



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jarno Vuhtoniemi

Muuntojoustavuus asuinrakennuksissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

2.12.2019

Tekijä Otsikko	Jarno Vuhtoniemi Muuntojoustavuus asuinrakennuksissa
Sivumäärä Aika	43 sivua + 5 liitettä 2.12.2019
Tutkinto	insinööri (YAMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	LVI-tekniikka
Ohjaajat	yliopettaja Jukka Yrjölä toimitusjohtaja Antti Rantatorikka
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia talotekniikan muuntojoustavuuteen varautumisen keinoja ja niiden aiheuttamia kustannuksia asuinrakennuksissa. Työssä tutkittiin menetelmiä muuntojoustavuuden aikaansaamiseksi ja sitä mitä hyviä ja huonoja puolia näillä on. Lisäksi esimerkkikohteiden avulla tarkasteltiin muuntojoustavuuteen varautumisen kustannuksia ja niistä saatavaa taloudellista hyötyä.</p> <p>Työn lopputuloksena syntyi katsaus asuinrakennusteiden muuntojoustavuuden toteuttamisen menetelmiin sekä niiden aiheuttamiin kustannuksiin. Työssä saatiin myös kuva siitä, onko muuntojoustavuuteen kannattavaa investoida vai ei.</p> <p>Työssä todettiin, että vaikka muuntojoustavuuteen varautuminen on kannattavaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ei siitä saatava hyöty välttämättä ole kovin suuri. Laskelmissa todettiin, että mikäli tilan muunto toiseen käyttötarkoitukseen ei ole varmaa melko lyhyellä aikavälillä ei muuntojoustoon välttämättä ole kannattavaa investoida. Kuitenkin, mikäli tila tullaan sen elinkaaren aikana joka tapauksessa jossakin vaiheessa varmasti muuttamaan toiseen käyttöön, on muutokseen ennalta varautuminen taloudellisesti kannattavaa.</p>	
Avainsanat	muuntojoustavuus, talotekniikka, elinkaarilaskenta

Author Title	Jarno Vuhtoniemi Transformability in Residential Buildings
Number of Pages Date	43 pages + 5 appendices 2 Desember 2019
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Professional Major	HVAC Engineering
Instructors	Jukka Yrjölä, Principal Lecturer Antti Rantatorikka, Executive
<p>The aim of this Master's thesis was to look into ways in which to make the building services systems transformable. Furthermore, the costs caused by transformable solutions in residential buildings were studied. The thesis studied methods for achieving transformability and the advantages and disadvantages of the methods. In addition, the costs of preparing for the transformability and the economic benefits of the preparations were examined with calculations.</p> <p>The result of this thesis was a review of the methods that can be used to implement transformability in residential buildings and the costs that they produce. The thesis also indicated whether it is profitable to invest in transformability.</p> <p>The thesis established that while it is profitable to prepare for transformability at the earliest possible stage, the benefits may not be very large. The calculations concluded that if the conversion of a space to another usage is uncertain in a relatively short term, it may not be profitable to invest in transformability. However, if it is certain that a space will be transformed at some point of its life cycle, it is profitable to prepare for the transformation.</p>	
Keywords	transformability, building services, life cycle costing

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Muuntojoustavuus	3
2.1	Arkkitehtisuunnittelu	4
2.2	Rakennustekniikka	5
2.3	Sähkö- ja automaatiotekniikka	6
3	LVI-tekniisten järjestelmien muuntojoustavuus	8
3.1	Lämmitysjärjestelmät	8
3.1.1	Lämmöntuotanto	8
3.1.2	Lämmönjakelu	11
3.2	Vesi- ja viemärijärjestelmät	14
3.2.1	Vesijohdot	14
3.2.2	Viemärit	14
3.3	Ilmanvaihtojärjestelmät	15
3.4	Jäähdytysjärjestelmät	16
4	Esimerkkikohteet ja muuntojoustavuuden kustannuslaskenta	17
4.1	Esimerkkikohde 1	18
4.2	Esimerkkikohde 2	20
4.3	Esimerkkikohde 3	23
4.4	Esimerkkikohde 4	25
5	Esimerkkikohteiden investointilaskenta ja tulokset	26
5.1	Laskentaperusteet	26
5.2	Esimerkkikohde 1	28
5.3	Esimerkkikohde 2	30
5.4	Esimerkkikohde 3	33
5.5	Esimerkkikohde 4	36
6	Yhteenveto	38
	Lähteet	40

Liitteet

Liite 1. Esimerkkikohde 1, pohjakuva, perustilanne

Liite 2. Esimerkkikohde 1, pohjakuva, vaihtoehtotilanne

Liite 3. Esimerkkikohde 2, pohjakuva, perustilanne

Liite 4. Esimerkkikohde 2, pohjakuva, vaihtoehtotilanne

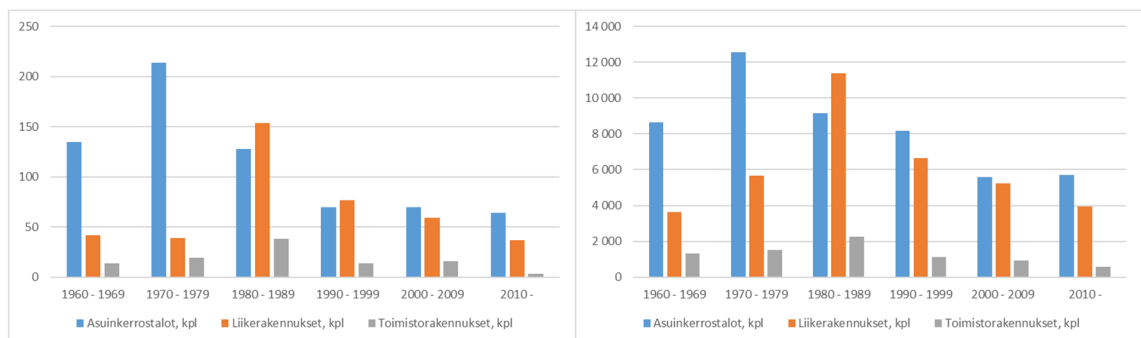
Liite 5. Esimerkkikohde 3, pohjakuva, perustilanne ja vaihtoehtotilanne

1 Johdanto

Tutkimuksen tavoite ja rajaus

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia talotekniikan muuntojoustavuuteen varautumisen keinoja ja sen aiheuttamia kustannuksia asuinrakennuksissa, kun tehdään uutta tai saneerataan olemassa olevaa rakennusta. Tutkimuksen kohteina on sellaisia asuinrakennuksia, joissa osa asuinhuoneistoista tai yleisistä tiloista, kuten varastoista, halutaan mahdollisesti nyt tai tulevaisuudessa muuttaa muuhun käyttöön, kuten toimisto- tai liiketiloiksi.

Tutkimus on lähtenyt käytännön ongelmasta, joka koskee tiettyjä kaupunkeja tai kaupunginosia. Ongelmana on, että joidenkin, varsinkin vanhempien, kaupunkien keskustoissa ei ole riittävästi liike- tai toimistotiloja kysyntään nähden. Esimerkiksi Hämeenlinnan keskustan alueella on useita kymmeniä 1800-luvun lopussa ja 1900-luvun alussa rakennettuja rakennuksia (2, s. 1) ja uudemmistakin rakennuksista suurin osa on rakennettu 60-80-luvuilla, kuten voidaan nähdä kuvasta 1. Vastaavasti liikerakennuksien ja toimistotilojen osuus rakennetuista rakennuksista on ollut verrattain vähäinen. Liikerakennusten rakentaminen on ollut suosittua vasta 80-luvulta eteenpäin. Samansuuntainen tilanne on myös tarkasteltaessa koko maan rakentamista. Tämä aiheuttaa sen, että varsinkin keskustojen alueella liike- ja toimistotiloista on paikoin pulaa.



Kuva 1. Uusien rakennusten valmistusmäärät eri vuosikymmeninä, vasemmalla Hämeenlinnan kaupunki ja oikealla koko Suomi (3, s. 1).

Nykyisin tähän varaudutaan jo uusia kaupunginosia kaavoitettaessa. Esimerkkinä mainittakoon Tampereen Vuoreksen alue, joka on verrattain uusi asuinalue Tampereella Hervannan lähellä. Sinne rakennetuille rakennuksille Tampereen kaupunki on antanut kaavoituksessa määräyksiä liiketilojen rakentamista varten. Esimerkiksi Vuoreksen Isokuusi III:n alueella kaavamääräyksiä täydentävässä rakentamistapaohjeessa on määrätty, että tietyille kaduille avautuviin kerroksiin on varauduttava sijoittamaan liike- ja toimistotiloja siten, että näihin kulku on suoraan kadulta (1, s. 3). Näin hankkeeseen ryhtyvää veloitetaan rakentamaan tietyille alueille liiketiloja ja voidaan olettaa, että niitä on alueella tulevaisuudessa vähintäänkin riittävästi.

Muuntojoustavista asuinrakennuksista Suomessa on vielä verrattain vähän kokemuksia, joten sen kustannusvaikutuksista ei juurikaan ole tietoa saatavilla. Kuitenkin taloyhtiöitä kiinnostaa tietää mahdolliset kustannukset ennen investointipäätöksen tekemistä ja hankkeeseen ryhtymistä. Asuintilojen muuntojoustavuus on yleisestikin ottaen melko vähän käsitelty asia, vaikka kiinnostusta asiaa kohtaan taloyhtiöillä on.

Alan kirjallisuus käsittelee pääosin vain toimistotilojen muuntojoustavuutta, joissa siihen varautuminen on ollut tavanomaista jo vuosien ajan. Toimistotiloissa kuitenkin varaudutaan tilojen sisäisiin muutoksiin vain siten, että toimistotilan tilat muuttuvat hieman erilaisiksi toimistotiloiksi. Tällöin kuitenkin huomattava osa LVI-tekniikan mitoitusparametreista pysyy samoina, vaikka tilajärjestelyt muuttuvat. Muutettaessa asuintiloja ja varsinkin varastotiloja muihin käyttötarkoituksiin on huomattava, että LVI-laitteiden mitoitusperusteet voivat erota hyvinkin paljon eri käyttötarkoituksissa.

Menetelmät

Tutkimuksessa tarkastellaan eri tapoja talotekniikan muuntojoustavuuden toteuttamiseksi ja niiden hyviä ja huonoja puolia. Jotta muuntojoustavuuden vaikutukset tulisivat konkreettisesti näkyviksi, selvitetään kustannus- ja muita vaikutuksia neljässä erityyppisessä esimerkkikohteessa. Niihin valitaan soveltuvimmat menetelmät ja tehdään esimerkkisuunnitelmat perusversiosta ja sellaisista skenaarioista, joissa muuntojoustavuuteen on varauduttu. Näiden eri skenaarioiden kustannuksia verrataan toisiinsa ja tarkastellaan, paljonko lisää kustannuksia muuntojoustavuuteen varautuminen aiheuttaa ja onko muuntojoustavuuteen taloudellisesti kannattavaa investoida.

Tutkimuksen tilaaja

Tämän tutkimuksen on tilannut Insinööritoimisto TähtiRanta Oy. Tähtiranta on vuonna 2007 perustettu yritys, jonka nimi juontuu perustajajäsentien sukunimistä eli Tähtisestä ja Rantatorikasta. Insinööritoimiston palveluihin kuuluu LVISA-suunnittelun lisäksi rakenne- ja arkkitehtisuunnittelu. Suunnittelijoita insinööritoimistolla on tällä hetkellä noin kaksikymmentä. Lisäksi TähtiRantaan kuuluu TähtiRanta Infra, joka nimensä mukaisesti vastaa infra- ja ympäristösuunnittelusta ja maanmittauksista. Henkilöstöä Infralla on tällä hetkellä noin kolmekymmentä, joista suurin osa on maanmittaushenkilökuntaa. Kolmantena TähtiRantaan kuuluu Tähtitarkastus, jonka osaamisalueena on rakenne- ja kunto-tutkimukset.

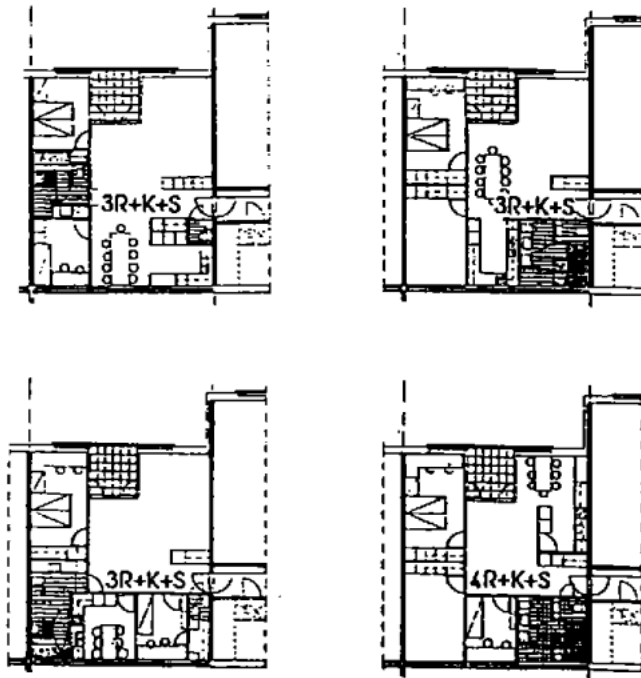
2 Muuntojoustavuus

Muuntojoustavuudella tarkoitetaan rakennuksen, sen rakenteiden ja tekniikan kykyä muokautua rakennuksen nykyisen tekniikan elinkaaren aikana tapahtuviin merkittäviin toiminnallisiin, teknisiin ja käyttötarkoituksen muutoksiin. Muuntojoustavuuden sijasta tai sen yhteydessä käytetään myös termejä avoin rakentaminen, suunnittelujousto tai rakennuksen monikäyttöisyys. Avoimella rakentamisella tarkoitetaan yleensä asuntorakentamisen periaatetta, jossa asukkaan toiveet otetaan huomioon jo suunnitteluprosessin aikana, jotta lopputulos palvelisi paremmin nykyisen käyttäjän mahdollisesti muuttuvia tarpeita koko elinkaarensa ajan. Suunnittelujoustolla tarkoitetaan tilannetta, jossa suunniteltua rakennusta voidaan rakennusaikana muuttaa joustavasti tulevien käyttäjien erilaisiin tarpeisiin. Monikäyttöisyys tarkoittaa valmiin tilan kykyä palvella eri käyttäjiä ja käyttötarkoituksia. (4, s. 1.) Tämän tutkimuksen kohteena ovat nimenomaan nämä monikäyttöiset tilat, jotka sellaisenaan tai verrattain pienillä muutoksilla saadaan palvelemaan erilaisia käyttötarkoituksia.

