvä. Loppuvuodesta 1922 lopullinen valinta tapahtui Pälksaaren, Kontioniemen ja Polvijärven välillä. Valtioneuvosto teki päätöksen hoitolaitoksen perustamiseksi Pälksaareen. Rakentaminen sujui nopeasti ja Pälksaaren sairaala vihittiin käyttöön 13.12.1925. Sairaala laajennettiin myöhemmin vielä kaksi kertaa 1930-luvulla. Talvisodan syttyessä 1939 Pälksaaren sairaalan omistajakuntia oli 37 ja hoitopaikkoja 353. Lisäksi sairaalaan kuului 1300 hehtaaria metsää ja 70 hehtaaria viljelysmaata, jossa potilaat suorittivat terapiatyötä. (Kakkonen 2002, 75.)

### **4.1 Pälksaarelta evakkoon kahteen kertaan**

Talvisodan päätyttyä Pälksaaren sairaala, sairaalan maatila ja 13 sairaalan jäsenkuntaa jäivät luovutetulle alueelle. Osa potilaista sijoitettiin kotihoitoon, osa sisämaan muihin mielisairaaloihin ja loput sata Kiteen Naiskoteollisuuskoululle.

Koska uuden sairaalan tarve oli ilmeinen, vuoden 1940 syyskuussa liittovaltuusto päätti ostaa Kontiolahden kunnalta Lukkarilan, Juhanalan ja Hiltulan tilat, yhteensä 750 hehtaaria. Kauppahinta oli yhteensä 2,3 miljoonaa markkaa. Samalla liittovaltuusto antoi oikeudet ryhtyä kaikkiin toimiin uuden sairaalan perustamiseksi. (Tuovinen 2007, 16–17.)

Arkkitehti Jalmari Lankinen suunnitteli paikalle noin 120-paikkaisen sairaalan. Kuntaliitto oli myynyt metsää ja harjoittanut maataloutta rakentamisrahastoa varten. Kaikki alkoi olla valmista rakentamista varten, mutta Lääkintöhallitus ja sotilasviranomaiset eivät antaneet lupaa laitoksen rakentamista varten näin lähelle rajaa. Lupaa rakentamista varten ei myönnetty, sillä uloin puolustuslinja sijaitsi Pielisjoen varressa ja Paiholan niemen kärjessä oli juoksuhautoja ja korsi, joka myöhemmin muutettiin saunaksi potilaiden ja henkilökunnan käyttöön. (Tuovinen 2007, 16–17.)

Jatkosodan alettua vallattiin Pälksaari takaisin, jolloin suunnitelmat uuden Paiholan sairaalan rakentamisesta laitettiin syrjään ja päätettiin, että Pälksaaren sairaala ryhdytään korjaamaan entiseen kuntoonsa. Sairaalan korjaustyöt aloitettiin ja sairaala muutti takaisin Pälksaareen. Korjaustöitä tehtiin ja ne ehdittiin saattaa kutakuinkin päätökseen, kunnes vuoden 1944 rauhanneuvotteluissa sairaala jäi jälleen rajan taakse ja uusi evakkomatka alkoi. Pälksaaren sairaala jäi uusille omistajilleen korjaustyöt tehtynä. Sairaalan maaomaisuus oli laajimmillaan 2 137 hehtaaria, mutta tästä kaikesta jäi jäljelle Tohmajärvellä sijaitseva metsäsaareke. Kaikesta huolimatta tällä kertaa oli paikka minne mennä. Noin 35 potilasta sijoitettiin maatilalle Paiholaan, ja osa sijoitettiin sisämaan mielisairaaloihin Kuopioon ja Seinäjoelle. Myös osa Paiholan 750 hehtaarin maa-alueista jouduttiin luovuttamaan pika-asutukseen. Vuonna 1945 sairaalalla oli hallussaan 487 hehtaaria. (Tuovinen 2007, 17–18.)

## **4.2 Paiholan sairaalan rakentaminen**

Jatkosodan päätyttyä ryhdyttiin jälleen pohtimaan psykiatrisen hoidon järjestämistä Pohjois-Karjalassa. Päätös uuden sairaalan rakentamisesta Paiholaan

tehtiin Joensuussa vuonna 1944, mutta sairaalan rakennuslupa saatiin vasta syyskuussa 1948. Ensimmäisenä rakennettiin päärakennus ja osastolääkärin asunto. Piirustuksen ja rakennesuunnitelmat oli laatinut Jalmari Lankinen. Lujuslaskelmat teki diplomi-insinööri Olavi Talvio Helsingistä. Rakennusurakoitsijaksi valittiin Rakentava Oy Riihimäeltä. (Tuovinen 2007, 20–21.)

Rakennustyöt käynnistyivät 26. tammikuuta 1949. Työmiehiä perustustöihin tuli pääasiassa lähiseudulta, erikoismiehet olivat etelästä. Käytetty sahatavara tuli sairaalan metsistä ja sairaalan tiilet olivat tohmajärveläistä punatiiltä. Tiiliseinät olivat paksut ja myös väliseinät tavanomaista lujemmat. Potilashuoneiden ikkunoiden vahvuus vaihteli 6–20 mm:iin. Ikkunoissa ei ollut 15 cm suurempaa yhtenäistä alaa, eivätkä potilaat voineet itse avata ikkunoita. Tuuletus järjestettiin muilla keinoin. (Tuovinen 2007, 21–23.)

Alkuperäisen urakkasopimuksen mukaan päärakennuksen ja lääkärin asunnon olisi pitänyt valmistua lokakuuhun 1950 mennessä ja toisen sairaalarakennuksen helmikuuhun 1951 mennessä, mutta erinäiset työnseisaukset ja lakot vaikeuttivat töiden etenemistä. Erikoisvahvoja ikkunalaseja jouduttiin odottamaan Belgiasta, sillä Suomessa ei valmistettu kuin 8 mm:n ikkunalasia. Lisäksi Paiholan tie ei kestänyt rakentamista ja suurin osa rakentamiseen tarkoitettusta sorasta jouduttiin ajamaan tiehen. (Tuovinen 2007, 23.)

Sairaalan vihkiäisiä vietettiin 9. joulukuuta 1951, jolloin valmistui pääsairaala, avo-osasto ja ylilääkärin virka-asunto. Sairaala toi kylälle sähköt, tien, työpaikkoja ja vuoroliikenteen. Ylilääkäriksi valittiin Konstantin Koste, joka oli toiminut jo Pälksaassa alilääkärinä. Hoitajattarien virkoja oli 26 ja mieshoitajien 11. Lisäksi palkattiin talouspuolen henkilökuntaa, konepäällikkö, puutarhuri, varastonhoitaja-toimistoapulainen, kaksi puhelinapulaista, 11 keittiöapulaista, koneimestarin apulainen, kolme lämmittäjää, neljä pesula-apulaista, talonmies, 13 siivoojaa, karjakko, kolme karjanhoitoapulaista ja kaksi maatilan työmiestä. Työpaikkoja tuli siis noin sata pieneen Paiholan kylään. (Tuovinen 2007, 29.)

Päärakennuksen muutostyöt alkoivat vuonna 1955, sillä tarvittiin lisää potilaspaikkoja. Paikkoja saatiinkin lisää noin 15 pienillä muutostöillä. Nämä paikat

eivät riittäneet, vaan sairaalaa oli jälleen laajennettava. Ylilääkäriin asuntorakennus niemen kärkeen valmistui 1958, jolloin paikalla sijainnut korsusauna hävitettiin. (Tuovinen 2007, 33.)

### 4.3 Henkilökunnan asuminen

Hoitajiksi ja muihin tehtäviin palkattiin ensin mielellään nuoria ja perheettömiä, koska näille ei tarvinnut rakentaa suuria perheasuntoja. Henkilökunta asui pääasiassa päärakennuksen yläkerroksissa, joissa oli huoneita käytävän molemmin puolin. Usein yhden huoneen jakoi kaksi tai kolmekin henkilöä. Ahtaus ei elämää juuri haitannut, sillä henkilökunta oli täysihoidossa: ruoka, kalusteet ja liinavaatteet olivat talon puolesta. Liittohallitus tarjosi perheelliselle henkilökunnalle asuntotontteja sairaalan maista, mutta muualta tulleet empivät liikaa sitoutumista metsäsairaalaan. Osa henkilökunnasta asui myös Lukkarilassa ja osa Ahokalan maatilalla. (Tuovinen 2007, 83–84.)

Myöhemmin suuret virka-asunnot eivät enää kuuluneet palkkaetuihin. Vuokrat nousivat, joten lääkäreiden oli järkevämpää muuttaa omiin asuntoihin tai pienempiin vuokra-asuntoihin. Näin lääkäreiden asunnot jäivät vähitellen tyhjilleen. Talouspäällikön talo muutettiin päiväsairaalaksi 1970-luvulla ja ylilääkärikin asunto asuntolakäyttöön 1990-luvulla, jolloin sinne asettui asumaan muutama kriminaalipotilas. Pienet asunnot ja sairaalan sijainti huonoine kulkuyhteyksineen oli yksi suuri syyllinen henkilöstöpulaan. Tämän johdosta uusia asuntoja päätettiin rakentaa samanaikaisesti B-sairaalan rakentamisen kanssa. Vuosina 1964–1965 valmistui yhteensä kuusi kaksikerroksista pienkerrostaloa, joiden joukossa tämän työn luhtitalot. Näissä kuudessa talossa huoneistot olivat pienien soluasuntojen lisäksi pääasiassa kaksioita, joten edelleen asunnot sopivat pääasiassa yksin asuville. (Tuovinen 2007, 84–85.)

#### 4.4 Luhtitalot PA19-PA22

Luhtitalot rakennettiin yhdessä B-sairaalan ja lämpökeskuksen kanssa. Rakennusten suunnittelijaksi valittiin Helsingistä Reino Koivula, joka lukeutui maamme merkittävimpiin sairaalasuunnittelijoihin. Rakennusten luonnospiirustukset hyväksyttiin vuonna 1963. Valtion huono rahatilanne vaikeutti projektia ja projekti viivästyi. Sisäministeriö hyväksyi hankkeet yleiseen suunnitelmaan 18.9.1963 B-sairaalan, lämpökeskuksen ja henkilökunnan asuntojen A-, B-, C- ja E- osalta. Ylilääkärin asunto ja henkilökunnan asunnot D-, ja F- saivat jäädä odottamaan. Urakoitsijaksi valittiin Y.I. Immonen Oy Joensuusta. Kaikki rakennukset saatiin valmiiksi vuoteen 1965 mennessä ja rakennusten loppukatselmus suoritettiin 29. kesäkuuta 1965. (Tuovinen 2007, 108.)

20 vuotta myöhemmin 1985 Kuurnan sairaalan (B-sairaala) toiminta päättyi. Lopullisesti Kuurnan sairaala tyhjentyi vuonna 1990. Sairaalan ja henkilökunnan tiloille oli etsittävä uutta käyttöä ja Kontiolahden kunta perusti Kontiolahden Vastaanottokeskus Oy:n, jonka toiminta alkoi kyseisissä tiloissa vuonna 1992 korjaustoimenpiteiden jälkeen. Vastaanottokeskus toimi tiloissa vuoteen 2012 asti. (Tuovinen 2007, 120–121.)

## 5 Kohteen kuvaus ja taustatiedot

Paiholan sairaala-alueen kaaritalot eli neljä luhtitaloa muodostuvat kymmenestä yksiöstä ja 21 kaksionista (kuva 1). Yksiön keskimääräinen pinta-ala on noin 30 m<sup>2</sup> ja kaksion pinta-ala noin 40 m<sup>2</sup>. Lisäksi rakennuksessa numero 20 on kellarissa jakokeskus sekä ensimmäisessä kerroksessa yleinen saunatila, pesuhuone ja pukuhuoneet.

Rakennukset on otettu käyttöön vuonna 1965 ja ne ovat lähes alkuperäisessä kunnossa. Ainoastaan pintaremonttia on tehty huoneistojen sisätiloissa. Luhtitalot on alun perin rakennettu sairaalassa työskentelevien hoitajien käyttöön, mut-



ta viimeiset 20 vuotta rakennukset ovat olleet Kontiolahden vastaanottokeskuk-  
sen käytössä.



Kuva 1. Luhtitalot.

## 5.1 Yleistietoa tarkastettavasta kohteesta

Seuraavat perustiedot on saatu haastattelujen perusteella ja kerätty käytettävissä olleista asiakirjoista.

Rakennustyyppi:	Luhtitalo
Valmistumisvuosi:	1965
Asuinkerrokset:	2
Käyttötarkoitus:	Asuinrakennus
Huoneistot:	10 kpl yksiöitä
Pinta-alat:	Yksiön keskimääräinen koko on 30 m <sup>2</sup> . Rakennuksen bruttoala 358,2 m <sup>2</sup> . Pinta-aloja ei tarkemmitattu.
Tilavuus:	Koko rakennuksen tilavuus on 1065 m <sup>3</sup>
Huoneet:	Yksiössä: keittokomero, pesuhuone, olohuone, eteinen ja tuulikaappi.
Portaat:	Rakennuksen ulkopuoliset portaat luhtikäytävälle.

## 5.2 Rakennusteknisiä tietoja

Rakennustapa:	Paikalla rakennettu tiili/betoni
Julkisivut:	Päätyseinät on muurattua tiiliseinää. Pitkillä sivuilla rappua ja maalattua betonia. Koko rakennuksen läpi menevät pitkät nauhaikkunat.
Kattomuoto:	Loiva harjakatto
Vesikate:	Konesaumattu peltikate
Lämmitysjärjestelmä:	Kaukolämpö. Sairaala-alueella oma lämpölaitos.
Lämmöntuotto:	Talo 20:ssä sijaitsee lämmönjakokeskus, josta lämpö ja lämmin käyttövesi johdetaan putkikanaalien välityksellä taloihin 19, 21 ja 22. Lämmönsiirtimet ovat mallia ILMASET ja siirtimet on asennettu vuonna 1990.
Lämmönjako:	Teräslevypatterit
Ilmanvaihtojärjestelmä:	Painovoimainen
Kunnallistekniikka:	Kunnallinen vesi- ja viemäriverkko

## 5.3 Suoritetut korjaukset

Tilaajan antamien tietojen mukaan rakennuksissa ei ole suoritettu minkäänlaisia peruskorjaustoimenpiteitä valmistumisen jälkeen. Sisäpintoihin on vaihdettu tapetteja ja muovimattoja. WC-istuimia on uusittu vanhojen rikkoutuessa. Katolle on asennettu lumiesteet. Muuten rakennukset ovat lähes alkuperäisessä kunnossa.

## 6 Rakennetutkimukset

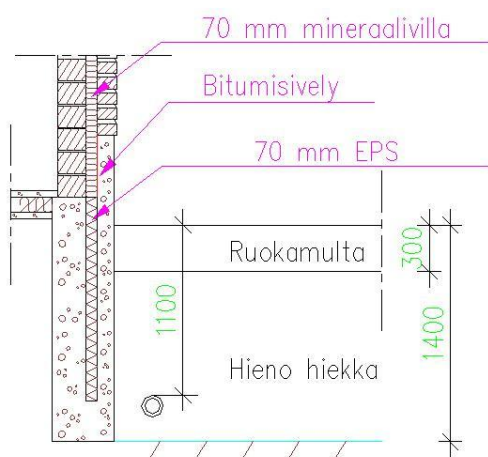
Koska rakennuksen rakenteista ei ollut juuri mitään käsitystä, selvitin ensin rakennuksen kaikkien rakenteiden rakennetyypit. Rakenteita tutkittiin endoskoopitutkimuksin ja porareikämittauksin. Joistain rakenteista rakennetyyppi varmistettiin avaamalla se timanttiporalla lieriöporauksin. Rakenteista piirrettiin tutki-

musten jälkeen rakennetyypit ja rakenteille laskettiin U-arvot. Rakennetyypit löytyvät liitteenä.

## 6.1 Päätyseinät

Päätyseinien rakenteita tutkittiin molemmista päädyistä endoskooppitutkimuksin sekä sisä- että ulkopuolelta. Päätyseinät ovat tiiliverhoiluja seiniä. Perustuksessa toimii leikkauspiirustusten mukaan levennetty sokkelirakenne, eli rakennuksessa ei ole erillistä anturarakennetta. Perustusten tyyppi varmistettiin pistokoeluontoisesti lapiokaivuna. Perustukset ulottuivat tarkastuskohdassa maanpinnasta 1400 mm:n syvyyteen. Perusmuurin kokonaisvahvuutta ei pystytty varmistamaan, sillä käyttämämme 430 mm:n poranterä ei yltänyt rakenteen läpi.

Perusmuurissa ulkopuolisen betonin vahvuus on 110 mm, jonka jälkeen eristeenä toimii 70 mm:n paksuinen EPS-eriste. Lattiapinnan kohdalla EPS vaihtuu samanvahvuiseen mineraalivillaan. Mineraalivillan ja ulkopuolisen betonin pintaan on sivelty bitumia. Sisäpuolinen teräsbetoni vaihtuu 180 mm:n vahvuiseen betonireikätiileen. Ulkopuolella niin sanottu valesokkeli nousee lattiapinnasta noin 400 mm, jonka jälkeen alkaa 130 mm:n tiiliverhous. Tiiliverhouksessa on käytetty varjosaumausta ja sidelimitystä. Kuvassa 2 näkyy periaatepiirros päätyseinän leikkauksesta.



Kuva 2. Päätyseinän leikkaus.

## 6.2 Sivuseinät

Sivuseinät muodostuvat pohjoisseinällä sisäänkäynneistä ja eteläseinällä pitkistä läpi talon menevistä nauhaikkunoista. Molempia sivuseiniä tutkittiin ulko- ja sisäpuolelta endoskooppitutkimuksin. Pohjoisseinän sokkelirakenne varmistettiin lieriöporauksella.

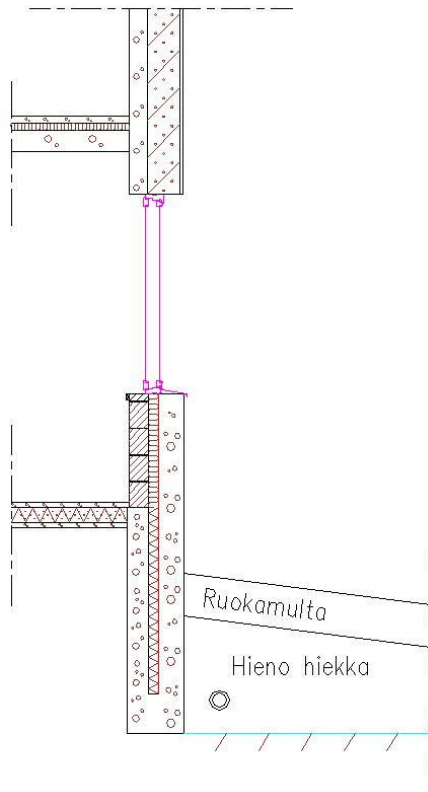
### 6.2.1 Eteläseinä

Perustusten rakenne on lähes vastaava kuin päätyseinällä. Ulkopuolinen betonikerros on 180 mm. Välissä 70 mm:n EPS, joka jatkuu lattiapintaan asti. Sisäpuolista sokkelirakenteen betonin vahvuutta ei pystytty varmistamaan. Ulkopuolinen betonikerros jatkuu aina ikkunan alapintaan asti. Seinän eriste vaihtuu lattiapinnan kohdalla 70 mm:n mineraalivillaan. Mineraalivillan ja ulkopuolisen betonirakenteen välissä on bitumisively. Lämmöneristeen sisäpuolella on 130 mm:n betonireikätiili. Kuvassa 3 on eteläpuoleinen sivuseinä.



Kuva 3. Sivuseinä etelään.

Nauhaikkunoiden välinen osuus on rapattua kevytbetonia. Sisäpuolella on 130 mm teräsbetonia ja sen jälkeen noin 250 mm paksu kerros, joka muodostuu noin 230 mm kevytbetonista ja 20 mm rappauksesta (kuva 4).



Kuva 4. Periaatepiirros eteläseinän leikkauksesta.

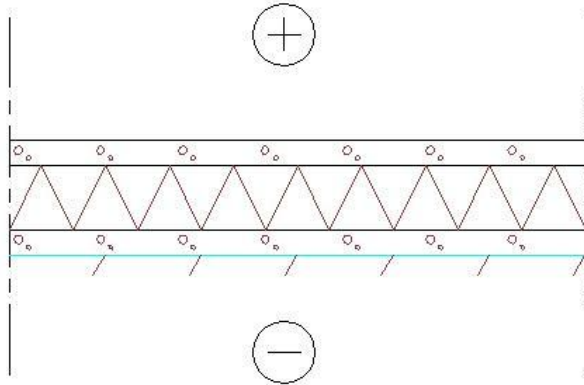
### 6.2.2 Pohjoisseinä

Sisäänkäyntien puoleisella ulkoseinällä on huoneistojen sisäänkäynnit. Perusmuuriin porattiin kaksi mittauspistettä ja seinärakenteeseen molemmille puolille mittauspisteet. Sokkelirakenne varmistettiin timanttiorauksella. Rakennetutkimuksissa huomattiin, että pohjoisen puoleisen ulkoseinän rakenne poikkeaa hieman eteläseinästä. Perustusten rakenne on vastaava eteläseinän kanssa. Pohjoisen puoleisella seinällä seinäpinta on kauttaaltaan rapattua kevytbetonia, kevytbetonin ja teräsbetonin välissä on käytetty 100 mm:n mineraalivillaa. Sisäpuolella on 130 mm:n betonireikätiili.

### 6.3 Alapohja

Alapohjan rakenne tutkittiin timanttioralla tehdyllä lieriöporauksella. Toja-levyn alla havaittiin mahdollinen betonilaatta, joka oli porattaessa niin huonossa kun-

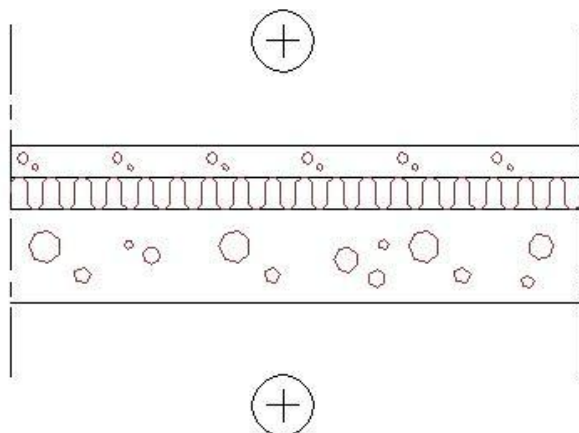
nossa, ettei se juuri aiheuttanut vastusta porattaessa. Pintabetoni oli vain noin 40 mm vahvuinen. Pintabetonin alapuolella oli 100 mm:n Toja-levy, jonka alla oli toinen betonikerros. Kuvassa 5 on esitetty periaatepiirros rakennuksen alapohjasta.



Kuva 5. Alapohja.

#### 6.4 Välipohja

Välipohjan rakenne on kauttaaltaan samanlainen lukuun ottamatta pesuhuoneita, joissa pintalaatan alla havaittiin bitumisively. Yläpuolella on 50 mm:n betoni-laatta, jonka alla on 50 mm:n mineraalivilla. Kantavana rakenteessa välipohjassa toimii 150 mm:n betoniholvi. Periaatepiirros välipohjasta on kuvassa 6.



Kuva 6. Välipohja

## 6.5 Yläpohja ja vesikatto

Rakennuksessa on loiva harjakatto. Kattokannattimet ovat puurakenteisia. Yläpohjassa on palopermanto, jonka tehtävänä on erottaa asuinhuoneistot niiden päällä olevasta, kattoon kuuluvasta puisesta kattorakenteesta. Palopermannon paksuus on noin 20 mm, jonka alla on eristekerros. Eristekerros koostuu 70 mm:n Toja-levystä ja 50 mm:n mineraalivillasta (kuva 7). Kantavana rakenteena toimii 130 mm:n kantava betoniholvi. Vesikatteena on alkuperäinen konesaumattu peltikate. Peltikatteen alla on tiheä aluslaudoitus. Vesikatteella ei ole erillistä aluskatetta.



Kuva 7. Yläpohjan eristekerros.

## 6.6 Väliseinät

Huoneistojen väliset väliseinät ovat 220 mm paksua betonireikätiiltä. Huoneistojen sisäiset väliseinät ovat rakenteeltaan kalkkihiekkatiilen tyypistä noin 150 mm paksua tiiltä.

## 7 Kuntoarvio

Kiinteistöihin tehtävän kuntoarvion tavoitteena on kunnossapitosuunnittelun ja tarkemmin tutkittavien rakenteiden lähtötietojen hankinta. Kuntoarvion avulla saadaan käsitys kiinteistön teknisestä kunnosta ja energiatehokkuudesta. Kuntoarvion perusteella voidaan kunnossapitotoimenpiteet ajoittaa oikein. Kuntoarvio perustuu pääosin rakenteita rikkomattomiin aistinvaraisiin havaintoihin ja olemassa oleviin asiakirjoihin. Kuntoarvio tehdään rakenteita rikkomatta, jolloin kaikkia mahdollisia piileviä vikoja ei ehkä havaita. Kuntoarviossa voidaan suositella tarkemman kuntotutkimuksen tekemistä. (Rakennustieto 2012, 1.)

Kuntoarviossa rakennuksen ja sen rakenteiden kuntoa tutkittiin silmämääräisesti rakenteita rikkomatta. Kuntoarvion luonteesta johtuen sillä saadaan selville tieto eri vauriotapojen tilanteesta siltä osin kuin näkyviä vaurioita on jo olemassa. Kuntoarvio toimii kuntotutkimusten pohjana ja antaa selvyden niistä rakenteista, jotka vaativat tarkempaa kuntotutkimusta. Kuntoarviossa käytetyt materiaalien tekniset käyttöiät saatiin RT-kortista RT 18–10922. Kuntoarvion tulokset laadittiin käyttäen Talo-90 nimikkeistöön pohjautuvaa asuinkiinteistön kuntoarvioinnin nimikkeistöä.

Rakennuksen kuntoarvio tehtiin kesän 2012 aikana. Kuntoarviossa kaikkia rakenteita arvioitiin lähinnä silmämääräisesti. Kohteista otettiin paljon valokuvia sekä tutustuttiin käytössä olleisiin piirustuksiin ja aikaisemmin tehtyihin selvityksiin. Kuntoarvioon tai kuntotutkimuksiin ei sisälly tarkkoja tutkimuksia LVIS-järjestelmien kunnosta, vaan niiden kuntoa on arvioitu lähinnä silmämääräisesti ja teknisiä käyttöikä tutkimien.

Kokonaisuudessaan rakennuksen suurimmat epäkohdat johtuvat rakennuksen normaalista ikääntymisestä ja siitä, että rakennuksen huoltoa ja kunnossapittoa on laiminlyöty. Tarkastusten yhteydessä ei löytynyt mitään välitöntä vaaraa aiheuttavia riskejä, mutta osa rakenteista on niin huonossa kunnossa, että rakenteille suunniteltu käyttöikä on jo saavutettu.



Yksi suurimmista epäkohdista on rakennusten voimakas altistuminen ulkopuolille kosteusrasituksille. Keväisin ja runsaiden sateiden aikaan jyrkkä pohjoisrinne aiheuttaa voimakasta kosteusrasitusta rakenteille. Korjaustöissä olisi mietittävä, olisiko pihamaan asfaltointitöiden yhteydessä mahdollista muokata rakennuksille menevää tietä siten, että rinteeltä valuva vesi jäisi tielle ja poistuisi tielle asennettavan sadevesijärjestelmän kautta. Lisäksi pohjoisseinällä oleva niskaoja on pidettävä puhtaana ja kaadot tarkistettava. Rakennusten päädyissä pihamaan kallistuksia on korjattava siten, että maanpinnat viettävät rakennuksista poispäin. Sadevesijärjestelmä on laitettava kuntoon ja sadevedet johdettava riittävän kauas rakennuksista, jotta ne eivät aiheuta haittaa rakenteille tai ympäröiville rakennuksille.

