



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Markus Kaikkonen

Rakennuksen muutostyöprosessi varastorakennuksesta teollisuusrakennukseksi

Opinnäytetyö

Kevät 2021

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAmk Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Tekijä: Markus Kaikkonen

Työn nimi: Rakennuksen muutostyöprosessi varastorakennuksesta teollisuusrakennukseksi.

Ohjaaja: Veli Autio

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 36

Liitteiden lukumäärä: 7

Tutkielma toteutettiin rakennuksen omistavalle kiinteistöosakeyhtiölle, joka antoi käyttöön alkuperäiset suunnitelmat sekä tutustutti kohteeseen paikan päällä. Näiden lisäksi tilaaja antoi työlle suunnan ja tavoitteet, jotka sittemmin saavutettiin.

Tutkielmassa käsitellään 1970-luvulta peräisin olevan noin 1820 m² varastorakennuksen muutostyön prosessia teollisuusrakennukseksi. Tutkielmassa käydään läpi rakennuksen nykytilaa ja mitä muutoksia rakennukseen tulisi tehdä muutettaessa se teollisuuskäyttöä palvelevaksi toimitilaksi. Lisäksi tutkielmassa paneudutaan rakennushanketta koskeviin lupaedellytyksiin rakentamismääräyskokoelman, ympäristöministeriön asetusten sekä lainsäädännön mukaisesti. Tutkielman tavoitteena oli myös luoda vertailutilanne eri seinärakenteiden ja niiden saneerausmenetelmien välillä.

Rakennuksen käyttötarkoituksen muutostyöprosessin toteutuksen tueksi tutkielmasta luotiin kattava ja laaja selvitys. Sen pohjalta saneerauksen toteutus olisi tulevaisuudessa tilaajalle helpompaa. Tilaaja aikoo hyödyntää kerättyä aineistoa hankkeen toteuttamiseksi ja uskoo sen auttavan haastavan projektin loppuun saattamisessa.

¹ Asiasanat: Teollisuusrakennus, varastotilat, muutostyöt, energiatehokkuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Author: Markus Kaikkonen

Title of thesis: Building conversion process from a warehouse building to an industrial building.

Supervisor: Veli Autio

Year: 2021

Number of pages: 36

Number of appendices: 7

The thesis was carried out for the real estate company that owns the building. The company gave the original plans and inspected the site on site. In addition to these, the company gave the work direction and goals, which were subsequently achieved.

The thesis dealt with the process of converting an approximately 1820 m² warehouse building from the 1970s to an industrial building. The thesis reviewed the current state of the building and what changes should be made to the building when converted into an office serving industrial use. In addition, the thesis focused on the permit conditions for a construction project in accordance with the collection of building regulations, regulations of the Ministry of the Environment and other legislation. The aim of the thesis was also to create a comparison situation between different wall structures and their renovation methods.

To support the implementation of the process of changing the purpose of the building, a comprehensive and extensive study of the thesis was created. Based on this, the implementation of the renovation would be easier for the company in the future. The company intends to use the collected material to implement the project and believes that it will help to complete the challenging project.

¹ Keywords: industrial buildings, warehousing spaces, alteration work, energy efficiency

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuvio-, kuva- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Yleisesti tutkittavasta aiheesta	8
1.2 Tutkielman tavoite ja aiheen rajausta	8
1.3 Tutkielman rakenne	9
1.4 Tietoa tutkielman kohteesta	9
2 LUPAEDELLYTYKSET RAKENNUSHANKKEELLE	11
2.1 Rakennuslupa	11
2.2 Muutostöiden vaatimukset rakennusluvan hakemiselle	11
2.3 Rakentamiseen edellytettävät suunnitelmat	12
2.4 Rakennuslupahakemus ja siinä vaaditut liitteet	13
2.5 Rakennushankkeen aloitus sekä sitä koskevat katselmukset ja tarkastukset	13
2.6 Ympäristölupa	14
3 SANEERAUKSEN MUUTOSKOHTEET	15
3.1 Saneerauksen tarveselvitys	15
3.2 Ovien ja ikkunoiden nykytila ja saneeraustarve	18
3.3 Energiatodistukseen liittyvä lainsäädäntö	22
3.4 Ilmanvaihto ja lämmitysjärjestelmä	22
3.4.1 Ilmanvaihto teollisuusrakennuksessa	22
3.4.2 Lämmitysjärjestelmä teollisuusrakennuksessa	22
3.5 Ulkovaipan rakenteet	24
3.5.1 Lämmöneristyksen nykytila ja saneeraus	24
3.5.2 Kylmäsilat ja niiden huomioiminen saneerauksen yhteydessä	25

4	ULKOSEINÄRAKENTEIDEN MUUTOSTYÖT SANEERAUKSEN YHTEYDESSÄ.....	27
4.1	Ulkoseinän saneeraus	27
4.2	Rakenteiden ilmatiiveys.....	27
4.3	Ulkoseinän saneerauksen materiaalikustannusten ja työmenekkien vertailu	28
4.4	PVP-elementtien mitoitus ja asennus	30
4.5	Vaipan energiatehokkuuden parantuminen saneerauksen myötä	31
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	34
	LIITTEET	36

Kuvio-, kuva- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Ympäristöluvan käsittely vaiheet.....	15
Kuvio 2. Karkea arvio työmenekistä ja materiaalikustannuksista.....	29
Kuvio 3. Rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailu.....	31
Kuva 1. Tutkielman kohteena oleva varastorakennus.....	8
Kuva 2. Ulkoseinän kosteusvaurio.....	15
Kuva 3. Sokkelin ja ulkoseinän liittymän vauriot.....	16
Kuva 4. Runsasta kasvustoa rakennuksen seinustalla.....	17
Kuva 5. Rakennuksen nauhaikkuna.....	19
Kuva 6. Rakennuksen alkuperäinen taitto-ovi.....	21
Kuva 7. Rakennuksen uusittu nosto-ovi.....	21
Kuva 8. Leca- kevytsoraelementin päätyleikkaus.....	25
Kuva 9. Nykyisten seinäelementtien kiinnityisperiaate.....	26
Kuva 10. Nykyisen nosto-oven liittymä seinärakenteeseen.....	26
Taulukko 1. Erilaisten lämmitysjärjestelmien soveltuvuus teollisuuskiinteistöihin.....	23
Taulukko 2. Vertailu vaipan rakenteiden U-arvoista.....	32

Käytetyt termit ja lyhenteet

Kerrosala	Rakennuksen kerrosten pinta-ala, joita käytetään rakennuksen pääasialliseen käyttöön. Pinta-ala lasketaan rakennuksen ulkoseinän ulkokehän mukaan.
LVI-järjestelmä	Lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtolaite järjestelmä.
Tiiveysmittaus	Mittaus, jossa rakennuksen sisäilman painetta yli- tai alipaineistetaan koneellisesti, jolloin saadaan selville rakennuksen ilmanpitävyyteen vaikuttavia tekijöitä.

Rakennustekniset järjestelmät

Järjestelmiä, joita käytetään muun muassa rakennuksen eri tilojen lämmitykseen, jäähdytykseen tai niiden ilmanvaihtoon. Lisäksi sillä voidaan tarkoittaa rakennuksen valaistukseen, automaatioon ja sen ohjaukseen sekä käyttöveden lämmitykseen kuuluvaa järjestelmää tai näiden yhdistelmää.

Sandwich elementti	Kutsutaan rakennusalalla yleisesti tehtaalla tuotettua elementtiä, jolla ulko- ja sisärunkomateriaaleina toimii sama materiaali ja joiden väliin on ”puristettu” lämmöneriste.
PVP- elementti	Pelti-villa-pelti elementti on sandwich tyyppinen elementtirakenne.
Työmenekki	Tarkoittaa, kuinka paljon yhdessä ajanyksikössä kone tai työntekijä tuottaa työsuoritetta, esimerkiksi tth/m ² ja kone h/m ³ .
Työsaavutus	Tarkoittaa, kuinka paljon yhdessä ajanyksikössä tuotetaan työsuoritetta, esimerkiksi m ² /tv ja m ³ /h.

U-arvo [W/m²K] lämmönläpäisykerroin

Kuvaa normaalioloissa rakenteen läpi siirtyvää lämpövirtaa rakenteen osapinta-alan (1m²) ja sen kohdalta lämpötilaerojen suhteen.

1 JOHDANTO

1.1 Yleisesti tutkittavasta aiheesta

Tämän tutkielman tarkoituksena on kehittää tilaajan hallinnoimaa rakennusta. Rakennusta on tarkoitus kehittää siten, että se palvelisi paremmin uutta käyttötarkoitusta. Lisäksi tutkielman tavoitteena on avustaa ja auttaa hankkeen alkuun saamisessa. Tutkielmassa käsitellään kuvassa 1. olevaa rakennusta. Tällä hetkellä rakennus toimii pääasiassa varastorakennuksena. Nyt rakennus on kuitenkin tarkoitus muuttaa tilaajan vaatimusten mukaiseksi teollisuusrakennukseksi. Tutkielmassa tullaan käsittelemään rakennuksen muutostyöprosessia rakennustöihin liittyvien lupien ja rakennuksen saneerauksen osalta.



Kuva 1. Tutkielman kohteena oleva varastorakennus. (Kaikkonen 2021.)

1.2 Tutkielman tavoite ja aiheen raja

Tutkielman tavoitteena on käydä läpi rakennuksen käyttötavanmuutosta vanhasta varastorakennuksesta nykyisten vaatimusten mukaiseksi teollisuusrakennukseksi. Muutosta tarkastellaan niin rakenteiden muuttumisen kuin rakennus- ja ympäristövalvonnan näkökulmasta. Lisäksi työssä käsitellään tutkielman kohteena olevan rakennuksen nykyisten rakenteiden kuntoa sekä niihin liittyviä muutostarpeita.

Tutkielman tavoitteena ei ole tuottaa täysin kattavaa aineistoa eikä selvitystä mahdollisesti tulevaisuudessa ajankohtaiseksi tulevan rakennushankkeen toteuttamiseksi. Tutkielman tavoitteen on antaa suuntaviivat ja apua suunnittelunohjaukseen rakennushankkeeseen ryhtyvälle. Tämän vuoksi tutkielmassa ei tulla käsittelemään kaikkia rakennuksessa vaadittavia muutostöitä, vaan tutkielmassa paneudutaan muutamaan suurempaan aihekokonaisuuteen. Rakennuksen rakenteiden kantavuuksiin eikä niiden vakauteen tulla perehtymään tarkemmin tutkielmassa, vaan hankkeeseen ryhtyvän tulee konsultoida tarvittaessa rakennesuunnittelijaa näihin aiheisiin liittyen.

1.3 Tutkielman rakenne

Tutkielma jakautuu viiteen päälukuun. Johdannossa käydään yleisesti läpi tutkielman taustaa, lähtökohtia ja tavoitteita. Toisessa luvussa käsitellään rakennushankkeen lupaedellytyksiä rakennusluvan ja ympäristöluvan näkökulmasta. Kolmannessa luvussa paneudutaan rakennuksen nykytilaan ja vaadittaviin muutostyöprosesseihin. Tässä luvussa käsitellään muun muassa saneerauksen tarveselvitystä, ovien ja ikkunoiden kuntoa sekä rakennusteknisten järjestelmien vaatimuksia. Neljännessä luvussa käsitellään rakennuksen ulkoseinärakenteita ja niihin liittyviä muutostöitä. Viimeisessä luvussa kootaan tutkielmassa esille tuodut johtopäätökset.