Muuntojoustavuutta joudutaan LVI-tekniikan lisäksi miettimään myös muiden alojen suunnittelussa. Muuntojoustavuus toimii vasta silloin, kun kaikilla suunnittelualoilla on muuntojousto otettu huomioon suunnittelun aikana ja eri suunnittelualojen suunnitelmat on suunniteltu toimimaan yhtenä kokonaisuutena.

2.1 Arkkitehtisuunnittelu

Arkkitehtisuunnittelu on muuntojoustavuudessa avainasemassa silloin, kun puhutaan siitä, mihin kaikkeen yksi tila tai huoneisto voi muuntua. Esimerkkinä tästä voisi olla sellainen yksityiskohta, että suunnitellaan asunnon pienemmät makuuhuoneet olohuoneen viereen. Tällöin on mahdollista laajentaa olohuonetta, mikäli asunnon käyttäjällä ei ole erillisille makuuhuoneille tarvetta. (5, s. 1.) Usein tällaiset asiat otetaan arkkitehtisuunnittelussa mahdollisuuksien mukaan huomioon ilman erillistä muuntojoustotavoitettakin. Yksi vaihtoehto muuntojoustoon varautumiselle on se, että suunnitellaan tilalle muutamia vaihtoehtoisia helposti muunneltavia vaihtoehtoja jo suunnitteluvaiheessa. Esimerkkejä tällaisesta on yhden asunnon osalta esitetty kuvassa 2, jossa samaan asuntotilaan on suunniteltu hieman erilaisia pohjaratkaisuja.



Kuva 2. Esimerkkejä mahdollisen muuntojoustoon varautumisesta hahmottelemalla samaan asuntoon useampia pohjaratkaisuja (6, s. 24).

Yksi julkisuudessa ollut muuntojoustoon tähtäävä toteutustapa on ollut niin sanottu loft-konsepti, jossa loppukäyttäjä itse toteuttaa hyvin pelkistettyyn tai uudiskohteissa jopa osin viimeistelemättömään, yleensä tavallista korkeampaan tilaan toiveidensa ja tarpeidensa mukaisen asunnon tai muun tilan. Tällaiset ratkaisut tulevat kysymykseen

varsinkin silloin, kun saneerataan vanhaa teollisuuskiinteistöä asuinkäyttöön. (4, s. 4.) Vanhoista teollisuuskiinteistöistä saneeratuissa asuintiloissa on usein huomattavan korkea huonekorkeus. Esimerkkinä mainittakoon Emil Aaltosen vanha kenkätehdas Tampereella, joka on saneerattu asunnoiksi 90-luvun lopulla. Tehdasrakennukseen on saneerattu 132 kappaletta huonekorkeudeltaan nelimetristä loft-asuntoa (7, s. 1).

2.2 Rakennustekniikka

Rakennustekniikassa pyritään mahdollisimman pitkiin jänneväleihin kantavien rakenteiden osalta. Tällöin saadaan aikaan mahdollisimman suuria avoimia tiloja, joiden sisältöä voidaan muuttaa melko vapaasti. Lisäksi rakennesuunnittelussa täytyy ottaa huomioon mahdolliset kantavien rakenteiden lisäkantokyvyn tarpeet sekä palo- ja äänierityksen mahdollinen parannustarve tilojen käyttötarkoituksen muuttuessa. Kuitenkaan nykyisin ei ole ympäristövaikutusten kannalta tehokasta ylivoimista rakenteita liikaa, vaan tulevat käyttötarkoituksen muutokset, joihin aiotaan varautua kannattaa miettiä tarkoin jo suunnitteluvaiheessa. (8, s. 1.) Tällöin myös rakennuskustannukset pysyvät kohtuullisina.

Tilojen sisäistä muunneltavuutta ajatellen on suositeltavaa käyttää saman korkuisia tiloja kaikkialla rakennuksessa. Lisäksi väliseinät kannattaa suunnitella moduulimittaisiksi, jolloin väliseinien paikkojen muutoksia pystytään tekemään melko helposti ja kustannustehokkaasti. Väliseinien sijoitusta rajoittavat pääosin ikkunat, koska väliseinää ei voida rakentaa ikkunan kohdalle. (9, s. 1.)

Rakennustekniikan muuntojoustavuus on keskeinen asia kokonaisuuden toimivuuden kannalta siksi, että rakennuksia saatetaan suunnitella toisinaan hyvinkin pitkälle käyttöille. Rakennuksen suunniteltu käyttöikä saattaa olla viisikymmentä vuotta, mutta pisimmillään jopa kaksisataa vuotta. Esimerkiksi Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA:n suunnitteluohjeiden mukaan suositeltava laskennallinen elinkaaren pituus uudisrakennukselle olisi vähintään sata vuotta (10, s. 9). Usein kuitenkin rakennuksen muun tekniikan laskennallinen elinkaari on edelleen noin viisikymmentä vuotta. Näin pitkissä elinkaarissa on otettava muuntojoustavuuden lisäksi huomioon rakenteen mahdollinen korjattavuus (8, s. 1).

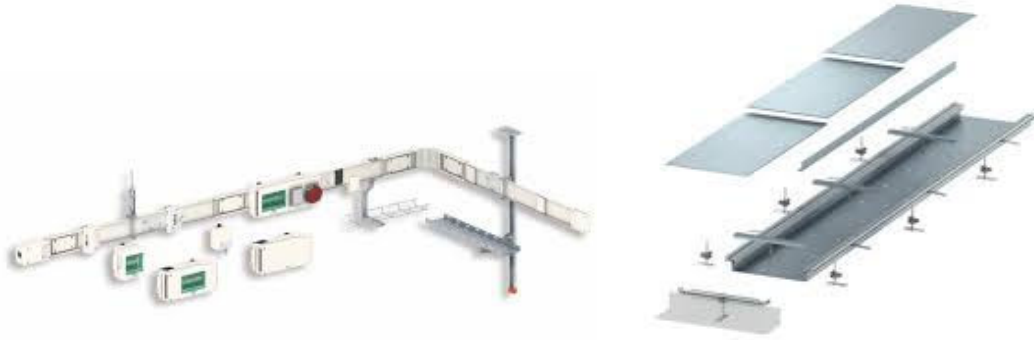
2.3 Sähkö- ja automaatiotekniikka

Muuntojoustavaan sähköjärjestelmän toteutukseen asuinkiinteistöissä ei tällä hetkellä ole kovin monia vakiintuneita menetelmiä käytössä. Yksinkertaisimmillaan muuntojoustavuuteen varaudutaan siten, että kiinteille seinille varataan riittävän paljon pistorasioita ja teleliikennesasioita. Myös valaistuksen muuntojoustavuuteen varautuminen on sähkötekniikan kannalta haastavaa. Asuintiloissa asukkailla on usein omat valaisimet, jotka liitetään asunnon rasioihin. Tällöin suunnittelijan tulee lähinnä varmistaa se, että pistorasioita on valaisimille riittävästi ja ne eivät haittaa tilojen muokkaamista.

Johtoreitit halutaan nykyisin pääsääntöisesti asentaa piiloon rakenteisiin, jolloin ne eivät ole myöskään siirrettävien väliseinien esteenä. Tällöin kuitenkin mahdollisesti liikutettaviin seiniin ei voida asentaa lainkaan sähköpisteitä, mikä saattaa aiheuttaa huomattavaa haittaa tilojen tavalliselle käytölle. Liikuteltaviinkin väliseiniin voidaan toki asentaa pistorasioita pinta-asenteisena, mutta se hankaloittaa tilan muokkaamista ja lisää kustannuksia seinien siirtovaiheessa, koska silloin niissä olevat asennukset joudutaan purkamaan.

Toimistorakentamisessa sähkötekniikan muuntojoustavuuden toteuttamiseksi on kehitetty muutamia eri vaihtoehtoja. Yksi tapa pistorasioiden sijoitteluun on toimistoissa usein käytetty jakelukiskojärjestelmä, jonka periaate on esitetty kuvassa 3 vasemmalla. Näissä kiinteille seinille asennetaan jakelukisko. Jakelukiskot ovat modulaarisia ja niihin voidaan helposti jälkikäteen lisätä pistorasioita ja muuta tarvittavaa. Näin tiloihin ei tarvitse asentaa suurta määrää ylimääräisiä pistorasioita. Toisaalta, mikäli jakelukisko asennetaan alaslasketun katon yläpuolelle, voidaan myös valaistuspisteitä lisätä tarpeen ja tilaratkaisujen mukaan.

Toinen vartenotettava vaihtoehto myös asuintiloihin voisi olla toimistoissa käytetty lattia-asennusjärjestelmä, jossa johtotiet ja pistorasiat asennetaan lattiarakenteen alle. Tällaisen järjestelmän periaate on esitetty kuvassa 3 oikealla. Tällöin pistorasioita voidaan asentaa hyvin vapaasti ympäri tilaa, mutta varsinaista muuntojoustavuutta ei tälläkään järjestelmällä vielä täysin saavuteta, koska pistorasioiden paikkaa ei voida tilan muuttuessa muuttaa. Lisäksi järjestelmän investointikustannukset saattavat olla huomattavasti korkeammat perinteiseen asennustapaan verrattuna.



Kuva 3. Esimerkki seinälle asennettavasta modulaarisesta jakelukiskosta vasemmalla (11, s. 1) ja lattiakiskosta oikealla (12, s. 4).

Mika Pohjolainen on opinnäytetyössään tutkinut jakelukiskojärjestelmän kustannuksia perinteiseen sähköverkkoon verrattuna. Tutkimuksen kohteena on kymmenkerroksinen ja neljäkymmentä asuntoa käsittävä asuinrakennus. Johtopäätöksissään hän toteaa, että vaikka virtakiskot ovat nopeampia asentaa, nousevat kuitenkin materiaalikustannukset niin korkeiksi, että lopputulos on kalliimpi kuin perinteinen asennus. Suurimmaksi eduksi mainitaan kuitenkin järjestelmän helppo muunneltavuus ja laajennettavuus. (13. s. 29.)

Nykyaikainen automaatio helpottaa sähköjen muuntojoustavuuden suunnittelua. Hyvänä esimerkkinä tästä ovat langattomat kytkimet, joita voidaan käyttää esimerkiksi valaisimien käyttökytkiminä. Tällaiset kytkimet ovat täysin langattomia, joten niitä voidaan sijoitella ja siirtää täysin vapaasti. Automaation kautta voidaan myös määritellä vapaasti, mitä kytkimet ohjaavat, joten tilojen käyttäjien toiveita voidaan tältä osin toteuttaa hyvin yksilöllisesti ja muutosten tekeminen järjestelmään jälkikäteen on helppoa.

Nykyisin uutta teknologiaa automaation muuntojoustavuudessa ovat älykännyköiden sovellukset, joita voidaan käyttää kiinteistön tai sen tilan toimintojen ohjaamiseen (14, s. 1). Sovelluksilla voidaan antaa tilan käyttäjälle yksityiskohtaista tietoa tilan toiminnoista kuten lämpötiloista tai siitä, onko huoneessa valo päällä vai ei. Lisäksi sovellusta voidaan käyttää tilan valaistuksen sekä lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaamiseen. Graafisia käyttöliittymiä on melko helppo muokata tilojen muuttuessa, jolloin muuntojoustavuus paranee.

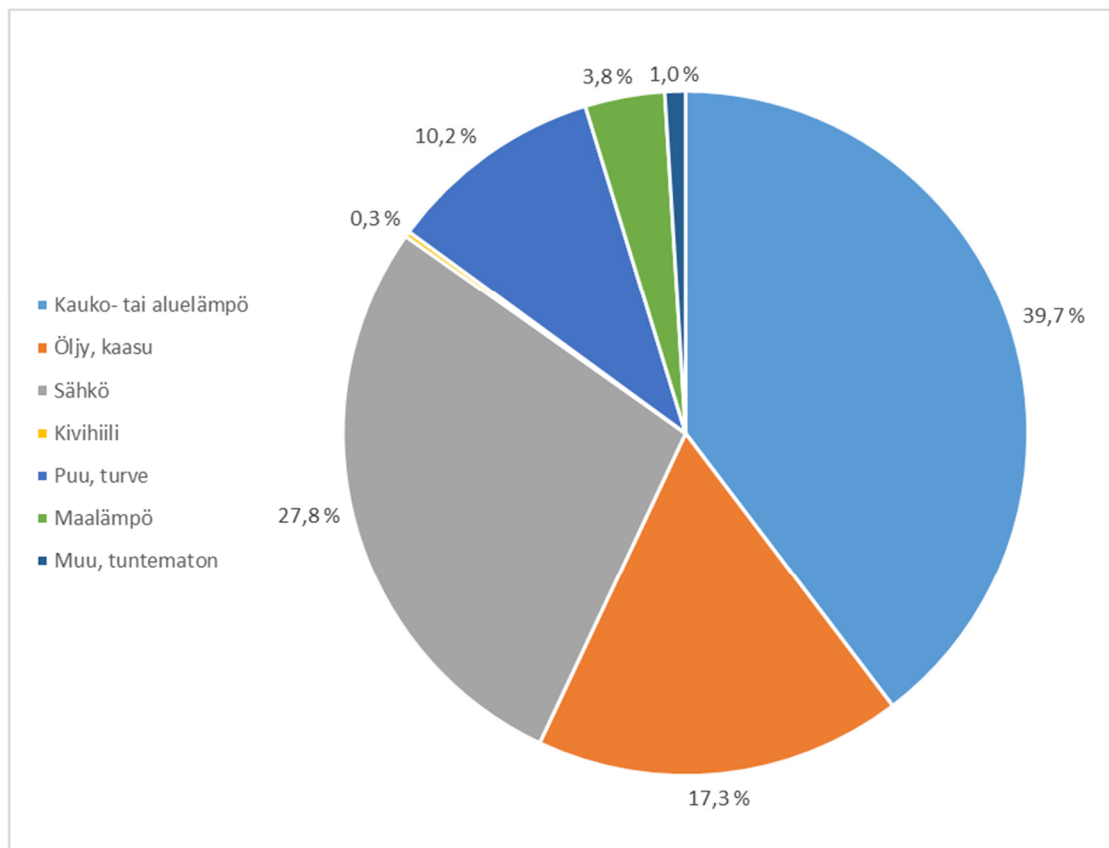
3 LVI-tekniisten järjestelmien muuntojoustavuus

