

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennesuunnittelu

Jarno Rautiainen

## **Tiilirunkoisen rakennuksen mallipohjainen korja- ussuunnittelu**

Opinnäytetyö 2018

## Tiivistelmä

Jarno Rautiainen

Tiilirunkoisen rakennuksen mallipohjainen korjaussuunnittelu, 47 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennesuunnittelu

Opinnäytetyö 2018

Ohjaajat: lehtori Timo Lehtoviita, Saimaan ammattikorkeakoulu, rakennusmestari Sakari Karjalainen, Rakuunamäen pumppuhuone ry

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa tiilimuuratun massiivirunkoisen rakennuksen korjausrakennushankkeen suunnittelu täysin tietomallinnusta hyödyntämällä. Työn lopputuotteena oli tarkoitus tuottaa tilaajalle suunnitelmia ja dokumentteja, joita tarvitaan rakennuksen korjaukseen, rakennusluvan hakemukseen ja rakennuksen myöhemmin toteutettavaan käyttötarkoituksen muutokseen.

Opinnäytetyön kohde oli Lappeenrannassa Rakuunamäen kasarmialueella sijaitseva vanha pumppamorakennus. Työn alkuvaiheessa tilaajalle laadittiin kuntoarvio kohteesta. Kuntoarvioon kartoitettiin rakennuksesta katselmuksen yhteydessä löytyneet vauriot korjausehdotuksineen. Seuraavaksi kohteesta tuotettiin tietomalli paikalla tehtyjen mittauksen perusteella. Mallien luomiseen käytettiin Graphisoftin Archicad-ohjelmaa.

Myöhemmin mallia päivitettiin tilaajan esittämien muutostoivomusten mukaan. Päivitetystä mallista tilaajalle tuotettiin korjaushankkeessa tarvittavia dokumentteja sekä uudet lupapiirustukset, joista selviää rakennukseen tulevaisuudessa toteutettavat muutokset. Mallit ja dokumentit yhdistettiin yhdeksi paketiksi ohjelmistoyritys Tekla Oyj:n BIMsight-ohjelmalla. Lopuksi tämä BIMsight-paketti sekä sen luomiseen käytetyt mallit ja dokumentit luovutettiin tilaajalle.

Suurimman haasteen toi monimutkaisten ja epämääräisten rakenteiden luominen malleihin. Piirustusten ja tarvittujen dokumenttien tuottaminen valmiiden mallien pohjalta oli pääasiassa nopeaa ja yksinkertaista. Lopputuotteet vastasivat tilaajan tarpeita.

Asiasanat: inventointimalli, kuntoarvio, tietomalli, korjausrakentaminen

## **Abstract**

Jarno Rautiainen

Modeling based renovation designing of a brick frame building, 47 pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Civil and Construction Engineering

Structural Engineering

Bachelor's Thesis 2018

Instructors: Mr Timo Lehtoviita, Lecturer, Saimaa University of Applied

Sciences, Mr Sakari Karjalainen, Construction Manager, Rakuunamäen pump-  
puhuone ry

The purpose of this thesis was to execute a process of building renovation project that is accomplished by utilizing building information modeling. The use of some free model analysis software was introduced to the lead designer during the project to make sure that the model could be fully utilized.

The main subject of the thesis was an old brick frame building located in the Rakuunamäki military area in Lappeenranta. It was once used to shelter a pump that delivered clean water to the military base. The goal of the project was to restore the building and bring it to the use of general public. In the beginning the condition of the building was examined and various types of damage were found and reported. Repair plans for each occasion were included in the report. The building was mapped and produced into an inventory model which was then refined into a design model according to different plans. All documentations required in the project were produced from those models.

The end products of the thesis were the report of the examination of the buildings condition and the 3D-model. The final combination model contained various models and the design documentations for the renovation project and construction permits.

Keywords: 3D-modeling, BIM, renovation

## Sisällys

|   |    |
|---|----|
| Käsitteet.....  | 5  |
| 1 Johdanto.....   | 6  |
| 2 Tietomalli korjausrakentamisessa.....                       | 7  |
| 2.1 Yleistä tietomallintamisesta.....                         | 7  |
| 2.2 Tietomalli rakennushankkeen vaiheissa .....               | 9  |
| 2.3 Tietomallin käyttö korjausrakennushankkeessa.....         | 15 |
| 3 Rakuunamäen pumppuhuone.....                                | 16 |
| 3.1 Kohteen historiaa.....                                    | 17 |
| 3.2 Projektin taustaa .....                                   | 18 |
| 4 Kohteen kuntoarvio.....                                     | 19 |
| 5 Käytetyt ohjelmistot.....                                   | 22 |
| 5.1 Graphisoft ArchiCAD 20.....                               | 22 |
| 5.2 CloudCompare 2.8.1.....                                   | 24 |
| 5.3 Tekla BIMsight.....                                       | 25 |
| 5.4 BIMX.....   | 25 |
| 6 Inventointimalli.....                                       | 25 |
| 6.1 Inventointimallin lähtötiedot.....                        | 27 |
| 6.2 Inventointimallin mallitarkkuus .....                     | 28 |
| 6.3 Mallinnustyökalut ja mallin sisältö .....                 | 30 |
| 6.3.1 Alueen malli.....                                       | 30 |
| 6.3.2 Perustukset .....                                       | 31 |
| 6.3.3 Runko.....  | 31 |
| 6.3.4 Julkisivut.....   | 32 |
| 6.3.5 Ala- ja yläpohjat.....                                  | 33 |
| 6.3.6 Tilat .....   | 34 |
| 6.4 Pistepilven hyödyntäminen .....                           | 34 |
| 6.5 Inventointimalli ja kuntoarvio BIMsight-ympäristössä..... | 35 |
| 7 Suunnitelmamalli .....                                      | 36 |
| 7.1 Suunnitelmamallin mallitarkkuus.....                      | 37 |
| 7.2 Suunnitelmamallin sisältö .....                           | 38 |
| 7.3 BIMX-hypermalli .....                                     | 39 |
| 7.4 Renderöinti .....   | 40 |
| 7.5 Suunnitelmamallin käyttö.....                             | 41 |
| 8 Jatkoselvitysten ja -tutkimusten tarpeet.....               | 43 |
| 9 Päätelmät ja yhteenveto .....                               | 44 |
| Kuvat.....  | 46 |
| Lähteet.....  | 47 |

### Liitteet

- Liite 1 Kuntoarvioraportti
- Liite 2 Rakuunamäen Pumppuhuoneen pääpiirustukset
- Liite 3 Kooste tuotetuista aineistoista

## **Käsitteet**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>BIM</b>              | Englanninkielinen käännös sanoista rakennuksen tietomalli. Lyhenne sanoista Building Information Model. Nykyään termillä voidaan käsittää laajemmin koko tietomallin-<br>nusprosessi, jolloin lyhenne tulee sanoista Building Information Modeling. |
| <b>IFC</b>              | Mallinnusohjelmien avoimeen standardiin pohjautuva yhteinen tietomallien kuvaustapa. Lyhenne sanoista Industry Foundation Classes.  |
| <b>IFC-malli</b>        | Kolmiulotteinen geometrialtaan ja tietosisällöltään sopimusten mukainen tietomalli, joka on tuotettu mallinnusohjelmasta IFC-standardin mukaiseen tiedostomuotoon.  |
| <b>Inventointimalli</b> | Tietomalli, joka tehdään olemassa olevasta rakennuksesta mittausten, inventointien ja tutkimusten perusteella.  |
| <b>Kolmioverkko</b>     | Yleisesti esimerkiksi maaston kartoituksessa käytetty mittausmenetelmä, jossa mittapisteiden välille luodaan viivoja kolmioiden muotoon pintojen muotojen simuloimiseksi.   |
| <b>Laserkeilaus</b>     | Mittausmenetelmä, jossa mittalaite mittaa ympäristöään lasersäteiden avulla ja tallentaa mittapisteet tietokantaan. Lopputuotteena syntyy pistepilvi.   |
| <b>Natiivimalli</b>     | Mallinnusohjelmien omassa tiedostomuodossa tuotettu malli, jonka käyttö rajoittuu usein sen luoneeseen mallinnusohjelmaan.  |
| <b>Pistepilvi</b>       | Laserkeilaamalla tuotettu kolmiulotteiseen koordinaatistoon sijoitettujen pisteiden muodostama malli mitatusta kohteesta.   |
| <b>Tietomalli</b>       | Kohteesta luotu fyysisten ja toiminnallisten ominaisuuksien kuvaus, joka on tuotettu digitaaliseen muotoon.   |

# 1 Johdanto

Kuluneen vuosikymmenen aikana rakentamisen suunnittelukäytännöt ovat muuttuneet nopeasti. Rakennushankkeen tietomallipohjaisesta suunnittelusta on alkanut tulla rutiinia ja samalla piirustusten tuottaminen viivoja piirtämällä nähdään epäkäytännöllisenä. Oikein toteutettuna tietomallinnus mahdollistaa suunnittelun tarkkuuden ja nopeuden sekä hankkeen osapuolten välisen kommunikoinnin parantumisen. Tietomallien käytön on myös havaittu vähentävän virheitä sekä rakennushankkeiden suunnittelussa että työmaatoteutuksessa. Tulevaisuudessa mallien hyödyntäminen tulee yleistymään myös kiinteistöjen ylläpidossa.

Tietomallia voidaan hyödyntää laajamittaisesti kaikissa rakennushankkeen vaiheissa. Sen avulla voidaan toteuttaa rakennuksesta tilasuunnittelun ja piirustusten tuottamisen ohella muun muassa määrälaskentaa, eri suunnittelualojen suunnitelmien yhteensovittamista sekä erilaisia simulointeja. Tietomallia voidaan myös käyttää havainnollistamisen apuvälineenä koko hankkeen ajan.

Vaikka tietomallintamisen pääasiallinen käyttö kohdistuu nykyään suurelta osin uudisrakentamiseen, kannattaa sen käytön tuomat edut muistaa hankkeen laajuudesta riippuen myös korjausrakennushankkeissa. Kokeneen mallintajan käsissä malli muodostuu nopeasti ja rakennus on sen jälkeen kartoitettuna mallin avulla koko sen elinkaaren ajan. Tätä tietopakettia voidaan sen jälkeen hyödyntää rakennuksen ylläpidossa ja tulevaisuudessa toteutettavissa korjaushankkeissa.

Tämän opinnäytteen toimeksiantajana toimii Rakuunamäen pumppuhuone ry. Opinnäyte koostuu yhdistyksen Lappeenrannan kaupungilta vuokraaman pumppuhuoneen kunnan kartoittamisesta sekä rakennuksen korjaushankkeeseen ja käyttötarkoituksen muutokseen liittyvistä suunnittelutehtävistä. Opinnäytteen tavoitteena on toteuttaa hankkeen korjaussuunnittelua käyttämällä tietomallintamista pääasiallisena työvälineenä.

Ensin kohteesta tuotetaan aistienvaarainen kuntoarvio, jonka yhteydessä havaitut vauriot esitetään tilaajalle kuntoarvioraportissa. Havainnointi toteutetaan pääasiassa rakenteista, eikä taloteknisten järjestelmien vaurioita kartoiteta laa-

jemmin. Kohteesta luodaan inventointimalli, jonka lähtötietoja kerätään samaan aikaan kuntoarvion tuottamisen kanssa. Kuntoarviossa havaituille vaurioille suunnitellaan korjausvaihtoehtoja, jotka esitetään kuntoarvion raportoinnin yhteydessä. Korjaussuunnittelu toteutetaan inventointimallin pohjalta mahdollisuuksien mukaan ja mallia päivitetään suunnitelmien mukaan suunnitelmamalliksi. Lopuksi suunnitelmamalliin päivitetään tilaajan toivomat muutokset liittyen rakennuksen tulevaan käyttötarkoitukseen ja ympäristöön.

Kohteesta luodaan tietomallien avulla rakennuslupapiirustukset sekä muita tarvittavia dokumentteja korjaushankkeessa käytettäväksi. Mallit tuotetaan IFC-muotoon ja ne yhdistetään Tekla Oyj:n BIMsight-ohjelman avulla. BIMsight-pakettiin sisällytetään samalla kuntoarvioraportti sekä aiemmin mainitut suunniteluaineistot. Lopputuotteena Yhdistykselle luovutetaan tämä BIMsight-paketti, paketin sisältö erillään sekä mallit natiivimuodossa.

## **2 Tietomalli korjausrakentamisessa**

Tietomalli on parhaimmillaan kokonaisuus, joka kattaa kaikki rakennuksen tiedot sähköisessä muodossa. Malli koostuu yleensä vähintään rakennuksen kolmiulotteisesta mallista, jota täydennetään sen käyttötarkoituksen mukaisilla tiedoilla.

### **2.1 Yleistä tietomallintamisesta**

Nykyinen nopea tietotekniikan kehitys on mahdollistanut yhä tehokkaampien laitteistojen saatavuuden. Tämä on johtanut sähköisten apuvälineiden käytön nopeaan yleistymiseen kaikilla aloilla. Myös rakentamisessa suunnittelemien laatiminen sekä erilaisten laskentojen ja simulaatioiden toteutus on siirtynyt pitkälti suoritettaviksi tietokoneiden avulla. Alkuun siirryttiin perinteisestä kynä- ja tussipiirrosta erilaisiin viivanpiirto-ohjelmistoihin. Tietotekniikan kehittyessä huomattiin kuitenkin, ettei tämä ole tavoitteenmukaista ja visioksi alkoi muotoutua malli, joka sisältäisi mahdollisesti jopa kaiken tiedon rakennuksen koko elinkaaren ajalta.

Tietomallia saatetaan usein luulla pelkäksi rakennuksen kolmiulotteiseksi malliksi, mutta se sisältää paljon tietoa, joka löytyy vasta kun mallia aletaan tutkia syvemmin. Tietomalliin muodostettuihin objekteihin sisällytetään mallintaessa geometria- ja paikkatietojen lisäksi muun muassa tiedot rakenteista, rakenteille asetetuista vaatimuksista ja rakennusmateriaaleista. Malliin sisällytetään myös objektit rakennuksen tiloista käyttötarkoituksineen. Tätä mallinnettujen objektien avulla toteutettavaa suunnittelua kutsutaan eliöpohjaiseksi suunnitteluksi. Siinä viivanpiirron sijasta sijoitetaan objekteja, jotka yksilöidään niille annettujen tietojen perusteella.

Tietomallit koostetaan näistä objekteista sekä muusta mallintaessa lisättävästä tiedosta. Tietomalliin sisällytetyjä tietoja on myöhemmin mahdollista jalostaa erilaisiin tarkoituksiin esimerkiksi määrälaskentoja ja energia-analyysyjä varten. Tietomallien käyttö projektissa mahdollistaa tehokkaan tietojen hallinnan ja suunnitelmien tarkistamisen, koska se yhdistää tiedot yhdeksi kokonaisuudeksi. Kolmiulotteisuus mahdollistaa mallien käytön myös suunnitelmien ja kokonaisuuden tehokkaassa havainnollistamisessa.

Tietomalleja voidaan hyödyntää tarpeen mukaan hankkeen alusta tarveselvitysvaiheesta suunnitteluun, rakentamiseen sekä rakennuksen ylläpitoon asti. Malleista on niiden tarkkuudesta riippuen mahdollisuus tuottaa tarpeen mukaan rakennushankkeessa tarvittavia dokumentteja. Rakennus- ja suunnitelmapiirustusten lisäksi malleista voidaan tuottaa myös esimerkiksi erilaisia kaavioita ja luetteloita, kuten ikkuna- ja ovikaavioita sekä määrälaskentatietoa luettelomuodossa.

Tietomallinnus ei tule jäämään paikoilleen vaan se kehittyy tulevaisuuden tarpeisiin mukautuen. Nykyinen malliosaaminen rakennusalalla vastaa tämänhetkisiin tarpeisiin, mutta on vasta pohja tulevaisuuden innovaatioille. Teknologian jatkuva kehitys mahdollistaa jo nyt esimerkiksi virtuaalitodellisuuden yhdistämisen mallintamiseen ja sen käyttöä mallipohjaisen suunnittelun tukena tutkitaan.

Vuosina 2011–2012 toteutettiin COBIM-hanke, jossa Senaatti-kiinteistöjen vuonna 2007 julkaisemat tietomallivaatimukset päivitettiin. Tämän hankkeen lopputuotteena syntyi Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Julkaisusarjan tavoit-

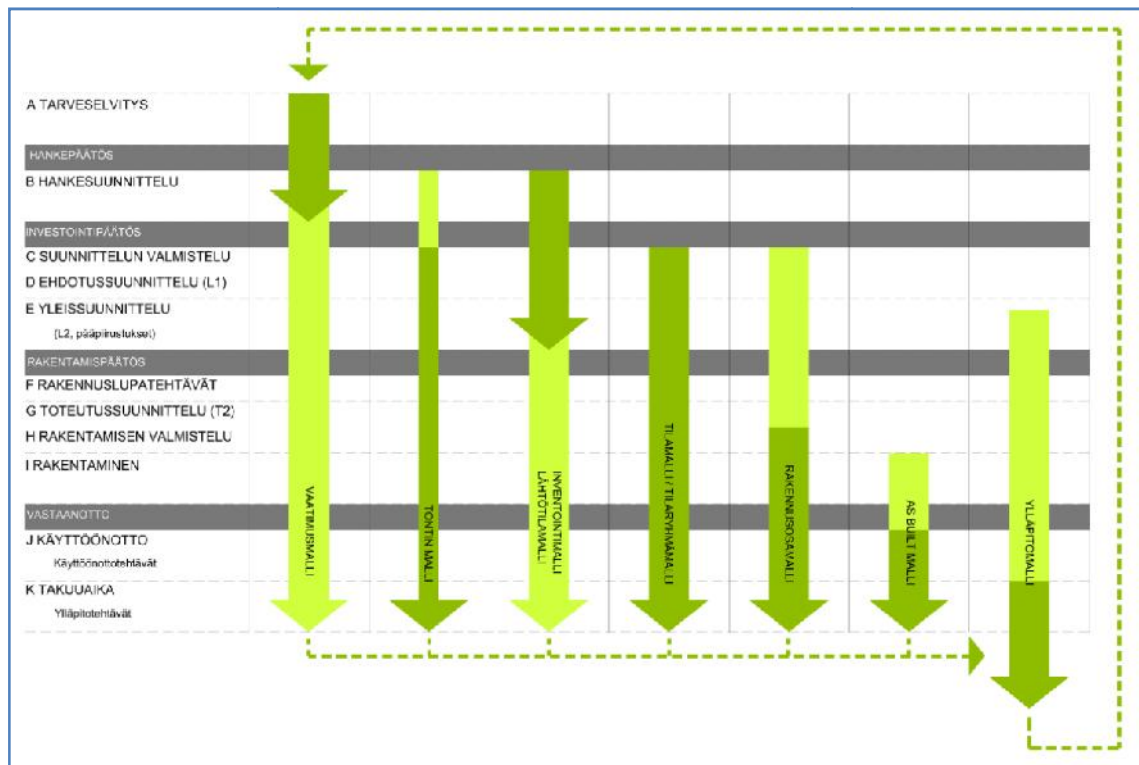


teena on määrittää mitä mallinnetaan ja miten mallinnus tulee toteuttaa. Tietomallintamiselle asetetaan vaatimuksia, joiden tarkoituksena on luoda kehykset mallien laatimisen yhdenmukaistamiselle. Nämä vaatimukset on laadittu yleisten ja toimiviksi todettujen mallinnuskäytäntöjen pohjalta. (YTV 2012, osa 1.)

Rakennushankkeista riippuen tietomallintamiselle asetetaan hankekohtaisia tavoitteita. Näitä tavoitteita voivat olla esimerkiksi päätöstenteon tukeminen, osapuolten sitouttaminen hankkeen tavoitteisiin sekä suunnitteluratkaisujen havainnollistaminen. Hankekohtaisten tavoitteiden lisäksi mallintamiselle asetetaan myös yleisluontoisia tavoitteita, joita nimetään Yleiset tietomallivaatimukset 2012 julkaisusarjassa. Mallintamisen tavoitteena on tukea suunnittelun ja rakentamisen laadukasta toteutusta, lisätä tehokkuutta ja turvallisuutta sekä mahdollistaa kestävä kehityksen mukainen hanke- ja elinkaari prosessi. (YTV 2012, osa 1.)

## **2.2 Tietomalli rakennushankkeen vaiheissa**

Tietomalleja on mahdollista hyödyntää kaikissa rakennushankkeen vaiheissa ja niissä tuotetut mallit eroavatkin paljon tietosisällöltään ja vaatimuksiltaan. Yleiset tietomallivaatimukset 2012-julkaisusarjassa havainnollistetaan mallinnuskäytäntöjen ja sisällöllisten vaatimusten lisäksi myös tietomallin käyttöä tietomallipohjaisen hankkeen eri vaiheissa. Seuraavan sivun kuvassa 1 havainnollistetaan eri tietomallien sijoittumista ajallisesti tietomallipohjaisen rakennushankkeen vaiheisiin.



Kuva 1. Talonrakennushankkeen tietomallirakenne (YTV 2012, osa 3)

Rakennushanke alkaa hankkeesta riippumatta aina tarveselvitysvaiheella. Tarveselvitysvaiheessa ja sitä seuraavassa hankesuunnitteluvaiheessa kartoitetaan kiinteistöön liittyviä tarpeita ja tavoitteita. Tässä vaiheessa vertaillaan siis eri toimintavaihtoehtoja ja selvitetään millaiseen hankkeeseen ryhtyminen vastaisi parhaiten tilaajan tarpeita. Vaihtoehtoja voivat olla esimerkiksi vanhan rakennuksen peruskorjaus- tai muutoshanke vastaan uuden rakentaminen. Vaihtoehtoja vertaillaan rakennuksen käytön tavoitteenmukaisuuden ja hinnan perusteella. (YTV 2012, osa 3.)

Tilaajan tulee tehdä päätös tietomallien käytöstä ja käytölle asetettavista tavoitteista. Mallinnuksen täyden potentiaalın saavuttamiseksi on mallien käytöstä päätettävä mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Hankkeen tietomallipohjaisessa toteutuksessa tilaajan tulee varmistaa, että tietomallinnustehtäviin osallistuvien osapuolten vastuunjaosta ei ole epäselvyyksiä. Osapuolille selvitetään täsmällisesti, mitä heiltä odotetaan hankkeen eri suunnitteluvaiheissa, miten tarvittavaa tietoa jaetaan muille osapuolille sekä mitä ohjelmistoja hankkeessa hyödynnetään. Projektin valitaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tietomallikoordinaattori, jonka tehtävänä on valvoa mallinnusta ja johtaa tietomalli-

työskentelyä. Tietomallikoordinaattoriksi valittavalla henkilöllä tulee olla tarvittava tietomallintamisen ja projektinhallinnan asiantuntemus. (YTV 2012, osa 11.)

Projektin alussa on yleensä tietomallikoordinaattorin tehtävänä luoda tietomallinnussuunnitelma, jossa esitetään tietomallinnuksen tavoitteet, menetelmät yhteistyölle ja laadunvarmistukselle sekä rakennushankkeen vaiheiden tietomallinnukseen liittyvät tehtävät. Tietomallinnussuunnitelma luetaan sopimusasiakirjaksi, sitä päivitetään ja se lisätään suunnittelu- ja urakkasopimusten liitteiksi. (YTV 2012, osa 11.)

Uudisrakennushankkeessa tarvesuunnitteluvaiheessa ryhdytään varsinaisen tietomallinnuksen osalta harvoin toimenpiteisiin. Tarveselvitysvaiheessa tuotetaan rakennuksesta vaatimusmalli, joka saattaa olla yksinkertaisimmillaan taulukkona toteutettu tilaohjelma. Tämä tilaohjelma sisältää keskeisimmät tilakohtaiset pinta-ala- ja erityisvaatimukset. Oikein laadittua ja hankkeen edetessä täydennettyä vaatimusmallia voidaan hyödyntää suunnittelemisen tukena koko hankkeen ajan. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi vertailemalla suunnitelmia siinä esitettyihin vaatimuksiin. (YTV 2012, osa 3.)

Tarveselvitysvaiheen lopputuloksena tehdään hankepääätös. Tietomallinnuksen hyötyjen maksimoimiseksi tulisi pian hankepääätöksen jälkeen tilaajan päättää tietomallien hyödyntämisestä hankkeessa. Vaatimusmalli, tontin malli sekä korjausrakennushankkeissa tuotettava inventointimalli kannattaa luoda hankesuunnitteluvaiheen aikana, sillä ne toimivat lähtötietoina tietomallipohjaisessa suunnittelussa. (Lehtoviita, Kainulainen & Kemppe 2012, 13 - 14). Hankesuunnitteluvaiheessa hankekohtaisia tavoitteita tarkennetaan ja hankkeelle luodaan tavoitteellinen aikataulu. Hankesuunnittelun lopputuloksena tehdään investointipääätös.

Tontin malli eli maastomalli on vähintään kolmiulotteinen malli tontin pinnasta, mutta siihen voidaan liittää tietoa esimerkiksi kasvillisuudesta, maastosta ja ympäröivistä aluerakenteista, mikäli se arvioidaan tarkoituksenmukaiseksi. Maastomalli tehdään pääasiassa olemassa olevan kartta-aineiston tai mittausten perusteella ja se tuotetaan samaan koordinaatistoon muiden mallien kanssa.

Maastomallin mallitarkkuus määräytyy hankekohtaisesti sille asetettujen tavoitteiden mukaan. (YTV 2012, osa 3.)

Inventointimalli on olemassa olevasta rakennuksesta tai tulevan uudisrakennuksen olemassa olevasta ympäristöstä tehtävä malli ja sen lähtötietoina käytetään kohteesta toteutettavien mittausten, inventointien sekä tutkimusten tuloksia. Inventointimallin tarkkuus vaihtelee hankkeessa sille asetettujen vaatimusten mukaan (YTV 2012, osa 2). Inventointimalli luodaan, kun ilmaantuu tarve dokumentoida olemassa oleva kohde sähköiseen muotoon, ja mallia voidaan käyttää esimerkiksi korjaushankkeen lähtötietoina ja suunnittelun apuvälineenä.

Ehdotussuunnitteluvaiheessa valikoidaan hankkeen tarpeisiin vastaavaa ratkaisua karkeatasoisten suunnitelmien avulla. Tilaaja ohjaa suunnittelua ja valitsee tarkoituksenmukaiseksi katsomansa suunnitteluvaihtoehdon. Suunnitteluvaihtoehtoja voidaan havainnollistaa esimerkiksi arkkitehdin tekemien tilamallien avulla. Tilamalliin kuuluu vähintään yksinkertainen malli rakennuksen ulkovai-  
pasta sekä mallit rakennuksen tulevista tilaratkaisuista ja massoittelusta. Tilamalliin mallinnettavat tilat ovat objekteja, jotka rajautuvat ympäröiviin rakenteisiin ja niiden tulee sisältää tiedot tilojen käyttötarkoituksista sekä pinta-aloista ja rakennuksen kokonaistilavuudesta. Näiden tilatietojen avulla voidaan tehdä alustavia kustannusarvioita kohteesta ja vertailla eri suunnitteluratkaisujen kustannuksia. (YTV 2012, osa 1.)

Ehdotussuunnitteluvaiheessa eri alojen suunnittelijat laativat myös arkkitehdin mallin pohjalta alustavat karkeatasoiset mallinsa omien suunnittelualojensa suunnitelmista. Sujuvan työskentelyn takaamiseksi päivitetty mallit jaetaan määräjain kaikille hankkeen osapuolille. Mallit toimitetaan yleensä IFC-muodossa, eli tietomallintamisessa käytössä olevan mallinnusohjelmien välille luodun yhteisen tiedonsiirtostandardin mukaisina. Mallit luoneet suunnittelijat laativat aina malleistaan tietomalliselostukset, joissa selostetaan mallin sisältö, mallintaessa käytetyt mallinnustavat sekä poikkeamat yleisistä mallinnustavoista ja vaatimuksista. (YTV 2012, osa 1.)

Hankkeen edetessä yleissuunnitteluvaiheen alkuun luonnossuunnitteluvaiheeseen aletaan ehdotussuunnitteluvaiheessa valittua ratkaisua kehittää eteenpäin.

Valittu vaihtoehto on jo edellisessä vaiheessa luotu arkkitehdin malliksi ja sitä on päivitetty tilaajan vaatimusten ja tarpeiden mukaisesti. Hankkeen tilaaja ohjaa suunnittelua ja hyväksyy suunnitteluratkaisut. Tietomalleja voidaan hyödyntää havainnollisuutensa ansiosta tukena tässä päätöksenteossa sekä erilaisissa tilaajan tekemien ratkaisujen kannalta tärkeissä analyysissä. Luonnossuunnittelun aikana arkkitehti päivittää tilaajan valitsemaa vaihtoehtoa karkeaksi rakennusosamalliksi, jota päivitetään hankkeen edetessä. Karkea rakennusosamalli sisältää alkuun mallinnettuna rakennuksen kantavat rakenteet, päätyypeittäin luokitellut seinät sekä ikkunat ja ovet karkealla tasolla. Tämän mallin perusteella luodaan tarvittavat dokumentit rakennusluvan hakemista varten, joten rakennuksen mallissa esitettyjen julkisivujen tulisi pitkälti vastata tulevaa rakennusta. Rakennusosamallin pohjalta voidaan myös tarkentaa tilamallin perusteella laadittuja kustannusarvioita. (YTV 2012, osa 1.)

Kaikkien suunnittelualojen suunnittelijat työstävät ja tarkentavat mallejaan suunnitelmiansa mukaan. Rakennesuunnittelija luo arkkitehtimallin pohjalta rakennemalliksi kutsutun rakennusosamallin, johon mallinnetaan rakennuksen tärkeimmät rakenteet, kuten kantavat rakenteet, ei-kantavat betonirakenteet sekä muiden suunnitelmien kannalta merkittävät tilaa vievät rakenteet. Myös LVI- ja sähkösuunnittelijat luovat järjestelmämallit omien alojensa järjestelmästä tilavarauksineen arkkitehdin mallin pohjalta. Suunnittelijat työskentelevät samanaikaisesti ja yhteistyössä toistensa kanssa. Sujuvan kommunikoinnin ja suunnittelun mahdollistamiseksi kaikkien suunnittelualojen mallit toimitetaan aina määräajoin projektin osapuolille päivitettyinä, esimerkiksi tallentamalla ne projektipankkiin. (YTV 2012, osa 1.) Projektipankki on virtuaalinen toimintaympäristö, jonka kautta voidaan jakaa tietoa hankkeen osapuolille.

Suunnitteluvirheiden vähentämiseksi eri suunnitelmista luotujen mallien oikeellisuutta varmistetaan koko hankkeen ajan. Eri suunnittelualojen mallien yhdistäminen samaan malliympäristöön niin sanotuksi yhdistelmämalliksi, ja siitä toteutettavien törmäystarkastelujen toteuttaminen on yleensä pääsuunnittelijan ja tietomallikoordinaattorin vastuulla. Eri suunnittelualojen malleista tuotetaan IFC-standardin mukaiset mallit, jotka on mahdollista viedä samaan malliympäristöön ja yhdistää mallien tarkasteluun tarkoitettujen ohjelmien avulla. Törmäystarkas-

telussa tutkitaan rakenteista ja järjestelmistä luotujen objektien tilanvarausten päällekkäisyyksiä. Näiden päällekkäisyyksien löytyessä täytyy nämä virheet korjata ja mallit päivittää korjattujen suunnitelmien mukaisiksi. Törmäystarkastelujen toteuttaminen on osa mallipohjaisen hankkeen laadunvarmistusta ja sitä tehdään läpi koko tietomallinnusprosessin. (YTV 2012, osa 1.) Tällä tavalla varmistetaan, että eri suunnittelualojen suunnittelemat rakenteet ja asennukset tulevat oikeille paikoilleen ja eri suunnittelijoiden suunnitelmat punoutuvat yhdeksi kokonaisuudeksi. Törmäystarkastelut tuotetaan automaattisilla toiminnoilla mallien tarkasteluun tarkoitettujen ohjelmien avulla.

Toteutussuunnitteluvaiheessa toiminta jatkuu samalla tavalla kuin yleissuunnitteluvaiheessa, mutta tarkkuutta kasvatetaan. Suunnitelmia ja malleja tarkennetaan ja niitä viimeistellään. Malleihin lisätään esimerkiksi tarkempaa tietoa rakennusosien liitoksista sekä mahdollisista tuotteiden toimittajista. Viimeistellyt suunnitelmat hyväksytään ja niiden perusteella pyydetään urakkatarjouksia urakoitsijoilta. Urakoitsijoille toimitetaan malliaineistoa, suunnitelmia ja malleista tuotettuja määräluetteloja avuksi urakkatarjouksen tekemiseen. (YTV 2012, osa 1.)

Malleja käytetään toteutusvaiheessa määrälaskennassa hankintojen tukena sekä suunnitelmien havainnollistamiseen. Rakennuksen aikataulutusta ja toteutusta voidaan ohjata 4D-mallien avulla. 4D-mallissa yhdistetään hankkeen aikataulutus kolmiulotteiseen malliin. Malliin voidaan lisätä myös tiedot eri urakoitsijoiden välisestä vastuunjaosta. Työmaalle toimitetuissa malleissa karsitaan pois tietoa, joka ei ole ajankohtaista ja toimitetut mallit ovat aina vähintään seuraavan rakennusvaiheen suunnitelmien mukaisia. Mallien avulla voidaan myös havainnollistaa esimerkiksi taloteknisten järjestelmien ja elementtiratkaisujen asennusjärjestyksiä. (YTV 2012, osa 1.)

Tietomallien tutkimiseen on julkaistu laaja valikoima ohjelmistoja käytettäväksi jopa tablet-tietokoneilla. Nämä ohjelmistot mahdollistavat tietomallien tehokkaan hyödyntämisen nyt myös työmaatoteutuksen aikana. Tietomalleja voidaan tutkia työmaalla ja suunnitelmia voidaan havainnollistaa tehokkaasti niiden avulla. Tämä vähentää sekaannusten riskiä ja parantaa toteutuksen tarkkuutta.

Suunnitelmat muuttuvat usein toteutuksen aikana ja kaikkia malleja päivitetäänkin jatkuvasti varsinaisen toteutuksen edetessä. Mallipohjaisen hankkeen lopulla kaikki mallit päivitetään toteumamalleiksi eli vastaamaan toteutunutta suunnitteluratkaisua. Toteumamalleja voidaan myöhemmin hyödyntää rakennuksen ylläpidossa sekä mahdollisissa tulevilla muutos- ja korjausrakennushankkeissa. (YTV 2012, osa 1.)

### **2.3 Tietomallin käyttö korjausrakennushankkeessa**

Vaikka tietomallien käyttö rakennushankkeissa on yleistynyt, on se keskittynyt pitkälti uudisrakennuskohteisiin. Korjausrakentamisessa malleja käytetään harvemmin. Syynä tähän on, että suurimmassa osassa korjattavista rakennuksista ei ole olemassa valmista mallia ja tietomallin tuottaminen olemassa olevasta kohteesta nähdään liian kalliina varsinkin pienimuotoisissa korjaushankkeissa.

Tietomalli on kuitenkin hyödyllinen apuväline myös korjausrakennuskohteissa, sillä se mahdollistaa eri suunnitelmien tehokkaan yhdistämisen ja keskittää kaiken tiedon yhteen paikkaan. Sen avulla myös suunnitelmien havainnollistaminen on tehokasta ja sekaannusten vaara laskee. Tarkkojen mittausten perusteella mallinnetun inventointimallin avulla voidaan tuottaa luotettavia laskentatietoja, joita käyttämällä voidaan kasvattaa suunnitelmien luotettavuutta. Myös erilaisia yksittäisiä korjaustoimenpiteitä, suunnitelmia sekä korjausehdotusten vaihtoehtoja voidaan vertailla tehokkaasti tietomallien avulla.

Tietomallipohjaisessa korjausrakennushankkeessa inventointimalli luodaan hankesuunnitteluvaiheessa ja sitä käytetään korjaukseen liittyvän suunnittelun lähtötietona. Mallia päivitetään hankkeen aikana korjaussuunnitelmien ja toteutuksen mukaisesti toteumamalliksi.

Tietomallien käytöstä on kerrottu laajemmin myöhemmissä luvuissa 6–7. Inventointimallin prosessia ja käyttöä korjaushankkeessa on kuvailtu kohdassa Inventointimalli ja mallin käytöstä suunnittelussa on kirjoitettu laajemmin kohdassa Suunnitelmamalli.

### 3 Rakuunamäen pumppuhuone

Rakuunamäen pumppuhuone on Lappeenrannan kaupungin omistuksissa oleva 1890-luvun alkupuolella rakennettu vanha punatiilirunkoinen rakennus. Se sijaitsee Rakuunamäen kasarmialueella entisen Chymoksen, nykyisen Fazerin makeistehtaan läheisyydessä Saimaan rannalla puistoalueella, rantaraitiksi kutsutun lenkkipolun varrella. Pumppuhuone valikoitui opinnäytteen kohteeksi Rakuunamäen Pumppuhuone ry:n toivomuksesta. Heidän tarkoituksenaan on rakennuksen kunnostaminen ja sen saattaminen yhteisön käyttöön.

Kuvassa 2 on pumppuonerakennus makeistehtaan suunnalta rantaraitilta kuvattuna. Rakennus on ollut pitkään vailla kunnollista käyttöä ja ylläpitoa. Hoidtamattomana se on rapistunut ympäristön vaikutuksesta ja sitä on töhritty kauttaaltaan spraymaalauksilla.



Kuva 2. Pumppuamoraakennus etelästä

Rakennus sijaitsee Saimaan rannalla puistoalueella ja kuvassa sen oikealla puolella nousee jyrkkä rinne Rakuunamäen kasarmialueen suuntaan. Rakennus



nuksen vieressä sijaitsee kiinteistöön kuuluva aidattu tenniskenttä, joka jää kuvassa rakennuksen taakse.

### 3.1 Kohteen historiaa

Rakuunamäen pumppuhuone valmistui vuonna 1892 vaikka sen rakentamisesta oli puhuttu jo kasarmialueen rakennushankkeen alusta eli noin vuodesta 1889 lähtien. Vesijohtohankkeen toteutumisen ongelmina pidettiin kustannuksia sekä kokemuksen puutetta järjestelmien rakentamisessa. (Immonen 1992, 175, 192.)

Kasarmialueen suunnittelijan arkkitehti Sebastian Gripenbergin mukaan vesihuollon järjestäminen alueelle oli vaikeaa, sillä puhtaan veden tarve oli niin suuri, ettei sitä olisi voinut täyttää kaivojen avulla. Hänen mukaansa vesi tuli juoksuputkaa kasarmialueelle sen länsipuolelta Saimaasta syvästä lahdesta. Gripenbergin mukaan paras mahdollinen keino puhtaan veden hankintaan oli rakentaa rannan läheisyyteen pumppuhuone, joka ottaisi putkea pitkin vettä Saimaasta ja jonka kautta vesi johdettaisiin maanalaista vesijohtoa pitkin kasarmialueelle vesisäiliöön. Hän esitti myös, että vesihuollon höyrykone olisi voinut tuottaa dynamon avulla sähköä valaistuksen tarpeisiin kun veden pumppaamiselle ei ollut tarvetta. (Immonen 1992, 181, 183.)

Tie- ja vesirakennuksen ylläpito tuotti ensimmäiset suunnitelmat vesijohtojärjestelmästä, mutta ehdotusta ei toteutettu, koska sen ei koettu olevan tyydyttävä. Lopulta järjestelmän suunnitteleminen ja kustannusarvion laatiminen annettiin tehtäväksi insinööri Robert Huberille. Ylläpito luotti Huberin useissa muissa vesijohtohankkeissa saamaan kokemukseen. Huberin ehdotus vuonna 1891 oli suuruudeltaan 64000 markkaa ja se hyväksyttiin senaatissa. Osaksi vesijohtojärjestelmää kasarmialueen lännen puoleiselle rannalle rakennettiin pumppuhuone sekä sen päätyyn asunto pumpunhoitajalle. (Immonen 1992, 192.)

Rakennus oli valmistuttuaan yksikerroksinen ja aumakattoinen. Rakennuksen toinen puoli oli rakennettu tiilestä ja toimi pumpun suojana. Asunto, joka oli valmistettu koneenkäyttäjälle, oli toteutettu puusta ja siihen kuului pumppaamoosan seinää vasten oleva eteinen sekä asunto, joka koostui eteisen viereisestä pienestä varastosta sekä keittiöstä ja tuvasta. Muurattu rakennuksen osa oli

pääosin koristelematon. Puusta valmistetussa rakennuksen osassa oli reunalistat sekä väliseinän sijainnin kertova laudoista valmistettu pilasteri. Julkisivuissa oli kolme ikkunaa, joissa kaikissa oli kuusi ruutua ja seiniä oli koristeltu kehyslaudoilla sekä ovenpielien laudoituksilla. Räystäään alla oli kaksi aukkoa ullakolle. (Immonen 1992, 213.)

Yleisten rakennusten ylihallituksen kuvauksen mukaan pumppuhuoneen pumppu oli neljän hevosvoiman Worthintonin suoraan vaikuttava höyrypumppu. Vesi-johto kulki noin 100 metrin päähän rannasta ja se oli suojattu jäitä vastaan. Pumppu nosti veden johtotorvea pitkin 200 metrin päähän ylämäkeen, jossa vesi säilöttiin tilavuudeltaan 60000 litraiseen lämmitettävään rautaiseen säiliöön. (Immonen 1992, 184.)

Alkuun pumppaamorakennus toimi alkuperäisen käyttötarkoituksensa mukaisessa käytössä, mutta pumppaamotoiminta lopetettiin myöhemmin 1900-luvun puolella. Puusta valmistettu rakennuksen osa on purettu ja rakennuksen muurattua osaa on laajennettu pohjoiseen päin. Pohjoista osaa on käytetty myöhemmin armeijan ammusvarastona sekä yleisenä varastona.

### **3.2 Projektin taustaa**

Pumppuhuoneen korjaushankkeen tarkoituksena on kunnostaa rakennus alueen yhteisön käyttöön. Rakennus ei nykyisellään sovi jatkuvaan käyttöön vaan se vaatii kattavia korjaustoimenpiteitä, joihin lukeutuvat muun muassa salaojittusten, vesikaton, ikkunoiden, ovien sekä lämpö-, vesi-, ilmanvaihto- ja sähköjärjestelmien laajamittainen uusiminen. Korjaushankkeen lisäksi rakennuksen yhteyteen suunniteltiin rantaraittiin rajautuva yleiseen käyttöön tuleva terassialue, jota esimerkiksi vierestä kulkevaa lenkkipolkua käyttävät ohikulkijat voivat käyttää levähtämiseen. Myös rakennuksen lähiympäristöä on tarkoitus siistiä asiaankuuluvasti. Rakennus ja sen ympäristö on tarkoitus kunnostaa niin, että paikalla voidaan järjestää erilaisia tapahtumia ja kokoontumisia. Rakennus sijaitsee keskellä puistoaluetta Saimaan rannan välittömässä läheisyydessä ja esimerkiksi talvella jäälle tehtävät hiihtoladut kulkevatkin aivan vierestä. Rakennusta onkin tarkoitus tulevaisuudessa hyödyntää myös talvella alueella järjestettävien talviharrastuksiin liittyvien tapahtumien yhteydessä.

## 4 Kohteen kuntoarvio

Opinnäytteen alussa kohteena toimineen pumppuhuonerakennuksen korjauskennushanke oli vielä lähtökuopissaan. Hankkeen aluksi kohteesta toteutettiin tilaajan toivomuksesta aistienvaarainen kuntoarvio, jonka yhteydessä rakennuksessa havaitut vauriot kartoitettiin ja niistä raportoitiin tilaajalle. Kuntoarvio tehtiin pääosin rakenteista eikä talotekniikkaa koskevia asioita huomioitu laajamittaisesti. Kuntoarvio ja sen raportointi pyrittiin toteuttamaan soveltuvin osin asiaan liittyvien RT- ja KH-korttien ohjeiden mukaisesti. RT- ja KH-kortit ovat tietokortteja, jotka sisältävät ohjeellisia menettelyitä eri rakentamiseen ja kiinteistönhuoltoon liittyvien tehtävien toteutukseen. RT-kortisto sisältää rakennusalan ohjekortit ja KH-kortisto sisältää kiinteistönhuollon ohjekortteja. Laadittu kuntoarvioraportti on esitetty liitteessä 1.

Rakennuksen vaurioita kartoittaessa kirjallisen kuvauksen lisäksi havainnot valokuvattiin myöhempää raportointia varten. Kaikki rakennuksessa ilmenneet vauriot kuvattiin kuntoarvioraportissa sanallisesti sekä kuvien avulla. Raportissa esitettiin myös kaikille vaurioille vähintään yksi ja joissain tapauksissa useampia korjausehdotuksia.

Kuntoarvion yhteydessä pyrittiin myös arvioimaan vaurioiden korjaustarpeen kiireellisyyttä. RT-korttien ohjeistuksesta huolimatta tätä arviointia ei kuitenkaan toteutettu niin sanottuihin kuntoluokkiin jakamisen avulla, koska suurin osa rakenteissa todetuista vaurioista veisi rakenteet suoraan alimpaan kuntoluokitukseen. Mikäli vaurion korjaamatta jättämisestä saattoi aiheutua vaaraa rakennuksessa tai sen ympäristössä kulkeville henkilöille, arvioitiin vaurion korjauksen tarpeen olevan välitön. Välitön korjaustarve oli kyseessä myös, kun korjaamatta jättäminen saattoi aiheuttaa rakenteiden vaurioiden pahenemista lähitulevaisuudessa. Visuaalisten vaurioiden, kuten haljenneiden tiilien ja muiden julkisivujen vaurioiden korjauksen, ei arvioitu olevan kiireellisiä vaan toteutettavissa myöhemmin tilaajan halutessa.

Osaan vaurioista oli esitetty korjausohjeita suoraan RT-kortistoista, jolloin korjausehdotukset pohjautuivat pitkälti RT-korttien ohjeisiin. Mikäli ohjeita ei löytynyt, suunniteltiin korjausehdotukset itse. Tärkeää oli, että menetelmät valittiin huo-

mioiden niiden toteutuskelpoisuutta. Kullekin vauriolle pyrittiin valitsemaan paras mahdollinen menetelmä niin, että toteutus parantaisi rakenteiden kuntoa ja käyttöikää sekä minimoisi vaurioiden uusiutumisen mahdollisuuden.

Kuntoarvion raportin ensimmäisillä sivuilla kuvattiin rakennuksen perustiedot. Tämän jälkeen siirryttiin raportointiosaan, jossa esiteltiin ensin tarkasteltu rakenne valokuvan ja tekstiselosteen avulla. Tämän jälkeen kuvailtiin vauriot järjestyksessä ja listattiin kullekin vauriolle arvio korjaustarpeen kiireellisyydestä sekä vauriolle suunnitellut korjausehdotukset.

Rakennuksessa havaittiin paljon eritasoisia vaurioita, jotka ovat pääosin seurausta vuosien mittaisesta kiinteistönhoidon laiminlyömisestä. Suurin osa havaituista vaurioista liittyi tiilipinnan rapautumiseen kosteuden ja ympäristön vaikutuksesta. Nämä vauriot ovat pääosin pinnallisia ja ainoa korjausvaihtoehto on yleensä vanhojen tiilien irrottaminen ja korvaaminen uusilla. Koska rapautumavauriot olivat pääosin seurausta kosteuden ja pakkasen yhteisvaikutuksesta, esitettiin myös korjausvaihtoehtoja, joiden tarkoituksena oli vähentää veden pääsyä rakenteisiin.

Rakennuksessa havaittiin myös muutamia vakavampia vaurioita. Rakennuksesta puuttuivat kokonaisuudessaan salaojajärjestelmät, viereinen mäki aiheutti ongelman keväisin sulamisvesien kanssa ja mäen puolella osa rakennuksen seinästä oli jäänyt maanpinnan alapuolelle. Tämän vaikutuksesta rakenteisiin oli alkanut muodostua leväkasvustoja ja seinä- ja alapohjarakenteiden sekä perustusten sisäinen kosteus on saattanut pysyä jatkuvasti korkeana. Tähän korjauksena suositeltiin maanpinnan alentamista ja rakennuksesta pois päin olevien luiskausten tekemistä sekä nykyaikaisen salaojajärjestelmän asentamista rakennuksen ympärille.

Myös rakennuksen vesikatto oli vuotanut ajan mittaan ja osa vesikaton alusrakenteista oli kosteuden vaikutuksesta lahonnut. Oletettavasti edellä mainitun seurauksena myös osassa rakennusta sijainnut alaslaskettu teräslevyrakenteinen sisäkatto oli romahtanut. Näiden korjaamisen taloudellisimmaksi toteutukseksi arvioitiin vanhojen rakenteiden purku ja korvaaminen uusilla nykyaikaisemmilla rakenneratkaisuilla.

Yhden rakennuksesta itään kohoavan rinteeseen puoleisen ulkoseinän ikkunan holvaus oli haljennut ja halkeama ulottui läpi koko seinärakenteen. Tällaisen vaurion korjaus toteutetaan rakennetta tukemalla. Seinän sisään voidaan esimerkiksi upottaa betonirakenteinen palkki tai tukea aukon ylitystä rakenteen ulkopuolisilla teräsprofiileilla. Rakennuksen sisäseinien rappaus oli lohkeillutta ja seinissä oli erilaisia läpivientejä ja reikiä, joiden tarkoitukset olivat epäselvät. Tällaiset vauriot hoituvat tarpeen mukaan reikiä täyttämällä ja rappausta uusimalla.

Rakennuksen ikkunat ja ovet olivat pääosin vaurioituneet korjauskelvottomiksi ja niiden vaihtaminen arvioitiin tarpeelliseksi, mikäli rakennusta haluttaisiin lämmittää. Myöhemmässä vaiheessa tilaaja päättikin poistaa vanhat ikkunat ja toisen ulko-oven ja korvata ne uusilla vastaavanlaisilla, mahdollisesti puusepäl-  
tä tilatuilla tuotteilla.

Kuntoarvion lopussa arvioitiin vielä mahdollisten rakennukseen toteutettavien kuntotutkimusten tarvetta. Vaurioiden kartoittamisen yhteydessä arvioitiin osan rakenteista olevan märässä tai kosteassa tilassa. Tämän takia suositeltiin, että rakenteista tulisi toteuttaa pintakosteusmittareiden avulla suoritettava kosteuden kartoitus. Rakennuksesta toteutettiin suosituksen mukaan kesällä 2017 pintakosteusmittareiden avulla kosteuskartoitus.

Kosteuskartoituksen mukaan osa rakennuksen tiiliseinistä oli märässä tilassa ja kohonneita kosteusarvoja löytyi myös lattiarakenteista. Rakennuksen tutkimiseen käytetyn pintakosteusmittarin antamat arvot olivat ulottuvuudettomia lukuarvoja, joiden avulla voitiin tutkia vain, että onko rakenteen pinnalla kosteutta vai ei. Näiden lukujen avulla ei ole kuitenkaan mahdollista arvioida mitään esiintyvän kosteuden määrästä. Koska suurin osa rakenteista oli kuivia, arvioitiin kosteuden poistuvan vähitellen korjaustöiden toteuttamisen jälkeen, kun rakennus on siirtynyt lämmitettäväksi. Kuntoarvioraportin lopussa pyrittiin saattamaan tilaajan tietoon myös muut mahdolliset puutteet liittyen muun muassa talotekniikkaan, sisäilmaan sekä alueen turvallisuuteen.

## 5 Käytetyt ohjelmistot

Tämän projektin aikana käytetyt tietokoneohjelmistot tulivat valituiksi pääasiallisesti tilaajan etukäteen tekemien sopimusten ja toiveiden mukaan. Mallinnuksen aikana ja tarpeiden täydentyessä jouduttiin myös etsimään uusia senhetkiin tarpeisiin vastaavia ohjelmia.

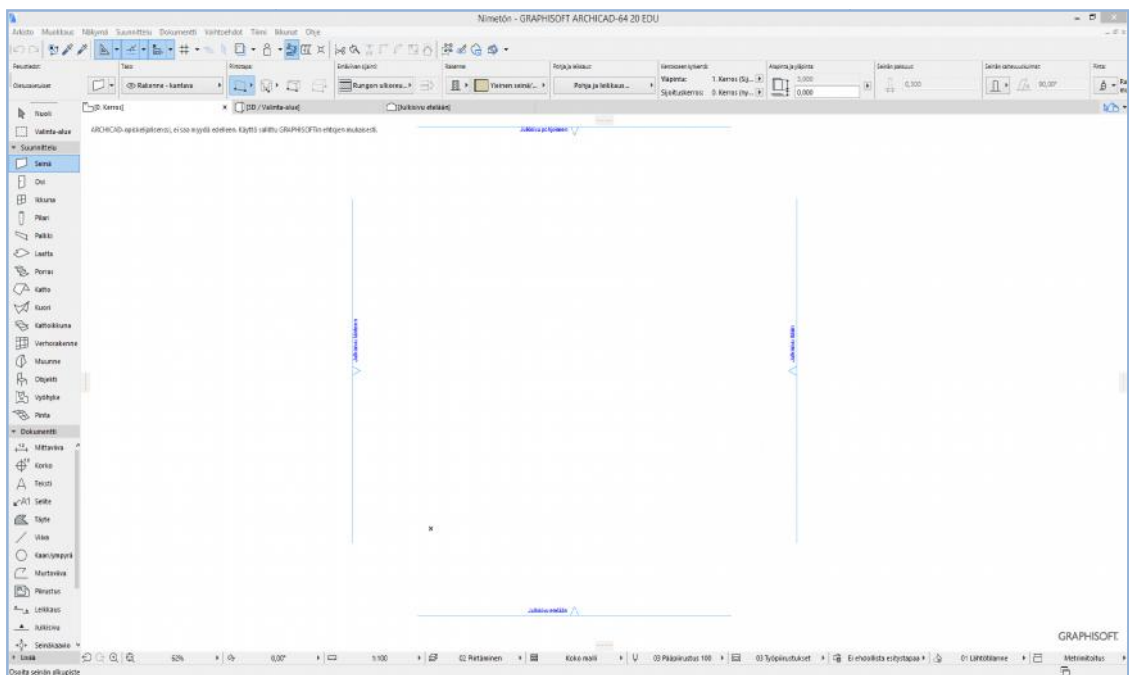
### 5.1 Graphisoft ArchiCAD 20

ArchiCAD on Unkarissa perustetun Graphisoftin valmistama mallinnusohjelma, joka on laajasti arkkitehtitoimistoiden käytössä myös suomessa. ArchiCAD pohjautuu eliöpohjaiseen suunnitteluun ja se on suunnattu lähes yksinomaan arkkitehtimallintamiseen. Eliöpohjaisuus tarkoittaa tässä yhteydessä, että viivojen piirtämiseen perustuvan perinteisen suunnittelutavan sijasta rakennukset mallinnetaan erilaisia muuttujia sisältävistä kappaleista. Viivojen piirtämisen sijaan rakennukset muodostetaan siis kolmiulotteisten tietoa sisältävien objektien kokonaisuuksina. Näitä eliöihin sisällytettäviä tietoja ovat esimerkiksi materiaalit ja materiaaliikohtaiset tiedot kuten rakennusaineiden tiheydet ja lämmönjohtavuudet.

Mallinnus ArchiCAD-ohjelmalla tapahtuu yleensä pääosin tasopiirustusnäkymissä, mutta työskentely on mahdollista ja usein tarpeellista myös 3D-näkymän kautta. Ohjelma luo automaattisesti valittujen asetusten mukaiset julkisivu- ja pohjapiirustukset rakennuksesta. Rakennuksesta voidaan myös luoda leikkauspiirustuksia valituista kohdista. Kaikki näiden automaattisten piirustusten kautta tehdyt muutokset päivittyvät suoraan malliin ja muihin piirustuksiin.

ArchiCAD sisältää 3D-mallinnuksen lisäksi paljon piirtotyökaluja, jotka antavat mahdollisuudet mallista luotujen piirustusten hiomiseen ja viimeistelyyn. ArchiCAD-malliin on myös mahdollista tuoda paljon ulkopuolista tietoa, kuten piste-pilviä, pintoja sekä ulkoisia piirustuksia tarpeen vaatiessa. Tässä projektissa kaikki kaksiulotteiset piirustukset luotiin ja viimeisteltiin käyttäen hyväksi mallinnusohjelman omia työkaluja. Piirustukset on mahdollista kääntää ohjelman kautta PDF-tulosteiden lisäksi myös DWG-muotoon, joka on perinteisten viivanpiirtoon perustuvien ohjelmistojen yleisin tiedostomuoto.

Seuraavassa kuvassa 3 on esitetty ArchiCAD-mallinnusohjelman aloitusnäky-  
mä. Perusnäkyssä näkyvä musta risti kuvaa mallin origoa, jonka ympärille  
mallin koordinaatisto muodostuu. Ohjelma luo automaattisesti kuvassa origon  
ympärillä näkyvät viivamaiset julkisivuobjektit, joiden kautta luodun mallin jul-  
kisivuja voidaan tarkastella. Myös julkisivuobjektien asetuksia ja esitysasua voi-  
daan muuttaa tarpeiden mukaan.



Kuva 3. ArchiCAD 20 aloitusnäky

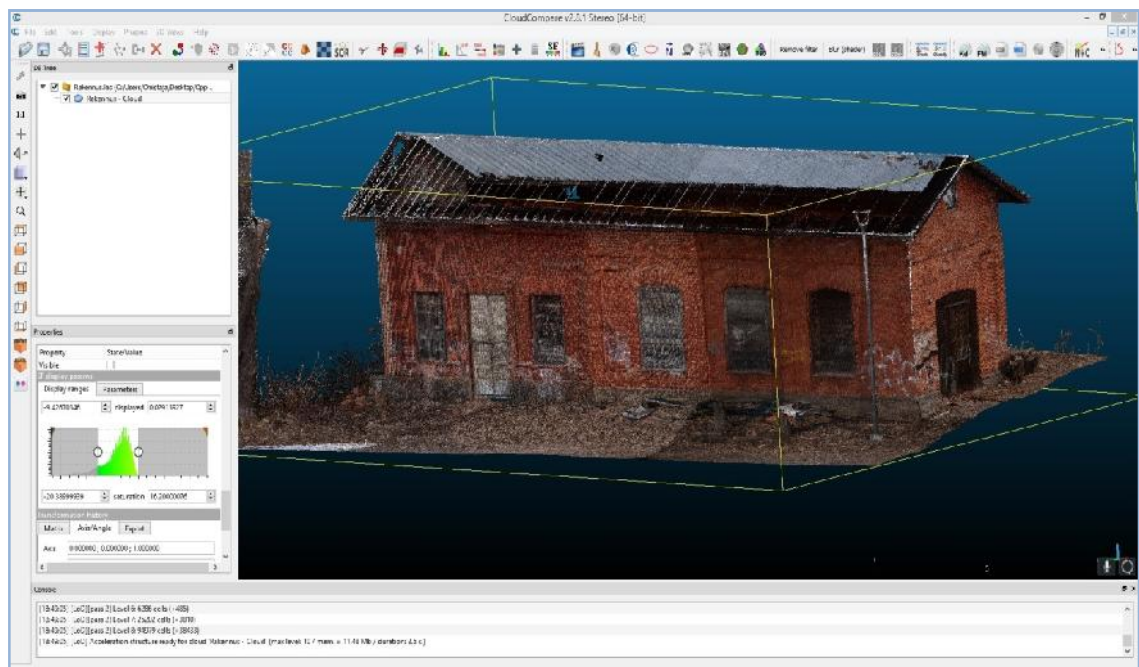
Ohjelmassa vasemmalla sivulla näkyvät ohjelman perusmallinnustyökalut, joi-  
den avulla mallintaminen ja piirustusten muokkaus pääasiassa toteutetaan.  
Tässä hankkeessa kaikki mallintaminen sekä piirustusten työstäminen tapahtui  
yksinomaan ArchiCAD-ohjelmaa hyödyntämällä.

Mallien tuottaminen ArchiCAD-ohjelmasta ifc-tiedonsiirtostandardin mukaiseen  
muotoon onnistuu valitsemalla mallia tallentaessa tiedoston muodoksi ifc-  
tiedoston. Ohjelman kautta voidaan myös vaihtaa ifc-tallentamisen asetuksia  
huomioiden ohjelmiston, jolla ifc-malleja on tarkoitus tarkastella. Näin tuotettu  
ifc-malli saadaan vastaamaan tarkemmin alkuperäismallia.

## 5.2 CloudCompare 2.8.1

CloudCompare on ilmaiseksi jaossa oleva avoimen lähdekoodin projekti, jossa ohjelmaa kehitetään yhteisön voimin ja käyttäjät antavat palautetta sen käytöstä. CloudCompare-ohjelma on tarkoitettu 3D-pistepilvien sekä kolmioverkkojen tutkimiseen ja jalostukseen. Se on alkujaan suunniteltu tuottamaan vertailuja esimerkiksi laserkeilaimella tuotettujen kahden tiheän pistepilven tai pistepilven ja kolmioverkon välillä. Myöhemmin ohjelmaa on laajennettu yleiseksi pistepilven jalostusohjelmaksi. Ohjelmalla pystytään vertailujen lisäksi myös hylkäämään ylimääräisiä hajapisteitä pistepilvistä pilven tiheyteen perustuen. (CloudCompare.)

Alapuoleinen kuva 4 on CloudCompare-ohjelman käyttöliittymästä, jossa yläpalkissa ovat ohjelman pääasialliset työkalut. Kuvassa vasemmalla näkyy kaksiulotteinen koordinaatisto, joka havainnollistaa kuvaajan ja värikoodien avulla pistepilven tiheyttä. Hajapisteiden poistaminen pilvestä tapahtuu juuri esitetyn kuvaajan avulla. Kuvassa ohjelmaan on viety eräs pumppuhuoneesta tuotettu pistepilvi.



Kuva 4. CloudCompare-ohjelmiston käyttöliittymä

CloudCompare-ohjelmisto kykenee tulkitsemaan laajan valikoiman erilaisia tiedostomuotoja sekä sen avulla voidaan muuntaa pistepilviä tiedostomuodosta



toiseen. Tässä projektissa mallinnuksen tukena käytetyt Lappeenrannan kaupungin mittaustoimelta saadut pistepilvet luovutettiin tiedostomuodoissa, joita ArchiCAD ei kykene lukemaan. CloudComparen avulla pistepilvet saatiin tallennettua ArchiCAD-ohjelmien kanssa yhteensopivaan muotoon.

### **5.3 Tekla BIMsight**

Tekla BIMsight on ohjelmistoyrityksen Tekla Oyj:n tuottama ilmainen ohjelma tietomallien tarkasteluun. BIMsightin kautta tehtyyn tiedstopakettiin voidaan sisällyttää IFC-mallien lisäksi myös tiedostoja sekä kommentteja. Ohjelmalla pystytään myös yhdistämään eri suunnittelualojen malleja sekä toteuttamaan tietomallien välisiä törmäystarkasteluja. Eri alojen suunnittelijat voivat myös viestiä mallin sisällä kommentointityökalujen avulla. BIMsight-tiedstopaketti on muuntojoustava eikä esimerkiksi IFC-mallin päivittäminen hukkaa tiedostojen ja elementtien välille luotuja yhteyksiä, jos elementit eivät kokonaan vaihdu.

### **5.4 BIMX**

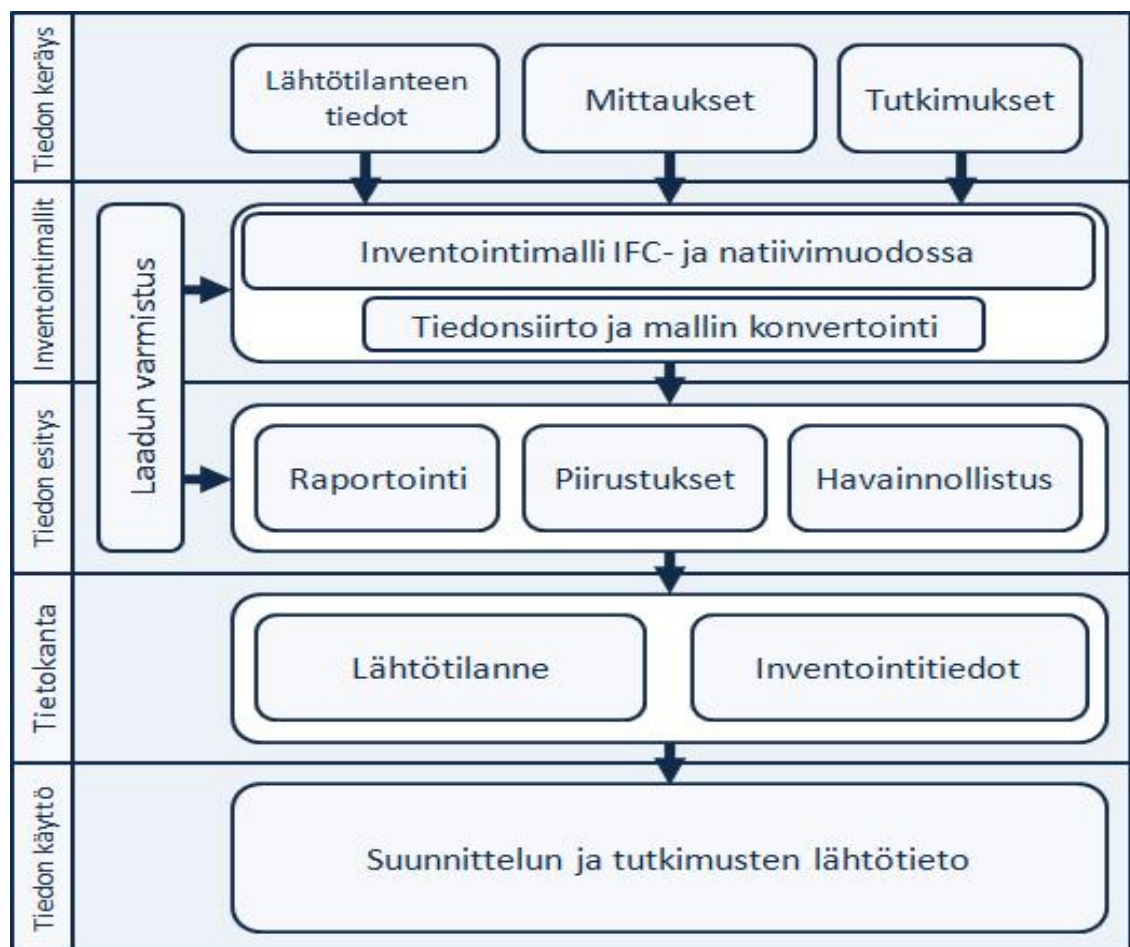
BIMX on ArchiCADin valmistajan Graphisoftin tuottama ohjelmisto ArchiCAD-ohjelmistoilla tuotettujen mallien tarkasteluun. ArchiCAD-ohjelmissa on toiminto, jolla voidaan julkaista BIMX-hypermalleja, joiden objektit ja pintojen tekstuurit vastaavat tarkasti ohjelmalla tuotettua alkuperäismallia. ArchiCAD-mallista tuotetut piirustukset voidaan lisäksi julkaisun yhteydessä sisällyttää BIMX-malliin. Ohjelmassa mallia tutkitaan 3D-ympäristössä ja siinä voidaan esimerkiksi tarkastella elementtien ominaisuuksia ja tarkistaa mitoituksia. Ohjelman avulla käyttäjä pääsee ikään kuin kävelemään alkuperäismallin sisällä.

## **6 Inventointimalli**

Tämän opinnäytteen pohjana toimineessa korjaushankkeessa tietomallin käyttö pyrittiin pitämään mahdollisimman laajamittaisena ja mallinnusta pyrittiin käyttämään suunnitteluvälineenä koko hankkeen ajan. Mallien tekemisessä päädyttiin käyttämään pääasiallisena työvälineenä Graphisoftin tuottamia ArchiCAD-ohjelmistoja. Opinnäytteen tilaaja oli ennen mallinnuksen aloittamista sopinut luvista ohjelmien käyttöön hankkeessa. Inventointimallia käytettiin alkuun lähin-

nä havainnollistamistarkoituksiin, mutta sen pääasiallinen tarkoitus oli toimia lähtötietoina tulevalle suunnittelulle sekä olla pohjana myöhemmin luotavalle suunnittelumallille.

Seuraava kaavio (kuva 5) kuvaa inventointimalliprosessia. Kaavio mukailee pääosin Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osassa 2 esitettyä tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheen inventointimallin kulkua. Myös tässä korjaushankkeessa inventointimallin kulku vastasi YTV 2012:n esimerkkiä.



Kuva 5. Inventointimallin kulku (YTV 2012, osa 2)

Inventointimallinnusprosessin alussa kerätään mallin tarkoitusta palvelevaa lähtötietoa kohteesta. Mallintamisen aloittamiseen tarvitaan vähintään mittaustiedot rakennuksen ulottuvuuksista ja arviot rakennusmateriaaleista sekä rakennekerroksista. Inventointimallia voidaan täydentää sen käyttötarkoituksen mukaan esimerkiksi rakennuksen lähtötilanteen tiedoilla, kuten kuntotiedoilla sekä rakennushistoriallisilla tiedoilla.

Inventointimallin luonnin yhteydessä kerätyt lähtötiedot yhdistetään yhteen kokonaisuuteen. Rakenteet mallinnetaan niistä tehtyjen tutkimusten ja mittausten perusteella. Natiivimallin lisäksi mallit tuotetaan yleiseen IFC-formaattiin tiedonsiirron helpottamiseksi. Mallista tuotetaan ulos mallin avulla jalostettua tietoa ja tiedot esitetään malleista tuotettujen dokumenttien avulla. Dokumentteja voivat olla erilaiset raportit, piirustukset ja havainnollistuskuvat. Yleistä laadunvarmistusta toteutetaan rinnakkain koko inventointimallinnuksen ajan.

Yleensä tuotetut tiedot jaetaan projektin osapuolille tallentamalla ne tietokantaan. Tässä projektissa ei ollut kuitenkaan käytössä tietokantamenettelyä vaan tiedot jaettiin verkossa ja siirrettävien USB-muistien avulla kokousten yhteydessä. Inventointimallia ja -tietoja käytetään pääasiallisesti jatkosuunnitelmien ja -tutkimusten lähtötietoina.

### **6.1 Inventointimallin lähtötiedot**

Yleiset tietomallivaatimukset julkaisusarjan osa 2 käsittelee lähtötilanteen mallinnusta, mallintamisen vaatimia tutkimuksia, tuotettavia dokumentteja sekä näiden sisällöllisiä vaatimuksia. Siinä mallintamisen lähtötiedot jaetaan kolmeen tasoon lähtötietojen hankintatavan mukaan. Tasoista ensimmäinen on vaatimuksiltaan alhaisin ja viimeinen kattavin. Taso 1 käsittää mallin muodostamisen lasermittauksen ja olemassa olevien piirustusten pohjalta. YTV 2012:n mukaan näiden mittausaineistojen perusteella tuotetut mallit eivät kuitenkaan ole geometrialtaan luotettavia, koska osissa tuotettuja etäisyysmittauksia on käytännössä mahdotonta yhdistää luotettavasti samassa koordinaatistossa. Taso 2 pitää sisällään täkymetrimittauksen. Taso 3 käsittää rakennuksen laserkeilauksen ja siinä lähtötietojen luotettavuus on suurin. (YTV 2012, osa 2.)

Tässä projektissa tilaaja ei asettanut lähtötiedoille vaatimuksia ja rakennuksesta ensimmäisenä tuotettu inventointimalli toteutettiin kokonaan paikalla suoritettujen mittausten perusteella. Rakennuksen pintojen monimuotoisuuden ja rakenteiden epämääräisyyden takia osa rakenteista oli kuitenkin mahdotonta mitata millitarkasti. Tämän perusteella lähtötiedot ovat siis Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osan 2 esittämän tason 1 mukaiset. Mittaukset tehtiin pääosin ennen mallinnuksen aloittamista, mutta mittauksia täydennettiin ja tarkistettiin mallinnuk-

sen edetessä. Rakenteet mitattiin nauhamittojen ja lasermittalaitteen avulla. Tämän jälkeen mitat merkittiin käsin kirjaamalla tilaajan rakennuksesta havainnollistustarkoituksessa laatimiin pohja- ja julkisivuluonnospiiirustuksiin. Rakennuksen ikkunat, ovet, uunit ja kiinteät hormit mitattiin samalla tavalla ja mitat merkittiin paikalla käsin piirrettyihin piirustuksiin.

Mallintamisen jo alettua saatiin projektiin käyttöön Lappeenrannan kaupungin kiinteistö- ja mittaustoimelta pistepilvimateriaalia alueen maastosta. Kasarmin aluetta oli laserkeilattu aiemmin keväällä 2016 Lappeenrannan kaupungin toimesta helikopterista käsin. Tästä suuresta pistepilvestä rajattiin haluttu osa projektin käyttöön. Tämän pilven luovuttamisen yhteydessä ilmoitettiin, että Lappeenrannan kaupungille oli pian tulossa erään yrityksen laserkeilainlaitteiston esittely ja koekäyttö ja pumppuhuonerakennus voisi toimia esittelyn demokohteenä. Tämän kalustoesittelyn ansiosta projektiin saatiin melko kattava pistepilviaineisto rakennuksen ulkopinnoista ja sen lähiympäristöstä.

Myöhemmin mallintamisen edetessä rakennuslupapiirustusten luonnin yhteydessä kiinteistö- ja mittaustoimi luovutti projektin käyttöön myös otteet alueen kaava- ja kantakartoista. Mallia tarkennettiin ja korjattiin aina, kun uusia aineistoja tuli käyttöön.

## **6.2 Inventointimallin mallitarkkuus**

Tämän projektin yhteydessä tuotettujen tietomallien tarkkuudet on pyritty toteuttamaan Yleiset tietomallivaatimukset 2012 mukaisesti. Tilaaja ei asettanut projektissa vaatimuksia mallien tarkkuudelle, mutta projektin edetessä vaatimukset kuitenkin täydentyivät tilaajan tarpeiden mukaan.

Inventointimallin luomisessa rakennuksen ikä ja rakennushistoriallinen arvo voivat vaikuttaa hyvinkin oleellisesti rakennuksesta toteutettavien inventointien ja inventointimallin tarkkuuteen. Tämän hankkeen yhteydessä tehdyssä inventoinnissa keskityttiin lähinnä rakennuksen kuntoon, rakenteisiin ja mittoihin eikä sen historiaa selvitetty laajasti.

Inventointimalli on malli, joka toteutetaan rakennuksesta tehtävien mittausten, tutkimusten ja rakennushistoriallisten inventointien pohjalta. Inventointimallissa

siis yhdistetään rakennuksesta hankitut lähtötiedot yhdeksi kokonaisuudeksi. Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osa 2 käsittelee inventointimallintamista ja inventointimallien tarkkuutta. Inventointimallia mallintaessa asetetaan mallin ja olemassa olevan rakennuksen välille vaatimuksia mallinnuksen mittapoikkeamia koskien. Täydelliseen mittatarkkuuteen pyrkimistä ei nähdä yleensä tarkoituksenmukaisena, sillä vanhat rakenteet ovat pääasiassa aina suhteellisen epämääräisiä. (YTV 2012, osa 2.)

Inventointimallit jaetaan Yleiset tietomallivaatimukset 2012 julkaisusarjassa myös tarkkuustasojensa mukaan kolmeen tasoon. Taso 1 eli tilamalli, on malleista yksinkertaisin ja siinä rakennuksesta mallinnetaan vain sen ulkovaippa yksinkertaistettuna sekä rakennuksen tilat vaatimuksineen tilaobjekteina. Piirustukset ovat tässä yhteydessä tarkkuudeltaan vain luonnostasoisia. Taso 2 vastaa tarkkuudeltaan rakennusosamallia ja on inventointimallinnuksen perustaso. Sen mukaisessa mallissa mallinnetaan kaikki rakennuksen tilat ja rakennusosat. Tässä tasossa inventointimallin rakennuksen osat mallinnetaan vielä pääosin ilman yksityiskohtia. Tämän tasoisesta mallista tuotettujen piirustusten tulee olla tasoltaan pääpiirustustasoisia, eli niiden tulee olla riittävän tarkkoja muun muassa rakennusluvan hakemiseen. Taso 3 on tasoista tarkin ja siinä tason 2 mallia tarkennetaan pintojen ja rakenteiden yksityiskohtaisuutta lisäämällä ja piirustusten tulee olla hyvin yksityiskohtaisia. (YTV 2012, osa 2.)

Tässä projektissa tuotettu inventointimalli on mallinnettu pääosiltaan tason 2 mukaan, mutta mallin yksityiskohtaisuutta on jouduttu tarkentamaan ainakin julkisivujen, ovien ja ikkunoiden osalta. Tasoon 3 ei ollut mahdollista päästä, koska tarkkuuden lisääminen olisi vaatinut käytännössä koko mallin tuottamista alusta lähtien pistepilven pohjalta. Pistepilven saamisesta projektiin ei ollut edes tietoa mallintamisen alussa. Mallista tilaajalle tuotetut piirustukset olivat pääosin pääpiirustustasoisia.

Tietomallintamisessa pääsuunnittelijan ja tietomallikoordinaattorin toteuttamien törmäystarkastelujen lisäksi tehtävä mallikohtainen laadunvarmistus on mallin luoneen suunnittelijan tehtävänä. Tässä korjaushankkeessa malleissa havaitut virheet korjattiin aina havaittaessa ja päivitettiin IFC-malleihin.

### **6.3 Mallinnustyökalut ja mallin sisältö**

ArchiCAD-ohjelma sisältää tarvittavat työkalut kaikkien mallin osien luomiseen. Myös monimutkaisten ja epämääräisten rakenteiden mallintamiseen löytyvät omat työkalunsa. Objektit luodaan omille tasoilleen ja nimetään sovittujen tunnistaiden mukaisesti. Tässä projektissa tasot muutettiin mallinnuksen jälkeen vastaamaan yleisesti käytössä olevaa Talo 2000 hankenimikkeistöä.

#### **6.3.1 Alueen malli**

Inventointimallin mallintamisessa rakennusta ympäröivä maasto mallinnettiin aluksi vain aivan rakennuksen läheltä Lappeenrannan kaupungilta saadun alueen pistepilven mukaisena. Inventointimallin maastomalli toteutettiin aluksi pienimuotoisena, koska maanpinnan luonti pistepilven perusteella olisi vaatinut senhetkisen tiedon mukaan koordinaattiobjektin luomista jokaisen pinnan luomiseen käytetyn pisteen kohdalle. Tätä samaa pistepilveä käytettiin myös aluksi rakennuksen koron määrittämisen apuna. Pistepilvi ei ollut mukana aivan projektin alussa, vaan rakennuksen mallinnus jouduttiin aloittamaan omaan korkeusasemaansa, ja rakennus siirrettiin oikeaan korkoon pistepilven saamisen jälkeen.

Tilaaaja esitti myöhemmin toivomuksen, että vierestä kulkeva rantaraitti näkyisi mallissa. Laajempi maastomalli luotiin alueesta vasta projektin myöhemmässä vaiheessa, kun käyttöön saatiin alueen virallista kanta- ja kaavakartta-aineistoa DWG-muodossa. Piirustukset tuotiin osaksi rakennuksen perustusten tason pohjanäkymää ja niitä käytettiin viitteinä maastomallin luomisessa. Käytännössä luotiin halutun kokoinen tasainen maastomalli, johon kopioitiin kantakartan korkeuskäyrät ja luiskaukset ja näiden korkeuskäyrien korkotasot muutettiin vastaamaan todellisuutta. Myös rakennuksen vieressä oleva tenniskenttä sekä Saimaan rantaviiva mallinnettiin kantakartan mukaan. Tätä maastomallia tarkennettiin sen jälkeen alueen pistepilven avulla mahdollisuuksien mukaan.

Korjauksen suunnittelussa tuli esille, että viereisen mäen vaikutuksesta rakennuksen perustuksille ja ulkoseinille aiheutuvaa kosteusrasitusta on vähennettävä huomattavasti. Tämän takia myös maastomallia päivittäessä jouduttiin myöhemmin laskemaan maanpinnan korkotasoja ja muokkaamaan maanpinnan

kaatoja. Myös osaa pintarakenteista rakennuksen ympärillä jouduttiin muokkamaan suunnitelmien edellyttämällä tavoilla. Malli pyrittiin lopulta saamaan vastaamaan Yleiset tietomallivaatimukset 2012 osan 2 mallitarkkuustasoa 2, mutta esimerkiksi kasvillisuuden mallintaminen maastomallin laajuuden takia olisi ollut lähes mahdotonta.

### **6.3.2 Perustukset**

Perustuksia ei mallinnettu, koska niistä ei ollut olemassa luotettavaa tietoa. Sokkelit mallinnettiin maanpinnan yläpuolisilta näkyviltä osiltaan. Sokkelit mallinnettiin paikalla tehtyjen mittausten perusteella seinä-työkalulla yhtenä rakennekerroksena.

YTV 2012 osa 2, joka käsittelee inventointimallintamista, ei ota kantaa perustusten mallintamiseen. Inventointimalli vastaa tarkkuudeltaan kuitenkin pitkälti arkkitehtimallia ja YTV 2012 osassa 3, Arkkitehtisuunnittelu, mainitaan, ettei arkkitehtimalliin tarvitse mallintaa perustuksia mutta sokkelirakenteet täytyy mallintaa maanpäällisiltä osiltaan (YTV 2012, osa 3).

### **6.3.3 Runko**

Rakennuksen muurattu runko on toteutettu lähes yksinomaan massiivirakenteina, jotka on valmistettu poltetuista punaisesta savesta valmistetuista täystiilistä kalkkilaastilla muurattuina. Rakennuksen kantavana runkona toimivat sen pidempien sivujen ulkoseinät ja myös ne on valmistettu punatiilestä.

Rakennuksen runko mallinnettiin paikalla tehtyjen mittausten mukaan. Rungon osat mallinnettiin niiden mallintamiseen tarkoitettujen työkalujen avulla. Mallia tarkennettiin hankkeen lopulla pistepilviaineistojen avulla. Rakennuksesta saatu pistepilviaineisto oli tuotettu kokonaisuudessaan vain rakennuksen ulkopuolelta. Kaikessa rakennuksen sisäpuolen mallinnuksessa käytettiin vain mittanauhojen ja lasermittarin avulla tuotettua aineistoa. Rungon rakennekerrokset mallinnettiin mittausten ja arvioiden perusteella. Rakennuksessa oli mallia toteuttaessa niin paljon pintojen vaurioita, että rakennekerrokset saatiin arvioitua melko luotettavasti.

Rakennuksen runkoon yhdistyvät hormirakenteet sekä uuni ovat muodoiltaan monimutkaisia ja ne on mallinnettu ulkomittojensa mukaisina ohjelman muunnettyökalulla. Tämän työkalun avulla voidaan mallintaa monimutkaisia vapaamuotoisia objekteja ja antaa niille omat materiaalitietonsa. Nämä objektit mallinnettiin omilla tunnistetiedoillaan ja omille tasoilleen.

#### **6.3.4 Julkisivut**

Rakennuksen ulkoseinien monimutkaisuus tuotti mallintaessa vaikeuksia sillä julkisivussa on paljon erilaisia syvennyksiä ja ulokkeita. Vaikka tämä monimuotoisuus oli mittauksissa kartoitettu melko laajamittaisesti ja sitä oli myöhemmin mahdollista pistepilvien avulla tarkentaa, oli toteutustavan löytäminen työlästä. Nämä yksityiskohdat oli kuitenkin tärkeää saada malliin muun muassa piirustuksia varten.

Esimerkiksi ulkoseinien vaakasuunnassa kulkevat ulokkeet toteutettiin luomalla ensin seinät maksimileveyteensä ja sen jälkeen muokkaamalla seinien poikkeileikkauksia. Pysty-ulokkeet ja syvennykset toteutettiin käyttämällä ohjelman ikkunakirjastosta löytyviä uloke- ja syvennysobjekteja. Myös aukotusten yläpuoliset muuratut holvirakenteet tuotiin objekteina ohjelman omista kirjastoista ja niiden muuttujia muokattiin tarpeiden mukaan.

Inventointimallia luodessa rakennuksen vanhat ovet pyrittiin mittaamaan karmeineen, ovilevyineen ja yksityiskohtineen mahdollisimman tarkasti. Myös ikkunat mitattiin karmeineen ja puitteineen. Koska rakennus on kaavan mukaan määrätty suojeltavaksi, myös rakennukseen tuotettavien uusien ikkunoiden tulisi kunnioittaa vanhojen tyyliä. Mallintaessa ikkunat mallinnettiin vanhojen ikkunoiden ulkomuotoa kunnioittaen niin tarkasti kuin mahdollista. Mallintaessa ovien ja ikkunoiden osat koottiin muokkaustasoon muunnettyökalulla ja ne tallennettiin mallin kirjastoon ovi- tai ikkunaobjekteina. Tällä tavalla ohjelma luo automaattisesti objektille tarvittavat reiät eikä niitä tarvitse leikata seinäobjekteihin erikseen. Myöhemmin näitä objekteja muokattiin kirjastosta käsin ja niille annettiin oikeat symbolit pohjapiirustuksiin. Nämä objektit eivät vastaa kuitenkaan tietosäällöltään täydellisiä objekteja ja niissä voi olla puutteita. Muuta tapaa saada ulkomuodoltaan yhteensopivat ikkunat ja ovet ei kuitenkaan löytynyt.



Myöhemmin tuotetussa rakennusosamallissa rakennuksen ikkunat ja toinen ulko-ovi pidettiin ennallaan, mutta rakennuksen päädyssä ollut suurempi ovi korvattiin uudella rakennuksen ulkonäköä kunnioittavalla ovella.

Hankkeen edetessä toteutusvaiheeseen on ikkuna- ja ovitilausten jälkeen mahdollista muuttaa näitä objekteja mallissa. Ikkunoiden ja ovien tuottajilla on usein laaja valikoima eri mallinnusohjelmia varten luotuja objekteja omista tuotteistaan. Malliin alunperin luodut karkeatasoiset ikkuna- ja oviobjektit on mahdollista korvata myöhemmin näillä valmistajan verkkosivuilta löytyvillä objekteilla sen mukaan, millaiset tuotteet rakennukseen on tilattu. Näin malli saadaan vastaamaan tarkasti todellisuutta.

### **6.3.5 Ala- ja yläpohjat**

Rakennuksen ala- ja yläpohjat mallinnettiin Yleiset tietomallivaatimukset ohjeiden mukaan laattatyökaluilla. Rakennuksen ala- ja yläpohjien rakenteet tulee mallintaa ja ne myös mallinnettiin omiin kerroksiinsa. (YTV 2012, osa 3.)

Ala- ja yläpohjat mallinnettiin aluksi paikalla tehtyjen mittausten perusteella ja myöhemmin kattorakenteita tarkennettiin pistepilven avulla. Yläpohjan kattorakenteet mallinnettiin tarkemmin vain näkyviltä osin, koska muualla niiden todentaminen ei ollut mahdollista. Alapohjan betonilaatan paksuus jouduttiin suurelta osin arvioimaan eikä laatan alapuolisesta rakenteesta ollut varmaa tietoa. Arviointiin kuitenkin, että vanhan rakennuksen betonista valettua alapohjalaattaa ei ollut eristetty. Tähän saatiin varmistus, kun löydettiin rakennuksen keskiosassa alapohjalaatassa reikä. Tämän reiän kautta voitiin myös tarkentaa arviota alapohjalaatan paksuudesta.

ArchiCAD-ohjelmassa on laattatyökalun lisäksi kattotyökalu, jolla voidaan luoda monimutkaisiakin kattoja. Rakennuksen katto mallinnettiin tällä työkalulla. Työkalulla luodut kattorakenteet tallentuvat kuitenkin laatoiksi, joten se ei ole ristiriidassa YTV2012-ohjeistuksen kanssa. Alaslasketut sisäkattorakenteet mallinnettiin laattatyökalulla lukuun ottamatta erästä teräskiskoista ja tiiliholvauksista toteutettua sisäkattoa.

### **6.3.6 Tilat**

Tilat on mallinnettava tilaobjekteina tilatietoineen (YTV 2012, osa 2). Tilat mallinnettiin ohjelman omalla vyöhyketyökalulla ja pohjapiirustukseen sijoitettiin tilojen vyöhykeleimat. Mallinnusohjelman vyöhykeleimojen tiedoista löytyvät valittavana ennalta säädetyt asetukset vyöhykeleiman muuttamiseen Suomessa käytettävään muotoon. Tilaobjektit määrättiin rajautumaan ympäröiviin rakenteisiin ja kattoon sen mukaan mitä pinta-alatietoa haettiin.

### **6.4 Pistepilven hyödyntäminen**

Mallintamisen loppupuolella mallintamisen avuksi saatiin pistepilviaineistoa. Yhtä pistepilveä lukuun ottamatta aineistot luovutettiin muodossa, jota ArchiCAD ei kyennyt tulkitsemaan. Pistepilvet vietiin CloudCompare-ohjelmaan, jonka avulla niitä tutkittiin ja pilvistä valikoitiin ne, joiden käyttö projektissa oli tarkoituksenmukaista. Tämän jälkeen valittuja pilviä jalostettiin ohjelman avulla. Ohjelmassa muusta pilvestä poikkeavia pisteitä rajattiin aineiston ulkopuolelle pilven pisteiden tiheyteen perustuen, eli sijainnissaan olennaisesti muista pisteistä poikkeavia pisteitä poistettiin pilvestä. Pilvet tallennettiin lopuksi mallinnusohjelman kanssa yhteensopivaan muotoon.

Rakennuksen malli oli tuotettu pääosin ennen pistepilven saantia ja se oli toteutettu omaan koordinaatistoonsa. Tämän seurauksena pistepilvi sijoittui malliin kaupungin koordinaatiston mukaisesti kauas mallista. Pistepilvi oli koordinaatiansa mukaisesti oikeassa korkeusasemassa. Pilvestä valittiin pohjapiirrosnäkyvässä rakennuksen nurkkapiste viitteeksi, jonka perusteella pistepilvi siirrettiin ensin mallinnetun rakennuksen kulmaan ja käännettiin paikalleen. Näin pilvi säilytti korkeusasemansa, vaikka sen sijainti tasossa muuttuikin.

Pistepilven sijoitus malliin jouduttiin toteuttamaan likimääräisenä, sillä rakennuksesta eikä pilvestä ollut tiedossa varmistettuja tunnettuja pisteitä, joiden sijainnit olisi ollut varmistettu samassa mittauskoordinaatistossa. YTV 2012-julkaisun mukaan pistepilvi tulisi sijoittaa tunnettujen pisteiden mukaan, mutta tässä projektissa niitä ei ollut tiedossa.

Pistepilveä käytettiin mallinnuksessa lähinnä maastomallin, rakennuksen julkisivujen ja vesikaton mallinnuksen tarkentamiseen sekä myöhemmin suunnitellun terassin sijoittamiseen. Pilveä käytettiin näissä tehtävissä lähinnä kartta-aineiston sekä mittaustulosten tukena.

## **6.5 Inventointimalli ja kuntoarvio BIMsight-ympäristössä**

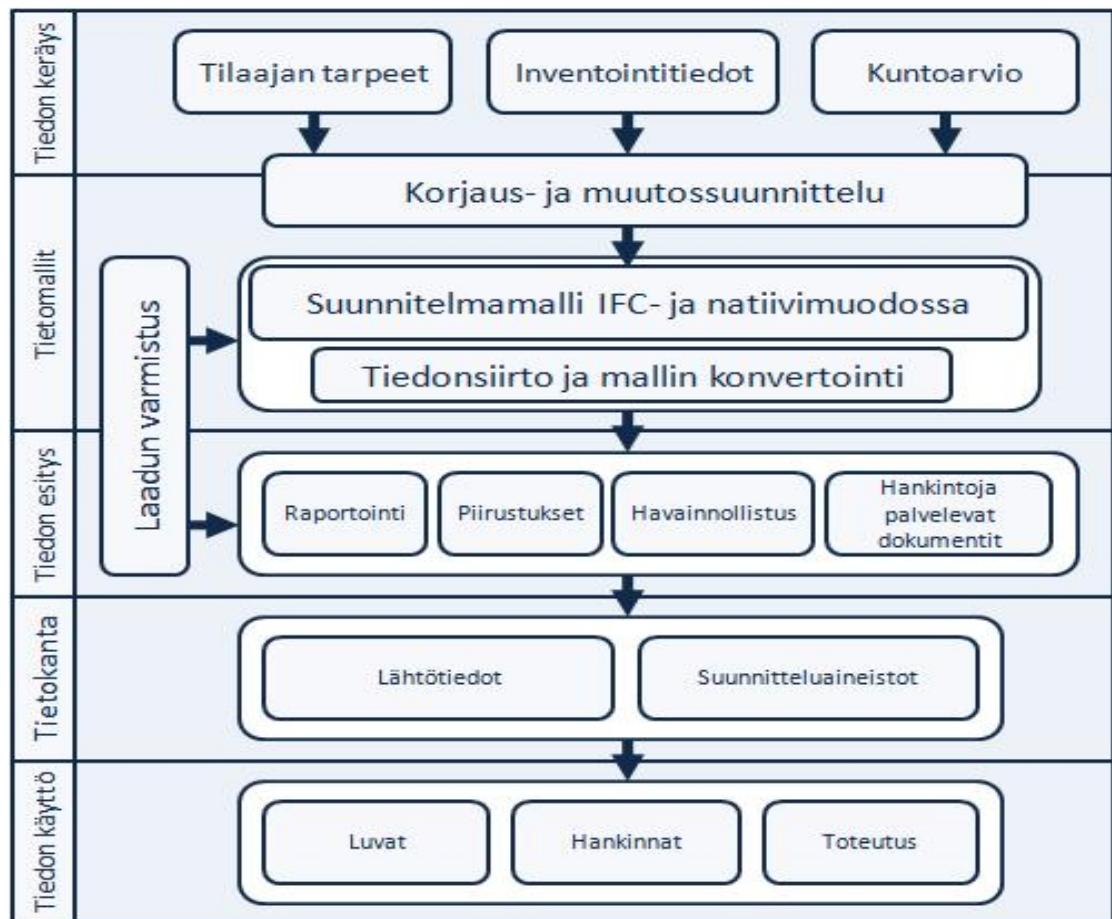
Rakennuksen kuntoarvion ja inventointimallin valmistuttua aineistot yhdistettiin Teklan BIMsight-ohjelmalla yhteen ympäristöön. BIMsight-pakettiin liitettiin rakennuksesta luotu inventointimalli IFC-muodossa, rakennuksesta tuotetun kuntoarvion raporttiosa sekä senhetkiset alustavat piirustukset.

Kuntoarviossa esitetyt rakenteiden vaurioista kertoneet sivut lisättiin malliin koko kuntoarvion lisäksi myös erillisinä sivuina. Nämä sivut liitettiin sen jälkeen mallissa kommentointi-työkalun avulla niihin rakenteisiin, joissa kuntoarviossa esitetty vaurio oli havaittu. Tämän tarkoituksena oli, että mallia voitiin käyttää havainnollistamaan rakenteiden vaurioita ja niiden sijainteja. Tätä pakettia päivitettiin hankkeen ja mallintamisen edetessä. Hankkeen edetessä pakettiin liitettyä IFC-mallia vaihdettiin moneen kertaan sekä vanhentuneita dokumentteja korvattiin uusilla.

Paketti päivitettiin lopuksi BIMsight-ohjelmalla yhdistelmämalliksi, johon lisättiin myöhemmin toteutettu suunnitelmamalli, maaston malli, piirustukset sekä kaikki hankkeessa tuotetut dokumentit. Mallien hyödyllisyyden lisäämiseksi hankkeen tilaajalle ohjeistettiin BIMsightin käyttöä. Tällä pyrittiin varmistamaan, että tilaaja pystyy tutkimaan mallia ja sen sisältämiä dokumentteja.

## 7 Suunnitelmamalli

Tässä korjausrakennushankkeessa suunnitteleminen ja suunnitelmien sovittaminen todelliseen ympäristöön toteutettiin suunnitelmamallin avulla. Suunnitelmamalli luotiin käyttäen pohjana rakennuksesta aiemmin luotua inventointimallia. Suunnitelmamallista luotiin tilaajalle rakennuslupakuvia, ikkuna- ja ovikaavioita sekä rakenneleikkauspiirustuksia. Seuraavassa kaaviossa (kuva 6) esitetään korjaussuunnittelun kulku. Prosessi muistuttaa joiltain osin aikaisemmin esitettyä inventointimallin kulkua, koska suurin osa suunnittelusta toteutettiin mallin avulla.



Kuva 6. Mallipohjainen korjaussuunnitteluprosessi

Korjaussuunnittelua ennen rakennuksesta tuotetut inventointitiedot kerättiin ja yhdistettiin inventointimalliksi. Samalla rakennuksesta tuotettiin aistienvaarainen kuntoarvio. Ennen suunnittelun aloittamista tilaaja esitti toivomuksiaan ja tarpeitaan rakennuksen korjaukseen ja jatkokäyttöön liittyen. Tilaajan esittämiä luon-

nospiirustuksia ja toiveita käytettiin muiden lähtötietojen ohessa pohjana korjaus- ja muutossuunnittelulle.

Korjaussuunnittelu alkoi jo kuntoarvion luonnin yhteydessä. Korjaussuunnitelmissa esitetyt muutokset päivitettiin suunnittelun edetessä inventointimalliin. Korjaustoimenpiteiden lisäksi tilaajan toivomuksesta rakennukseen suunniteltiin myös erilaisia muutostoimenpiteitä. Tässä tapauksessa muutokset suunniteltiin, sijoitettiin ja mitoitettiin toteutettuun inventointimalliin sen mittojen avulla. Mallit tuotettiin tilaajalle natiivi- sekä IFC-muotoon. Laadunvarmistuksessa suunnittelussa ja malliprosessissa havaitut virheet korjattiin havaittaessa ja korjaukset päivitettiin malleihin.

Kuntoarvion sisältämiä korjaussuunnitelmia lukuun ottamatta korjaus- ja muutossuunnitelmien dokumentit tuotettiin suunnitelmamallista. Tärkeimmät tuotetut dokumentit olivat tilaajan toivomilla muutoksilla varustetut pääpiirustukset, korjattujen ja säilyvien rakenteiden rakennetyyppiirustukset, ikkuna- ja ovikaaviot sekä mallinnusohjelman renderöintimootorilla tuotetut havainnollistuskuvat.

Tietokantaan tallentaminen on yleinen tapa jakaa tietoa rakennushankkeissa, mutta hankkeen pienimuotoisuuden takia sen sijaan kaikki tiedot jaettiin tilaajalle sähköisesti sekä tapaamisten yhteydessä siirrettävien USB-muistien avulla. Tuotettuja aineistoja tilaaja voi käyttää rakennuslupien hakemiseen, uusien rakennusosien tilaamiseen sekä toteutusvaiheessa korjaustyön ohjaukseen.

## **7.1 Suunnitelmamallin mallitarkkuus**

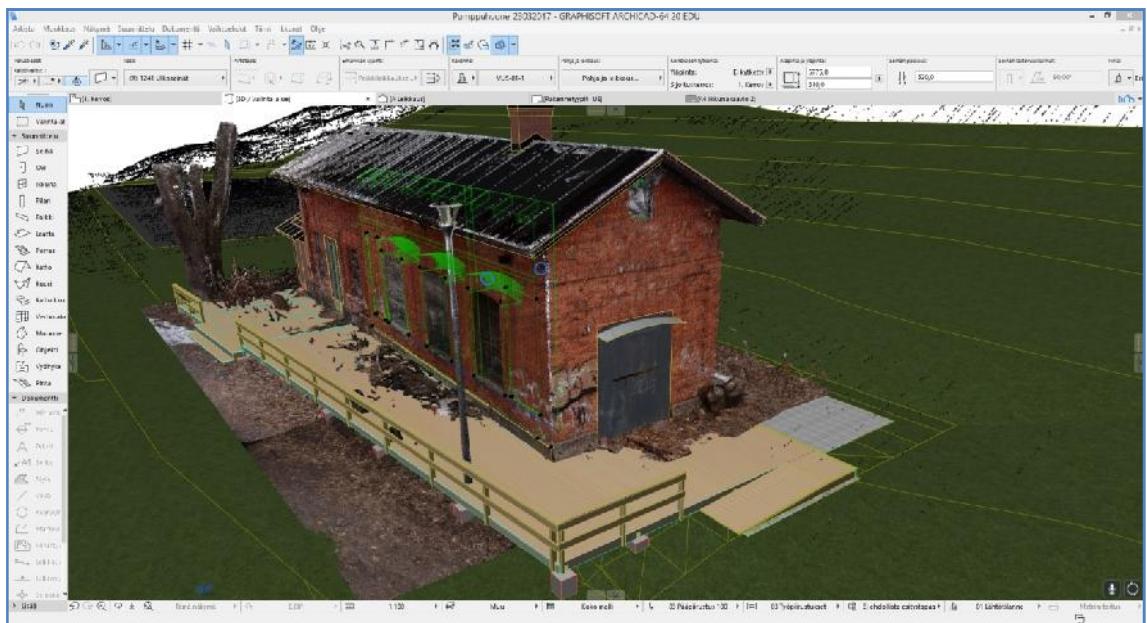
Projektissa tilaajalla oli selkeä näkemys rakennuksen tulevaisuuden käytöstä ja tarvittavista muutoksista. Tilaajan visioimat muutokset suunniteltiin mahdollisimman toteuttamiskelpoisiksi ja inventointimallia täydennettiin suunnitelmamalliksi tilaajan tarpeiden mukaisesti. Tämän mallin päätavoitteeksi asetettiin muutosten edellyttämien rakennuslupadokumenttien sekä muiden korjaushankkeessa tarvittavien dokumenttien tuottaminen. Suunnitelmamallin tuli siis olla riittävän yksityiskohtainen rakennuslupapiirustuksien laadintaan sekä siitä piti saada ulos tarvittavia korjaushanketta palvelevia aineistoja.

Rakennuslupatasoisen yleissuunnitteluvaiheen rakennusosamallin tarkkuutta käsitellään Yleiset tietomallivaatimukset 2012 julkaisun osassa 3, Arkkitehtisuunnittelu. Projektissa aiemmin tuotettu inventointimalli oli mallinnettu jo ennalta noudattamaan tarvittua tarkkuustasoa, joten vain toteutettujen muutosten tuli olla tarkkuudeltaan riittävät.

## 7.2 Suunnitelmamallin sisältö

Tilaaajan toivomusten mukaan rakennukseen suunniteltiin korjausvaiheen suunnitelmien lisäksi myös muutamia sen tulevan käyttötarkoituksen vaatimia muutoksia. Rakennuksen rannan puoleiselle sivulle suunniteltiin ja mallinnettiin rakennusta ympäröivä terassi. Terassin osat mallinnettiin niiden mallintamiseen parhaiten soveltuvien työkalujen avulla. Terassi sijoitettiin ja mitoitettiin vieressä kulkevaan rantaraittiin rajautuvaksi pistepilven ja kantakartan avulla.

Seuraavassa kuvassa 7 on esitetty rakennuksesta tuotettu suunnitelmamalli. Mallinnusohjelmassa valitut objektit näkyvät kuvan mukaisesti vihreillä ääri viivoilla. Kuvassa näkyy myös mallin sisälle viedyt pistepilvet rakennuksesta ja sen lähiympäristöstä.



Kuva 7. Hankkeen suunnitelmamalli

Rakennuksen pohjoiselle sivulle mallinnettiin alkuun myös katos polttopuita varten. Tämä kuitenkin poistettiin ja sen tilalle mallinnettiin puurunkoinen varistorakennus tilaaajan toivomilla mitoilla ja yksityiskohdilla. Varistorakennuksen ra-

kenneosien mallintamiseen käytettiin kunkin rakennusosan mallintamiseen tarkoitettuja työkaluja. Tilaajan vision mukaan rakennuksen eteläpäätyyn toteutetaan tulevaisuudessa kahviotila, joten malliin lisättiin myös kahvion vaatimia kalusteita. Mallinnuksen yhteydessä kalusteiden tilavaraukset olisi voitu merkitä suoraan piirustuksiin, mutta silloin ne eivät näkyisi mallissa eikä tilankäyttöä voisi havainnollistaa tehokkaasti. Kalusteet sijoitettiin Archicad-ohjelman sisäistä kirjastoista ennalta hahmotellun sijainnin mukaan.

Suuressa osassa rakennusta sisäkattorakenteiden oli todettu lahonneen aikaa myöten vesikaton vuotamisen takia ja ne oli suunniteltu purettaviksi. Purettavien sisäkattorakenteiden tilalle suunniteltiin ja mallinnettiin uudet lämmöneristetyt rakenteet ja vuotaneen vesikaton tilalle uusi nykyaikainen vesikattoratkaisu. Vain kiskojen avulla toteutettu muurausholvattu sisäkatto jätettiin paikalleen.

Suunnitelmien lähtötietoina käytettiin hankkeen alussa tuotettua inventointimallia sekä tilaajan hahmottelemia luonnoksia. Suunnittelu tapahtui mallintamisen yhteydessä ja suunnitelmat sekä dokumentit tuotettiin mallinnusohjelman avulla tietomallista. Kaikki suunnitelmamallin muutokset toteutettiin esteettömyys huomioiden muun muassa luiskien avulla.

### **7.3 BIMX-hypermalli**

ArchiCAD-ohjelman kautta voidaan julkaista perinteisten dokumenttien ja IFC-tiedostojen lisäksi myös BIMX-hypermalleja. BIMX-mallit ovat ArchiCAD-ohjelmistoon sidottuja, eikä kyseistä tiedostomuotoa voida tuottaa muista mallinnusohjelmista. Tämän seurauksena BIMX-malleja ei voida käyttää esimerkiksi muista ohjelmistoista tuotettujen mallien välisiin törmäystarkasteluihin.

Graphisoft on julkaissut erilaisia pääasiassa ilmaisia BIMX-ohjelmistoja, jotka toimivat tietokoneiden lisäksi myös tablet-tietokoneilla. Nämä ohjelmat on tarkoitettu yleensä vain mallien tarkasteluun. Ohjelmien avulla voidaan esimerkiksi liikkua mallin sisällä, tutkia mallia sekä toteuttaa mittauksia. Myös mallin esitystapoja voidaan muuttaa ja mallissa esitettäviä asioita voidaan piilottaa tarvittaessa sen mukaan mitä halutaan tutkia. Tablet-tietokoneille julkaistu ohjelma pystyy myös aukaisemaan mallin sisälle liitettyjä tiedostoja ja piirustuksia. Tämä

on hyvinkin käytännöllistä esimerkiksi suunnitelmien havainnollistamiseen hankkeen osapuolien välillä sekä työntekijöille työmaatoteutuksen aikana.

Tässä projektissa luotiin ja luovutettiin tilaajalle BIMX-malli rakennuksen suunnitelmamallista suunnitelmia havainnollistamaan. Tilaajaa myös opastettiin BIMX-tarkasteluohjelmiston käytössä, jotta he voivat hyödyntää mallia.

#### **7.4 Renderöinti**

Kuten useimmissa arkkitehtimallinnusohjelmissa, on myös ArchiCAD-ohjelmissa sisäänrakennettu renderöintimoottori, jolla voidaan tuottaa havainnollistuskuvia mallista. Ohjelmassa voidaan säätää kuvan tuottamisessa käytetyt asetukset vastaamaan kuvan käyttötarkoitusta. Asetusten avulla voidaan hallita muun muassa mallin esityksen tyyliä, kuvan laatua, kuvassa esitettävän taivaan esitysasua sekä valaistusta.

Alapuolella esitetty kuva 8 julkaistiin pumppuhuoneesta tehdyn lehtiartikkelin yhteydessä kesällä 2017. Kuvasta poiketen terassin läpi tulevat puut eivät kuuluneet enää lopullisiin suunnitelmiin.



Kuva 8. Pumppuhuoneen valkorenderöintikuva

Ohjelma tuottaa kuvat helposti haluttuun tiedostomuotoon ja kuvia voidaan hyödyntää erilaisiin havainnollistustarkoituksiin. Projektissa tilaajalle luovutettiin

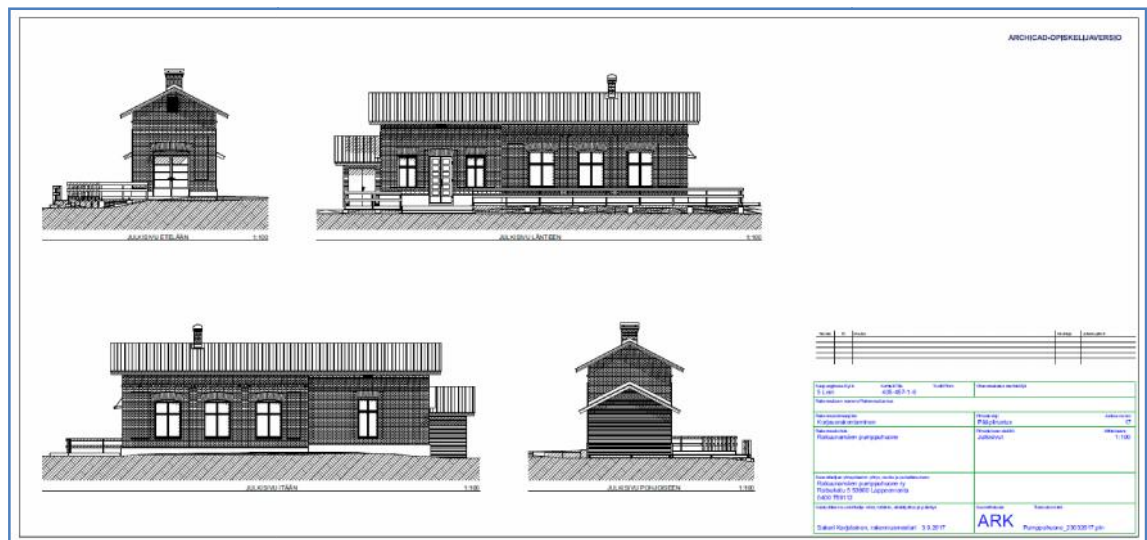


mallista tuotettuja kuvia, joita tilaaja käytti muun muassa suunnitelmien havainnollistamiseen museoviranomaisille sekä muuhun korjaushankkeen esittelyyn.

## 7.5 Suunnitelmamallin käyttö

Rakennuksesta tuotetun rakennusosamallin käyttö rajoittui tässä hankkeessa visualisointiin sekä dokumenttien tuottamiseen. Rakennusosamallista tuotettiin alkuun rakennusviranomaisten vaatimat piirustukset rakennuslupia varten. Tämä rakennuslupapiirustuspaketti koostui rakennuksen pohja-, julkisivu-, leikkaus- sekä asemapiirroksista. Tuotetut pääpiirustukset on esitetty liitteessä 2.

Hankkeen edetessä, mallin päivittyessä, myös piirustuksia jouduttiin päivittämään. Piirustuksia päivittäessä ongelmaksi muodostui se, että yksityiskohtien lisäämiseksi ja esitysasun oikeellisuuden vuoksi piirustukset oli jouduttu räjäyttämään eli piirustuksen suora yhteys malliin katkaisemaan. Tämän jälkeen piirustukset eivät enää päivittyneet automaattisesti mallin päivittyessä vaan jokaisen suunnitelmamuutoksen jälkeen jouduttiin tuottamaan myös uudet piirustukset. Seuraavassa kuvassa 9 on esitetty rakennuksen pääpiirustustasoiset julkisivut. Oikeassa yläkulmassa näkyy ArchiCAD-ohjelmiston opiskelijaversio-ve-sileima. Hankkeessa oli saatu lupa opiskelijaversio- käyttöön.

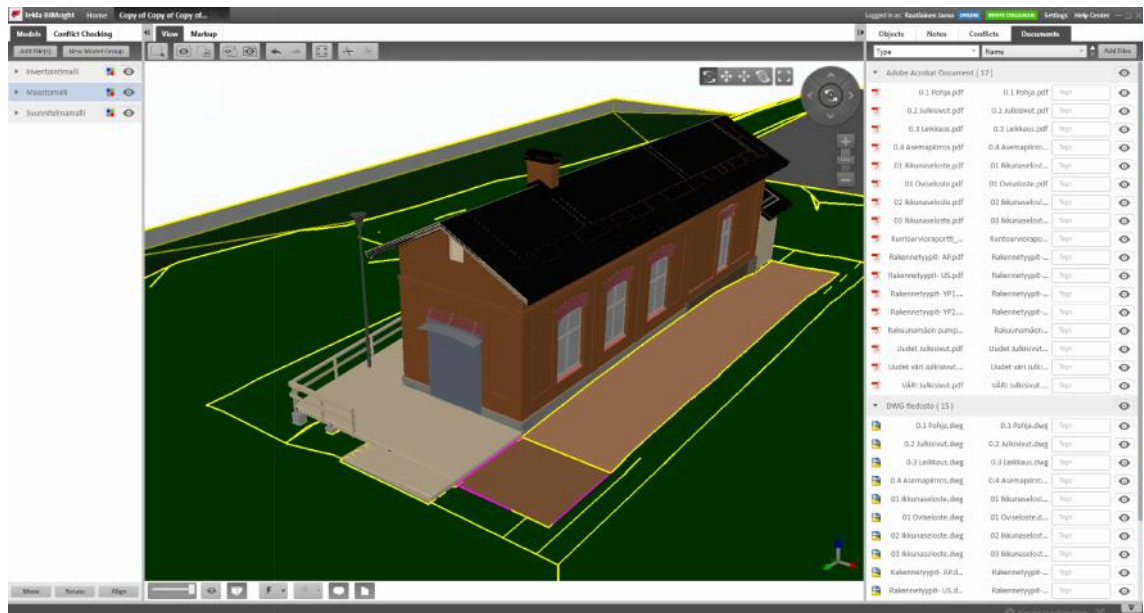


Kuva 9. Pumppuhuoneen julkisivupiirustukset

Rakennuksesta luotiin myös valokuvarenderöintikuvia ja aiemmista julkisivupiirroksista luotiin värilliset versiot museoviranomaisia varten. Renderöintikuvia käytettiin myöhemmin myös hankkeesta julkaistun lehtiartikkelin yhteydessä.

Rakennuksen vanhat ikkunat olivat pääosin purkukuntoisia ja korjauskelvottomia, joten mallista luotiin ovi- ja ikkunakaaviot uusien ikkunoiden ja ovien tilaamista varten lähetettäväksi tuotteiden toimittajille. Mallista luotiin tämän jälkeen myös rakennetyyppiirustukset tilaajan käyttöön. Näissä piirustuksissa esitettiin rakennuksen pääasiallisten rakenteiden rakennekerrokset sekä eri rakenteista lasketut U-arvot eli lämmönläpäisykertoimet. Kaikki piirustukset sekä päivitetty mallit liitettiin lopuksi aiemmin tuotettuun BIMsight-pakettiin ja vanha inventointimalli korvattiin päivitetty suunnitelmat sisältävällä rakennusosamallilla.

Seuraavassa kuvassa 10 on tilaajalle luovutettu lopullinen BIMsight-paketti, johon on sisällytetty kuntoarvioraportti, ArchiCAD-ohjelmalla tuotetut ifc-mallit sekä kaikki tilaajalle luovutetut piirustukset.



Kuva 10. Pumppuhuoneen lopullinen yhdistelmämalli

Kuvassa vasemmalla ylhäällä näkyvät paketin sisältämät mallit ja oikealla puolella on auki Documents-välilehti, jonka kautta voidaan tarkastella mallin sisältämiä dokumentteja.

## 8 Jatkoselvitysten ja -tutkimusten tarpeet

Tulevaisuudessa rakennukseen ja sen lähiympäristöön liittyen tulee tehdä lukuisia selvityksiä, jos rakennusta halutaan hyödyntää tilaajan visioimassa kahvio- ja tapahtumakäytössä. Rakennuksessa havaittiin siitä tuotettujen pintakosteusmittausten yhteydessä kohonneita kosteusarvoja. Siksi olisi hyvä toteuttaa kosteusmittaus uudelleen, kun rakennus on siirtynyt jatkuvaan lämmitykseen ja rakenteet mahdollisesti kuivaneet. Kosteuden esiintymisen takia myös sisäilman laatu tulisi tutkia ennen rakennuksen käyttöä julkisessa toiminnassa.

Kahviokäytössä viranomaisille tulee käyttötarkoituksia yksilöiden selvittää mahdollisen kahviotilan, terassin ja kokoustilojen paikkaluvut ja merkitä nämä piirustuksiin. Lisäksi julkisen rakennuksen tilat tulee toteuttaa esteettömiksi. Yleisessä käytössä rakennukseen tulee sijoittaa myös kiinteä WC-tila. Tässä yhteydessä tulee myös laatia selvitys rakennuksen vedenhuollosta ja lämmityksestä. Kahviokäytössä vaaditaan myös selvitykset mahdollisista myytävistä tuotteista, niiden raaka-aineista ja kypsennystavoista.

Pumppaamorakennuksen lähistöllä järjestettäviä tapahtumia koskien viranomaisille tehtävät selvitykset koskevat pääasiassa kulkuyhteyksiä, pelastussuunnittelua, mahdollisia meluhaittoja, tapahtumien aikana käytettävien väliaikaisten kuivakäymälöiden sijaintia, jätehuoltoa sekä alueen yleistä järjestystä. Myös rannan käytöstä rakennuksen toiminnan yhteydessä tulee hankkia viranomaislausunto. Koska kyseessä on suojeltu rakennus, täytyy kaikki toteutettavat rakenteelliset ja ulkonäölliset muutokset mukauttaa myös museoviranomaisien lausuntoihin.

## 9 Päätelmät ja yhteenveto

Hankkeen alussa työn pääasialliseksi tarkoitukseksi asetettiin toteuttaa tarvittavaa korjaussuunnittelua kohteesta tietomallinnusta hyödyntämällä. Kohteesta tarvittiin korjaushankkeen käyttöön aistienvaarainen kuntoarvio, rakennuslupakuvia sekä toteutusta palvelevia korjaussuunnitelmia ja dokumentteja.

Kuntoarvion yleisinä suuntaviivoina käytettiin RT-kortiston ohjeita, ja sen luominen niiden pohjalta oli yksinkertaista. Kohderakennus oli tiilirunkoinen, mutta rakennuksen rakennusmateriaalit eivät vaikuttaneet oleellisesti suunnitteluun tai mallinnuskäytäntöihin. Tiilirungon vauriot olivat pääosin yksinkertaisia, koska tiili kestää hyvin ympäristön rasitusta. Vaurioiden korjaukseen löytyikin lähes aina omat RT- ja KH-korttinsa. Useimmat vauriot olivat jollain tavalla kosteuden aiheuttamia, joten kosteusrasituksen poistaminen täytyi suunnitella tarvittaessa erikseen.

Ikkunoiden ja ovien kunnan arvioinnissa jouduttiin poikkeamaan RT-ohjeistuksista rakennusosissa ilmenneen erityisen puutteellisuuden vuoksi. Yleisestä käytännöstä eroten jokaisen vaurion korjaukseen suunniteltiin ja esitettiin korjausvaihtoehtoja jo kuntoarviossa. Kuntoarvioraportti jaettiin tilaajalle sen valmistuttua. Kuntoarvion toteutuksen aikana rakennus ja sen ympäristö oli täynnä erilaista jätettä, mikä vaikeutti vaurioiden havainnointia. Rakennuksen siivouksen jälkeen rakennuksesta ja sen lähiympäristöstä löytyikin lisää huomioitavaa ja kuntoarviota täytyi täydentää jälkikäteen.

Inventointimallin lähtötietoja lähdettiin keräämään samaan aikaan kuntoarvion lähtötietojen kanssa ja malli valmistui pian kuntoarvion raportin jälkeen. Mallia luodessa rakennuksen tiilirunkoisuus oli nopeuttava tekijä. Sen ansiosta seiniin mallinnettavien rakennekerrosten määrä väheni ja seinärakenteiden mallintaminen oli yksinkertaisempaa. Työmäärä toisaalta lisääntyi runsaasti monimutkaisten ja epämääräisten julkisivurakenteiden takia. ArchiCAD-ohjelmisto on kuitenkin riittävän joustava objektien muokkauksessa, joten tarvittavat yksityiskohdat saatiin mallinnettua. Malliohjelman omasta tietokannasta ei myöskään löytynyt ikkunoita eikä ovia, jotka olisivat vastanneet tarpeeksi läheisesti alkuperäisiä rakennusosia, joten ne jouduttiin kasaamaan mallissa mittauksen perusteella.

Suunnitelmamallia luodessa ongelmia ilmaantui piirustusten luomisessa. Piirustusten ja mallin välinen yhteys täytyi rakennuslupakuvien luonnin yhteydessä katkaista, jotta kuvien esitysasu saatiin vastaamaan viranomaisvaatimuksia. Jos suunnitelmia jouduttiin tämän jälkeen muuttamaan tai hiomaan, täytyi jokainen piirustus luoda uudelleen. Projektin lopussa malleista saatiin tuotettua kaikki tavoitteenmukaiset dokumentit ja piirustukset tilaajalle. Kaikki tiedostot yhdistettiin ongelmitta Tekla BIMsight-ohjelmalla yhdeksi kokonaisuudeksi, joka luovutettiin tilaajan käyttöön. Malleista tuotetut dokumentit vastasivat ennalta asetettuja tavoitteita.

Suunnittelun lisäksi mallien toissijainen käyttötarkoitus oli suunnitelmien havainnollistamisessa. Mallit tuotettiin tiedostomuotoihin, jotka tilaaja voi avata ilmaisilla tarkasteluohjelmistoilla. Tarkoituksena oli mahdollistaa niiden käyttö myös toteutusvaiheessa. Suunniteltua korjauksen jälkeistä tilannetta havainnollistettiin museoviranomaisille mallista tuotetuilla renderöintikuvilla. Kuvia julkaistiin myös hankkeesta kertovien lehtiartikkelien yhteydessä. Mallinnus toteutettiin mukailemalla Yleiset Tietomallivaatimukset 2012 julkaisusarjan ohjeistuksia. Ohjeistukset toimivat sovelletuilta osiltaan hyvänä pohjana mallinnusprosessille ja niitä käytettiin varmistamaan, että tilaajalle muotoutuu tavoitteenmukainen lopputuote. Tämä korjaushanke oli hyvin pienimuotoinen, mutta ohjeiden hyödyllisyys korostuu hankkeen kokoluokan kasvaessa.

Tilaajan kokemukset mallinnuksesta olivat pääasiallisesti positiivisia. Ainoa suurempi ongelma tilaajaosapuolen kanssa oli mallinnusohjelman tuottamien DWG-tiedostojen avauksessa. ArchiCAD-ohjelma ilmeisesti pakkaa tuottamansa DWG-tiedostot ja tämä aiheutti ongelmia pääsuunnittelijan ohjelmistojen kanssa. Ongelma saatiin ratkaistua kun pääsuunnittelija sai käyttää erään suunnittelutoimiston AutoCAD-ohjelmia.

Hankkeessa mallien käytön ongelmaksi voi muodostua tilaajaosapuolen vähäinen kokemus tietomalleista ja mallien jatkokäyttö voi olla vähäistä. Parhaan hyödyn mallista saisi, jos sitä päivittäisi toteutuksen yhteydessä vastaamaan lopputulosta. Silloin malli olisi hyödyllinen apuväline ylläpidossa ja mahdollisissa uusissa korjaushankkeissa.

## **Kuvat**

Kuva 1. Talonrakennushankkeen tietomallirakenne (YTV 2012, osa 3), s. 10

Kuva 2. Pumppaamorakennus etelästä, s. 16

Kuva 3. ArchiCAD 20 aloitusnäky, s. 23

Kuva 4. CloudCompare-ohjelmiston käyttöliittymä, s. 24

Kuva 5. Inventointimallin kulku (YTV 2012, osa 2), s. 26

Kuva 6. Mallipohjainen korjaussuunnitteluprosessi, s. 36

Kuva 7. Hankkeen suunnitelmamalli, s. 38

Kuva 8. Pumppuhuoneen valkorenderöintikuva, s. 40

Kuva 9. Pumppuhuoneen julkisivupiirustukset, s. 41

Kuva 10. Pumppuhuoneen lopullinen yhdistelmämalli, s. 42

## Lähteet

CloudCompare. Presentation

<http://www.cloudcompare.org/>. Luettu 14.6.2017

Graphisoft. COMPANY HISTORY

[http://archicad-talk.graphisoft.com/files/graphisoftshort\\_182.pdf](http://archicad-talk.graphisoft.com/files/graphisoftshort_182.pdf). Luettu 14.6.2017

Immonen, O. 1992. Lappeenrannan varuskuntahistoria. Karjalan kirjapaino. Lappeenranta

Lehtoviita, T. & Kainulainen, A. & Kemppe, J. 2015. PYSYVÄÄ TIETOMALLIOSAAMISTA RAKENNUSALAN TOIMIJOILLE ETELÄ-KARJALASSA - Tietomallien käyttömahdollisuudet rakennushankkeissa. Saimaan Ammattikorkeakoulu.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87581/Julkaisu1.pdf?sequence=1>. Luettu 9.7.2017

YTV 2012, osa 1, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 1. - Yleinen osuus.

[https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_1\\_yleinen\\_osuus.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf). Luettu 15.6.2017

YTV 2012, osa 2, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 2. - Lähtötilanteen mallinnus.

[https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_2\\_lahtotilanne.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_2_lahtotilanne.pdf). Luettu 15.6.2017

YTV 2012, osa 3, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 3. - Arkkitehtisuunnittelu.

[https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_3\\_ark.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_3_ark.pdf). Luettu 15.6.2017

YTV 2012, osa 11, Yleiset tietomallivaatimukset 2012 Osa 11. - Tietomallipohjaisen projektin johtaminen.

[https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_11\\_projektin\\_johtaminen.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_11_projektin_johtaminen.pdf). Luettu 22.8.2017



|  |                              |            |  |
|--|------------------------------|------------|--|
| K.osa/Kylä<br>Leiri                      | Kortteli/Tila<br>405-457-1-6 | Tontti/nro | Juoks. nro<br>1                                  |
| Rakennustoimenpide<br>Kuntokartoitus     |                              |            | Asiakirjan nimi<br>Raportti                      |
| Rakennuskohde<br>Rakuunamäen pumppuhuone |                              |            | Asiakirjan sisältö<br>Aistienvarainen kuntoarvio |
| Laatija<br>Jarno Rautiainen              | Pvm.<br>5.4.2017             |            |  |



## Sisällys

|   |    |
|---|----|
| 1. Kuntoarvioinnin tehtävä ja tehtävän lähtötiedot..... | 3  |
| 1.1 Perustiedot.....                                    | 3  |
| 1.2 Lähtötiedot.....                                    | 3  |
| 1.3 Korjaustarpeen arvioiminen .....                    | 3  |
| 2. Rakenteet .....                                      | 4  |
| 2.1 Yleistä.....  | 4  |
| 2.2 Alapohja .....                                      | 4  |
| 2.3 Ulkoseinät.....                                     | 4  |
| 2.4 Yläpohja .....                                      | 4  |
| 3. Havainnot .....                                      | 5  |
| 3.1 Alueosat ja aluevarusteet.....                      | 5  |
| 3.2 Perustukset.....                                    | 8  |
| 3.3 Vesikatto.....                                      | 11 |
| 3.4 Ulkoseinät.....                                     | 12 |
| 3.5 Alapohjat .....                                     | 29 |
| 3.6 Alakatot .....                                      | 31 |
| 3.7 Väliseinät.....                                     | 35 |
| 3.8 Uuni .....  | 38 |
| 3.9 Ulko-ovet.....                                      | 39 |
| 3.10 Ikkunat.....                                       | 43 |
| 3.11 Hengitysilma.....                                  | 52 |
| 3.12 LVIS- Järjestelmät.....                            | 52 |
| 3.13 Turvallisuusriskit.....                            | 52 |
| 4. Yhteenveto.....                                      | 52 |

## 1. Kuntoarvioinnin tehtävä ja tehtävän lähtötiedot

Tässä kuntoarvioinnissa on tehtävänä suorittaa aistienvarainen, pääosin silmämääräinen kuntoarvio kohteesta rakenteita vahingoittamatta tai niitä aukaisematta.

### 1.1 Perustiedot

|                     |   |
|---------------------|---|
| Valmistumisvuosi    | 1892  |
| Vuokranantaja       | Lappeenrannan kaupunki<br>Teknisen toimen kiinteistö- ja mittaus-toimi<br>PL 38; Villimiehenkatu 1<br>53101 Lappeenranta<br>Y-tunnus: 0162193-3 |
| Vuokraaja           | Rakuunamäen Pumppuhuone ry<br>Rekisterinumero 217.950<br>c/o Juhani Sirkiä<br>Ratsukatu 5,<br>53600 Lappeenranta                                |
| Katselmuksen tekijä | Jarno Rautiainen<br>Pajatie 69<br>54850 Kuukanniemi<br>p. 0409681065  |

### 1.2 Lähtötiedot

Rakennus on valmistunut vuonna 1892 ja se toimi pumppaamorakennuksena veden pumppaamiseen ympäröivän varuskunta-alueen vesihuollon verkkoon. Pumppaamotoiminta lopetettiin, mutta lopetusvuosi ei ole tiedossa. Pohjoisen puoleinen osa rakennuksesta on silmämääräisesti arvioiden rakennettu aikaisemmin ja rakennusta on laajennettu myöhemmin etelään päin. Pohjoisen puoleista osaa rakennuksesta on käytetty aikanaan muun muassa ase- ja ammusvarastona.

### Käytetyt menetelmät

Paikan päällä suoritettu katselmus toteutettiin silmämääräisenä arviointina. Huomiot valokuvattiin ja epäkohdat kirjattiin tähän raporttiin valokuvineen ja selostuksineen.

### 1.3 Korjaustarpeen arvioiminen

Tässä raportissa on arvioitu kullekin vauriotyypille tai korjauskohteelle oma korjaustarpeensa sen mukaan kuinka kiireiseksi vaurion korjaus on arvioitu. Tarpeen arvioinnissa voi olla myös täydentävää tekstiä tai korjaustarve voi olla sidottu muiden vaurioiden korjaukseen. Vaurioille on myös ehdotettu yhtä tai useampaa korjaustapaa. Nämä on listattu heti vaurion kuvauksen jälkeen.

#### Välitön korjaustarve

Mikäli vaurion korjaamatta jättäminen voi aiheuttaa vaaraa alueella tai rakennuksessa liikkuville henkilöille tai merkittävästi pahentaa vaurioita muissa rakennuksen osissa on se korjattava tämän arvion mukaan heti kun suinkin mahdollista.

#### Pikainen korjaustarve

Korjataan mielellään noin vuoden sisällä.

#### 0...5 vuoden korjaustarve

Suuri osa vaurioista, jotka ovat esimerkiksi visuaalisia eivätkä korjaamattomana heikennä rakennuksen kuntoa entisestään menevät tähän luokitukseen.

## 2. Rakenteet

### 2.1 Yleistä

Rakennetiedot ovat suuntaa antavat, ja ne on saatu kohteesta tehtyjen silmämääräisten havaintojen, sekä vanhojen piirustusten perusteella.

Rakennus on tiilirakenteinen. Vesikattona on profiilipelistä valmistettu harjakatto. Alapohjana toimii maanvaraisena valettu betonilaatta. Rakennus on yksikerroksinen ja se sijaitsee jyrkän rinteen alapuolella. Rakennuksen alkuperäiset ikkunat ovat olleet tyyppillisiä 1940 -luvun mallisia kaksinkertaisia sisään-ulos-aukeavia puu-ikkunoita, joiden puitteet koostuvat ruuduista.

### 2.2 Alapohja

Alapohjina toimivat maanvaraisena valetut betoniset laatat, joiden alapuolisista rakenteista ei ole varmaa tietoa (maanvaraisuus arvioitu eräässä alapohjassa olevasta reiästä). Alapohjalaatat sijaitsevat toisiinsa nähden eri tasoissa. Alapohjalaatat sijaitsevat ympäröivän maanpinnan alapuolella rakennukseen päin viettävän rinteen vieressä.

### 2.3 Ulkoseinät

Ulkoseinät ovat muurattuja massiivisia tiiliseiniä puhtaaksi muuratuilla julkisivuilla ja ne on tasoitettu sisäpuolelta kipsitasoitteella tai vastaavalla. Tasoite on päälle maalattu.

### 2.4 Yläpohja

Yläpohjana on harjakatto. Vesikate on peltiprofiilia. Vesikatto ei ole alkuperäinen vaan sitä on korjattu. Korjausajankohta ei ole tiedossa. Katon alapuolella ei näytä olevan aluskatetta. Yläpohjan eristeestä ei ole tietoa. Osassa rakennusta alakattona toimii tiilestä teräsprofiilien varaan muuratut holvikaaret. Toisessa osassa alakatto on valmistettu teräslevyistä joiden yläpuolella on puinen ristirimoitus ja umpilaudoitus. Umpilaudoituksen yläpuolisesta rakenteesta ei ole varmuutta.

### 3. Havainnot

#### 3.1 Alueosat ja aluevarusteet



Rakennuksen ympärillä ei ole tämän hetkisen tiedon mukaan olemassa minkäänlaisia salaojia. Rakennus sijaitsee jyrkästi viettävän rinteiden alapuolella ja sade- sekä sulamisvedet keväällä jäävät seisomaan seinien vierille. Seinille on alkanut kerääntymään levä- tai sammalkasvustoja. Muuraus on lohkeillutta, ilmeisesti kosteuden ja pakkasen yhteisvaikutuksesta. Lisäksi myös alapohjan betonilaatat ovat maanpinnan alapuolella.

**Korjaustarve**

Välitön korjaustarve. Kuntoluokka 1.

**Korjausehdotus**

Kaivetaan maanpintaa rakennuksen ympäriltä alaspäin niin, että ulkoseinien alapinta on vähintään 200...300 mm korkeudella maanpinnasta. Maanpinnan kaadot toteutettava niin, että pinta kaataa pois rakennuksen vierustoilta. Asennetaan salaojitukset perustusten alapinnan tasoon.

Asennetaan patolevyt perustusten ulkopintoihin hieman maanpinnan yli.

Tiilipinnat puhdistetaan levästä/sammalesta. Tähän tarkoitukseen on valmistettu erilaisia kemiallisia aineita, mutta on tärkeää selvittää vahingoittavatko ne muurausta.

Lohjennelle tiilille on esitetty korjausehdotus myöhemmässä vaiheessa.

Kesällä 2017 pumppuhuoneen vierestä rakennuksen mäen puoleiselta sivulta pohjoiselta kulmaukselta paljastui vanha tunneli jonka kautta vanhat vesihuollon putkistot ovat ilmeisesti kulkeneet ja joiden kautta vesi on saatettu pumpata kasarmialueelle. Tunnelissa näyttäisi olevan betoninen kansirakenne, jonka päälle on muurattu paksumpi tiilirakenne. Tunneli on halkaisijaltaan noin metrin.



Joku on luultavasti alkukesällä tai keväällä kävellyt alueella ja astunut tunnelin kohdalle, jolloin tämä kansirakenne on pettänyt ja romahtanut sisäänpäin. Tällä kohdalla on myös saattanut olla jokin ohuempi, poistettavissa oleva kansirakenne, jonka kautta tunnelia on päässyt tutkimaan jos vedenhuollon kanssa on ongelmia. Tämä olisi selitettävissä sillä, että oikeanpuoleisen kuvan betoni ja tiilipinnat ovat suoria, eivätkä vaikuta vaurioituneilta.

**Korjaustarve**

Välitön korjaustarve.

**Korjausehdotus**

Selvitetään tunnelin kulkusuunta ja sisältö maanrakennustöiden yhteydessä kaivamalla tunnelia pidemmän matkaa esiin maakerrosten alta. Mikäli tunneli kulkee oikeaan suuntaan ylämäkeen on selvitettävä sen soveltuvuus rakennuksen uuden vesijohdon ja viemäröinnin sijoittamiseen.

Rakennus kunnostetaan yhteisölliseen tarkoitukseen joten myös selvitetään onko tunneli tarpeeksi kestävä, ettei se aiheuta vaaraa alueella kulkeville henkilöille. Vaikka tunneli ei soveltuisikaan jatkossa hyödynnettäväksi tulee varmistaa etteivät läpi astumiset ole mahdollisia. Tunnelin yläpuolelle voidaan asentaa vahvistavia rakenteita tarpeen mukaan.





Rakennuksen vierellä, lähinnä rinteiden puolella (julkisivu itään) on useita vanhoja puunkantoja seinän vieressä ja kiinni perustuksessa.

**Korjaustarve**

Korjataan maarakennustöiden, esimerkiksi salaojien lisäämisen tai maanpinnan alentamisen yhteydessä.

**Korjausehdotus**

Kaivetaan kannot juurineen mahdollisimman tarkasti ylös. Täytetään ja tiivistetään jäljelle jääneet onkalot routimattomalla maa-aineksella. Toteutetaan mielellään kanto kerrallaan, näin vältetään mahdollisia perustusten painumia. Jos mahdollista, tuetaan perustukset työn toteuttamisen ajaksi.

### 3.2 Perustukset

Rakennuksen pohjoisen osan puoleiset perustukset ovat valmistettu graniitista. Graniittiperustukset ovat likaantuneet ympäristön vaikutuksesta ja niitä on töhritty spray- maalauksilla. Näitä ulkonäköhaittoja lukuun ottamatta nämä graniittiperustukset vaikuttavat olevan lähes alkuperäisessä kunnossa.



Kuvan mukaiset graniittiperustukset ovat näkyviltä osin hyvässä kunnossa eikä niissä havaittu halkeamia tai painumia. Perustuksia on kuitenkin töhritty kuvan mukaisilla graffiti- spraymaalauksilla.

**Korjaustarve**

0...5 vuoden kuluessa. Kuntoluokka 4.

**Korjausehdotus**

Spray-maalaukset on mahdollista poistaa soodapuhalluksella. Puhdistaminen soodapuhalluksella ei hio pintoja eikä näin aiheuta sävyeroja graniittipintojen välillä.

Mikäli perustukset halutaan puhdistaa kemiallisilla pesuaineilla, täytyy käytetyt aineet valita niin, etteivät ne turmele graniittipintaa. Hionta ei sovi puhdistukseen, koska se saattaa rikkoa kivipintaa jättäen siihen selvästi erottuvia sävyeroja.

Graniitti ei ole kovinkaan altis ympäristön rasitukselle tai kosteudelle, joten esimerkiksi vesipellitykset perustuksen päälle eivät ole välttämättömiä. Ne voidaan kuitenkin lisätä suojaamaan perustuksen ja tiiliseinän välistä saumaa.

Maanpintaa perustusten vieressä rinteiden puolella on syytä laskea ja pintamaa on toteutettava viettämään pois päin rakennuksesta. Maanpinnan laskun jälkeen perustukset rinteiden puolella on syytä puhdistaa liasta sekä maanpinnan läheisyyden mukanaan tuomista kasvustoista.

Rakennuksen etelän puolella perustukset on valettu betonista. Betoni on aikaa myöten kärsinyt erilaisista vaurioista.



Betoniperustuksissa on nähtävillä kuvien mukaista pinnan rapautumista sekä halkeamia. Nämä halkeamat eivät ole kuitenkaan aiheuttaneet vaurioita, esimerkiksi halkeamia ulkoseiniin. Näiden vaurioiden lisäksi perustuksia on töhritty spray- maalauksilla.

**Korjaustarve**

0...5 vuoden kuluessa. Kuntoluokka 4.

**Korjausehdotus**

Perustuksen puhdistus irtonaisesta aineksesta. Halkeamien injektointi. Perustuksen pintojen tasoitus alkuperäisen värisellä sään ja ympäristörasitukset kestäväällä tasoitteella.

Perustuksille tulevaa kosteusrasitusta on vähennettävä. Tämä toteutetaan asentamalla vesipellit perustuksen päälle. Seinään leikataan urat peltiä varten ja pellit upotetaan näihin uriin.

Asennetaan myös patolevyt perustusten ulkopintoihin hieman maanpinnan yli, esimerkiksi muiden maarakennustöiden yhteydessä. Patolevy ohjaa maanpinnan sadevesiä alaspäin, mutta päästää kuitenkin betonin kosteuden tasaantumaan ulospäin.



Rakennuksen itäisen sivun betoniperustukset ovat jääneet täysin maanpinnan alapuolelle. Nämä maan alapuolelle jäävät osat täytyy kaivaa pysyvästi esiin.



Keväisin vesi seisoo rakennuksen rinteän puoleista seinustaa vasten.

**Korjaustarve**

Pikainen korjaustarve. Kuntoluokka 1.

**Korjausehdotus**

Kaivetaan maanpintaa rakennuksen ympäriltä alaspäin niin, että ulkoseinien alapinta on vähintään 200...300 mm korkeudella maanpinnasta. Maanpinnan kaadot toteutettava niin, että pinta kaataa pois rakennuksen vierustoilta. Asennetaan salaojitukset perustusten alapinnan tasoon.

Asennetaan vesipellit perustuksen päälle. Seinään leikataan urat peltiä varten ja pellit upotetaan näihin uriin.

Asennetaan myös patolevyt perustusten ulkopintoihin hieman maanpinnan yli, esimerkiksi muiden maarakennustöiden yhteydessä. Patolevy ohjaa maanpinnan sadevesiä alaspäin, mutta päästää kuitenkin betonin kosteuden tasaantumaan ulospäin.

Rinteän puolella voidaan lisäksi toteuttaa pintamaan massanvaihtoa, jossa pintamaata korvataan veden herkemmin lävitseen päästävällä maa-aineksella, esimerkiksi soralla. Myös tämän massanvaihdon alapuolisen maanpinnan täytyy tässä tapauksessa viettää pois päin rakennuksesta.

### 3.3 Vesikatto



Vasemmassa kuvassa keskellä näkyy, että kattoa on paikattu. Tällä kohdalla sijaitsee rakennuksen keskimmäisessä huoneessa sijaitsevan uunin hormi ja paikattulta kohdalta on ilmeisesti aiemmin kulkenut savupiippu.

Oikeanpuoleisen kuvan perusteella vesikatteenä toimivan pellin ja sen alapuolisen umpilaudoituksen välissä ei ole minkäänlaista aluskatetta. Kuvassa näkyvillä olevan umpilaudoituksen väristä ja ulkonäöstä nähdään, että katto on vuotanut ja vuoto on aiheuttanut lahovaurioita umpilaudoitukselle.

#### Korjaustarve

Välitön korjaustarve. Katon vuotaminen lisää rakennuksen rakenteiden sisäistä kosteutta jatkuvasti.

#### Korjausehdotus

Puretaan vanha vesikatto ja korvataan se uudella puurunkoisella vesikatolla, jossa käytetään aluskatetta ja nykyaikaisia rakennusmateriaaleja. Eristetään katto ullakon vältilasta ja järjestetään tuuletus jo olemassa olevien ullakon tuuletusaukkojen kautta.



### 3.4 Ulkoseinät

Rakennuksen julkisivuissa esiintyy lähes poikkeuksetta spray-maalilla tehtyjä töherryksiä ja erilaista tiilipintojen rapautumista sekä tiilien lohkeamia ja seinän halkeamia. Esimerkit kaikista tapauksista esitellään vauriotyypeittäin jäljempänä valokuvineen ja selostuksineen.



Kuvassa rakennuksen julkisivu Saimaalle päin (länteen). Kuvassa rakennuksen vasen, pohjoinen puoli, näkyy tummempana ja se on rakennettu toista osaa aikaisemmin (graniitti perustus, seinän uloke menee toisen osan seinän sisään, tiilien väri on tummempi). Vanhemman osan muurauksen saumat ovat vaurioituneet, mutta julkisivujen muurauksissa on havaittavissa selvästi vähemmän tiilipintojen rapautumista.



Kaikkia julkisivuja on töhritty kuvan tapaisilla graffiteilla. Kuvan graffiti näkyy edellisen sivun kuvassa olevassa Saimaan puoleisessa julkisivussa keskellä.

**Korjaustarve**

0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Myös tässä tapauksessa maalausten puhdistaminen on mahdollista soodapuhalluksella. On kuitenkin selvítettävä puhdistuksen toteuttavalta taholta, kestääkö vanhat tiilimuuraukset (lähinnä saumat) puhdistuksen aiheuttaman rasituksen. Tiili itsessään, kovana materiaalina, kestää hyvin soodapuhalluksen kaltaisen vähäisen rasituksen.

Esimerkiksi kemialliset pesuaineet sekä suolahappopesu eivät sovellu käytettäväksi puhdistukseen, sillä ne todennäköisesti vahingoittavat vanhoja laastisaumoja.





Rakennuksen pohjoisen puoleista julkisivua on tasoitettu suurelta alueelta. Itse muuraus vaikuttaa olevan muita julkisivuja paremmassa kunnossa.

**Korjaustarve**

0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Hiekkapuhallus voi soveltua käytettäväksi tasoitteiden puhdistamiseksi julkisivusta. Hiekkapuhallus saattaa kuitenkin kuluttaa hieman vanhoja laastisaumoja.

Toinen vaihtoehto on käyttää punatiilisiä julkisivuelementtejä, mutta tämä on mahdotonta saada näyttämään alkuperäisen näköiseltä.

Huomautus: Seinän keskellä ylhäällä on selvästi erottuva suorakulmainen alue jossa muurauksen limitys eroaa selvästi ympäröivästä. Tässä on joskus ollut reikä tai muu vastaava. Mikäli seinä puhdistetaan, tämä alue jää selvästi näkyviin.



Kaikissa julkisivuissa, pohjoista lukuun ottamatta, esiintyy kuvan mukaista tiilipintojen rapautumista ja lohkeilua. Rakennuksen pohjoisen osan julkisivun tiilissä ei ole juurikaan tämän tyyppisiä vaurioita vaan ne rajautuvatkin suurimmalta osin rakennuksen uudemman osan ikkunoiden alapuolelle sekä rinteeseen puolelle maanpinnan läheisyyteen.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus** Tiilien pakkasvaurioita korjataan vaihtamalla tiiliä. Muurauslaastina käytetään lujuudeltaan entisenkaltaista laastia.

Vaihtoehtona on selvittää onko olemassa tiilien paikkaamiseen soveltuvaa massaa. Jos tällainen vaihtoehto löytyisi, voisi tiilipintojen puhdistamisen jälkeen lohkeamat korjata massatäytöllä.

Vähentämällä seinälle tulevaa kosteusrasitusta voidaan ehkäistä ja hidastaa kyseenomaisten vaurioiden lisääntymistä jatkossa.

Kosteusrasitusta voidaan vähentää madaltamalla maanpintaa rinteeseenpuoleiselta seinustalta, asentamalla salaojitukset, asentamalla rännit ja syöksytorvet sekä mahdollisesti pidentämällä räystäitä.





Betoniset ikkunanpieliluiskaukset ovat lohjonneet lähes kaikissa ikkunoissa. Julkisivumuurauksissa kuvan mukaisia lohkeamia ja rapautumaa.

**Korjaustarve**

Pikainen, ikkunoiden korjausta ennen tai sen yhteydessä.

**Korjausehdotus**

Puhdistetaan pinnat irtonaisesta aineksesta ja valetaan betonilla tai muulla ympäristörasitusta ja kosteutta kestäväällä laastilla paikkaukset ja injektoidaan samalla halkeamat (tai korvataan luiskaukset kokonaan uusilla).

Lohjonneet tiilet korjataan aiemman korjausehdotuksen mukaan.

Asennetaan betonisten luiskausten päälle vesipellit ikkunoiden korjauksen jälkeen. Näin vähennetään seinälle myöhemmin tulevaa kosteusrasitusta.



Idän puoleisella julkisivulla ikkunan yläpuolinen holvaus on hieman haljennut, halkeama ei näy ulottuvan seinän lävitse. seinissä on kuvien mukaisia vanhoja puutulppia ja terästangon pätkiä sekä sähköasennuksia ja -läpivientejä. Nähtävillä on myös pintojen rapautumista.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

### **Korjausehdotus**

Halkeama ei näytä ulottuvan seinän läpi. Mikäli halkeama halutaan korjata, laastisauma piikataan, puhdistetaan ja täytetään uudelleen pehmeällä säänkestävällä kalkkipitoisella KS- laastilla.

Puutulpat, terästangot, sähköasennukset ym. poistetaan ja niistä jäävät reiät täytetään tarkoitukseen sopivalla ympäristörasitusta ja kosteutta kestävällä värisävytetyllä laastilla.

Rapautuneet seinäpinnat korjataan aiemman rapautumia ja lohkeamia käsitelleen korjausehdotuksen mukaan.





Rakennuksen läpi kulkee kuvien mukaisia teräsprofiileita poikkisuunnassa. Tiilet ovat rapautuneet ja lohkeilleet osassa läpivienneistä profiilien juuresta.

**Korjaustarve**

0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Aukot profiilin vierestä puhdistetaan ja ne täytetään esimerkiksi ympäristöraasitusta sekä kosteutta kestäväällä värisävytetyllä laastilla.



Seinä on haljennut pystysuunnassa toisen ulko-oven vierestä, mutta halkeama ei yllä seinän läpi.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Täyttäminen laastilla. Laastisauma piikataan, puhdistetaan ja täytetään uudelleen pehmeällä säänkestävällä kalkkipitoisella KS- laastilla.



Seinä on haljennut saman oven yläpuolelta. Halkeamat eivät näy ulottuvan seinän läpi asti. Oven vierillä on myös kuvan mukaisia läpivientejä, joiden vierestä tiilet ovat murtuneet.

**Korjaustarve**

0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Kuvan halkeamat eivät ulotu seinän läpi vaan sisäpuolelta tasoitetun pinnan alta näkyvä holvaus vaikuttaa olevan hyvässä kunnossa.

Halkeaman voi korjata tarvittaessa seuraavasti:  
Täyttäminen laastilla. Laastisauma piikataan, puhdistetaan ja täytetään uudelleen pehmeällä säänkestävällä kalkkipitoisella KS- laastilla.

Läpivienneistä voidaan puhdistaa pois irtonainen aines ja tarvittaessa täyttää ne esimerkiksi värisävytetyllä laastilla.





Kuvassa muurauksen laastisaumat ovat rapautuneet ja vajaat oven molemmilla puolilla.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Vajaiden saumausten korjaus onnistuu puhdistamalla ne irtonaisesta aineksesta, syventämällä saumoja ja uudelleensaumaamalla ne. Vähimmäissyvyys uudeleensaumaukselle on 20 mm.



Seinä on murtunut kauttaaltaan ikkunan yläpuolelta ja vasemman kuvan perusteella holvi näyttää notkahtaneen hieman alaspäin. Halkeama ulottuu koko seinän läpi ja se on nähtävissä myös sisäpuolelta. Halkeama on levinnyt myös alakaton holvauksiin. Pahimmassa tapauksessa seinä kantaa ikkunan kohdalta vain ikkunan karmeihin.

**Korjaustarve**

Välitön korjaustarve, korjattava pian.

**Korjausehdotus**

Tuetaan hyvin alapuolelta ja ulkopuolelta, aukaistaan seinä esimerkiksi piikkaamalla seinän sisäpuolelta ja valetaan betoninen palkki seinän sisään sisäpuolelle.

Toinen ratkaisu on esimerkiksi tukea holvi hyvin ikkunan vaihdon ajaksi ja korvata nykyinen ikkunakarmi vahvemmallalla kantavaksi tarkoitetulla ikkunalla.



Ikkunanpielipellit sekä seinien luiskauspellit ovat lommoutuneet ja mutkalla. Hanan läpivienti seinässä on todella väljä.

**Korjaustarve**

Korjataan ikkunoiden korjauksen yhteydessä.

**Korjausehdotus**

Irrotetaan vanhat vesipellit ja tarkistetaan niiden alapuolisten luiskauksien ym. kunto. Tämän jälkeen korvataan pellit uusilla.

Tasoitejämmät puhdistetaan hiekkapuhalluksella pohjoisen seinän yhteydessä.

Väljä läpivienti voidaan täyttää esimerkiksi pehmeällä säänkestävällä kalkkipitoisella KS- laastilla. Mikäli hana poistetaan, läpivienti täytetään ja pinta tasoitetaan värisävytetyllä laastilla.



Pohjoisen puolen ulkoseinässä sisäpuolella kuvan mukainen reikä. Kyseessä ei ole läpireikä vaan kyseinen seinä on kaksois-seinä, jossa on kaksi seinää muurattuna vierekkäin.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Puhdistetaan reikä irtonaisesta aineksesta ja täytetään se joko muuraamalla tai betonivalulla.

Pinnan käsittely valitaan halutun ulkonäön mukaan, esimerkiksi tasoitus ja maalaus.





Rappaukset ovat lohkeilleet ulkoseinien sisäpinnoilta ja rappauksissa on kuoppia. Seinissä on myös reikiä ja halkeamia.

**Korjaustarve**

0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Puhdistetaan pinnat ja irrotetaan helposti irtoavat pinnoitteiden hilseet pinnoilta.

Mikäli halutaan tasainen seinäpinta, tasoitetaan, hiotaan ja maalataan kyseenomaiset pinnat.

Mikäli halutaan muuraus esille seinäpinnat voidaan esimerkiksi hiekkapuhaltaa.





Pohjoisen kaksinkertaisessa ulkoseinässä on puhdistus/nuohous-luukkuja sekä ilmeisesti savupelti eli oletettavasti seinän sisällä kulkee savuhormi.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Irrotetaan luukut, korjataan seinäpinnat ympäriltä ja asennetaan luukut puhdistettuina takaisin tai täytetään seinän aukot luukkujen irrottamisen jälkeen muuraamalla tai betonoimalla sekä tasoitetaan ja maalataan pinnat.



Keskimmäisen huoneen kohdalla seinään on tehty syvennys putkistojen ja venttiilien sovittamiseksi.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus** Irrotetaan putkistot ja venttiilit ja puhdistetaan syvennyksen pinnat. Täytetään syvennys joko betonilla tai muuraamalla. Tasoitetaan sekä maalataan pinta.



Keskimmäisen huoneen seinät ja katto ovat täysin nokeentuneet. Seinillä kulkee myös epämääräisiä vanhoja sähkövetoja.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Puhdistetaan seinät ja katto esimerkiksi karkealla harjauksella, soodapuhalluksella tai muulla kuivapuhdistusmenetelmällä.

Puhdistaminen pesemällä saattaa aiheuttaa noen imeytymisen huokoiseen materiaaliin pesemisessä käytettyjen aineiden mukana.

Poistetaan vanhat epämääräiset sähköasennukset.

### 3.5 Alapohjat

Pohjoisen puoleisen rakennuksenosan alapohjalaatta vaikuttaa olevan valettu myöhemmin ja se on hyvässä kunnossa.



Keskimmäisen huoneen alapohjalaatassa on epämääräinen läpäreikä. Kyseessä ei ole esimerkiksi viemärille tehty läpivienti vaan sen alapuolella on maanpinta.

**Korjaustarve**

Pikainen. Reikä aiheuttaa kaatumisvaaran ja voi aiheuttaa loukkaantumisen siihen astuttaessa.

**Korjausehdotus**

Puhdistetaan reiän ympäristö irtonaisesta aineksesta. Täytetään onkalo laatan alapuolelta laatan alapintaan asti tiiviisti esimerkiksi soralla tai kevytsora- pavuilla. Betonoidaan reikä umpeen lattiapinnan ylätasoon asti.





Samaisessa lattiassa on myös erilaisia lohkeamia, ulokkeita ja syvennyksiä.

**Korjaustarve**

Pikainen. Pinnan epätasaisuudet aiheuttavat kompastumis- ja loukkaantumisvaaran.

**Korjausehdotus**

Poistetaan ulokkeet esimerkiksi piikkaamalla hieman lattian keskimääräisen tason alapuolelle. Suoristetaan lattia tasaiseksi pintavalulla ja tasoittamalla.

### 3.6 Alakatot



Pohjoisimman huoneen katossa on putkien läpivientejä. Myös rappaus on lohkeillut niiden vieriltä. Lisäksi kuvassa näkyvät metallisangat katon teräsprofiilien välillä ovat ruostuneet.

**Korjaustarve**

0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Irrotetaan kuvan putki katosta. Täytetään jäljelle jäävät aukot umpeen esimerkiksi betonoimalla (onnistuu helpoiten esimerkiksi yläpuolelta vesikaton purkamisen jälkeen) ja tasoitetaan pinnat. Puhdistetaan ruostuneet metallipinnat maalista ja käsitellään ne esimerkiksi ruosteensyöjällä, joka muuntaa ruosteen muiksi kemiallisiksi yhdisteiksi. Maalataan pinnat tarkoitustenmukaisiksi.



Saman huoneen väliseinän kyljessä on kuvan mukainen uloke, ilmeisesti jonkinlainen hormi. Hormin vieressä on läpivientejä jonka vieriltä katon holvi on rapautunut. Kuvassa myös edellisen kuvan tapaiset metallisangat.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Puhdistetaan pinnat irtonaisesta aineksesta. Betonoidaan läpivientien aukot umpeen ja tasoitetaan pinnat. Puhdistetaan ruostuneet metallipinnat maalista ja käsitellään ne esimerkiksi ruosteensyöjällä. Maalataan pinnat tarkoitustenmukaisiksi.



Keskimmäisen huoneen alakatto on kuvan mukaisesti teräslevyä ja se on notkahtanut alaspäin keskeltä. Katto on myös kauttaaltaan nokeentunut.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Tuetaan ja irrotetaan alakatto osissa vesikaton korjauksen yhteydessä ja korvataan se esimerkiksi alapinnaltaan kipsilevyillä levytetyllä puurunkoisella eristetyllä alakatolla.





Eteläisimmän huoneen alakaton alapinta on keskimmäisen tavoin teräslevyä, mutta se on kauttaaltaan romahtanut ja vaikuttaa olevan vaarassa pudota. Kuvan alalaidassa näkyy, kuinka myös vesikaton alapuoliset umpilaudoitukset ovat kärsineet vaurioita.

**Korjaustarve**

Pettänyt alakatto korjattava mielellään välittömästi. Levyt voivat aiheuttaa pudotessaan hengenvaaran.

**Korjausehdotus**

Tuetaan alakattoa ja irrotetaan se esimerkiksi vesikaton korjauksen yhteydessä yläpuolelta käsin niin, ettei alapuolella ole ketään eikä putoaminen voi aiheuttaa kenellekään vaaraa.

Korvataan esimerkiksi alapinnaltaan kipsilevyillä levytetyllä puurunkoisella eristetyllä alakatolla.

### 3.7 Väliseinät



Yksittäisen, pohjoisen huoneen ja keskimmäisen huoneen välisessä väliseinässä kuvan mukainen läpivienti. Rappaus lohkeillut ja karissut läpiviennin ympäriltä. Rappauksessa on paljon kolhuja ja kuoppia.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

#### **Korjausehdotus**

Irrotetaan vanhat putket. Puhdistetaan seinä irtonaisesta aineksesta. Täytetään läpivienti muuraamalla tai betonoimalla. Pinnan käsittely valitaan halutun ulkonäön mukaan, esimerkiksi tasoitus ja maalaus.



Keskimmäisen huoneen pohjoisen puoleisella seinustalla epämääräinen osittain betoninen rakennelma sekä seinässä kuvan vasemmassa ylälaudassa tuntematon uloke. Seinä on myös kauttaaltaan nokeentunut tai savuuntunut.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus** Puretaan rakennelma, uloke sekä epämääräiset putki- ja sähköasennukset. Puhdistetaan seinäpinnat esimerkiksi karkealla harjauksella, soodapuhalluksella tai muulla kuivapuhdistusmenetelmällä. Pinnan käsittely valitaan halutun ulkonäön mukaan, esimerkiksi tasoitus ja maalaus.



Samassa, keskimmaisessä huoneessa etelän puolella olevassa seinässä kuvan mukainen reikä uunin vieressä. Seinässä myös näkyvillä kuoppia rappauksessa.

**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

**Korjausehdotus**

Puhdistetaan reikä ja seinä irtonaisesta aineksesta. Muurataan tai betonoidaan reikä umpeen. Pinnan käsittely valitaan halutun ulkonäön mukaan, esimerkiksi tasoitus ja maalaus.



### 3.8 Uuni



Kuvassa rakennuksen keskimmaisessä huoneessa sijaitseva tiilirakenteinen uuni. Uunin kuori on muurattu poltetuista umpinaisista punatiilistä ja tulipesä näyttäisi olevan mahdollisesti tulenkestävästä tiilestä. Uunin massiivisuuden perusteella sitä on käytetty rakennuksen lämpimänä pitämiseen ja näin ollen voidaan olettaa, että se on varaava. Uunin metalliosat ovat kärsineet pintojen ruostumisesta.

Uuni on lähinnä likaantunut, eikä vaurioita, esimerkiksi halkeamia, löydy.

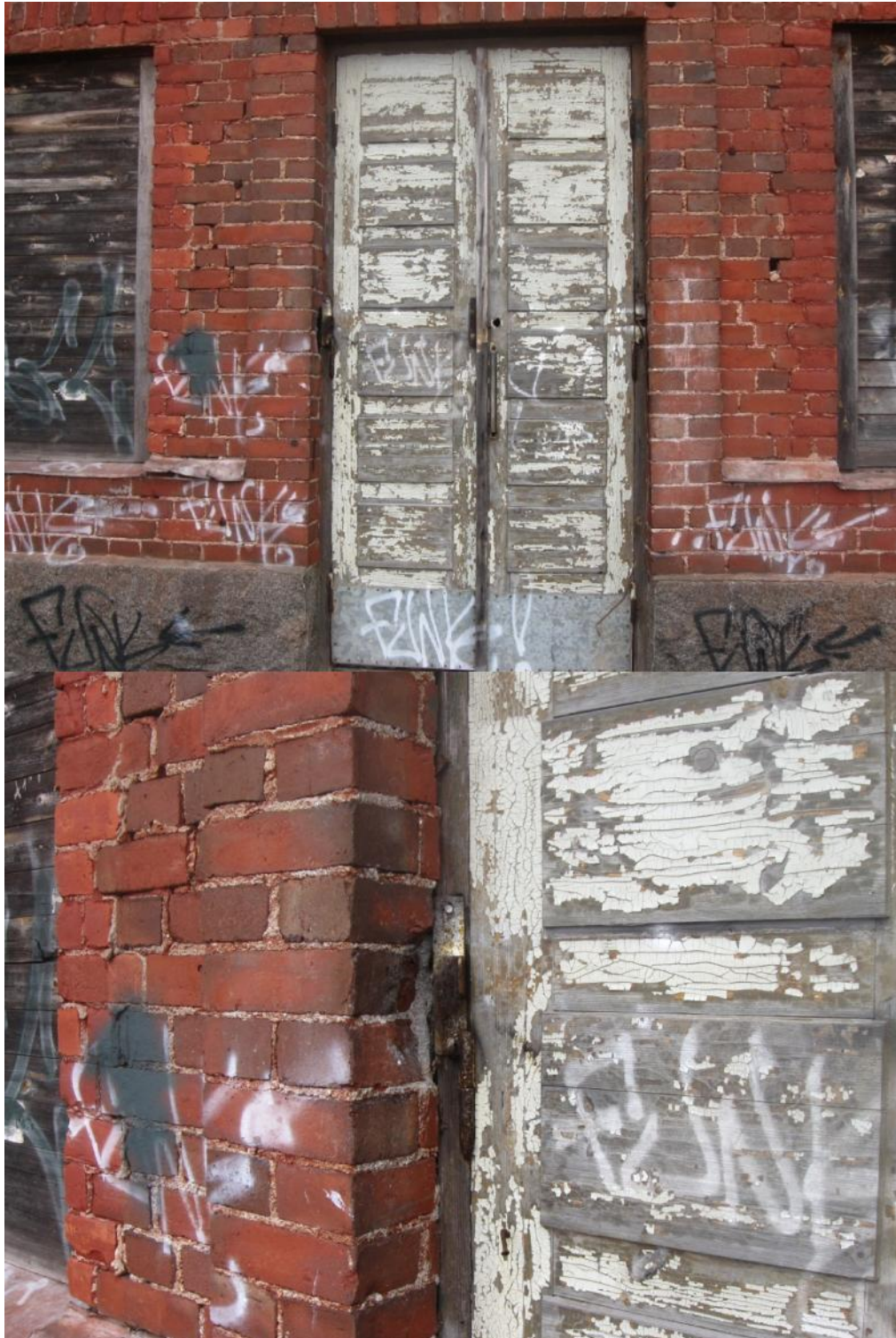
**Korjaustarve** 0...5 vuoden kuluessa.

#### **Korjausehdotus**

Puhdistetaan uuni esimerkiksi karkealla harjauksella, soodapuhalluksella tai muulla kuivapuhdistusmenetelmällä. Pinnoitetaan uuni tarvittaessa. Puhdistetaan hormit ja varmistetaan niiden toimivuus. Rakennetaan hormille savupiippu vesikaton korjauksen yhteydessä.

Uunin vanhan luukun pinta on kauttaaltaan ruosteessa. Vaihdetaan tarvittaessa uunin vanha luukku esimerkiksi lasitettuun tai entisöidään vanha luukku ja asennetaan se takaisin. Tässä yhteydessä olisi myös hyvä vaihtaa uunin vanhat pellit.

### 3.9 Ulko-ovet



Kuvassa toinen rakennuksen ulko-ovista. Ovesta puuttuvat lukkojärjestelmät ja sen maalikerrokset ovat hilseilleet.





Ovilehtien puuosat vaikuttavat olevan kuivat ja puu ei näytä olevan kärsinyt lahovaurioista. Itse ovilehti vaikuttaisi olevan kunnostuskelpoinen. Myös saranat vaativat puhdistusta ruosteesta. Karmit sen sijaan ovat jääneet jälkikäteen toteutetun lattiavalun sisään. Karmit tuntuvat pehmeiltä ja karmien alapuu vaikuttaa kärsineen lahovaurioita.

**Korjaustarve**

Pikainen korjaustarve, korjausta voidaan lykätä tarvittaessa.

**Korjausehdotus**

Uusitaan ovenkarmit ja puhdistetaan saranat. Irrotetaan ovilevyt ja kunnostetaan ne esimerkiksi seuraavasti:  
Irrotetaan hilseilevät maalit ovilevystä. Hiotaan ovilevyjen puupinnat. Tasoitetaan pintojen epätasaisuudet, esimerkiksi kolhut säätä ja kosteutta kestäväällä kitillä. Maalataan puuosat uudelleen. Asennetaan ovilevyihin tarvittavat lukkojärjestelmät ja asennetaan ovilevyt takaisin paikoilleen.



Kuvassa rakennuksen toinen ulko-ovi. Ovilevy vaikuttaa vettyneeltä ulkopuolelta. Ovenkarmin puuosat ovat alhaalta osittain maata vasten.

Oven ympärillä on puurunko tiiliseinään asti. Puurungon välejä ei ole eristetty vaan sen pinnassa ovat vain ulkopuolen vuorauslaudat. Sisäpuolella oven yläpuoli on osittain levytetty. Levytyksessä on reikiä ja jälkiä.





Kuvassa kehikon alalaita, sekä ovenkarmin alaosa. Karmi on betonista alapohjalaattaa vasten. puitteet vaikuttavat olevan hyvässä kunnossa.

**Korjaustarve**

Pikainen korjaustarve, korjattava mikäli rakennus halutaan lämmittää.

**Korjausehdotus**

Korvataan kyseenomainen ovi rakennuksen ulkonäköön sopivalla uudella ovella.

### 3.10 Ikkunat

Ikkunoista ei ole täytetty erillisiä kuntoarviolomakkeita, sillä ikkunoiden osat puuttuvat tai menevät lähes poikkeuksetta suurimpaan kuntovaurioluokkaan (arvosana 4).



Kuvan ikkuna sijaitsee rakennuksen eteläisimmässä huoneessa rinteen puolella. Ikkunan karmit ovat kuivat ja kovan tuntuiset, mutta ne ovat osittain seinän sisällä ikkunanpieliluiskausten takia (ikkuna on asennettu ensin ja ikkunanpieliluiskaukset on tehty sen jälkeen). Seinän sisällä olevien puuosien kunnosta ei ole tietoa Karneissa on kiinni levynpalasia nauloilla ja niissä on kolhuja ja naarmuja. Ikkunakarmin on kiinnitetty ulkopuolelta umpilaudoitus.

(ikkunakarmin alkuperäinen leveys vaikuttaa olevan 1500, eli moduulinen, mutta ne ovat jääneet osittain seinän sisään jälkeinpäin tehtyjen sisäpuolisten ikkunanpieliluiskauksien takia.)

#### Korjaustarve

Pikainen, mikäli rakennusta lämmitetään.

#### Korjausehdotus

Irrotetaan vanhat karmit ja tuetaan ikkuna-aukko. Korvataan ikkunat uusilla saman tyylisillä nykyaikaisemmilla mielellään kantavarunkoisilla ikkunoilla.

Vaihtoehtona on myös irrottaa vanhat karmit ja varmistaa niiden kunto. Mikäli karmit ovat seinän sisäpuolisilta osiltaan kunnossa voidaan ne entisöidä. Tällöin tulee teettää myös uudet sisä- ja ulkopuitteet puusepällä.



Tämä ikkuna sijaitsee myös rakennuksen etelänpuoleisessa huoneessa, mutta huoneessa olevien tavaroiden ja romahdusvaarassa olevan alakaton takia puumateriaalia ei päässyt lähemmin tunnustelemaan. Silmämääräisesti puuosien kunto vaikuttaa olevan hyvä, vaikka kolhuja ja naarmuja on. Ikkunakarmin on ikkunanpielen luiskausten takia jäänyt hieman seinän sisään. Ikkunakarmin on kiinnitetty ulkopuolelta umpilaudoitus.

(ikkunakarmin alkuperäinen leveys vaikuttaa olevan 1500, eli moduulinen, mutta ne ovat jääneet osittain seinän sisään jälkeinpäin tehtyjen sisäpuolisten ikkunanpieliluiskauksien takia.)

**Korjaustarve**

Pikainen, mikäli rakennusta lämmitetään.

**Korjausehdotus**

Irrotetaan vanhat karmit ja tuetaan ikkuna-aukko. Korvataan ikkunat uusilla saman tyylisillä nykyaikaisemmilla mielellään kantavarunkoisilla ikkunoilla.

Vaihtoehtona on myös irrottaa vanhat karmit ja varmistaa niiden kunto. Mikäli karmit ovat seinän sisäpuolisilta osiltaan kunnossa voidaan ne entisöidä. Tällöin tulee teettää myös uudet sisä- ja ulkopuitteet puusepällä.



Ikkuna sijaitsee keskimmaisessa huoneessa järven puoleisella sivulla uunin vieressä. Karmissa on osa ulkopuitteista paikallaan, joskin lasit on rikottu. Puu vaikuttaa kuivalta ja kovalta, mutta karmi vaikuttaa olevan osittain upotettuna seinään. Ikkunaan on kiinnitetty yläosaan kuvan mukaiset levytykset ja puuosissa on naarmuja ja kolhuja. Ikkunakarmin on kiinnitetty ulkopuolelta umpilaudoitus.

(ikkunakarmin alkuperäinen leveys vaikuttaa olevan 1500, eli moduulinen, mutta ne ovat jääneet osittain seinän sisään jälkeinpäin tehtyjen sisäpuolisten ikkunanpieliluiskauksien takia.)

**Korjaustarve**

Pikainen, mikäli rakennusta lämmitetään.

**Korjausehdotus**

Irrotetaan vanhat karmit ja tuetaan ikkuna-aukko. Korvataan ikkunat uusilla saman tyylisillä nykyaikaisemmilla mielellään kantavarunkoisilla ikkunoilla.

Vanhat karmit voidaan myös irrottaa ja varmistaa niiden kunto. Mikäli karmit ovat seinän sisäpuolisilta osiltaan kunnossa voidaan ne entisöidä. Tällöin tulee teettää myös uudet sisä- ja ulkopuutteet puusepällä.





Ikkuna sijaitsee keskimmaisessa huoneessa järven puoleisella sivulla. Karmissa on osa sisäpuutteista tallessa, joskin lasit on rikottu. Puu vaikuttaa kuivalta ja kovalta, mutta karmi vaikuttaa olevan osittain upotettuna seinään. Puuosissa on naarmuja ja kolhuja. Ikkunakarmin on kiinnitetty ulkopuolelta umpilaudoitus.

(ikkunakarmin alkuperäinen leveys vaikuttaa olevan 1500, eli moduulinen, mutta ne ovat jääneet osittain seinän sisään jälkeinpäin tehtyjen sisäpuolisten ikkunanpieliluiskauksien takia.)

**Korjaustarve**

Pikainen, mikäli rakennusta lämmitetään.

**Korjausehdotus**

Irrotetaan vanhat karmit ja tuetaan ikkuna-aukko. Korvataan ikkunat uusilla saman tyylisillä nykyaikaisemmilla mielellään kantavarunkoisilla ikkunoilla.

Vaihtoehtona on myös irrottaa vanhat karmit ja varmistaa niiden kunto. Mikäli karmit ovat seinän sisäpuolisilta osiltaan kunnossa voidaan ne entisöidä. Tässä tapauksessa täytyy teettää uudet sisä- ja ulkopuutteet puusepällä.



Ikkuna sijaitsee keskimmaisessä huoneessa rinteen puolella. Ikkuna on levytetty kauttaaltaan sisäpuolelta ja laudoitettu umpeen ulkopuolelta. Oletuksen mukaan vähintään karmi on kuitenkin yhä paikallaan.

(ikkunakarmin alkuperäinen leveys vaikuttaa olevan 1500, eli moduulinen, mutta ne ovat jääneet osittain seinän sisään jälkeinpäin tehtyjen sisäpuolisten ikkunanpieliluiskauksien takia.)

**Korjaustarve** Pikainen, mikäli rakennusta lämmitetään.

### **Korjausehdotus**

Irrotetaan vanhat karmit ja tuetaan ikkuna-aukko. Korvataan ikkunat uusilla saman tyylisillä nykyaikaisemmilla mielellään kantavarunkoisilla ikkunoilla.

Mikäli muita ikkunoita entisöidään, voidaan tässä tapauksessa myös irrottaa levytykset ja mikäli vanhat karmit ovat paikallaan, irrottaa ne ja varmistaa niiden kunto. Mikäli karmit ovat kunnossa voidaan ne entisöidä. Mikäli karmeja ei ole, täytyy teettää uudet puusepällä. Tässä tapauksessa täytyy oletettavasti teettää myös uudet sisä- ja ulkopuitteet.





Ikkuna sijaitsee keskimmaisessa huoneessa rinteen puolella lähellä uunia. Ikkunaan on asennettu ovi toiselle puolelle (kuvassa ikkunan vasen osa) ja se on levytetty umpeen toiselta puolelta. Ikkunakarmin on osittain paikallaan, mutta sitä on leikattu oven mahdollistamiseksi.

(ikkunakarmin alkuperäinen leveys vaikuttaa olevan 1500, eli moduulinen, mutta ne ovat jääneet osittain seinän sisään jälkeensä tehtyjen sisäpuolisten ikkunanpieliluiskauksien takia.)

**Korjaustarve**

Pikainen, mikäli rakennusta lämmitetään.

**Korjausehdotus**

Irrotetaan vanhat karmit ja tuetaan ikkuna-aukko. Korvataan ikkunat uusilla saman tyylisillä nykyaikaisemmilla mielellään kantavarunkoisilla ikkunoilla.

Mikäli muiden ikkunoiden karmeja entisöidään, tässä ikkunassa karmeja on kuitenkin leikattu ja ne voi joutua teettämään kokonaan uudelleen. Myös Uudet sisä- ja ulkopuutteet teetetään puusepällä.



Ikkunakarmi on kokonaan tallella ja sen puuosat vaikuttavat kuivalta ja kovalta. Ikkunakarmiin on kiinnitetty ulkopuolelta umpilaudoitus. Ikkunan alalaitaan on asennettu ikkunanpielipuu ikkunan alapuolelle seinän sisään. Ikkunanpielipuu on kuiva, mutta lohjennut kulmasta.

**Korjaustarve**

Pikainen, mikäli rakennusta lämmitetään. Huomioitava ennen tätä ikkunan yläpuolinen halkeama ja sen mahdollisesti vaatima korjaus.

**Korjausehdotus**

Irrotetaan vanhat karmit ja tuetaan ikkuna-aukko. Korvataan ikkunat uusilla saman tyylisillä nykyaikaisemmilla mielellään kantavarunkoisilla ikkunoilla.

Vaihtoehtona on myös irrottaa vanhat karmit ja varmistaa niiden kunto. Mikäli karmit ovat seinän sisäpuolisilta osiltaan kunnossa voidaan ne entisöidä. Tällöin myös sisä- ja ulkopuutteet teetetään puusepällä.



Ikkuna sijaitsee rakennuksen pohjoisen puoleisessa huoneessa sisältä katsottaessa oven vasemmalla puolella. Ikkunasta ei ole jäljellä muuta kuin sisäpuolen kehyslaudat sekä alapuolella ikkunanpielipuu. Umpilaudoitus on kiinnitetty sille erikseen tehtyyn kehykseen.

**Korjaustarve**

Pikainen, mikäli rakennusta lämmitetään.

**Korjausehdotus**

Teetetään uudet rakennuksen ulkonäköön sopivat ikkunat joko puusepällä tai tilataan uudenaikaiset ulkonäöltään sopivat ikkunat muulta ikkunanvalmistajalta.



Ikkuna sijaitsee rakennuksen pohjoisen puoleisessa huoneessa sisältä katsottaessa oven oikealla puolella. Ikkunasta ei ole jäljellä muuta kuin sisäpuolen kehyslaudat sekä alapuolella ikkunanpielipuu. Umpilaudoitus on kiinnitetty sille erikseen tehtyyn kehykseen.

**Korjaustarve**

Pikainen, mikäli rakennusta lämmitetään.

**Korjausehdotus**

Teetetään uudet rakennuksen ulkonäköön sopivat ikkunat joko puusepällä tai tilataan uudenaikaiset ulkonäöltään sopivat ikkunat muulta ikkunanvalmistajalta.

### 3.11 Hengitysilma

Pohjoisinta muista huoneista erillään olevaa huonetta lukuun ottamatta rakennuksen huoneilma on tunkkaista ja siinä vaikuttaa olevan paljon mikrobeja ja pölyä. Tämä ongelma korjaantuu ainakin osittain siivouksen ja tuuletuksen yhteydessä.

### 3.12 LVIS- Järjestelmät

Rakennuksessa ei ole toimivia lämpö-, vesi-, ilmastointi- tai sähköjärjestelmiä. Uudet sähköjärjestelmät asennetaan tarvittaessa muiden korjausten yhteydessä.

### 3.13 Turvallisuusriskit

- Heikko valaistus
- Alueen siisteys
- Lattiapintojen reiät ja epätasaisuus
- Vioittuneet alakattorakenteet
- Huono hengitysilma
- Asbesti (?)

## 4. Jatkotutkimukset

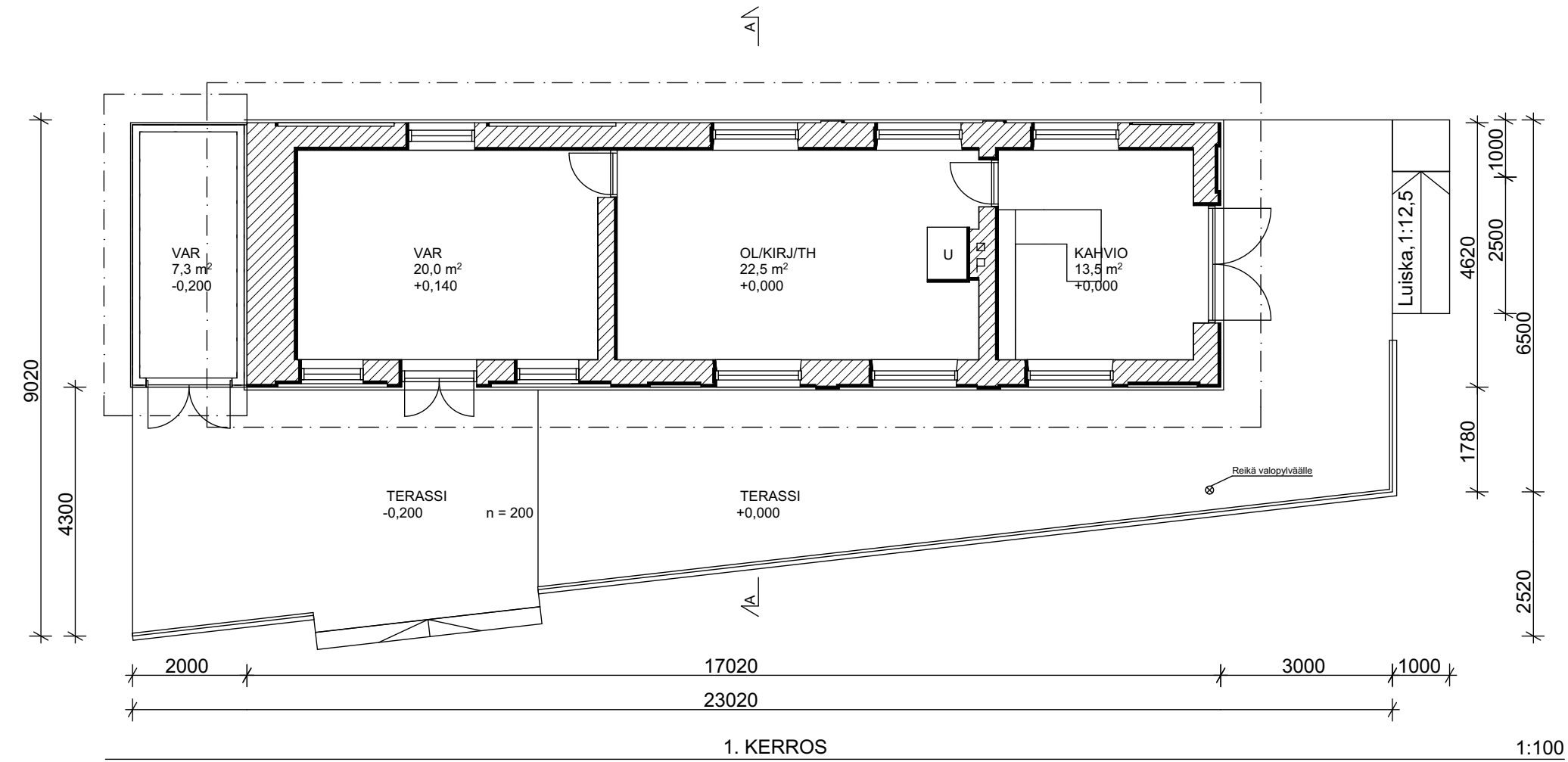
Löydetyn tunnelin tarkka sijainti sekä sen mahdollinen käyttö tulevaisuudessa olisi hyvä selvittää.

Rakennuksessa olisi suositeltavaa suorittaa kosteusmittaukset esimerkiksi pintakosteusmittareiden avulla. Kosteuskartoitus olisi hyvä tehdä ainakin betonisista perustuksista, ulkoseinistä sekä alapohjalaatoista. Mikäli kosteutta löytyy runsaasti, olisi suotavaa seurata rakenteiden kosteuspitoisuuksia sen jälkeen kun rakennus on siirtynyt jatkuvasti lämmitettäväksi.

## 5. Yhteenveto

Rakennuksen kiireellisimpiä korjauskohteita ovat rinteeseen puoleinen huleveden hallinta mainittujen korjausehdotusten avulla, vesikaton korjaus, romahtanut alakatto, alapohjien epätasaisuudet, ikkunat sekä ovet. Suuri osa julkisivujen pintojen vaurioista eivät ole kiireellisiä vaan lähinnä kosmeettisia haittoja, jotka eivät haittaa rakenteiden toimintaa, eivätkä pahenna rakennuksen muita vaurioita.

Hankkeen suurimmiksi kulueriksi muodostuvat jatkossa luultavasti ikkunoiden ja ovien uusiminen, vesikaton vaihto sekä uusien lvis-järjestelmien hankinta.



|              |                    |
|--------------|--------------------|
| Huoneistoala | 56 m <sup>2</sup>  |
| Kerrosala    | 67 m <sup>2</sup>  |
| Tilavuus     | 261 m <sup>3</sup> |
| Terassin ala | 90 m <sup>2</sup>  |

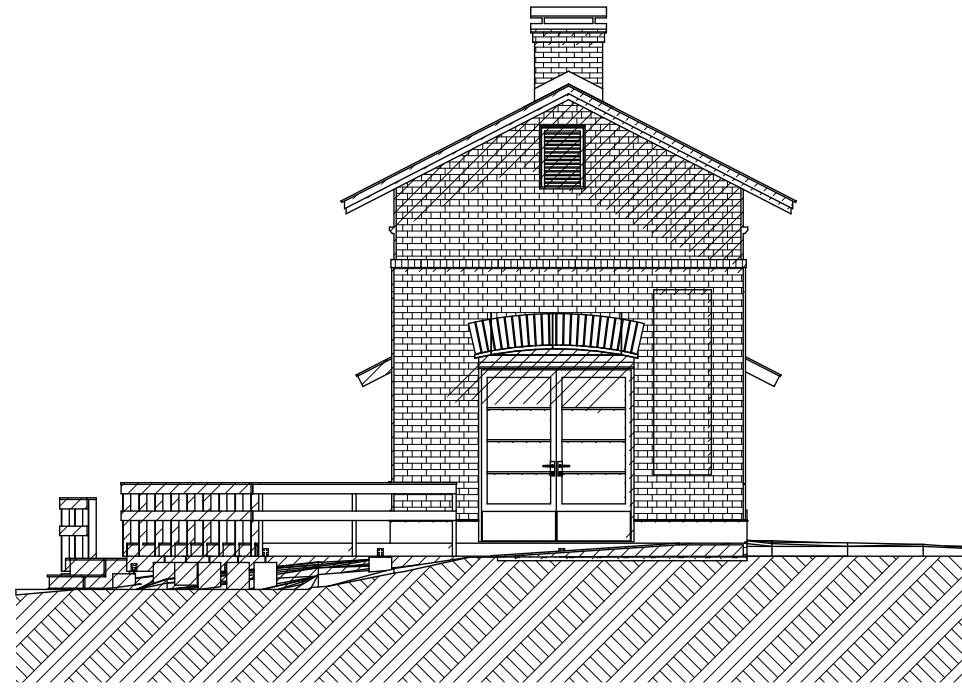
1. KERROS

1:100

| Revisio | ID | Muutos | Muuttaja | Julkaisupäivä |
|---------|----|--------|----------|---------------|
|         |    |        |          |               |
|         |    |        |          |               |
|         |    |        |          |               |

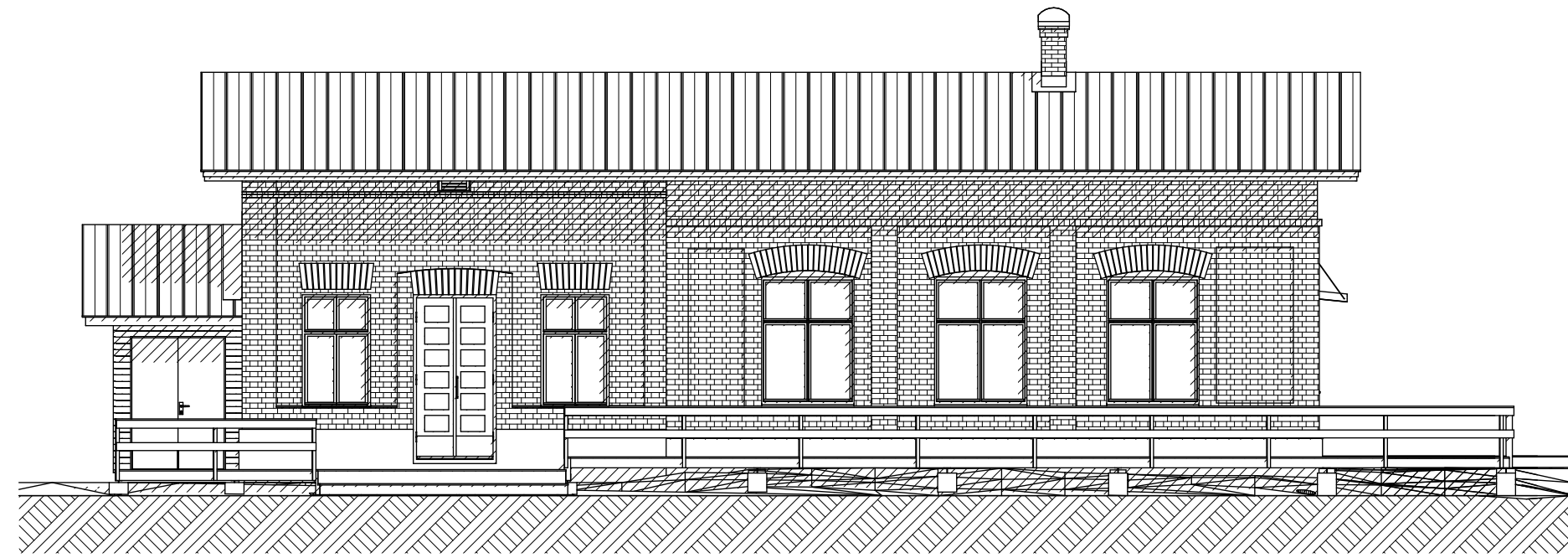
|   |                              |                               |                          |
|---|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa/Kylä<br>5 Leiri  | Kortteli/Tila<br>405-457-1-6 | Tontti/Rnro                   | Viranomaisten merkintöjä |
| Rakennuksen numero/Rakennustunnus   |                              |                               |                          |
| Rakennustoimenpide<br>Korjausrakentaminen   |                              | Piirustuslaji<br>Pääpiirustus | Juokseva nro<br>17       |
| Rakennuskohde<br>Rakuunamäen pumppuhuone  |                              | Piirustuksen sisältö<br>Pohja | Mittakaava<br>1:100      |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br>Rakuunamäen pumppuhuone ry<br>Ratsukatu 5 53600 Lappeenranta<br>0400 759112 |                              |                               |                          |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys  |                              | Suunnitteluala                | Tiedoston nimi           |
| Sakari Karjalainen, rakennusmestari 14.1.2018   |                              | ARK                           | Pumppuhuone_23032017.pla |





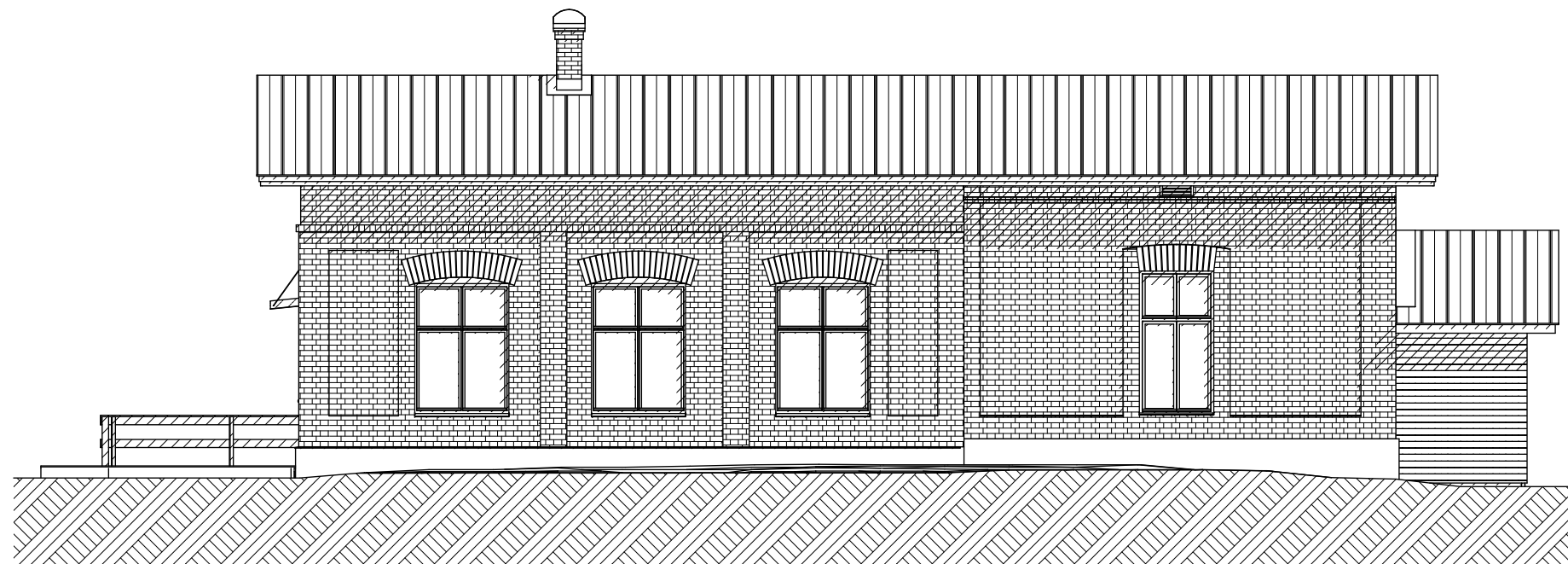
JULKISIVU ETELÄÄN

1:100



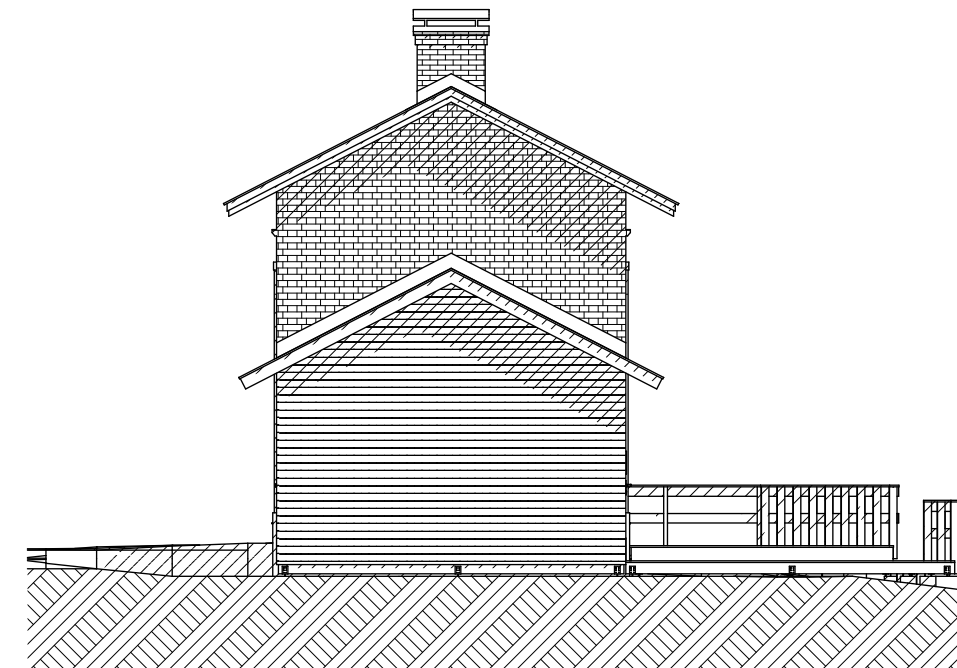
JULKISIVU LÄNTEEN

1:100



JULKISIVU ITÄÄN

1:100

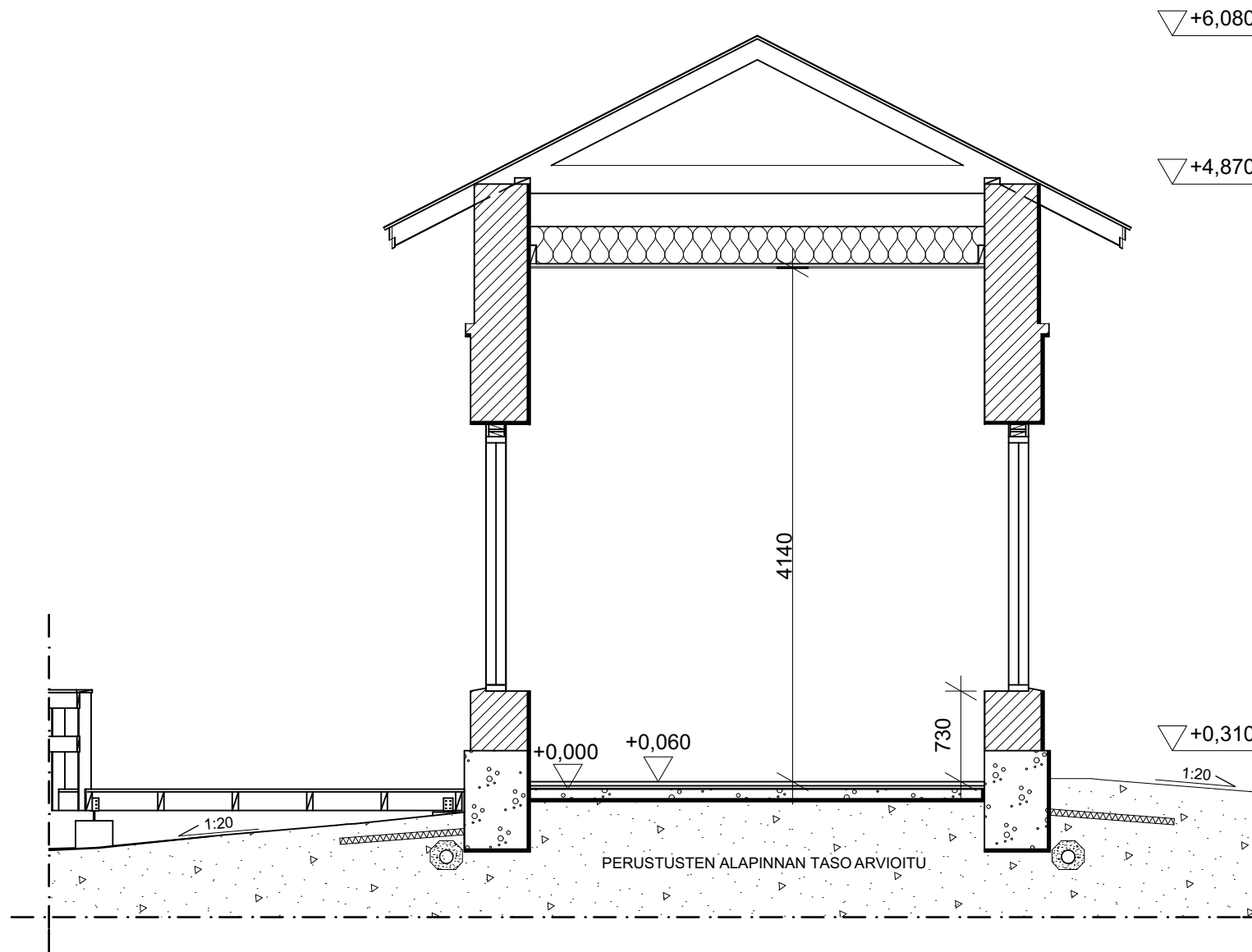


JULKISIVU POHJOISEEN

1:100

| Revisio | ID | Muutos | Muuttaja | Julkaisupäivä |
|---------|----|--------|----------|---------------|
|         |    |        |          |               |
|         |    |        |          |               |
|         |    |        |          |               |

|   |                                    |                     |                          |
|---|------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Kaupunginosa/Kylä<br>5 Leiri  | Kortteli/Tila<br>405-457-1-6       | Tontti/Rnro         | Viranomaisten merkintöjä |
| Rakennuksen numero/Rakennustunnus   |                                    |                     |                          |
| Rakennustoimenpide<br>Korjausrakentaminen   | Piirustuslaji<br>Pääpiirustus      | Juokseva nro<br>17  |                          |
| Rakennuskohde<br>Rakuunamäen pumppuhuone  | Piirustuksen sisältö<br>Julkisivut | Mittakaava<br>1:100 |                          |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br>Rakuunamäen pumppuhuone ry<br>Ratsukatu 5 53600 Lappeenranta<br>0400 759112 |                                    |                     |                          |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys  |                                    | Suunnitteluala      | Tiedoston nimi           |
| Sakari Karjalainen, rakennusmestari 14.1.2018   |                                    | ARK                 | Pumppuhuone_23032017.pla |



LEIKKAUS A-A

1:50

| Revisio | ID | Muutos | Muuttaja | Julkaisupäivä |
|---------|----|--------|----------|---------------|
|         |    |        |          |               |
|         |    |        |          |               |
|         |    |        |          |               |

|   |                                  |                      |  |
|---|----------------------------------|----------------------|--|
| Kaupunginosa/Kylä<br>5 Leiri  | Kortteli/Tila<br>405-457-1-6     | Tontti/Rnro          | Viranomaisten merkintöjä                   |
| Rakennuksen numero/Rakennustunnus   |                                  |                      |  |
| Rakennustoimenpide<br>Korjausrakentaminen   | Piirustuslaji<br>Pääpiirustus    | Juokseva nro<br>17   |  |
| Rakennuskohde<br>Rakuunamäen pumppuhuone  | Piirustuksen sisältö<br>Leikkaus | Mittakaava<br>1:50   |  |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br>Rakuunamäen pumppuhuone ry<br>Ratsukatu 5 53600 Lappeenranta<br>0400 759112 |                                  |                      |  |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys<br>Sakari Karjalainen, rakennusmestari 14.1.2018                       |                                  | Suunnitteluala<br>AR | Tiedoston nimi<br>Pumppuhuone_23032017.pla |

## Liite 2 4(4)

## ASEMAKAAVAMERKINTÖJÄ JA -MÄÄRÄYKSIÄ

- AL Asuin-, liike- ja toimistorakennusten korttelialue.
- VL Lähivirkistysalue
- sr - 2 Suojeltava rakennus

## KORTTELIALUEELLA

- Tonttien välisiä rajoja ja puistoon rajoittuvaa tontin rajaa ei saa aidata.

- Rakentamatta jäävälle rakennuspaikan osalle, jota ei käytetä leikki- ja oleskelualueeksi tai huolto- ja kulkuväyläksi tai pysäköintialueiksi, on istu- tettava puita ja pensaita ja muutoin rakennettava piha-alueeksi yhtenäisen suunnitelman mukaan.

## AUTOPAIKKOJEN VÄHIMMÄISMÄÄRÄ

Autopaikkoja on rakennettava:  
 - asunnot 1 ap / 75 asuinkerros-m2,  
 kuitenkin vähintään 1 ap / asunto.  
 - muut tilat 1 ap / 60 kerros-m2.

## PINTA-ALAT JA TILAVUUS

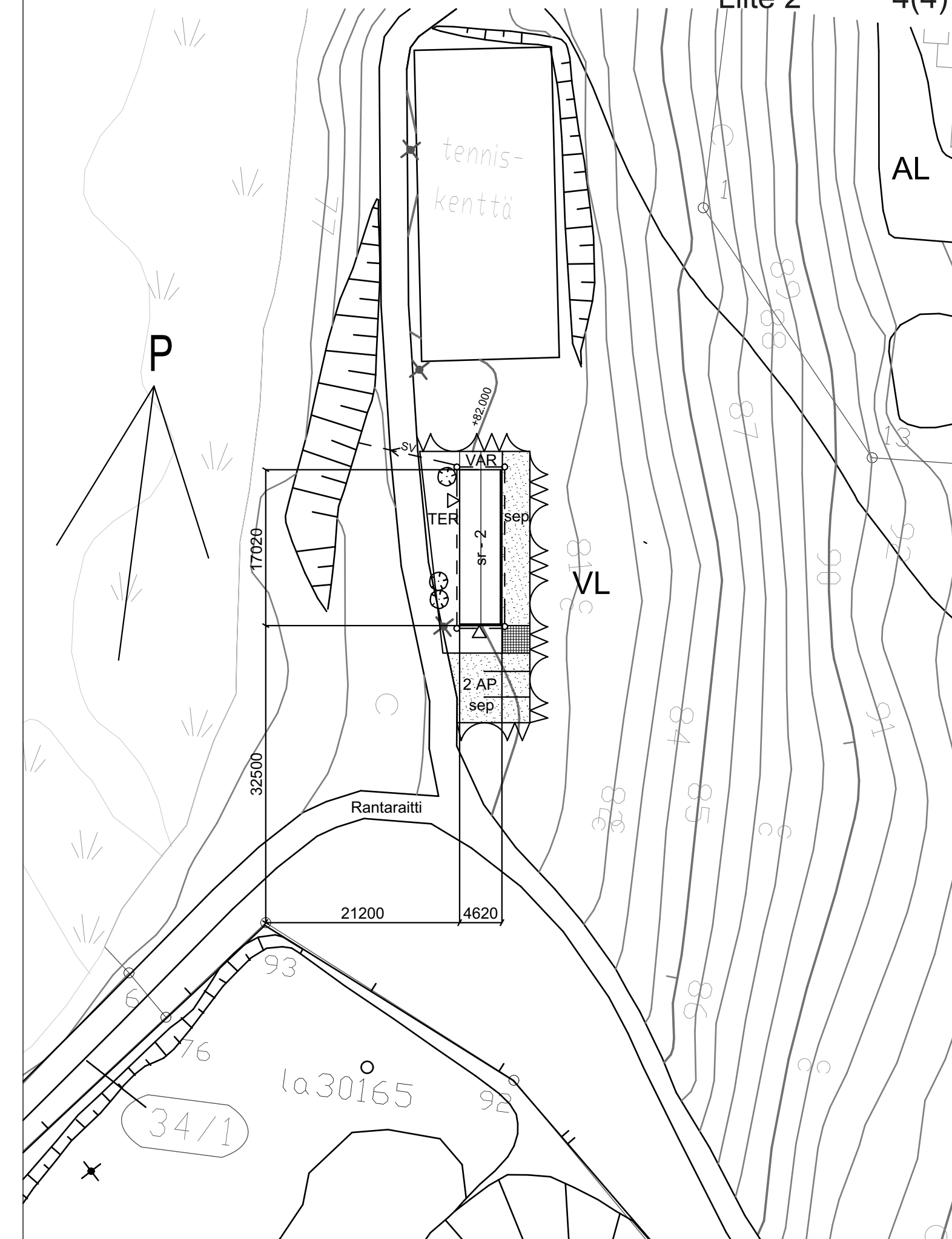
Huoneistoala 56 m<sup>2</sup>  
 Kerrosala 67 m<sup>2</sup>  
 Tilavuus 261 m<sup>3</sup>  
 Terrassin ala 90 m<sup>2</sup>

## AUTOPAIKKALASKELMA

Vaatus 1 ap / 60 kerros-m2  
 1 ap / 60 m2 x 67 m2 = 1,12 ap  
 tontilla 2 autopaikkaa

## MERKKIEN SELITYKSET

- säilytettävä puu
- sep sepeli
- pihalaatoitus
- sv sadevesiviemäri
- TER terassi
- AP autopaikka



| Revisio | ID | Muutos | Muuttaja | Julkaisupäivä |
|---------|----|--------|----------|---------------|
|         |    |        |          |               |
|         |    |        |          |               |
|         |    |        |          |               |

| Kaupunginosa/Kylä   | Kortteli/Tila | Tontti/Rnro                          | Viranomaisten merkintöjä |
|---|---------------|--------------------------------------|--------------------------|
| 5 Leiri   | 405-457-1-6   |                                      |                          |
| Rakennuksen numero/Rakennustunnus   |               |                                      |                          |
| Rakennustoimenpide<br>Korjausrakentaminen   |               | Piirustuslaji<br>Pääpiirustus        | Juokseva nro<br>17       |
| Rakennuskohde<br>Rakuunamäen pumppuhuone  |               | Piirustuksen sisältö<br>Asemapiirros | Mittakaava<br>1:500      |
| Suunnittelijan yhteystiedot: yritys, osoite ja puhelinnumero<br>Rakuunamäen pumppuhuone ry<br>Ratsukatu 5 53600 Lappeenranta<br>0400 759112 |               |                                      |                          |
| Vastuullinen suunnittelija: nimi, tutkinto, allekirjoitus ja päiväys  |               | Suunnitteluala                       | Tiedoston nimi           |
| Sakari Karjalainen, rakennusmestari 14.1.2018   |               | ARK                                  | Pumppuhuone_23032017.pla |

## Opinnäytteen aikana tuotetut aineistot

### Sisältö

Tässä asiakirjassa on listattuna opinnäytteen tekemisen aikana Rakuunamäen pumppuhuone ry:lle luovutetut pumppaamorakennuksen korjaushanketta varten tuotetut aineistot. Aineistot tuotettiin kuntoarviota lukuun ottamatta käyttäen pääasiallisena työvälineenä tietomallintamista ja ArchiCAD-mallinnusohjelmaa.

### Aineistot

Korjaushankkeen käyttöön tuotettiin seuraavat aineistot:

1. Kuntoarvioraportti
2. Pumppaamorakennuksen inventointimalli
3. Tekla BIMsight paketti, jossa kuntoarvion osat on kuvattu inventointimallisissa kommentti-työkalulla
4. Suunnitelmamalli, josta tuotettiin
  - 4.1. Lupien edellyttämät pääpiirustukset sisältäen
    - Pohjapiirustus
    - Julkisivupiirustukset
    - Leikkauspiirustus
    - Asemapiirustus
  - 4.2. Ovi- ja ikkunakaaviot
  - 4.3. Rakennetyyppiin piirustukset
5. Tekla BIMsight-paketti, johon sisällytettiin aiemmin tuotettu inventointimalli, myöhemmin tuotettu suunnitelmamalli sekä kaikki edellä mainitut dokumentit.
6. ArchiCAD ohjelmalla tuotettiin suunnitelmamallin pohjalta myös BIMX-hypermalli, jota voidaan tutkia BIMX-ohjelman avulla.
7. Suunnitelmamallin pohjalta luotiin valokuvarenderöintikuvia kohteesta havainnollistamistarkoituksiin.

Kaikki aineistot luovutettiin tilaajalle BIMsight-pakettien lisäksi myös erikseen. Myös inventointimallin ja suunnitelmamallin natiiviversiot luovutettiin tilaajalle.