1.4 Tietoa tutkielman kohteesta

Tutkielmassa käsiteltävä rakennus sijaitsee kiinteistöllä, joka sijoittuu asemakaava-alueelle. Asemakaavassa alueen käyttötarkoitus on määritelty teollisuus- ja varastorakennusalueeksi. Rakennus on rakennettu vuonna 1972 varastorakennukseksi, jota on sittemmin peruskorjattu muun muassa vesikaton osalta 2000-luvulla. Rakennus koostuu kolmesta eri tilasta. (Liite 1.) Tilat jakaantuvat kylmään- ja puolilämpimään varastotilaan sekä sosiaalitilaan. Sosiaalitila sijaitsee varastorakennuksen puolilämpimän tilan puolella. Alkuperäisten piirustusten mukaan kerrosala on 1 820 neliometriä ja tilavuus 17 470 kuutiometriä. Kiinteistön piha-alue koostuu useamman eri yrityksen tarpeita palvelevasta asfaltoidusta alueesta.

Kohteen runko muodostuu paaluperusteisista anturoista, joiden päällä on kahdeksan metrin korkuiset teräsbetonipilarit. Pilareiden päällä on teräsbetonista valmistetut 19,4 metrin jänneväliillä olevat HI-palkit. HI-palkkien päällä on kantavat Leca-betonielementit, joiden päällä on

pintavalu ja vedeneristys. Julkisivu on rakennuksen kaikilla sivuilla pinnoittamatonta Leca-betonielementtiä. Elementit ovat pituudeltaan kuusi metrisiä. Pituus määräytyy rakennuksen kantavan runkojaon mukaan. Elementtien korkeus on puoli metriä ja paksuus 30 senttimetriä.

Rakennuksen lattia on noin 15 senttimetrinen maanvarainen teräsbetoni-laatta. Oletetusti lattia on uusittu, sillä sen kunto on erinomainen verrattuna vastaavassa käytössä olleisiin betonilattioihin. Alapohjan eristyksistä ei ole olemassa olevia suunnitelmia. Alapohjan eristysten kartoittaminen vaatisi rakenteiden avaamista.

Rakennuksen sisätiloihin on hiljattain uusittu led-kiskovalaistus. Valaistus antaa laajan ja kattavan valon sisätiloihin ja siten palvelee tulevaa käyttötarkoitusta hyvin. Piha-alueen valaistus on myös toteutettu energiatehokkailla led-valoilla. Ne tarjoavat tehokkaan ja kattavan valaistuksen piha-alueen kulkureiteille. Siten valaistuksen osalta saneerauksessa ei ole tarpeen tehdä suurempia muutoksia tai päivityksiä.

Viemäri- ja vesipisteiden saneerausta ja muutostöitä ei tulla tässä työssä käsittelemään. Niiden osalta tilaajan tulee suunnitella eritilojen tarpeet yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Vesi ja viemäröinnin toteutuksesta tulee laatia suunnitelmat ja ne tulee toteuttaa lain vaatimusten mukaisesti.

2 LUPAEDELLYTYKSET RAKENNUSHANKKEELLE

2.1 Rakennuslupa

Rakennuslupa vaaditaan muun muassa silloin, kun rakennuksen käyttötarkoitusta muutetaan, ja kun rakennuksen ulkokuorta tai teknisiä järjestelmiä saneerataan. Käyttötarkoituksen soveltuvuutta kaavan toteutumiseen arvioidaan rakennusluvan tarvetta selvittäessä. (L 5.2.1999/132.) Tutkielmassa käsiteltävän rakennuksen käyttötarkoitusta on tarkoitus muuttaa varastorakennuksesta teollisuusrakennukseksi. Tämän muutoksen takia kyseisessä rakennushankkeessa vaaditaan rakennusluvan hakemista. Lupaa haetaan www.lupapiste.fi palvelun kautta. (Lupapiste 2021.)

2.2 Muutostöiden vaatimukset rakennusluvan hakemiselle

Rakennuslupaa hakiessa tulee luvan täyttää asemakaavan vaatimukset. Lisäksi rakennusluvan tulee täyttää laeissa annetut edellytykset. Tutkielmassa tullaan käsittelemään maankäyttö- ja rakennuslain pääkohdat, jotka liittyvät kohteen erityispiirteisiin ja sen seurauksesta rakennusluvan hakemiseen. Tutkielmassa ei tulla rajallisen tilan takia käsittelemään muita rakennuslupaan liittyviä lakeja, kuten vesilakia.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetään yleisistä muutostöihin liittyvistä vaatimuksista ja toimenpiteistä. Lisäksi rakentamismääräyskokoelmassa säädetään tarkemmin muutostöihin vaikuttavista kohdista. Muutostöitä koskevista määräyksistä sovelletaan niitä säännöksiä, jotka soveltuvat kohteen käyttötarkoituksen muutokseen. (Ympäristöministeriö 2021.)

Kyseinen rakennus sijaitsee edellä mainitun mukaisesti asemakaava-alueella. Rakennushankkeen soveltuvuutta alueelle tulee selvittää ensin kunnan kaavoitusviranomaisen kanssa, sillä kiinteistö sijaitsee pohjavesialueella. Muutostöiden takia rakennuksen tulee täyttää sille laissa asetetut vaatimukset sopivuudesta ympäristöön sekä teknisiin ominaisuuksiin. (L 5.2.1999/132.) Hankkeeseen ryhtyvän tulee huomioida suunnittelussa, kuinka rakennus soveltuu sen tulevaan käyttötarkoitukseen. Rakennusteknisten muutostöiden seurauksesta rakennuksen fyysikaalinen toimivuus ei saa käyttäjäturvallisuuden näkökulmasta vaarantua.

Muutostöiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon kantavien ja ei-kantavien rakenteiden vakaus sekä lujuus. Näiden lisäksi suunnittelussa tulee huomioida rakennuksen käyttötarkoitukseen liittyvä paloturvallisuus. Tämä sisältää kantavien rakenteiden palonkestoon, palonleviämisen estämiseen, poistumisturvallisuuteen ja sammutusjärjestelmiin liittyviä suunnitelmia. Lisäksi suunnittelussa tulee myös ottaa huomioon rakennuksen ilmanvaihto, valaistusolosuhteet sekä työtilojen yleinen viihtyvyys. (L 5.2.1999/132.)

Energiantehokkuuslaskelmia ei lain mukaan vaadita teollisuushalleissa (L 5.2.1999/132). Rakennuksen käyttäjän kannalta energiankulutuksen minimointi on kuitenkin usein pitkällä aikavälillä taloudellisesti kannattavaa, sillä rakennuksen energiankulutus on suorassa suhteessa lämmityksestä aiheutuviin kustannuksiin.

Rakennuksiin, joita käytetään muun muassa työskentelyyn, tulee lain mukaan laatia käyttö- ja huolto-ohje. Ohjeissa tulee eritellä rakennuksen rakenteiden sekä laitteiden huoltoon liittyvät seikat, jotka vaikuttavat niiden toimintaan ja turvalliseen käyttöön. Ympäristöministeriön asetuksesta löytyy tarkemmin tietoa siitä, mitä käyttö- ja huolto-ohjeeseen tulee sisällyttää. (L 5.2.1999/132.)

2.3 Rakentamiseen edellytettävät suunnitelmat

Tavoitteet ja rajoitukset suunnittelulle asettavat muutostyön kohteena olevan rakennuksen tuleva käyttötarkoitus ja käyttäjän tarpeet (Ympäristöministeriö 2013).

Rakennusluvan edellyttämä *huolehtimisvelvollisuus* koskee rakennushankkeeseen ryhtyvää. Rakennushankkeen tulee noudattaa niin suunnittelun kuin rakentamisen osalta rakennusluvan määrittelemiä edellytyksiä. Rakennuttajalla tulee olla edellytykset toteuttaa suunniteltu hanke. Rakennuttajan tulee lisäksi huolehtia siitä, että rakennushankkeessa on sen ominaispiirteet huomioiden riittävän pätevät suunnittelijat, työnjohtajat sekä muu henkilöstö. (L 5.2.1999/132.) Liitteessä 5. on esitettyä kaavio rakennushankkeiden toimijoista.

Rakennusvalvontaviranomaisille tulee rakennushankkeeseen ryhdyttäessä toimittaa rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat. Rakennussuunnitelmaan sisältyy ensinnäkin asemapiirros. Lisäksi rakennussuunnitelmaan sisältyy niin pohja-, julkisivu- kuin leikkauspiirustukset. Erityissuunnitelmien sisältö määräytyy rakennuksen erityispiirteiden mukaan. (L 5.2.1999/132.)

Lain mukaan rakennushanke voi sisältää useita eri suunnittelun vaativuusluokkia. Vaativuusluokista säädetään tarkemmin valtioneuvoston asetuksessa. Hankkeen erityispiirteet huomioiden asetuksen mukaan kyseessä oleva rakennushanke luokiteltaisiin *vaativaksi rakennussuunnittelutehtäväksi*. (Ympäristöministeriö 2015.)

2.4 Rakennuslupahakemus ja siinä vaaditut liitteet

Rakennuslupahakemukseen tulee liittää muun muassa seuraavat liitteet:

1. Todistus hallintaoikeudesta.
2. Pääpiirustukset:
 - a. Asemapiirros,
 - b. Julkisivupiirustus,
 - c. Leikkauspiirustus ja
 - d. Pohjapiirustus.
3. Naapurin kuuleminen.
4. Tarvittaessa muut viranomaisen vaatimat selvitykset. (Ympäristöministeriö 2015.)

2.5 Rakennushankkeen aloitus sekä sitä koskevat katselmukset ja tarkastukset

Aloituskokous tulee pitää ennen muutostöihin ryhtymistä, mikäli hankkeen vaativuus rakennusvalvontaviranomaisen näkökulmasta sitä edellyttää. Aloituskokouksessa määritellään kunkin osapuolen vastuut ja velvoitteet hankkeessa.

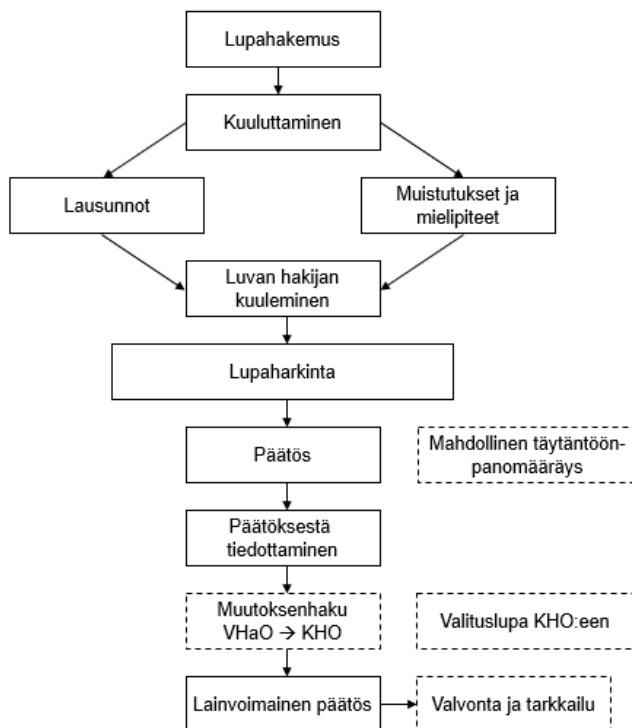
Rakennusvalvonnalla on oikeus tarvittaessa määrätä rakennuksen eri järjestelmiä ja osia koskeva katselmus. Katselmus voi esimerkiksi koskea rakennuksen rakenteita, sijaintia tai LVI-järjestelmiä. Katselmus voidaan määrätä pidettäväksi rakennusluvan myöntämisen tai aloituskokouksen yhteydessä. Myös erityisestä syystä voidaan määrätä katselmuksen pitäminen. Rakennusvalvonnalla on lisäksi oikeus määrätä asiantuntijatarkastus, jotta rakennustyöt noudattavat laadittuja suunnitelmia. Rakennushankkeen vetäjän tulee vaatia rakennustöiden vastuuhenkilöiltä tarkastusten dokumentointia rakennusluvassa tai aloituskokouksessa määrätyistä kohdista. (L 5.2.1999/132.)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee ilmoittaa rakennusvalvontaviranomaiselle muun muassa, kun rakennustyöt ovat päättyneet ja kun niihin liittyvät vaaditut toimenpiteet ovat suoritettu. Tämän jälkeen voidaan pitää loppukatselmus. Loppukatselmuksessa rakennusviranomainen hyväksyy tai hylkää rakennuksen käyttöönoton. Loppukatselmusta tulee hakea rakennusluvan voimassaollessa. (L 5.2.1999/132.)