3.1 Lämmitysjärjestelmät

3.1.1 Lämmöntuotanto

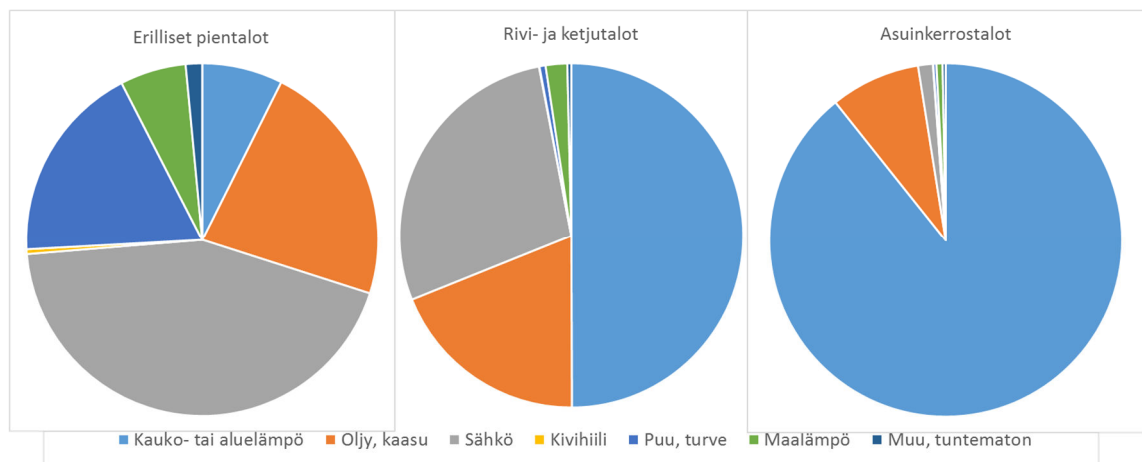
Lämmitysjärjestelmät eivät pääosin tuota hankaluuksia muuntojoustavuuteen varautumisessa. Lämmönlähteiden täytyy Suomen olosuhteissa joka tapauksessa pystyä suoriutumaan hyvin moninaisista toimintatiloista vaihtelevien sääolosuhteiden vuoksi.

Lämmöntuotantotapaa tarkasteltaessa on asuinrakennuksissa suosituimpina lämmitystapoina kaukolämpö, öljy ja sähkö, kuten nähdään kuvasta 4. Näiden kolmen suurimman lämmöntuotantotavan yhteinen osuus kaikkien asuinrakennusten lämmitettävistä neliöistä on lähes 85 %.



Kuva 4. Asuinrakennusten lämmitysmuotojen jakautuminen rakennuspinta-alan mukaan vuonna 2017 (15, s. 1).

Kuvasta 5 nähdään, että selkeästi suosituin lämmitysmuoto varsinkin suurissa asuinrakennuksissa sekä rivi- ja ketjutaloissa on kaukolämpö. Erillisissä pientaloissa taas suosituin lämmöntuotantotapa on sähkö, mutta tämän osuus taas suuremmissa kiinteistöissä on vähäisempi. Kolmas hyvin suosittu lämmönlähde on öljy, jota käytetään tasaisesti kaikissa asuinkiinteistötyypeissä. Maalämpöpumppujen osuus on vielä tällä hetkellä kokonaisuutta ajatellen melko vähäinen. Kuitenkin maalämmön suosio on selkeästi kasvussa kaikissa asuinkiinteistötyypeissä, myös suuremmissa kohteissa. Puun ja turpeen käyttö painottuu selkeästi pientaloihin, joiden muuntojoustavuuteen varautuminen on tämän tarkastelun ulkopuolella. Tämän vuoksi nämä on jätetty tarkasteluista pois.



Kuva 5. Asuinrakennusten lämmitysmuotojen jakauma erityyppisissä asuinrakennuksissa vuonna 2017 (15, s. 1).

Muuntojoustavuuden takia lämmöntuottolaitteistoa saatetaan kuitenkin joutua ylivoimaisesti jonkin verran. Mikäli tämä ylivoimaisuus on suuri suhteessa tarvittavaan tehoon, on kuitenkin syytä ottaa huomioon muutamia seikkoja lämmöntuottolaitteiden säätölaitteita mitoitettaessa.

Kaukolämmössä lämmönsiirtimen säätöventtiili on kannattavaa mitoitaa senhetkiselletodelliselle kulutukselle, vaikka lämmönsiirrin olisikin ylivoimaisesti. Tämä siksi, että venttiili toimii senhetkisellessä tilanteessa hyvin, eikä lämmityksessä esiinny haitallista huojuntaa ylisuuren säätöventtiilin takia. Säätöventtiili on helppo ja verrattain halpa uusiu suuremmaksi, mikäli muuntojoustaviksi suunnitellut tilat otetaan myöhemmin käyttöön ja lämmöntarve lisääntyy. On kuitenkin huomioitava, että venttiilin mitoituksen tarkastelu tulee suorittaa joka kerta, kun muutoksia tehdään. Tämä saattaa kuitenkin jäädä helposti

tekemättä, kun muutoksia tehdään myöhempänä ajankohtana. Tämä taas saattaa aiheuttaa ongelmia lämmityksen riittävyydelle ääriolosuhteissa. Muutoksista on myös aina ilmoitettava kaukolämpöyhtiölle. Samalla saattaa olla tarpeen suorittaa tilausvesivirran uudelleenmittaus, joka vaikuttaa kaukolämmön perusmaksuun.

Sama mitoitusajattelu pätee myös öljylämmitteisiin rakennuksiin. Mikäli lämmitystehossa on suuria eroavaisuuksia, tulee öljykattila ja poltin mitoittaa maksimitilanteen mukaan. Kuitenkin polttimen suutin tulisi mitoittaa nykyisen todellisen tarpeen mukaan, jotta kattilan toiminta-ajoista saadaan tarpeeksi pitkiä ja useilta lyhyiltä poltoilta vältytään. Tässäkin tapauksessa suutin on helppoa ja halpaa uusia suurempaan, mikäli käyttötilanne muuttuu. On kuitenkin huomioitava, että mikäli suutin on huomattavain pieni verrattuna kattilan kokoon, saattaa tämä johtaa liian matalaan savukaasulämpötilaan.

Sähkölämmityksen osalta tarvetta muuntojoustavuuden huomiointiin ei varsinaisesti ole, oli kyseessä sitten suora tai epäsuora sähkölämmitys. Sähkövastukset ja sähkölämmityskattilat kestävät hyvin lyhyitäkin käyttöaikoja ja kestävät hyvin lyhyitäkin käyttösyklejä. Riittää, että pattereiden yhteisteho on riittävän suuri kattamaan tilan lämpöhäviöt, vaikka tilaa rajattaisiin tai uudelleen jaoteltaisiin väliseinillä.

Erilaiset lämpöpumppujärjestelmät ovat huomattavasti kasvattaneet suosiotaan lämmönlähteenä 2000-luvulla (16, s. 2). Lämpöpumppuja käytetään myös suurempien kiinteistöjen lämmönlähteenä ja vuonna 2018 Suomessa myytiin lähes 1100 kappaletta yli 26 kW:n tehoisia lämpöpumppuja. Vuonna 2017 vastaava luku oli hieman yli 1200 kappaletta myytyjä lämpöpumppuja (17, s. 1). Vuonna 2007 myytiin vastaavan kokoisia lämpöpumppuja vain noin 130 kappaletta (18, s. 1), joten lämpöpumppujen kysyntä on viimeisen vuosikymmenen aikana suuremmissa rakennuksissa kasvanut huomattavasti.

Vanhempien ja yksinkertaisempien lämpöpumppujen osalta muuntojoustavuuteen varautuminen saattaa heikentää lämpöpumppujärjestelmän hyötysuhdetta ja lisätä huoltokustannuksia. Vanhemmissa lämpöpumpuissa ei ole tehonsäätöä, vaan lämpöpumppu toimii katkokäynnillä on/off-tyylisesti. Tällöin lämpöpumpun ylimitoitus lyhentää sen käyttöjaksoja ja näin heikentää hyötysuhdetta ja saattaa lyhentää lämpöpumpun käyttöikää. Uudemmissa pumpuissa on yleistynyt invertteritekniikka, jossa pumpun tuottoa voidaan säätää portaattomasti kuormitustilanteen mukaan. Tällä saavutetaan hyötyä jo

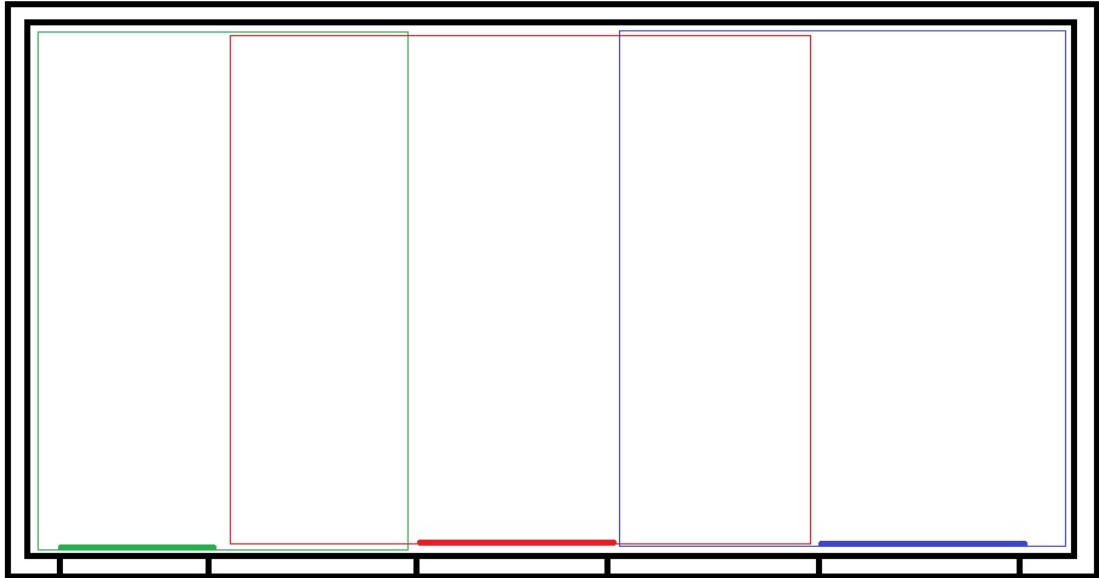
peruskäytössä vaihtelevien käyttöolosuhteiden takia. Varsinkin muuntojoustavuuteen varauduttaessa hyöty on ilmeinen, sillä lämpöpumpun lievä ylimitoitus ei haittaa hyötysuhdetta tai lämpöpumpun toimintaa merkittävästi.

3.1.2 Lämmönjakelu

Lämmönjakelu tapahtuu yleensä lämmöntuotantotavasta riippumatta vesikiertoisilla järjestelmillä. Poikkeuksen tähän tekevät ainoastaan suoralla sähkölämmityksellä varustetut kiinteistöt. Yleisimmät lämmönjakotavat ovat seinäpatterit ja lattialämmitys. Muita lämmitysvaihtoehtoja, kuten ilmalämmitystä, käytetään suuremmissa asuinrakennuksissa vain hyvin vähän.

Muuntojoustavuuden kannalta lämmitysjärjestelmän suunnittelu on varsin haastavaa. Haastavaksi asian tekee se, että kaikkiin tiloihin saadaan tarvittava lämmitysteho ja lämmönsäätö ilman, että ylläampemistä tai epämukavan suuria lämpötilan vaihteluita pääsee tapahtumaan.

Patterilämmityksessä patterit jakautuvat pääosin ikkunoiden kanssa samoihin kohtiin (9, s. 1). Asuinhuoneissa on rakennusmääräysten mukaan oltava ikkuna (19, s. 5), joten patterilämmityksen jaottelu kannattaa tehdä nimenomaan ikkunoiden mukaan. Ikkunat ja kantavat rakenteet muodostavat melko luonnollisen aluejaon useimmissa kohteissa. Tällöin patterit täytyy mitoittaa tarpeeksi tehokkaiksi, jotta ne pystyvät kattamaan koko tilan lämpöhäviöt viereisten väliseinien sijainnista riippumatta. Tällöin vierekkäisten pattereiden lämmitysalueet menevät hieman limittäin, jotta tämä saavutetaan. Limitystä havainnollistetaan kuvassa 6. Tällöinkin haasteena on saada lämmitys sisäalueille, mikäli tällaisia syntyy. Tällaiset tilat ovat kuitenkin asuinhuoneen ikkunavaatimuksen takia lähes poikkeuksetta toisarvoisia tiloja, kuten vaatehuoneita ja vastaavia. Tällöinkin varsinkin ala- ja yläkerroksissa on välttämätöntä sijoittaa patteri jokaiseen huoneeseen.