Ulkopuoliset betoniportaot ja luhtikäytävä on korjattava (kuva 8). Korjaustavan valinnassa on kiinnitettävä huomiota kosteusrasituksen pienentämiseen, jotta vaurioiden uusiutumista ainakin hidastettaisiin. Ulkoseinät ovat pääsääntöisesti hyvässä kunnossa, eikä merkittäviä vaurioita ole näkyvissä. Päätyseinällä luhtikäytävän kohdalla tiiliverhous on halkeillut luhtikäytävän laatan notkahduksesta johtuen. Päätyseinien tiiliverhouksessa ei ole huomioitu julkisivun tuuletusta. Päätyseinillä ei ole räystäitä, mikä altistaa seinän viistosateille. Sateella tiiliverhous läpäisee runsaasti vettä, minkä vuoksi osa julkisivupinnalle joutuneesta vedestä läpäisee tiilirakenteen ja tunkeutuu villarakenteeseen. Toimivalla tuuletuksella tiiliverhouksen läpi kulkeutunut vesi saataisiin tuuletettua pois.



Kuva 8. Ulkopuoliset betoniportaat.

Muita merkittäviä epäkohtia on putkistojen huono kunto. Runkoputkistot ovat alkuperäiset. Putkistojen eristeet ovat tyydyttävässä kunnossa ja sisältävät luultavasti asbestia. Myös viemärit ovat alkuperäisiä. Pohja- ja pystyviemärien materiaali on valurauta. Rakennusten ulkopuoliset viemärit ovat betonia. Kaikki putkistot ovat käyttökänsä päässä ja joistakin materiaaleista käyttöikä on jo saavutettu. Rakennusten sähköjärjestelmä on alkuperäinen ja nykyisiin käyttövaatimuksiin alimitoitettu. Kuvassa 9 on näkymä rakennuksen alla menevään putkikanaaliin.



Kuva 9. Näkymä putkikanaaliin.

Rakennuksen painovoimainen ilmanvaihto on estetty. Ilmanvaihtoventtiilit ja ikkunat on tukittu niin, että ilmanvaihto on puutteellista. Puutteellinen ilmanvaihto näkyy yleisesti pesuhuoneissa, joissa on runsaasti kosteuden tiivistymisestä jääneitä jälkiä (kuva 10). Suhteellisen kosteuden mittauksissa pesuhuoneista löytyi merkittävää kosteutta, joka vaatii korjaamista ja rakenteiden kuivattamista.



Kuva 10. Pesuhuoneiden katossa mikrobikasvustoa.

Rakennuksissa on konesaumattu peltikate, joka on alkuperäisessä kunnossa. Peltikattoa on puhdistettu epäsäännöllisesti. Katolla on runsaasti puista irronnutta kasvillisuutta ja katteessa kauttaaltaan pintaruostumista. Räystäskourut ovat kauttaaltaan roskan peitossa. Haastatteluissa saatujen tietojen mukaan räystäskourut ovat vuotaneet vuosien aikana. Yläpohjassa tuuletus on puutteellista ja siellä on runsaasti sinne kuulumatonta jätettä. Yläpohjasta ylimääräinen jäte on poistettava ja mikäli yläpohjaa esimerkiksi lisälämmöneristetään, on yläpohjan tuuletukseen kiinnitettävä erityistä huomiota. Huonosta tuuletuksesta syntyvät vauriot tulevat yleensä esille keväällä tai syksyllä. Tällöin sääolosuhteiden ja lämpötilan vaihtelut ovat runsaimmat, mikä mahdollistaa kosteuden tiivistymisen vesikatteen alapintaan. Tutkittavassa kohteessa vesikatteen aluslaudoitus on tummunut, joka on voinut aiheutua vesikatteen alapintaan tiivistyneestä kosteudesta (kuva 11).



Kuva 11. Aluslaudoitus on tummunut.

Yleisesti rakenteiden lämmöneristävyys ja eristepaksuudet ovat nykyisellä mitapuulla auttamatta vanhanaikaiset ja huonot, mutta 60-luvun rakentamiselle hyvin tyypilliset. 60-luvulla elettiin aikaa, jolloin lämmitysenergia oli edullista eikä lämmöneristävyteen juuri kiinnitetty huomiota. Nykyisiin vaatimuksiin verrattuna olemassa olevien rakenteiden U-arvo on keskimäärin noin 30 % nykypäivän vaatimuksista. Kuvassa 12 on päätyseinän lämmöneristeen paksuus kuvattuna yläpohjasta käsin.



Kuva 12. Päätyseinän lämmöneristys.

## 8 Lämmönläpäisykertoimien laskenta

Lämmönläpäisykertoimien eli U-arvojen määrittämisessä on käytetty standardien SFS-EN ISO 6946 ja SFS-EN ISO 13370 mukaisia laskentamenetelmiä. Materiaalien lämmönjohtavuusarvot on saatu Suomen rakentamismääräyskokoelmasta C4. Kaikille rakenteille laskettiin U-arvot. Laskelmat tarkistettiin Puuinfon samoja standardeja käyttävillä laskentaohjelmilla. Ohessa on esimerkkilaskelmat alapohjan ja päätyseinän U-arvoista.

### 8.1 Alapohjan lämmönläpäisykerroin

Alapohjana toimii maanvarainen lattia. Maanvaraisiin lattioihin kuuluvat kaikki lattiat, joissa laatta on koko pinta-alaltaan kosketuksissa maahan. Lattialaatta voi olla eristämätön tai tasaisesti eristetty. Mikäli maanvaraisessa laatussa on käytetty reuna-alueilla vaaka- tai pystysuuntaista eristystä, lämmönläpäisykerrointa voidaan korjata erillisellä laskelmalla standardin SFS EN ISO 13370 liitteen B mukaisesti.

#### 8.1.1 Alapohjan rakenne

Maanvaraisen alapohjan U-arvo on laskettu taulukon 1 mukaiselle rakenteelle.

Taulukko 1. Alapohjan rakenne.

materiaali	paksuus [mm]	lämmönjohtavuus [W/mk]
teräsbetoni	40	2,5
toja-levy	100	0,45
teräsbetoni	40	2,5

### 8.1.2 Lattian ominaismitta $B'$

Lämmönläpäisykerroin on riippuvainen lattian ominaismitasta  $B'$  ja ekvivalentista paksuudesta  $d_t$ . Jotta voidaan ottaa huomioon maassa tapahtuvan lämmönsiirron kolmiulotteisuus, otetaan huomioon "lattian ominaismitta"  $B'$ , joka määritellään jakamalla lattia-ala lattian ympärysmittan puolikkaalla. (Suomen Standardisoimisliitto SFS. 2008b, 12.)

$$B' = \frac{A}{0,5 \times P} \quad (1)$$

jossa

$A$  = Lattian pinta-ala.

$P$  = Lattian ympärysmitta: ulkoseinän kokonaispituus, joka erottaa lämmitetyn rakennuksen ulkoympäristöstä.

$$B' = \frac{171 \text{ m}^2}{0,5 \times 56 \text{ m}} = 6,107 \text{ m} \quad (1)$$

### 8.1.3 Ekvivalentti paksuus $d_t$

Käsite "ekvivalentti paksuus"  $d_t$  on otettu käyttöön lämmönläpäisykerroimen ilmoittamistavan yksinkertaistamiseksi. Ekvivalentti paksuus lasketaan kaavalla 2:

$$d_t = w + \lambda \times (R_{si} + R_f + R_{se}) \quad (2)$$

jossa

$w$  = seinän kokonaispaksuus (500 mm).

$\lambda$  = Maan lämmönjohtavuus (2,0 w/mK).

$R_{si}$  = Sisäpuolinen pintavastus alaspäin (0,17 m<sup>2</sup>K/W).

$R_{se}$  = Ulkopuolinen pintavastus alaspäin (0,04 m<sup>2</sup>K/W).

$R_f$  = Lattialaatan lämmönvastus.

$$R_f = \frac{0,04 \text{ m}}{2,5 \text{ W/mK}} + \frac{0,1 \text{ m}}{0,45 \text{ W/mK}} + \frac{0,1 \text{ m}}{2,5 \text{ W/mK}} = 0,278 \text{ m}^2 \text{K/W}$$

$$d_t = 0,5 \text{ m} + 2,0 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \times \left( 0,17 \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} + 0,278 \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} + 0,04 \frac{\text{m}^2 \text{K}}{\text{W}} \right) = 1,476 \text{ m} \quad (2)$$

### 8.1.4 Lämmönläpäisykerroin

Seuraavaksi lasketaan lämmönläpäisykerroin, joka lasketaan lattian lämmöneristyksestä riippuen joko yhtälöstä 3 tai 4.

Jos  $d_t < B'$  (eristämättömät ja jonkin verran eristetyt lattiat):

$$U = \frac{2 \times \lambda}{\pi \times B' \times d_t} \ln \left( \frac{\pi \times B'}{d_t} + 1 \right) \quad (3)$$

Jos  $d_t > B'$  (hyvin eristetyt lattiat):

$$U = \frac{\lambda}{0,457 \times B' + d_t} \quad (4)$$

Koska laskelmissa  $d_t < B'$  käytetään yhtälöä 3, rakenteen U-arvoksi saadaan:

$$U = \frac{2 \times 2,0 \text{ W/mK}}{\pi \times 6,107 \text{ m} \times 1,476 \text{ m}} \ln \left( \frac{\pi \times 6,107 \text{ m}}{1,476 \text{ m}} + 1 \right) = 0,5108 \text{ W/m}^2 \text{K}$$

## 8.2 Päätyseinän lämmönläpäisykerroin

Päätyseinän U-arvo on laskettu standardin SFS-EN ISO 6946 mukaisella laskentamallilla. Laskennassa tiiliverhoukseen 4 kpl/m<sup>2</sup> 5 mm:n halkaisijalla olevat muuraussiteet on huomioitu lämmönläpäisykerrointa heikentävästi, vaikka siteiden olemassaolosta tai niiden määrästä ei ole varmuutta.

### 8.2.1 Rakenne

Päätyseinärakenteen U-arvo on laskettu taulukon 2 mukaiselle rakenteelle.

Taulukko 2. Päätyseinän rakenne.

materiaali	paksuus [mm]	lämmönjohtavuus [W/mk]
betonireikätiili	180	0,55
mineraalivilla	70	0,055
tiiliverhous	130	0,65

### 8.2.2 Rakenteen lämmönvastus

Kun käytetään materiaalin lämmönjohtavuuksia, saadaan kerroksen lämmönvastus yhtälöstä 5:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (5)$$

jossa

$d$  = rakenneosan materiaalikerroksen paksuus.

$\lambda$  = materiaalin lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo.

Kun rakennusosan ainekerrokset ovat tasapaksuja ja tasa-aineisia ja lämpö siirtyy ainekerrokseen nähden kohtisuoraan, lasketaan rakennusosan kokonaislämmönvastus  $R_T$  kaavalla 6:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (6)$$

jossa

$R_{si}$  = Sisäpuolinen pintavastus vaakasuoraan (0,13 m<sup>2</sup>K/W).

$R_{se}$  = Ulkopuolinen pintavastus vaakasuoraan (0,04 m<sup>2</sup>K/W).

$R_1 \dots R_n$  = Materiaalin lämmönvastus (kaava 5).



Näin rakenteen kokonaislämmönvastukseksi saadaan yhtälöiden 5 ja 6 avulla:

$$R_T = 0,13 \frac{m^2 K}{W} + \frac{0,18m}{\frac{0,55W}{mK}} + \frac{0,07m}{\frac{0,055W}{mK}} + \frac{0,13m}{\frac{0,65W}{mK}} + 0,04 \frac{m^2 K}{W} = 1,970 m^2 K/W$$

### 8.2.3 Mekaanisen kiinnikkeen korjaustekijä

Seuraavaksi esitetään mekaanisten kiinnikkeiden vaikutuksen likimääräinen arviointimenettely, jota voidaan käyttää kun kiinnikkeiden vaikutusta ei lasketa muilla menetelmillä. Kun mekaaniset kiinnikkeet, kuten sisä- ja ulkokuoren väliset muuraussiteet läpäisevät lämmöneristekerroksen, lämmönläpäisykertoimen korjaustekijä saadaan kaavasta 7:

$$\Delta U_f = \alpha \frac{\lambda_f \times A_f \times n_f}{d_0} \left( \frac{R_1}{R_{T,h}} \right)^2 \quad (7)$$

jossa

$\alpha = 0,8$ , kun kiinnike lämmöneristekerroksen kokonaan.

$\lambda_f$  = Kiinnikkeen lämmönjohtavuus [teräs = 50 W/mK].

$A_f$  = Yhden kiinnikkeen poikkipinta-ala [m<sup>2</sup>].

$n_f$  = Kiinnikkeiden lukumäärä [kpl/m<sup>2</sup>].

$d_0$  = Lämmöneristekerroksen paksuus, jossa kiinnike on [m].

$R_1$  = Sen lämmöneristekerroksen lämmönvastus jonka kiinnike läpäisee [m<sup>2</sup>K/W].

$R_{T,h}$  = Rakenneosan kokonaislämmönvastus [m<sup>2</sup>K/W].

Näin mekaanisen kiinnikkeen korjaustekijäksi saadaan yhtälöiden 6 ja 7 avulla:

$$\Delta U_f = 0,8 \frac{50 \frac{W}{mK} \times 0,00002 m^2 \times 4}{0,07 m} \left( \frac{1,27 m^2 K/W}{1,97 m^2 K/W} \right)^2 = 0,0187 W/m^2 K$$

### 8.2.4 Lämmönläpäisykerroin

Lopullinen rakenteen U-arvo saadaan kaavalla 8 lisäämällä mekaanisen kiinnikkeen aiheuttama korjaustekijä alkuperäiseen U-arvoon.

$$U = \frac{1}{R_T} + \Delta U_f \quad (8)$$

$$U = \frac{1}{1,97 \text{ m}^2 \text{ K/W}} + 0,0187 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}} = 0,526 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$$

### 8.3 Rakenteiden lämmönläpäisykertoimet

Taulukossa 3 on lueteltuna kaikkien rakenteiden U-arvot, ja nykyisten määräysten U-arvojen vertailuarvot. Nykyiset lämmönläpäisykertoimien vertailuarvot on saatu Suomen rakentamismääräyskokoelmasta D3:sta.

Taulukko 3. Rakenteiden U-arvot.

Rakenne	U-arvo W/m <sup>2</sup> K	Nykyinen U-arvovaatimus W/m <sup>2</sup> K
Alapohja	0,51	0,16
Päätyseinä	0,52	0,17
Pohjoisen puoleisen ulkoseinän yleensä	0,29	0,17
Pohjoisen puoleisen ulkoseinän alaosa	0,57	0,17
Etelän puoleisen ulkoseinän alaosa	0,57	0,17
Etelän puoleisen ulkoseinän yläosa	0,44	0,17
Yläpohja	0,72	0,09

Taulukosta nähdään, että rakenteiden lämmönläpäisykertoimet ovat pääsääntöisesti monta kertaa huonompia kuin nykypäivän vastaavat vertailuarvot.

## 9 Suoritetut tarkemmat tutkimukset ja menetelmät

Kuntotutkimuksella tarkoitetaan tietyn rakenneosan tai rakennuskokonaisuuden kunnon, toimivuuden ja korjaustarpeen selvittämistä erinäisin tutkimusmenetelmin pintaa syvemältä. Kohdetta tutkitaan rakennetta purkamalla ja suoritetaan vaadittavia mittauksia ja näytteenottoja, jotka tutkitaan laboratoriotutkimuksissa. Kuntotutkimuksessa on tarkoitus selvittää, missä kunnossa rakennus ja sen rakenteet todellisuudessa ovat ja mitkä ovat vaurioiden syyt, vaikutukset ja miten laajalti niitä tulee korjata. Tämän lisäksi on mahdollista saada selville myös tulevaisuudessa syntyvät vauriot jo ennen kuin varsinaisia näkyviä vaurioita on olemassa. Rakennuksen kuntotutkimukset ovat kuntoarviota täydentäviä ja tarkentavia menetelmiä. Kuntotutkimuksen peruseriaatteena on selvittää kaikkien mahdollisten vaurioiden tilanne ja mahdollinen eteneminen tutkittavista rakenteista. Näiden vaurioiden perusteella määräytyy rakennuksen korjaustarve ja siksi kuntotutkimuksen tulokset pyritään esittämään kysymykseen tulevien korjaustapojen muodossa. (Suomen betoniyhdistys 2002, 9.)

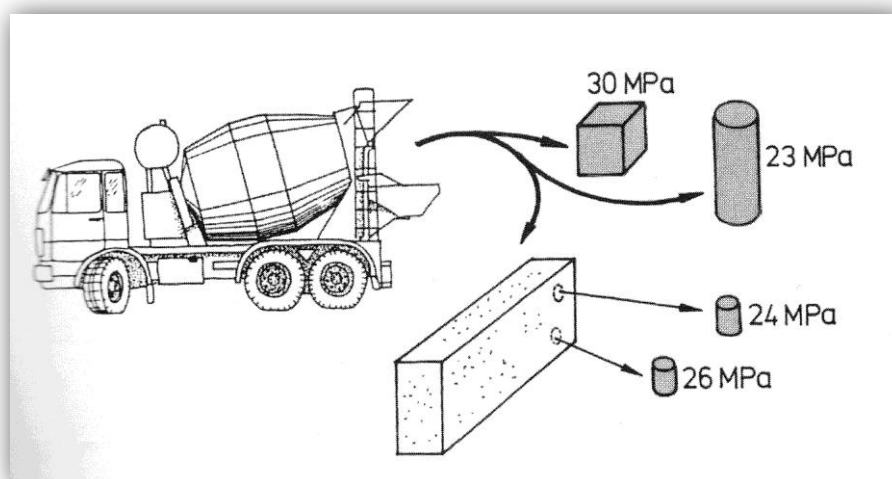
Suoritin rakennukseen tarkempia rakenteita avaavia tutkimuksia, joissa tarkastelin rakenteiden kuntoa ja selvitin rakenneratkaisut. Perustukset tutkittiin pisto-koeluonteisesti perustustyypin selvittämistä varten. Samalla sain selville salaojan kuntoa ja sokkelin vedeneristyksen. Rakennetutkimusten takia otin rakenteista lieriönäytteitä alapohjasta, välipohjasta, sokkelista ja parvekekaiteista. Näytteistä tutkittiin betonin puristuslujuuksia, karbonatisoitumista ja rapautumista. Lisäksi tein talon eri rakenteisiin kosteusmittauksia.

### 9.1 Puristuslujuuden määrittäminen

Betonin puristuslujuus on betonin tärkein ominaisuus. Betonilla on hyvä puristuslujuus. Sen sijaan vetolujuus on vain kymmenesosa puristuslujuudesta. Puristuslujuus on myös siitä hyvä betonin ominaisuuksien tulkitseja, että useat betonin ominaisuudet ovat verrannollisia betonin puristuslujuuteen. Esimerkiksi

vetolujuuden, taivutuslujuuden ja kimmokertoimien arvot ovat verrannollisia betonin puristuslujuuteen. (Suomen betoniyhdistys 2005, 79.)

Betoninormeissa betonin puristuslujuuden luokitus perustuu kuutiolujuuteen, joka testataan käyttäen sivumitaltaan 150 mm koekuutiota. Puristuslujuuden määrittämisessä voidaan käyttää myös muun kokoisia kuutioita ja lieriöitä. Nämä koot eivät kuitenkaan anna samoja tuloksia kuin 150 mm kuutiot. Mitä suurempi koekappale on, sitä pienempiä tuloksia saadaan, sillä rakenteen ”heikoin lenkki” on rakenteen murtumisessa määräävä. Mitä isompi koekappale on, sitä todennäköisempää on, että heikkoja kohtia on mukana. Myös koekappaleen kosteus-tila vaikuttaa lujuuteen, sillä kuiva koekappale antaa puristuslujuuskokeessa suuremman lujuusarvon kuin märkä koekappale. (Suomen betoniyhdistys 2005, 79–81.)



Kuva 13. Samasta betonimassasta valmistettujen koekappaleiden lujuuksia C25/30 betonille (Suomen betoniyhdistys 2004, 81).

Rakenteista otetuista näytteistä betonin lujuus on yläosissa hiukan pienempi kuin paremmin tiivistyvissä alaosissa. Olennaisesti betonin lujuuteen vaikuttaa myös kuormitusaika. Normikoekappaleen kuormitus kestää noin minuutin, johon verrattuna betonin pitkäaikaislujuus on noin 80 %. Nopeissa kuormituksissa, kuten törmäyksessä, betonin lujuus voi olla huomattavasti normikokeen mukaisista arvoa suurempi. (Suomen betoniyhdistys 2005, 81.)

Rakennukseen tehtävissä tutkimuksissa porasin lieriönäytteitä alapohjasta, välipohjasta, sokkelista ja luhtikäytävän betonikaiteesta rakennetutkimusten yhteydessä ja tein näytteille puristuslujuuden määrittämisen. Alapohjasta ei yrityksistä huolimatta saatu tarpeeksi hyvää näytettä. Alapohjan pintalaatan paksuus oli vain 30–40 millimetriä ja alapuoliset kerrokset murenivat poratessa. Myös isku-  
porakoneella poratessa Toja-levyn alapuoliset kerrokset tuntuivat erittäin pehmeiltä. Tämä kertoo, että Toja-levyn alapuolinen mahdollinen betonilaatta on huonossa kunnossa. Välipohjasta, porraskaiteesta ja sokkelirakenteesta saatiin taulukon 4 mukaisia puristuslujuuksia:

Taulukko 4. Puristuslujuudet

Koekappaleen tunnus	Rakennetyyppi	Pinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	Halkaisija [mm]	Murtokuorma [kN]	Puristuslujuus [Mpa]
P1	Sokkeli	2039	51	95,7	46,9
P4	Välipohja	2031	51	54,9	27
P6	Porraskaide	2035	51	88,1	43,3

Sokkelin ja porraskaiteen puristuslujuudet ovat hyvällä tasolla. Välipohjan puristuslujuus on rakenteelle alhainen. Koekappale otettiin olohuoneen kantavasta laatasta. Huomioitavaa on, että yksi mittaus tulos on vain suuntaa antava tulos rakenteen lujuudesta. Luotettavan tuloksen saamiseksi yhdestä rakenteesta tulisi ottaa useita näytteitä.

## 9.2 Raudoitteiden korroosio

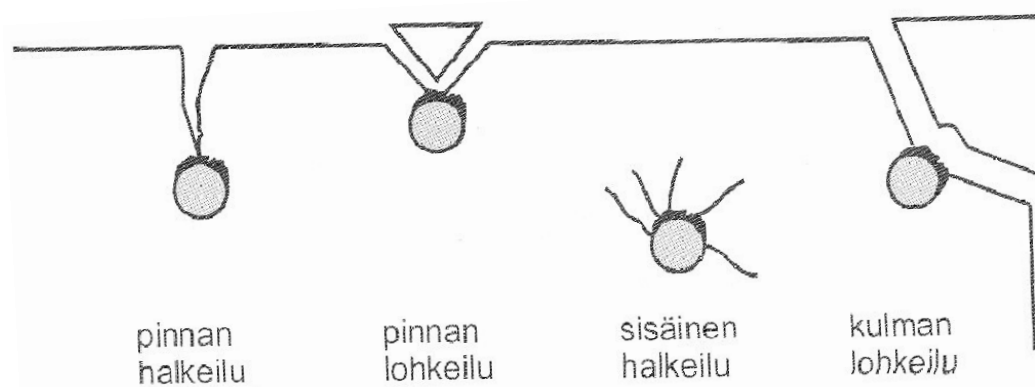
Teräs ruostuu kosteassa ilmatilassa. Ruostuminen on raudalle luonnollinen reaktio, jossa se pyrkii muuttumaan takaisin niiksi yhdisteiksi, joihin sitä luonnossa esiintyy. Teräsbetonirakenteissa teräksen käyttökelpoisuus perustuu betonin kykyyn antaa betonissa olevalle teräkselle kemiallinen ja fyysinen suoja, joka estää ruostumisen. (Suomen betoniyhdistys 2005, 97.)

Raudoitusta kemiallisesti suojaava vaikutus johtuu betonin emäksisyydestä. Betonin huokosveden pH-arvo on noin 13–14, ja tässä emäksisessä ympäris-

tössä teräksen pinnalle muodostuu suojaava oksidikalvo. Tätä ilmiötä kutsutaan passivoitumiseksi. (Suomen betoniyhdistys 2005, 97.)

Betonin kykyyn suojata raudoitusta vaikuttaa olennaisesti betonin tiiveys. Erityisesti betonin vesi-sideainesuhteen tulee olla riittävän pieni. Lisäksi betonin tiivistyksellä ja jälkihoidolla on merkittävä vaikutus. Raudoitusta suojaavan betonipeitteen paksuuden on oltava riittävän suuri. Betonipeitteen paksuuden antama suoja kasvaa suuremmissa suhteissa kuin itse betonipeitteen paksuus, koska korroosion vaikuttavien aineiden tunkeutuminen betoniin hidastuu syvemmälle mentäessä. Raudoitteiden korroosio alkaa vain, jos sitä ympäröivässä betonissa tapahtuu muutoksia, jotka poistavat raudoitukselta betonin sille antaman kemiallisen ja fysikaalisen suojan. (Suomen betoniyhdistys 2005, 97.)

Korroosion seurauksena raudoitteen pinnasta liukenee materiaalia, mikä johtaa raudoitteiden poikkileikkausalan pienenemiseen ja heikentää näin rakenteen kantavuutta. Korroosion vaikutukset näkyvät ensimmäisenä yleensä betonikerroksen halkeamina ja lohkeamina, sillä teräksen korroosiotuotteet vaativat huomattavasti alkuperäistä tilavuutta suuremman tilan. (Suomen betoniyhdistys 2002, 19.)



Kuva 14. Korroosion aiheuttamia vauriotyyppejä teräsbetonissa (Suomen betoniyhdistys 2002, 20).

Betonin karbonatisoitumiseksi sanotaan betonin neutraloitumisreaktiota, jonka seurauksena betonin alkaalisuus laskee. Kyseinen reaktio johtuu ilman sisältämän hiilidioksidin tunkeutumisesta betoniin. Neutraloituminen alkaa rakenteen

pinnalta ja etenee tasaisena rintamana jatkuvasti hidastuvalla nopeudella syvemmälle rakenteeseen. Karbonatisoitumisrintaman edettyä betonissa raudoitteiden syvyydelle, raudoitteita ympäröivä betoni neutraloituu ja raudoitteiden korrosio voi alkaa. (Suomen betoniyhdistys 2002, 21.)

Betonin karbonatisoitumissyvyttä mittaamalla pyritään määrittämään miten syvälle betoni on neutralisoitunut. Neutralisoitumisessa betoni on menettänyt raudoitteita korroosiolta suojaavat kemialliset ominaisuutensa eli emäksisyytensä. Betonin karbonatisoitumissyvydet määritetään fenoliftaleiiniliuoksella eli pH-indikaattorilla, jolla voidaan erottaa karbonatisoitunut ja karbonatisoitumaton betoni. (Suomen betoniyhdistys 2002, 91.)

Mittaus suoritetaan yleensä betonilieriöiden ulkovaipalta suhteellisen nopeasti poraamisen jälkeen. Fenoliftaleiini värjää karbonatisoitumattoman betonin punertavaksi. Karbonatisoituneessa betonissa värimuutosta ei tapahdu. On huomioitavaa, että karbonatisoitumissyvyys vaihtelee huomattavasti jo yhden näytteen alueella. Tästä syystä näytteestä on pyrittävä määrittämään keskimääräinen karbonatisoitumissyvyys. Elementtien ja eri rakenteiden välillä vaihtelut voivat olla suuria. Tämän johdosta on tärkeää, että mittauksia tehdään riittävästi kaikista rakenteista. Betonin karbonatisoitumisnopeutta kuvataan karbonatisoitumiskertoimella, jonka tavanomainen arvo on julkisivuissa 1,5–3,5. Tätä korkeammilla arvoilla karbonatisoituminen on tavanomaista nopeampaa ja pienemmillä arvoilla tavanomaista hitaampaa.



Kuva 15. Karbonatisoitumistutkimus.

### 9.3 Betonin rapautuminen

Suomen ilmastossa ja suomalaisissa betonijulkisivuissa pakkasrapautuminen on selvästi merkittävin rapautumisilmiö. Pakkasrasitus aiheutuu betonin huokosverkostossa olevan veden jäätymisestä. Vesi laajenee jäätyessään noin 9 %, mikä aiheuttaa rakenteeseen merkittävää painetta. Kaikki betonin huokosverkostossa oleva vesi ei kuitenkaan jäädy samalla hetkellä lämpötilan laskiessa veden jäätympisteeseen alapuolelle, vaan jäätympiste alenee huokossäteiden pienetessä. Jotta vaurioita ei syntyisi betoniin, on betonissa oltava ilmahuokosia, jotka eivät täyty vedellä kapillaarivoimien vaikutuksesta, ja joihin laajeneva vesi voi tunkeutua. Näiden suojahuokosten keskinäisen välimatkan on oltava riittävän pieni, eli suojahuokosia on oltava tasaisesti jakautuneena. (Suomen betoniyhdistys 2002, 27–28.)

Pakkasenkestävyyden kannalta riittävän tiheä suojahuokostus saadaan ainoastaan lisähuokostusainetta käyttämällä. Riittävä ilmamäärä betonimassassa ei vielä takaa, että huokosten välimatka on pakkasenkestävyyden kannalta riittävän pieni. Ilmamäärällä on pyrittävä tuottamaan paljon pieniä ilmahuokosia. Pakkaskestävyyden kannalta turvallisena etäisyystekijän arvona pidetään yleisesti 0,20 – 0,25 mm:ä. (Suomen betoniyhdistys 2002, 28.)

Betonin rapautumista voidaan tutkia kenttätutkimuksin ja laboratoriotutkimuksin. Kenttätutkimusmenetelmiä on muun muassa vasarointi. Vasaroimalla voidaan löytää rapautuneet rakenteet ja elementit. Rakennetta koputellaan raskaalla vasaralla. Rapautuneet betonipinnat paljastuvat poikkeavasta normaalista matalammasta koputusäänestä ja vaimeammasta kimpoamisesta. Vasaroinnin yhteydessä on tärkeää suorittaa rakenteiden tarkempia tutkimuksia ja selvittää, onko rakenteissa rapautumiseen viittaavia merkkejä, kuten halkeilua, kalkkihärmävalumia, saumojen kokoonpuristumista tai elementtien kaareutumista. (Suomen betoniyhdistys 2002, 98–99.)

Vasarointia luotettavampia tuloksia saadaan erilaisin laboratoriotutkimuksin, joita ovat muun muassa betonin mikrorakennetutkimukset ja vetokokeet. Betonin mikrorakennetutkimuksissa betonin rapautumistilanne todetaan mikroskoo-



pillä tarkastelemalla. Rapautumistilanne on syytä varmistaa mikrorakennetutkimuksilla, mikäli rapautumistilanne on kriittinen rakenteen korjattavuuden kannalta ja rapautuminen on selvästi todettavissa muilla menetelmillä. Mikroskooppitarkastelussa saadaan hyvin yksityiskohtaisia tietoja betonin laadusta ja kunnosta, kuten betonin pakkasenkestävyydestä, karbonatisoitumissyvyydestä, syntyneistä säröistä ja halkeamista, huokosten täytteisyydestä, pintakäsittelyjen tartuntatilasta sekä muista mahdollisista haitallisista reaktioista. (Suomen betoniyhdistys 2002, 101.)

Vetokokeet ovat mikrorakennetutkimuksia yleisempi tutkimusmenetelmä, josta sillä ei saada niin yksityiskohtaisia tietoja betonin tilasta. Vetokoe kertoo yksinkertaisesti betonin vetolujuuden. Rapautumisen seurauksena rakenteeseen syntyy pieniä mikrohalkeamia, jotka alentavat merkittävästi betonin vetolujuutta. Betonin vetolujuuden perusteella voidaan arvioida myös betonin laatua ja korjattavuutta yleisesti. (Suomen betoniyhdistys 2002, 101.)

Vetokokeita varten porataan betonista näyteliieriöitä, jotka koestetaan keskeisesti tapahtuvalla vedolla. Vetokappaleen halkaisijan tulee olla mahdollisimman suuri betonin runkoaineen koko huomioon ottaen. On huomioitavaa, että alhainen vetolujuus voi johtua myös muusta kuin betonin rapautumisesta. Syitä voivat olla muun muassa runkoaineen laatu, betonin lujuustaso ja betonin kuormituksesta johtuva halkeilu. Rapautumisesta kertoo myös vetokokeen murtotapa. Jos murto tapahtuu pääsääntöisesti runkoaineiden pintoja pitkin, on rapautumisen todennäköisyys suuri. Rapautumattoman näytteen murtopinta on yleensä suhteellisen suora ja suuria runkoainerakenteita rikkova. (Suomen betoniyhdistys 2002, 101.)

#### **9.4 Vetolujuustestien ja betonin karbonatisoitumisen tulokset**

Rakennuksen ulkopuolelta otetuista rakennenäytteistä tutkittiin pintabetonin karbonatisoitumista ja rapautumista vetokokeella. Poraukset suoritettiin 6.8.2012. Tavoitteena oli selvittää rakenteen kuntoa sen ollessa noin 49 vuoden ikäinen. Poranäytteet ovat halkaisijaltaan 51 mm. Vetokoe suoritettiin standar-

din SFS 5446 mukaisesti. Rapautumisen seurauksena betoniin syntyneet halkeamat heikentävät betonin vetolujuutta lähelle nollaa. Tämän perusteella betonin rapautumistilannetta ja korjattavuutta voidaan arvioida betonin vetolujuuden perusteella oheisen taulukon mukaisesti.

Taulukko 5. Vetolujuuksien tulkintataulukko.

Vetolujuus	Todennäköinen rapautumistilanne
Luokkaa 0 Mpa	Näytteessä pitkälle edennyttä rapautumaa
Luokkaa 0,5 Mpa	Näytteessä jonkin verran rapautumaa
Luokkaa 1,0 Mpa	Näytteessä voi olla alkavaa rapautumaa
Luokkaa $\geq 1,5$ Mpa	Näytteessä ei merkittävää rapautumaa

Näytteitä otettiin rakennuksen ulkopuolelta sokkelista, luhtikäytävän kaiteesta ja porraskaiteesta. Sokkelin näytteessä on vetolujuustestien perusteella alkavaa rapautumaa. Kaiteiden näytteet edustavat tasoa, jossa ei ole merkittävää rapautumaa. Sokkelinäytteessä noin 10 mm:n pinnoitekerros on luultavasti suojannut rakennetta karbonatisoitumiselta, kun taas porraskaide on ollut niin alttiina saateleille, että karbonatisoitumista ei juuri ollut havaittavissa. Sadevesi hidastaa voimakkaasti karbonatisoitumista. Luhtikäytävän kaiteessa karbonatisoitumisvauhti on 3,6 mm/a, joka edustaa tavanomaista nopeampaa karbonatisoitumista.

Näytteissä vetokokeiden murtopinta oli 25–65 mm ulkopinnasta. Ainoastaan näytteessä P5 oli havaittavissa raudoitteita. Betonipeitteenpaksuus ulkopintaan oli 25 mm ja raudoitteessa oli havaittavissa alkavaa ruostumista. Vaikka otetuissa näytteissä ei raudoitteita juuri ollut, on luhtikäytävän kaiteessa yleisesti havaittavissa raudoitteiden korroosiota, joka on johtunut liian pienistä betonipeittepaksuuksista.

Porraskaiteen ja parvekelaatan alapinnan rapautumista arvioitiin myös vasaroidella laatan alapintaa. Vasaroidessa laatasta ja portaitten alapinnasta tippui betonikappaleita ja betoni tuntui laajoilta osin irtonaiselta. Tämä irtoileva ja irto-

nainen betoni kertoo voimakkaasta rapautumisesta. On muistettava, että saadut tulokset edustavat vain yksittäisten näytteiden tuloksia. Mikäli kaikkien rakennusten parvekelaatoista ja kaiteiden kunnosta halutaan saada luotettavia tuloksia, on näytteitä otettava riittävästi jokaisesta rakennuksesta. Tutkimustulokset löytyvät tarkemmin lueteltuna liitteestä 1 sivulta 53.

## 9.5 Kosteusmittaukset

Kosteusmittauksilla pyritään selvittämään rakenteiden kosteusteknistä toimintaa. Kosteusmittaukset voidaan jakaa kahteen ryhmään: suuntaa antavat ja tarkat mittausmenetelmät. Tarkkoja mittausmenetelmiä ovat mittaus rakenteeseen poratusta reiästä ja mittaus rakenteesta irrotetusta näytepalasta. Nämä tarkat mittausmenetelmät ovat rakenteita rikkovia ja työläitä mittausmuotoja. Joskus ei ole tarpeellista eikä mahdollista päästä hyvään mittatarkkuuteen. Tällöin voidaan tehdä suuntaa antavia mittauksia, kunhan mittaustavan epätarkkuus huomioidaan tulosten tulkinnassa. Suuntaa antavia mittausmenetelmiä ovat muun muassa mittaukset pintakosteusmittarilla, mittaus valuun asennetusta mittausputkesta, mittaaminen pian poraamisen jälkeen, mittaus putkittamattomasta reiästä ja näytepalamittaus normaalia pienemmällä näytemäärällä. (Rakennustieto 2010, 3–7.)

Pintakosteusmittaus on yleinen mittausmenetelmä, johon kuitenkin liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Pintakosteusilmaisimien ei mittaa suhteellista kosteutta vaan materiaalien sähköisiä ominaisuuksia. Pintakosteusilmaisimen näyttämiin saattaa vaikuttaa kosteuden lisäksi kosteuden rakenteen pintaan nostamat suola-kerrostumat, teräkset ja eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut. Pintakosteusmittauksella voidaan tunnistaa vain rakenteen kosteuseroja, mutta sillä ei voi luotettavasti varmistaa rakenteen kosteuspitoisuutta. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Kun tarvitaan luotettavia tuloksia, on mittaukset tehtävä tarkoilla mittausmenetelmillä rakenteiden sisältä. Suhteellisen kosteuden mittauksilla tutkitaan materiaalien huokosilman kosteuspitoisuutta rakenteeseen asennetun anturin avulla.

Mittauksen tuloksena saadaan kyseisestä mittauskohdasta materiaalin kosteustasapainotilaa vastaava ilman suhteellinen kosteus. (Sisäilmayhdistys, 2008.)

Myös työtavat vaikuttavat olennaisesti mittaustarkkuuteen. Porareikämittauksessa on muistettava, että suhteellista kosteutta ei voida mitata samasta porareistä useampaan kertaan, koska rakenteen kosteusjakauma muuttuu pitkällä aikavälillä porareiän kautta vaikka reikä olisi tulpattunakin. Mittareikä on putkittava, jotta mittauslukema saadaan halutulta syvyydeltä. Putket on tiivistettävä huolellisesti ja tiivistyksessä on käytettävä siihen sopivia vesihöyryn pitäviä kittejä. Lisäksi betonin ja sisäilman lämpötilan tulisi pysyä mittauksen ajan tasaisena. Jos lämpötila on alle +15 °C tai yli +25 °C, porareikämittauksella ei saada vertailukelpoista tulosta. Jos näissä lämpötiloissa vaaditaan tarkkoja mittauksia, on mittaukset tehtävä näytepalamittauksella. Porareikämittauksessa olosuhteiden tulisi olla mahdollisimman lähellä rakennuksen normaalia käyttölämpötilaa ja porareikämittauksen suosituslämpötiloja. Mittaussyvyden tulee olla vähintään 10 mm. (Rakennustieto 2010, 3–7.)

Näytepalamittauksessa on omat etunsa. Menetelmässä tulokset saadaan nopeasti, koska useiden päivien tasaantumisaikoja ei tarvita, joskin menetelmä on työläämpi kuin porareikämittaus. Mittaus voidaan aina tehdä näytepalamenetelmällä, ellei mittauksia tarvita syvältä betonista. Menetelmää voidaan käyttää -20 °C ... +80 °C lämpötiloissa. Näytepalamittauksessa päästään yleensä mahdollisimman hyvään mittatarkkuuteen. Mittaussyvyden näytepalamittauksessa on oltava vähintään 2 mm. (Rakennustieto 2010, 3–7.)

Suoritin rakennukseen kosteusmittauksia 24.8.–27.8.2012. Kosteudenmittausmenetelmänä käytettiin suhteellisen kosteuden mittausta rakenteesta. Menetelmällä saatiin selville rakennusmateriaalin huokosissa olevan ilman kosteus. Tämä kosteus voi rakenteen käyttöolosuhteissa liikkua ja aiheuttaa haittaa. Suhteellista kosteutta mitattiin yhteensä 16 eri mittauspisteestä. Mittalaitteena käytettiin Vaisalan kosteusmittaria sekä HMP 44- ja HMP42- mittapäitä. Mittalaitteet ja mittapäät oli kalibroitu Vaisala-kosteuskalibraattori HMK15 käyttäen. Mittapään tarkkuus on + 20 °C:ssa ± 2 RH % (alueella 0...90 RH %). Mittaukset suoritettiin kahdessa eri vaiheessa. Tutkimusreiät porattiin, putkittettiin ja tiivis-

tettiin 24.8.2012. Tulpattujen porausreikien annettiin tasaantua kolme vuorokautta. Varsinaiset mittaukset suoritettiin 27.8.2012.

Alapohjan mittaukset suoritettiin kahdesta eri huoneistosta. Mittaukset suoritettiin pintabetonista 30 mm:n syvyydestä ja eristekerroksesta 110 mm:n syvyydestä. Alapohjan suhteelliset kosteudet on taulukoituna seuraavassa taulukossa.

Taulukko 6. Alapohjan suhteelliset kosteudet.

Piste n:o	syvyys [mm]	Lämpötila °C	Suht. Kost. RH %	Vesih. Pit. g/m <sup>3</sup>	Vesihöyryn osapaine Pa	Kastepiste-lämpötila °C
1	30	18,3	53,2	8,32	1119,5	8
2	110	18,2	56,6	8,80	1183,6	9
5	30	18,5	45,6	7,22	971,6	6
6	110	18,8	47,2	7,61	1024,6	6
Sisäilma		18,5	56,1	8,88	1195,3	9,0
Ulkoilma		15,5	65,2	8,64	1150,5	8,5

Alapohjassa betonilaatassa ja eristekerroksessa suhteellisen kosteuden luekat ovat tavanomaiset. Normaalisti kosteus pyrkii siirtymään kohti pienempää pitoisuutta. Vallitsevissa olosuhteissa kosteuden siirtymistä ei juuri tapahdu. Myöskään hyvin vettä läpäisevä maaperä ei ole aiheuttanut merkittävää kosteusrasitusta alapohjalle.

Ulkoseinän suhteellisen kosteuden mittauksia tehtiin molemmista päätyseinistä ja pohjoisen puoleisesta ulkoseinästä. Päätyseinien mittaukset tehtiin eristetilasta siten, että toinen mittauspisteistä oli lattiapinnan tasossa ja toinen noin 250 mm lattiapinnan alapuolella. Sivuseinän mittaukset tehtiin sokkelirakenteen teräsbetonista ja eristetilasta. Ulkoseinän mittauspisteiden sijainnit ovat taulukossa 7 ja tulokset taulukossa 8.

Taulukko 7. Ulkoseinän mittauspisteiden sijainti.

Piste n:o	Sijainti
3	Eristetila 250 mm maanpinnan yläpuolella
4	Eristetila noin 150 mm maanpinnan yläpuolella
7	Eristetila 250 mm maanpinnan yläpuolella
8	Eristetila noin 150 mm maanpinnan yläpuolella
13	Eristetila 50 mm maanpinnan yläpuolella
14	Eristetila 50 mm maanpinnan alapuolella
15	Eristetila 50 mm maanpinnan yläpuolella
16	Teräsbetoni 50 mm maanpinnan alapuolella

Taulukko 8. Ulkoseinien suhteelliset kosteudet.

Piste n:o	Lämpötila °C	Suht. Kost. RH %	Vesih. Pit g/m <sup>3</sup>	Vesihöyryn osapaine Pa	Kastepistelämpötila °C
3	16,9	62,4	8,99	1203,0	9
4	17,2	62,2	9,12	1221,9	9,5
7	17,6	59,5	8,93	1198,5	9
8	17,3	61,5	9,07	1215,8	9
13	14,3	83,3	10,27	1361,6	11
14	14,9	86,5	11,05	1469,2	12,5
15	14,2	71,2	8,72	1156,3	8,5
16	15,1	86,5	11,19	1488,0	13,5
Sisäilma	18,5	56,1	8,88	1195,3	9,5
Ulkoilma	15,5	65,2	8,64	1150,5	8,5

Päätyseinien eristetilassa suhteellisen kosteuden lukemat ovat hyvin tavanomaiset. Pohjoisen puoleisessa ulkoseinässä suhteellisen kosteuden lukemat ovat hieman koholla. Eristetilassa kosteuskokemat ovat pienempiä kuin ulkopuolisessa betonirakenteessa. Ulkoseinä joutuu alttiiksi kovalle kosteusrasitukselle, koska rinteeltä tulevat pintavedet pyrkivät valumaan kyseiselle seinälle. Päätyseinien mittauksissa lämpötilat ovat lähellä sisäilman lämpötilaa. Sivuseinän matalat lämpötilat johtuvat ulkoilman vaikutuksesta ja mittauspisteiden sijainnista maanpinnan läheisyydessä. Seinärakenteissa kosteusvirta on ulospäin kohti pienintä vesihöyryn pitoisuutta.

Pesuhuoneiden mittaukset suoritettiin kahdesta eri huoneistosta toisesta kerroksesta. Mittaukset suoritettiin pintabetonista 30 mm:n syvyydestä ja noin 80 mm:n syvyydestä bitumikerroksen alta.

Taulukko 9. Pesuhuoneiden suhteelliset kosteudet.

Piste n:o	syvyys [mm]	Lämpötila °C	Suht. Kost. RH %	Vesih. Pit g/m <sup>3</sup>	Vesihöyryn osapaine Pa	Kastepiste-lämpötila °C
9	30	18,1	100	15,47	2078,2	18,1
10	60	16,6	100	14,15	1891,8	16,6
11	30	18,1	97,2	15,03	2020,1	17,5
12	80	18,2	86,2	13,41	1802,6	15,5
Sisäilma		18,5	56,1	8,88	1195,3	9,5

Tehtyjen mittausten perusteella pesuhuoneissa on selvästi kohonnutta kosteutta. Toisessa pesuhuoneessa suhteelliset kosteudet mitattiin kaksilla eri mittapäillä ja kaikki mittapäät antoivat suhteellisen kosteuden arvoksi 100 %. Tämä tarkoittaa, että pintabetonissa on kosteutta ja myös bitumisivelyn alapuolinen eristekerroksessa ja kantavassa holvissa on kohonnutta kosteutta. Toisessa pesuhuoneessa pintabetonissa oli selvästi kohonnutta kosteutta, mutta kantavassa holvissa ei ollut näin suuria arvoja.

Pesuhuoneiden välipohjaan kohdistuu voimakasta kosteusrasitusta. Pesuhuoneen laatoituksen alla ei ole vesieristystä, jolloin pintabetoni kastuu. Kosteus on mennyt myös bitumisivelyn läpi. Lisäksi kosteutta tulee välipohjaan myös alapuolisesti pesuhuoneesta, jossa huonon tuuletuksen ja runsaan veden käytön seurauksena kosteus tiivistyy pesuhuoneen kattoon ja imeytyy betonirakenteseen. Lisäksi pesuhuoneissa on yleisesti huomattavissa, että betonissa oleva runsas kosteus on lähtenyt nousemaan myös väliseiniin rikkoen seinäpinnoitteen.

## 9.6 Perustuksien ja salaojan kuntotutkimukset

Rakennuksen perustukset tutkittiin pistokoeluontoisesti. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää perustustyyppi, sokkelin vedeneristys ja salaojan sijainti. Kaivettaessa oli ensin 300 mm:n multakerros, jonka jälkeen oli vain hienoa hiekkaa. Kiviä ei kaivettaessa havaittu. Rakennuksella ei ole erillistä anturarakennetta, vaan perustuksena toimii levennetty sokkeli. Sokkelin ulkopinta on vesieristämätön.

Savitiiliputkesta tehty salaoja löytyi 1100 mm:n syvyydestä. Savitiiliputket näyttivät hyväkuntoisilta. Salaojan sijainti syvällä ja käytetty maalaji on oletettavasti edesauttanut salaojaputkien kunnossa pysymistä. Maalaji on hyvin vettä läpäisevää ja liettymätöntä. Rakennuksien perustaminen hiekkamaahan on varmasti vähentänyt perustusten kosteusrasitusta, mutta maassa oleva kosteus imeytyy silti vesieristämättömään sokkelirakenteeseen.



Kuva 16. Salaojana toimiva savitiiliputki.





Kuva 17. Näkymä salaojaputkistoon.

Savitiiliputket asennettiin tyypillisesti vain puskuliitokseen ja saumat eristettiin tiivistenauhalla. Puskusaumasta veden on tarkoitus imeytyä putkeen, jonka kautta se johdetaan pois. Toimivuuden kannalta on ollut tärkeää, että vesi pääsee saumasta putkeen, mutta ettei veden mukana pääse lietettä tai muita hie-noja aineksia, jotka voisivat tukkia sauman ja täyttää putken. Usein putket eivät ole pysyneet puskuliitoksessa paikallaan ja putkistossa on suuriakin porrastuk-sia, jolloin salaojitus ei enää toimi.

Perustusten alapinta on 1400 mm:n syvyydessä, eli salaojitus on perustusten alapintaa ylempänä. Näin maaperästä mahdollisesti nouseva kosteus kastelee ensin perustusten alapinnan, ennen kuin kosteus on noussut salaojan tasolle.

## 10 Luhtitalojen tulevaisuus

Työtä aloitettaessa tilaajan mietinnässä oli luhtitalojen tulevaisuus: missä kun-nossa rakennukset todellisuudessa ovat, kannattaako rakennuksia saneerata ja kuka on rakennusten tuleva käyttäjä?

Rakennukset sijaitsevat kauniilla paikalla Pielisjoen rannalla, ja alueella on pal-jon mahdollisuuksia muotoutua eri käyttäjien toiveisiin. Rakennukset ovat tällä

hetkellä alkuperäisessä kunnossa ja asianmukaista huoltoa ja kunnossapitoa ei ole tehty vuosiin. Rakenteet ovat sinänsä toimivat, mutta kaukana nykypäivän vaatimuksista. LVIS–tekniikka on käyttöikänsä päässä ja kaipaa uusia. Lisäksi rakennus ja ulkopuoliset rakenteet altistuvat voimakkaasti ulkopuoliselle kosteusrasitukselle. Kokonaisuudessaan rakennukset vaativat massiivista korjausta.

Uuden rakentamisessa ja vanhan korjaamisessa on molemmissa omat hyvät ja huonot puolensa. Jos rakennetaan uutta, täytyy vanha purkaa ensin pois. Kun huomioidaan purkutyön määrä, asbestipurkutyöt, asianmukainen materiaalien kierrätys ja jätemaksut, niin myös vanhan rakennuksen purkamisen kustannukset muodostavat merkittävän osan uuden rakennuksen kustannuksista.

Kun rakennetaan uutta, voidaan rakentaminen aloittaa puhtaalta pöydältä suoraan nykypäivän määräyksiä noudattaen ja rakennuksesta saadaan varmasti käyttäjän tarpeiden mukainen. Lisäksi rakennuskustannukset voidaan laskea uudisrakentamisessa suhteellisen tarkkaan, kun taas vanhan korjaamisessa saattaa eteen tulla yllättäviä kuluja, mikäli joudutaan korjaamaan tai uusimaan jotain, mitä ei alkuperäisessä suunnittelussa osattu ottaa huomioon. Myös uudisrakentamisessa on riskinsä. Nykypäivän rakentamisessa käytetään paljon materiaaleja ja työtapoja, joiden toiminnasta pitkällä aikavälillä ei ole vielä kokemuksia. Jo nyt korjataan ja puretaan paljon 70-luvun jälkeen rakennettuja julkisia rakennuksia, joiden ei pitäisi olla vielä lähelläkään elinkaarensa päätä.

Mikäli rakennuksia päätetään korjata jonkin tietyn tilaajan tarpeisiin, vaatii sekin erityistä huomiota. Rakennukset on rakennettu 60-luvulla sen aikaisilla määräyksillä. Korjausrakentamisen pääperiaate on se, että vanhaa rakennusta käsitellään sen omista lähtökohdista. Saneerattava rakennus on jo täyttänyt sen aikaiset määräykset ja säännökset, niin rakennus voidaan myös saneerata samantyyppiseksi ja samaan käyttötarkoitukseen yhä edelleen. Mikäli korjaushanke on uudisrakentamiseen verrattavissa tai rakennuksen käyttötarkoitus muuttuu, tulee noudattaa voimassa olevia määräyksiä. Mikäli rakennukset ovat tulevaisuudessa esimerkiksi hoivakotikäytössä tai loma-asuntoina, muuttuu samalla ra-

kennusten käyttötarkoitus riskialttiimpaan suuntaan. Rakennukset on tällöin saneerattava nykypäivän rakennus- ja palomääräyksiä noudattaen.

Lisäksi vanhan korjaamisessa on hyvin yleistä, että kustannukset kasvavat, koska eteen tulee sellaista, mitä ei alkuperäisessä suunnittelussa osattu huomioida. Korjaushankkeen alkuvaiheessa tulisi myös miettiä rakennusten tämänhetkisiä vaurioita ja sitä, miten vauriot ovat syntyneet. Nykypäivän korjausrakentamisessa on liian yleistä, että korjataan vain vauriot, eikä tutkita mikä vaurion on aiheuttanut. Näin vauriot uusiutuvat suhteellisen pian korjaamisen jälkeen ja pahimmassa tapauksessa korjaamisella saatetaan pahentaa rakenteen toimivuutta entisestään.

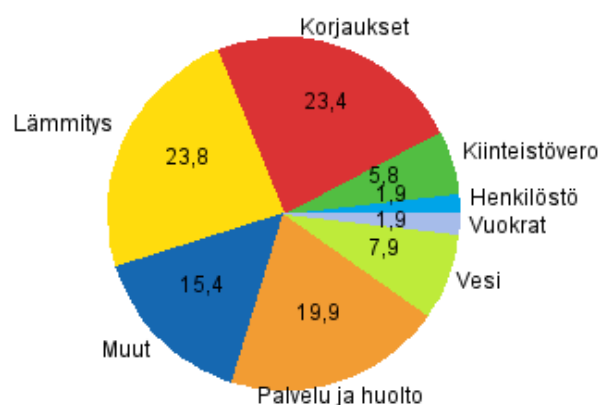
Se, kannattaako rakennuksia korjata vai purkaa ja rakentaa uutta, riippuu mielestäni siitä, kuka on rakennusten tai paikalle rakennettavien uusien rakennuksien käyttäjä ja mitkä ovat käyttäjän tarpeet kyseenomaisille tiloille. Kuinka pitkään käyttäjä käyttää rakennuksia? Kuka on mahdollisen seuraava käyttäjä ja mikä silloin on rakennusten käyttötarkoitus? Nämä seikat vaativat rakennusten elinkaariajattelua, elinkaarikustannuksien miettimistä ja rakennusten muunneltavuuden huomioimista muuttuvien käyttäjien vaatimuksiin.

## **10.1 Rakennuksen elinkaari**

Rakennuksen elinkaarella tarkoitetaan rakennuksen käyttöikää sen valmistamisesta purkamiseen asti. Moni ei ajattele, kuinka pitkä on rakennuksen elinkaari ja mitkä ovat rakennuksen elinkaarikustannukset. Vielä vuosikymmeniä sitten elinkaariajattelun huomioon ottaminen oli lähes vieras käsite. Materiaaliratkaisuihin ei juuri kiinnitetty huomiota, sillä pääpaino oli rakentamisen tehokkuudessa. Moniko 60-luvulla mietti, minkälaisissa rakennuksissa elämme ja minkälaisia rakennuksia rakennamme vuonna 2012? Luulen, ettei silloin tullut mieleenkään tuhлата rahaa ylimääräisiin lämmöneristyksiin tai routasuojauksiin. Rakennuksen lämmittäminen oli halpaa ja lämpöä sai pattereista lähes ilmaiseksi. Tällä halvalla lämmöllä pidettiin perustukset sulana ja huoneistot lämpiminä, eikä rakennuksien tiiveyteen tarvinnut kiinnittää huomiota.

## 10.2 Elinkaarikustannukset

Asioita tulisi ajatella pitkällä tähtäimellä, sillä rakennukset kestävät vuosikymmeniä tai jopa vuosisatoja. Rakennuksen elinkaari on pitkä ja maailma muuttuu monta kertaa sen aikana. Nämä Paiholan luhtitalotkin ovat nähneet monenlaisia asukkaita ja käyttäjiä, ja tällä hetkellä niiden tulevaisuus on avoin. Minkälaisia muutoksia rakennuksille ikinä tehdäänkin, on hyvä miettiä mistä rakennusten tulevan elinkaaren kustannukset muodostuvat.



Kuva 18. Taloyhtiöiden kulujen rakenne 2011 (Tilastokeskus 2011b.)

Nykyisin rakentamis- ja saneerauskustannuksia puristetaan mahdollisimman alas ja tämä voi tulla rakennuksen elinkaaren aikana kalliiksi. Todellisuudessa rakentamiskustannukset ovat vain pieni osa rakennuksen elinkaaren käyttökustannuksista ja rakentamisen aikana tehdyt valinnat heijastuvat suoraan rakennuksen käyttökustannuksiin. Tilastokeskuksen mukaan korjaus- ja lämmityskustannukset muodostavat lähes puolet taloyhtiön kuluista. Juuri näiden kuluerien suuruuteen voidaan vaikuttaa rakentamisen aikaisilla valinnoilla. Esimerkiksi muutaman prosentin sijoitus rakennushinnasta parempaan lämmöneristävyyteen voi pienentää rakennuksen lämmityskustannuksia huomattavasti. Tai valitsemalla ehkä kalliimpi, mutta vähemmän huoltoa ja kunnossapitoa vaativa julkisivun pintamateriaali, säästetään kustannuksissa rakennuksen elinkaaren aikana. Mitä halvemmaksi rakennuksen ylläpitäminen tulee, sitä paremman katteen kiinteistöstä saa.

Loppujen lopuksi kaikki on vain yksinkertaista matematiikkaa: Jos säästän tässä nyt, tulevaisuudessa se maksaa tämän ja tämän verran enemmän. Jos investoin tähän nyt, se säästää itsensä takaisin tässä ja tässä ajassa.

### 10.3 Rakennusten muunneltavuus

Mitä pidempi elinkaari rakennuksella on, sitä tärkeämpään asemaan nousee rakennuksen muunneltavuus. Rakennuksen elinkaari on usein paljon pitempi kuin tilaajan elinkaari. Esimerkiksi nyt hoivakotikäyttöön saneeratut rakennukset saattaisivat myydä paremmin 20 vuoden päästä loma-asuntoina. Eli jos rakennuksia saneerataan ja muutetaan nyt tietyn tilaajan tarpeisiin, niin hankitaanko tämä saneeraukseen käytetty raha tilaajan käytön aikana takaisin.

Vaikka mitään muutostöitä ei tehtäisikään, tilaajan tarpeet muuttuvat ja rakennukset vanhenevat teknisesti. Tämä johtuu rakennusmateriaalien vanhenemisesta, uusien rakenteiden, laitteiden ja talotekniikan kehityksestä. Vaikka rakennusten käyttötarkoitus ja tilaajakin pysyisi samana, saattaa kiinteistön toimivuus heikentyä, koska käsitykset kuhunkin käyttöön tarvittavasta tilasta muuttuvat. Tämä näkyy myös Paiholan luhtitaloissa: käyttötarkoitus on vuosien saatossa pysynyt samana, mutta nykypäivän huoneistojen toiminnalliset vaatimukset ovat eri täysin luokkaa kuin 60-luvulla. Keittiöt ovat koneellistuneet, asumisväljyys on kasvanut ja taloyhtiöiden yhteiset tilat ovat siirtyneet asuntojen yhteyteen.

Tärkeintä olisi aina miettiä, että rakennukset olisivat muunneltavissa alkuperäisessä käyttötarkoituksessa tilaajan tarpeiden muuttuessa. Kiinteistön käyttäjien tarpeet saattavat muuttua jo aikaisessakin vaiheessa ja etenkin silloin, kun käyttäjiä vaihtuu ja uusi käyttäjä tulee tilalle omine vaatimuksineen. Käyttäjien tyytyväisyyttä voidaan parantaa muun muassa muuttamalla huonejakoa, lisäämällä tai muuttamalla talotekniikkaa, muuttamalla tilan pintarakenteita tai esimerkiksi muuntamalla tiloja palvelemaan liikuntarajoitteisia.

## Lähteet

- Betonijulkisivun kuntotutkimus 2002. 2002. Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki: Suomen betonitieto Oy.
- Betonitekniikan oppikirja 2004. 2005. Suomen Betoniyhdistys ry. Helsinki: Suomen betonitieto Oy.
- Jälleenrakennuskausi. 2012. Järvenpään, Keravan, Tuusulan, Mäntsälän ja Nurmijärven museot. <http://www.jalleenrakennuskausi.fi/>. 06.08.2012.
- Kakkonen, S. 2002. Paihola: Ei hullumpi kylä. Paihola: Paiholan kyläyhdistys; Kontiolahti: Kontiolahden kyläosuuskunta.
- Lindbland, E. 2010. 1960-luvun pientalojen riskirakenteita -case tapauksia. Aducate Reports and Books 10. Itä-Suomen Yliopisto.
- Neuvonen, P. 2009. Kerrostalon julkisivukorjaus: Julkisivun ominaispiirteet ja korjaustavan valinta. Helsinki: Edita Prima Oy.
- Rakennustieto. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen. Rakennustieto ohjekortti RT 14–10984. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto. 2011. Rakennusten energiatehokkuus. Rakennustieto säännökset RT RakMK-21504. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto. 1957. Perustus maanvaraisalapohjaisissa rakennuksissa. Rakennustieto ohjekortti RT 817.11. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Rakennustieto. 2012. Asuinkiinteistön kuntoarvio. Rakennustieto ohjekortti RT 18–11059. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Sisäilmäyhdistys ry. 2008. Kosteusmittaukset. [http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/ongelmien\\_tutkiminen/rakennustekniset\\_tutkimukset/kosteusmittaukset/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/ongelmien_tutkiminen/rakennustekniset_tutkimukset/kosteusmittaukset/). 16.9.2012
- Standardi SFS-EN ISO 6946. 2008a. Rakenne- ja rakennusosat. Lämmönvastus ja lämmönläpäisykerroin laskentamenetelmä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- Standardi SFS-EN ISO 13370. 2008b. Rakennusten lämpötekniiset ominaisuudet. Lämmön johtuminen maan kautta. Laskentamenetelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Tilastokeskus. 2011a. Asunnot varusteiden mukaan vuosina 1960-2010.

[http://tilastokeskus.fi/til/asas/2010/01/asas\\_2010\\_01\\_2011-10-20\\_tau\\_004\\_fi.html](http://tilastokeskus.fi/til/asas/2010/01/asas_2010_01_2011-10-20_tau_004_fi.html). 12.9.2012.

Tilastokeskus. 2011b. Liitekuvio 1. Kerrostaloyhtiöiden kulujen rakenne vuonna

2011. [http://www.stat.fi/til/asyta/2011/asyta\\_2011\\_2012-09-14\\_kuv\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/asyta/2011/asyta_2011_2012-09-14_kuv_001_fi.html). 23.8.2012.

Tuovinen, S. L. 2007. Mielenterveystyön polkuja Pohjois-Karjalassa: Paiholan, Kuurnan ja Koppolan sairaaloiden sekä mielisairaanhoidon vaiheita. Joensuu: Pohjois-Karjalan sairaanhoito- ja sosiaalipalvelujen kuntayhtymä.

Ympäristöministeriö. 2003. Lämmöneristys, ohjeet 2003. Suomen rakentamismääräyskokoelma C4.

Ympäristöministeriö. 2012. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma D3.

## Liite 1

# POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Tuomas Nuutinen

## KUNTOTUTKIMUS



Paiholan luhtitalot PA19–PA22  
Kesä 2012



# SISÄLLYSLUETTELO

1	Esipuhe.....	4
2	Yleistietoa tarkastuksesta .....	4
2.1	Tarkastuksen sisältö .....	5
3	Kohteen sijainti kartalla .....	5
4	Perustiedot kiinteistöstä .....	6
4.1	Rakennusteknisiä tietoja .....	6
4.2	Suoritettut korjaukset .....	7
5	Olenneisimmat epäkohdat ja riskit .....	7
6	Rakennetutkimukset .....	8
6.1	Päätyseinät.....	9
6.1.1	Päätyseinien perustukset.....	9
6.1.2	Päätyseinien muu rakenne .....	10
6.2	Etelän puoleinen ulkoseinä .....	11
6.2.1	Etelän puoleisen sivuseinän perustukset.....	12
6.2.2	Seinä rakenne muutoin .....	13
6.3	Pohjoisen puoleinen ulkoseinä .....	14
6.3.1	Seinä rakenne.....	14
6.4	Alapohja.....	15
6.5	Vesikatto.....	16
6.6	Yläpohja.....	16
6.7	Välipohja.....	17
6.8	Huoneistojen väliset seinät .....	18
6.9	Väliseinät .....	18
7	Kuntoarvio.....	18
7.1	Viherrakenteet (D6) .....	18
7.2	Päällysrakenteet (D7) .....	19
7.3	Rakenteiden vierustäytöt (E32).....	20
7.4	Salaojat (E43) .....	22
7.5	Perustukset (F1) .....	23
7.6	Rakennusrunko ja julkisivu (F2/F3).....	24
7.7	Ikkunat (F32).....	25
7.8	Ulko-ovet (F33) .....	26
7.9	Julkisivun täydennysosat (F34).....	26
7.9.1	Betoniportaat .....	26
7.9.2	Luhtiparveke .....	28
7.9.3	Ulkoseinän tikkaat.....	29
7.10	Yläpohjarakenteet (F4) .....	29
7.10.1	Vesikate (F41.1) .....	29
7.10.2	Räystäät (F42) .....	31
7.10.3	Yläpohjavarusteet (F43).....	32
7.10.4	Yläpohja (F41) .....	35
7.11	LVI-järjestelmät (G).....	37
7.11.1	Lämmönsiirtimet (G11.2) .....	37
7.11.2	Paisunta- ja varolaitteet (G12.1) .....	38
7.11.3	Lämmönjakolaitteet (G13).....	38
7.11.4	Vesi- ja viemärijärjestelmät (G2).....	39
7.11.5	Ilmastointijärjestelmät (G3) .....	41
7.12	Täydentävät sisäosat ja tilojen pintarakenteet (F5/F6) .....	43

7.13	Sähköjärjestelmät (H) .....	45
8	Kuntotutkimukset .....	46
8.1	Perustuksien ja salaojan kuntotutkimukset .....	46
8.2	Betonin puristuslujuudet .....	49
8.3	Vetolujuus ja betonin karbonatisoituminen .....	50
8.3.1	Näytteille suoritettut tutkimukset .....	50
8.3.2	Tutkimustaulukko .....	53
8.3.3	Tulokset ja yhteenveto .....	54
8.4	Kosteusmittaukset .....	54
8.4.1	Mittauspisteet.....	56
8.4.2	Alapohja.....	57
8.4.3	Ulkoseinät.....	57
8.4.4	Pesuhuoneet.....	59
9	Yhteenveto korjaustarpeista .....	60
9.1	Korjaustarpeet .....	61

## 1 Esipuhe

Tässä kuntotutkimuksessa on esitetty Mestarinikkarit Oy:n omistuksessa olevien Paiholan sairaala-alueella olevien luhtitalojen (PA19, PA20, PA21, PA22) kunnon nykytilanne, olemassa olevat rakenteet, mahdolliset vauriot ja tulevaisuuden korjaustarpeet.

Työn tilaajana on Mestarinikkarit Oy ja työ tehdään oppilastyönä Korak-hankkeeseen liittyen. Mestarinikkarien puolesta projektin yhteyshenkilönä on toiminut Simo Väänänen ja Eero Nykänen. Tutkimukset ovat suorittaneet Rakennustekniikan opiskelija Tuomas Nuutinen ja Laboratorioinsinööri Riku Tiira.

## 2 Yleistietoa tarkastuksesta

Kohde:	Paiholan sairaala-alueen luhtitalot PA19–PA22
Osoite:	Rakennusten tarkkaa osoitetta ei tiedossa
Omistajat:	Mestarinikkarit Oy
Tarkastusajankohta:	Kesä 2012
Tarkastajat:	Rakennustekniikan opiskelija Tuomas Nuutinen ja Laboratorioinsinööri Riku Tiira

Käytettävissä olleet asiakirjat:

Rakennuksista ei ollut juuri saatavilla alkuperäisiä piirustuksia. Saimme käyttöömme suuntaa antavat pohjapiirustukset ja asemapiirroksen. Alkuperäisenä saatiin sähköpiirustus ja sähköpiirustuksen yhteydessä oleva havainnepiirros rakennuksen leikkauksesta.

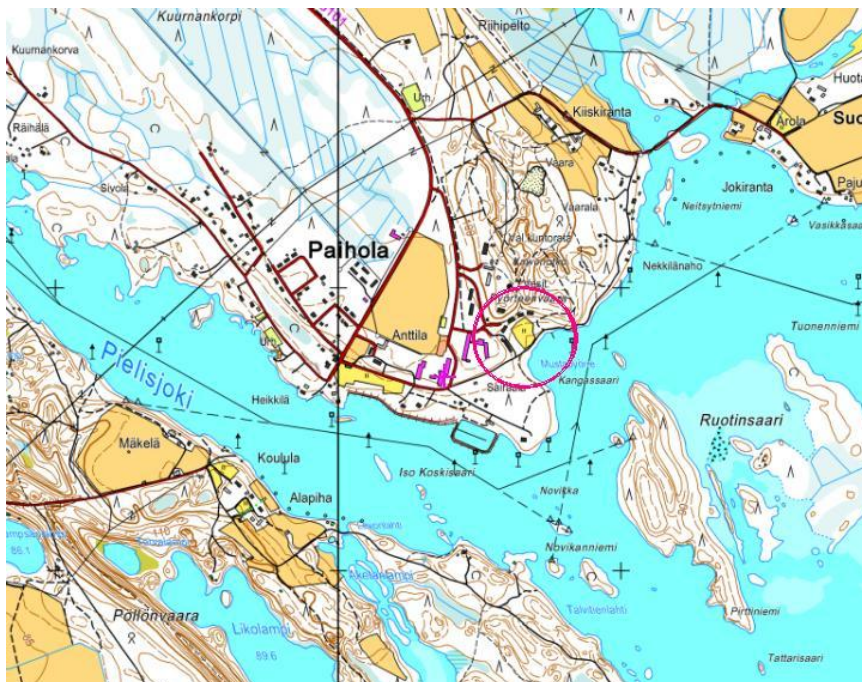
## 2.1 Tarkastuksen sisältö

Kaikki neljä lähes identtistä luhtitaloa on rakennettu samaan aikaan samanlaiselle paikalle, ne ovat olleet samanlaisessa käytössä ja niihin on tehty samoja korjauksia. Tarkemmat tutkimukset päätettiin rajata tilaajan toiveesta vain yhteen rakennukseen, sillä se antaa käsityksen myös muiden rakennusten rakenteista ja viittausta rakenteiden kunnosta. Tarkemmat rakenne- ja kuntotutkimukset suoritettiin rakennukseen PA22 eli F-taloon.

Työssä selvitetään olemassa olevat rakenteet. Niiden pohjalta tehdään kuntoarvio ja lisää tutkimista vaativiin rakenteisiin suoritetaan tarkempia kuntotutkimuksia.

## 3 Kohteen sijainti kartalla

Kohde sijaitsee Kontiolahden kunnassa, Paiholan kylässä Paiholan sairaala-alueella.



Kuva 1. Kohteen sijainti kartalla.

## 4 Perustiedot kiinteistöstä

Seuraavat perustiedot on saatu haastattelujen perusteella ja kerätty käytettävissä olleista asiakirjoista.

Rakennustyyppi:	Luhtitalo
Valmistumisvuosi:	1965
Asuinkerrokset:	2
Käyttötarkoitus:	Asuinrakennus
Huoneistot:	10 kpl yksiöitä
Pinta-alat:	Yksiön keskimääräinen koko on 30 m <sup>2</sup> . Rakennuksen bruttoala 358,2 m <sup>2</sup> . Pinta-aloja ei tarkemmitattu.
Tilavuus:	Koko rakennuksen tilavuus 1065 m <sup>3</sup>
Huoneet:	Yksiössä: keittokomero, pesuhuone, olohuone, eteinen ja tuulikaappi.
Portaat:	Rakennuksen ulkopuoliset portaat luhtikäytävälle.

### 4.1 Rakennusteknisiä tietoja

Rakennustapa:	Paikalla rakennettu tiili/betoni
Julkisivut:	Päätyseinät ovat muurattua tiiliseinää. Pitkillä sivuilla on rapattua ja maalattua betonia. Koko rakennuksen läpi menevät pitkät nauhaikkunat.
Kattomuoto:	Loiva harjakatto
Vesikate:	Konesaumattu peltikate
Lämmitysjärjestelmä:	Kaukolämpö. Sairaala-alueella oma lämpölaite.
Lämmöntuotto:	Talo 20:ssä sijaitsee lämmönjakokeskus, josta lämpö ja lämminkäyttövesi johdetaan putkikanaalien välityksellä taloihin 19, 21 ja 22. Lämmönsiirtimet ovat mallia ILMASET ja siirtimet on asennettu vuonna 1990.
Lämmönjako:	Teräslevypatterit
Ilmanvaihtojärjestelmä:	Painovoimainen

Kunnallistekniikka: Kunnallinen vesi- ja viemäriverkko

## 4.2 Suoritetut korjaukset

Tilaaajan antamien tietojen mukaan rakennuksissa ei ole suoritettu minkäänlaisia peruskorjaustoimenpiteitä valmistumisen jälkeen. Sisäpintoihin on vaihdettu tapetteja ja muovimattoja. WC-istuimia on uusittu vanhojen rikkoutuessa. Katolle on asennettu lumiesteet. Muuten rakennukset ovat lähes alkuperäisessä kunnossa.

## 5 Olennaisimmat epäkohdat ja riskit

Kokonaisuudessaan rakennuksen suurimmat epäkohdat johtuvat rakennuksen normaalista ikääntymisestä ja siitä, että rakennuksen huoltoa ja kunnossapitoa on laiminlyöty. Tarkastusten yhteydessä ei löytynyt mitään välitöntä vaaraa aiheuttavia riskejä mutta osa rakenteista on niin huonossa kunnossa, että rakenteille suunniteltu käyttöikä on jo saavutettu.

Yksi suurimmista epäkohdista on rakennusten voimakas altistuminen ulkopuolisille kosteusrasituksille. Keväisin ja runsaiden sateiden aikaan jyrkkä pohjoisrinne aiheuttaa voimakasta kosteusrasitusta rakenteille. Korjaustöissä olisi mieltävä, että olisiko pihamaan asfaltointitöiden yhteydessä mahdollista muokata rakennuksille menevää tietä siten, että rinteeltä valuva vesi jäisi tielle ja poistuisi tielle asennettavan sadevesijärjestelmän kautta. Lisäksi pohjoisseinällä oleva niskaoja on pidettävä puhtaana ja kaadot tarkistettava. Rakennusten päädyissä pihamaan kallistuksia on korjattava siten, että maanpinnat viettävät rakennuksista pois päin. Sadevesijärjestelmä on laitettava kuntoon ja sadevedet johdettava riittävän kauas rakennuksista siten, että ne eivät aiheuta haittaa rakenteille tai ympäröiville rakennuksille. Ulkopuoliset betoniportaat ja luhtikäytävä on korjattava. Korjaustavan valinnassa on kiinnitettävä huomiota kosteusrasituksen pienentämiseen, jotta vaurioiden uusiutumista ainakin hidastettaisiin.

Muita merkittäviä epäkohtia on putkistojen huono kunto. Runkoputkistot ovat alkuperäisiä. Putkistojen eristeet ovat tyydyttävässä kunnossa ja sisältävät luultavasti asbestia. Myös viemärit ovat alkuperäisiä. Pohja- ja pystyviemärien materiaali on valurauta. Rakennusten ulkopuoliset viemärit ovat betonia. Kaikki putkistot ovat käyttökänsä päässä ja joissakin materiaaleissa käyttökä on jo saavutettu. Rakennusten sähköjärjestelmä on alkuperäinen ja nykyisiin käyttövaatimukseen alimitoitettu.

Rakennuksen painovoimainen ilmanvaihto on estetty. Ilmanvaihtotenttiilit ja ikkunat on tukittu niin, että ilmanvaihto on puutteellista. Puutteellinen ilmanvaihto näkyy yleisesti pesuhuoneissa, joissa on runsaasti kosteuden tiivistymisestä syntyneitä jälkiä. Suhteellisen kosteuden mittauksissa pesuhuoneista löytyi merkittävää kosteutta, joka vaatii rakenteiden korjaamista ja paikallista kuivatamista. Yläpohjassa tuuletus on puutteellinen ja yläpohjatilassa on runsaasti sinne kuulumatonta jätettä. Yläpohjatilasta ylimääräinen jäte on poistettava ja mikäli yläpohjan lämmöneristystä lisätään, on yläpohjatilan tuuletukseen kiinnitettävä huomiota.

Yleisesti rakenteiden lämmöneristävyys ja eristepaksuudet ovat nykyisellä mitapuulla auttamatta vanhanaikaiset ja huonot mutta toisaalta 60-luvun rakentamiselle hyvin tyypilliset. 60-luvulla elettiin aikaa, jolloin lämmitysenergia ei maksanut juuri mitään eikä lämmöneristävyys juuri kiinnitetty huomiota. Nykyisiin vaatimukseen verrattuna olemassa olevien rakenteiden U-arvo on keskimäärin noin 30 % nykypäivän vaatimuksista. U-arvot on esitetty liitteenä olevissa rakennetyypeissä.

## **6 Rakennetutkimukset**

Kohteessa olemassa olevista rakenteista ei ollut mitään tarkkaa tietoa, joten rakennetyypit selvitettiin porareikämittauksin ja endoskoopitutkimuksin. Joissain rakenteissa rakennetyyppi varmistettiin avaamalla se timanttiporalla lie-riöporauksin.

## 6.1 Päätyseinät

Päätyseinien rakennetta selvitettiin poraustutkimuksin molemmilta seiniltä rakennuksen sisä- ja ulkopuolelta. Perustusten mittauspisteitä oli neljä ja päätyseinän muuta seinärakennetta tutkittiin yhteensä neljästä pisteestä, joista puolet tehtiin rakennuksen sisäpuolelta.

### 6.1.1 Päätyseinien perustukset

Rakenneselostukset on lueteltu rakennuksen ulkopuolelta sisälle päin.

Perustamistapa: Ei erillistä anturarakennetta.

Perusmuuri: Perusmuurina toimii paikalla valettu sokkelirakenne. Perusmuurin kokonaisvahvuutta ei pystytty varmaanki toteamaan, sillä 430 mm poranterä ei yltänyt rakenteen läpi. Perustukset ulottuivat lännenpuoleisessa päätyseinällä 1400 mm syvyyteen maanpinnasta

Perusmuurin rakenne ulkoa sisälle päin:

- 110 mm teräsbetoni
- 70 mm EPS
- teräsbetoni →

Perusmuuri lattiapinnan yläpuolella:

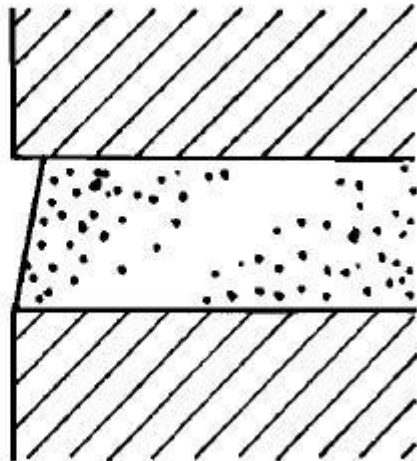
- 110 mm teräsbetoni
- bitumisively
- 70 mm mineraalivilla
- 180 mm kantava tiilirakenne
- huoneistokohtainen seinäpinnoite



### 6.1.2 Päätyseinien muu rakenne

Päätyseinien julkisivu on tiiliverhoilu. Tiiliverhouksessa on käytetty sidelimitystä ja saumaus on tehty varjosaumalla.

2  
varjosauma,  
vinosauha



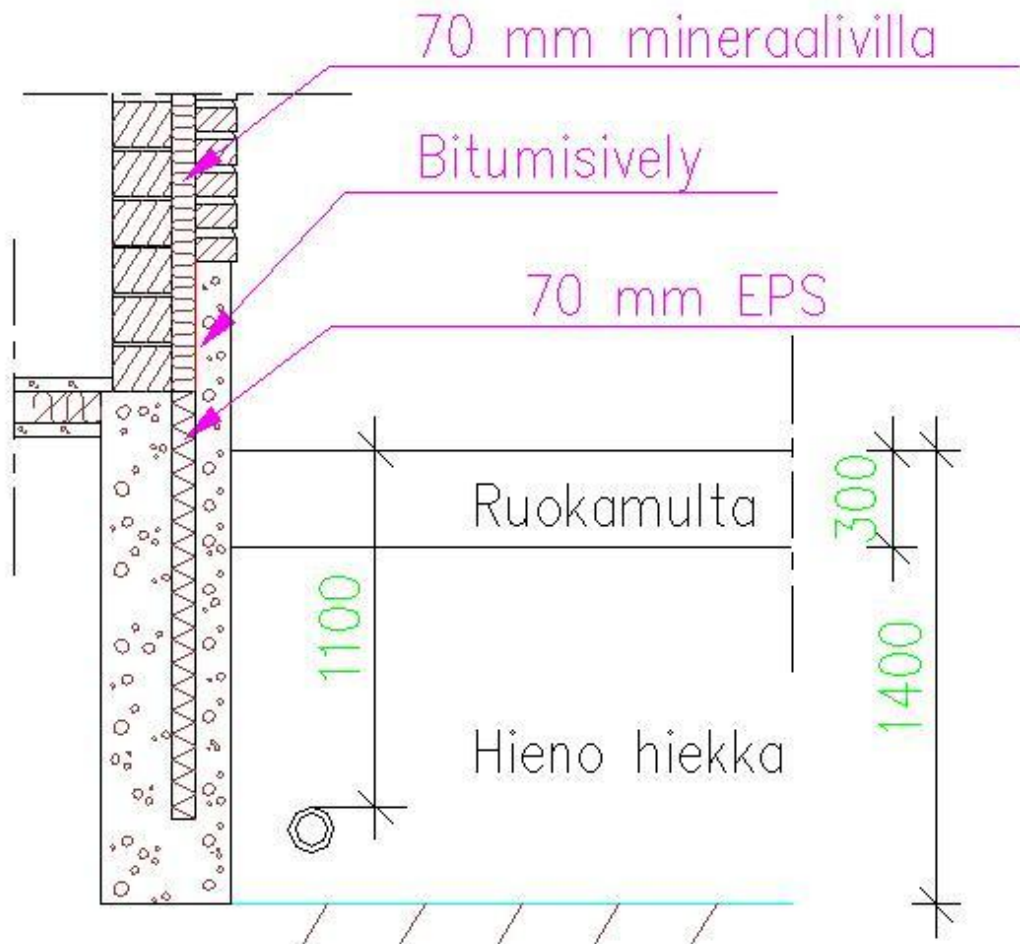
Kuva 2. Periaatepiirros varjosaumauksesta (RT 823.108).



Kuva 3. Päätyseinien tiiliverhous.

Päätyseinän seinärakenne:

- 130 mm tiiliverhous
- 70 mm mineraalivilla
- 180 mm kantava betonireikätiili



Kuva 4. Periaatepiirros päätyseinän leikkauksesta.

## 6.2 Etelän puoleinen ulkoseinä

Pielisjoen puoleisella sivuseinällä on asuntojen suuret ikkunat ja tämä seinä muodostuukin läpi talon menevistä nauhaikkunoista. Perusmuuriosaan porattiin ulkopuolelta yhteensä kolme mittauspistettä siten, että osa sijaitsi lattiapinnan yläpuolella ja osa alapuolella. Lisäksi sivuseiniin tehtiin ensimmäiseen ja toiseen kerrokseen mittauspisteet.



Kuva 5. Pielisjoen puoleinen sivuseinä.

### 6.2.1 Etelän puoleisen sivuseinän perustukset

Rakenneselostukset on lueteltu rakennuksen ulkopuolelta sisälle päin.

Perusmuuri: Paikalla valettu sokkelirakenne. Perusmuurin kokonaisvahvuutta ei pystytty porakalustolla toteamaan.

- 180 mm teräsbetoni
- 70 mm EPS
- teräsbetoni →

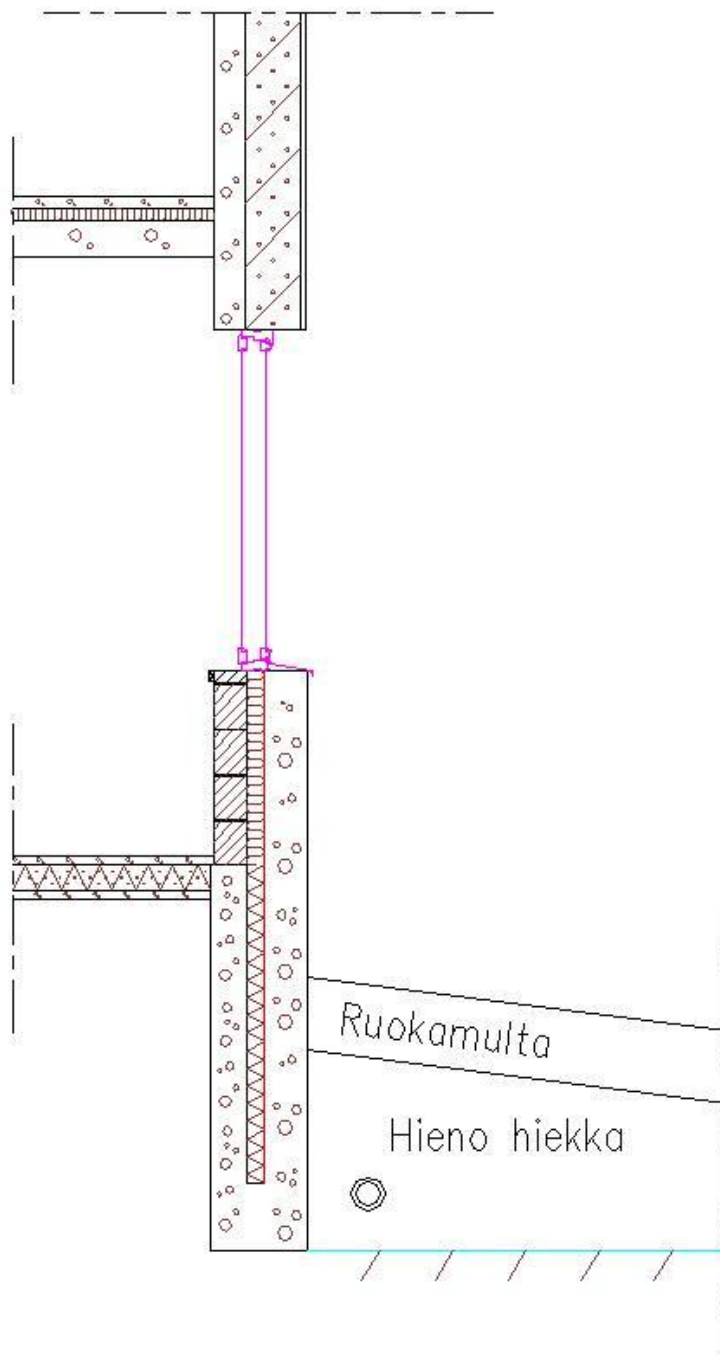
Perusmuuri lattiapinnan yläpuolella:

- 180 mm teräsbetoni
- bitumisively
- 70 mm mineraalivilla
- 130 mm betonireikätiili

### 6.2.2 Seinärakenne muutoin

Pitkien julkisivujen seinien valkoinen osuus kerrosten välissä on rapattua kevytbetonia. Sivuseinän seinärakenne ulkopuolelta sisälle päin:

- 20 mm rappaus
- 230 mm kevytbetoni
- 130 mm teräsbetoni



Kuva 6. Periaatepiirros eteläseinän leikkauksesta.



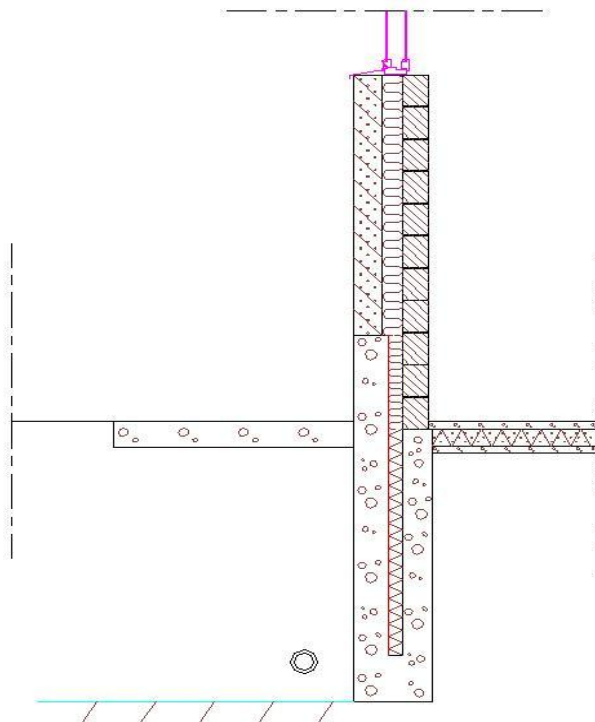
### 6.3 Pohjoisen puoleinen ulkoseinä

Sisäänkäyntien puoleisella ulkoseinällä on huoneistojen sisäänkäynnit. Perusmuuriin porattiin kaksi mittauspistettä ja seinärakenteeseen molemmille puolille mittauspisteet. Sokkelirakenne varmistettiin timanttikorauksella. Rakennetutkimuksissa huomattiin, että pohjoisen puoleisen ulkoseinän rakenne poikkeaa hieman eteläseinästä. Perustusten rakenne on vastaava eteläseinän kanssa.

#### 6.3.1 Seinärakenne

Pohjoisen puoleisella seinällä seinäpinta on kauttaaltaan rapattua kevytbetonia, kevytbetonin ja teräsbetonin välissä on käytetty mineraalivillaa. Seinärakenne on seuraavanlainen:

- rappaus
- 150 mm kevytbetoni
- 100 mm mineraalivilla
- 130 mm betonireikätiili

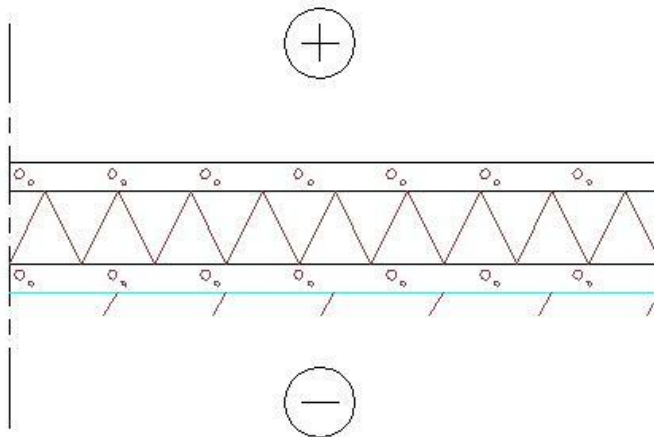


Kuva 7. Periaatepiirros pohjoisseinän leikkauksesta.

## 6.4 Alapohja

Alapohjan rakenne tutkittiin timanttikoralla tehdyllä lieriöporauksella. Toja-levyn alla havaittiin mahdollinen betonilaatta joka oli porattaessa niin huonossa kunnossa, että ei juuri aiheuttanut vastusta poratessa, joten betonilaatan vahvuutta ei pystytty varmistamaan. Alapohjan rakenne:

- 40 mm pintavalu
- 100 mm Toja-levy
- mahdollinen betonilaatta



Kuva 8. Periaatepiirros alapohjasta.



Kuva 9. Alapohjan eristekerros ja huonokuntoinen betonilaatta.

## 6.5 Vesikatto

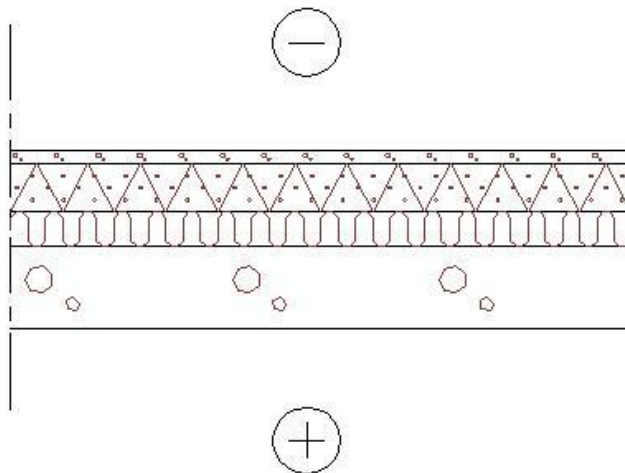
Vesikattona toimii alkuperäinen konesaumakate. Vesikaton rakenne:

- 1 mm konesauma peltikate
- tiheä aluslaudoitus
- puukannattimet

## 6.6 Yläpohja

Yläpohjan rakenne katolta päin:

- 20 mm palopermanto
- 70 mm Toja-levy
- 50 mm mineraalivilla
- 130 mm kantava betoniholvi



Kuva 10. Yläpohjan periaatepiirros.

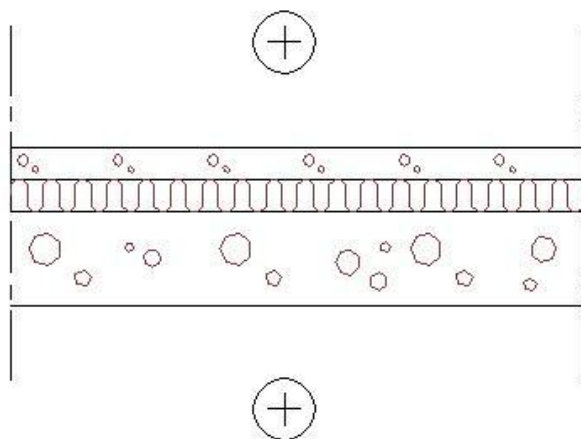


Kuva 11. Yläpohjan lämmöneristerakenne.

## 6.7 Välipohja

Välipohjan rakenne on kauttaaltaan samanlainen lukuun ottamatta pesuhuoneita joissa pintalaatan alla havaittiin bitumisively. Välipohjan rakenne yläkerrasta päin:

- muovimatto
- 50 mm betonilaatta
- 50 mm mineraalivilla
- 150 mm kantava betoniholvi



Kuva 12. Välipohjan rakenne.



## **6.8 Huoneistojen väliset seinät**

Huoneistojen väliset väliseinät muodostuvat 220 mm betonireikätiilestä.

## **6.9 Väliseinät**

Huoneistojen sisäiset väliseinät ovat rakenteeltaan kalkkihiekkatiilen tyyppistä 150 mm paksua tiiltä.

# **7 Kuntoarvio**

Kuntoarviossa rakennuksen ja sen rakenteiden kuntoa tutkittiin silmämääräisesti rakenteita rikkomatta. Kuntoarvion luonteesta johtuen sillä saadaan selville tieto eri vauriotapojen tilanteesta siltä osin, kun näkyviä vaurioita on jo olemassa. Kuntoarvio toimii kuntotutkimusten pohjana ja antaa selvyyden niistä rakenteista, jotka vaativat tarkempaa kuntotutkimusta. Kuntoarviossa käytetyt materiaalien tekniset käyttöiät on saatu RT-kortista RT 18–10922. Kuntoarvion tulokset on laadittu käyttäen Talo–90 nimikkeistöön pohjautuvaa asuinkiinteistön kuntoarviointin nimikkeistöä.

## **7.1 Viherrakenteet (D6)**

Rakennukset sijaitsevat jyrkässä rinteessä. Rakennusten pohjoispuolella on metsikköä, joka koostuu pääasiassa havupuista. Puut pudottavat paljon havunneulasia rakennusten päälle. Muuten rakennusten ympäristöt ovat pääasiassa nurmialuetta. Viheralueet ovat välttävissä kunnossa.

## 7.2 Päälysrakenteet (D7)

Pihan liikennealueet on asfaltoitu. Asfaltoinnin ajankohdasta ei ole tietoa. Asfaltti on monin paikoin halkeillut ja lohkeillut mahdollisesti keväisten runsaiden sulamisvesien johdosta. Lisäksi asfaltoinnissa on havaittavissa painaumia.

Asfaltointi viettää rakennuksiin päin, ja näin mahdollistaa sulamisvesien valumisen rinteestä rakennuksiin. Rinteessä on havaittavissa paljon runsaiden sulamisvesien aiheuttamia valumajälkiä. Asfaltoidun alueen kerrosrakenteesta ei ole tietoa. Koko kiinteistön alueella maaperä on todennäköisesti hyvin vettä läpäisevää.



Kuva 13. Sulamisvedet valuvat rakennuksiin.

### Toimenpide-ehdotukset

- Asfaltointi tulisi uusida, ja korjata siten, että asfaltointi viettäisi rinteeseen päin ja asfaltoitu tie varustettaisiin sadevesijärjestelmällä. Näin rinteeltä valuvat vedet jäisivät tielle ja poistuisivat sadevesikaivojen kautta hallitusti. Tämä järjestelmä vähentäisi runsaasti sulamis- ja sadevesien aiheuttamaa kosteusrasitusta rakennuksille.

### 7.3 Rakenteiden vierustäytöt (E32)

Sokkelien vierustoilla kasvaa runsaasti kasvillisuutta. Rakennusten vierustoilla maan pinta on paikoin tasaista, joka mahdollistaa pintavesien jäämisen rakennusten vierustoille ja valumisen vesieristämättömään sokkelirakenteeseen sekä rakennuksen alle. Sadevesien poistoon tarkoitetut betonikourut ovat paikoin hautautuneet maahan, jolloin toimivuus on kyseenalaista. Lisäksi sisäänkäyntien edessä niskaojana toimivassa betonikourussa kaadot ovat pienet ja kouru on osittain roskien ja muun jätteen peitossa.



Kuva 14. Niskaoja roskien peitossa.



Kuva 15. Rakennusten sivuseinillä maanpinta on tasaista.

### Toimenpide-ehdotukset

- Kasvillisuus sokkelien vierustassa kerää huomattavasti itseensä kosteutta ja aiheuttaa näin kosteusrasitusta sokkelille. Ylimääräinen kasvillisuus on poistettava ja korvattava riittävän leveällä sorakerroksella, joka vähentää kasvillisuuden aiheuttamaa kosteusrasitusta.
- Pintamaat on muokattava rakennusten päädyissä poispäin viettäviksi siten, että sade- ja pintavedet valuvat pois rakennusten vierustoilta. Suositeltava kaltevuus rakennuksesta poispäin on 1:20 vähintään kolmen metrin matkalla.
- Syöksytorvien maahan uponneet betonikourut on asennettava uudelleen siten, että sadevedet poistuvat betonikouruja pitkin. Kourujen päät on vietävä riittävän kauas ympäröivistä rakennuksista siten, että sadevedet eivät enää aiheuta haittaa rakennukselle tai ympäröiville rakennuksille. Mikäli muita maatöitä tehdään, suositellaan asennettavaksi oma maansisäinen sadevedenpoistojärjestelmä.





Kuva 16. Puutteellinen sadeveden poisto.

#### 7.4 Salaojat (E43)

Rakennuksen salaojien kunnosta ei ole tarkempaa tietoa, eikä kuntoa voitu koko rakennuksen osalta tarkastaa. Salaojien kuntoa selvitetään pistokoeluontoisesti kuntotutkimuksissa. Itse rakennuksesta ei havaittu vaurioita, jotka viittaisivat salaojien puutteelliseen toimintaan. Tarkistuskaivoja ei ollut näkyvillä. Rakennusajankohtana on yleisesti käytetty tiilisalaojaputkia.

##### Toimenpide-ehdotukset

- Salaojien kunto on tutkittava perusteellisemmin esimerkiksi järjestelmällä viemärikuvaus. RT-kortin mukaan rinnetalon salaojituksen tekninen käyttöikä on 30 vuotta. Mikäli järjestelmässä ei ole tarkastuskaivoja, vähenee käyttöikä 25 %, sillä järjestelmää ei voida huoltaa eikä kuntoa tarkastaa. Jos järjestelmä on uusittava, on tällöin huomioitava salaojia koskevat nykyiset rakentamismääräykset.

## 7.5 Perustukset (F1)

Leikkauskuvien perusteella rakennuksessa ei ole erillistä anturarakennetta, vaan levennetyt sokkelit toimivat anturoiden asemasta. Sokkelissa ei ollut havaittavissa merkkejä perustusten haitallisista halkeamista tai painumista. Sokkelin korkeus vaihtelee rinteestä johtuen. Maalipinta on paikoin irtoillut laajoilta alueilta ja varsinkin joen puoleisella seinällä lattiapinnan kohdalla on havaittavissa pinnoitevaurioita.

### Toimenpide-ehdotukset

- Sokkelista kosteuden vaikutuksesta irtoilevaa maalia ei saa korvata tiiviillä maalilla, koska tämä johtaa kosteuden nousemiseen korkeammalle rakenteessa. Sokkeli on puhdistettava irtoilevasta maalista. Pinnoitus voidaan tehdä kosteutta hyvin läpäisevällä pinnoituksella, kuten rouherappauksella.



Kuva 17. Sivuseinällä lattiapinta erottuu selvästi irronneen pinnoitteen kohdalla.

## 7.6 Rakennusrunko ja julkisivu (F2/F3)

Päätyseinien tiiliverhous on ulkoisesti hyvässä kunnossa. Päätyseinien tiiliverhouksissa ei ole huomioitu tuuletusrakoja. Idän puoleisessa päädyssä tiiliverhous on halkeillut luhtikäytävän kohdalta, mikä mahdollisesti johtuu käytävän laattassa tapahtuneista liikkeistä. Muuten rakennusten julkisivut näyttävät ikäisekseen hyväkuntoiselta, eikä suurempia vaurioita ole havaittavissa.

### Toimenpide-ehdotukset

- Päätyseinien tiiliverhous tulisi varustaa tuuletuksella. Tiiliverhous läpäisee runsaasti kosteutta, minkä vuoksi osa julkisivupinnalle joutuneesta kosteudesta läpäisee tiilirakenteen ja tunkeutuu villarakenteeseen. Toimivalla tuuletuksella rakenteen läpi kulkeutuva kosteus saadaan tuuletettua pois. Tiiliverhouksessa ylä- ja alareunasta joka kolmannen pystysauman aukaisu parantaisi tuuletuksen.



Kuva 18. Ilmeisesti luhtikäytävän laatan kertaluonteinen notkahdus on aiheuttanut tiiliverhouksen halkeamisen.

## 7.7 Ikkunat (F32)

Rakennuksissa on koko huoneiston levyiset, aikakaudelle hyvin tyypilliset sisään-sisään -aukeavat valkoiset puuikkunat. Ikkunoiden maalauksesta ei ole tietoa ja maalipinta on huono. Normaalisti puuikkunat on huollettava perusteellisesti noin 10 vuoden välein. Ikkunoiden ulkopuolella olevassa vesipellitusten kaadoissa on paikoin puutteita. Yleisesti ikkunoiden kunto on huono. Asukkaiden jättämät teippaukset ja tiivistykset kertovat, että ikkunoiden toiminnallisuus, tiiviys ja lämmöneristävyys ovat puutteellisia.



Kuva 19. Huonokuntainen ikkuna ja puutteellinen kallistus vesipellitissä.



### **Toimenpide-ehdotukset**

- Normaalisissa rasisluokassa puuikkunan käyttöikä on noin 50 vuotta. Ikkunat voidaan uusida alumiiniulkopuitteiseksi, jotka ovat toiminnallisia ja nykyaikaisia. Uudet ikkunat parantavat ääneneristävyyttä ja pienentävät huoltokustannuksia. On myös muistettava, että ikkunoiden uusiminen vaikuttaa rakennusten ulkonäköön. Mikäli julkisivun ominaispiirre halutaan säilyttää, niin alkuperäiset puuikkunat tulee pyrkiä säilyttämään ja kunnostamaan. Tällöin lämmöneristävyyden parantamiseksi voidaan ikkunoiden sisäpuite uusida umpieristyslasilla. Vanhat puuikkunat on huoltomaalattava 5 -10 vuoden välein.
- Puutteellisesti kallistuvat ikkunapellit uusitaan siten, että pellin kaltevuus sadeveden haitallisen räiskymisen estämiseksi on vähintään 30 astetta.

### **7.8 Ulko-ovet (F33)**

Ulko-ovet ovat alkuperäiset ja ikäisekseen hyväkuntoiset. Ulko-ovet ovat olleet suojassa auringolta, joten auringon aiheuttamia vaurioita ei ole syntynyt. Ulkoovien tiiveydessä on havaittavissa puutteita.

### **Toimenpide-ehdotukset**

- Ulko-ovet ovien uusiminen on suositeltavaa ilmatiiveydeltään ja lämmöneristävyydeltään parempiin ikkunaremontin yhteydessä.

### **7.9 Julkisivun täydennysosat (F34)**

#### **7.9.1 Betoniportaat**

Rakennuksen ulkopuolella olevissa betoniportaissa on havaittavissa merkittävää rapautumista, joka on aiheuttanut betonipinnan lohkeilua. Pakkasrapautuminen johtuu betonin huokoisuudesta, sillä betoniin voi imeytää vettä noin viidennes betonin tilavuudesta. Jäätyessään betonissa oleva laajeneva vesi rikkoo betonia.

Pakkasrapautuminen on tyypillistä vanhemmassa rakennuskannassa, sillä betonin lisähuokostusta ei ole juuri käytetty. Lisähuokostus saa betoniin aikaan pysyvästi ilmatäytteisiä suojahuokosia vastaanottamaan jäätyvän veden aiheuttaman ylipaineen, jolloin betonista saadaan pakkasenkestävää.

Lisäksi betoniportaissa havaittavissa raudoitteiden korroosiota, joka johtuu liian pienestä betonin suojaetäisyydestä.

### Toimenpide-ehdotukset

- Betoniportaiden korjaustapaa valittaessa tulisi huomioida myös rakenteen kosteusrasitusta alentavia toimenpiteitä, joilla estetään tai ainakin hidastetaan vaurioiden uusiutuminen. Kosteusrasitustason alentamisella hidastetaan merkittävästi betonin rapautumista ja raudoitteiden korroosiota. Rasi-  
tustasoa voidaan alentaa muun muassa vedenpoistoja parantamalla, parvekelaatan yläpinnan vedeneristämällä ja kattamalla portaat.



Kuva 20. Betoniportaiden rapautumisesta ja raudoitteiden korroosiosta syntyneitä vauriota.

### 7.9.2 Luhtiparveke

Rakennuksessa on koko talon pituinen luhtiparveke, joka on alkuperäisessä kunnossa. Parvekelaatta on suojassa pystysuoralta sateelta. Parvekkeiden pielet ja betonikaiteet ovat alttiita viistosateelle ja paikoin betonikaiteessa on havaittavissa raudotteiden korroosiota, joka johtuu liian pienestä raudoitteen suojaetäisyydestä. Betoni on voimakas emäs, joka muodostaa korroosiosuojan teräkselle muodostamalla teräksen pinnalle ohuen oksidikalvon. Betoni pyrkii kuitenkin neutralisoitumaan (karbonatisoitumaan) ilmassa olevan hiilidioksidin vaikutuksesta. Näin betonin neutralisoituminen alkaa betonin pinnasta ja etenee syvemmälle. Kun raudotteiden ympäröivä betoni on neutralisoitunut, korroosiota estävä suojakerros poistuu ja ruostuminen voi alkaa. Ruostuva teräs laajenee ja syntyvät jännitykset hajottavat ympäröivän betonin.

Parvekelaatassa suurimmat vauriot on havaittavissa rappusten kohdalla, jossa kosteusrasitukset ovat suurimmat ja kosteus on luultavasti mennyt parvekelaatan läpi. Kosteusrasitusten johdosta laatan alapinnassa ja parvekelaatan pielessä on havaittavissa voimakasta rapautumista. Rapautuminen pitkälle edetessään heikentää koko parvekerakenteen kantavuutta.



Kuva 21. Parvekekaiteen raudotteiden korroosiovauriota.

### **Toimenpide-ehdotukset**

- Parvekelaatan kosteusrasitusta on pyrittävä pienentämään esimerkiksi parvekelaatan vedeneristyksellä tai luhtiparvekkeen lasituksella. Kosteusrasituksen pienentäminen yhdessä muiden parvekelaatan korjaustöiden yhteydessä estää tai ainakin hidastaa vaurioiden uudelleen syntymistä.
- Betonikaiteesta korjataan korroosio- ja rapautumisvauriot esimerkiksi laasti-paikkauksella ja pinnoituskorjauksella. Korjaustyössä on pyrittävä kartoittamaan myös odotettavissa olevat korroosiovauriokohdat esimerkiksi betoni-peitepaksuusmittauksella. Vaurioituneet pinnassa olevat teräkset, jotka eivät ole lujuuden tai kiinnityksen kannalta tarpeellisia on pyrittävä poistamaan.

### **7.9.3 Ulkoseinän tikkaat**

Ulkoseinän terästikkaat ovat rakenteeltaan hyväkuntoiset eikä suurempia korroosiovaurioita pintaruostetta lukuun ottamatta ole havaittavissa.

### **Toimenpide-ehdotukset**

- Tikkaat on puhdistettava ja huoltomaalattava katon korjaustöiden yhteydessä.

## **7.10 Yläpohjarakenteet (F4)**

### **7.10.1 Vesikate (F41.1)**

Rakennuksissa on konesaumattu peltikate, joka on alkuperäisessä kunnossa. Peltikattoa on puhdistettu epäsäännöllisesti. Katolla on runsaasti puista irronnutta kasvillisuutta ja katteessa kauttaaltaan pintaruostumista. Lisäksi katteella on runsaasti tunnistamatonta punaista jälkeä, joka on mahdollisesti jotain kasvillisuutta sekä yksittäisiä pieniä reikiä. Vesikatteen alla on tiheä aluslaudoitus. Vesikatteessa ei ole erillistä aluskatetta, jolloin katteen alapintaan voi tiivistyä kosteutta, joka tippuu yläpohjarakenteeseen. Muuten peltikaton yleiskunto on hyvä eikä suurempia vuotokohtia tarkastushetkellä ollut näkyvissä katolla tai

yläpohjassa. Vesikaton ja yläpohjan kunnan tutkiminen suoritettiin vesisateen jälkeen.



Kuva 22. Vesikatteella on runsaasti kosteutta sitovaa kasvillisuutta.



Kuva 23. Vesikatteella on ruostetta ja tunnistamatonta jälkeä.



Kuva 24. Vesikatteesta löytyi pieniä reikiä.

### Toimenpide-ehdotukset

- Vesikatolta on poistettava säännöllisesti kaikki ylimääräinen kasvillisuus ja havunneulaset. Nämä kasvillisuudet sitovat itseensä runsaasti kosteutta mikä edesauttaa katteen ruostumista ja vuotamista.
- Vesikatteesta on paikattava yksittäiset reiät.
- Vesikate on huollettava ja maalattava.
- Mikäli vesikate uusitaan, alle on asennettava aluskate. Aluskatteen limitykset, liittymät ja lävistyksien tiivistykset tehdään siten, että aluskate johtaa sitä pitkin valuvat vedet riittävän pitkälle ulkoseinälinjan ulkopuolelle. Aluskate sijoitetaan siten, että sen ja varsinaisen katteen väliin muodostuu riittävästi tuulettuva tuuletusväli. Konesaumatus peltikaton alapuolella käytetään aluskatetta tai kosteuden sitovaa yhtenäistä ruodelaudoitusta (Suomen rakentamismääräyskokoelma C2).

### 7.10.2 Rästääät (F42)

Rakennuksissa ei ole päätyseinillä räystäitä. Päätyseinät on pellitetty yläpohjan osalta. Päädytön räystäsrakenne altistaa päätyseinän sateelle. Sateella tiilimuuraus kastuu ja huokoinen tiili imee itseensä hyvin vettä. Vesi siirtyy tiilen sisäpintaan tuulettamattomaan eristetilaan. Nykyaikana Suomen rakentamismää-



räyskokoelma C2 antaa ohjeen siitä, että rakennuksessa räystäät on tehtävä riittävän ulkoneviksi seinärakenteiden suojaamiseksi. Rakennuksen pitkillä sivuilla räystäsrakenteet ja räystäspellit ovat hyväkuntoiset.



Kuva 25. Päätyseinän pellitys yläpohjan osalta.

#### **Toimenpide-ehdotukset**

- Mikäli vesikattoa tulevaisuudessa uusitaan ja rakennusten ulkonäköä halutaan muuttaa, on päätyihin seinän toimivuuden kannalta järkevää rakentaa päätyräystäät. Näin seinän kosteusrasitus pienenee.

#### **7.10.3 Yläpohjavarusteet (F43)**

Räystäskourut ovat kauttaaltaan roskan peitossa. Haastatteluissa saatujen tietojen mukaan räystäskourut ovat vuotaneet vuosien aikana. Tarkastushetkellä vuotokohtia ei havaittu. Katolle on asennettu lumiesteet jälkikäteen suojelemaan räystäskouruja. Lumiesteissä ei havaittu puutteita. Kattosillat ovat puurakenteiset ja ovat huonossa kunnossa. Käytössä hajotessaan ne aiheuttavat turvallisuusriskin.



Kuva 26. Räystäskourut vaativat puhdistusta.



Kuva 27. Vesi seisoo räystäskouruissa.





Kuva 28. Kattosillat ovat lahonneet.

### Toimenpide-ehdotukset

- Kattosillat on uusittava. Katolla sijaitseville savupiipuille, ilmanvaihtohormeille sekä muille säännöllistä käyntiä edellyttävillä rakennusosilla ja laitteilla on järjestettävä tarkoituksenmukainen, katkeamaton kulkutie, eli myös tikkaiden ja kattosillan välinen osuus on varustettava lapetikkailla. Katon kaikkien turvavarusteiden tulee kestää niille asetettu kuorma ja olla riittävän kestävä ilmaston rasitusta vastaan. Katon kulkutiet tehdään korroosiota vastaan suojatusta metallista. Enintään kaksikerroksisessa rakennuksessa kulkutiet voidaan kuitenkin rakentaa lahosuojatusta puutavarasta. (Suomen rakennusmääräyskokoelma F2.)

#### 7.10.4 Yläpohja (F41)

Rakennuksessa on loiva harjakatto. Yläpohja muodostuu betoniholvista, jonka päällä on lämmöneristekerros ja palopermanto. Palopermannon tehtävänä on erottaa varsinaiset asuinhuoneistot niiden päällä olevasta, kattoon kuuluvasta puisesta kattorakenteesta.

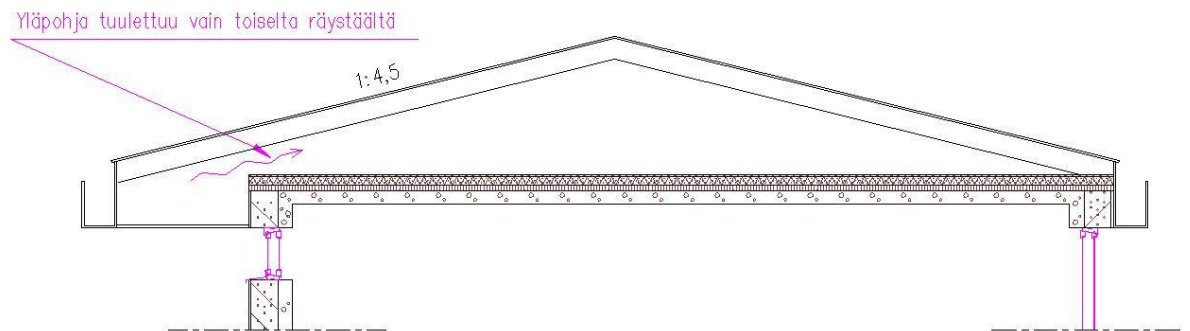
Yläpohjassa ei ole havaittavissa peltikatteen aiheuttamia suurempia vuotoja. Yläpohjassa on runsaasti sinne kuulumatonta jätettä, kuten puuta ja konesaumapeltiä. Jätteet voivat olla haitaksi yläpohjarakenteelle.



Kuva 29. Yläpohjassa on sinne kuulumatonta jätettä.

Talon rinteenuoleisella pitkällä sivuseinällä on katettu luhtikäytävä, joka on saman lappeen alla kuin varsinainen rakennuksen lämminosa. Tämän johdosta kateen harja ei ole rakennuksen lämpimän osan keskellä. Se taas aiheuttaa sen, että yläpohja pääsee tuulettumaan vain luhtikäytävän puolelta, koska toisella lappeella kattokannattajat menevät räystäällä kiinni yläpohjaan, eikä tuuletusrakoa räystäälle jää. Katteen alle pitäisi päästä virtaamaan ulkoilmaa koko lappeen matkalla. Myöskään rakennusten päädyissä tai harjalla ei ole yläpohjan tuulettumista mahdollistavia venttiilejä.

Huonosta tuuleuksesta syntyvät vauriot tulevat yleensä esille kevättalvella tai syksyllä. Tällöin sääolosuhteiden ja lämpötilan vaihtelut ovat runsaimmat, mikä mahdollistaa kosteuden tiivistymisen vesikatteen alapintaan. Tutkittavassa kohteessa vesikatteen aluslaudoitus on tummunut, joka on voinut aiheutua vesikatteen alapintaan tiivistyneestä kosteudesta. Käytetty puutavara on kuitenkin todennäköisesti uudelleen käytettyä muottilautaa, joten tummumisen ajankohtaa ja syytä ei voida sanoa.



Kuva 30. Yläpohja tuulettuu vain luhtikäytävän puolelta.



Kuva 31. Vesikatteen aluslaudoitus on tummunut.

## Toimenpide-ehdotukset

- Ylimääräinen jäte on poistettava yläpohjatiiloista. Rakennusmuovit, pellit ja puutavara voivat aiheuttaa vaurioita yläpohjarakenteelle. Tietyissä olosuhteissa rakennusmuovien ja peltien pintaan tiivistyy kosteutta.
- Yläpohjan ilmanvaihtoa on tehostettava. Mikäli mahdollista, niin myös toiselle lappeelle on avattava 20 mm tuuletusrako koko räystäään matkalle, sekä rakennuksen päätyihin vähintään 200x200 mm tuuletussäleiköt.

## 7.11 LVI-järjestelmät (G)

LVI-järjestelmien kuntoa arvioidaan vain silmämääräisesti ja teknisiä käyttöiä huomioiden. Materiaalien tekniset käyttöiät on saatu RT-kortista RT 18–10922. Rakennusten lämpöenergia saadaan aluelämpöverkostosta lämmönsiirtimien välityksellä. Lämmönsiirtimet sijaitsevat talo 20 sijaitsevassa lämmönjakohuoneessa, josta lämpö ja lämmin käyttövesi johdetaan putkikanaalien välityksellä muihin taloihin.

### 7.11.1 Lämmönsiirtimet (G11.2)

Lämmönsiirtimet ovat ILMASET-mallisia kierukkaputkisiirtimiä, jotka ovat energiakatselmusraportin mukaan asennettu vuonna 1990. Lämmönsiirtimien käyttöikä on yleensä noin 20 vuotta.

Lämmönsiirtimen tyyppikilven tiedot:	LS1	LS2
Valmistusvuosi:	1990	1990
Sarja No.:	822	822
Korkein sallittu sisällön lämpötila:	120 °C	120 °C
Alin sallittu sisällön lämpötila:	0 °C	0 °C
Teho:	130 kW	420 kW
Tilavuus	0,013	0,035

### **Toimenpide-ehdotukset**

- Lämmönsiirtimien käyttöikä noin 20 vuotta, eli ne ovat jo käyttöikänsä päässä. Laitteiden uusiminen on ajankohtaista viiden vuoden sisällä. Yleensä pumpput, säätölaitteet, mittarit ja paisuntalaitteet uusitaan yhdellä kertaa.

#### **7.11.2 Paisunta- ja varolaitteet (G12.1)**

Kalvopaisunta-astia on merkkiä Flexcon ja valmistaja on Flamco BV. Paisunta-astia on valmistettu vuonna 1989 ja otettu luultavasti käyttöön samaan aikaan lämmönsiirtimien kanssa vuonna 1990. Haastattelujen mukaan kalvopaisunta-astian paineita ei ole tarkastettu viime aikoina. Lämmitysverkoston painetasoa tulisi seurata säännöllisesti. Kun lämpötila on hyvin alhainen (noin -35 °C), verkoston paineen tulee olla lähellä varoventtiilin avautumispainetta. Kun lämpötila on korkea (noin +20 °C), verkoston paineen tulisi olla sama kuin paisuntasäiliön suunniteltu esipaine.

### **Toimenpide-ehdotukset**

- Kalvopaisunta-astian normaali käyttöikä on noin 20 vuotta. Paisunta-astia alkaa olla käyttöikänsä päässä. Paisunta-astian toiminta on tarkastettava, Paisunta-astian kalvon rikkoontuminen ja varoventtiilin kunto on tarkastettava vuosittain.

#### **7.11.3 Lämmönjakolaitteet (G13)**

Rakennuksissa lämmönjako tapahtuu 1-levyisillä teräslevypattereilla. Pattereissa on alkuperäiset käsisäätöiset patteriventtiilit, eikä niissä ole esisäätömahdollisuutta. Tarkastettujen huoneistojen pattereissa ei havaittu vaurioita.

### **Toimenpide-ehdotukset**

- Yleensä teräslevypatterit ovat pitkäikäisiä. Lämmityspatterien kestoikään vaikuttaa olennaisesti kosteudelle altistumisen määrä sekä lämmitysputkis-

tossa oleva vapaa happi- ja rautapitoisuus. Ilmaruuvit, venttiilit ja kannakkeet ovat lyhytikäisempiä ja vaativat seurantaa ja uusimista.

#### 7.11.4 Vesi- ja viemärijärjestelmät (G2)

Runkoputkistot ovat alkuperäisiä. Runkojohdot sijaitsevat alakerroksen lattiasa. Kv-runkoputkistot ovat sinkittyä terästä, kun taas lv- ja lvk-putkistot ovat kuparia. Putkistojen eristeet ovat tyydyttävässä kunnossa. Energiakatselmusraportin mukaan putkien aaltopahvieristeet sisältävät asbestia sekä putkien käyrissä käytetty eristysmassa sisältää asbestia. Myös viemärit ovat alkuperäisiä. Pohja- ja pystyviemärien materiaali on valurautaa. Rakennusten ulkopuoliset viemärit ovat betonia. Vesikatolle menevät tuuletusviemärit ovat valurautaa ja tuuletusviemärit ovat eristämättömät. Vesihanoista vettä laskettaessa veden väri on tumman ruskeaa, joka kertoo putkistojen ikääntymisestä.



Kuva 32. Vesihanoista tulee ruosteista vettä.



### Toimenpide-ehdotukset

- Kupariputkien käyttöikä vaihtelee ympäristöstä riippuen 30–50 vuoteen. Valurautaviemärien käyttöikä on noin 50 vuotta. Ulkopuolisten betoniviemäreiden suunniteltu käyttöikä on jo saavutettu. Kaikki putkistot alkavat olla käyttökänsä päässä. Tarkemmilla tutkimuksilla ja putkistojen kuvauksilla saadaan selville putkistojen todellinen kunto ja selvyys siitä miten putkistot voidaan korjata. Tarkempien tutkimusten pohjalta suoritettava vaadittavat korjaukset. Korjaustoissa on huomioitava asbestia sisältävät putkieristeet.
- Asbestia sisältävät eristeet merkittävä varoitusteipeillä tai tarroilla.
- Lämmönjakohuoneessa on vedenkulutusta tarkkailtava. 16.8.2012 lämmönjakohuoneessa tehdyllä tarkastuskäynnillä vesimittari pyöri jatkuvasti, vaikkei asuinossa ollut juuri asutusta.



Kuva 33. Vesimittarin lukema 16.8.2012.



Kuva 34. Näkymä putkikanaaliin.

### 7.11.5 Ilmastointijärjestelmät (G3)

Rakennuksissa on painovoimainen ilmanvaihto. Korvausilma saadaan rakennusvuotojen ja ikkunarakojen kautta. Poistoilmaventtiilit ovat lautasventtiilejä. Rakennuksen ilmavirtoja ei voida järjestelmästä johtuen säätää. Lähes kaikissa huoneistoissa ikkunoiden raot, poistoilmaventtiilit ja muut raot, joista huoneistojen ilma voisi vaihtua, on tukittu. Katolla ilmanvaihtohormit on peitetty itikkaverkolla.

Nykymääräysten mukaan asuinrakennuksissa ilmanvaihtokerroin tulisi olla 0,5 1/h huoneistossa, jonka vapaakorkeus on 2,5 m, eli huoneiston ilman tulisi vaihtua kerran kahdessa tunnissa. Nykymääräysten vaatimuksia on painovoimaisella ilmanvaihdolla hankala saavuttaa ympäri vuoden, sillä painovoimainen ilmanvaihto perustuu ulko- ja sisälämpötilan lämpötilaeroon ja tuulen vaikutukseen. Näin ilmanvaihto toimii parhaiten talvella, kun lämpötilaero on suuri. Kesällä tuuletusta olisi lisättävä ikkunoiden kautta. Teoreettisesti painovoimaisella ilmanvaihdolla ilma vaihtuu vaaditusti kerran kahdessa tunnissa noin 20 % vuodesta.





Kuva 35. Tukittu ilmanvaihtoventtiili.



Kuva 36. Katolla ilmanvaihtohormit on peitetty verkolla.

### **Toimenpide-ehdotukset**

- Kaikki ilmanvaihtoventtiilit on avattava.
- Ilmanvaihtoventtiilit ja kanavat on pidettävä puhtaina. Kanavat suositellaan nuohottavaksi 10 vuoden välein.
- Riittävän korvausilman saanti on tarkastettava huoneistoittain. Seuraavan ikkunaremontin yhteydessä on suunniteltava korvausilmaratkaisut. Korvausilma voidaan ottaa esimerkiksi tuloilmaikkunoilla, joissa tuloilma kiertää ikkunalasien välissä ottaen talteen ulos karkaavaa hukkalämpöä
- Ilmanvaihtoa voidaan tehostaa koneellisella poistolla tai katolle asennettavilla alipainetuulettimilla.

### **7.12 Täydentävät sisäosat ja tilojen pintarakenteet (F5/F6)**

Kaikki tarkastetut huoneistot ovat lähes toisiaan vastaavassa kunnossa. Huoneistoissa on suoritettu ainoastaan pintamateriaalien uusimista. Pesuhuoneissa on kiinteästi asennettu amme. WC-istuimia on joissakin huoneistoissa uusittu. Keittiön kalusteet ovat alkuperäiset.

Pesuhuoneissa ilmenee runsaasti kosteudesta johtuvia vaurioita. Pesuhuoneiden katossa on runsaasti tiivistyneen kosteuden jättämiä jälkiä. Pesuhuoneissa on käytetty runsaasti vettä eikä pesuhuoneita ole tuuletettu. Lisäksi poistoilma-venttiilit on tukittu, mikä on osasyylinen aiheutuneisiin vaurioihin. Lisäksi pesuhuoneiden seinissä varsinkin lattian rajassa näkyy kosteuden aiheuttamia vaurioita. Kyseiset kosteusvauriot voivat tulla pesuhuoneessa käytetystä vedestä tai nousta maaperästä. Lattiassa on laatoitus, jonka alla ei ole vedeneristyksiä. Lattiakaivot ovat valurautaa, joiden käyttöikä on saavutettu. Muualla huoneistossa lattiapintana on muovimatto. Huoneistojen seinäpintoja on maalattu ja tapetoitu. Seinäpinnat ovat huonokuntoiset kaikissa tutkituissa huoneistoissa.

### **Toimenpide-ehdotukset**

- Pesuhuoneiden vaurioihin suoritetaan tarkempia kuntotutkimuksia, jotka kertovat vaurioiden laajuuden.
- Huoneistot vaativat sisätiloiltaan pintojen ja kalusteiden uusimista.



Kuva 37. Keittiön yleisilme.



Kuva 38. Lähes kaikkien pesuhuoneiden katoissa on tiivistyneen kosteuden aiheuttamia vaurioita.

### 7.13 Sähköjärjestelmät (H)

Sähköjärjestelmät ovat alkuperäisiä ja jo vuosikymmeniä vanhoja. Vanhoihin sähköjärjestelmiin sisältyy aina riskejä. Vanhat johdot ovat voineet hapertua ja eivät välttämättä kestä mahdollisesta liikuttelusta tulevaa rasitusta. Pistorasiat ovat maadoittamattomia eikä vikavirtasuojasta ole. Pistorasioita on vähän, osa hajonneita ja eivät vastaa nykypäivän vaatimustasoa. Nykyisin jo keittiössä tarvittavien laitteiden tehot ovat niin suuret, että asunnoissa olevat 10 A valaisus- ja pistorasiaryhmät eivät ole riittävät. Nousujohdot ovat yksivaiheiset, jolloin pääsulakkeen koko on 25 A, joka rajoittaa tehonsaannin muutamaan kilowattiin.



Kuva 39. Hajonneita pistorasioita.

#### Toimenpide-ehdotukset

- Putkiremontteja tehdessä on syytä tehdä myös sähköjärjestelmien perusparrannukset. Viemäriputkien uusiminen vaatii rakenteiden avaamista jolloin sähkönousujen ja kaapelointien tekeminen on helpompaa. Samassa vaiheessa on syytä tehdä myös antenni- ja tietoverkkojen korjaustyöt. Näin säästytään rakenteiden uudelleen avaamiselta.

## 8 Kuntotutkimukset

Suoritimme rakennukseen tarkempia rakenteita avaavia tutkimuksia, joissa tarkastelimme rakenteiden kuntoa ja saimme selville rakenneratkaisut. Perustukset tutkittiin pistokoeluonteisesti, jotta saimme selville perustustyyppin. Samalla saimme selville salaojan kuntoa ja sokkelin vedeneristyksen. Rakennetutkimuksia varten otimme rakenteista lieriönäytteitä alapohjasta, välipohjasta, sokkelista ja parvekekaiteista. Näytteistä tutkittiin betonin puristuslujuuksia, karbonatisoitumista ja rapautumista. Lisäksi teimme talon eri rakenteisiin kosteusmittauksia porareikämenetelmällä.

### 8.1 Perustuksien ja salaojan kuntotutkimukset

Rakennuksen perustukset tutkittiin pistokoeluontoisesti, jonka tarkoituksena oli selvittää perustustyyppi, sokkelin vedeneristys ja salaojan sijainti.



Kuva 40. Kaivanto.



Kaivettaessa oli ensin 300 mm multakerros, jonka jälkeen oli vain hienoa hiekkaa. Kiviä ei kaivettaessa havaittu. Rakennuksella ei ole erillistä anturarakennetta, vaan perustuksena toimii levennetty sokkeli. Sokkelin ulkopinta on vesieristämätön.



Kuva 41. Maaperä on hienoa hiekkaa.

Savitiiliputkesta tehty salaoja löytyi 1100 mm syvyydestä. Savitiiliputket näyttivät hyväkuntoiselta. Salaojan sijainti syvällä ja käytetty maalaji ovat oletettavasti edesauttaneet salaojaputkien kunnossa pysymistä. Maalaji on hyvin vettä läpäisevää ja liettymätöntä. Rakennuksien perustaminen hiekkamaahan on varmasti vähentänyt perustusten kosteusrasitusta, mutta maassa oleva kosteus imeytyy silti vesieristämättömään sokkelirakenteeseen.



Kuva 42. Salaojana toimiva savitiiliputki.



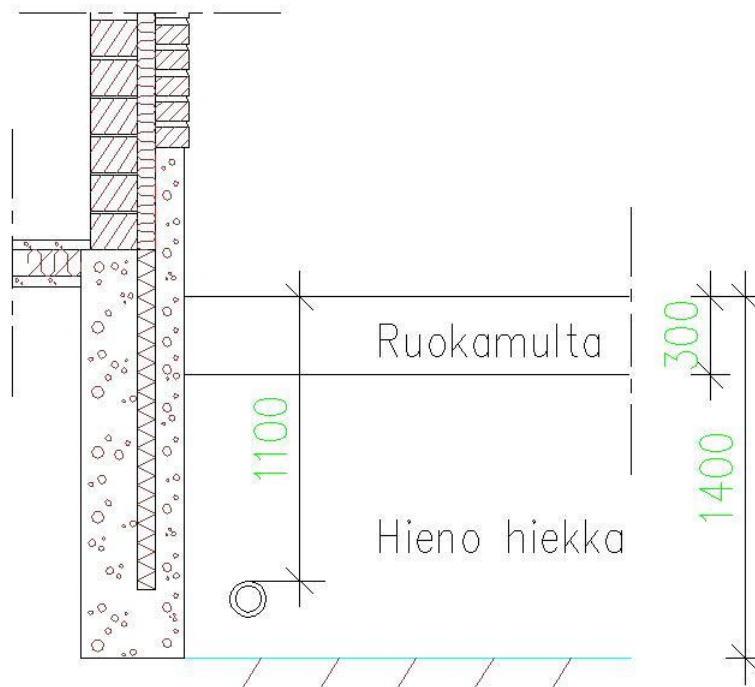
Kuva 43. Näkymä salaojaputkistoon.

Savitiiliputket asennettiin tyypillisesti vain puskuliitokseen ja saumat eristettiin tiivistenauhalla. Puskusaumasta veden on tarkoitus imeytyä putkeen, jonka kautta se johdetaan pois. Toimivuuden kannalta on ollut tärkeää, että vesi pääsee saumasta putkeen, mutta ettei veden mukana pääse lietettä tai muita hie-noja aineksia, jotka voisivat tukkia sauman ja täyttää putken. Usein putket eivät ole pysyneet puskuliitoksessa paikallaan ja putkistossa on suuriakin porrastuk-sia, jolloin salaojitus ei enää toimi.



Kuva 44. Savitiiliputki takaisin paikalleen asennettuna.

Perustusten alapinta on 1400 mm syvyydessä eli salaojitus on perustusten alapintaa ylempänä. Näin maaperästä mahdollisesti nouseva kosteus kastelee ensin perustusten alapinnan ennen kuin kosteus on noussut salaojan tasolle.



Kuva 45. Periaatepiirros perustuksista.

## 8.2 Betonin puristuslujuudet

Betonin puristuslujuus on betonin tärkein ominaisuus. Betonilla on hyvä puristuslujuus. Sen sijaan vetolujuus on vain kymmenesosa puristuslujuudesta. Puristuslujuus on myös siitä hyvä betonin ominaisuuksien tulkitsija, että useat betonin ominaisuudet ovat verrannollisia betonin puristuslujuuteen.

Porasimme lieriönäytteitä alapohjasta, välipohjasta, sokkelista ja luhtikäytävän betonikaiteesta rakennetutkimusten yhteydessä. Teimme näytteille puristuslujuuden määrittämisen. Alapohjasta emme yrityksistä huolimatta saaneet tarpeeksi hyvää näytettä. Alapohjan pintalaatan paksuus oli vain 30–40 millimetriä ja alapuoliset kerrokset murenivat poratessa. Myös iskuporakoneella poratessa Tojalevyn alapuoliset kerrokset tuntuivat erittäin pehmeiltä. Tämä kertoo, että Tojalevyn alapuolinen mahdollinen betonilaatta on huonossa kunnossa. Välipohjas-



ta, porraskaiteesta ja sokkelirakenteesta saimme seuraavanlaisia puristuslujuuksia:

Koekappaleen tunnus	Rakennetyyppi	Pinta-ala [mm <sup>2</sup> ]	Halkaisija [mm]	Murtokuorma [kN]	Puristuslujuus [Mpa]
P1	Sokkeli	2039	51	95,7	46,9
P4	Välipohja	2031	51	54,9	27
P6	Porraskaide	2035	51	88,1	43,3

Taulukko 1. Puristuslujuudet.

Huom. Lujuustuloksia ei ole muutettu millään kertoimilla.

Sokkelin ja porraskaiteen puristuslujuudet ovat hyvällä tasolla. Välipohjan puristuslujuus on rakenteelle alhainen. Koekappale otettiin olohuoneen kantavasta laatasta. Huomioitavaa on, että yksi mittaustulos on vain suuntaa antava arvo rakenteen lujuudesta. Luotettavan tuloksen saamiseksi yhdestä rakenteesta tulisi ottaa useita näytteitä eripuolilta rakennusta.

### 8.3 Vetolujuus ja betonin karbonatisoituminen

Rakennuksen ulkopuolelta otetuista rakennenäytteistä tutkittiin pintabetonin karbonatisoitumista ja rapautumista vetokokeella. Poraukset suoritettiin 6.8.2012. Tavoitteena oli selvittää kuntoa sen ollessa noin 49 vuoden ikäinen. Poranäytteet ovat halkaisijaltaan Ø 51 mm. Vetokoe suoritettiin standardin SFS 5446 mukaisesti.

#### 8.3.1 Näytteille suoritettut tutkimukset

Raudoitteet: Näytteessä olevien raudoitteiden halkaisija on mitattu näytteen vaippapinnalla olevasta leikkauspinnasta. Vastaava peitepaksuus ulkopintaan tai sisäpintaan on

mitattu raudoitteen leikkauspinnan reunasta lyhin etäisyys kyseiseen pintaan.

**Maksimi raekoko:** Raekoko on arvioitu tarkastelemalla silmämääräisesti poralierion vaippapinnalla näkyvien runkoainesrakeiden leikkauspintoja.

**Tiivistys:** Betonimassan tiivistystä on arvioitu silmämääräisellä tarkastelulla poralierion vaippapinnalta arvioimalla tiivistyshuokosten kokoa ja määrää asteikolla 1–5. 1 = huonosti tiivistetty betoni ja 5 = hyvin tiivistetty betonimassa.

**Karbonatisoituminen:** Betonin karbonatisoitumiseksi sanotaan betonin neutraloitumisreaktiota, jonka seurauksena betonin alkaalisuus laskee. Betonissa olevien raudoitteiden korroosiosuoja perustuu juuri tähän betonin korkeaan alkaalisuuteen. Kyseisten reaktioiden aiheutuminen johtuu ilman sisältämän hiilidioksidin tunkeutumisesta betoniin. Neutraloituminen alkaa rakenteen pinnalta ja etenee tasaisena rintamana jatkuvasti hidastuvalla nopeudella syvemmälle rakenteeseen. KarbonatisoitumISRintaman edettyä betonissa raudoitteiden syvyydelle, raudoitteita ympäröivä betoni neutraloituu ja raudoitteiden korroosio voi alkaa.

Korroosion vaikutuksesta teräksen tartunta ja vetokestävyys betoniin heikkenee. Lisäksi korroosiotuotteiden eli ruosteen synnyttämä paine saa aikaan raudoitteen ympärillä olevan betonipeitteen halkeamisen.

Betonin karbonatisoitumissyvyydet määritetään fenoliftaleiiniliuoksella eli pH-indikaattorilla betonilieriöiden ulkovaipalta. Betonin karbonatisoitumisnopeutta kuva-

taan karbonatisoitumiskertoimella, jonka tavanomainen arvo on julkisivuissa 1,5–3,5. Tätä korkeammilla arvoilla karbonatisoituminen on tavanomaista nopeampaa.

**Betonin vetolujuus:**

Vetolujuus määritetään standardin SFS 5445 mukaisesti. Vetolujuus kertoo betonin rapautumisesta. Rapautumisen seurauksena betoniin syntyy halkeamia, jotka alentavat betonin vetolujuutta. Halkeilleen betonin paikallinen vetolujuus halkeaman yli on lähellä nollaa. Tämän perusteella betonin rapautumistilannetta ja korjattavuutta voidaan arvioida betonin vetolujuuden perusteella oheisen taulukon mukaisesti.

Vetolujuus	Todennäköinen rapautumistilanne
Luokkaa 0 Mpa	Näytteessä pitkälle edennyttä rapautumaa
Luokkaa 0,5 Mpa	Näytteessä jonkin verran rapautumaa
Luokkaa 1,0 Mpa	Näytteessä voi olla alkavaa rapautumaa
Luokkaa $\geq 1,5$ Mpa	Näytteessä ei merkittävää rapautumaa

Taulukko 2. Vetolujuuksien tulkintataulukko.

### 8.3.2 Tutkimustaulukko

Pohjois-Karjalan Ammattikorkeakoulu  
Rakennuslaboratorio

Kohde: Paiholan luhtitalot

Kohteen ikä [a]: 49

Koekappaleen tiedot				Silmämääräiset havainnot		Raudoitteet	
Koekappaleen tunnus	Näytteen sijainti rakennuksessa	Näytteen pituus [mm]	tiheys kg/m <sup>3</sup>	Raekoko max. [mm]	Tiivistys [1...5]	Halkaisija [mm]	peitepaksuus ulkopintaan [mm]
P1	Sokkeli	170	2450	16	2		
P5	Kaide (luhtikäytävä)	80	2354	8	2	10	25
P6	Porraskaide	100	2340	8	2		

Koekappaleen tunnus	Karbonatisoituminen			Vetolujuus		
	keskim. [mm]	maks. [mm]	karb. Kerr [mm/a]	Murtovoima [kN]	Murtuman sijainti	Vetolujuus [Mpa]
P1				1,84	Pinnasta 30 - 50 mm, iso kivi	0,9
P5	25	36	3,6	3,01	Pinnasta 25 - 40 mm, reunassa teräs	1,5
P6				4,19	Pinnasta 60 - 65 mm	2,1

Taulukko 3. Tutkimustulokset.

### 8.3.3 Tulokset ja yhteenveto

Sokkelin näytteessä on vetolujuustestien perusteella alkavaa rapautumaa. Kaiteiden näytteet edustavat tasoa, jossa ei ole merkittävää rapautumaa. Sokkelinäytteessä noin 10 mm pinnoitekerros on luultavasti suojannut rakennetta karbonatisoitumiselta, kun taas porraskaide on ollut niin alttiina sateelle, että karbonatisoitumista ei juuri ollut havaittavissa. Sadevesi hidastaa voimakkaasti karbonatisoitumista. Luhtikäytävän kaiteessa karbonatisoitumisvauhti on  $3,6 \text{ mm}/\sqrt{a}$ , joka edustaa tavanomaista nopeampaa karbonatisoitumista.

Näytteissä vetokokeiden murtopinta oli 25–65 mm välillä ulkopinnasta. Ainoastaan näytteessä P5 oli havaittavissa raudoitteita. Betonipeitepaksuus ulkopintaan oli 25 mm ja raudoitteessa oli havaittavissa alkavaa ruostumista. Vaikka otetuissa näytteissä ei raudoitteita juuri ollut, on luhtikäytävän kaiteessa yleisesti havaittavissa raudoitteiden korroosiota, joka on johtunut liian pienistä betonipeitepaksuuksista.

Porraskaiteen ja parvekelaatan alapinnan rapautumista arvioitiin myös vasaromalla laatan alapintaa. Vasaroidessa laatasta ja portaitten alapinnasta tippui betonikappaleita ja betoni tuntui laajoilta osin irtonaiselta. Tämä irtoileva ja irtomainen betoni kertoo voimakkaasta rapautumisesta. On muistettava, että saadut tulokset edustavat vain yksittäisten näytteiden tuloksia. Mikäli kaikkien rakennusten parvekelaatoista ja kaiteiden kunnosta halutaan saada luotettavia tuloksia, on näytteitä otettava riittävästi jokaisesta rakennuksesta.

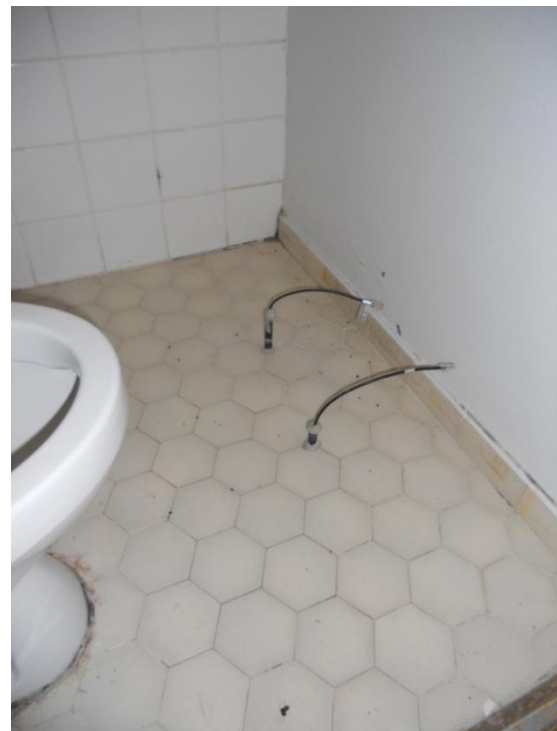
## 8.4 Kosteusmittaukset

Suoritimme rakennukseen kosteusmittauksia 24.8.2012–27.8.2012. Kosteudenmittausmenetelmänä käytettiin suhteellisen kosteuden mittausta rakenteesta. Menetelmällä saadaan selville rakennusmateriaalin huokosissa olevan ilman kosteus. Tämä kosteus voi rakenteen käyttöolosuhteissa voi liikkua ja aiheuttaa haittaa. Suhteellista kosteutta mitattiin yhteensä 16 eri mittauspisteestä. Mittalaitteena käytettiin Vaisalan HMI 44- kosteusmittaria sekä HMP 44- ja HMP 42-

mittapäitä. Mittalaitteet ja mittapäät on kalibroitu Vaisala HK15-kalibrointialustaa käyttäen. Mittapään tarkkuus on + 20 °C:ssa  $\pm 2$  RH % (alueella 0...90 RH %). Mittaukset suoritettiin kahdessa eri vaiheessa. Tutkimusreiät porattiin, putkitetiin ja tiivistettiin 24.8.2012. Tulpattujen porausreikien annettiin tasaantua kolme vuorokautta. Varsinaiset mittaukset suoritettiin 27.8.2012.



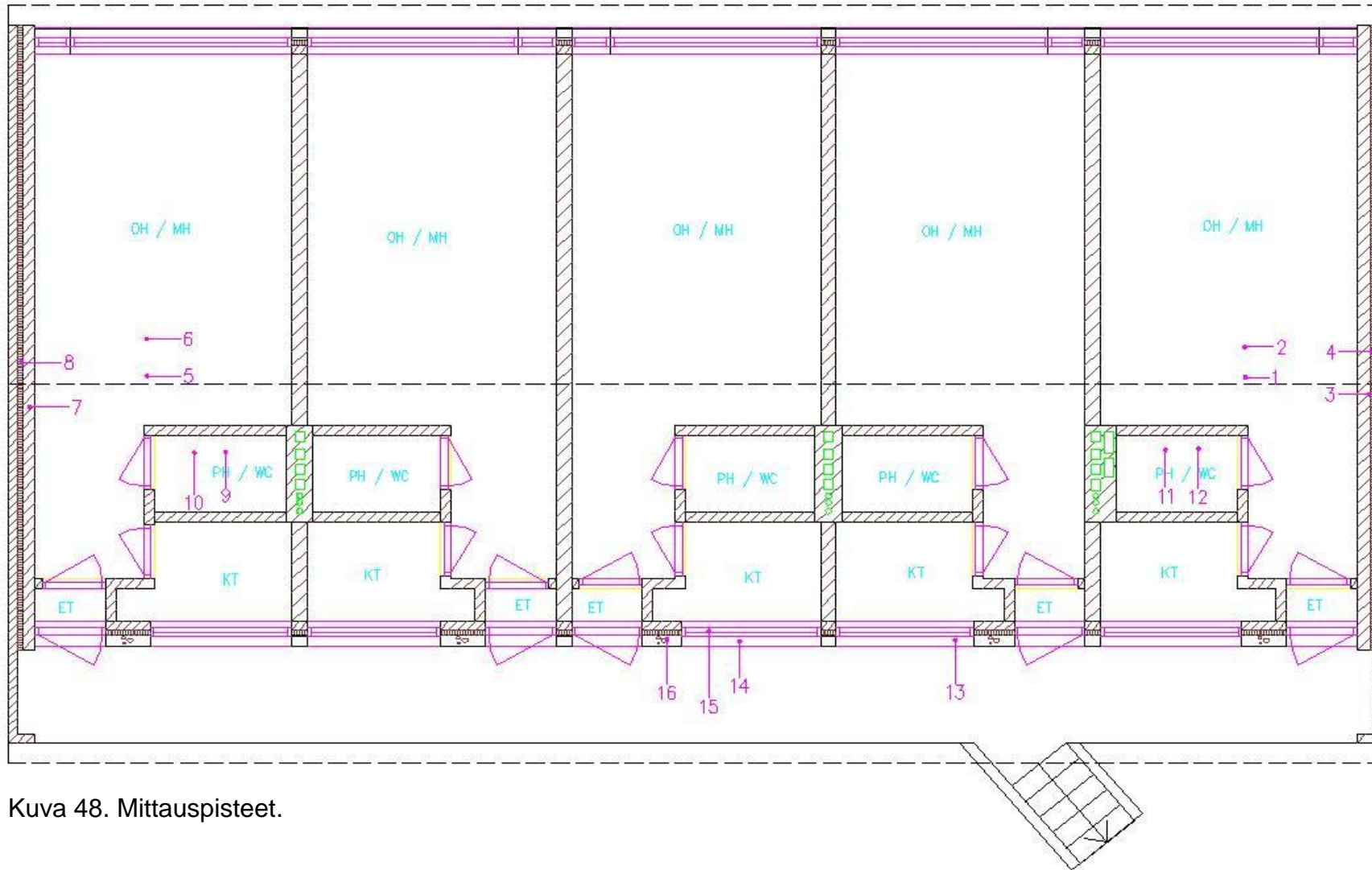
Kuva 46. Alapohjan kosteusmittaus järjestelyjä.



Kuva 47. Pesuhuoneiden kosteuksia mitattiin kahdesta huoneistosta eri puolelta taloa.

## 8.4.1 Mittauspisteet

Huom. Mittauspisteet 9 – 12 sijaitsevat toisen kerroksen pesuhuoneissa.



Kuva 48. Mittauspisteet.

### 8.4.2 Alapohja

Alapohjan mittaukset suoritettiin kahdesta eri huoneistosta. Mittaukset suoritettiin pintabetonista 30 mm syvyydestä ja eristekerroksesta 110 mm syvyydestä.

Piste n:o	syvyys [mm]	Lämpötila °C	Suht. Kost. RH %	Vesih. Pit. g/m <sup>3</sup>	Vesihöyryn osapaine Pa	Kastepiste-lämpötila °C
1	30	18,3	53,2	8,32	1119,5	8
2	110	18,2	56,6	8,80	1183,6	9
5	30	18,5	45,6	7,22	971,6	6
6	110	18,8	47,2	7,61	1024,6	6
Sisäilma		18,5	56,1	8,88	1195,3	9,0
Ulkoilma		15,5	65,2	8,64	1150,5	8,5

Taulukko 4. Alapohjan kosteusmittaukset.

Alapohjassa betonilaatassa ja eristekerroksessa suhteellisen kosteuden lukemat ovat tavanomaiset. Normaalisti kosteus pyrkii siirtymään kohti pienempää pitoisuutta. Vallitsevissa olosuhteissa kosteuden siirtymistä ei juuri tapahdu. Myöskään hyvin vettä läpäisevä maaperä ei ole aiheuttanut merkittävää kosteusrasitusta alapohjalle.

### 8.4.3 Ulkoseinät

Ulkoseinän suhteellisen kosteuden mittauksia tehtiin molemmista päätyseinistä ja pohjoisen puoleisesta ulkoseinästä. Päätyseinien mittaukset tehtiin eristetilasta siten, että toinen mittauspisteistä oli lattiapinnan tasossa ja toinen noin 250 mm lattiapinnan alapuolella. Sivuseinän mittaukset tehtiin sokkelirakenteen teräsbetonista ja eristetilasta.



Piste n:o	Sijainti
3	Eristetila 250 mm maanpinnan yläpuolella
4	Eristetila noin 150 mm maanpinnan yläpuolella
7	Eristetila 250 mm maanpinnan yläpuolella
8	Eristetila noin 150 mm maanpinnan yläpuolella
13	Eristetila 50 mm maanpinnan yläpuolella
14	Eristetila 50 mm maanpinnan alapuolella
15	Eristetila 50 mm maanpinnan yläpuolella
16	Teräsbetoni 50 mm maanpinnan alapuolella

Taulukko 5. Ulkoseinän mittauspisteiden sijainti.

Piste n:o	Lämpötila °C	Suht. Kost. RH %	Vesih. Pit g/m <sup>3</sup>	Vesihöyryn osapaine Pa	Kastepistelämpötila °C
3	16,9	62,4	8,99	1203,0	9
4	17,2	62,2	9,12	1221,9	9,5
7	17,6	59,5	8,93	1198,5	9
8	17,3	61,5	9,07	1215,8	9
13	14,3	83,3	10,27	1361,6	11
14	14,9	86,5	11,05	1469,2	12,5
15	14,2	71,2	8,72	1156,3	8,5
16	15,1	86,5	11,19	1488,0	13,5
Sisäilma	18,5	56,1	8,88	1195,3	9,5
Ulkoilma	15,5	65,2	8,64	1150,5	8,5

Taulukko 6. Ulkoseinien suhteelliset kosteudet.

Päätyseinien eristetilassa suhteellisen kosteuden lukemat ovat hyvin tavanomaiset ja vastaavat ulkoilman arvoja. Pohjoisen puoleisessa ulkoseinässä suhteellisen kosteuden lukemat ovat hieman koholla. Eristetilassa kosteuslukemat ovat pienempiä kuin ulkopuolisessa betonirakenteessa. Ulkoseinä joutuu alttiiksi kovalle kosteusrasitukselle, koska rinteeltä tulevat pintavedet pyrkivät valumaan kyseiselle seinälle. Päätyseinien mittauksissa lämpötilat ovat lähellä sisäilman lämpötilaa. Sivuseinän matalat lämpötilat johtuvat ulkoilman vaikutuksesta ja mittauspisteiden sijainnista maanpinnan läheisyydessä. Seinärakenteissa kosteusvirta on ulospäin kohti pienintä vesihöyryn pitoisuutta.

#### 8.4.4 Pesuhuoneet

Pesuhuoneiden mittaukset suoritettiin kahdesta eri huoneistosta toisesta kerroksesta. Mittaukset suoritettiin pintabetonista 30 mm syvyydestä ja noin 80 mm syvyydestä bitumikerroksen alta.

Piste n:o	syvyys [mm]	Lämpötila °C	Suht. Kost. RH %	Vesih. Pit g/m <sup>3</sup>	Vesihöyryn osapaine Pa	Kastepistelämpötila °C
9	30	18,1	100	15,47	2078,2	18,1
10	60	16,6	100	14,15	1891,8	16,6
11	30	18,1	97,2	15,03	2020,1	17,5
12	80	18,2	86,2	13,41	1802,6	15,5
Sisäilma		18,5	56,1	8,88	1195,3	9,5

Taulukko 7. Pesuhuoneiden suhteelliset kosteudet.

Pesuhuoneissa tehtyjen mittausten perusteella pesuhuoneissa on selvästi kohonnutta kosteutta. Toisessa pesuhuoneessa suhteelliset kosteudet mitattiin kaksilla eri mittapäillä ja kaikki mittapääat antoivat suhteellisen kosteuden arvoksi 100 % eli pintabetonissa on runsaasti kosteutta ja myös bitumisivelyn alapuolinen eristekerroksessa ja kantavassa holvissa on kohonnutta kosteutta. Toisessa pesuhuoneessa pintabetonissa oli selvästi kohonnutta kosteutta mutta kantavassa holvissa ei ollut näin suuria arvoja.

Pesuhuoneiden välipohjaan kohdistuu voimakasta kosteusrasitusta. Pesuhuoneen laatoituksen alla ei ole vedeneristystä, jolloin pintabetoni kastuu mutta kosteus on mennyt myös bitumisivelyn läpi. Lisäksi kosteutta tulee välipohjaan myös alapuolisista pesuhuoneista, joissa huonon tuuletuksen ja runsaan veden käytön seurauksena kosteus tiivistyy pesuhuoneen kattoon ja imeytyy betonirakenteeseen. Lisäksi pesuhuoneissa on yleisesti huomattavissa, että betonissa oleva runsas kosteus on lähtenyt nousemaan myös väliseiniin rikkoen seinäpinnoitetta.



Kuva 49. Kosteusrasitusta pesuhuoneiden seinissä.

## 9 Yhteenveto korjaustarpeista

Seuraavassa on listattu yhteenveto rakennuksen korjaustarpeista, korjausten kiireellisyydestä ja huoltovälistä. Taulukossa on käytetty kuntoluokitusta, joka on tutkimusten tekijän omakohtainen käsitys rakenteen yleisestä kunnosta. Kuntoluokka kertoo korjaustarpeen kiireellisyydestä. Luokituksen avulla eri rakennusosia voidaan verrata toisiinsa.

Luokka	Kuvaus
5	Uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden aikana
4	Hyvä, kevyt huoltokorjaus 6-10 vuoden kuluessa
3	Tyydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1-5 vuoden kuluessa, tai peruskorjaus 6-10 vuoden kuluessa.
2	Välttävä, peruskorjaus 1-5 vuoden kuluessa, tai uusiminen 6-10 vuoden kuluessa
1	Heikko, uusitaan 1-5 vuoden kuluessa

Taulukko 8. Kuntoluokitus.

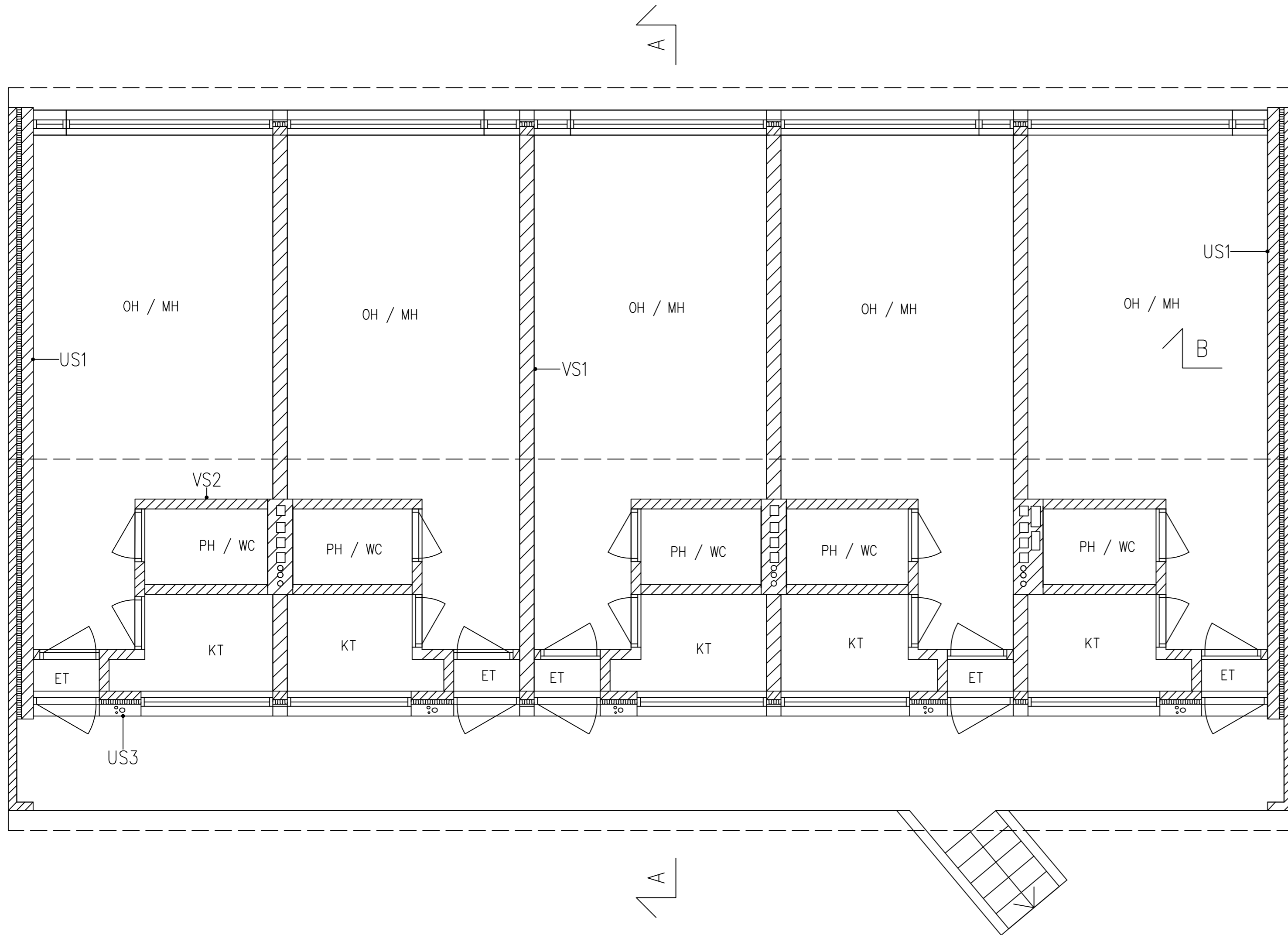
## 9.1 Korjaustarpeet

Rakenne	Kuntoluokka	Toimenpide	Huoltoväli / Kunnossapitajakso [vuotta]
<b>Aluerakenteet</b>			
Piha-alueet ja teiden pinnoitteet	2	Teiden pinnoitteita on korjattava. Tien muotoilulla ja sadevesijärjestelmällä voidaan vähentää rakennuksien kosteusrasitusta.	Aina tarvittaessa
Rakennusten vierustat	2	Ylimääräisen kasvillisuuden poisto, Ympäröivien maiden muotoilu rakennuksista pois päin viettäviksi	Aina tarvittaessa
Salaojajärjestelmä	2	Kunnon tutkiminen ja mahdollinen korvaaminen nykyaikaisella järjestelmällä.	5 vuotta, salaojaputkien painehuuhtelu,
<b>Perustukset, Sokkelit ja ulkoseinät</b>			
Sokkelit	3	Korroosiovaurioiden korjaus, pinnoitteen uusiminen, halkeamien paikkaus, sokkeleiden vedeneristys.	10 - 20
Ulkoseinät	3	Päätyseinien tuuletus.	10 - 15
<b>Ikkunat ja ovet</b>			
Ulko-ovet:	2	Ulko-ovien uusiminen ikkunaremontin yhteydessä.	Riippuu säärasituksesta ja ovien käytöstä
Ikkunat	1	Ikkunoiden uusiminen tai lämmöneristävyyden parantaminen sisäpuitteen uusimisella.	Puuikkunan normaali huoltoväli: 5 - 15 ulkomaalaus 8 - 15 sisämaalaus 3 - 12 tiivistäminen
<b>Sisäpuoliset rakenteet</b>			
Pesuhuoneet	1	Pesuhuoneiden rakenteiden kuivaus ja uusiminen ja uudelleen rakentaminen nykyaikaisia määräyksiä noudattaen.	Tarvittaessa
Kalusteet ja sisäpinnat	2	Kalusteet ja sisäpinnat vaativat uusimista	Tarvittaessa

Rakenne	Kuntoluokka	Toimenpide	Huoltoväli / Kunnossapitajakso [vuotta]
<b>Julkisivun täydennysosat</b>			
Ulkoseinän tikkaat	4	Huoltomaalaus kattotöiden yhteydessä.	Tarkastusväli 5 vuotta
Luhtiparveke	1	Kaiteiden korroosiovaurioiden korjaus, Parvekelaatan rapautumien korjaus	10-15 Huoltomaalaus ja saumauksien uusiminen
Betoniportaat	1	Vaurioiden korjaus. Korjaustyössä on huomioitava kosteusrasituksen pienentäminen.	Tarvittaessa
<b>Yläpohjarakenteet</b>			
Vesikate	3	Katon puhdistus, pienien reikien paikkaus, kattosiltojen uusiminen, vesikaton maalaus.	Kunnontarkastus, puhdistus ja huolto joka vuosi
Räystäät ja sadevedenpoisto	1	Sadevesikourut pidettävä puhtaana, vauriot korjattava, sadevesi järjestelmä korjattava tai uusittava siten, että sadevedet johdetaan riittävän kauas rakennuksista.	Kunnontarkastus, puhdistus ja huolto joka vuosi
Yläpohja	2	Tuuletuksen parantaminen, Ylimääräisen tavaran poisto yläpohjasta, lisäeristys.	Kunnontarkastus joka vuosi
<b>LVI-järjestelmät</b>			
Lämmönsiirtimet	2	Alkavat olla käyttökänsä päässä. Uusiminen ajankohtaista lähivuosina	Kunnontarkastus tarvittava huolto vuosittain
Ilmanvaihto	1	Ilmanvaihtoventtiilit avattava ja kanavat puhdistettava. Ilmanvaihtoa tehostettava alipainetuulettimella tai huippuimurilla.	Venttiilit on puhdistettava joka vuosi. Kanavien nuohous on suositeltavaa 10 vuoden välein.
Vesi- ja viemärijärjestelmät	1	Kaikki putkistot ja viemärit alkavat olla käyttökänsä päässä tai käyttöikä on jo saavutettu. Kunnontutkiminen ja korjaustavan valinta.	12 kk silmämääräinen tarkastus: tiiviys, liitokset, kosteus, vedenkulutuksen muutokset ja kannakointi.
<b>Sähköjärjestelmät</b>			
Sähköjärjestelmät	2	Sähköjärjestelmä vanhanaikainen. Sähköremontti on järkevä tehdä putkiremontin yhteydessä.	

Taulukko 9. Korjaustarpeet.

Taulukossa käytetyt huoltovälit ja rakenteiden käyttöiät on otettu RT-kortista RT 18–10922.



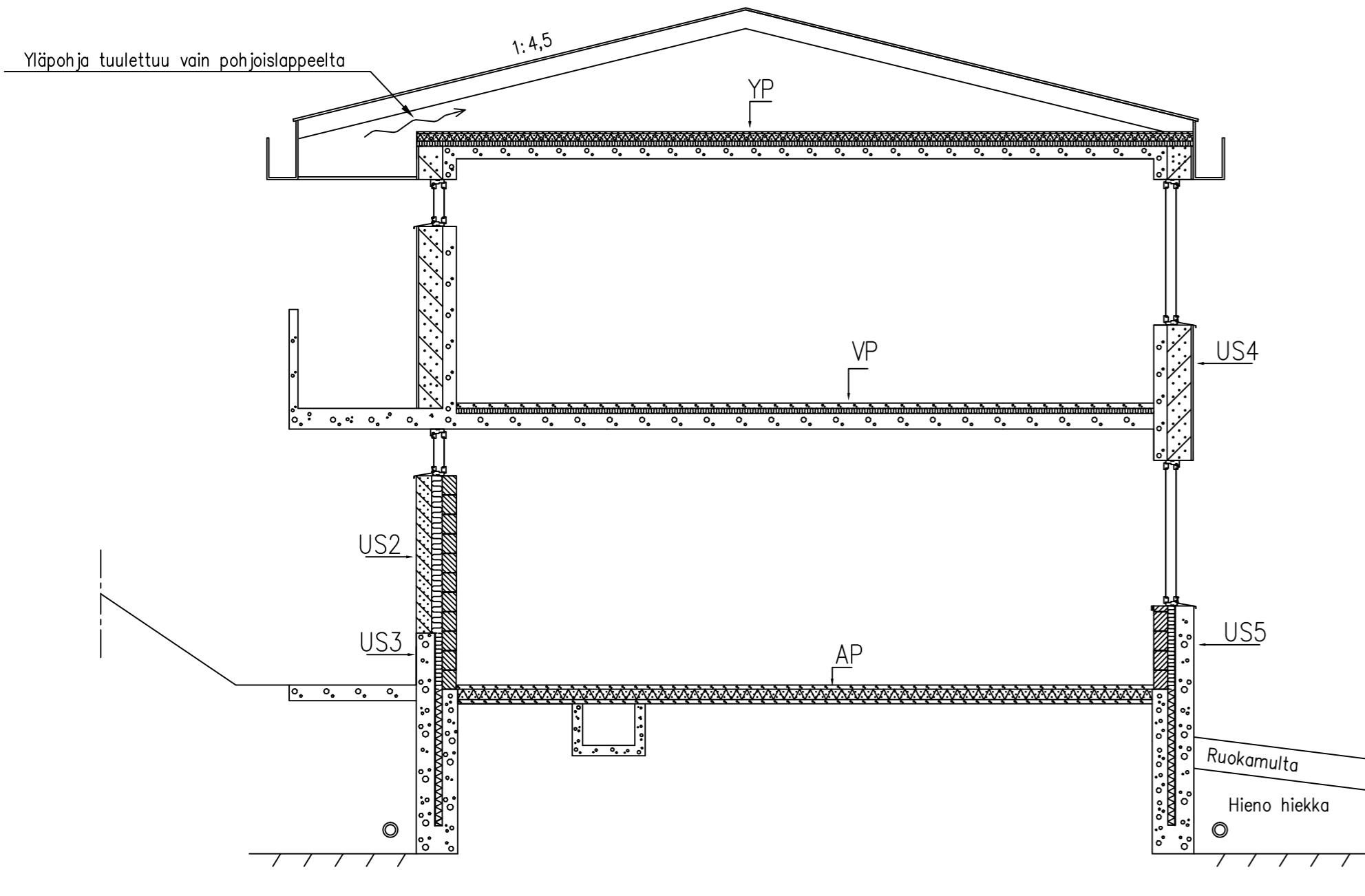
Pohjapiirustus piirretty vanhojen pohjapiirrosten pohjalle. Rakennuksen ja huoneiden mittoja ei ole tarkemittattu.

Rakenneleikkaukset PIIR.Nro 2  
Rakennetyypit PIIR.Nro 3 - 12

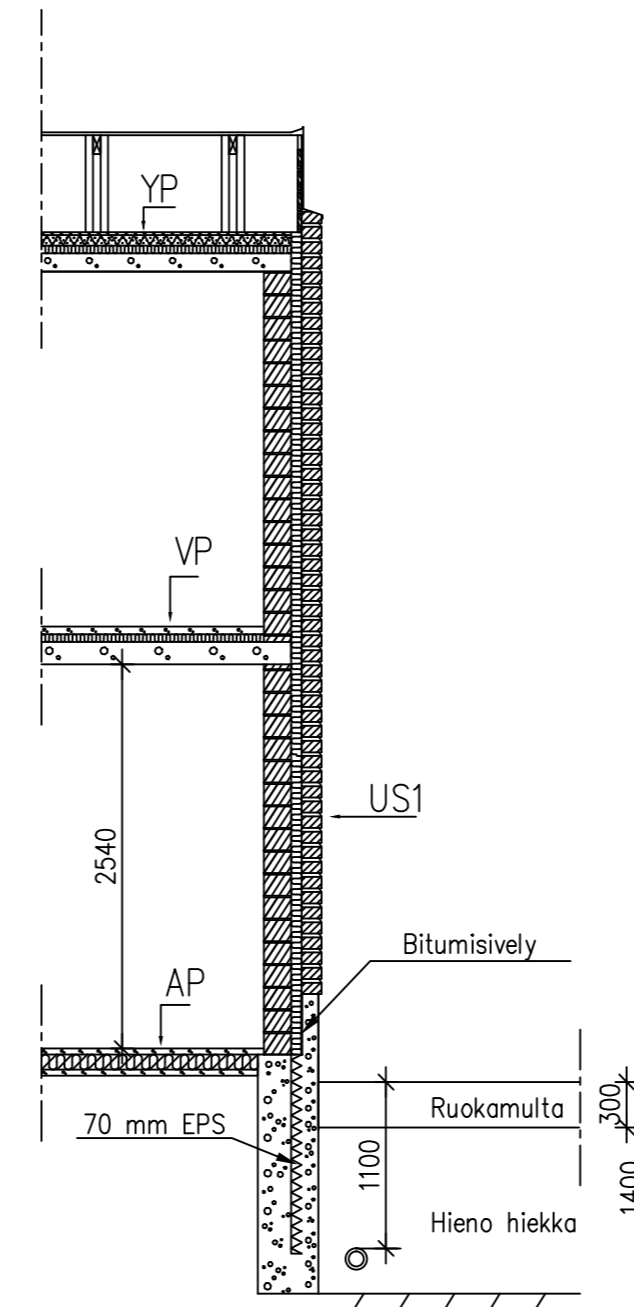
K.O.SA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
Paihola			RAKENNUSLAJI	JUOKS.No
RAKENNUSOIKEUS			RAKENNEPIIRUSTUS	1
KUNTOTUTKIMUS			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE	Paiholan sairaala-alueen Kaaritalot		POHJAPIIRUSTUS	1:50
Rakennus F			1. kerros	
Rak Nro. 22			SUUN.ALA	TYÖ No
			RAK	1
			PIIR.No	MUUTOS
PÄIVÄYS	YHT.HENK.			
22.8.2012	Tuomas Nuutinen			

Rakenteiden liittymäkohdat suuntaa antavia. Leikkaukset piirretty vanhan leikkauspiirroksen pohjalta.  
Rakennuksen mittoja ei tarkemmitattu.

Leikkaus A-A



Leikkaus B-B

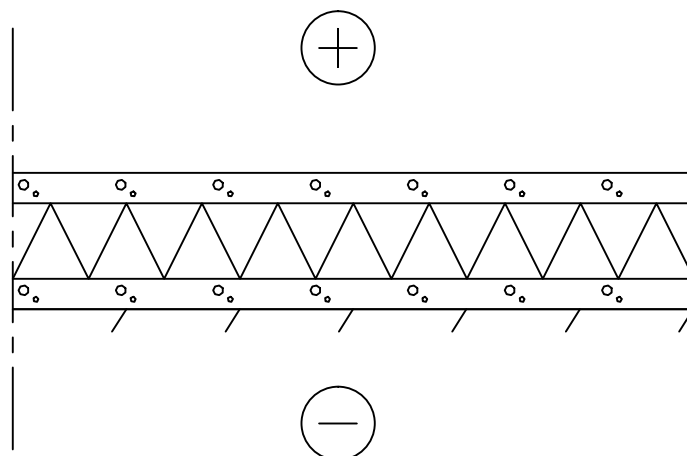


Liittyy piirustukseen Nro. 1  
Rakennetyypit PIIR.Nro 3 - 12

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
Paihola			PIIRUSTUSLAI	JUOKS.No
RAKENNUSOIMENPIDE			RAKENNEPIIRUSTUS	2
KUNTOTUTKIMUS			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			Pääleikkaus A-A	1:50
Paiholan sairaala-alueen Kaaritalot			Päätyseinän leikkaus B-B	
Rakennus F				
Rak Nro. 22				
	SUUN.ALA	TYÖ No	PIIR.No	MUUTOS
	RAK		2	
	PÄIVÄYS	YHT.HENK.		
	22.8.2012	Tuomas Nuutinen		

PIIR.No 3	Paiholan sairaala-alue	AP
	Luhtitalot P22 F-talo	
	ALAPOHJA	

### ALAPOHJA



### MUOVIMATTO

- 40 mm BETONILAATTA  
100 mm TOJA-LEVY

### BETONILAATTA

TOJA-levyn alla havaittiin mahdollinen betonilaatta. betonilaatta oli poratessa niin huonossa kunnossa, että ei juuri aiheuttanut vastusta ja rakenteen paksuutta ei pystytty varmistamaan.

### PERUSMAA

### RAKENTEEEN U-arvo

$$U = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### Nykyisten määräysten U-arvovaatimus

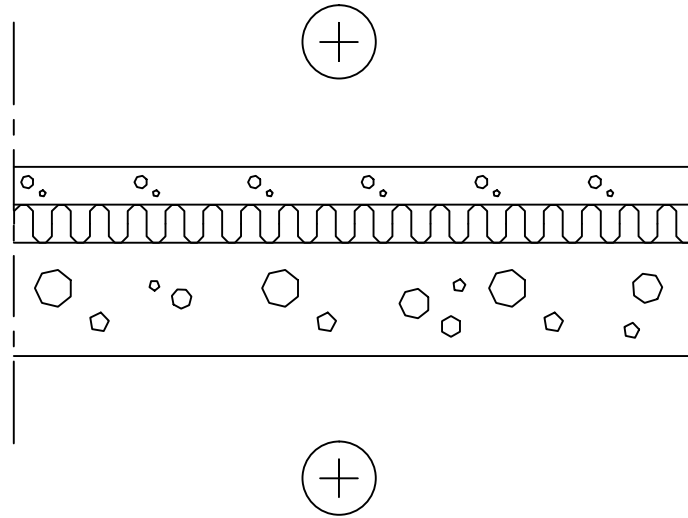
$$U = 0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U-arvon laskennassa käytetty standardin SFS-EN ISO 13370 mukaista laskentamenetelmää. Materiaalien lämmönjohtavuus arvot saatu Suomen rakentamismääräyskokoelmasta C4.



PIIR.No 4	Paiholan sairaala-alue	VP
	Luhtitalot P22 F-talo	
	VÄLIPOHJA	

VÄLIPOHJA



MUOVIMATTO

50 mm BETONILAATTA  
 Betonilaatta tuntuu pehmeältä

50 mm MINERAALIVILLA

150 mm TERÄSBETONIHOLVI

KATTOPINNOITE

PIIR.No 5

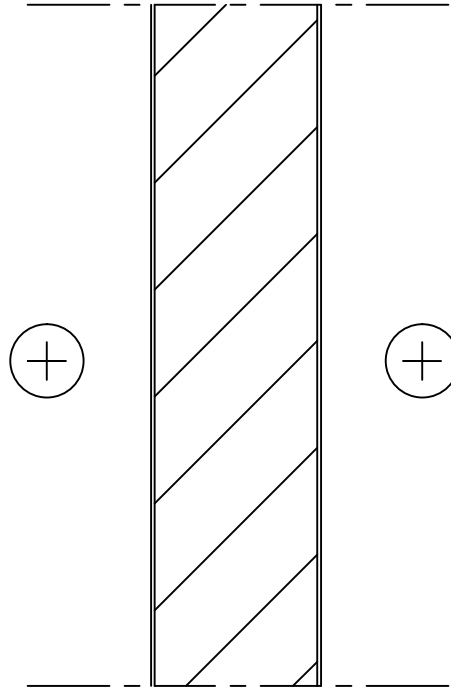
Paiholan sairaala-alue

Luhtitalot P22 F-talo

HUONEISTOJEN VÄLINEN VÄLISEINÄ

VS1

VÄLISEINÄ 1



SEINÄPINNOITE

Tapetti, joita huoneistosta riippuen useita kerroksia päällekkäin

220 mm

BETONIREIKÄTILI

SEINÄPINNOITE

Tapetti

Paiholan sairaala-alue

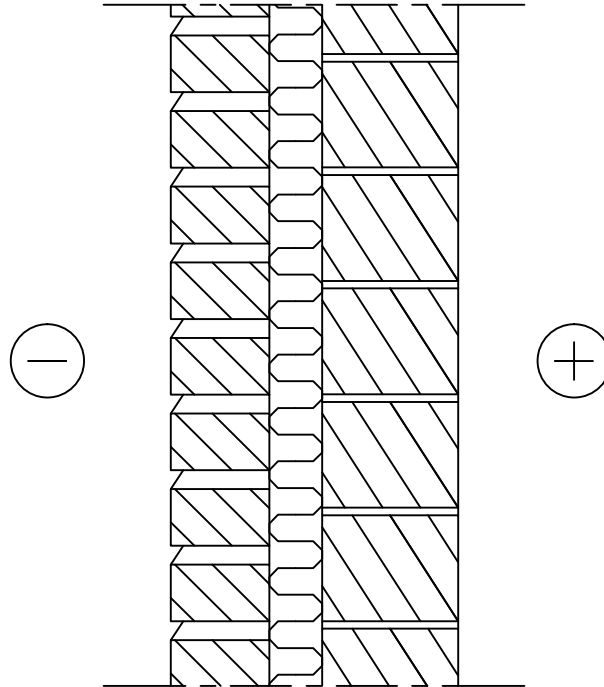
PIIR.No 6

Luhtitalot P22 F-talo

US1

PÄÄTYSEINÄT

PÄÄTYSEINÄN RAKENNE



130 mm

TIILIVERHOUS

Tiiliverhouksessa käytetty varjosaumausta ja sidelimitystä

70 mm

MINERAALIVILLA

180 mm

BETONIREIKÄTIILI

SEINÄPINNOITUS

RAKENTEEN U-arvo

$$U = 0.51 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Nykyisten määräysten U-arvovaatimus

$$U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U-arvon laskennassa käytetty standardin SFS-EN ISO 6946 mukaista laskentamenetelmää. Materiaalien lämmönjohtavuus arvot saatu Suomen rakentamismääräyskokoelmasta C4.

PIIR.No 7

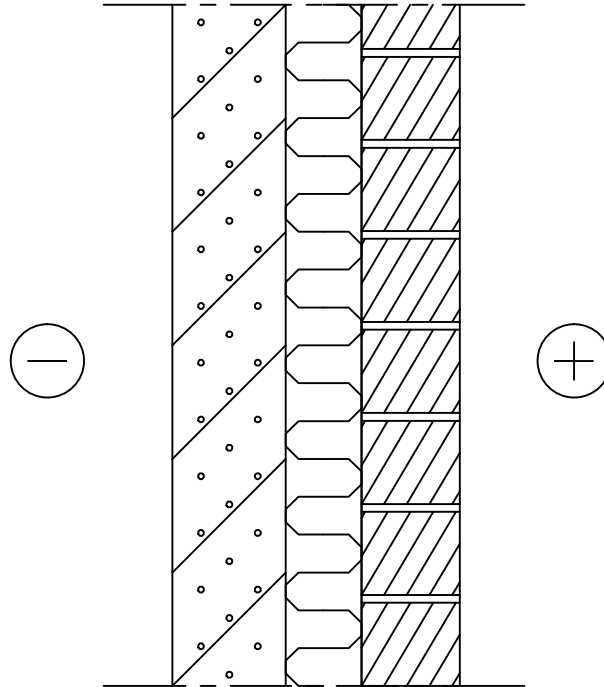
Paiholan sairaala-alue

Luhtitalot P22 F-talo

POHJOISEN PUOLEINEN ULKOSEINÄ

US2

SISÄÄNKÄYNTIEN PUOLEINEN ULKOSEINÄRAKENNE YLEENSÄ



RAPPAUS

150 mm

KEVYTBETONI

100 mm

MINERAALIVILLA

130 mm

BETONIREIKÄTIILI

SEINÄPINNOITUS

RAKENTEEN U-arvo

$$U = 0.29 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Nykyisten määräysten U-arvovaatimus

$$U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U-arvon laskennassa käytetty standardin SFS-EN ISO 6946 mukaista laskentamenetelmää. Materiaalien lämmönjohtavuus arvot saatu Suomen rakentamismääräyskokoelmasta C4.

PIIR.No 8

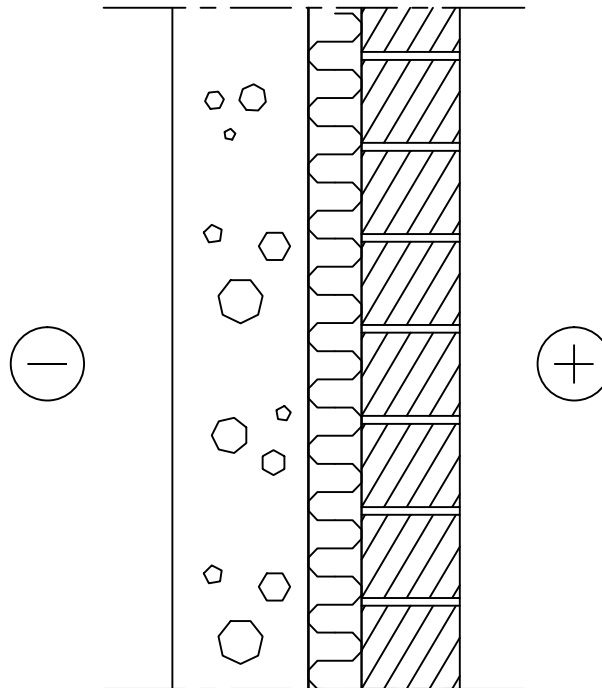
Paiholan sairaala-alue

Luhtitalot P22 F-talo

POHJOISEN PUOLEINEN ULKOSEINÄ

US3

SISÄÄNKÄYNTIEN PUOLEISEN ULKOSEINÄN ALAOSA



180 mm

TERÄSBETONI

BITUMISIVELY

70 mm

MINERAALIVILLA

130 mm

BETONIREIKÄTIILI

SEINÄPINNOITUS

RAKENTEEN U-arvo

$$U = 0.57 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Nykyisten määräysten U-arvovaatimus

$$U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U-arvon laskennassa käytetty standardin SFS-EN ISO 6946 mukaista laskentamenetelmää. Materiaalien lämmönjohtavuus arvot saatu Suomen rakentamismääräyskokoelmasta C4.

PIIR.No 9

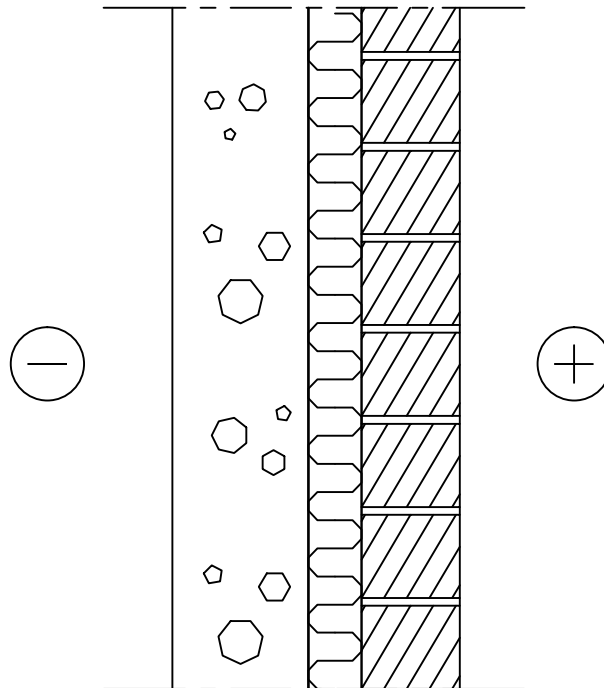
Paiholan sairaala-alue

Luhtitalot P22 F-talo

ETELÄN PUOLEINEN ULKOSEINÄ

US5

PIELISJOEN PUOLEISEN ULKOSEINÄN ALAOSA



180 mm

TERÄSBETONI

BITUMISIVELY

70 mm

MINERAALIVILLA

130 mm

BETONIREIKÄTIILI

SEINÄPINNOITUS

RAKENTEEN U-arvo

$$U = 0.57 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Nykyisten määräysten U-arvovaatimus

$$U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U-arvon laskennassa käytetty standardin SFS-EN ISO 6946 mukaista laskentamenetelmää. Materiaalien lämmönjohtavuus arvot saatu Suomen rakentamismääräyskokoelmasta C4.

PIIR.No 10

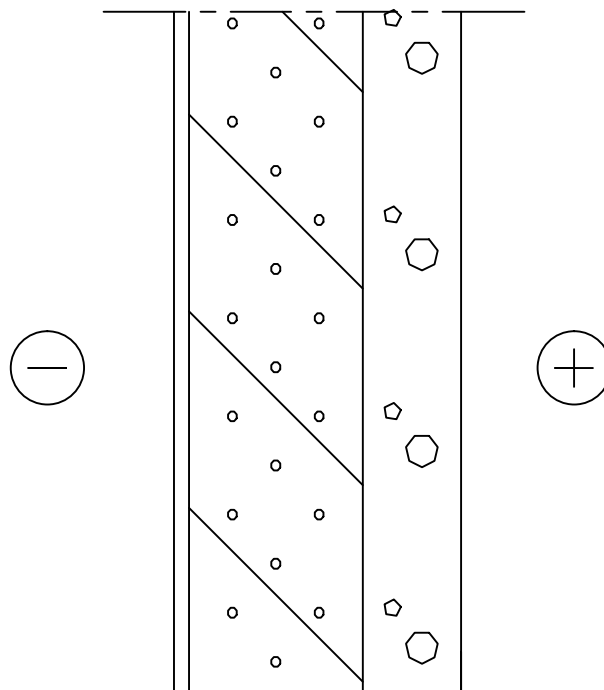
Paiholan sairaala-alue

Luhtitalot P22 F-talo

ETELÄN PUOLEINEN ULKOSEINÄ

US4

PIELISJOEN PUOLEISEN ULKOSEINÄN YLÄOSA



250 mm

RAPPAUS + KEVYTBETONI

130 mm

TERÄSBETONI

SEINÄPINNOITUS

RAKENTEEN U-arvo

$$U = 0.44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Nykyisten määräysten U-arvovaatimus

$$U = 0.17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U-arvon laskennassa käytetty standardin SFS-EN ISO 6946 mukaista laskentamenetelmää. Materiaalien lämmönjohtavuus arvot saatu Suomen rakentamismääräyskokoelmasta C4.

PIIR.No 11

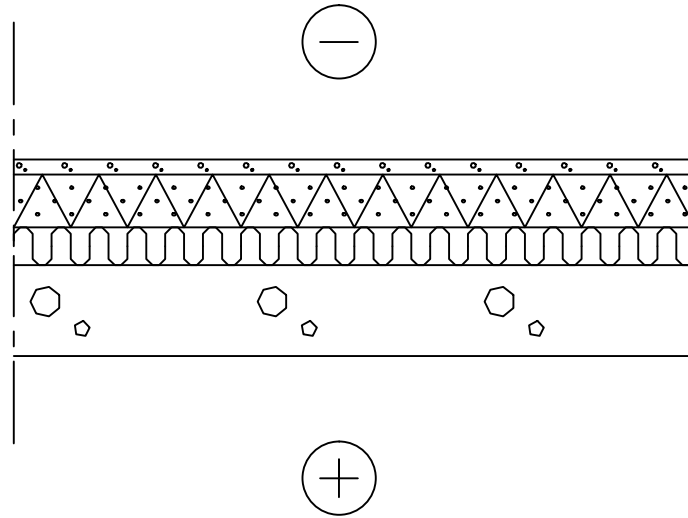
Paiholan sairaala-alue

Luhtitalot P22 F-talo

YLÄPOHJA

YP

YLÄPOHJA



20 mm	PALOPERMANTO
70 mm	TOJA-LEVY
50 mm	MINERAALIVILLA
120 mm	TERÄSBETONIHOLVI
	KATTOPINNOITUS

RAKENTEEN U-arvo

$$U = 0.72 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Nykyisten määräysten U-arvovaatimus

$$U = 0.09 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U-arvon laskennassa käytetty standardin SFS-EN ISO 6946 mukaista laskentamenetelmää. Materiaalien lämmönjohtavuus arvot saatu Suomen rakentamismääräyskokoelmasta C4.



PIIR.No 12

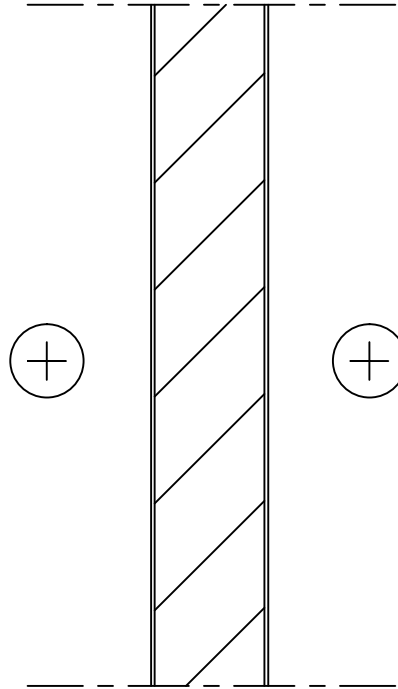
Paiholan sairaala-alue

Luhtitalot P22 F-talo

HUONEISTOJEN SISÄINEN VÄLISEINÄ

VS2

VÄLISEINÄ 2



SEINÄPINNOITE

150 mm

TIIILI

Väliseinätiili muistuttaa kalkkihiekkatiiltä

SEINÄPINNOITE