2.6 Ympäristölupa

Ympäristölupa vaaditaan silloin, kun toiminnasta aiheutuu riski ympäristön tai pohjavesien pilaantumiselle. Lupaviranomainen voi edellyttää selvityksiä muun muassa toiminnan vaikutuksen laajuudesta sekä siitä syntyneistä päästöistä. Selvitys voidaan lisäksi edellyttää toiminnasta syntyvien päästöjen vähentämisen toimenpiteistä. Toisin sanoen toiminta ei saa vaarantaa ympäristöä tai aiheuttaa sen pilaantumista. (L 27.6.2014.)

Ympäristölupaa haetaan pääasiassa Etelä-Suomen aluehallintovirastolta ja poikkeuksellisesti sen voi myöntää myös kunnan ympäristösuojeluviranomainen. Hakemuksen tulee sisältää ympäristönsuojeluasetuksessa vaaditut liitteet. (L 27.6.2014.) Kuviossa 1. on esitettynä ympäristöluvan käsittelyn vaiheet lupahakemuksesta sen myöntämiseen.



Kuvio 1. Ympäristöluvan käsittelyn vaiheet (Suomen ympäristökeskus SYKE 24.9.2020.)

3 SANEERAUKSEN MUUTOSKOHTEET

3.1 Saneerauksen tarveselvitys

Kohteen saneerauksen laajuuden kartoituksessa lähdettiin liikkeelle tutustumalla rakennuksesta olemassa oleviin suunnitelmiin. Rakennuksen alkuperäisistä suunnitelmista kiinteistön omistajan arkistosta saatiin asemapiirros sekä pohja-, julkisivu- ja leikkauspiirustukset. (Liitteet 1–3). Tarkempia suunnitelmia tiedusteltiin kunnan rakennusvalvontaviranomaiselta, niitä kuitenkaan saamatta. Suunnitelmia ei saatu, sillä rakennusvalvonta on ryhtynyt vaatimaan tarkempia suunnitelmia rakennuksista vasta kyseessä olevan rakennuksen valmistumisajankohdan jälkeen. Lisäksi kohteeseen tutustuttiin paikan päällä.

Tutustuminen kohteeseen alkoi rakennuksen sisältä. Rakennuksen sisätiloissa oli havaittavissa iän, käytön ja mahdollisten rakennusvirheiden aiheuttamia vaurioita. Vauriot olivat pääasiassa kosteuden aiheuttamia ja käytön yhteydessä syntyneitä kolhuja. Esimerkiksi kalkkisaostumat seinän sisäpinnoilla viittaisi kosteuden kulkeutumiseen rakenteiden läpi (Kuva 2.) Lisäksi oli havaittavissa puutteita rakenteiden ilmatiiveydessä.



Kuva 2. Ulkoseinän kosteusvaurio. (Kaikkonen 2021.)

Tämän jälkeen tutustuttiin rakennuksen ulkokuoreen. Seinärakenteiden ulkopinta on pääosiltaan pinnoittamatonta Leca-betonielementtiä. Vanhoissa suunnitelmissa käytetään Leca-betonielementeistä nimeä LACI. Ikkunalinjan alapuolella oli havaittavissa lievä ulkonema Leca-betonielementtirakenteessa. Silmämääräisesti havainnoimalla se vaikuttaisi kosteustekniseltä rakennusvirheeltä. Ulkoneman syntymekanismi on kuitenkin epäselvä. Tarkempi tutkimus kyseiseen kohtaan vaatisi vähintään henkilönostimen käyttöä, joten sitä ei tulla käsittelemään tässä tarkemmin. Muita ulkorakenteisiin kohdistuneita rasituksia ja vaurioita olivat niissä oleva ruoste, kolhut, sade- ja sulamisvedet, saumojen huonokunto sekä rakennuksen seinustan lähellä oleva kasvusto. (Kuva 3. ja 4.) Kosteusteknisten vaurioiden korjaussuunnittelussa tulee noudattaa ympäristöministeriön asetusta rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. (A 24.11.2017/782.)



Kuva 3. Sokkeli ja ulkoseinän liittymien vauriot. (Kaikkonen 2021.)



Kuva 4. Runsasta kasvustoa rakennuksen seinustalla. (Kaikkonen 2021.)

Rakennuksessa on loiva bitumikermin pintainen tasakatto. Saneerauksen yhteydessä tulee katon tiiveys tarkistaa ja korjata tarvittaessa. Bitumikermin käyttöikä on tyypillisesti 20–40 vuotta, mutta parhaimmillaan se voi olla 50 vuotta. Kattoliitolla on bitumikermikatteiden käyttöiän arviointiin laskuri, jolla voidaan arvioida vedeneristyksen jäljellä olevaa käyttöikää. Lisäksi vesikaton tulee olla rakennettu niin, ettei sade, lumi tai sulamisvedet pääse seinä- ja kattorakenteisiin (Ympäristöministeriö 2016). Vesikaton ja seinän tuulettavuuden ja kosteusteknisen toiminnan kannalta räystäään tulee ehkäistä veden pääsy rakenteisiin sekä mahdollistaa rakenteiden tuulettavuus. Nykyisen kattorakenteen lämmöneristävyyden riittävyys ei ole riittävä vastaamaan tämän päivän energiantehokkuuden vaatimuksia, jonka seurauksesta se tulisi lisäeristää saneerauksen yhteydessä. Yläpohjan lisäeristyksen yhteydessä tulee höyrytiiveyteen kiinnittää erityistä huomiota, sillä kosteuden pääsy kattorakenteisiin voi aiheuttaa vakavia vaurioita.

Rakennuksen nykyinen perusmuuri koostuu eristämättömästä betonielementistä. Saneerauksen yhteydessä tulee perusmuuri lämmön- ja routaeristää sekä saada sille kantava ulkokuori. Perusmuurin ulkokuoren yläpinta tulee toimimaan PVP-elementin asennuksen alustana sekä lähtökorkona. Ulkokuori voidaan toteuttaa, joko paikallavaluna tai se voidaan asentaa valmiista elementeistä. Elementtien asennuksen etuna on usein nopeampi läpimenoaika, joka voisi edesauttaa hankkeen nopeampaa valmistumista. Perusmuurin yläpinnan korkeuden tulee olla vähintään 300 mm maanpinnasta (Ympäristöministeriön 2016). Saneerauksen yhteydessä tulee huolehtia sokkelin vedeneristyksestä, jolla estetään haitallisen veden pääsy rakenteisiin.

Rakennuksella ei ole nykyisen rakennustavan mukaisia maaperän kuivatukseen tarkoitettuja salaojia. Rakennuksen pohjia ja sen lähiympäristöä kuivattamalla saadaan estettyä rakennuk-

sen käytölle sekä sen rakenteille kosteuden aiheuttamat haitat. Tyypillisiä kosteuden aiheuttamia vaurioita ovat muun muassa routa-, pinnoite- ja lahovauriot, homekasvusto sekä hajuhaitat. (RT 81-11000 2010, 1.) Saneerauksen yhteydessä tullaan tarkemmin selvittämään tarve salaojien teolle.

Piha-alueen kuivatus koostuu usein pintapäällysteestä ja sen muotoilusta, kaivoista, avo-ojista tai putkistoista, sekä salaojitetusta maarakenteesta. Kuivatuksessa pyritään saamaan suurin vesimassa pois käytetyltä piha-alueelta. Kuivatuksen tärkeimpiä tehtäviä on estää ensinnäkin maan routiminen ja kasvillisuus. Lisäksi sen tarkoituksena on estää veden liiallinen lammikointuminen ja siten jääkenttien muodostuminen. Suunniteltaessa piha-alueen kuivatusta tulee lisäksi huomioida tulevasta käytöstä mahdollisesti aiheutuvat ympäristöhaitat sekä niiden ehkäisy. (RT 81-11000 2010, 2.)

3.2 Ovien ja ikkunoiden nykytila ja saneeraustarve

Muiden kuin teollisuusrakennusten osalta uusittavien ikkunoiden ja ovien U-arvon tulee olla vähintään $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Saneerauksen yhteydessä lämpötiiveyttä on kuitenkin pyrittävä parantamaan. (RakMK-21739 2017, 4§.) Tätä voidaankin pitää ohjeellisena tavoitteena rakennuksen saneerauksen suunnittelussa. Rakennuksen nykyisistä ikkunoista ja ovista osa ovat alkuperäisiä ja siten 1970-luvulta peräisin. Loput ikkunoista ja ovista on päivitetty aikaisempien saneerausten yhteydessä. Rakennuksen julkisivua kiertävät nauhaikkunat ovat päivitetty 2000-luvulla. Nauhaikkunoiden lasit ovat 2-kertaisia lämpölaseja. (Kuva 5.) Rakennuksen toimiston päädyn ikkunat ovat taas alkuperäisiä.



Kuva 5. Rakennuksen nauhaikkuna. (Kaikkonen 2021.)

Teollisuusrakennuksissa hallitilojen valoaukkojen vähimmäismäärää ei ole laissa määritetty. Nykyisen rakennuksen hallitilassa ikkunapinta-alaa eteläisellä ja läntisellä seinustalla on yhteensä 125 neliometriä. Lähtökohtaisesti ikkuna-aukkojen suuri määrä aiheuttaa heikosta u-arvo vaatimuksesta johtuen suurehkoa energiankulutusta kylminä vuodenaikoina, kun taas kesäaikaan auringon lämmittäessä rakennuksen sisälämpötilat voivat nousta haitallisenkin korkeiksi. Työtilojen, esimerkiksi toimistotilojen, valoaukkojen alan tulee olla 1/10 tilan huonealasta. (A 20.12.2017/1008.) Nykyisessä rakennuksessa toimistotilan valoaukkojen määrä suhteessa huonealaan täyttyy. Luonnonvalo lisää viihtyisyyttä ja parantaa työhyvinvointia, jolloin lähtökohtaisesti nykyisten valoaukkojen määrä on hyvä säilyttää vähintäänkin ennallaan.

Alkuperäisten ikkunoiden ja liittymärakenteiden kunto ei ole vesitiiveyden eikä energiatehokkuuden kannalta tämän päivän vaatimuksia vastaavalla tasolla. Tästä vuoksi ne tulee saneerauksen yhteydessä korjata tai vaihtaa uusiin. Lisäksi rakennuksen ikkunat tulee siirtää uloimman lämmöneristekerroksen tasoon, joka saneerauksen yhteydessä lisätään nykyisen rakenekerroksen päälle, jolloin rakenne saadaan toimimaan kosteus- ja lämpötekniisesti oikein.