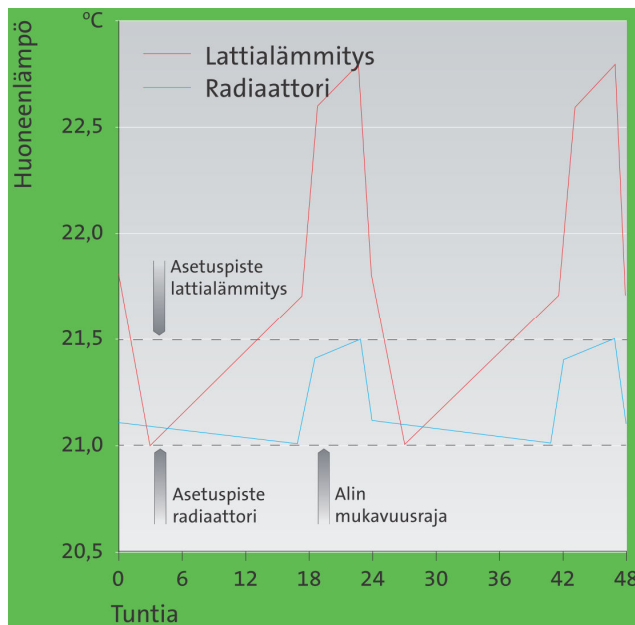
Kuva 6. Esimerkki vierekkäisten seinäpattereiden lämmitysalueista ja niiden limityksestä.

Lattialämmityksellä saadaan lämmitys helposti myös keskialueille. Kuitenkin, mikäli lämmityksen jakotapana on pelkkä lattialämmitys, saattaa osa huoneista jäädä vaille riittäväää lämmönsäätöä. Näin saattaa käydä, jos termostaatti on eri huoneessa kuin osa lattialämmityspiiristä. Tätä voidaan osin kompensoida asentamalla yhtä lattialämmityspiiriä ohjaamaan useampi termostaatti, jolloin automaation avulla voidaan säätää piirin lämmitystehoa. Tämä ei kuitenkaan kokonaan ratkaise ongelmaa, sillä mikäli eri huoneiden kuormitustilanteet eroavat huomattavasti toisistaan, ei tälläkään saavuteta mukavaa lämpötilaa molemmissa tiloissa.

Huomionarvoista on nykyisten matalalämpöpatterien mahdollistama erilaisten lämmönjakelutapojen yhdistäminen myös pienellä alueella. Nykyisin lämmityspattereita ja lattialämmityspiirejä voidaan kytkeä samaan verkostoon ilman ylimääräisiä lämmönsiirtimiä tai runkoputkia. Tämä antaa suunnittelijalle vapautta ja työkaluja moninaisten tilojen lämmitysjärjestelmiä suunniteltaessa. Tällöin voidaan esimerkiksi ulkoseinien alueilla olevat ikkunalliset tilat lämmittää seinäpattereilla ja sisäalueiden tilat lattialämmityksellä tai toisinpäin.

Seinäpatteri- ja lattialämmitysjärjestelmillä on myös huomattavia eroavaisuuksia käytännön kannalta. Suurimmat erot liittyvät käyttömukavuuteen ja lämmön säädön

tarkkuuteen. Lattialämmitys on käyttömukavuudeltaan parempi, mikäli lattiapinnan lämpötilalla on merkitystä. Kuitenkin vaihtelevissa kuormitusolosuhteissa ja sään vaihdellessa lattialämmityksen säätötarkkuus on heikompi verrattuna patterilämmitykseen. Lattialämmityksellä ei voida varautua ennakoivasti tuleviin kuormitusmuutoksiin. Koska lattialämmityksessä lämmitettävä massa on suuri, tarkoittaa tämä sitä, että kuormituksen vaihdellessa tilan sisälämpötilan säädön tarkkuus on tällöin patterilämmityksessä tarkempi. Tämä johtuu siitä, että patterilämmityksessä pattereiden lämmitetty massa on pienempi ja täten niiden kyky reagoida muutoksiin nopeampi, kuten voidaan havaita kuvasta 7. (20, s. 56.) Parhaiten tämä näkyy nykyaikaisella elektronisella säädöllä varustelluissa sähköpattereissa, joissa päästään jopa 0,2 °C:n lämmönsäätötarkkuuteen (21, s. 5).



Kuva 7. Lämmönluovutustavan vaikutus huonelämpötilaan ja lämmönsäädön tarkkuuteen (20, s. 63).

Tällä on vaikutusta siihen, minkälaisiin tiloihin eri lämmitysjärjestelmät sopivat. Mikäli tilan toiminnassa tapahtuu huomattavia kuormitusmuutoksia, ei lattialämmitys välttämättä ole optimaalinen vaihtoehto. Tällainen tilanne voi olla esimerkiksi silloin, kun tilan käyttäjämäärä vaihtelee huomattavasti esimerkiksi päiväkotitai koulukäytössä. Tällöin ihmisten aikaansaama lämpökuorma saattaa ylilämmittää tilaa, jolloin lattialämmitys ei välttämättä kykene reagoimaan riittävän nopeasti. Tällaiset seikat tulisi ottaa huomioon, kun suunnitellaan sekä tilan nykyistä että vaihtoehtoista käyttötapaa.

3.2 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Muuntojoustavissa tiloissakin vesi- ja viemäripisteiden sekä märkätilojen paikat ovat usein melko kiinteitä. Lähinnä näiden osalta täytyy arkkitehtisuunnittelussa ottaa huomioon eri käyttötilanteet ja varattava riittävä määrä WC- ja pesutiloja kaikkia oletettuja käyttötarpeita silmällä pitäen. Tämä siksi, että märkätiloja ei pystytä käytännössä tekemään helposti muunneltaviksi rakennusteknisistä syistä. Tilanne on hieman parempi keittiöiden osalta, joille voidaan suunnitella useampia vaihtoehtoisia sijoituspaikkoja. Tämä vaikuttaa myös vesi- ja viemäripisteiden suunnitteluun. Vanhoissa rakentamismääräyksissä otetaan kantaa muuntojoustoon sen verran, että vesijohtojen ja viemäriputkien pitää olla vaihdettavissa (22, s. 11).

3.2.1 Vesijohdot

Vesijohtojen muuntojoustavuuden suunnittelu keskittyy lähinnä riittävän suurten runkojohtojen mitoittamiseen, jotta vesipisteiden lisääntyessä tai käyttötilanteen muuttuessa kaikilla vesipisteillä saavutetaan riittävä paine ja virtaama eikä virtausnopeus putkessa pääse kasvamaan liian suureksi. Uusien vesipisteiden lisäämiseen voidaan varautua lähinnä asentamalla verkostoon sulkuventtiilillisiä ylimääräisiä haaroja, joihin voidaan mahdolliset myöhemmin lisättävät vesipisteet melko pienellä vaivalla liittää.

3.2.2 Viemärit

Viemärien sijoittelu muuntojoustavassa rakennuksessa rajoittuu lähinnä saneerauskoh-teista tuttuun alaslaskettujen kattojen yläpuolelle ja muihin helposti käsiksi päästäviin tiloihin asennettuihin viemäreihin. Tällöin on mahdollista lisätä viemäripisteitä tai vaihtaa niiden paikkaa rakennuksen elinkaaren aikana. Toki tällöinkin kiinteiden pesuhuoneiden viemärit voidaan asentaa nykytavan mukaan lattiavaluun, mutta tällöin vaihtoehtoisille viemäreille tulee tehdä erilliset liitosvaraukset alaslasketun katon yläpuolelle. Viemäreitä mitoittaessa on myös huomioitava se, että viemärit eivät missään kuormitustilanteessa jää pieniksi, koska niiden suurentaminen jälkikäteen on hyvin työlästä.

3.3 Ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmanvaihto uusissa kohteissa toteutetaan nykyaikana koneellisena tulo- ja poistoilmanvaihtona lähes kaikissa tiloissa poislukien esimerkiksi varastotilat, joissa voidaan käyttää pelkkää koneellista poistoa. Saneerauskohteissa usein asuntojenkin ilmanvaihtona on pelkkä poisto joko koneellisena tai painovoimaisena.

Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon toteuttamiseen on kaksi tapaa, joko asuntokohtainen tai keskitetty ilmanvaihto. Asuntokohtaisessa ilmanvaihdossa jokaisessa asunnossa on oma erillinen ilmanvaihtokoneensa, joka ei palvele muita tiloja. Keskitetyssä ilmanvaihdossa yksi ilmanvaihtokone palvelee useita eri tiloja esimerkiksi kaikkia talon asuntoja.

Näistä kahdesta vaihtoehdosta muuntojouston näkökulmasta asuntokohtainen ilmanvaihto tarjoaa yleisesti ottaen paremman mahdollisuuden muuntojoustoan kuin keskitetty ilmanvaihto (4, s. 4). Asuntokohtaisessa ilmanvaihdossa, mikäli tilan käyttötarkoitus muuttuu, voidaan alueen kanavoiteja muokata tai ilmanvaihtokone vaihtaa eri kokoiseen ilman, että koko talon ilmanvaihtojärjestelmään joudutaan tekemään muutoksia. Näiden muutosten tekeminen on myös verrattain halpaa. Mikäli keskitetyn ilmanvaihdon kohteeseen joudutaan tekemään myöhemmin muutoksia, tulee koko järjestelmä säätää ja tasapainottaa, jotta ilmanvaihto pysyy tarkoituksen mukaisena. Keskitetyssä ilmavaihdossa täytyy myös paremmin ottaa huomioon tulevat muutokset jo alkuperäisessä suunnitteluvaiheessa, koska ilmanvaihtokoneen on kyettävä toimimaan myös muutosten jälkeen hyvällä hyötysuhteella. Tähän vaikuttavat sekä puhaltimien että lämmöntalteenoton tehokkuus.

Keskitetyssä ilmanvaihdossa haasteita aiheuttavat varsinkin asuintilojen ja toimisto- tai liiketilojen yhdistelmissä tilojen hyvin erilaiset käyttöajat. Asunnoissa oleskellaan pääosin iltaisin ja öisin, kun taas liiketilojen käyttöaika painottuu pääosin päiväaikaan. Asuinrakennuksissa usein ilmanvaihtoa tehostetaan tiettyihin aikoihin päivästä, jotta sisäilma pysyy hyvälaatuisena. Mikäli kiinteistössä on eri aikoihin eri puolilla kiinteistöä tarvetta ilmanvaihdon tehostukselle, joudutaan ilmanvaihtoa tehostamaan myös sellaisissa tiloissa, joissa siitä ei ole hyötyä, jolloin energiatehokkuus heikkenee. Tätä voidaan parantaa, mikäli järjestelmässä on ilmavirtasäätimiä, joita voidaan ohjata automaation

avulla. Tällaiset järjestelmät ovat kuitenkin melko hintavia ja niiden toimintaan suhtaudutaan usein hyvin varauksellisesti.

Muuntojoustossa myös tilojen ilmavirrat usein eroavat eri käyttötarkoituksissa oleellisesti. Esimerkiksi, mikäli alkuperäinen käyttötarkoitus tilalla on varastotila ja tästä muokataan esimerkiksi liiketila, voi tarvittavan ilmavaihdon määrä nousta muutosten jälkeen yli nelinkertaiseksi (23, s. 25). Tämä vaikuttaa oleellisesti sekä kanavamitoituksiin että ilmanvaihtokoneiden mitoituksiin.

3.4 Jäähdytysjärjestelmät

Jäähdytys ja sen kysyntä kasvaa myös asuinrakennuksissa. Nykyinen arkkitehtuuri suosii suuria ikkunapinta-aloja ja rakentamismääräykset velvoittavat tarkastelemaan uudisrakennuksista myös jäähdytysenergian tarpeen. Tämä lisää jäähdytyslaitteiden tarvetta uudisrakennuksissa. Myös saneerauksissa taloyhtiöillä on kiinnostusta jäähdytyksen tai ainakin viilennyksen lisäämiseen muun saneerauksen yhteydessä. (24, s. 15.)

Muuntojoustaviin tiloihin on vaihtoehtokäytöstä riippuen suositeltavaa tai jopa pakollista rakentaa jäähdytys. Mikäli tila on kuitenkin peruskäyttötilanteessa asuinkäytössä, aiheuttaa tämä tiettyjä haasteita, sillä kaikkia taloyhtiön asukkaita on kohdeltava tasavertaisesti. Tämä tarkoittaa sitä, että mikäli osaan asunnoista asennetaan muuntojoustoon varauduttaessa jäähdytys, on taloyhtiön kaikissa asunnoissa käytännössä oltava ainakin mahdollisuus sellaisen saamiseen. Mikäli taloyhtiö ei halua tähän sijoittaa, niin silloin vaihtoehdoksi jää se, että jäähdytykselle rakennetaan vain varaus. Tällöin, kun tila on asuinkäytössä, asukkaalle ei tarjota mahdollisuutta asunnon jäähdyttämiseen, vaan jäähdytys otetaan käyttöön vasta sitten, kun tilan käyttötarkoitus mahdollisesti tulevaisuudessa muuttuu.

Jäähdytyslaitteiden mitoittaminen muuntojoustavaksi on haastavaa. Mikäli kohteessa on kaukojäähdytys, on tilanne hieman helpompi. Kaukojäähdytyksessä siirtimet mitoitetaan hankalimman mahdollisen tilanteen mukaan. Tällöin kuitenkin tulee käytännön tilanteessa säätöventtiili mitoittaa sen hetkisen tilanteen mukaan, jotta säätötarkkuus säilyy. Täten siinä tilanteessa, kun järjestelmään tehdään muutoksia ja jäähdytystehoon tulee muutoksia, tulee säätöventtiili mitoittaa uudelleen. Nämä uudelleenmitoitukset ja

muutokset täytyy tehdä joka kerta, kun järjestelmään tehdään isompia muutoksia. Samalla muutoksista tulee ilmoittaa kaukojäähdytyksen toimittajalle.

Hankalampaa muuntojoustoon varautuminen on järjestelmissä, joissa kiinteistössä on oma vedenjäähdytinlaitteisto. Mikäli ero perustilanteen ja muuntojoustotilanteen jäähdytystehoissa on huomattavan suuri, saattaa se vaikuttaa huomattavasti laitteiden hankinta- ja käyttökustannuksiin. Alkuinvestointi on suurempi, koska joudutaan investoimaan ylisuureen koneeseen, jonka hinta on yleensä suurempi. Lisäksi käyttökustannukset saattavat olla korkeammat, koska huomattavalla vajaateholla toimiva jäähdytysjärjestelmä saattaa toimia huonolla hyötysuhteella. Lisäksi koneen huoltokulut kasvavat ja käyttöikä saattaa lyhentyä, koska koneet on yleensä suunniteltu toimimaan pitkissä toimintasykleissä. Mikäli järjestelmä on pieni jäähdytyslaitteisiin nähden, koneiden käyntijaksot lyhentyvät, mutta käynnistys- ja pysäytyskerrat lisääntyvät, mikä saattaa lyhentää koneen käyttöikää. Näihin ongelmiin nykyaikaiset invertterikäyttöiset jäähdytyskoneet ovat kuitenkin tuoneet helpotusta. Suuremmissa kylmäkoneissa laitos koostuu monesti moduuleista, joita voidaan lisätä, mikäli jäähdytyksen tehontarve kasvaa myöhemmin.

Varsinkin pienempiin järjestelmiin ja jälkiasennuksena kohtuullisen pienille alueille asennettavalle jäähdytykselle yksi vartenotettava jäähdytysmuoto on ilmalämpöpumppu, johon on liitetty yksi tai useampia sisäyksiköitä. Mikäli sisäyksiköitä on useampia, kutsutaan järjestelmää valmistajasta riippuen yleensä split-, multi- tai multisplit-järjestelmäksi. Tällaisissa järjestelmissä voidaan yhteen ulkoyksikköön liittää yleensä kahdesta viiteen sisäyksikköä (25, s. 1). Joidenkin valmistajien ilmalämpöpumppujen ulkoyksiköihin voidaan liittää jopa kahdeksan sisäyksikköä, joiden jäähdytysteho voi olla jopa 14 kW (26, s. 1). Pienempiä kohteita ajatellen tällainen järjestelmä on investointikustannuksiltaan hyvin edullinen, koska suuria rakennustöitä läpivientejä lukuun ottamatta ei ole tarvetta tehdä suurella alueella, mikäli ulkoyksiköt saadaan sijoitettua lähelle sisäyksiköitä.

4 Esimerkkikohteet ja muuntojoustavuuden kustannuslaskenta

Kohteiden kustannuslaskenta suoritetaan Timbal Pro -palvelun kustannustietovaraston avulla. Palvelu pitää sisällään yli 3 400 korjaushanketta ja yli 22 000 korjausrakentamisen toimenpidettä. Kustannustietovarastoa on alettu keräämään vuodesta 1994 alkaen

ja sitä päivitetään vuosittain tilastokeskuksen materiaali- ja palkkaindekseillä. Kustannustiedot perustuvat toteutuneisiin hankkeisiin ja niiden kustannuksiin ja pitävät sisällään sekä hankkeiden materiaali- että työkustannukset. (27, s. 1) Kaikki esitetyt hinnat on kohteesta riippumatta esitetty arvonlisäverottomina.

4.1 Esimerkkikohte 1

Kohteena on Helsingissä sijaitseva asuinkerrostalo. Kohteessa on ollut vanha kattilahuone, joka on myöhemmin lämmitystavan muuttuessa saneerattu taloyhtiön kerhotilaksi. Nyt muun saneerauksen yhteydessä halutaan tarkastella mahdollisuutta pitää tilassa päiväaikaan päiväkotia. Pääosin asiakkaina olisi talon omien asukkaiden lapsia, joilla on mahdollista täyttää hoitopaikat käytännössä lähes tulkoon kokonaan. Lapsia voi tämän kokoisissa tiloissa olla hoidossa kerrallaan kymmenen samanaikaisesti, ja tällöin tilassa toimisi kaksi lastentarhanopettajaa (28, s. 8).

Rakennus on paikalla rakennettu, ja rakennusmateriaali on betoni. Lämmönlähteenä on kaukolämpö ja lämmönjakotapana koko rakennuksessa on vesikiertoiset seinäpatterit. Pääosin rakennuksessa on koneellinen poistoilmanvaihto. Korvausilma otetaan suoraan ulkoa ulkoseinissä olevista korvausilmaventtiileistä.

Liitteessä 1 on esitetty tilan nykyinen tilajako. Tarkasteltavaa tilaa ympäröivät kantavat seinät. Varastotilojen väliseinät ovat kevytrakenteisia. Tilat sijaitsevat rakennuksen alimassa kerroksessa. Tämä täytyy ottaa huomioon varsinkin märkätilojen sijoituksessa, jotka on tästä syystä rakennettava olemassa olevien viemäriinjojen läheisyyteen.

Entinen kattilahuone on remontoitu aikanaan kerhotilaksi. Lisäksi viereisiin tiloihin on tehty varastotiloja. Perustilanteessa kerhotila saneerataan nykyiseen käyttöön ja varastotilat pintaremontoidaan. Kerhotilaan asennetaan koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto varustettuna lämmöntalteenotolla. Näiden toimenpiteiden kustannus muun saneerauksen yhteydessä on arvioitu olevan noin 23 000 €.

Liitteessä 2 on esitetty tilajako päiväkotikäytössä. Tällöin tilaan tulee kaksi erillistä isompaa päiväkotitilaa. Toinen on ryhmähuone ja toinen leikki- ja lepo huone. Ryhmähuoneesta erotetaan keittiön osuus. Ryhmähuone jää edelleen päiväkotikäytössä myös

taloyhtiön kerhotilakäyttöön iltaisin. Lisäksi tilaan rakennetaan toimistohuone ja henkilökunnan sosiaalityilat sekä toinen WC-tila. Eteistila jää edelleen eteistilaksi mutta siihen asennetaan muutamia käsienpesualtaita ja ulko-oven vierustalle ulos vesiposti vaatehuoltoon varten. Eteiseen asennetaan myös kondenssikuivaimella varustettu kuivauskaappi.

Leikki- ja lepoalueeseen sekä toimiston osalta ilmanvaihto rakennetaan siten, että seinäpintaan asennetaan useita erillisiä tuloilmapäätelaitteita. Ilma poistetaan pääosin eteisen kautta, johon se johdetaan siirtoilmasäleikköjen kautta. Tällöin tilaa voidaan myöhemmin jakaa melko vapaasti pienillä muutoksilla. Myös lämmitys tapahtuu usealla pienemmällä seinäpatterilla, jotta tilan jakaminen onnistuu helposti.

Piha-alueelle rakennetaan päiväkotikäytössä leikkialue. Sen varusteet on laskettu myös mukaan kohteen investointikustannuksiin. Taulukossa 1 on esitetty kohteen investoinnin pääkohteet siinä tilanteessa, että investointi tapahtuu nykyhetkessä saneerauksen yhteydessä.

Taulukko 1. Kohteen pääkustannuskohteet investoitaessa muutokseen nykyhetkellä.

Kohde	Investointikustannus, €
Keittiö	15 800
Eteistila	8 000
Lepo- ja monitoimitilat	30 500
Märkätilat	49 500
Toimisto ja sosiaalityilat	7 100
Väliseinämuutokset ja muut kulut	11 000
Pihavarusteet	23 200
Investointi yhteensä	145 100

Mikäli tila saneerataan nykyhetkessä vain peruskäyttöä ajatellen ja päätetään muuttaa päiväkotikäyttöön vasta myöhemmin, ovat kulut luonnollisesti suurempia. Kohteessa käytännössä koko tila joudutaan saneeraamaan päiväkotikäyttöä varten kokonaan

uudelleen. Taulukossa 2 on esitetty tilojen päiväkotikäyttöön muuttamisen kustannukset, mikäli ne tehdään vasta myöhempänä ajankohtana.

Taulukko 2. Kohteen investointikustannukset myöhempänä ajankohtana tehtäessä.

Kohde	Investointikustannus, €
Perusversion saneerauskustannus	23 000
Keittiö	18 200
Eteistila	9 200
Lepo- ja monitoimitilat	35 000
Märkätilat	57 000
Toimisto ja sosiaalityöt	8 100
Väliseinät ja muut kulut	12 600
Pihavarusteet	26 700
Investointi yhteensä	189 800

Suurin haitta on myöhemmin tehtävien muutostöiden kalliimpi hankintahinta, koska yleisiä kuluja ei saada yhdistettyä muiden korjausten kanssa. Myös tilan alkuperäinen saneerauskustannus on laskettu mukaan kustannuksiin, koska tilan elinkaarta olisi vielä runsaasti jäljellä.

4.2 Esimerkkikohte 2

Kohteena on Riihimäellä sijaitseva asuinkerrostalo, joka on uudiskohte. Kohteessa on kahdeksan asuinkerrosta ja alimmassa katutasokerroksessa on yleisiä tiloja. Tarkastelu suoritetaan liitteen 3 tiloille 112 ja 113. Peruskäytössä nämä tilat ovat varastotiloja. Näitä tiloja halutaan mahdollisesti tulevaisuudessa antaa ulkopuolisille toimijoille vuokralle. Pääosin tilojen on oletettu olevan liiketiloja kuten kampaamo tai pieni myymälätila.

Rakennus on elementtirakenteinen. Lämmönlähteenä on kaukolämpö ja lämmönjakotapaana koko rakennuksessa on vesikiertoinen patterilämmitys. Rakennuksessa on

koneellisesti tuuletettu alapohja, johon pohjaviemärit on eristettynä asennettu kannakoi-malla ne alapohjalaattaan. Asunnoissa ja yleisissä pesutiloissa on tila- tai asuntokohtai-nen tulo- ja poistoilmanvaihto varustettuna lämmöntalteenotolla. Muissa tiloissa on pe-rustilanteessa koneellinen poistoilmanvaihto toteutettuna huippuimurilla vesikatolla ja korvausilmaventtiileillä ulkoseinässä.

Tarkasteltavat tilat rajoittuvat kantaviin väliseiniin, jotka liitteessä 3 on merkitty tunnuksella VS1 ja VS4 sekä osin ulkoseinään US1. Koska kaikki tilaa ympäröivät ja sen jakavat seinät ovat kantavia rakenteita, ei niihin voida tehdä suuria muutoksia jälkikäteen vaan kaikki tarvittavat aukot putkiläpivientejä lukuun ottamatta on tehtävä rakennusvaiheessa. Tilassa on ulko-ovi suoraan kadulle ja tilojen välillä on kulkuyhteys. Lisäksi molemmissa huoneissa on oma ikkuna.

Jotta tilaa voidaan pitää muuntojoustavana, lämpöpattereiden määrää lisätään, jotta tila voidaan tarvittaessa jakaa useampaan pienempään tilaan. Tämä lisää tilan käyttövaihtoeh-toja. Lisäksi, jotta tiloja voitaisiin käyttää myymälätiloina, tarvitsee tilaan lisätä hen-kilökuntaa varten WC-tila ja taukotilaa varten minikeittiö. Tällöin tarvitsee lisätä vesi- ja viemäripisteiden määrää. Ilmanvaihtoa varten tilaan asennetaan koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla toteutettuna omalla ilmanvaihtokoneellaan. Tila-jako vaihtoehtotilanteessa on esitetty liitteessä 4. Tilaan asennetaan seinille jakelukis-koilla sähkö- ja ATK-pistokkeita riittävä määrä käyttöä ajatellen. Tilan valaistus joudutaan tekemään huomattavan paljon tehokkaammaksi kuin perusversiossa. Rakennustekni-kesti tilaan asennetaan alakatto, jonka päälle tekniikkaa, kuten IV-kanavia, saadaan pii-loon. Näiden muutosten kustannukset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Muuntojouston investointikustannukset tehtäessä investointi rakennushetkellä.

Kohde	Investointikustannus, €
Lämpöverkoston muutokset	5 000
Ilmanvaihtokoneen lisäys ja kanavoinnit	6 000
Jäteilmakanava katolle (tehtävä rakennusvaiheessa)	1 100
Pesuhuoneen rakentaminen kalusteineen ja viemäröinteineen	12 500
Minikeittiön lisäys viemäröinteineen	2 500
Valaistuksen parantaminen ja lisäpistorasiat	5 800
Alakattotyöt	3 000
Investointikustannukset yhteensä	35 900

Tästä nähdään, että suurimmat kustannukset syntyvät henkilökunnan sosiaalitilojen rakentamisesta. Muutoin talotekniikan muuntojoustavuuden toteuttaminen kohteessa on melko pieni investointi.

Mikäli tila päätetään rakennusvaiheessa rakentaa vain peruskäyttöä, eli varastotilaa ajatellen, niin vuokraustilanteessa joudutaan tekemään hieman enemmän investointeja. Tällöin perusversion ilmanvaihto tukitaan tarkasteltavien tilojen osalta ja uusitaan. Tilan alkuperäinen valaistus joudutaan uusimaan kokonaan. Koska lämmitysverkostolle joudutaan tekemään muutoksia, on suositeltavaa, että lämmitysverkostolle suoritetaan tasapainotus. Lisäksi, koska työ tehdään erillisenä työnä, ovat kaikkien töiden peruskustannukset korkeammat. Yhteenveto kustannuksista on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Muuntojoustop investointikustannukset tehtäessä investointi myöhemmin.

Kohde	Investointikustannus, €
Jäteilmakanava katolle (tehtävä rakennusvaiheessa)	1 100
Lämpöverkoston muutokset	6 000
Lämpöverkoston tasapainotus	4 000
Ilmanvaihtokoneen lisäys ja kanavoinnit	7 200
Pesuhuoneen rakentaminen kalusteineen ja viemäröinteineen	15 000
Minikeittiön lisäys viemäröinteineen	3 000
Valaistuksen parantaminen ja lisäpistorasiat	7 000
Alakattotyöt	3 600
Purku- ja lisätyöt	2 500
Investointikustannukset yhteensä	49 400

Kustannukset kasvavat ja lisäksi joudutaan tekemään joitain ylimääräisiä töitä. Nämä yhdessä nostavat jonkin verran investoinnin hintaa. Hyvänä puolena tässä vaihtoehdossa voidaan pitää sitä, että investointia ei tarvitse tehdä ennen kuin vuokralaisen saaminen on käytännössä varmaa.

4.3 Esimerkkikohde 3

Kohteena on Hämeenlinnan keskustassa sijaitseva asuinkerrostalo, jossa on viisikerroksinen varsinainen asuinrakennus ja kaksikerroksinen sivurakennus. Sivurakennuksen alakerrassa on liikehuoneistoja ja yläkerrassa toimistotiloja. Taloyhtiö harkitsee toimistotilojen saneeraamista asunnoiksi muun talon saneerauksen yhteydessä. Kuitenkin halutaan pitää varaus sille, että nämä asunnot voitaisiin tulevaisuudessa muuttaa pienillä muutoksilla takaisin toimistokäyttöön.

Rakennus on paikalla rakennettu betonirakenteinen kerrostalo. Lämmönlähteenä on kaukolämpö ja lämmönjakotapana koko rakennuksessa on vesikiertoinen

patterilämmitys. Asunnoissa on alun perin ollut koneellinen poistoilmanvaihto. Saneerauksen yhteydessä ilmanvaihto uusitaan siten, että kaikissa asunnoissa on asuntokohmainen tulo- ja poistoilmanvaihto varustettuna lämmöntalteenotolla. Muissa yleisissä tiloissa on perustilanteessa koneellinen poistoilmanvaihto toteutettuna huippuimurilla vesikatolla. Liiketiloiissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto ilman lämmöntalteenottoa. Lisäksi liiketiloiissa on jäähdytys toteutettuna omalla vedenjäähdytyskoneella.

Liitteessä 5 on esitetty toimistokäytön huonejako ja samalla asuinhuoneistojen huoneistojako. Perusversiossa tilaan tulee kolme asuinhuoneistoa, joiden pinta-ala on yhteensä noin 205 neliometriä. Vaihtoehtoisesti tilaan sijoitetaan kahdeksan toimistohuonetta. Lämmityksen osalta ei erityistä tarvetta ole huomioida muuntojoustavuutta vaan riittää, että lämpöpatterit asennetaan kaikkien ikkunoiden kohdalle. Vesi- ja viemäripisteiden sijoitusta rajoittaa hieman alemman kerrokset huonesijoittelu, jonka mukaan viemäripisteet on järkevää ryhmitellä. Viemärit voidaan kuitenkin kuljettaa alemman kerroksen alaslasketun katon yläpuolella. Ilmanvaihto tullaan toteuttamaan huoneistokohtaisena tulo- ja poistoilmanvaihtona. Rakennusteknisesti kaikki seinät voidaan toteuttaa kevyinä väliseininä. Niiden sijoittelua rajoittaa jonkin verran tilassa tasaisin välein sijaitsevat pystypilarit, jotka ovat kantavia rakenteita.

Perusversiossa tilat saneerataan asunnoiksi. Taulukossa 5 on esitetty kustannusten jakautuminen silloin, kun muuntojousto ei ole erikseen varauduttu.

Taulukko 5. Saneerauskustannukset ilman muuntojousto varautumista.

Kohde	Saneerauskustannus, €
Keittiöt	75 200
Kuivat tilat	60 600
Märkätilat	105 400
Porrastilat	2 100
Saneerauskustannukset yhteensä	243 300

Mikäli tilan käyttötarkoitus halutaan myöhemmin muuttaa, on tässä tapauksessa muutoksen investointi suurempi. Suurin ongelma on ilmanvaihto, jonka lisääminen vaaditulle

tasolle tarkoittaisi ilmanvaihtokoneiden uusimista kookkaampiin sekä kanavien ja pääte-laitteiden uusimista. Lisäksi sähköpistokkeiden ja tietoliikennepistokkeiden määrä on liian vähäinen, joten sähköjärjestelmää joudutaan muutoksen aikana muuttamaan melko paljon. Mikäli muuntojoustoon ei varauduta ennakoon, niin tilojen muutoksista aiheutu-vat kustannukset ovat noin 85 600 €. Mikäli muuntojoustoon varaudutaan ennakoon jo saneerausvaiheessa, muutosten kustannukset ovat vain noin 38 000 € sisältäen raken-teiden muutokset sekä pienempiä LVI- ja sähköjärjestelmien muutoksia. Tällöin kuitenkin alkuperäiset saneerauskustannukset ovat noin 26 500 € korkeammat eli noin 269 800 €. Lisäksi tilaan asennetaan jäähdytys toimistokäyttöä varten. Jäähdytysjärjestelmän inves-tointikustannus on vaihtoehdosta riippumatta noin 50 000 € eikä sille tehdä varauksia ennen toimistokäyttöön muuttamista.

4.4 Esimerkkikohte 4

Tässä esimerkissä kohteena on samat tilat kuin esimerkissä 3. Kohteen tilat ovat tällä hetkellä toimistokäytössä ja taloyhtiö harkitsee niiden muuttamista asunnoiksi. Tässä tarkastellaan sellaista vaihtoehtoa, että tilat saneerataan nyt toimistotiloiksi mutta niihin rakennetaan varaukset asuinkäyttöön muuttamista varten.

Taulukossa 6 on esitetty kustannusten jakautuminen silloin, kun muuntojoustoon ei ole erikseen varauduttu. Tässä vaihtoehdossa nykyiset tilat peruskorjataan nykyistä käyttöä ajatellen. Myös sosiaali- ja WC-tilat saneerataan nykyisille paikoilleen nykyisen kaltai-sena.

Taulukko 6. Saneerauskustannukset ilman muuntojoustoon varautumista.

Kohde	Saneerauskustannus, €
Toimistotilat	103 700
Sosiaali- ja WC-tilat	70 200
Porrastilat	2 100
Jäähdytysjärjestelmä	50 000
Saneerauskustannukset yhteensä	255 600

Kun tilat muutetaan tulevaisuudessa asuinkäyttöön, oletetaan kustannusten olevan samat kuin esimerkin 3 asuntojen saneerauskustannukset eli 243 300 €. Mikäli kuitenkin toimistotilojen saneerauksen yhteydessä rakennetaan WC-tilat jo asuinkäyttöä ajatellen ja tehdään keittiöille varaukset valmiiksi, on alkuperäisen saneerauksen kustannus noin 50 000 € kalliimpi. Kuitenkin tällöin asuintiloiksi muuttaminen on jopa 95 000 € edullisempää.

5 Esimerkkikohteiden investointilaskenta ja tulokset

5.1 Laskentaperusteet

Kohteiden investointikustannuksia verrataan tuloihin ja tarkastellaan, onko investointi kannattava vai ei. Kohteiden kustannusvertailuun on käytetty apuna taulukkolaskentaohjelmaa. Laskennassa annettujen lähtöarvojen perusteella lasketaan kohteiden kustannuskehitys, joka on esitetty kohteiden tuloksissa graafisesti vuosittain. Graafeissa vuosi nolla on nykyhetki, ja kulut ja tuotot lasketaan vuosittain yhteen vuoden lopussa.

Laskennan alussa lasketaan investointikustannusten perusteella investoinnin lainasta aiheutuvat kustannukset. Kun tiedetään investoinnin nykyarvo ja vuosi, jolloin investointi suoritetaan, voidaan laskea investointikustannus kyseisenä vuonna kaavalla 1 (29, s. 1). Laskennassa on rakennuskustannusten korkotekijänä käytetty rakennuskustannusindeksiä joka vuosien 2011 ja 2018 välisenä aikana on ollut keskimäärin 1,4 % verrattuna vuoden 2010 tasoon (30, s. 1). Rakennuskustannusindeksi kuvaa kustannusten nimellistä vuotuista muutosta.

$$a_n = a(1 + i)^n \quad (1)$$

a_n on investoinnin tai tuoton suuruus vuonna n

a on investoinnin tai tuoton nykyarvo

i on korkotekijä

n on tarkasteluvuosi.

Sitten lasketaan tasaerälainan vuosikustannus eli annuiteetti kaavalla 2 (31, s. 1), kun tiedetään lainan nimelliskorko ja laina-aika. Lainan nimelliskorkona on kaikissa laskelmissa käytetty 2,5 % (32, s. 1).

$$A = \frac{p(1+p)^n}{(1+p)^n - 1} a_n \quad (2)$$

A on annuiteetti

p on lainan nimelliskorko

n on laina-aika

a_n on investoinnin suuruus vuonna n.

Tämän jälkeen arvioidaan investoinnista saatavat tulot. Arvioidaan vuokratulojen suuruus, vuokrauksen alkamisvuosi ja sen kesto sekä oletettu vuokran vuosittainen korotus. Näin voidaan laskea vuosittaiset vuokratulot oletetulle aikavälille vuosittain kaavalla 1. Oletettuna vuokran vuosikorotuksena eli vuokran korkona on käytetty laskelmissa 2 % (33, s. 1). Vuokratuloihin on sisällytetty myös mahdolliset vuokraustoiminnan aiheuttamat korkeammat lämmitys- ja vesikulut sekä mahdolliset taloyhtiölle kohdentuvat kunnossapitokulut, eli kyseessä on nettovuosituotto.

Lopuksi lasketaan vuosittaiset tulot ja menot yhteen. Tämä summa diskontataan vuosittain nykyarvoonsa eli lasketaan summan nykyarvo kaavalla 3 (34, s. 1). Diskonttaus on suoritettu laskelmissa nimelliskorolla 0,4 % (35, s. 1).

$$a = \frac{1}{(1+k)^n} a_n \quad (3)$$

a on investoinnin nykyarvo

k on nimelliskorko

n on tarkasteluvuosi

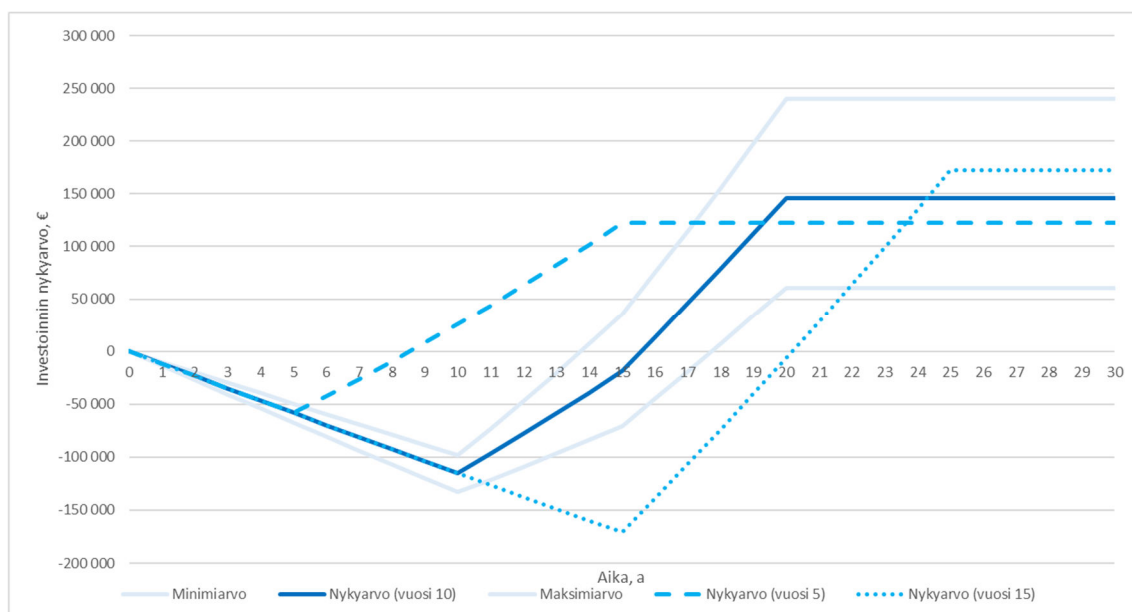
a_n on investoinnin suuruus vuonna n.

Laskennassa kaikille euromääräisille arvoille lasketaan epävarmuuskerroin, joka kaikissa laskelmissa on 10 %. Lisäksi kaikille prosenttimääräisille arvoille on annettu epävarmuuskertoimeksi 30 %. Näin saadaan investoinnille vaihteluväli, joka graafeissa on

esitetty haaleammalla viivalla. Vaihteluväli on laskettu sekä ylös- että alaspäin. Muihin laskennan arvoihin ei ole laskettu epävarmuuksia vaan esimerkiksi laina-aika ja vuokraajat on oletettu pysyvän samoina eri laskentatilanteissa.

5.2 Esimerkkikohte 1

Varsinaisten päiväkotitilojen vuokrista ei ole juurikaan julkista tietoa saatavilla. Vertailuna kohteen tulojen hinnoittelussa on käytetty pääkaupunkiseudun toimisto- ja liiketilojen vuokratietoja. Näiden kuukausivuokra on tällä hetkellä noin 15–20 €/m² (36, s. 1). Vuokrattavaa tilaa kohteessa on noin 124 neliometriä. Tällöin kohteen tiloista nykyhetkellä saatava vuosituotto olisi noin 25 200 €. Laina-ajaksi on oletettu 15 vuotta. Tilan vuokrauksen on oletettu alkavan 10 vuoden kuluttua ja kestävän yhtäjaksoisesti 10 vuoden ajan. Lisäksi kuvassa 8 on esitetty katkoviivoilla sellaiset vaihtoehdot, joissa vuokraus alkaa jo 5 vuoden jälkeen tai vasta 15 vuoden jälkeen.

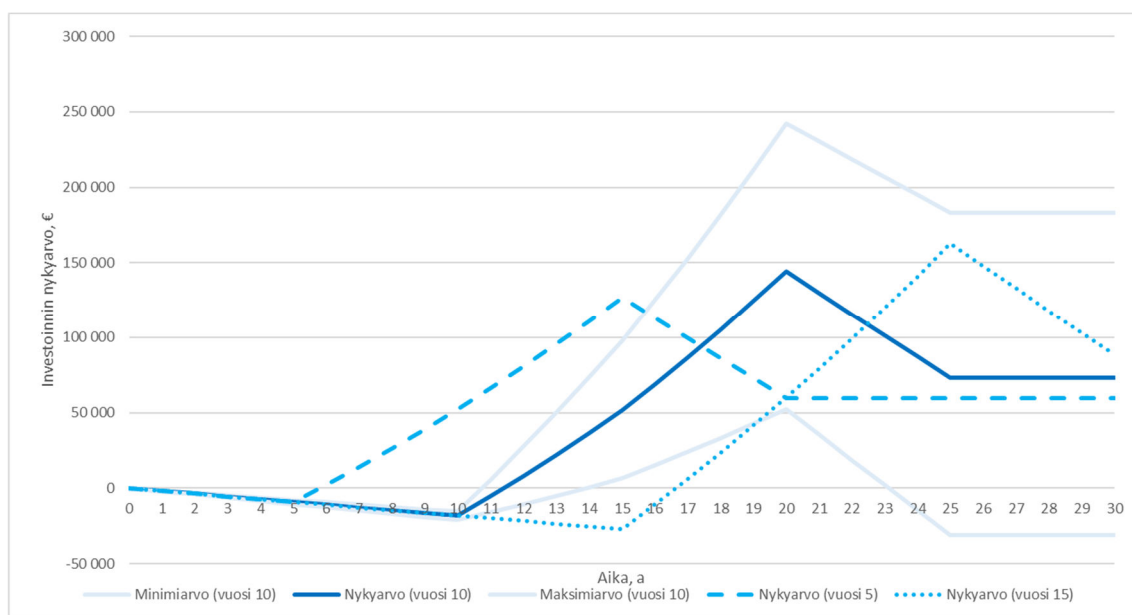


Kuva 8. Investoinnin nykyarvo laskentajaksolla, kun tila saneerataan päiväkotivalmiuteen heti jakson alussa.

Kuvasta voidaan todeta, että investointi vaikuttaa kannattavalta, vaikka investointi on verrattain suuri eikä siitä ole tuloja heti odotettavissa. Mikäli tuloja kuitenkin

tulevaisuudessa on saatavissa, riittää jo noin viiden vuoden vuokrattuna olo kattamaan investointikustannukset.

Mikäli investointi tehdään vasta silloin, kun sille tulee tarve, on investoinnin kehitys kuvan 9 kaltainen. Tässä tapauksessa tila saneerataan nykyhetkellä kerhotilaksi ja vasta myöhemmin, kun tilalle saadaan varmasti vuokralainen, muutetaan se päiväkotikäyttöön. Myös tässä oletetaan muutoksen tapahtuvan joko 5, 10 tai 15 vuoden kuluttua nykyhetkestä.



Kuva 9. Investoinnin nykyarvo laskentajaksolla, kun tila saneerataan päiväkotivalmiuteen myöhemmänä ajankohtana.

Kuvaajasta nähdään, että 10 vuoden vuokralaolo riittää todennäköisesti tekemään investoinnista kannattavan. Suurempi investointikustannus kuitenkin tarkoittaa sitä, että lopputulos on heikompi kuin tilanteessa, jossa investointi tehdään jo saneerausvaiheessa. Taulukossa 7 on esitetty eri vaihtoehtojen investointien loppusummien nykyarvot.

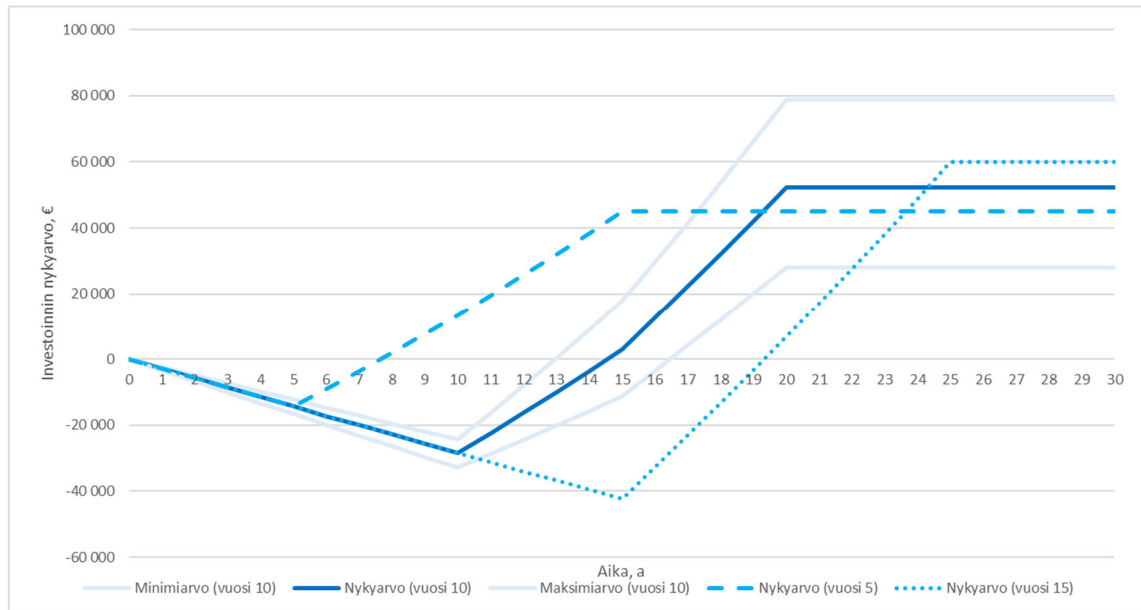
Taulukko 7. Kohteen investointikustannusten loppusummien nykyarvot eri investointivuosina.

Vuokrauksen alkamisajankohta	Investoinnin nykyarvo, kun investointi tehdään nykyhetkessä, €	Investoinnin nykyarvo, kun investointi tehdään myöhempanä ajankohtana, €
Vuosi 5	122 200	59 500
Vuosi 10	146 300	73 100
Vuosi 15	172 400	88 200

Mikäli investointi suoritetaan jo saneerausvaiheessa, niin investoinnin lopputulos on selvästi positiivinen. Jos taas investointi suoritetaan vasta myöhemmässä vaiheessa, lopputulos jää huomattavan paljon pienemmäksi. Investoinnin pitäisi kuitenkin olla kaikissa vaihtoehtoissa kannattava, sillä tilan ei tarvitse olla vuokrattuna kovin pitkiä aikoja, jotta investoinnin lopputulos on positiivinen. Toisaalta muuntojoustop investointi saneeraus- hetkellä on melko suuri. Koska erot eri vaihtoehtojen välillä ovat melko pieniä, on syytä miettiä, onko muutoksen todennäköisyydestä edes jonkin verran epävarmuutta. Mikäli epävarmuutta on, on todennäköisempiä suorittaa investointi vasta sitten kun muutokselle tulee tarvetta.

5.3 Esimerkkikohde 2

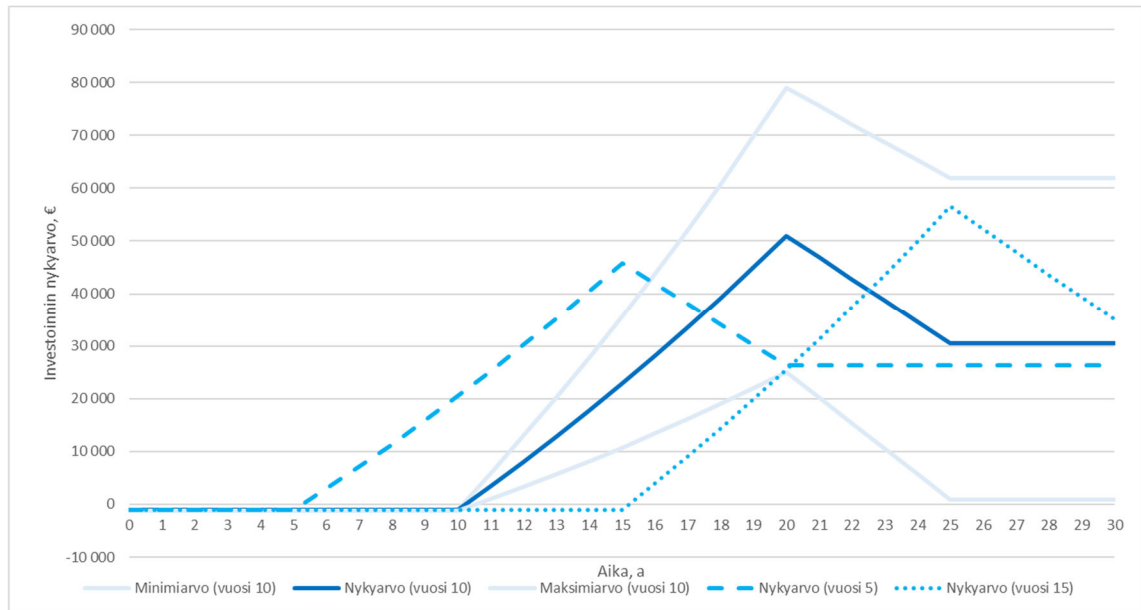
Vuokratulot Riihimäen alueella liiketiloista ovat tällä hetkellä noin 10–12 €/m² kuukaudessa (37, s. 1). Vuokrattavaa tilaa on noin 57 neliometriä, joten tämänhetkisten vuotuis- ten vuokratulojen oletetaan olevan 7 500 €. Kohteen investoinnin laina-ajan on oletettu olevan 15 vuotta. Tilan vuokrauksen on oletettu alkavan vasta 10 vuoden kuluttua ja vuokrauksen oletetaan jatkuvan yhtäjaksoisena 10 vuotta. Kuvassa 10 on lisäksi esitetty katkoviivoilla sellaiset vaihtoehdot, joissa vuokraus alkaa jo 5 vuoden jälkeen tai vasta 15 vuoden jälkeen.



Kuva 10. Investoinnin nykyarvo laskentajaksolla, kun investointi tehdään heti rakennusvaiheessa.

Kohteessa on mahdollista investoida muuntojoustavuuteen jo rakennusvaiheessa, koska investointi on verrattain pieni. Tällöin sijoituksesta ei ole tuloja ennen kuin tila saadaan vuokralle. Tällöin kuitenkin riittää, että tilan elinkaaren aikana tila on vuokrattuna noin viiden vuoden ajan. Investointia voidaan pitää täten melko kannattavana, vaikka takaisinmaksuaika onkin melko pitkä.

Mikäli päätetään, että investointia ei suoriteta ennen kuin tilalle saadaan vuokralainen näyttää investoinnin kehitys kuvan 11 mukaiselta. Vuokrauksen alkamisen ajankohdat ovat samat kuin edellisessä laskelmassa eli tällöin myös investointi tehdään joko 5, 10 tai 15 vuoden kohdalla. Kaikki muut työt voidaan tehdä jälkeinpäin, mutta jäteilmakanava vesikatolle on tehtävä jo rakennusvaiheessa, koska sen tekeminen jälkikäteen on erittäin hankalaa ja investointi rakennusvaiheessa hyvin pieni. Mikäli jäteilmakanavaa ei haluta rakennushetkellä tehdä, on muutos myöhemmin niin hintava ja hankalasti toteutettava, että tilan muuttamista myöhemmin ei ole kannattavaa suorittaa tai se saattaa olla jopa teknisesti mahdotonta.



Kuva 11. Investoinnin nykyarvo laskentajaksolla, kun investointi tehdään vasta myöhempänä ajankohtana.

Kuvaajasta nähdään, että myöhemmin suoritettu suuritöisempi ja hintavampi investointi on todennäköisesti kannattava, mutta kuitenkin huonompi investointi, kuin jos muuntojoustoon olisi varauduttu aikaisemmin. Pahimmassa tapauksessa investointi saattaa olla jopa lähellä kannattamatonta. Taulukossa 8 on esitetty eri vaihtoehtojen investointien loppusummien nykyarvot.

Taulukko 8. Kohteen investointikustannusten loppusummien nykyarvot eri investointivuosina.

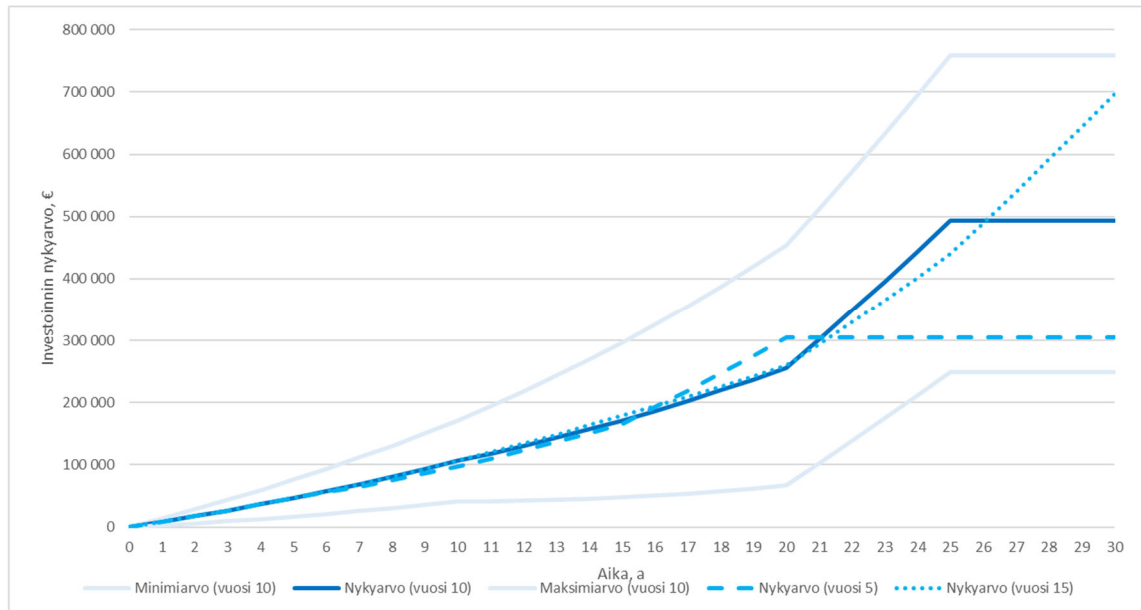
Vuokrauksen alkamisajankohta	Investoinnin nykyarvo, kun investointi tehdään nykyhetkessä, €	Investoinnin nykyarvo, kun investointi tehdään myöhempänä ajankohtana, €
Vuosi 5	45 000	26 300
Vuosi 10	52 100	30 500
Vuosi 15	59 900	35 100

Mikäli investointi tehdään jo rakennusvaiheessa, on investointi hieman kannattavampi verrattuna tilanteeseen, jossa investointi päätetään tehdä vasta myöhemmin. Kaikissa tapauksissa investointi kuitenkin vaikuttaa kannattavalta. Mutta selkeästi kannattavampaa olisi, mikäli investointi tehdään jo rakennusvaiheessa. Tällöin riittää, että tila on

vuokrattuna vain noin viiden vuoden ajan, jotta investointi saadaan katettua. Investointi on myös verrattain pieni, joten riski investoinnin jäämisestä tappiolliseksi ei ole kovin merkittävä.

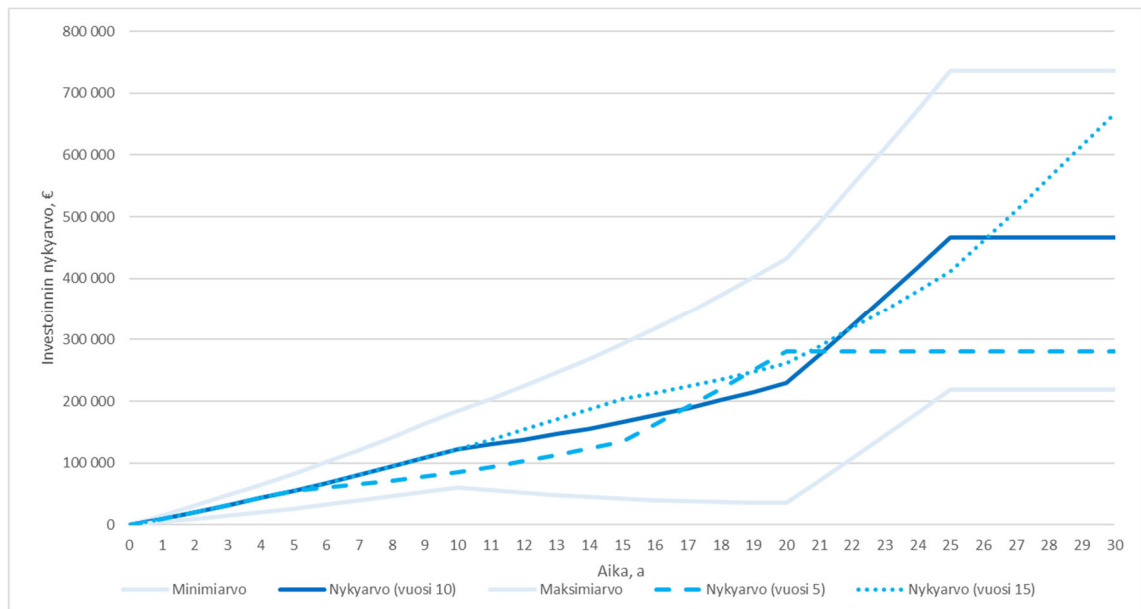
5.4 Esimerkkikohde 3

Asuintilojen kuukausittaiset vuokratulot Hämeenlinnan keskustan alueella ovat tällä hetkellä noin 10–12 €/m² (38, s. 1) ja toimistotilojen vastaavasti 13–15 €/m² (39, s. 1). Vuokrattavaa tilaa on noin 205 neliometriä, joten asuintiloina tilasta saatava vuokratulo nykyhetkellä olisi vuodessa noin 27 000 €. Kuitenkin laskelmissa on oletettu, että asuinkäytössä tilat ovat ilman vuokralaista keskimäärin noin 5 % vuodessa, jolloin keskimääräinen vuokratulo on 25 700 €. Toimistotilan vuokratulot ovat noin 33 500 € vuodessa. Alkutilanteessa tilat ovat vuokrattuina asuintiloina. Tilan muunto toimistotilaksi on oletettu tapahtuvan 10 vuoden kuluttua ja vuokrauksen oletetaan jatkuvan yhtäjaksoisena 15 vuotta. Kuvassa 12 on lisäksi esitetty katkoviivalla vaihtoehdot, joissa muutos tapahtuu jo 5 vuoden tai vasta 15 vuoden jälkeen. Kohteen alkuinvestoinnin laina-ajan on oletettu olevan 20 vuotta ja muutostöiden kustannusten laina-ajan 10 vuotta. Mikäli muutokseen on varauduttu jo alkuperäisen saneerauksen yhteydessä, näyttää kohteen investoinnin kehitys kuvan 12 kaltaiselta.



Kuva 12. Investoinnin nykyarvo laskentajaksolla, kun muuntojousto on varauduttu saneerausvaiheeseen.

Mikäli muuntojousto ei saneerausvaiheeseen varauduta, on investointi aluksi pienempi. Myöhemmin tehtävä korjaus on kuitenkin suurempi. Tällöin investoinnin kehitys on kuvan 13 mukainen.



Kuva 13. Investoinnin nykyarvo laskentajaksolla, kun muutosinvestointi tehdään vasta myöhempanä ajankohtana.

Kuvia vertaamalla voidaan havaita, että eri vaihtoehdoilla ei ole kovin suuria eroja keskenään. On huomattavaa, että mikäli toimistotila saadaan pidettyä vuokralla pidempään kuin laskelmissa oletetaan, tasoittuvat eri vaihtoehtojen väliset erot huomattavasti myös sen suhteen, milloin muutos tehdään. Vaikka kuvissa jo 5 vuoden jälkeen tehty muutos vaikuttaa huonoimmalta vaihtoehdolta, pitemmällä aikavälillä tarkasteltuna toimistotiloista saatava korkeampi vuokratulo mahdollisimman aikaisessa vaiheessa saa tämän vaihtoehdon kannattavimmaksi, mikäli toimistotilan vuokrauksessa ei tule suuria tyhjillään oloaikoja. Taulukossa 9 on kuitenkin esitetty vain tarkastelussa olevien vaihtoehtojen loppusummien nykyarvot, jolloin toimistotilan vuokraus on kaikissa vaihtoehdoissa loppunut jo 15 vuoden jälkeen.

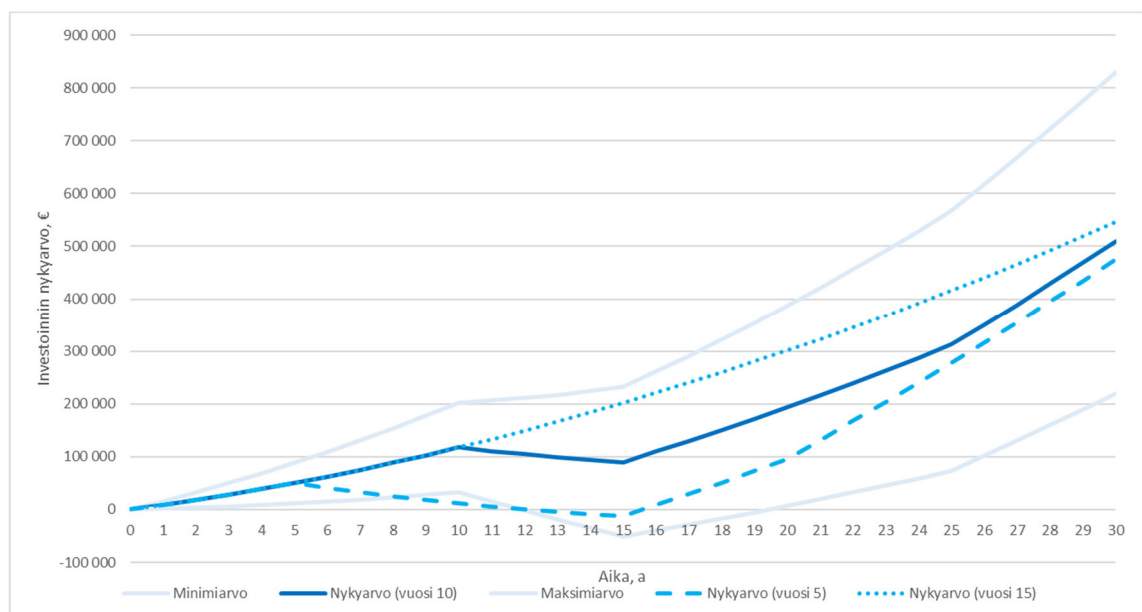
Taulukko 9. Kohteen investointikustannusten loppusummien nykyarvot eri investointivuosina.

Muutoksen suoritusajankohta	Investoinnin nykyarvo, kun muuntojousto investoidaan nykyhetkellä, €	Investoinnin nykyarvo, kun investointi tehdään myöhempanä ajankohtana, €
Vuosi 5	304 400	281 000
Vuosi 10	492 800	466 600
Vuosi 15	696 800	667 600

Tästä nähdään, että mikäli muuntojousto on varauduttu jo saneerausvaiheessa, on investointi hieman kannattavampi kuin silloin, kun tätä ei ole tehty. Erot eivät tarkastelujaksolla ole kuitenkaan kovin suuria. Tarkastelussa ei ole otettu huomioon muutostyön aikaista tilan tyhjillään oloa, joka on hieman pidempi, mikäli muuntojousto ei ole alussa varauduttu. Tämä hieman kasvattaa eroa. Investointi vaikuttaisi kuitenkin olevan kannattava. Kohteessa muuntojousto varautumisen kustannukset ovat sen verran vähäisiä, että suurta menetystä ei tapahdu, vaikka tilan käyttötarkoitus ei koskaan muuttuisi. Tällöin investointi olisi 26 500 € tappiollinen. Tämä ei kokonaisuutta ajatellen ole kuitenkaan kovin merkittävä summa. Mikäli muuntojousto on varauduttu ja muutos tapahtuu, on investointi kokonaisuudessa nopeammin positiivinen kuin siinä tapauksessa, että muuntojousto ei investoida. Tällöin riski siitä, että toimistokäytössä tilan vuokrausaste jää alhaiseksi on huomattavan paljon vähäisempi.

5.5 Esimerkkikohte 4

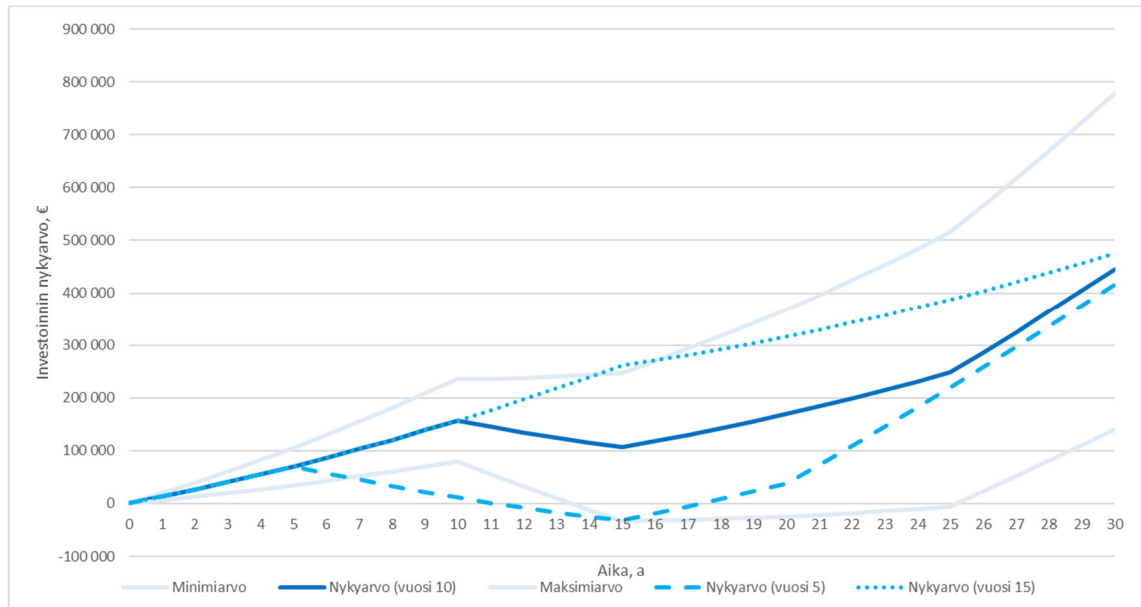
Kohteen vuokratulojen oletetaan olevan samat kuin esimerkissä 3. Näin toimistotilan vuokratulot nykyhetkellä ovat noin 33 500 € vuodessa. Asuintiloina tilasta saatava vuokratulo olisi vuodessa noin 27 000 €. Kuitenkin laskelmissa on oletettu, että tilat ovat ilman vuokralaista keskimäärin noin 5 % vuodessa, jolloin keskimääräinen vuokratulo on 25 700 €. Alkutilanteessa tila on vuokrattu toimistokäyttöön. Tilan muunto asuintilaksi on oletettu tapahtuvan 10 vuoden kuluttua ja vuokrauksen oletetaan jatkuvan yhtäjaksoisena koko tarkastelujakson loppuun, pois lukien lyhyet tauot vuokralaisten vaihtuessa. Kuvassa 14 on lisäksi esitetty katkoviivalla vaihtoehdot, joissa muutos tapahtuu jo 5 vuoden tai vasta 15 vuoden jälkeen. Kohteen alkutilanteen investoinnin laina-ajan on oletettu olevan 15 vuotta ja muutostöiden laina-ajan myös 15 vuotta. Mikäli muuntojoustoon on investoitu alkuperäisen saneerauksen yhteydessä, näyttää kohteen investoinnin kehitys kuvan 14 kaltaiselta.



Kuva 14. Investoinnin nykyarvo laskentajaksolla, kun muuntojoustoon on varauduttu saneerauksen yhteydessä.

Kuvasta nähdään, että vaikka muuntojoustoon varaudutaan, on alkuperäinen investointi saneerata tilat toimistokäyttöön kannattamaton, mikäli tilojen muutos tehdään melko aikaisessa vaiheessa. Tällöin toimistoista saatava tulo ei ole kyennyt kattamaan kaikkia investoinnista aiheutuvia kustannuksia.

Kuvassa 15 on esitetty investoinnin kehitys siinä tapauksessa, että muuntojousto ei ole varauduttu alkuperäisen saneerauksen aikana. