



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

VILLE LAMMI

# **Betonimäki-projektisuunnitelma**

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN  
TUTKINTO-OHJELMA  
2023

Tekijä Lammi, Ville	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 5/2023
	Sivumäärä 71 liitteineen	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Betonimäki-projektisuunnitelma</b>		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia projektisuunnitelma vanhalle teollisuuskiinteistölle. Projektisuunnitelma piti sisällään kiinteistön kuntoarvion, ulkoseinän energiatehokkuuden laskemisen, rakennustyöselosteen laatimisen sekä rakennuskuvien päivittämisen. Työn tilaajana on Alatalot Oy.</p> <p>Kuntoarvio toteutettiin rakenteita rikkomattomin ja aistinvaraisin menetelmin, ilman mittalaitteita. Kuntoarvion tulosten perusteella tehtiin toimenpide-ehdotukset mahdollisille korjaustöille. Kiinteistön energiatehokkuuden parantamiseksi tehtiin suunnitelma ulkoseinän lisäeristämisestä. Laskelmilla perusteltiin, millä toimenpiteillä energiatehokkuutta voidaan kiinteistössä parantaa.</p> <p>Kiinteistölle tullaan tekemään laadittujen rakennustyöselosteiden mukaiset korjaus- ja muutostyöt. Töiden tavoitteena on tehdä kiinteistöstä soveltuvampi tilaajan liiketoimintaa varten. Tilaajalle on toimitettu myös uudet digitaaliset rakennuskuvat sekä ehdotus, miten rakennuksen ulkoseinän energiatehokkuutta voidaan parantaa.</p>		
<a href="#">Asiasanat</a> Kuntoarvio, energiatehokkuus		

Author Ville Lammi	Type of Publication Bachelor's thesis /	Date 5/2023
	Number of pages 71 with attachments	Language of publication:
Title of publication <b>Betonimäki project plan</b>		
Degree program Construction and Civil Engineering		
<p>The aim of the thesis was to prepare a project plan for an old industrial building. The project plan included a condition assessment of the property, calculation of the energy efficiency of the exterior wall, preparation of a building work specification and updating of the building plans. The work was commissioned by Alatalot Oy.</p> <p>The condition assessment was carried out using non-destructive and sensory methods, without the use of measuring instruments. The results of the condition assessment were used to propose measures for possible repairs. The energy efficiency of the building was investigated by calculating the U-value of the external wall. The calculations were used to justify the measures that could be taken to improve the energy efficiency of the building.</p> <p>The property will be renovated and altered in accordance with the construction works specifications. The aim of the works is to make the property more suitable for the client's business. The client has also been provided with new digital building images and a proposal on how to improve the energy efficiency of the building's exterior wall.</p>		
<u>Key words</u> condition survey, energy efficiency,		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 BETONIMÄKI-KIINTEISTÖN TAUSTATIEDOT .....	6
3 KUNTOARVIO .....	8
3.1 Kuntoarvion merkitys ja hyödyt.....	8
3.2 Kuntoarvion vaiheet .....	9
3.3 Kuntoarvioija.....	10
3.4 Kuntoarvioraportti ja sen ylläpito .....	11
3.5 Muut kuntoarvioon liittyvät käsitteet.....	12
4 ENERGIATEHOKKUUS KORJAUSRAKENTAMISESSA.....	14
4.1 Rakenteellinen energiatehokkuus.....	14
4.2 Energiatehokkuuden parantaminen korjaushankkeissa.....	15
4.2.1 Rakennusosakohtaiset vaatimukset .....	16
4.2.2 Teknisten järjestelmien vaatimukset.....	16
4.3 Korjaamattoman lämmönläpäisykertoimen laskeminen .....	17
4.4 Korjatun lämmönläpäisykertoimen laskeminen.....	21
5 PROJEKTIN SUUNNITTELU.....	24
5.1 Kuntoarvio.....	24
5.2 Rakennuskuvat .....	24
5.3 Rakennustyöselosteet .....	25
5.4 Energiatehokkuuden parantaminen .....	25
6 PROJEKTIN TULOKSET.....	26
6.1 Kuntoarvio.....	26
6.2 Rakennuskuvat ja rakennustyöselosteet.....	31
6.3 Energiatehokkuuden parantaminen .....	31
7 YHTEENVETO .....	37
LÄHTEET.....	38
LIITE 1. NYKYINEN ULKOSEINÄRAKENNE JA LASKELMAT .....	39
LIITE 2. LISÄERISTETTY ULKOSEINÄRAKENNE JA LASKELMAT.....	42
LIITE 3. BETONIMÄKI KUNTOARVIO.....	49
LIITE 4. RAKENNUSTYÖSELOSTEET .....	62
LIITE 5. JULKISIVU- JA POHJAKUVAT .....	66

## 1 JOHDANTO

Yhä useampi rakennus on kerännyt korjausvelkaa, koska tarpeellisia ylläpito- ja huoltotöitä on laiminlyöty. Osasyynä korjausvelan syntymiselle voidaan pitää aikaisempien vuosikymmenien takaisia ”huonoja” rakennustapoja. Nykypäivänä kiinteistöjen käyttötarkoituksia saatetaan muuttaa, mikäli kiinteistölle on tullut uusi käyttäjä. Usein muutostöitä tarvitsee tehdä, jotta kiinteistö palvelee sille suunniteltua käyttötarkoitusta paremmin. Muutostöiden ohella on kustannustehokasta päivittää rakennuksen energiatehokkuutta ja pienentää rakennuksen korjausvelkaa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kartoittaa tilaajalle heidän hankkimansa Betonimäki-kiinteistön kuntoa ja laatia sille alustava projektisuunnitelma. Projektisuunnitelma sisältää kohteen kuntoarvion, energiatehokkuuden parantamiselvityksen, rakennustyöselosteen laatimisen sekä rakennuskuvien päivittämisen. Projektisuunnitelman perusteella tilaaja tulee tekemään kohteeseen muutostyöt, jotta se soveltuu paremmin heidän tarpeisiinsa. Kohteesta on olemassa vanhoja rakennekuvia ja suunnitelmia. Tähän opinnäytetyöhön kuuluu myös näiden kuvien päivittäminen tarpeen mukaan.

Alussa esitellään Betonimäki-kiinteistön taustaa ja esitellään rakennuskuvia. Teoreettisessa osuudessa käydään läpi työn keskeiset käsitteet, kuten kuntoarvio ja energiatehokkuus korjausrakentamisessa. Toiminnallinen osuus käsittelee kuntoarvion tuloksia ja laskelmia energiatehokkuuden parantamisesta.

Työn tavoitteena on selvittää kiinteistön nykyinen kunto ja sen mahdolliset korjaus- ja muutostarpeet. Kun kunto on saatu selville, laaditaan korjaussuunnitelma ja rakennustyöselosteet, joita hyödyntämällä tilaaja voi teettää mahdolliset rakennustyöt, jolloin kohde soveltuu heidän tarpeisiinsa paremmin. Tilaajalle toimitetaan laskelmat energiatehokkuuden parantamisesta, jota hyödyntämällä rakennuksesta tulisi energiatehokkaampi.

## 2 BETONIMÄKI-KIINTEISTÖN TAUSTATIEDOT

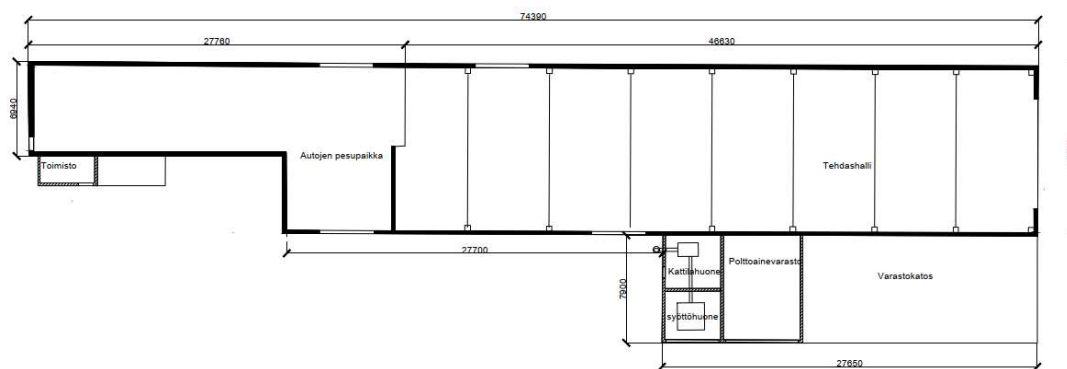
Betonimäki on vanha betonitehdas Karviassa, Pohjois-Satakunnassa. Betonituotanto on tiloissa lopetettu ja tehdas on myyty Alatalot Oy:lle. Alatalot Oy on perustettu vuonna 2001 ja sen päätoimiala on rakennuttajapalvelut, kuten maanrakennus ja rakennustyöt. Yhtiön konserniin kuuluvat Arvorakentajat Oy ja Karvian Luonnonsora. (Finder, 2023.)

Betonimäki on 1970-luvulla betonista rakennettu n. 900 m<sup>2</sup> suuruinen lämmin halli. Hallin kylkeen on rakennettu betonituotantoon tarvittavat asemat, jotka jäävät myyjän omistukseen. Tontin alareunassa on n. 80 m<sup>2</sup> suuruinen toimisto- ja sosiaalilarakennus. Kuvasta 1 on havaittavissa rakennus ilmakuvasta katsoen.



Kuva 1. Ilmakuva tontista

Kiinteistöä on jo osittain muokattu siten, että vanhat betonituotantoon liittyvät koneistot on hävitetty rakennuksesta. Näihin tiloihin ei ole vielä keksitty käyttötarkoitusta. Tehdashallin tilat on jo otettu varasto ja rakennustuotanto käyttöön.



Kuva 2. Pohjakuva rakennuksesta

Rakennuksen alkuperäiset rakennuspiirustukset ovat käytettävissä, mutta niissä on havaittu puutteita ja ristiriitoja nykytilaan nähden. Rakennusviranomaisten puolesta ei ole tiedossa huomautuksia ja kaikille rakennuksille on myönnetty rakennusluvat. Tontti ja piha-alueet n. 12000 m<sup>2</sup> ovat sorapinnalla. Rakennuksesta johtaa betonirumpuinen viemäri linja alueen itäpuolelle olevaan ojaan. Lähtötietojen mukaan tontti on salaojitettu 10 metrin välein, eikä tontilla ole havaittu ongelmia perusvesissä. Kiinteistön läpi kulkee vesiosuuskunnan vesijohto. Eteläsivun naapurin viemäri vesisiä johdetaan kiinteistön viemärijärjestelmään. Jätevesiviemärien osalta ei ole tiedossa puutteita, mutta niiden toimivuus ja asetusten mukaisuus tarkastetaan. Tontin eteläosassa sijaitsee laaja alue, johon ylijäämäbetonit on ajatettu.

### 3 KUNTOARVIO

Suomalaisen rakennuskannan vanheneminen ja kuluminen sekä kunnossapidon ja korjaustoiminnan puutteet ovat johtaneet jatkuvasti kasvavaan korjausvajeeseen. Rakennuksille syntyy niiden elinkaaren aikana erilaisia korjaustarpeita, joihin voidaan vaikuttaa esimerkiksi suunnitelmallisella ja oikea-aikaisella kiinteistöhuollolla. Mikäli tarpeellisista korjauksista ollaan tietoisia ajoissa, voidaan vaikuttaa niiden kustannuksiin. Tämän edellytyksenä on, että tiedetään rakennuksen kunto ja keskitytään ennakoimaan mahdolliset korjaustoimet ja suunnittelemaan niitä ajoissa. Kiinteistön hyvän kunnossapidon edellytyksenä on teettää rakennukselle säännöllisin välein tutkimuksia, joista selviää rakennuksen kunto, eli teettää rakennukselle kuntoarvio. (Laitinen, 2014, esipuhe.)

Kuntoarviolla tarkoitetaan rakennuksen tai kiinteistön kunnan selvittämistä aistinvaraisilla ja rakennusosia rikkomattomilla menetelmillä tutkien. Kuntoarvion avulla saadaan tietoon rakennuksen sen hetkinen kunto. Kuntoarvio voi koskea vain tiettyä rakennuksen osaa, mutta yleensä kohdetta tarkastellaan kokonaisuudessaan. Kuntoarvion pohjalta voidaan määrittää rakennusosalle kuntoluokka. Kuntoarvion avulla saadaan selville mahdolliset korjaustarpeet ja jatkotutkimukset, sekä niiden ajankohdat ja kustannukset. Kuntoarvion pohjalta laaditaan PTS (pitkän tähtäimen suunnitelma), johon kirjataan edellä mainitut asiat. Kuntoarvio tulisi teettää ensimmäisen kerran ennen kuin kiinteistö on kymmenen vuotta vanha, jonka jälkeen kuntoarvioita tulisi tehdä vähintään viiden vuoden välein. (RT 103097, 2019 s. 1-2.)

#### 3.1 Kuntoarvion merkitys ja hyödyt

Kuntoarvion teettämisestä saadaan selville rakennuksen sen hetkinen kunto. Kun kuntoarvion pohjalta saadaan rakennuksen kunnosta kattava kuva voidaan tulkita onko rakennukseen teetettävä mahdollisia korjaustöitä. Tämän takia kuntoarvion teettäminen on tärkeää, jotta työt voidaan aloittaa hyvällä aikataululla. Tällä on merkittävä vaikutus mahdollisten korjaustöiden kustannusvaikutuksiin. Isoimmat syyt kustannusten kannalta syntyy kun korjausajankohta tiedetään. Kun korjaustarve tiedetään, voidaan hankkeen suunnittelu ja siihen liittyvien urakoitsijoiden kilpailutus



tehdä ajallisesti rauhassa. Kuntoarvion säännöllinen teettäminen tuo korjaustöille kattavamman suunnitelman, jolla voidaan suoraan säästää korjausten kustannuksista. (Heikkanen, 2020, s. 78-86.)

Rakennuksen tai kiinteistön kuntoarvion hyötyihin voidaan luetella:

- riskikohtien paikantaminen, kunnan ja korjaustarpeiden kartoitus
- rakennuksen tai kiinteistön elinkaarta voidaan pidentää oikea-aikaisilla huoltotoimenpiteillä
- auttaa suunnitelmien laatimisessa, päätöksenteossa ja budjetoinnissa
- energiatehokkuuden parantaminen.

(Kiwa Inspecta Finland, 2023, s. 2.)

Kuntoarvion tutkimusmenetelmät ovat rakenteita rikkomattomat. Tutkimusmenetelmät tehdään pääosin kokemusperäisesti tarkkailemalla rakennuksen aikakaudelle tyypillisiä riskirakenteita tai tarkistelemalla jonkin rakenteen teknistä käyttöikä. Tutkimuksen apuna voidaan myös käyttää pintoja rikkomattomia apuvälineitä, kuten pintakosteusmittaria tai lämpökameraa. Kuvassa 3 nähdään kuntoarvion yleisiä kohteita sekä käytettäviä menetelmiä. (RT 103097, 2019, s. 1, 4; RT 103096, 2019, s.6.)

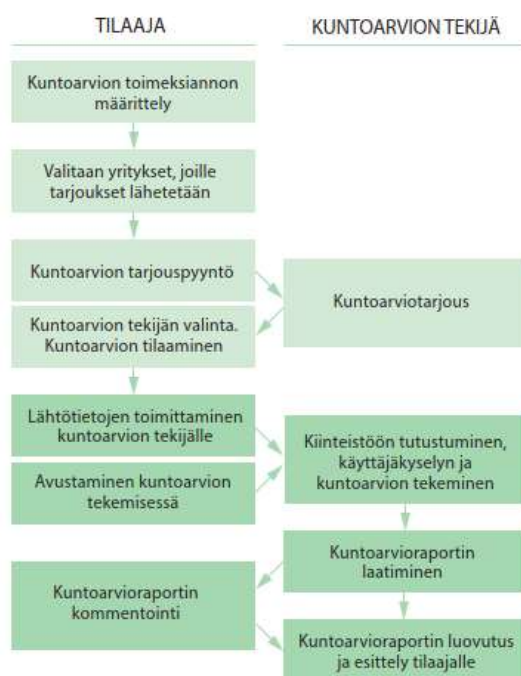
	Kohde	Tavoite	Menetelmät	Raportointi	Tekijät
Kuntoarvio	Asuinkiinteistöt Liikekiinteistöt Toimistokiinteistöt Palvelukiinteistöt Teollisuuskiinteistöt	Kiinteistön tilojen, rakennusosien, taloteknisten järjestelmien, hissien ja ulkoalueiden kunnan selvittäminen. Selvitys energiatehokkuudesta.	Aistienvaraiset, kokemusperäiset sekä rakennetta rikkomattomat menetelmät. Käyttäjien haastattelut. Energiatalouden selvitys.	Määrämuotoinen kirjallinen raportti, johon liitetään kunnossapitosuunnitelma ehdotus (PTS-ehdotus).	Työryhmä (rakennus- ja talotekniset asiantuntijat, hissiasiantuntijat).  PKA rakennuksen kuntoarvioija.

Kuva 3. Kuntoarvion kohteet ja menetelmät (RT 103096, 2019, s.6.)

### 3.2 Kuntoarvion vaiheet

Kuntoarvio lähtee aina tilaajan pyynnöstä. Kun kuntoarvioija on valittu, annetaan hänelle käyttöön kaikki tarvittava kirjallinen aineisto, mitä kiinteistöstä on saatavilla, kuten esimerkiksi rakennuksen suunnitelmat ja kuvat. Toinen tärkeä aineisto on kiinteistön käyttäjien kertomat kokemukset eli käyttäjäkyselyt. Käyttäjäkyselyyn vastaavat tilaajan edustajat sekä mahdollinen henkilökunta, joka kiinteistöä hoitaa. (RT 103097, 2019, s. 5.)

Kuntoarvio aloitetaan tilaajan toimesta. Kuntoarviossa voidaan tutkia koko kiinteistö tai jokin tietty osa siitä esimerkiksi vesikatto. Kuntoarvioija aloittaa kuntoarvion tutustumalla hänelle annettuun aineistoon. Kun aineisto on käyty läpi, aloitetaan kiinteistön kunnan varsinainen selvittäminen, jossa käydään läpi systemaattisesti rakenteet, rakennusosat ja järjestelmät sekä etsitään merkkejä vaurioista ja niiden vakavuudesta. Huomiota kiinnitetään myös käyttäjäkyselyjen vastauksiin ja etsitään mahdollisten haittojen aiheuttajia. Kuntoarvion päätteeksi laaditaan raportti, josta käy ilmi mahdolliset vauriot ja rakennuksen sen hetkinen kunto sekä niille toimenpideehdotukset. Raportti luovutetaan työn tilaajalle. Kuntoarvion vaiheet on esitelty kuvassa 4. (RT 103097, 2019, s. 5.)



Kuva 4. Kuntoarvion vaiheet (RT 103097, 2019, s. 5.)

### 3.3 Kuntoarvioija

Rakennukseen kuuluu monia eri järjestelmiä sekä rakennusosia. Kuntoarvion suorittaa työryhmä, sillä jokaiselle erikoisjärjestelmälle tulisi löytyä oma asiantuntija. Esimerkkejä asiantuntija-alan kohteista ovat lämmitysjärjestelmät, vesi- ja viemärijärjestelmät, ilmanvaihtojärjestelmät, sähköjärjestelmät sekä muut mahdolliset rakennuksen erikoisjärjestelmät. Kun työryhmä on koottu, aloitetaan ennakkoarviot,

joissa jaetaan tehtävät ja sovitaan aikataulusta. Lisäksi tehdään riskiarviot jokaiselle osa-alueelle ennen kuntoarvion aloitusta. (Hekkanen, 2020, s. 78-79.)

Kuntoarvioijalla tulee olla tehtävään soveltuva pätevyys, kuten koulutus ja alaan liittyvä kokemus ja ammattitaito. Kuntoarvioijan tulee tietää omalta ammattialaltaan mm. seuraavat asiat:

- voimassa olevat säädökset ja viranomais määräykset
- kohteen materiaalien ja rakentamismenetemien tavat ja ominaisuudet
- rakennuksen osien ja järjestelmien oleelliset asiat kulumisen kannalta
- mitä riskityyppejä kohteen ikäisessä ja tyyppisessä rakenteessa on
- miten piilossa olevia riskirakenteita arvioidaan
- millaisia jatkotutkimuksia kohteelle tulisi tehdä ja milloin
- mahdolliset korjausmenetelmät ja soveltuvat materiaalit
- energiatehokkuutta parantavat menetelmät ja niiden kannattavuudet
- turvallisuuden ja terveyteen parantamiseen liittyvät keinot. (RT 103096, 2019, s. 10.)

Kuntoarvioijalla on perustiedot myös muilta rakentamisen osa-alueilta sekä energiankulutukseen ja sisäolosuhteisiin vaikuttavista asioista. Kuntoarviotsija voi osoittaa osaamisensa esimerkiksi suorittamalla rakennuksen kuntoarvioijan (PKA) pätevyyden. Kuntoarvioijan tulee osata käyttää työssä tarvittavia apuvälineitä, kuten mittauslaitteistoja ja työkaluja. Arvioijan tulee osata tunnistaa, mitä mittauksia tehdään tiettyjen rakenteiden tai materiaalien kohdalla. Kuntoarvioija on myös velvollinen tietämään mahdolliset virhemarginaalit, koneiden kalibroinnit ja apuvälineiden antamien tulosten oikeanlainen tulkinta. (RT 103097, 2019, s. 4.)

### 3.4 Kuntoarvioraportti ja sen ylläpito

Kuntoarvioraportti sisältää kuvauksen tarkastettavien kohteiden nykytilanteesta, kunnosta sekä tarvittavat korjaustoimenpide- ehdotukset. Raportissa annetaan ehdotukset myös mahdollisista tarpeellisista kuntotutkimuksista. Kuntoarvioraportissa asiat tuodaan esille niiden tärkeys- ja kiireellisyysjärjestyksessä:

- terveyteen ja turvallisuuteen vaikuttavat asiat
- korjauskustannuksiltaan merkittävimpiin osiin
- vauriot, jotka voivat laajentuessaan aiheuttaa merkittäviä vahinkoja.

Kuntoarvioraportti tulee laatia niin selkeäksi, että henkilö, jolla ei ole alakohtaista tietämystä, voi sen helposti ja ymmärrettävästi lukea. (RT 103096, 2019, s. 7-8.)

Kuntoarviot ovat kiinteistön PTS-ohjelman laadinnan perusta. Tämän takia kuntoarvio tulisi tehdä rakennukselle useamman kerran sen elinkaaren aikana. Kuntoarvioita tulisi jatkuvasti ylläpitää ja niiden tulisi olla osa korjaustoimintaan liittyvää menettelyä.

Kiinteistöjen korjausohjelman perustana olevan kuntoarvion tulisi olla maksimissaan kolmen vuoden ikäinen, jotta sen tietoa voidaan pitää luotettavana. Normaalisti kuntoarvioita teetetään vähintään viiden vuoden välein. Kuitenkin, jos kuntoarvio on kertaalleen tehty kunnolla, sen uudelleen tekeminen samalla kuntoarvioijalla onnistuu hyvinkin pienellä työllä ja edullisesti, koska kuntoarvioija tuntee kohteen ennalta jo hyvin. (Myyryläinen, 2008, s. 95.)

### 3.5 Muut kuntoarvioon liittyvät käsitteet

**Huoltokirja** on rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje eli kiinteistökohtainen asiakirjakokonaisuus. Rakennuksen huoltokirjassa on koottuna kaikki oleelliset perustiedot, joiden avulla kiinteistöä voidaan huoltaa ja ylläpitää. Huoltokirjaan on merkitty kaikki tarpeelliset korjaukset tai tarkistukset huomioiden rakenteiden tai järjestelmien suunnitellut käyttöiät. Huoltokirja on oleellinen työkalu kiinteistön kunnossapitovelvolliselle ja sitä tulee täydentää koko kiinteistön elinkaaren ajan. (KH 90-00613, 2016, 2.)

**Kuntoluokka** on kuntoarvion tai kuntotutkimuksen perusteella jollekin rakenteelle tai järjestelmälle määritelty kuntoluokitus. Kuntoluokat annetaan asteikolla 1-5. Asteikko määrittää kunnan ja ajan koska seuraava tarkistus tai huolto tulisi tehdä. Kuntoluokat koskevat yleensä jotain tiettyä rakennusosia ja niiden avulla rakennuksia voidaan verrata toisiinsa. Luokkia on viisi ja ne on esitetty kuvassa 5. (RT 103098, 2019, 2.)

Kuntoluokka	Kuvaus
5	uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden kuluessa
4	hyvä, kevyt huoltokorjaus 6...10 vuoden kuluessa
3	tydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6...10 vuoden kuluessa
2	välttävä, peruskorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6...10 vuoden kuluessa
1	heikko, uusitaan 1...5 vuoden kuluessa

Kuva 5. Kuntoluokkien määrittäminen (RT 103098, 2019, 2.)

**Kuntotutkimus** on selvitys, jonka tavoitteena on selvittää tutkimuskohteen mahdollisimman tarkka kunto. Kuntotutkimus on rakenteita rikkova menetelmä. Tutkimuskohteita voivat olla mm. rakennus, rakenneosa tai talotekniset järjestelmät. Koska tutkimus on rakenteita rikkova, se usein teetetään vasta kun niille on tietty syy. Syyt voivat olla kuntoarvion pohjalta tarpeelliset jatkotutkimukset tai suunnittelu- ja korjaustarpeiden tarkempi selvittäminen. (RT 103098, 2019, 2.)

**Käyttöikä** tarkoittaa aikaa, jonka rakennusosan, teknisen järjestelmän tai rakennusosan toimivuusvaatimukset täyttyvät käyttöön otosta alkaen. Käyttöiän säilymisen toimivuusvaatimukset täyttyvät, kun kohdetta ylläpidetään, käytetään ja huolletaan sille suunnitellusti ja ohjeiden mukaisella tavalla.

(KH 90-00613, 2016, 2.)

**Kunnossapitosuunnitelmaehdotus** (PTS-ehdotus) on kuntoarvion pohjalta tehty suunnitelma, joka kertoo rakennukselle tarpeellisista toimenpiteistä. Suunnitelmassa kerrotaan ehdotus miten ja millä aikavälillä jotain tiettyä rakennetta/järjestelmää tulisi huoltaa tai teettää tarkempia tutkimuksia. Kunnossapitosuunnitelmaehdotusta kutsutaan usein pitkän tähtäimen suunnitelmaksi ja se usein tehdäänkin vähintään seuraavalle 10 vuodelle. Suunnitelma sisältää vuosikohtaisesti tehtävät toimenpiteet ja niiden kustannusennusteen. (RT 103097, 2019, 2)

## 4 ENERGIATEHOKKUUS KORJAUSRAKENTAMISESSA

Rakennuksen energiatehokkuudella tarkoitetaan yksinkertaisuudessaan kiinteistön hyötysuhdetta energian käytössä. Mitä pienemmällä energian käytöllä kiinteistöä voidaan käyttää, sitä enemmän säästetään energiaa, mikä tuo kustannussäästöjä rahallisesti ja ympäristöllisesti. (Heikkanen, 2020, s. 56-58)

Arvioiden mukaan rakennuksen ylläpitokustannuksista noin 40 % syntyy energiakustannuksista. Energian käytöstä on arvioitu syntyvän jopa 80 % kaikista ympäristökuormituksista. Rakentamisen asetukset on muokattu parantamaan energiatehokkuutta, joka vähentää ilmastöpäästöjä ja pienentää kiinteistön ylläpitokustannuksia. Energian käytön hallinnalla tarkoitetaan energian tehokasta käyttöä. Sen tarkoituksena voidaan pitää turhan energian käytön pitämistä mahdollisimman pienenä. Eniten rakennuksen energian kulutukseen voidaan vaikuttaa suunnitteluvaiheessa. Tällöin päätetään rakennuksen teknisistä järjestelmistä ja miten kohde rakennetaan tai korjataan. Kuitenkin rakennuksen käyttövaiheessa suurin vastuu on käyttäjällä. Myös kohteen huoltomiehillä ja isännöitsijällä on suuri vastuu varmistaa, että rakennusta käytetään mahdollisimman energiatehokkaasti. (Myyryläinen, 2008, s. 47, Heikkanen, 2020, s. 56-58)

### 4.1 Rakenteellinen energiatehokkuus

Rakenteellinen energiatehokkuus kuvastaa rakennuksen tilojen lämmitystarpeiden pienentämistä käyttäen arkkitehtuuria ja rakenteellisia keinoja. Tällöin puhutaan passiivisista energiansäästömenetelmistä. Menetelmät ovat hyviä siksi, että ne toimivat ilman erityisiä säätöjä tai huoltotoimenpiteitä. Niitä ovat esimerkiksi ikkunoiden sijoittaminen siten, että auringonvaloa voidaan hyödyntää lämmityksessä tai eristyksen lisääminen rakennuksen ulkoseinään. Suunnitteluvaiheessa tehdyt passiiviset energiansäästömenetelmät toimivat koko rakennuksen elinkaaren ajan. Rakenteellinen energia ei ole riippuvainen tilojen käyttäjästä tai tekniikan säädöistä. Rakennuksille asetetaan energiatehokkuustavoitteet, jotka tyypillisesti perustuvat ylläpitokustannuksien pienentämiseen. Rakennusosien suunnittelussa on annettu asetukset, jotka perustuvat rakenneosan U-arvojen enimmäisarvoihin.

Lämmönläpäisykerroin eli U-arvo kuvastaa rakenteen lämmöneristyskykyä. Mitä pienempi U-arvo on, sitä paremmin se eristää lämpöä. U-arvo kertoo, kuinka monta wattia lämpötehoa kulkee rakenteen läpi neliometriä kohden. U-arvon yksikkö on siis  $W/(m^2K)$ . Ympäristöministeriö on antanut rakennusosakohtaiset vaatimukset U-arvojen luvuista (kuva 6). Nämä toimivat ohjeistuksena rakennuksen suunnitteluvaiheessa. (Ojanen, 2017, s. 8.)

Rakennusosa	Vaatus (W/m <sup>2</sup> K)
Seinä (pienet asuinrakennukset)	0,17
Seinä (asuinkeuustalot)	0,17
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09
Ryömintätilaan rajoittuva alapohja	0,17
Maata vasten oleva rakennusosa	0,16
Ikkuna, ovi	1,00

Kuva 6. Rakennusosien U-arvovaatimukset. (Ympäristöministeriö)

#### 4.2 Energiatehokkuuden parantaminen korjaushankkeissa

Ympäristöministeriön laatima asetus 4/13 (Yma 4/13) on tehty ohjaamaan rakennusten energiaterokkuuden parantamista, kun kiinteistölle tehdään korjaus- ja muutostöitä. Korjaustöiden ohessa on usein mahdollista kustannustehokkaasti samalla tehdä energiaterokkuutta parantavia korjauksia. Yksi oleellisimpia keinoja tähän on parantaa rakennuksen lämmönkulutuksen tehokkuutta. Lämmönkulutukseen vaikuttavat mm. lämmin käyttövesi, rakennuksen ilmanvaihto, lämmitys ja rakennuksen vaipasta tapahtuva lämmön johtuminen. Vaipalla tarkoitetaan tässä kohtaa rakennuksen ulkoseiniä, ikkunoita ja ovia, sekä ylä- ja alapohjaa. Ulkoseinien ja ikkunoiden uusimisella ja niiden lämmöneristysten parantamisella on usein isoin merkitys rakennuksen kokonaisenergiankulutukseen. Merkitys on suurempi, mitä vanhemmasta rakennuksesta on kysymys. (Weijo ym., 2019, s. 90.)

Asetuksessa Yma 4/13 kerrotaan kolme eri toteutustapaa, joiden avulla energiatehokkuutta voidaan parantaa. Ensimmäinen kohdistuu eri rakennusosiin, kuten ikkunoihin ja ulkoseiniin. Toinen antaa vaatimukset koskien rakennuksen teknisiä järjestelmiä. Kolmas on E-luvun laskeminen rakennukselle ja sen saaminen tarvittavaan tasoon. (Weijo ym., 2019, s. 92.) Tässä opinnäytetyössä käsitellään vain rakennusosakohtaisia vaatimuksia.

#### 4.2.1 Rakennusosakohtaiset vaatimukset

Kun rakennuksen energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuu rakennusosakohtaisesti, on noudatettava seuraavia vaatimuksia:

- 1) Ulkoseinä: Alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0.17 W/(m<sup>2</sup> K). Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin 0,60 W/(m<sup>2</sup> K) tai parempi.
  - 2) Yläpohja: Alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0.09 W/(m<sup>2</sup> K). Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin 0,60 W/(m<sup>2</sup> K) tai parempi.
  - 3) Alapohja: Energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan.
  - 4) Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava 1.0 W/(m<sup>2</sup> K) tai parempi.
- Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa on lämmönpitävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13, 2013, 4 §.)

#### 4.2.2 Teknisten järjestelmien vaatimukset

Rakennuksen teknisille järjestelmille, kuten ilmanvaihdolle, lämmitys-, vesi- ja viemärijärjestelmille on asetuksessa Yma 4/13, 5§ annettu vaatimukset järjestelmäkohtaisesti, miten niiden energiatehokkuutta tulisi parantaa korjausrakentamisessa. Tässä opinnäytetyössä ei käsitelty teknisiä järjestelmiä. Mikäli kohteeseen tehdään järjestelmien osalta parannuksia, tulee noudattaa seuraavia vaatimuksia;

- 1) Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdonlämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä eli lämmön talteenoton vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 %.



- 2) Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,0 kW/(m<sup>3</sup>/s).
- 3) Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s).
- 4) Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s).
- 5) Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta parannetaan laitteiden ja järjestelmien uusimisen yhteydessä mahdollisuuksien mukaan
- 6) Vesi- ja/tai viemärijärjestelmien uusimiseen sovelletaan, mitä uudisrakentamisesta säädetään.

(Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13, 2013, 5 §.)

#### 4.3 Korjaamattoman lämmönläpäisykerroimen laskeminen

Lämmönläpäisykerroin lasketaan julkaisun ”RIL 225-2023 Rakennusosien lämmönläpäisykerroimen laskenta” (RIL 225-2023, 2023, s.25-40) mukaisesti. Tämä alaluku on lainattu osittain suoraan siitä. Julkaisu perustuu standardeihin SFS-EN ISO 10456:2007+AC:2009, SFS-EN ISO 6946:2017 ja SFS-EN ISO 13370:2017, ja kaavaan liittyvä standardi on siis mainittu jokaisen kaavan perässä.

Rakennusosan lämmönläpäisykerroin (U) on rakennusosan kokonaislämmönvastuksen ( $R_T$ ) käänteisluku:

$$U = \frac{1}{R_{Tot}} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 1})$$

Jossa:

U rakennusosan lämmönläpäisykerroin W/(m<sup>2</sup>K)

$R_{Tot}$  rakennusosan kokonaislämmönvastus m<sup>2</sup>K/W.

Rakennusosan kokonaislämmönvastus ( $R_T$ ) sisältää myös rakennusosan lämmönvastuksen ja rakennusosan molempien puolien pintavastukset (sisä- ja ulkopintavastus).

Koska lämpö voi johtua usean ainekerroksen läpi ja ainekerrosten paksuudet/lämmönjohtavuudet voivat erota toisistaan, lasketaan yksittäisen materiaalin lämmönvastus ( $R$ ) paksuuden ( $d$ ) ja sen lämmönjohtavuuden ( $\lambda_U$ ) suunnitteluarvoa käyttäen, jossa

$$R = \frac{d}{\lambda_U} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 3})$$

Jossa,

$R$  ainekerroksen lämmönvastus  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$

$d$  ainekerroksen paksuus  $\text{m}$

$\lambda_U$  ainekerroksen lämmönjohtavuuden suunnitteluarvo  $\text{W}/(\text{mK})$

Suunnitteluarvot on määritelty samassa kokoelmassa eri materiaaleille.

Rakennusosan lämmönjohtavuudeltaan erilaiset ainekerrokset voivat olla lämpövirran suuntaan nähden peräkkäin tai rinnakkain. Ainekerrosten ollessa lämpövirran suuntaan nähden peräkkäin, saadaan rakennusosan kokonaislämmönvastus ( $R_T$ ) (kuva 7).

Rakennusosan kokonaislämmönvastus ( $R_T$ ) lasketaan kaavalla 4,

jossa,

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 4})$$

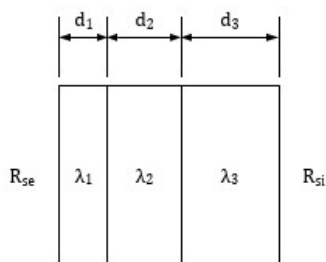
Jossa,

$R_T$  rakennusosan kokonaislämmönvastus  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ .

$R_{si}$  sisäpuolen pintavastus  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ .

$R_1, R_2, \dots, R_n$  rakennusosan ainekerrosten 1, 2, ..., n lämmönvastukset  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ .

$R_{se}$  Ulkopinnan pintavastus  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ .



Kuva 7. Esimerkki lämpövirran suuntaan nähden peräkkäisistä ainekerroksista muodostuva rakennusosa

Kunkin yksittäisen peräkkäisen ainekerroksen lämmönvastus lasketaan ainekerroksen paksuutta ja lämmönjohtavuutta hyödyntäen kaavalla 2. Sisä- ja ulkopuolen pinnanvastukset saadaan kokelmasta poimitun taulukon 1 avulla.



Taulukko 1. Rakenneosan sisä- ja ulkopuolen tyypilliset pintavastukset

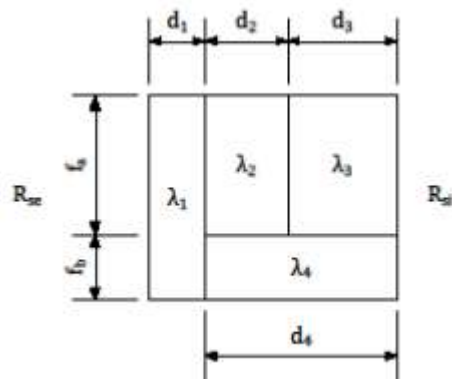
Pintavastus (m <sup>2</sup> K/W)	Lämpövirran suunta		
	ylöspäin	Vaakasuoraan	Alaspäin
Sisäpuolen pintavastus	0,10	0,13	0,17
Ulkopuolen pintavastus	0,04	0,04	0,04

(SFS-EN ISO 6946:2017, Taulukko 7)

Jos rakennusosassa on lämpövirran suuntaan nähden lämmönjohtavuudeltaan erilaisia rinnakkaisia ainekerroksia, rakennusosan kokonaislämmönvastukselle lasketaan ylälikiarvio ( $R_{tot,ylä}$ ) ja alaliikiarvo ( $R_{tot,ala}$ ). Rakennusosan kokonaislämmönvastus ( $R_T$ ) on näiden arvojen keskiarvo.

$$R_{tot} = \frac{R_{tot,ylä} + R_{tot,ala}}{2} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 5})$$

jossa,

 $R_{tot,ylä}$  Kokonaislämmönvastuksen ylälikiarvo m<sup>2</sup>K/W $R_{tot,ala}$  Kokonaislämmönvastuksen alaliikiarvo m<sup>2</sup>K/W

Kuva 8. Esimerkki lämpövirran suuntaan nähden rinnakkaisia ainekerroksia

Kun lasketaan  $R_{tot,ylä}$  oletetaan, että lämpövirta on yksidimensionaalinen ja kohtisuoraan rakenteen sisä- ja ulkopintoja vastaan läpi koko rakenteen.  $R_{tot,ylä}$  lasketaan kaavalla:

$$\frac{1}{R_{tot,ylä}} = \frac{f_a}{R_{tot,a}} + \frac{f_b}{R_{tot,b}} + \dots + \frac{f_n}{R_{tot,n}} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 6})$$

jossa,

 $R_{tot,a}, R_{tot,b}, \dots, R_{tot,n}$  Jokaisen lohkon kokonaislämmönvastus $f_a, f_b, \dots, f_n$  Lohkon pinta-alaosuus

Kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo  $R_{tot,ala}$  saadaan laskettua olettamalla, että lämpövirran kulkusuuntaa vastaan olevien materiaalien kerrosrajojen tasolla lämpötila on aina sama myös yhtenäisten materiaalikerrosten kohdalla. Tällöin lasketaan rakenneosan lämpöteknisesti epähomogeenisille kerroksille kokonaislämmön vastus kaavalla:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_q}{R_{qj}} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 7})$$

jonka jälkeen alalikiarvo määritetään kaavasta 4

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 4})$$

Suhteellisen virheen enimmäisarvo voidaan arvioida seuraavaa menetelmää käyttäen, silloin kun lasketun lämmönvastuksen tarkkuusvaatimus on annettu.

Suhteellisen virheen enimmäisarvo  $\epsilon$  prosenteissa saadaan kaavasta:

$$\epsilon = \frac{R_{tot,ylä} + R_{tot,ala}}{2 * R_{tot}} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 10})$$

suhteellisen virheen tulee olla alle 20%, jotta yläraja-alaraja-menetelmää voidaan käyttää epähomogeenisen rakenteen lämmönvastuksen käyttämiseen.

#### 4.4 Korjatun lämmönläpäisykerroimen laskeminen

Rakenneosan korjatusta U-arvosta käytetään merkkiä  $U_c$ , jonka saadaan lisäämällä korjaustermi  $\Delta U$  korjaamattomaan arvoon

$$U_c = U + \Delta U \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.1})$$

Jossa,

$U_c$  rakennusosan korjattu lämmönläpäisykerroin

$U$  Rakennusosan korjaamaton lämmönläpäisykerroin

$\Delta U$  U-arvon korjaustermi

U-arvon korjaustermi  $\Delta U$  lasketaan yhtälöstä:

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.2})$$

Jossa,

- $\Delta U_g$  ilmarakojen korjaustekijä  
 $\Delta U_f$  mekaanisten kiinnikkeiden korjaustekijä  
 $\Delta U_r$  käännettyjen kattojen korjaustekijä

Korjattu lämmönläpäisykerroin ilmoitetaan kahden desimaalin tarkkuudella.

Korjaustekijä  $\Delta U_g$  lasketaan seuraavalla kaavalla,

$$\Delta U_g = \Delta U'' * \left(\frac{R_1}{R_{tot}}\right)^2 \text{ (SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.3)}$$

Jossa,

- $R_1$  ilmarakojen sisältävän eristekerroksen lämmönvastus, jossa ei huomioida mahdollisia kylmäsiltoja  
 $R_{tot}$  laskettavan rakenteen kokonaislämmönvastus, jossa ei oteta huomioon mahdollisia kylmäsiltoja  
 $\Delta U''$  ilmarakojen korjauskerroin taulukon (taulukko 2.) mukaan

Taulukko 2. Ilmarakojen korjauskerroin (SFS-EN ISO 6946:2017, Taulukko F.1)

Taso	Kuvaus	$\Delta U''$ W/m <sup>2</sup> K
0	Lämmöneristekerroksessa ei ole ilmarakojen tai vähäisiä ilmarakojen, joilla ei ole merkittävää heikentävää vaikutusta lämmöneristykseen	0,00
1	Lämmöneristekerroksessa on koko eristekerroksen läpäiseviä joko lämpövirran suuntaisia tai lämpövirtaa vastaan kohtisuoria ilmarakojen	0,01
2	Lämpöeristekerroksessa on koko eristekerroksen läpäiseviä lämpövirran suuntaisia sekä lämpövirtaa vastaan kohtisuoria ilmarakojen	0,04

Mekaanisten kiinnikkeiden korjaustekijä  $\Delta U_f$  vaikutus voidaan arvioida laskemalla standardin SFS-EN ISO 10211:2017 mukaisesti, jolloin tuloksena saadaan yhden kiinnikkeen paikallinen lämmönläpäisykerroin  $\chi$ . Lämmönläpäisykerroimen korjaustermi saadaan kaavasta:

$$\Delta U_f = n_f \chi \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.4})$$

jossa,

$n_f$  kiinnikkeiden lukumäärä neliömetrillä

Kun mekaaniset kiinnikkeet, kuten sisä- ja ulkokuoren väliset muuraussiteet, katon tai liittorakenteiden kiinnikkeet, läpäisevät lämmöneristekerrosta, lämmönläpäisykertoimen korjaustermi lasketaan seuraavasti:

$$\Delta U_f = \alpha * \frac{\lambda_f * A_f * n_f}{d_1} * \left(\frac{R_1}{R_{tot}}\right)^2 \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.5})$$

jossa,

$\alpha = 0,8$  jos kiinnike läpäisee lämmöneristekerroksen kokonaan

$\alpha = 0,8 * \frac{d_1}{d_0}$  jos kiinnike läpäisee lämmöneristekerroksen kokonaan

$\lambda_f$	kiinnikkeen lämmönjohtavuus W/mK
$n_f$	kiinnikkeiden lukumäärä neliömetrillä
$A_f$	yhden kiinnikkeen poikkipinta-ala m <sup>2</sup>
$d_0$	sen lämmöneristekerroksen paksuus, jossa kiinnike on m
$d_1$	lämmöneristekerroksen läpäisevän kiinnikkeen pituus m
$R_1$	kiinnikkeen läpäisevän lämmöneristekerroksen lämmönvastus m <sup>2</sup> K
$R_{tot}$	rakenneosan lämmönvastus, jossa ei oteta huomioon mahdollisia kylmäsiltoja

## 5 PROJEKTIN SUUNNITTELU

Projektin suunnittelu aloitettiin kohdekäynnillä tilaajan edustajan kanssa. Kohdekäynnin jälkeen määriteltiin tilaajan tavoitteet kohteelle ja sovittiin kiinteistölle tehtävät toimenpiteet. Tilaajan kanssa sovittiin, että ensimmäisenä kohteelle tehdään kuntoarvio, jonka pohjalta tehdään korjaustoimenpide-ehdotukset ja laaditaan rakennustapaselosteet. Ennen kuntoarvion toteuttamista haastateltiin sen hetkistä ja aikaisempaa kiinteistön käyttäjää. Näin osattiin paikoittaa mahdolliset rakennuksen riskikohdat jo ennen kohteeseen menoa.

### 5.1 Kuntoarvio

Kuntoarvio tehtiin yhdessä tilaajan edustajan kanssa. Kuntoarvion tekeminen aloitettiin keräämällä kaikki mahdollinen aineisto, joka kiinteistöstä oli saatavilla. Aineistoon tutustuttiin opinnäytetyön tekijän oman osaamisalan mukaan. Tässä opinnäytetyössä käytiin läpi vain rakennustekniset asiat.

Kuntoarvion yhteydessä saatiin käyttöön olemassaolevat kiinteistön arkkitehti- ja rakennuskuvat, joiden huomattiin olevan ristiriidassa nykytilaan, joten niihin jouduttiin tekemään päivityksiä. Tilaaja oli myös päättänyt tehdä rakennuksesta energiatehokkaamman julkisivun muutostyön yhteydessä. Sovittiin, että tarpeellisen lisäeristyksen määrä selvitetään.

### 5.2 Rakennuskuvat

Betonimäestä on vuosilta 1976 ja 2006 saatavilla rakennuskuvia, mutta ne ovat puutteellisia/vanhentuneita. Laadittiin kohteelle päivitetyt julkisivukuvat ja pohjapiirustus. Kaikki kuvat tehdään 1:100 mittakaavalla. Kuvien päivityksessä käytetään kohteen vanhoja rakennuskuvia, sekä käydään tekemässä tarkentavia mittauksia takymetrin avulla.



Päivitetyt kuvat tulevat tilaajan käyttöön, jotta uusien suunnitelmien ja muutostöiden suunnittelu helpottuu jatkossa. Julkisivu- ja pohjakuvat laadittiin tilaajan ohjeiden mukaan. Kuvissa tuli huomioida tulevat muutokset.

### 5.3 Rakennustyöselosteet

Rakennustyöselostus on yksi keskeisistä asiakirjoista rakennushankkeessa, joten se laadittiin tässäkin kohteessa tuleville korjaus- ja muutostöille. Rakennusselostuksesta tulee tulla ilmi kohteessa käytettävät materiaalit. Rakennusselostusta täydennetään muiden suunnittelualojen toimesta, kuten elementti-, geo-, akustiikka-, palo-, maisema- tai rakennesuunnittelijan toimesta.

Rakennusselostus on oleellinen osa hanketta, koska sitä käyttävät suunnittelijat, hankkeen valvojat, rakennuttaja, hankinta ja kustannuslaskentaosasto ja tarpeen mukaan urakoitsijat. Tässä opinnäytetyössä laaditaan kiinteistön kuntoarvion ja tilaajan toivomuksien pohjalta rakennustyöselosteet.

### 5.4 Energiatehokkuuden parantaminen

Kiinteistölle ollaan tekemässä julkisivun muutostöitä. Tarkoituksena on lähinnä uusia rakennuksen ulkoilme tilaajan toiveiden mukaiseksi. Tilaajalla on ollut ajatuksena asentaa julkisivuun profiilipellitys. Muutostöiden ohella olisi mahdollista myös lisäeristää ulkoseinä.

Tilaajan pyynnöstä selvitetään toimenpiteet, joilla voitaisiin tehdä ulkoseinistä Yma 4/13 asetuksen vaatimuksen täyttävät U-arvojen suhteen. Energiatehokkuutta parantavan toimenpiteen tulisi olla helposti yhteensovitettavissa julkisivun muutostyön kanssa.

## 6 PROJEKTIN TULOKSET

### 6.1 Kuntoarvio

Kuntoarviossa havaittiin monia korjaustarpeita, joista osa oli jo selvästi myöhässä. Tällä tarkoitetaan rakenteiden selviä vaurioita tai joidenkin rakennusosien käyttöikien päättymistä. Selvimpänä esimerkkinä näistä oli ulkoseinässä oleva iso reikä, jonka oli aiheuttanut edellisen käyttäjän toimet. Kuntoarvioraportin pohjalta tilaaja laatii myöhemmin kiinteistölle huoltosuunnitelman, kun kaikki jo päätetyt korjaus- ja muutostyöt on tehty. Kuntoarviossa mainitaan kuitenkin kaikki ilmi tulleet huonokuntoiset rakenneosat, vaikka niille ei toistaiseksi tehdä mitään. Kuntoarviossa ei käytetty mitään mittareita. Kaikki tulkinnat on tehty aistinvaraisesti eikä rakenteita rikottu.

Kiinteistön kuntoarvio suoritettiin tilaajan edustajan kanssa. Kartoitimme rakenteita sen mukaan, mitä edellinen käyttäjä oli kertonut ongelmiksi. Aloitimme käymällä vesikatolla ja havaitsimme, että kattojen läpivientien bitumikermi olivat vaurioituneita kuten kuvasta 9 voi havaita. Kun kaikki läpiviennit oli käyty läpi, todettiin, että jokainen läpivienti tulisi uusiksi.



Kuva 9. Esimerkkikuva läpiviennistä.

Kiinteistön tuotantohalliosan vesikatto on pinnoitettu bitumikermillä (kuva 10) ja loput osat peltiprofiililla (kuva 11). Vesikatto on keskimäärin hyväkuntoinen, mutta vaatii pieniä korjaustoimenpiteitä. Peltikatolla on räystäösosuudella vaurioitunut pelti (kuva 12), jonka vaikutus on esteettinen, eikä aiheuta pakollisia toimenpiteitä.



Kuva 10. Tuotantohallin bitumikermikatto



Kuva 11. Hyväkuntoinen peltikatto



Kuva 12. Vaurioitunut räystäs

Katon tarkastelun jälkeen siirryttiin tarkastelemaan rakennuksen julkisivuja. Rakennuksen julkisivu on tuotantohallin osuudelta paljaspintainen betoni. Muu rakennus on pellitetty. Julkisivun tarkastelussa katsottiin myös kiinteistön sadevesijärjestelmät ja ikkunat.

Kohteeseen oli jo etukäteen päätetty julkisivun muutostyöksi koko rakennuksen pellittäminen yhtenäisen näköiseksi. Tältä osin ei tarvinnut kiinnittää huomiota ulkoseinien esteettisiin asioihin. Ulkoseinien osalta ainut merkittävä maininta on suuren vaurion osalta (kuva 13). Vaurioon on tällä hetkellä laitettu tilapäinen korjaus rakennuksen sisäpuolelle. Ulkoseinän nykyinen korjaus puretaan (kuva 14) ja tehdään asianmukainen korjaus mahdollisimman pian. Korjaustöissä tulee tarkistaa, onko syntynyt mahdollisia kosteusvaurioita, vaikka kohta onkin säältä suojassa.



Kuva 13. Ulkoseinän vaurio



Kuva 14. Ulkoseinävaurio sisältä katsoen

Hallin sisäosia päästiin tarkastelemaan vain osittain, koska tiloissa oli vielä paljon vanhaa betonitehtaan tuotantolaitteistoa. Laitteisto tullaan purkamaan tulevaisuudessa jolloin tarkistellaan loppuosa rakennuksesta. Tuotantohallin osuudelta päästiin kartoittamaan tilat kokonaisuudessaan. Tiloissa on todella paljon edellisen käyttäjän tekemiä ripustuksia, kuten kuvan 14 alareunassa näkyy. Tilaajan kanssa kartoitetaan myöhemmin, voidaanko hyödyntää nykyisellään vai puretaanko pois. Paikan päälle tilataan asiantuntija tarkastamaan hallin nosturi (kuva 15) ja laatimaan sille huoltosuunnitelma. Nopean koekäytön perusteella nosturin todettiin toimivan, mutta mitään huolto-ohjeita siihen ei ole löydetty. Hallin sisäpuolella ei ulkoseinän korjauksen lisäksi ole tarpeen tehdä muita isoja töitä.



Kuva 15. Hallin sisäkuva jossa näkyy nosturi

Kohteen sovitusta rakenneosista laadittiin taulukko (taulukko 3). Taulukossa on rakenneosa, alue, osan kuntoluokka ja toimenpide- ehdotukset, sekä niiden aikataulut.

Taulukko 3. Rakennuksen rakenneosien nykytilanteen kuntoluokat ja toimenpide- ehdotukset.

Rakenne	Alue	Kuntoluokka	Toimenpide-ehdotus
<b>Vesikatto</b>			
	Korkean osan peltikatto	3	Vaihdetaan vaurioituneet pellit, pestään katto peltiosuudelta. Uusitaan puuosat räystäistä.
	Matalan osan bitumikatto	1	Kaikki läpiviennit tulisi uusia. Savupiipun läheisyydessä suositellaan uusimaan huopakastaale. Bitumi muuten hyväkuntoinen
	Ulkopuolinen katos	3	Rakennetaan katos loppuun.
<b>Ulkoseinät</b>			
	Ulkoseinät	3	Seinät hyväkuntoisia. Muutostöiden yhteydessä lisälämmön- ja vedeneristys. Tarpeen mukaan uusitaan elementtisaumat. Poistetaan kaikki vanhetuneet tekniikat mitä ulkoseinistä tulee läpi.
	Ulkoseinän vaurio	1	Lämmönjakohuoneen seinässä laaja vaurio. Tehdään paikallinen korjaus
	Ikkunat	2	Ikkunoita rikki. Harkitaan uusitaanko kaikki vai vain vaurioituneet
	Nosto-ovet	3	Kaikki nosto-ovet toimivat
<b>Piha-alueet</b>			
	Maasto	3	Piha hyväkuntoinen eikä havaittavissa
	Aidat	3	Lisätään tontin ajoreitille portti.
	Sadevesijärjestelmä	2	Osa ränneistä vaurioitunut. Sadevesien ohjaus puutteellinen. Salaojitus tarkastetaan ja korjataan tarpeen mukaan julkisivutöiden yhteydessä
<b>Sisä-alueet</b>			
	Betonilaatta	4	Ei toimenpiteitä
	Seinät	3	Vanhentuneet tekniikat voidaan poistaa

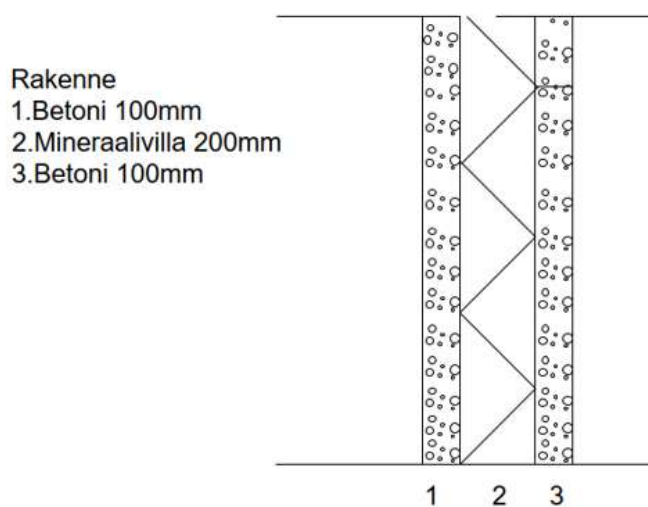
## 6.2 Rakennuskuvat ja rakennustyöselosteet

Yksi projektin tärkeimmistä asioista oli saada kiinteistöstä muokattavat digitaaliset kuvat. Kun oltiin saatu kuvat nykytilasta, voitiin alkaa suunnittelemaan tulevia muutostöitä. Kuvien pohjalta on helpompaa hahmoitella muutoksia ja niiden laajuuksia. Uusista kuvista voidaan myös mitata pinta-alat, mikä helpottaa kustannuslaskentaa. Päivitetyt rakennuskuvat liitteissä 5-6.

Työselosteet on laadittu tilaajan toiveiden mukaan. Tilaaja toivoi että rakennuksen energiatehokkuutta saataisi parannettua. Tämä huomioidaan julkisivujen suunnittelussa. Rakennustyöselosteet liitteissä 4 .

## 6.3 Energiatehokkuuden parantaminen

Nykyinen ulkoseinärakenne (kuva 16) ei täytä ympäristöministeriön asetuksen 4/13 U-arvo-vaatimuksia. Ympäristöministeriön asetuksen mukaan ulkoseinien U-arvo tulisi olla enintään  $0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ . Korjausrakentamisessa energiatehokkuuden kannalta tulee ulkoseinien täyttää jompi kumpi vaatimuksista: Alkuperäinen U-arvo tulee puolittaa tai sen olla maksimissaan  $0,17 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$ . Selvitetään ensin ulkoseinien nykyinen U-arvo ja tehdään ehdotus millaisilla toimenpiteillä ulkoseinä täyttäisi asetuksen vaatimukset.



Kuva 16. Nykyinen ulkoseinärakenne

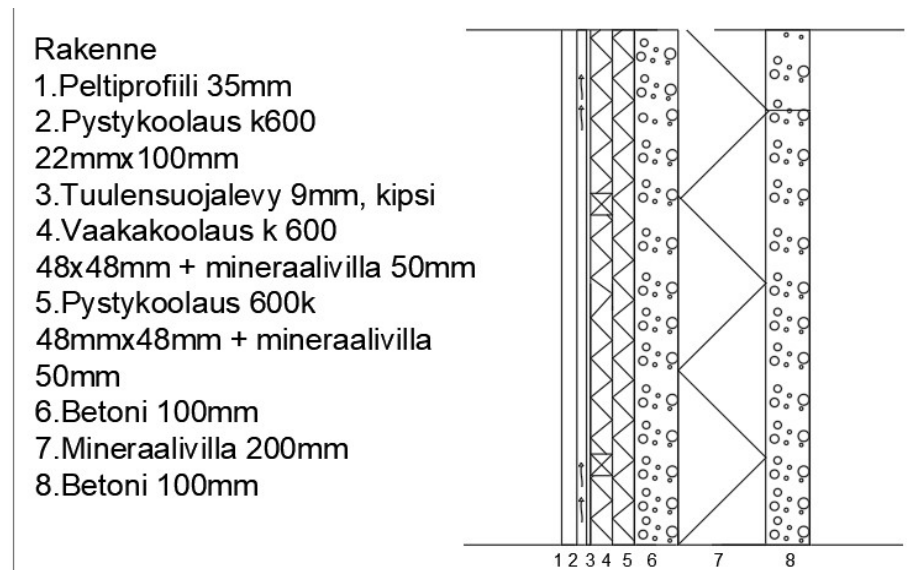
Nykyinen ulkoseinärakenne (kuva 17) ei täytä ympäristöministeriön asetusta  $U < 0,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  (Taulukko 4). Taulukon laskenta voidaan lukea liitteestä 1. Lähdetään selvittämään miten seinärakennetta tulisi muuttaa, jotta se täyttäisi ympäristöministeriön asetuksen vaatimukset korjausrakennuskohteissa.

Taulukko 4. Nykyisen ulkoseinärakenteen U-arvo ja lämmönvastus.

Paksuus mm	Rakennekerros	Lämmönjohtavuus $\lambda_U$ (W/(mK))	Lämmönvastus $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$	Kerros
	Sisäpinnan pintavastus		0,13	sisäpinta
100	Betoni (jossa 2% terästä)	2,3	0,04	1
200	Alkuperäinen lämmöneriste (mineraalivilla) ja kiinnikkeet	eriste 0,05 kiinnikkeet 50	4,0 Huomioidaan erikseen	2
100	Betoni (jossa 2% terästä)	2,3	0,04	3
	Ulkopinnan pintavastus		0,04	Ulkopinta
Korjaamaton U-arvo $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$			0,23	
Korjaustermien määrä (kiinnikkeet) $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$			0,0231	
Korjattu U-arvo $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ K})$			0,25	
Materiaalien lämmönjohtavuuksien lähteenä on käytetty RIL 225-2023.				

Tarkistellaan mikä vaikutus U-arvoon syntyy, kun ulkoseinään lisätään 100mm mineraalivillaeristettä. Kuvassa 17 on rakennekuva ehdotetusta muutostyöstä. Muutostöiden vaikutuksia voidaan lukea taulukoista 5-8. Koko laskenta voidaan katsoa liitteestä 2.





Kuva 17. Ehdotettu uusi ulkoseinärakenne

Taulukko 5. Ulkoseinärakenteelle suunniteltu korjaus ja korjatun seinärakenteen U-arvon laskenta.

Paksuus mm	Rakennekerros	Lämmönjohtavuus $\lambda_U$ (W/(mK))	Lämmönvastus $m^2K/W$	Kerros
	Sisäpuolen pintavastus		0,13	si
100	Betoni (jossa 2% terästä)	2,3	0,04	1
200	Alkuperäinen lämmöneriste (mineraalivilla) ja kiinnikkeet	eriste 0,05 kiinnikkeet 50	4,0 Huomioidaan erikseen	2
100	Betoni (jossa 2% terästä)	2,3	0,04	3
48	Mineraalivilla ja puukoolaus 48X48mm <sup>2</sup> k600	eriste 0,037 Puu 0,12	1,297 0,12	4.1 4.2
48	Mineraalivilla ja puukoolaus 48X48mm <sup>2</sup> k600	eriste 0,037 Puu 0,12	1,297 0,12	5.1 5.2
9	tuulensuojalevy (kipsi)	0,30	0,3	6
22	Tuuletusväli		0,13	se

Koska peltiprofiilin tausta on hyvin tuulettuva jätetään pellin ja tuuletusraon lämmönvastuusta huomioimatta. Tällöin voidaan kuitenkin ulkopinnan pintavastuksena käyttää rakenteen sisäpinnan pinta-alavastusta. Materiaalien lämmönjohtavuuksien lähteenä on käytetty RIL 225-2023.

Taulukko 6. Lisäeristetyin ulkoseinän osapinta-alat ja kokonaislämmönvastuksen ylälikiarvo

Lisälämmöneristyksen osa-alueiden pinta-alat						
Alue	Alueen mitat		f			
	m	m				
Alue Aa	0,552	0,552	0,8464	Pelkänlämmöneristyksen osa		
Alue Ab	0,552	0,048	0,0736	Eristeen ja vaakakoolauksen osa		
Alue Ac	0,048	0,552	0,0736	Eristeen ja pystykoolauksen osa		
Alue Ad	0,048	0,048	0,0064	Pysty- ja vaakakoolauksen osa		
Koko alue	0,6	0,6	1			
Osa-alueiden kokonaislämmönvastukset						
Ainekerros	d	$\lambda_U$	$R_{Ta}$	$R_{Tb}$	$R_{Tc}$	$R_{Td}$
	mm	W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	m <sup>2</sup> K/W	m <sup>2</sup> K/W	m <sup>2</sup> K/W
$R_{si}$		0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Betonin sisäkuori	100	2,3	0,04	0,04	0,04	0,04
Mineraalivilla	200	0,05	4,0	4,0	4,0	4,0
Betonin ulkokuori	100	2,3	0,04	0,04	0,04	0,04
Mineraalivilla Pystykoolaus	48	0,037 0,12	1,297	0,12	1,297	0,12
Mineraalivilla Vaakakoolaus	48	0,037 0,12	1,297	1,297	0,12	0,12
Tuulensuojalevy	9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tuuletusväli		0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
			7,234	6,057	6,057	4,88
<b>Kokonaislämmönvastuksen ylälikiarvo</b>			<b>7,012</b>			
<b>m<sup>2</sup>K/W</b>						

Taulukko 7. Lisäeristetyin ulkoseinän kokonaislämmönvastuksen alaikiarvo

Kokonaislämmönvastuksen alalikiarvot eristekerroksissa					
Alue/kerros	Alueen mitat		f	R	f/R
Pystyrunko/R <sub>4</sub>	m	m		(m <sup>2</sup> K/W)	(m <sup>2</sup> K/W)
Pystykoolaus	0,048	0,6	0,08	0,4	0,2
Eriste	0,552	0,6	0,92	1,297	0,71
Koko alue	0,6	0,6	1		
1/R <sub>4</sub>					0,91
R <sub>4</sub>				1,1	
Vaakakoolaus/R <sub>5</sub>	m	m		(m <sup>2</sup> K/W)	(m <sup>2</sup> K/W)
Vaakakoolaus	0,048	0,6	0,08	0,4	0,2
Eriste	0,552	0,6	0,92	1,297	0,71
Koko alue	0,6	0,6	1		
1/R <sub>5</sub>					0,91
R <sub>5</sub>				1,1	
Kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo					
Ainekerros	d		λ <sub>U</sub>	R	
	mm		W/(mK)	m <sup>2</sup> K/W	
R <sub>si</sub>			0,13	0,13	
Betonin sisäkuori	100		2,3	0,04	
Mineraalivilla	200		0,05	4,0	
Betonin ulkokuori	100		2,3	0,04	
Pystyrunko R <sub>4</sub>	48		0,037	1,1	
			0,12		
Vaakakoolaus R <sub>5</sub>	48		0,037	1,1	
			0,12		
Tuulensuoja-levy	9		0,3	0,3	
Tuuletusväli			0,13	0,13	
<b>Kokonaislämmönvastuksen alalikiarvo m<sup>2</sup>K/W</b>			<b>6,846</b>		

Taulukko 8. Lisäeristetyin ulkoseinän korjattu U-arvo

Kokonaislämmönvastuksen yläkiiarvo	7,012 m <sup>2</sup> K/W
Kokonaislämmönvastuksen alakiarvo	6,846 m <sup>2</sup> K/W
Kokonaislämmönvastus	6,929 m <sup>2</sup> K/W
Korjaamaton U-arvo	0,144 W/(m <sup>2</sup> K)
Korjaustermit yhteensä	0,0244 m <sup>2</sup> K/W
Ilmarakojen korjauskerroin	0,0014 m <sup>2</sup> K/W
Kiinnikkeiden korjauskerroin	0,0231 m <sup>2</sup> K/W
<b>Korjattu U-arvo</b>	<b>0,17 W/(m<sup>2</sup>K)</b>

→  $U_c = 0,17 \frac{W}{m^2K}$  voidaan todeta, että esitetty lisäeristäminen riittäisi täyttämään ympäristöministeriön asetuksen 4/13 määräykset ulkoseinien kohdalta.

## 7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia projektisuunnitelma kiinteistölle, jonka tilaaja oli juuri hankkinut. Projektisuunnitelmaan kuului kohteen kuntoarvio ja selvitys energiatehokkuuden parantamisesta.

Kuntoarvion ja tilaajan toiveiden pohjalta laadittiin kiinteistölle rakennustyöselosteet, joita noudattamalla tilaaja voi suorittaa kiinteistön korjaus- ja muutostyöt. Tämän työn kuntoarvio tehtiin vain rakennusteknisestä näkökulmasta. Se suositellaan tekemään muilta osin tulevaisuudessa. Kuntoarvion perusteella kiinteistön rakenteet olivat ikäänsä nähden varsin hyväkuntoisia. Huonokuntoiset rakenteet johtuivat pääosin jostakin erillisestä asiasta, kuten koneen törmäyksestä. Suurimmat muutostyöt koskivat rakennuksen julkisivua, johon tilaaja oli ennalta päättänyt tehdä julkisivupellityksen.

Energiatehokkuuden lisäämiseen löydettiin kustannustehokkain keino. Laskelmien perusteella, jos seiniin lisätään 100 mm mineraalivillaeriste, saavutetaan ympäristöministeriön asetuksen Yma 4/13 U-arvo-vaatimukset, jolloin rakennuksen energiatehokkuus paranee. (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13, 2013, 5 §.)

Rakennuksen vanhojen suunnitelmien ja kuvien pohjalta pyrittiin parhaimman mukaan päivittämään kuvat digitaaliseen muotoon. Kohteesta tehtiin rakennuksen pohja- ja julkisivukuvat. Suunnitelmat ovat kuitenkin vielä keskeneräiset, joten tulevaisuudessa tilaaja päivittää kuvia, kun päätöksiä muutostöistä on tehty.

## LÄHTEET

Alatalot. (2023) Finder.

<https://www.finder.fi/Rakennuttajapalvelu/Alatalot+Oy/Karvia/yhteystiedot/477448>

Hekkanen, M. (2020). Kiinteistönpidon laatu ja hyvä isännöinti. Rakennustieto

KH 90-00613. (2016). Kiinteistönpitokirja. Rakennustieto.

<https://kortistot.rakennustieto.fi>

Kiinteistön kuntoarvio. (2014). Rakennustieto.

Kiinteistön kuntoarvio ja kuntotarkastus. (2023). Kiwa Inspecta Finland.

[https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/tekninen-konsultointi-ja-](https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/tekninen-konsultointi-ja-asiantuntijapalvelut/kiinteiston-kuntoarvio/)

[asiantuntijapalvelut/kiinteiston-kuntoarvio/](https://www.kiwa.com/fi/fi/palvelumme2/tekninen-konsultointi-ja-asiantuntijapalvelut/kiinteiston-kuntoarvio/)

Myyryläinen, L. (2008). Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa. Gummerus Kirjapaino

Ojanen, T., Nykänen, E. & Hemmilä, K. (2017). Rakenteellinen energiatehokkuus korjausrakentamisessa opas. [https://www.rt.fi/globalassets/oppaat-ohjeet/rek\\_27042017.pdf](https://www.rt.fi/globalassets/oppaat-ohjeet/rek_27042017.pdf)

RIL 225-2023 Rakennusosien lämmönläpäisykertoimien laskenta. (2023). RIL ry.

RT 103096. (2019). Toimitilakiinteistön kuntoarvio. Tilaajan ohje. Rakennustieto.

<https://kortistot.rakennustieto.fi>

RT 103097. (2019). Toimitilakiinteistön kuntoarvio. Kuntoarvioijan ohje.

Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

RT 103098. (2019). Kiinteistön kuntoarvio. Kuntoluokan määräytyminen.

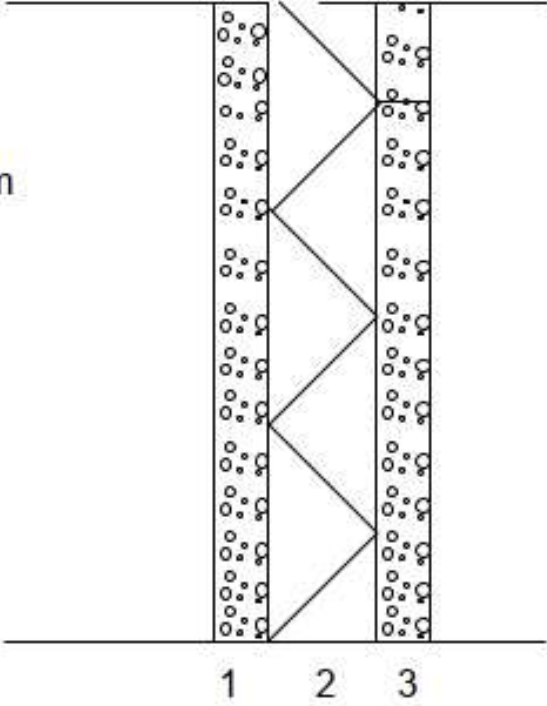
Rakennustieto. <https://kortistot.rakennustieto.fi>

Weijo, I., Lahdensivu, J., Turunen, T., Ahola, S., Sistonen, E., Vornanen-Winqvist, C. & Annala, P. (2019). Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus. Rakennustieto

Yma 4/13. (2013.)Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13, 2013.

[https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25\\_2\\_2013YM\\_asetus\\_lopullinen\\_FIN-\(2\)-924394EF\\_BED0\\_42F2\\_9AD2\\_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdf5/NUMEROITU-25\\_2\\_2013YM\\_asetus\\_lopullinen\\_FIN-\(2\)-924394EF\\_BED0\\_42F2\\_9AD2\\_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMEROITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdf5/NUMEROITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911)

# LIITE 1. NYKYINEN ULKOSEINÄRAKENNE JA LASKELMAT

Betonimäki Nykyinen ulkoseinä rakenne	Ville Lammi	Rakenneosaa US 1
Vanha ulkoseinä		Mittakaava 1:10
<p>Rakenne</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Betoni 100mm</li><li>2. Mineraalivilla 200mm</li><li>3. Betoni 100mm</li></ol> 		

Lasketaan nykyisen ulkoseinän rakennemateriaalien lämmönvastukset kaavalla,

$$R = \frac{d}{\lambda_U} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 3})$$

$$R_{si} = 0,13 \frac{m^2K}{W}$$

$$R_1 = \frac{0,1m}{2,3 \frac{W}{mK}} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$$

$$R_2 = \frac{0,2m}{0,05 \frac{W}{mK}} = 4,0 \frac{m^2K}{W}$$

$$R_3 = \frac{0,1m}{2,3 \frac{W}{mK}} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$$

$$R_{se} = 0,04 \frac{m^2K}{W}$$

$$R_{Tot} = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + R_{se} = 4,26 \frac{m^2K}{W}$$

Korjaamaton U-arvo

$$U_{US1} = \frac{1}{4,26 \frac{m^2K}{W}} = 0,23 \frac{W}{m^2/K}$$

Lasketaan lämmönläpäisykertoimen korjaustermi kaavalla,

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.2})$$

jossa,

$\Delta U_r = 0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , koska kyseessä ei ole käännetty kattorakenne

$\Delta U_g = 0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , koska rakenteessa ei ole ilmarakoja

Nykyinen rakenne on betonisandwich-seinä elementti, jossa on teräksisillä (5mm) ansailla yhdistetty betonielementtien sisä- ja ulkokuoret. Ne otetaan huomioon mekaanisten kiinnikkeiden korjaustermillä kaavalla,

$$\Delta U_f = \alpha * \frac{\lambda_f * A_f * n_f}{d_1} * \left(\frac{R_1}{R_{tot}}\right)^2 \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.5})$$

jossa,

$\alpha = 0,8$  koska kiinnike läpäisee lämmöneristyskerroksen kokonaan



Yhden ansaan poikkipinta-ala (halkaisija 5mm)

$$A_f = \pi * \frac{(5mm)^2}{4} = 19,6mm^2$$

Ansaiden lukumäärä yhden neliömetrin alueella, kun ansaat k600, päät menevät 25mm betonin sisään 45asteen kulmassa):

$$n_f = \frac{1}{0,2m + 2 * 0,025m} * \frac{1}{0,6m} = 6,7 \frac{kpl}{m^2}$$

Kiinnike sijaitsee nykyisen eristeen kohdalla (kerros 2)

$$R_1 = R_2 = 4,0 \frac{m^2K}{W}$$

$$R_{Tot} = 4,26 \frac{m^2K}{W}$$

$$\lambda_f = 50 \frac{W}{mK}$$

$$\Delta U_f = 0,8 * \frac{50 \frac{W}{mK} * 19,6mm^2 * 6,7 \frac{kpl}{m^2}}{0,2m} * \left( \frac{4,0 \frac{m^2K}{W}}{4,26 \frac{m^2K}{W}} \right)^2 = 0,0231 \frac{W}{m^2/K}$$

$\Delta U = \Delta U_f = 0,0231 \frac{W}{m^2/K}$  osuus lasketustusta korjaamattomasta U-arvosta

$0,023/0,23 * 100\% = 10,1\% \rightarrow$  korjaus otetaan huomioon U-arvoa laskettaessa

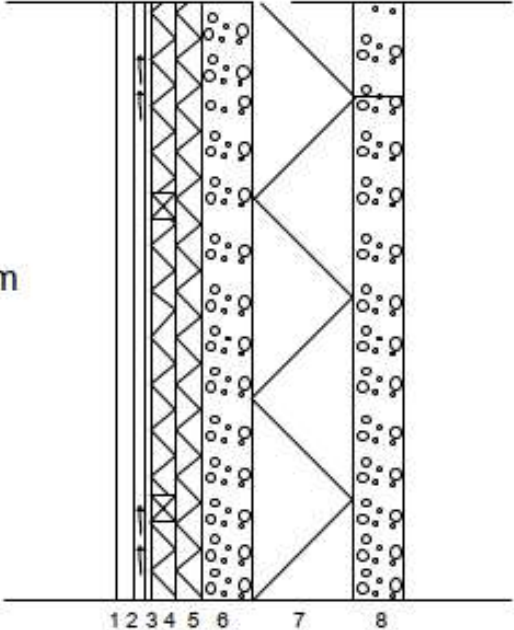
Korjattu lämmönläpäisykerroin

Lasketaan ulkoseinän korjattu U-arvo kaavalla:

$$U_c = U + \Delta U \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.1})$$

$$U_c = 0,23 \frac{W}{m^2/K} + 0,0231 \frac{W}{m^2/K} = 0,2531 \frac{W}{m^2/K}$$

LIITE 2. LISÄERISTETTY ULKOSEINÄRAKENNE JA  
LASKELMAT

<p>Betonimäki Leikkauskuva</p>	<p>Ville Lammi</p>	<p>Rakenneosaa US 2</p>
<p>Ulkoseinään lisätty julkisivu pellitys ja lisäeristys</p>		<p>Mittakaava 1:10</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><b>Rakenne</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Peltiprofiili 35mm</li> <li>2. Pystykoolaus k600 22mmx100mm</li> <li>3. Tuulensuojalevy 9mm, kipsi</li> <li>4. Vaakakoolaus k 600 48x48mm + mineraalivilla 50mm</li> <li>5. Pystykoolaus 600k 48mmx48mm + mineraalivilla 50mm</li> <li>6. Betoni 100mm</li> <li>7. Mineraalivilla 200mm</li> <li>8. Betoni 100mm</li> </ol> </div> <div style="width: 50%; text-align: center;">  </div> </div>		

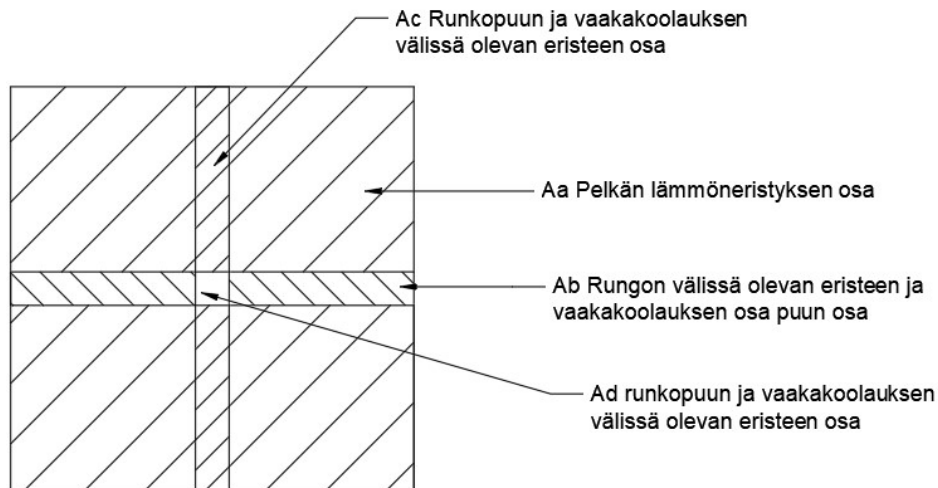
Ulkoseinärakenteelle suunniteltu korjaus ja korjatun seinärakenteen U-arvon laskenta.

Paksuus mm	Rakennekerros	Lämmönjohtavuus $\lambda_U$ (W/(mK))	Lämmönvastus $m^2K/W$	Kerros
	Sisäpuolen pintavastus		0,13	si
100	Betoni (jossa 2% terästä)	2,3	0,04	1
200	Alkuperäinen lämmöneriste (mineraalivilla) ja kiinnikkeet	eriste 0,05 kiinnikkeet 50	4,0 Huomioidaan erikseen	2
100	Betoni (jossa 2% terästä)	2,3	0,04	3
48	Mineraalivilla ja puukoolaus 48X48mm <sup>2</sup> k600	eriste 0,037 Puu 0,12	1,297 0,12	4.1 4.2
48	Mineraalivilla ja puukoolaus 48X48mm <sup>2</sup> k600	eriste 0,037 Puu 0,12	1,297 0,12	5.1 5.2
9	tuulensuojalevy (kipsi)	0,30	0,3	6
22	Tuuletusväli		0,13	se

Koska peltiprofiilin tausta on hyvin tuulettuva jätetään pellin ja tuuletusraon lämmönvastukst huomioimatta. Tällöin voidaan kuitenkin ulkopinnan pintavastuksena käyttää rakenteen sisäpinnan pinta-alavastusta. Materiaalien lämmönjohtavuuksien lähteenä on käytetty RIL 225-2023.

Taulukko 2. Rakenteen ja materiaalin lämpövastuksia.

Lasketaan osa-alueiden pinta-alat lisälämmöneristyksen osalta.



Kuva 1. Havainnollistava kuva alasta 600mm X 600mm

Osa Aa: pelkän lämmöneristyksen osa (kerrokset 4.1 ja 5.1)

$$f_a = \frac{600 - 48}{600} * \frac{600 - 48}{600} = 0,8464$$

Osa Ab rungon välissä olevan eristeen ja vaakakoolauksen puun osa (kerrokset 4.2 ja 5.1)

$$f_b = \frac{600 - 48}{600} * \frac{48}{600} = 0,0736$$

Osa Ac runkopuun ja vaakakoolauksen välissä olevan eristeen osa (kerrokset 4.1 ja 5.2)

$$f_c = \frac{48}{600} * \frac{600 - 48}{600} = 0,0736$$

Osa Ad runkopuun ja vaakakoolauksen puun osa (kerrokset 4.2 ja 5.2)

$$f_d = \frac{48}{600} * \frac{48}{600} = 0,0064$$

Laskettujen pinta-alojen tarkistus :  $f_a + f_b + f_c + f_d = 1$  OK!

Lasketaan osa-alueiden kokonaislämmönvastukset ottaen huomioon jo olemassaoleva rakenne.

$$R_{Ta} = 0,13 + 0,04 + 4,0 + 0,04 + 1,297 + 1,297 + 0,3 + 0,13 = 7,234 \frac{m^2K}{W}$$

$$R_{Tb} = 0,13 + 0,04 + 4,0 + 0,04 + 0,12 + 1,297 + 0,3 + 0,13 = 6,057 \frac{m^2K}{W}$$

$$R_{Tc} = 0,13 + 0,04 + 4,0 + 0,04 + 1,297 + 0,12 + 0,3 + 0,13 = 6,057 \frac{m^2K}{W}$$

$$R_{Td} = 0,13 + 0,04 + 4,0 + 0,04 + 0,12 + 0,12 + 0,3 + 0,13 = 4,88 \frac{m^2K}{W}$$

Lasketaan rakenteen kokonaislämpövastuksen yläikiarvo kaavalla:

$$\frac{1}{R_{tot,ylä}} = \frac{f_a}{R_{tot,a}} + \frac{f_b}{R_{tot,b}} + \dots + \frac{f_n}{R_{tot,n}} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 6})$$

Jolloin,

$$\frac{1}{R_{tot,ylä}} = \frac{0,8464}{7,234 \frac{m^2K}{W}} + \frac{0,0736}{6,057 \frac{m^2K}{W}} + \frac{0,0736}{6,057 \frac{m^2K}{W}} + \frac{0,0064}{4,88 \frac{m^2K}{W}} = 0,1426 \frac{W}{m^2K}$$

$$R_{tot,ylä} = 7,012 \frac{m^2K}{W}$$

Lasketaan rakenteen kokonaislämpövastuksen alalikiarvo kaavalla:

$$\frac{1}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_q}{R_{qj}} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 7})$$

Pystykoolaus ja eriste kerros 4 R<sub>4</sub>

$$\frac{1}{R_4} = \frac{48/600}{0,4 \frac{W}{m^2K}} + \frac{552/600}{1,297 \frac{W}{m^2K}} = 0,9093 \frac{m^2K}{W}$$

jolloin

$$R_4 = 1,100 \frac{m^2K}{W}$$

Vaakakoolaus ja eriste kerros 5 R<sub>5</sub>

$$\frac{1}{R_5} = \frac{552/600}{1,297 \frac{W}{m^2K}} + \frac{48/600}{0,4 \frac{W}{m^2K}} = 0,9093 \frac{m^2K}{W}$$

jolloin,

$$R_5 = 1,100 \frac{m^2K}{W}$$

jonka jälkeen alalikiarvo määritetään kaavasta 4

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots R_n + R_{se} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 4})$$

$$R_{tot,ala} = 0,13 + 0,04 + 4,0 + 0,04 + 1,1 + 1,1 + 0,3 + 0,13 = 6,846 \frac{m^2K}{W}$$

Kokonaislämmönvastus saadaan laskemalla ylä- ja alalikiarvon keskiarvo kaavalla,

$$R_{tot} = \frac{R_{tot,ylä} + R_{tot,ala}}{2} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 5})$$

$$R_{tot} = \frac{7,012 \frac{m^2K}{W} + 6,846 \frac{m^2K}{W}}{2} = 6,929 \frac{m^2K}{W}$$

Tarkistetaan suhteellisen virheen enimmäisarvo. Suhteellisen virheen tulee olla alle 20%. Suhteellinen virhe voidaan tarkistaa kaavalla,

$$e = \frac{R_{tot,ylä} - R_{tot,ala}}{2 * R_{tot}} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 10})$$

jolloin

$$e = \frac{7,012 \frac{m^2K}{W} - 6,846 \frac{m^2K}{W}}{2 * 6,929 \frac{m^2K}{W}} * 100\% = 1,2\% < 20\% \text{ OK}$$

Yläraja-alaraja-metelmä soveltuu kyseisen rakenteen U-arvon laskentaan.

Korjaamaton lämmönläpäisykerroin lasketaan kokonaislämmönvastuksen käänteisarvona kaavalla,

$$U = \frac{1}{R_{tot}} \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava 1})$$

jolloin,

$$U = \frac{1}{6,929 \frac{m^2K}{W}} = 0,144 \frac{W}{m^2K}$$

Lämmönläpäisykertoimen korjaustermi

U-arvon korjaustermi  $\Delta U$  lasketaan kaavalla,

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.2})$$

Jossa,

$\Delta U_f = 0,0231 \text{ W/m}^2\text{K}$ , koska pieniä mekaanisia kiinnikkeitä kuten ruuveja ja nauvoja ei tarvitse ottaa huomioon. Jolloin otetaan huomioon vain vanhan rakenteen kiinnikket  $\Delta U_r = 0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , koska kyseessä ei ole käännetty kattorakenne

Ilmarakojen korjaustekijä  $\Delta U_g$  tulee laskea rakenteelle koska lämmöneriste ei ole yhtenäinen lisäeristyksen osalta (puurunko). Ilmarakojen korjaustermi saadaan kaavalla,

$$\Delta U_g = \Delta U'' * \left(\frac{R_1}{R_{tot}}\right)^2 \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.3})$$

$R_1$  Tarkoittaa ilmarakoja sisältävän kerroksen lämmön ilman korjaustermien vaikutusta.  $R_1$  lasketaan vain puurungon välissä olevalle eristeelle eli tässä tapauksessa kerrokselle 4 ja 5. Arvoon ei oteta huomioon kerroksen puurakenteiden vaikutusta eli käytetään  $R_1 = R_{4.1} + R_{5.1}$

$$R_1 = 1,297 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} + 1,297 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} = 2,595 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

Ilmarakojen korjauskerroin  $\Delta U'' = 0,01$  saadaan alla olevasta taulukosta.

Taulukko 2. Ilmarakojen korjauskerroin (SFS-EN ISO 6946:2017, Taulukko F.1)

Taso	Kuvaus	$\Delta U'' \text{ W/m}^2\text{K}$
0	Lämmöneristekerroksessa ei ole ilmarakoja tai vähäisiä ilmarakoja, joilla ei ole merkittävää heikentävää vaikutusta lämmöneristykseen	0,00
1	Lämmöneristekerroksessa on koko eristekerronsen läpäiseviä joko lämpövirran suuntaisia tai lämpövirtaa vastaan kohtisuoria ilmarakoja	0,01
2	Lämpöeristekerroksessa on koko eristekerroksen läpäiseviä lämpövirran suuntaisia sekä lämpövirtaa vastaan kohtisuoria ilmarakoja	0,04

jolloin ilmarakojen korjaustekijä saadaan laskemalla,

$$\Delta U_g = 0,01 * \left( \frac{2,595 \frac{m^2K}{W}}{6,929 \frac{m^2K}{W}} \right)^2 = 0,0014 \frac{W}{m^2K}$$

jolloin,

$$\Delta U = 0,0014 \frac{W}{m^2K} + 0,023 \frac{W}{m^2K} = 0,0244 \frac{W}{m^2K}$$

Korjaustekijän  $\Delta U$  osuus lasketusta U-arvosta on yli 3% jolloin se tarvitse ottaa huomioon U-arvon laskennassa.

$$\frac{0,0244 \frac{W}{m^2K}}{0,144 \frac{W}{m^2K}} * 100\% = 16,9\%$$

Jolloin voidaan todeta korjattu U-arvo kaavalla,

$$U_c = U + \Delta U \quad (\text{SFS-EN ISO 6946:2017, kaava F.1})$$

$$U_c = 0,144 \frac{W}{m^2K} + 0,0244 = 0,168 \frac{W}{m^2K} < 0,17 \frac{W}{m^2K}$$

**$\rightarrow U_c = 0,17 \frac{W}{m^2K}$  voidaan todeta että esitetty lisäeristäminen riittäisi täyttämään ympäristöministeriön asetuksen määräykset ulkoseinien kohdalta**



# LIITE 3. BETONIMÄKI KUNTOARVIO

## KUNTOARVIO

### KARVIAN BETONIASEMA

### RAKENNUKSEN YLEISKUNNON ARVIOINTI JA KORJausehdotukset

1.10.2020



# Sisällysluettelo

## 1 Tiivistelmä

### -1.1 Tutkimustapa

## 2 Kuntoarvion yleistiedot

### -2.1 Kohde ja tilaaja

### -2.2 Tekijä ja ajankohta

## 3 Kiinteistön yleistiedot

### -3.1 Yleistä

### -3.2 Lähtötiedot

### -3.3 Toimenpide-ehdotukset

## 4 Katto

### -4.1 Korkean osan katto

### -4.2 Matalan osan katto

### -4.3 Katos

## 5 Julkisivu

### -5.1 Havainnot julkisivusta

### -5.2 Toimenpide-ehdotukset

## 6 Halli sisältä

### -6.1 Havainnot sisätiloista

### -6.2 Toimenpide-ehdotukset

# 1 TIIVISTELMÄ

Toimeksiannon kohde oli vanha Ruduksen betonitehdas, jonka Alatalot Oy on ostanut. Tutkimuksen tarkoituksena oli huomioida mahdolliset rakennuksen vauriot ja laatia niille korjausehdotukset. Vauriot kuvataan ja kirjataan raporttiin siten, että kuvasta ilmenee vaurioalue. Tutkimuksen pohjalta tulisi pystyä laatimaan rakennukselle korjaussuunnitelma ja saada selville, miten korjaukset tulisi tehdä ja kuinka akuutisti.

## 1.1 Tutkimustapa

Arviot on tehty silmämääräisesti ilman erillisiä tutkintalaitteistoa ja rakenteita rikkomatta. Tilaaja on vasta siirtymässä tiloihin, eikä vanhoja käyttäjiä ole haastateltu.

## 2 Kuntoarvion yleistiedot

### 2.1 Kohde ja tilaaja

Kohde	Karvian Betonitehdas Sarvelantie 310 39960 Sarvela
Tilaaja	Alatalot Oy
Yhteyshenkilö:	Tomi Alatalo

### 2.2 Tekijä ja ajankohta

Tutkimuksen tekijä	Ville Lammi Alatalot Oy/SAMK 28100 Pori
Yhteyshenkilö	Ville Lammi Puh: 0442911357

Kohteessa käynti suoritettiin 1.10.2020.

## 3 Kiinteistön yleistiedot

### 3.1 Yleistä

Tutkimuksen kohteena on Karviassa sijaitseva betonitehdas, joka on rakennettu vuonna 1976.



*Kuva 1. Satelliittikuva kohteesta.*

### 3.2 Lähtötiedot

Asemaa ei oltu käytetty moneen vuoteen enää betoniasemana. Entisen käyttäjän kanssa käytiin rakennus läpi ja kartoitettiin mahdollisia vikoja ennen tutkimuksen suoritusta. Huoltokirjaa ei ollut saatavilla kohteesta. Tilaaja toimitti kohteen pohjapiirustukset.

### 3.3. Toimenpide-ehdotukset

Koska rakennuksen eri tiloja ja osia on tutkimuksen kohteena monia, kirjataan jokaisen alaotsikon alle lohkon korjaus ehdotukset.

## 4 Katto

Rakennuksen vesikatot ovat joko bitumikermi- tai peltiprofiilikattoja (kuvat 2-4).

#### 4.1 Korkean osan katto

Korkean osan vesikatto koostuu kahdesta erilaisesta peltiprofiilista. Katot on rakennettu eri aikaan.



*Kuvat 2 a ja b. Korkean osan katto*



*Kuva 3*



*Kuva 4. Korkean osan katon räystääs pohjoispuolella*

#### **Havainnot**

Katon peltiprofiili oli tehty paksusta kantavasta kattopelistä, joka vaikutti päällisin puolin hyväkuntoiselta. Katolla kasvavan koivun poistamisessa tulee selvittää, onko puun juuristo vaikuttanut rakenteisiin esim. tunkeutumalla liitoksesta läpi. Katon räystäslautoja ei ole käsitelty ja ne ovat päässeet huonoon kuntoon. Pohjoispuolen räystääseen on törmätty jollain laitteella ja räystääs on vaurioitunut.

## Toimenpide-ehdotukset

Peltikaton osalta vaihdetaan ne katon osat, jotka ovat vaurioituneet. Muilta osin katto pestään ja mahdollisesti käsitellään maalauksella. Katon puuosat vaihdetaan.

### 4.2 Matalan osan katto

Vesikaton bitumikermikatto sijaitsee tuotantohallin alueella.



*Kuva 5. Matalan osan katto*



*Kuva 6 a ja b. Katto lämmityskeskuksen savupiipun läheltä*



*Kuva 7 a ja b. Matalan osan läpivientejä*

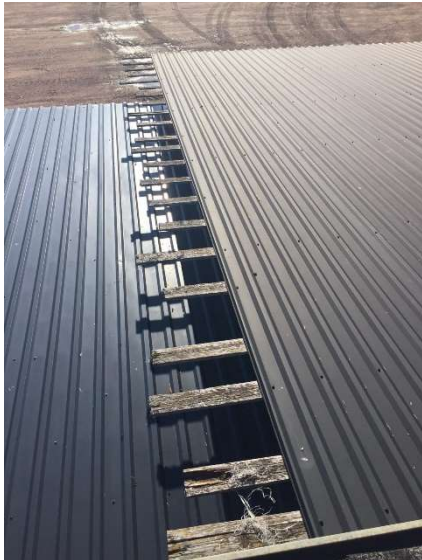
### Havainnot

Vesikaton bitumikermikate oli suurimmaksi osin hyväkuntoinen. Kuitenkin lämmityskeskuksen läheisyydessä, huopa oli silminnähtävien hapertunut ja huovan kuiturakenne oli osittain rikki. Katon läpiviennit olivat kaikki huonossa kunnossa ja vaativat lisätarkastelua.

### Toimenpide-ehdotukset

Huopakaton läpiviennit tulee uusiksi. Katon bitumihuopa tulisi uusiksi savupiipun läheisyydestä. Ehdotetaan savupiipun korkeuden kasvattamista. Oletetaan savun olevan suurin syy kermin paikalliseen kulumiseen.

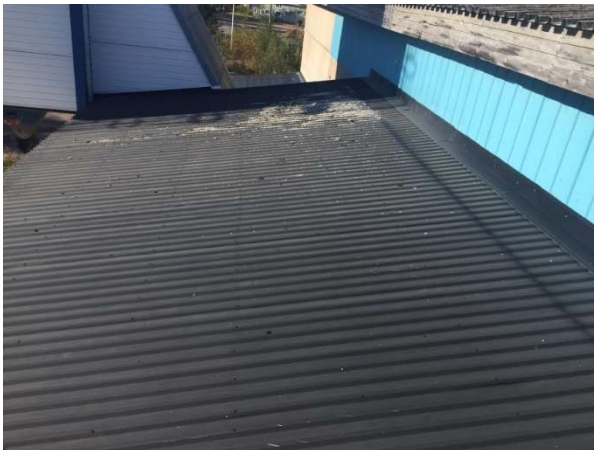
#### 4.3 Katos



*Kuva 8. Katoksen kattotuolit*



*Kuva 9. Katoksen päätä*



*Kuva 10. Katoksen peltikatto*



## **Havainnot**

Katos on tehty rakennuksen kylkeen jälkikäteen. Rakennusvaiheessa työ on keskeytynyt, eikä katoksen päätyä ole tehty valmiiksi. Aluskate on ollut olosuhteille paljaana ja se on päässyt repeämään. Katon pelti on hyväkuntoinen, eikä vaurioita löytynyt.

## **Toimenpide-ehdotukset**

Katto tulisi tehdä valmiiksi asti. Kattotuoli on päässyt lahoamaan *kuvan 9 ja 10* osoittamasta paikasta ja laudat tulisi uusia lahonneilta osilta. Samasta kohdasta katon aluskate suositellaan korjaamaan. Koska katoksen päätyä ei ole tehty valmiiksi, ovat ristikot joutuneet myös säälle alttiiksi. Korjauksen yhteydessä ristikoiden kunto tulee tarkistaa ja korjata ne tarvittaessa.

5 Julkisivu



*Kuva 11. Lämmönjakohuoneen viereinen katos*



*Kuva 12 a ja b.*



*Kuva 13*



*Kuva 14*



*Kuva 15*

### 5.1 Havainnot julkisivusta

Rakennuksen julkisivu on silminnähden vaurioitunut tietyissä osissa rakennusta. *Kuvan 11* osoittamasta kohdasta on kaksi elementtiä hajonnut. Vauriot ovat havaittavissa myös rakennuksen sisäpuolelta. Kohtaan on tehty tilapäinen korjaus, joka ei kuitenkaan ole riittävä. Rakennuksen ympärillä ei ole syöksytorville kaivoja ja

niiden vedet valuvat suoraan sokkelin juureen. Matalan osan rännit ovat lähes kaikki vaurioituneet ja osittain myös tukkeutuneet. Rakennuksen vanhan öljylämmityksen putki tulee julkisivun läpi. Putki on kuitenkin otettu pois käytöstä ja ruostunut rikki.

## 5.2 Toimenpide-ehdotukset

*Kuvan 11* vaurion paikkaaminen tulee suorittaa mahdollisimman pian, koska muut suunnitellut työt ovat siitä riippuvaisia (hallin sisämaalaus). Tämän hetken paikkaus kohdassa ei ole riittävä ja lämmin ilma pääsee aukosta vuotamaan ulkoilmaan aiheuttaen turhia lämmityskuluja.

Vanhan öljylämmitysputken poistaminen ja aukon umpeen muuraus. Rakennuksen rännit suositellaan vaihtamaan ja asentamaan syöksytorvien alle rännikaivoit ja ohjaamaan vesi pois rakennuksen sokkelin läheisyydestä.

## 6 Halli sisältä



*Kuva 16 a ja b. Rungon vauriojälki sisältä katsoen*



*Kuva 17 a ja b*

## 6.1 Havainnot sisätiloista

*Kuvan 16* havaittavissa rakennuksen seinässä vaurio, joka paikattu tilapäisesti. Käsitelty julkisivujen havainnoissa. Hallin sisällä seinille on porattu lukuisia ansaita seiiniin. Ansaat ovat olleet tavaroiden ripustuskäytössä edellisellä käyttäjällä. Rakennuksen katon alapuolella olevat ikkunat olivat kokonaan rikki tai osittain hajalla. Tällä hetkellä rikkinäisten ikkunoiden tilalle laitettu eristyslevy. Vanhojen putkien läpivientejä seinillä.

## 6.2 Toimenpide-ehdotukset

Suositellaan käymään läpi ikkunat ja vaihtamaan ehjät rikkoutuneiden tilalle. Vanhat sirpaleet tulee poistaa katonrajasta, jotta vältetään tapaturmilta. Tilaaja tekee oman päätöksen ansaiden kanssa.

## LIITE 4. RAKENNUSTYÖSELOSTEET

### **Rakennustyöselosteet**

Työselosteet on laadittu tilaajan toiveiden mukaan. Tilaaja toivoi, että rakennuksen energiatehokkuutta saataisiin parannettua. Tämä huomioidaan julkisivujen suunnittelussa. Myös rakennuksen itäosassa olevan hallin vedenohjaukset tulee suunnitella uudelleen.

### **Maanrakennus ja piha-alueet**

Jo olemassa olevat putkistot, kaivot ja viemärit kunnostetaan, sekä niitä lisätään tarpeen mukaan. Piha-alueen pinnat muotoillaan siten, että pintavedet johdetaan rakennuksista pois päin, varsinkin sokkelin läheisyydessä.

Liikennöintialueella tiivistetään 0-11mm murskettä. Liikennealueiden ulkopuoliset alueet ja tonttirajojen tuntumat siistitään ja raivataan kasvustosta.

Suunnitellaan kiviainesten läjitysalueet ja hankitaan tarvittavat kalustot jätehuoltoon varten. Alueen sisäänkäyntiportille lisätään opasteet ja tonttikartta johon em. merkittynä. Tontti aidataan Sarvelantien sivulta sekä rakennettujen naapurikiinteistöjen osalta. Peltoihin ja metsiin rajoittuvien osien tontti rajataan olemassa olevilla tai kaivettavilla ojilla tai tarpeen mukaan lisätään istutuksia. Tontilla oleva ylijäämäbetoni hyödynnetään maanrakentamisen rakennekerroksissa ja sitä murskataan eri lajikkeiksi.

Rakennuksen sivussa oleva katos, joka on jäänyt kesken, rakennetaan loppuun.

### **Vesikattorakenteet**

Vesikaton bitumihuopa oli suurimmaksi osaksi hyväkuntoinen. Bitumikaton päälle pinnoitetaan uusi pinta tarpeen mukaan vaurioituneilta alueilta. Myös kaikki liittymät, läpiviennit ja tiivistykset tehdään uudestaan. Vesikaton peltikattojen kunto kartoitetaan ja tarpeen mukaan uusitaan. Suurimmaksi osin peltikatolle riittää pesu ja huoltomaalaus.

Rakennuksen puiset räystäärakenteet ovat huonokuntoisia ja ne uusitaan tai laudoitetaan uudestaan.

Rungon läpi kulkevat tekniikat käydään läpi. Tekniikka uusitaan tai poistetaan, jos sille ei ole enää käyttöä.

Tarkistetaan koko rakennuksen palo-osastoinnit ja tehdään korjauksia tarpeen mukaan.

### **Julkisivu, perustukset ja pintamateriaalit**

Rakennuksen rungossa on suuri vauriojälki, joka korjataan asianmukaisesti julkisivutöiden yhteydessä. Ulkoseinät käydään kauttaaltaan läpi ja korjataan mahdolliset puutteet lämpö- ja vesivuotoalueiden kohdilta.

Julkisivu koolataan, asennetaan lisäeristys ja sen päälle tulee pellitys. Peltiprofiili asennetaan toimittajan ohjeen mukaan, profiilin valitsee tilaaja. Rakennusta kiertävät rännit olivat osittain todella huonokuntoisia ja niitä uusitaan tarpeen mukaan ja rännikaivot asennetaan. Näkyviin jäävä sokkeli ohutrapataan, tilaaja määrittelee rappauksen korkeusaseman. Näkyviin jäävät puu-, betoni- ja metalliosat maalataan yhtenäisen väriseksi, tilaaja määrittää värin. Ikkunat ja ovet huoltomaalataan. Listoitukset uusitaan tarvittaessa.

Hallin betonilaatta pinnoitetaan. Hallin sisäseinät ja katto paikataan sekä maalataan.

Rakennuksen nykyinen julkisivu on paljasbetonielementtipinta. Tulevaa tuotantoa varten, julkisivun lämmöneristävyyttä pyritään parantamaan lisäämällä eristystä rakenteeseen, sekä asentamalla julkisivulle profiilipellit kohentamaan rakennuksen olemusta. Lämmöneristämisen lisäämisen perimmäinen syy on energiatehokkuuden lisääminen. Eristettä lisätään 100mm hallin julkisivu korjausten aikana. Eristyksen lisäyksessä käydään elementtien saumat läpi ja tarvittaessa elementtisaumakittit uusitaan.

Nykytilanteessa betonielementit menevät maan alle ja alkavat anturan päältä. Julkisivukorjauksen yhteydessä antura kaivetaan esiin ja lisätään lämpöeriste, sekä

vedeneristys. Vedeneristys toteutetaan polttamalla bitumikermihuopa sokkelin pintaan ja lisäämällä yläreunaan mekaaninen kiinnitys. Vedeneristys toteutettava siten, että vesi ohjautuu pois rakenteesta päin.

Samalla, kun antura kaivetaan esiin, tarkistetaan salaojien kunto ja tarvittaessa uusitaan. Lisätään sadevesiputket ja -kaivot.

### **Betonilaatta**

Betonihallin lattiana on nykytilanteessa paljas betonipintainen lattia, jossa nykyinen vedenpoisto on puutteellinen. Suuressa hallissa on vain kaksi kaivoa, johon vedet eivät kunnolla ohjaudu. Tulevaisuudessa hallissa on tarkoitus säilyttää raskasta ajoneuvokalustoa, joka varsinkin talviaikaan tuo paljon vettä hallin sisään. Suunnitellaan lattia paremmin sopivaksi tilaajan käyttöön siten, että osaan tilasta asennetaan lattialämmitys ja lisätään lattiakaivoja.

### **Täydentävät rakenteet**

Rakennuksen ikkunat ja ovet käydään julkisivun työn aikana läpi ja tarpeen mukaan huolletaan tai vaihdetaan. Kaikki tiivistykset käydään läpi ja uusitaan tarpeen mukaan. Rakennuksen pohjoisreunan sorasiilojen liukuovet korjataan ja jatketaan. Hallin pesutilaan tehdään kiinteä seinä, joka erottaa tilan isosta hallista. Tilaan lisätään toinen ovi joka mahdollistaa läpiajon. Huomioidaan palo-osastointi.

Kiinteistön lukitus uusitaan. Hankitaan valvontakamerat ja murtohälytinjärjestelmä. Tilaaja hankkii liiketoiminnalleen tarpeelliset laitteet. Seinustoille asennetaan hyllyt ja työtasot. Siltanosturi tarkistetaan ja huolletaan käyttökelpoiseksi tarpeen mukaan.



## **Lämpö-, vesi- ja viemäryöt**

Kartoitetaan jo olemassa olevat. Puretaan tarpeettomat järjestelmät. Tarkistetaan, huolletaan ja tarvittavin osin korjataan olemassa olevat järjestelmät. Asennetaan halliin osittain lattialämmityspiirit.

## **Ilmanvaihto**

Tarkistetaan, huolletaan ja tarvittavin osin korjataan olemassa olevat järjestelmät.

Lisätään huippuimurit, sekä korvausilman tuloventtiilit, joita voidaan käyttää poistamaan pakokaasut, hitsauskaasut, sulamiskosteus ja muu tilapäiset ilman epäpuhtaudet.

## **Sähkö**

Puretaan tarpeettomat järjestelmät. Tarkistetaan, huolletaan ja tarvittavin osin korjataan olemassa olevat järjestelmät.

Uusitaan hallin sisävalaistus ja lisätään ulkovalaisimia. Kiinteistön valvonta sähköistetään. Asennetaan sähkötoimiset ovet ja portit.

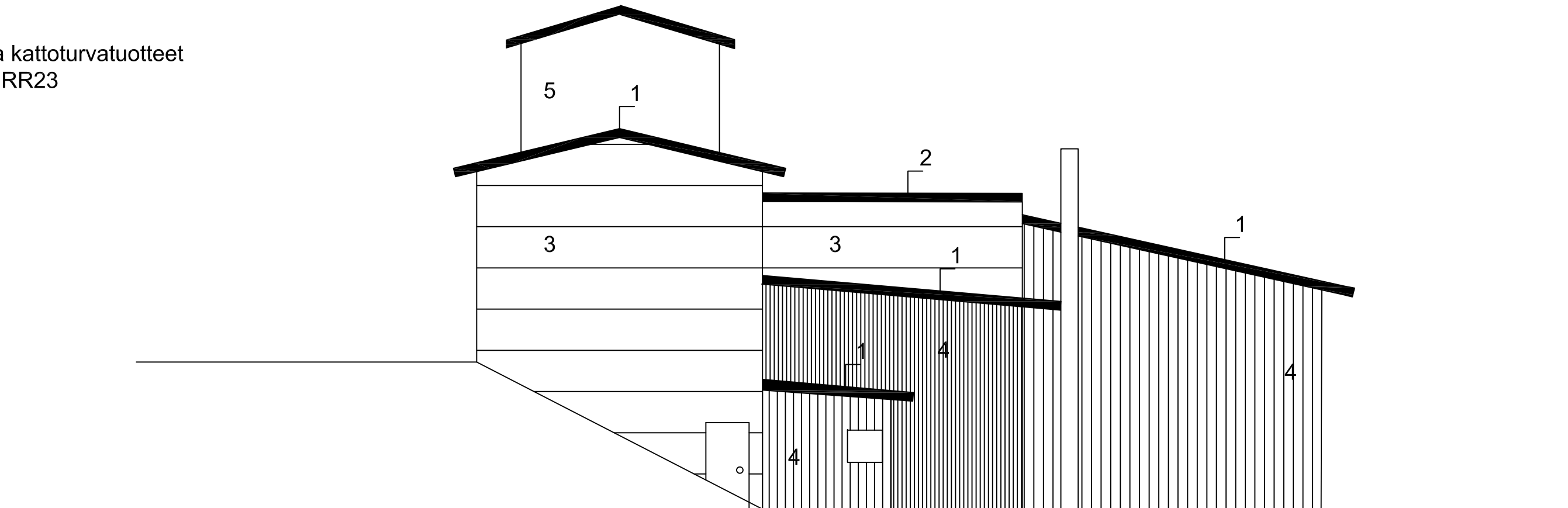
## LIITE 5. JULKISIVU- JA POHJAKUVAT

- 1.Peltikate, alkuperäinen, tumman harmaa
- 2.Bitumihuopakate, alkuperäinen, tummanharmaa
- 3.Betonipinta, alkuperäinen, maalaus tilaajan värin mukaan
- 4.Peltiprofiili tilaajan mukaan, valkoinen
- 5.Peltiprofiili, alkuperäinen, valkoinen

Ikkunat ja pellitykset  
Tummanharmaa RR23

Räystäskourut ja syöksytorvet  
Harmaa

Kattopellitykset ja kattoturvatuotteet  
Tummanharmaa RR23



Rakennustoimenpide SANEERAUSKOHDE	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohteen nimi ja osoite BETONIMÄKI	Piirustuksen sisältö JULKISIVU LÄNTEEN	Mittakaavat 1:100
Sarvelantie 310, 39930, Karvia	Tekijä VILLE LAMMI	Pvä 8.5.2023

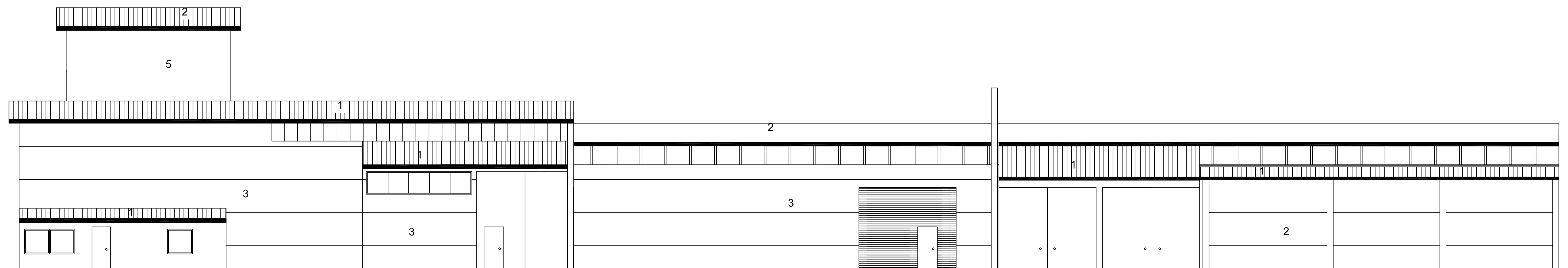
- 1.Peltikate, alkuperäinen, tumman harmaa
- 2.Bitumihuopakate, alkuperäinen, tummanharmaa
- 3.Betonipinta, alkuperäinen, maalaus tilaajan värin mukaan
- 4.Peltiprofiili tilaajan mukaan, valkoinen
5. Peltiprofiili, alkuperäinen, valkoinen

Ikkunat ja pellitykset  
Tummanharmaa RR23

Räystäskourut ja syöksytorvet  
Harmaa

Kattopellitykset ja kattoturvatuotteet  
Tummanharmaa RR23

Ovet ja nosto-ovet  
Valkoinen



Rakennustoimenpide SANEERAUSKOHDE	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohteen nimi ja osoite BETONIMÄKI	Piirustuksen sisältö JULKISIVU ETELÄÄN	Mittakaavat 1:100
Sarvelantie 310, 39930, Karvia	Tekijä VILLE LAMMI	Pvä 8.5.2023

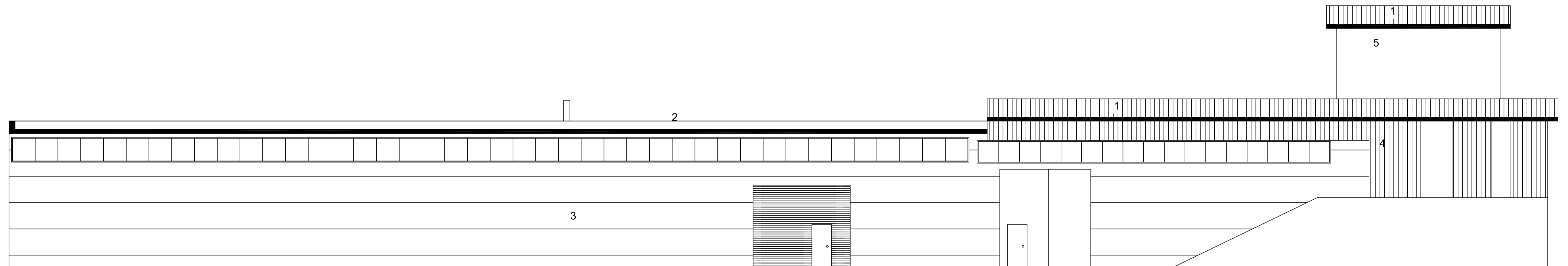
1. Peltikate, alkuperäinen, tumman harmaa
2. Bitumihuopakate, alkuperäinen, tummanharmaa
3. Betonipinta, alkuperäinen, maalaus tilaajan värin mukaan
4. Peltiprofiili tilaajan mukaan, valkoinen
5. Peltiprofiili, alkuperäinen, valkoinen

Ikkunat ja pellitykset  
Tummanharmaa RR23

Räystäskourut ja syöksytorvet  
Harmaa

Kattopellitykset ja kattoturvatuotteet  
Tummanharmaa RR23

Ovet ja nosto-ovet  
Valkoinen



Rakennustoimenpide SANEERAUSKOHDE	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS
Rakennuskohteen nimi ja osoite BETONIMÄKI	Piirustuksen sisältö JULKISIVU POHJOISEEN
Sarvelantie 310, 39930, Karvia	Mittakaavat 1:100
	Tekijä VILLE LAMMI
	Pvä 8.5.2023

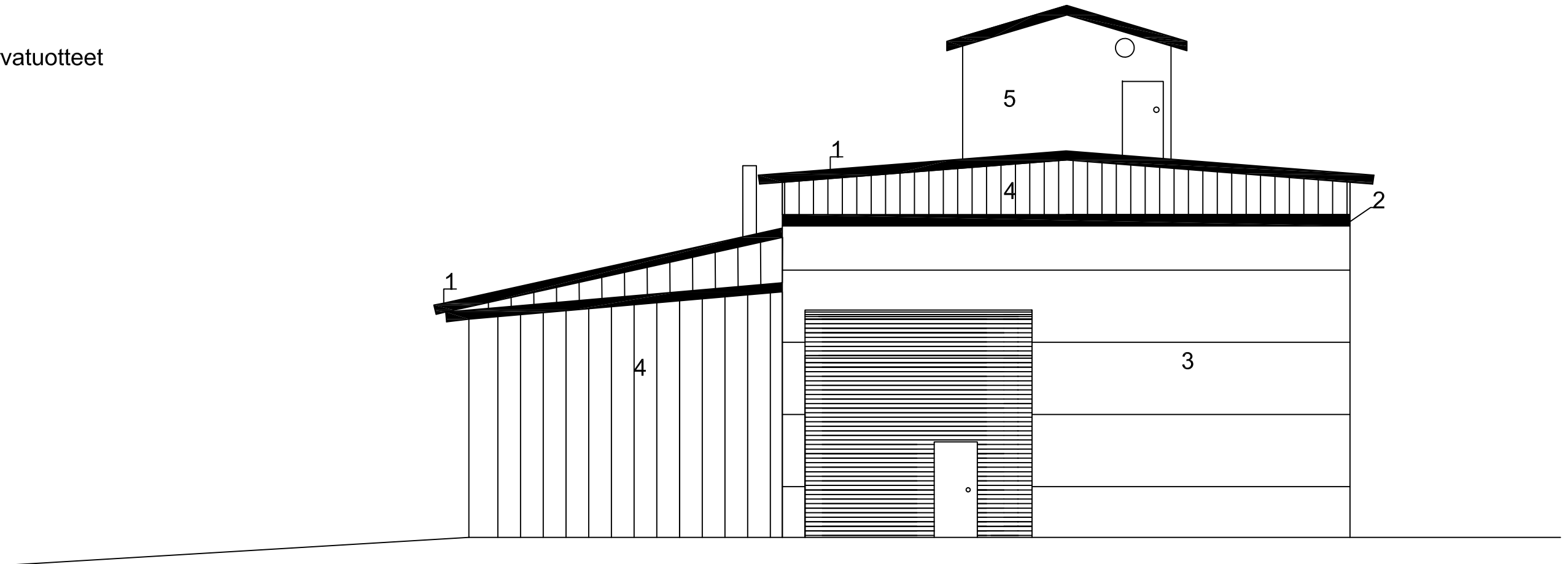
- 1.Peltikate, alkuperäinen, tumman harmaa
- 2.Bitumihuopakate, alkuperäinen, tummanharmaa
- 3.Betonipinta, alkuperäinen, maalaus tilaajan värin mukaan
- 4.Peltiprofiili tilaajan mukaan, valkoinen
5. Peltiprofiili, alkuperäinen, valkoinen

Ikkunat ja pellitykset  
Tummanharmaa RR23

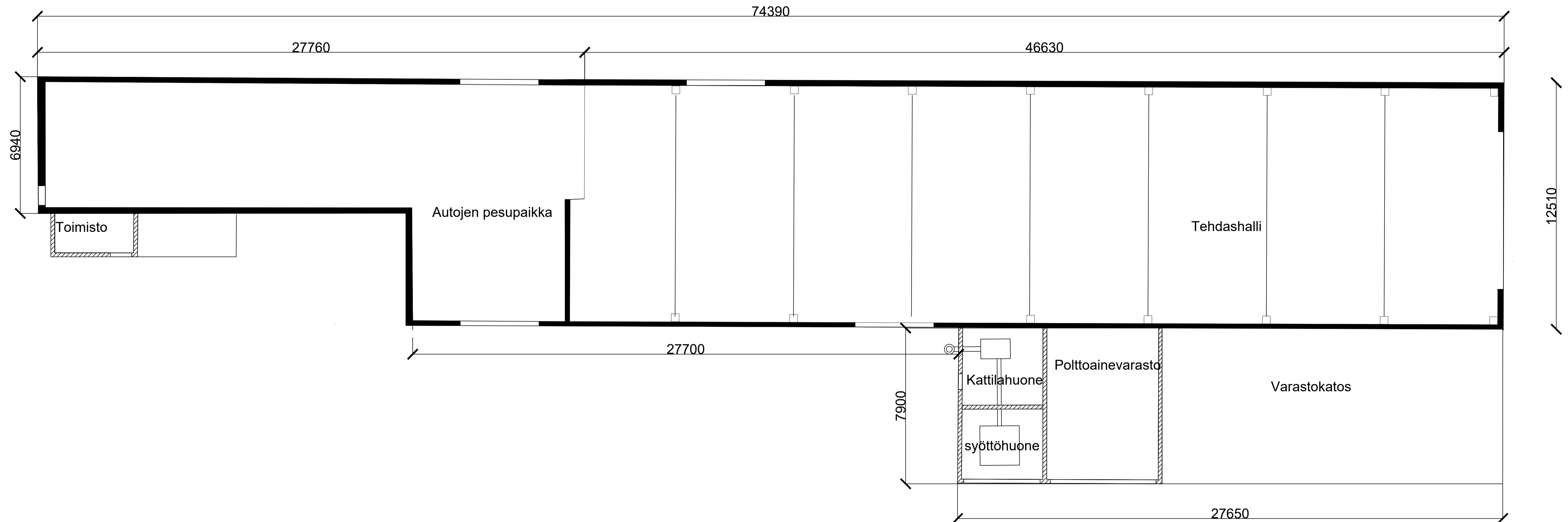
Räystäskourut ja syöksytorvet  
Harmaa

Kattopellitykset ja kattoturvatuotteet  
Tummanharmaa RR23

Ovet ja nosto-ovet  
Valkoinen



Rakennustoimenpide SANEERAUSKOHDE	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohteen nimi ja osoite BETONIMÄKI	Piirustuksen sisältö JULKISIVU ITÄÄN	Mittakaavat 1:100
Sarvelantie 310, 39930, Karvia	Tekijä VILLE LAMMI	Pvä 8.5.2023



Rakennustoimenpide SANEERAUSKOHDE	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	
Rakennuskohteen nimi ja osoite BETONIMÄKI	Piirustuksen sisältö JULKISIVU ETELÄÄN	Mittakaavat 1:100
Sarvelantie 310, 39930, Karvia	Tekijä VILLE LAMMI	Pvä 8.5.2023