Ikkunoiden uusimiseen liittyviä työvaiheita ovat ensinnäkin vanhojen ikkunoiden ja karmien poisto sekä näiden mahdollinen kierrätys tai uusiokäyttö. Toiseksi ikkunoiden asentamiseen liittyviä työvaiheita ovat uusien karmien ja ikkunoiden kiinnittäminen sekä niiden tiivistäminen. Lisäksi työvaiheisiin liittyy listoitus, heloitus ja vesipeltien asennus. Aloittaviin ja lopettaviin työvaiheisiin kuuluu muun muassa materiaalien vastaanotto, siirrot ja siivous. (Ratu F32-0350 2009.)

Rakennuksen nykyiset ovet koostuvat useista erityyppisistä ovista. Ulkoseinän saneerauksen yhteydessä kylmäsiltojen minimoinnin kannalta ovien sijoitus uuteen seinärakenteeseen tulee muuttaa. Energiatehokkain ovien sijoitus uudessa seinärakenteessa olisi sijoittaminen eriste-kerroksen kanssa samaan tasoon, jolloin kylmäsiltaa ei pääsisi syntymään oven ja seinän liittymäkohtaan.

Rakennuksen metalliset käyntiovet sijaitsevat rakennuksen pihan puoleisella seinustalla ja niitä on kappalemäärällisesti kolme. Niiden lämpöarvot ja kunto ovat tämän päivän vaatimusten tasolla, eikä niitä siten ole tarpeen vaihtaa saneerauksen yhteydessä. Käyntiovien sijoittelu ja niiden lukumäärä rakennuksissa määräytyy muun muassa paloturvallisuuden kautta. Kulkureittien enimmäispituus määritellään käyttötarkoituksen mukaan yksi reittisiin poistumisreitteihin, hoitolaitoksiin, majoitustiloihin ja muihin tiloihin. Kohteen rakennus luokitellaan muihin tiloihin, jolloin kuljettava matka lyhintä reittiä pitkin saa olla enintään 45 metriä. (A 12.12.2017/848, 6 luku.) Mikäli rakennuksen sisätiloihin tehdään muutoksia, jotka kasvattavat kulkureittien enimmäispituutta, tulee varmistua hätäpoistumisreittien riittävydestä.

Rakennuksen nykyiset nosto- ja taitto-ovet muodostavat suuren pinta-alan rakennuksen julkisivusta. Nosto-ovista kaksi on uusittu hiljattain moottoroiduiksi, kuten kuvassa 6., eikä niistä aiheudu muutos toimenpiteitä suunnitellussa saneerauksessa. Alkuperäisen suuren taitto-oven kohdalla päivittäminen uuteen tai vaihtoehtoisesti nykyisen oviaukon ylieristämisen perusteena voidaan pitää taitto-oven verrattain huonoa lämmöneristävyttä. (Kuva 7.) Uusittaessa taitto-ovi voitaisiin korvata vastaavalla Flexiforcen valmistamalla nosto-ovella kuin mitä rakennuksessa nyt jo on. Silloin mahdolliset huolto toimenpiteet tulisivat yhdeltä toimittajalta.



Kuva 6. Rakennuksen alkuperäinen taitto-ovi U-arvo (?)W/m²K. (Kaikkonen 2021.)



Kuva 7. Rakennuksen uusittu nosto-ovi U-arvo 1,20 W/m²K. (Kaikkonen 2021.)

3.3 Energiatodistukseen liittyvä lainsäädäntö

Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä rakennusteknisten järjestelmien energiatehokkuuden tulee täyttää ympäristöministeriön asetuksen 718/2020 energiatehokkuuden mukaiset vaatimukset. Rakennuksien energiatehokkuuden vertailun avuksi vaaditaan nykyisin säädännön mukaan kaikista rakennuksista energiatodistus. Energiatodistusta ei kuitenkaan vaadita muun muassa loma-asumiseen, kerrosalaltaan alle 50 neliömetrin, teollisuus eikä korjaamo käyttöön tarkoitetuista rakennuksista. (L 18.1.2013/50.) Tästä johtuen kyseessä oleva rakennus ei kuulu nykyinsäädännön mukaan rakennuksiin, joihin tulisi laatia energiatodistus.

3.4 Ilmanvaihto ja lämmitysjärjestelmä

Rakennuksessa ei tällä hetkellä ole nykyisiä vaatimuksia täyttävää ilmanvaihto-, lämmöntalteenotto- eikä lämmitysjärjestelmää. Edellytyksenä rakennuksen muuttamisessa varastorakennuksesta teollisuusrakennukseksi on rakennusteknisten järjestelmien rakentaminen.

3.4.1 Ilmanvaihto teollisuusrakennuksessa

Teollisuusrakennuksen ilmanvaihtoa suunniteltaessa tulee suunnittelussa tarkastella rakennuksen kokonaisvaltaista toimivuutta muun muassa työhygienian näkökulmasta. Teollisuustilojen ilmatasapainon tärkeys unohtuu helposti painotettaessa yksittäisen päästölähteen torjuntaa. Hallitsemattomat ilmavirtaukset aiheuttavat pölyn nousemisen pinnoilta samalla huonon taen ilmanlaatua. Suurten ovien aukaisemisen aiheuttamat lämpötilamuutokset ja niihin liittyvien vetoisuuksien vahvistuminen ovat myös tyypillisiä hallitsemattomien ilmavirtausten aiheuttajia. Tuotantotilojen ilmanvaihtoa suunniteltaessa vähimmäismääräykset ja ohjeet pohjautuvat rakentamismääräyskokoelman D2 osaan. Tuotantotilojen ilmanlaadun tulee täyttää D2 osan mukaiset vähimmäisvaatimukset. Lisäksi toimitilojen ilmanvaihtoa suunniteltaessa tulee huomioida rakennuksen eri tilojen käyttötarkoitukset. Esimerkiksi sosiaalityloissa tulee olla erilainen ilmanvaihto kuin työskentelytiloissa.

3.4.2 Lämmitysjärjestelmä teollisuusrakennuksessa

Rakennuksen lämmitysjärjestelmä koostuu useista eri osa-alueista. Ensinnäkin lämmityksen tulee kattaa rakennuksen eri tilat, kuten sosiaali-, toimisto- sekä työskentelytilat. Jokaisen tilan

lämmitystarve voi olla erilainen, joten tämä tulee ottaa huomioon suunnittelun yhteydessä. Lisäksi lämmitysjärjestelmän tulee kattaa niin käyttöveden kuin tuloilman lämmityksen. (LVI 10-10397 2006.) Lämmitysjärjestelmän valinnassa tulee pyrkiä energiatehokkuuteen.

Suunniteltaessa teollisuusrakennuksen lämmitysjärjestelmää tulee esimerkiksi lämmönjakohuoneelle varata riittävä tila. Tila rakennetaan, joko rakennuksen sisä- tai ulkopuolelle. Tarve tulee kuitenkin huomioida jo hankkeen alkuvaiheessa rakennuslupaa haettaessa.

Vertailtaessa rakennuksen lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavia seikkoja, tulee huomioon ottaa muun muassa rakennuksen muodon vaikutus, tuotannon vaatimukset, käyttöaika sekä onko rakennuksessa toimisto ja sosiaalitiloja. Alla olevan taulukon 1. mukaisesti kyseessä olevaan rakennukseen soveltuvin lämmitysjärjestelmä olisi *ilmalämmitys, keskuskoje* tai *kanavoitu*. (Motiva Oy 2012.)

Erilaisten lämmitysjärjestelmien soveltuvuus teollisuuskiinteistöihin

● Vesikiertoinen
● Lämminilmakehitin

	Patterit	Ilmalämmitys, keskuskoje	Ilmalämmitys, kiertoilmakehitin	Kanavoitu	Ei kanavoitua
Hallin muoto					
Kapearunkoinen	×	×	×	×	×
Leveärunkoinen		×	×	×	×
Matala	×	×	×	×	×
Korkea		×	×	×	×
Suuri		×	×	×	
Pieni	×	×	×	×	×
Tuotannon vaatimukset					
Ilmassa epäpuhtauksia		×		×	
Lämpökuormia	×	×	×	×	×
Tarkat sisäilmastovaatimukset		×			
Käyttöaika					
Pitkä, vuotuinen	×	×	×	×	×
Lyhyt, vuotuinen			×	×	×
Toimisto, sosiaalitilat	×	×			

Taulukko 1. Erilaisten lämmitysjärjestelmien soveltuvuus teollisuuskiinteistöihin. (Motiva Oy 2012.)

3.5 Ulkovaipan rakenteet

Rakennetta, joka rajaa lämpimän, puolilämpimän, jäähdytettävän tai erityisesti lämmitettävän tilan, maasta, ulkoilmasta tai kylmästä tilasta kutsutaan rakennuksen vaipaksi. (Siikanen 2017.) Suurien teollisuusrakennusten lämpöhäviöön vaikuttavia seikkoja ovat rakennusvaipan ilmatiiveys, kylmäsiilat sekä rakenteiden lämmöneristävyys. (Motiva Oy 2012.)

3.5.1 Lämmöneristyksen nykytila ja saneeraus

Lämmöneristeen päätehtävänä on estää lämmön johtuminen vaipan rakennekerrosten lävitse molempiin suuntiin. Lisäksi ulkoseinän rakenteiden tulee muodostaa kosteusteknisesti toimiva kokonaisuus. Ensinnäkin veden pääsy rakenteen sisälle tulee estää parhaalla mahdollisella tavalla. Toiseksi rakenteen ilmatiiveyden ja vesihöyryvastuksen tulee estää rakenteen läpi virtaavan kosteuden määrä. Tämä on tärkeää, jottei kosteuden määrä muodostu haitalliseksi. (A 24.11.2017/782, 24§.) Ulkoseinärakenteiden ollessa kevytsorabetonirakenteisia tulee rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen kiinnittää erityistä huomiota. Sadeveden, tuulen ja sulamisvesien vaikutus rakenteen tekniseen toimivuuteen vaikuttaa rakenteen tekniseen toimivuuteen heikentävästi, vaikka kevytsorabetoni kestääkkin suhteellisen hyvin kosteuden vaikutusta,

heikentää vesi rakenteen lämmöneristyskykyä sekä pintakerrosten, että liittyvien puurakenteiden kestoja. (RT 82-10588 1995, 10–11.)



Kuva 6. Leca- betonielementin päätyleikkaus. (Kaikkonen 2021.)

3.5.2 Kylmäsilat ja niiden huomioiminen saneerauksen yhteydessä

Kylmäsilalla tarkoitetaan rakenteen lämmöneristeen lävistävää rakenneosaa, jonka lämmönjohtavuus on eristettä suurempi. Kylmäsilalla voidaan tarkoittaa esimerkiksi kannakkeita tai kiinnikkeitä (RT 82-11006 2010, 3). Kylmäsilat ovat usein välttämättömiä rakenteen teknisen toiminnan ja käytön kannalta. Rakenteiden U-arvoa laskettaessa tulee kylmäsiltojen U-arvon vaikutus ottaa huomioon rakenteen kokonaislämmönläpäisykerrointa laskettaessa.

Kyseessä olevassa rakennuksessa Leca-betonielementit ovat kiinnitetty kantavaan runkorakenteeseen kuvan 9. mukaisesti elementtien saumakohtista. Kiinnityksessä on käytetty U-profiiliterästä, joka on kiinnitetty pulttaamalla seinäelementtien takana sijaitsevaan betonipilariin. Nykyisen liitosrakenteen lämmön- ja ilmaneristävyyden tehokkuudesta ei ole tarkkaa tietoa. Rakennuksen ulkoseinärakenteiden muita merkittäviä kylmäsiltoja ovat muun muassa nosto- ja taitto-ovien liittyminen seinärakenteeseen kuva 10. mukaisesti. Näihin tulee kiinnittää huomiota saneerauksen yhteydessä.



Kuva 7. Nykyisten seinäelementtien kiinnityksperiaate. (Kaikkonen 2021.)



Kuva 8. Nykyisen nosto-oven liittymä seinärakenteeseen. Oven kiinnitys seinärakenteen sisäpinnassa. (Kaikkonen 2021.)

4 ULKOSEINÄRAKENTEIDEN MUUTOSTYÖT SANEERAUKSEN YHTEYDESSÄ

Kuten edellä on mainittu, tulee ulkoseinien saneeraus ja lämmöneristys parantamaan rakennuksen lämmöneristävyttä ja siten myös energiatehokkuutta.

4.1 Ulkoseinän saneeraus

Korjaustavan suunnittelun yhtenä lähtökohtana on saada selville nykyisten rakenteiden kunto (Paroc 2017, 3). Hyvän rakennustavan vastaista olisi peittää huonokuntoisia tai vaurioituneita rakenteita, joten niiden saattaminen vaaditulle tasolle on tehtävä ennen rakennuksen julkisivun uudelleen eristämistä. Lisäksi rakenteiden yhteensovitus kosteusteknisen toimivuuden kannalta on ensiarvoisen tärkeää, jotta on mahdollista saada pitkäikäinen ja toimiva rakenne.

Saneerauksen jälkeen seinien lämmöneristeen yhtenä vaihtoehtona on PVP-tyyppinen elementti, joka tulisi toimimaan rakennuksen lämmöneristykseen lisäksi julkisivun pintamateriaalina. Edelleen rakennukseen jäisi nykyiset rakenteet ja eristäminen tapahtuisi vanhojen rakenteiden päälle. Ikkunat sekä niiden liittymärakenteet tulisi päivittää siten, että ikkunat ovat saneerauksen jälkeen eristyksen ulkopinnan tasolla. Näin ollen ikkunoiden liittymärakenteet jäävät pois ja ikkunat asennetaan suoraan PVP-elementeissä oleviin aukkoihin. Nosto-ovien kohdalla tulee tarkastella mahdollista siirtoa PVP-elementtien tasoon. Asiasta tulee kuitenkin ennen työhön ryhtymistä konsultoida ovitoimittajaa. Alkuperäinen taitto-ovi vaihdetaan vastaamaan kahta muuta nosto-ovea, joiden lämmöneristyskyky vastaa paremmin tulevaa käyttötarkoitusta.

4.2 Rakenteiden ilmatiiveys

Rakenteiden ilmatiiveydellä voidaan vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuden lisäksi rakenteiden toimivuuteen. Ilmatiiviissä rakenteessa ilman mukana kulkeva kosteus ei pääse rakenteiden sisälle. Mikäli kosteus pääsisi rakenteisiin, saattaisi tämä vaikuttaa rakenteen oletettuun käyttöikänsä, turvallisuuteen sekä terveellisyyteen. Rakennuksen rakenteiden ilmatiiveyden vaikutus muun muassa energiankulutukseen, on suorassa yhteydessä rakennuksen käyttökuluihin.

Kohteen rakennuksen ilmapuotojen paikannukseen yksi parhaiten soveltuvista menetelmistä on lämpökamerakuvaus. Lämpökamerakuvauksessa saadaan rakennuksen ulko- ja sisäpuolelta kuvaamalla näkyviin ilmapuotojen mahdolliset paikat. Lämpökuvauksen tukena tiiveysmittauksessa käytetyn alipaineistuskaluston hyödyntäminen auttaa korostamaan ilmapuotoja. Tämä helpottaa ilmapuotojen paikannusta etenkin, kun kyseessä on suurikokoinen rakennus. Kuvauksen toteutusajankohdaksi soveltuu parhaiten lämmityskausi, jolloin lämpötilaerojen avulla vuotokohdat tulevat selkeämmin havaituiksi. (Motiva Oy 2012.) Dokumentoitujen ilmapuotopaikkojen tiivistäminen kuuluu oleellisena osana osaksi työkokonaisuutta. Tiivistäminen voi tapahtua muun muassa elastisilla tiivistysmassoilla, uretaanilla tai höyrynsulkuteipeillä.

PVP-elementtien alareunan ja sokkelin välinen tiivistys voidaan toteuttaa esimerkiksi saumatiivistenauhalla. Pystysaumojen tiivistykseen voidaan käyttää esimerkiksi polyuretaanivaahtoa tai mineraalivillaa. (Ratu 0411 2013.) Liitteenä 5 on ruukin esimerkki detalji ulkonurkan liittymästä, jossa elementtien välisenä lämmöneristeenä on käytetty mineraalivillaa. Ulkonurkan elementin päädyn ja sauman tiivistys sekä liitosten sääsuojaus on toteutettu kahdella kulmapellillä.

4.3 Ulkoseinän saneerauksen materiaalikustannusten ja työmenekkien vertailu

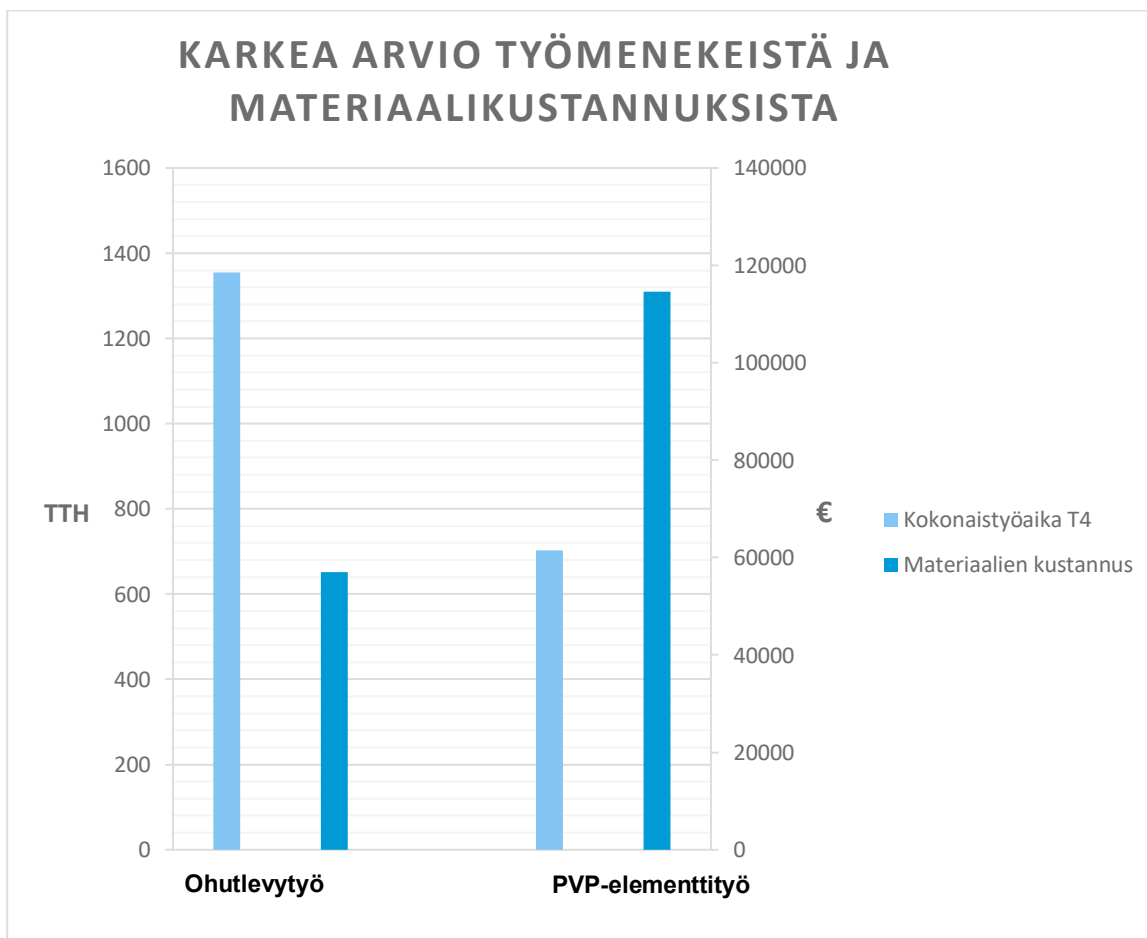
Työmenekkien suuruuden vertailussa vertailtiin ohutlevytyöstä ja PVP-elementtien asennustyöstä syntyneitä kustannuksia sekä materiaalikuluja. (Kuvio 2.) Työmenetelmän valintaan ohjaavassa vertailussa käytettiin Ratu 0411 ja 0413 korttien työmenekkien arvoja. Laskelmissa huomioitiin ainoastaan suoranaisesti seinärakenteisiin liittyviä työvaiheita. Laskelmissa ei huomioitu ovien siirroista syntyvää työmenekkiä.

Ohutlevytyössä vanhaan seinärakenteeseen lisätään villa ja runko, tuulensuojalevy, koolaus sekä pintaverhoilulevy. PVP-elementtityössä käsitellään seinärakenteen lisäeristämistä käyttäen valmista PVP-elementtituotetta. Elementti muodostaa samalla rakennuksen julkisivulle uuden pinnan. Molemmissa laskelmissa on lisäksi huomioitu töiden aloituksesta, mittauksesta, pellityksistä, materiaalien siirroista ja suojauksista sekä siivouksista aiheutuvaa työmenekkiä.

Ohutlevytyössä vanhoja ikkunoita hyödynnetään muun muassa siksi, että ikkunoiden apukarmit voidaan mitoittaa vaivatta ikkunaruutujen kokojen mukaisiksi. Laskelmissa on huomioitu vanhojen ikkunoiden asennuksesta syntyvää työmenekkiä. Kun taas PVP-elementtityössä ik-

kunoiksi valittiin järjestelmäikkunat, jotta sovitus elementteihin olisi teknisesti helpompaa ja nopeampaa. Järjestelmäikkunoita löytyy muun muassa Ruukki Construction Oy:n tuotevalikoimasta. Vanhojen nauhaikkunoiden purkutyömenekki on huomioituna molemmissa vertailtavissa vaihtoehdoissa.

Ohutlevytyössä käytetyt materiaalikustannukset on laskettu hyödyntäen Taloon.com mukaisia hintatietoja. PVP-elementtityössä materiaalikustannukset on saatu tiedustelemalla hintaa Paroc reface elementille Paroc oy:n myynnistä, elementin neliöhinta on hieman korkeampi verrattuna tavanomaiseen PVP-elementtiin. Laskelmissa ei ole huomioitu materiaalien rahdeista syntyviä kustannuksia. Laskelmissa esitetyt kustannukset ovat neliöhinnoiteltuja ja siten suuntaa antavia. Näin ollen kustannukset eivät välttämättä vastaa todellisia syntyneitä kustannuksia. Todelliset kustannukset saattavat olla todellisuudessa hieman edullisemmat, koska usein hankintaerän kasvaessa hinta muuttuu edullisemmaksi.



Kuvio 2. Karkea arvio työmenekistä ja materiaalikustannuksista. (Liite 7.)

Vertailusta nähdään kokonaistyöajan olevan noin 50 % pienempi PVP-elementtityössä kuin ohutlevytyössä. Se tarkoittaa karkeasti sitä, että työ valmistuisi huomattavasti aikaisemmin PVP-elementtejä ja järjestelmäikkunoita käyttäen kuin ohutlevytyönä ja vanhoja ikkunoita hyödyntäen, kun käytetään yhtä suuria työryhmiä. Materiaalikustannuksien osalta ohutlevytyössä on noin 50 % edullisemmat kustannukset kuin PVP-elementeissä. Se johtuu osittain pitkälle esivalmistettujen tuotteiden kustannuksista, sekä uusien ikkunoiden hankinnasta.

Lopuksi voidaan vielä todeta, että kustannuksien vaikutuksia voidaan lisäksi arvioida eripituusilla aikajanoilla, esimerkiksi 10 vuoden aikajanaalla, jolloin voisi nähdä uusia puolia kustannuksiin vaikuttavista tekijöistä, esimerkiksi energiankulutuksen kannalta.

4.4 PVP-elementtien mitoitus ja asennus

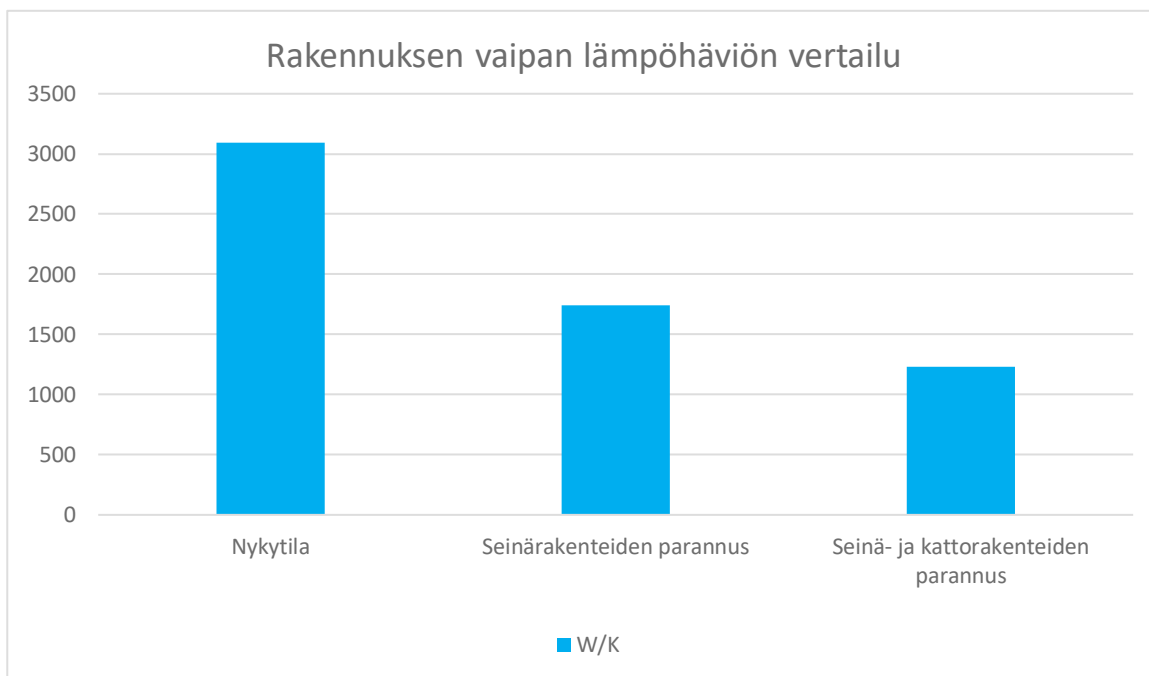
Seinärakenteen vaihtoehdoksi valittiin PAROC Reface AST S- elementti, joka soveltuu erityisesti korjausrakentamiseen sen hyvien kosteusteknisten ominaisuuksiensa takia. Valintaa ohjasi myös PVP-elementtien asennuksien verrattain nopea läpimenoaika. PVP-elementtien asennuksen työkokonaisuuteen liittyy useita eri työvaiheita. Aloitukseen liittyviä työvaiheita ovat muun muassa elementtien välivarastointia ja tarkastuksia. Lisäksi siihen liittyviä työvaiheita ovat mittaukset, suojaPELLITYKSET, mahdolliset koolaukset sekä purkamiset.

Asennusmenetelmiä on useita erilaisia. Menetelmät voidaan jaotella pysty ja vaaka asennettaviin. Elementin vaaka tai pysty asennus vaikuttaa rakenteen tuulettavuuteen sekä arkkitehtuurilliseen ulkonäköön. (Paroc 2017.) Elementit tullaan asentamaan vanhan seinärakenteen päälle.

Rakenteiden mitoituslaskennassa tulee ottaa huomioon muun muassa seinärakenteelle syntyvät pystykuormat sekä muut rakennetta kuormittavat tekijät. Lisäksi laskelmissa tulee huomioida tukipintojen leveys, jänneväliden pituuden vaikutus yksi- ja useampiauukkoisissa seinissä sekä lämpötilavaihteluiden aiheuttama taipuminen. (Paroc 2017.) PVP-elementin pituus määräytyy rakennuksen pilarijaon mukaan viisi ja kuusi metrisiin elementteihin, jotta luotettava kiinnitys saadaan toteutettua teräsbetonipilareita hyödyntäen. Vanhan seinärakenteen suoruus tulee tarkastaa ennen elementtien kiinnitystavan valintaa, koska rakennuksen Leca-betoni elementeissä oli silmin havaittavissa ”elämistä”, jota suorakiinnitys seinäpintaan ei salli. PVP-elementin valintaan johtaneita syitä olivat muun muassa ajallinen tehokkuus, valmiit elementit sekä yhteensopivuus vanhan rakenteen kanssa.

PVP-elementtien asennus tullaan aloittamaan sokkelielementin päältä, jossa PVP-elementin vaakasuoruus tarkistetaan ja tasataan suoraksi. (Ratu 0411 2013.) Sokkelielementin päältä edetään ylöspäin aina räystäskorkeuteen saakka. Asennuksen nostotyö voidaan suorittaa joko nosturilla, kurottajalla tai katolta vinssaamalla. Asennuksen nostoapuvälineinä voidaan käyttää elementtivalmistajalta vuokrattavia nostoelimiä tai imukuppitarraimia. Elementtien asennus on mahdollista suorittaa esimerkiksi saksilavalta tai henkilönostimelta. Tehokkaaseen elementtien asennukseen tarvitaan työryhmä, joka koostuu vähintään nostokoneen kuljettajasta, työnjohtajasta ja kahdesta asentajasta.

4.5 Vaipan energiatehokkuuden parantuminen saneerauksen myötä



Kuvio 3. Rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailu. (Liite 6.)

Kuviossa 3. vertaillaan rakennuksen vaipan ominaislämpöhäviöitä eri tilanteissa. Vertailussa lasketaan kaavan (1) mukaisesti vaipan eri rakennusosista U-arvot eli lämmönläpäisykertoimet $W/(m^2K)$ sekä niiden pinta-alat (m^2). Rakennusosien U-arvot on laskettu D.O.F tech Oy:n U-arvojen laskentaan tarkoitetulla DOF-LÄMPÖ-ohjelmalla.

$$\Sigma H_{\text{johtuminen}} = \Sigma (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \Sigma (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \quad (1)$$

$$\Sigma (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \Sigma (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \Sigma (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}})$$

Missä:

$\Sigma H_{\text{johtuminen}}$ on rakennuksen vaipan lämpöhäviö, W/K

U on rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/(m²K)

A on rakennusosan pinta-ala, m²

Nykytila on rakennuksen tämänhetkisten vaipan ominaislämpöhäviötä kuvaava tilanne. *Seinä-rakenteiden parannus* kuvaa tilannetta ominaislämpöhäviön kannalta, jossa seinärakennetta kasvatetaan 100 millimetriä pelti-villa-pelti elementillä eli PVP-elementillä. Toiseksi rakennuksen ikkunat vaihdetaan järjestelmäikkunoihin, joiden U-arvo on 0,9 W/(m²K). Kolmanneksi rakennuksen vanha taitto-ovi päivitetään vastaamaan rakennuksen nykyisiä nosto-ovia, jolloin niiden U-arvo nousee 1,2 W/(m²K) sekä yhden käyntioven U-arvon parantamisen 1,5 W/(m²K). Lisäksi ovien asemointia ulkoseinä rakenteessa siirretään PVP-elementin vaatimalle tasolle. *Seinä- ja kattorakenteiden parannus* kuvaa vastaavanlaista tilannetta, kuin seinärakenteiden parannus, jonka lisäksi sen yläpohjaan lisätään 15 senttimetrin villaeristekerros, jolloin rakenteen U-arvo parantuu 0,17W/(m²K). (Taulukko 2.)

	Nykyinen vaatimus (puolilämpimät tilat, ei koske teollisuusrakennuksia)	Nykyinen rakenne	Seinä-rakenteiden parannus + katon li-säeristäminen
Ulkoseinä	0,26	0,82	0,25
Yläpohja	0,14	0,45	0,17
Alapohja (maanva-rainen)	0,24	0,275	0,275
Ikkuna	1,4	2,7	0,9
Ovi	1,4	1,2 / 3	1,2 / 1,5

Taulukko 2. Vertailu vaipan rakenteiden U-arvoista.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Teollisuusrakennusten rakentamisessa ja niiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon lukuisia lopputulokseen vaikuttavia seikkoja. Jotta rakennus saadaan toteutettua kustannustehokkuuden lisäksi vastaamaan siltä vaadittuja ominaisuuksia, on sen suunnitteluun käytettävä riittävästi aikaa ja vaivaa. Myös riittävän ammattitaitoisten eri alojen suunnittelijoiden, rakentajien sekä työnjohtajien tärkeys korostuu onnistuneessa rakennushankkeessa.

Tämän tutkielman tarkoituksena oli laatia työntilaaajalle mahdollisimman kattava pohja-aineisto suunnittelunohjauksen tueksi rakennushankkeen alkuun saattamiseksi, jossa saatetaan rakennus nykypäivän vaatimusten tasolle, huomioiden alueen ympäristötekijät, työntekijöiden hyvinvointi sekä rakennuksen pitkäikäisyys laadukkaana suunnittelun avulla. Tutkielmassa paneudutaan erityisesti lainsäädännön ja viranomaisten vaatimiin seikkoihin, kun kyseessä on käyttötarkoituksen muutos.

Kohdekiinteistön rakennus luo tilaajalle mielenkiintoiset kehityspuitteet, jotka voivat parantaa koko kiinteistöä palvelemaan monipuolisesti uusia käyttötarkoituksia. Tilaajan tulee yhteistyössä suunnittelijoiden kanssa suunnitella, jotta rakennuksen tiloista saadaan mahdollisimman käyttötarkoituksen mukaiset tilat yrityksen tarpeisiin. Onnistuneen rakennushankkeen toteutuminen vaatiikin siten saumatonta yhteistyötä niin viranomaisten, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden kuin tilaajan välillä.

LÄHTEET

- A 28.10.2020/718. Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista.
- A 24.11.2017/782. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta.
- A 12.12.2017/848. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta.
- A 20.12.2017/1008. Ympäristöministeriön asetus asun-, majoitus- ja työtiloista.
- A 20.12.2017/1010. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta.
- L 27.6.2014/527. Ympäristönsuojelulaki.
- L 18.1.2013/50. Laki rakennuksen energiatodistuksesta.
- L 5.2.1999/132. Maankäyttö- ja rakennuslaki.
- Lupapiste. 2021. Luvanhakija. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.2.2021]. Saatavana: <https://www.lupapiste.fi/>
- LVI 10-10397. 2006. Rakennusten lämmitys. Helsinki: Rakennustieto.
- Motiva Oy. 2012. Energiatehokas teollisuuskiinteistö. [Verkojulkaisu]. [Viitattu: 1.2.2021] Saatavana: https://www.motiva.fi/files/5847/Energiatehokas_teollisuuskiinteisto.pdf
- Paroc Oy. 2017. Paroc reface suunnitteluohje.
- FISE Oy. 2019. Pätevyyskäsitteet.
- RakMK-21739. 2017. Ympäristöministeriön määräyskokoelma 4/13 ja 2/17, ympäristöministeriön asetukset rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Helsinki: Rakennustieto.
- RakMK-103174. 2020. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Helsinki: Rakennustieto.
- Ratu 0411. 2013. Metallielementtityö. Helsinki: Rakennustieto
- Ratu 0413. 2015. Ohutlevytyö, julkisivut ja täydentävät rakenteet. Helsinki: Rakennustieto
- Ratu F32-0350. 2009. Ikkunoiden purku ja uusiminen. Helsinki: Rakennustieto

RT 81-11000. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. 2010.

Ruukki Oy. 2017. Sandwich panel spa energy perusdetaljit.

Siikanen, U. 2017. Rakennusfysiikka perusteet ja sovelluksia. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ympäristöhallinto 24.9.2020. Ympäristölupa. [Verkkosivu]. [Viitattu 16.2.2021]. Saatavana: https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Ymparistolupa

Ympäristöministeriö. Ei päiväystä. Suomen rakentamismääräyskokoelma. [verkkosivu] [Viitattu 16.2.2021] Saatavana: <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>

Ympäristöministeriö. 2016. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta. 21.12.2016.

Ympäristöministeriö. 2015. Ohje rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista. 12.3.2015

Ympäristöministeriö. 2015. Ohje rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä. 12.3.2015.

LIITTEET

Liite 1. Varastorakennuksen pohjapiirustus

Liite 2. Leikkaus A-A

Liite 3. Varastorakennuksen julkisivukuvat

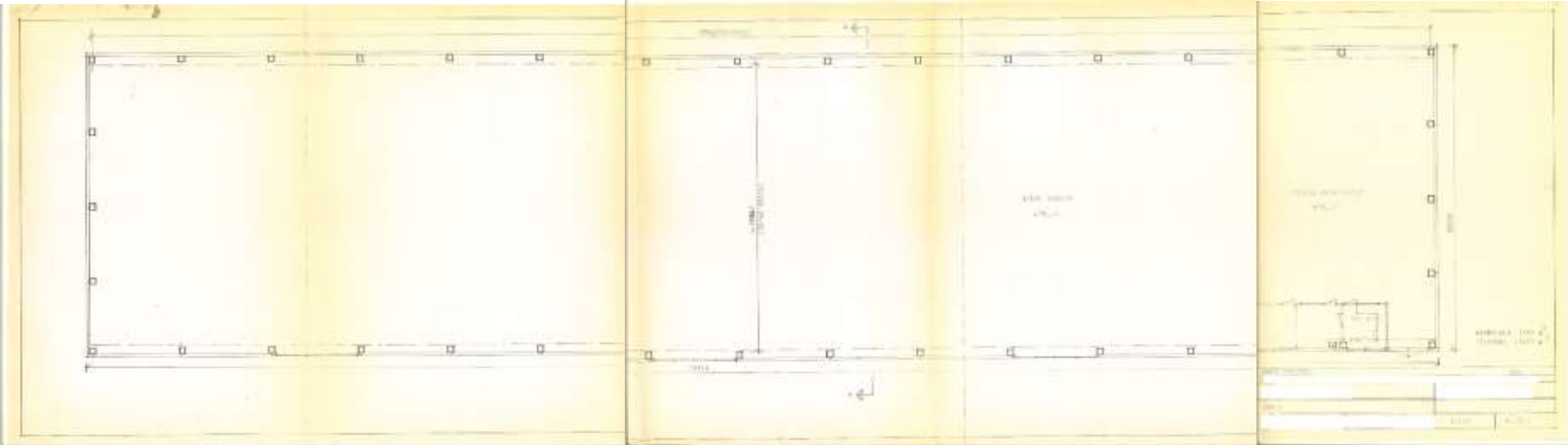
Liite 4. Ruukin sandwich elementtien nurkkaliittymä

Liite 5. Rakennushankkeiden toimijat

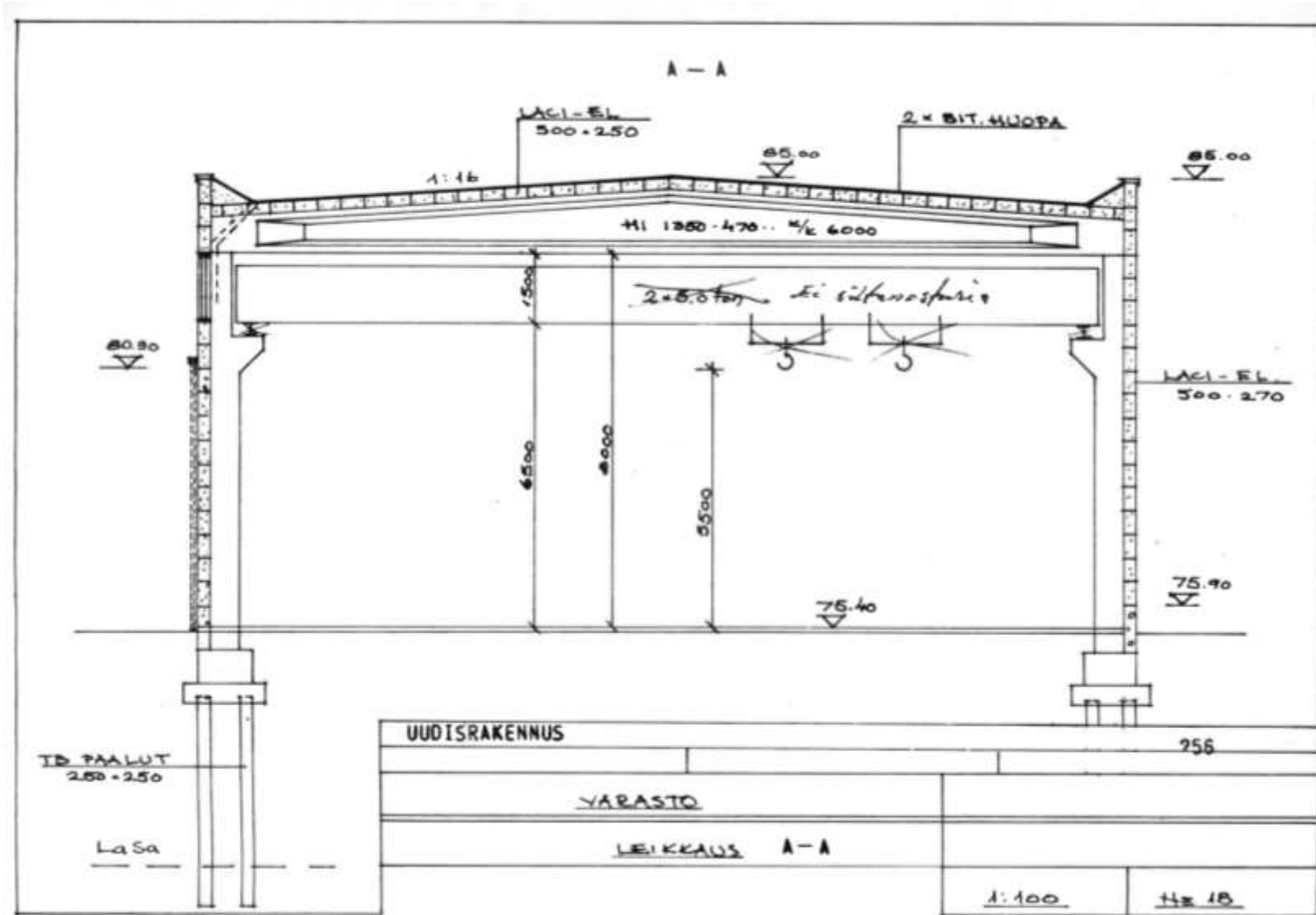
Liite 6. Rakenteiden U-arvoja

Liite 7. Työmenekkien laskenta

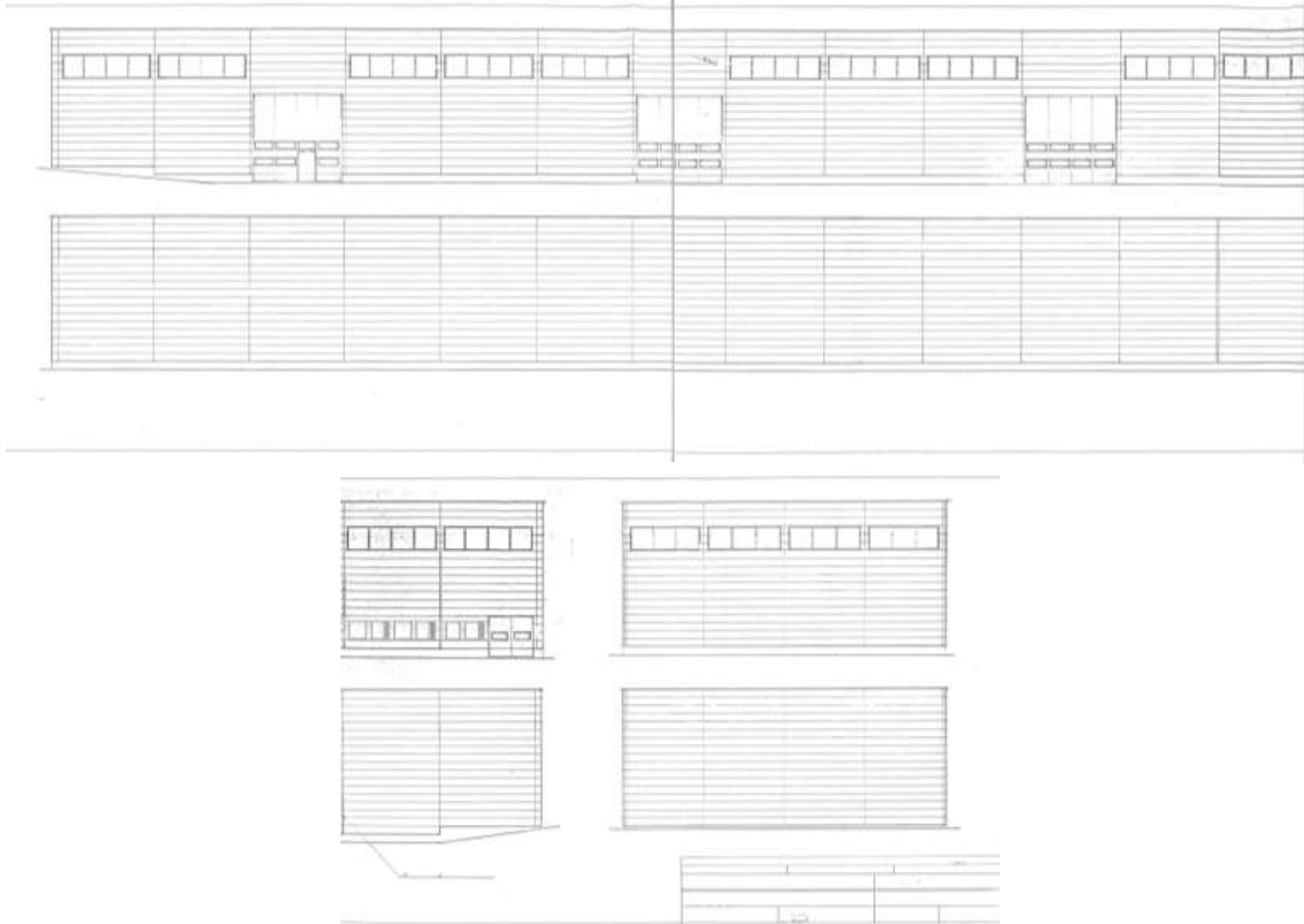
Liite 1. Varastorakennuksen pohjapiirustus



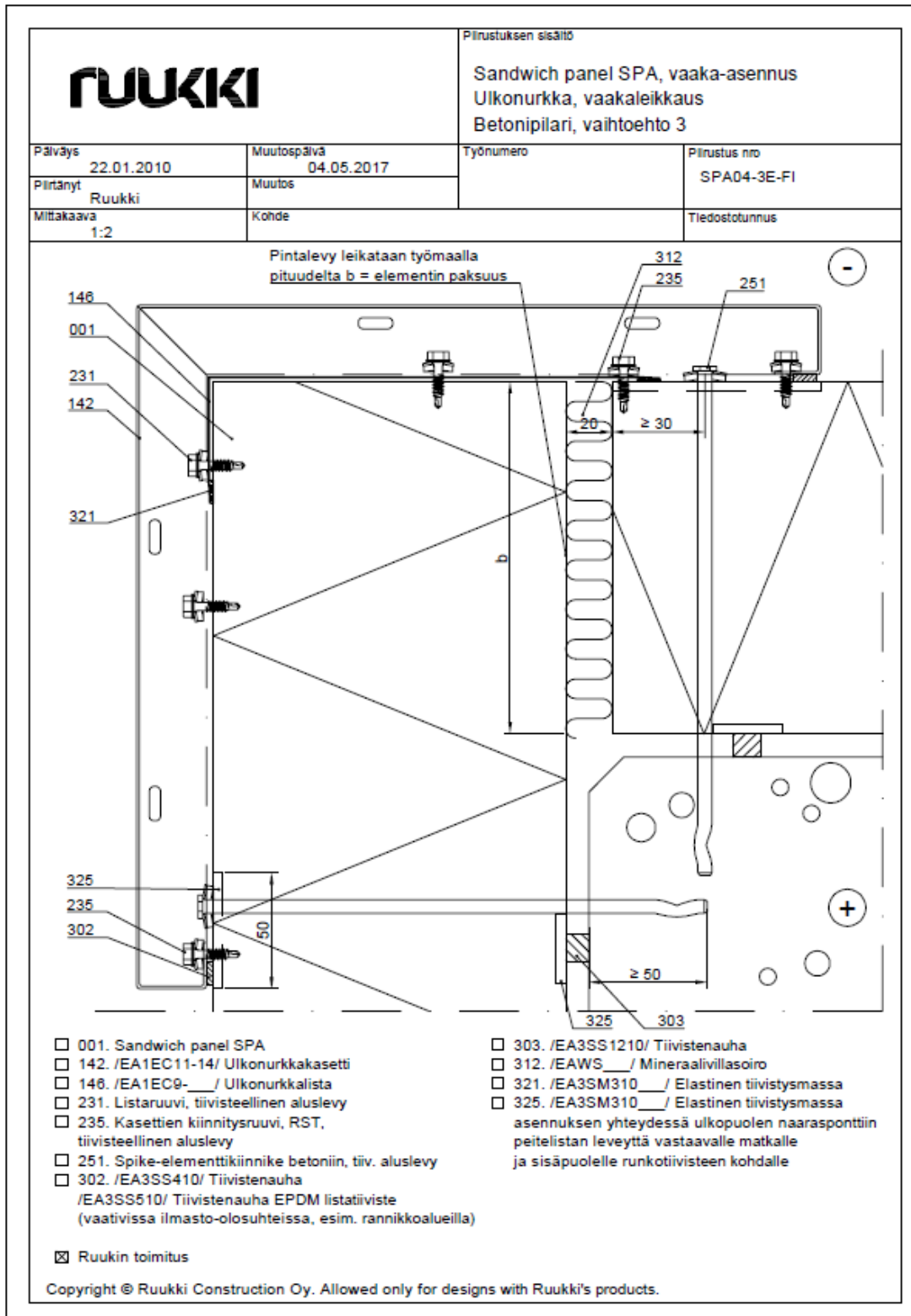
Liite 2. Leikkaus A-A



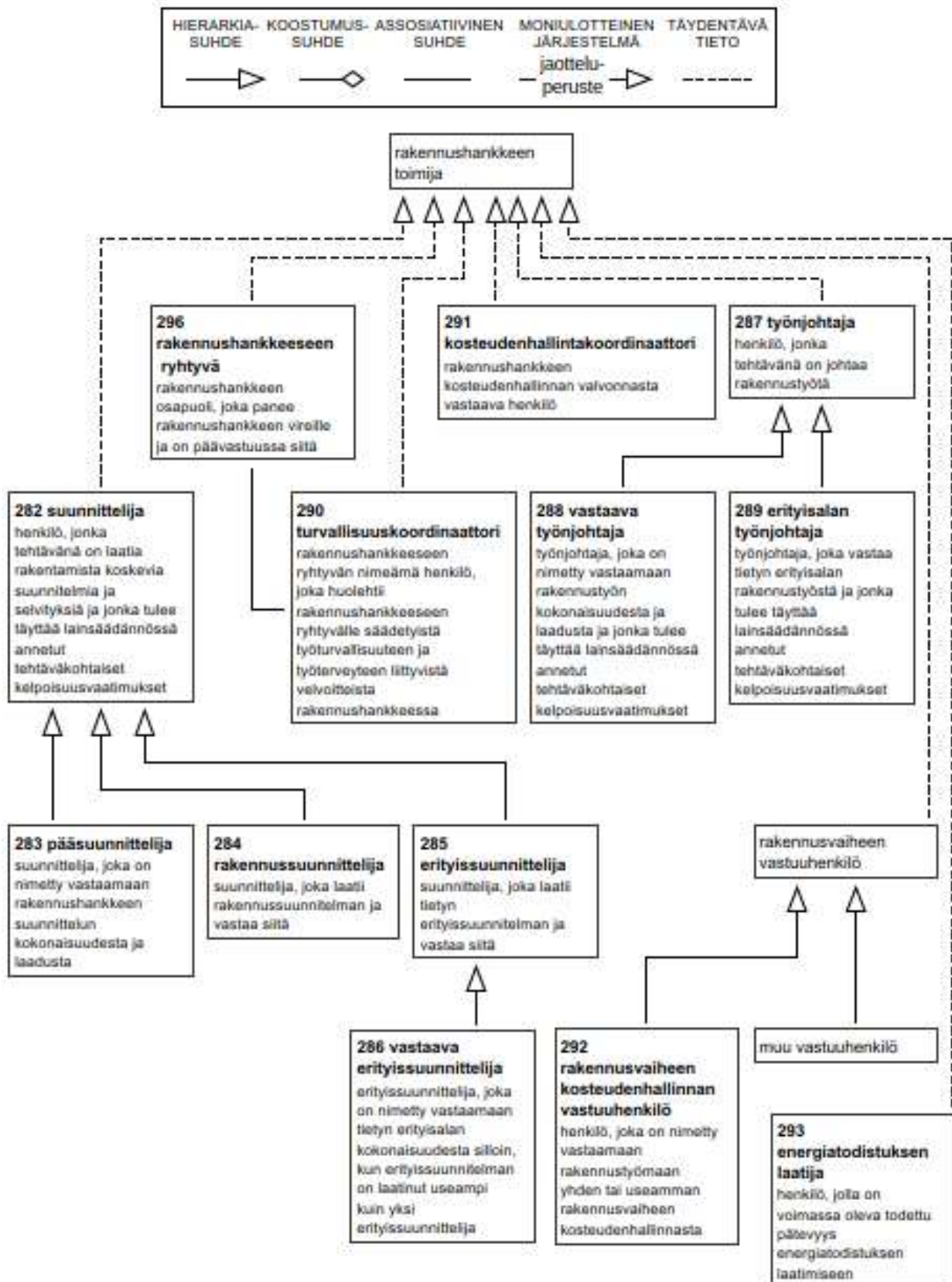
Liite 3. Varastorakennuksen julkisivukuvat



Liite 4. Ruukin sandwich elementtien nurkkaliitos (Ruukki Oy. 2017. Sandwich panel SPA ENERGY PERUSDETALJIT.)



Liite 5. Rakennushankkeiden toimijat. (FISE Oy. 2019. Pätevyyskäsitteet.)



Liite 6. Rakenteiden U-arvoja

Rakenteiden U-arvoja

- Ulkoseinä
 - Nykyinen 0.821 W/m²K
 - Uusi 0.15 W/m²K
- Yläpohja
 - Nykyinen 0.45 W/m²K
 - Uusi 0.14 W/m²K
- Alapohja 0.275 W/m²K
- Ovet
 - Nykyiset 1.2/1.5/3 W/m²K
 - Uusi 1.2/1.5 W/m²K
- Ikkunat
 - Nykyiset 2.75 W/m²K
 - Uusi 0.9 W/m²K

Liite 7. Työmenekkien laskenta

Kokonaistyöaika on laskettu käyttäen Ratu kortiston työmenekkejä.

- Rakennuksen pinta-ala 1820m²
- Rakennuksen tilavuus 17470m³
- Rakennuksen piiri 222m
- Julkisivuverhouksen pinta-ala: 1773m²
- Ikkunoiden pinta-ala: 120m²
- Ovien pinta-ala: 112m²

Julkisivun ohutlevytyön työmenekin arvoksi on laskettu 0,7tth/m², jolloin kokonaistyömenekiksi muodostuu 1030tth. Lisäksi siinä on huomioitu pellitystöistä syntyvät työmenekit muun muassa sokkelin, ikkunoiden, pieliin sekä räystästöiden osalta. Pientäviä ja suurentavia kertoimia syntyy pinta-alan suuruudesta sekä peltitöiden osalta laskettujen metrien vaikutuksesta.

Julkisivun PVP-elementtityön työmenekki lasketaan elementtien kappalemäärien sekä niiden kokojen mukaan. Laskennassa on käytetty 1.2m korkeata ja 5-6m pitkiä elementtejä. PVP-elementin asennus työmenekin suuruus on 0,21tth/m². Siihen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa kiinnitystapa. Lisäksi kokonaistyöajan arvioinnissa on laskettu pellitystöistä syntyvät työmenekit muun muassa sokkelin, pystysaumojen, ikkunoiden ja räystästöiden osalta. Kokonaistyömenekkiin vaikuttavia kertoimia syntyy elementtien kokojen vaikutuksesta asennusnopeuteen. Lisäksi suojapellitysten metrimäärien vaikutuksen kerroin on huomioitu laskelmissa. Kokonaistyöaika on 650tth

Ikkunoiden purku ja uusiminen työmenekki on laskettu arvolla 2,6tth/ikkuna. Ikkunointa kappalemäärällisesti 19. Työmenekki olisi tällöin yhteensä 49tth. Pientäviä ja suurentavia kertoimia ovat muun muassa siirtojen vaikutus, pinta-alan suuruus ja ikkunoiden koko.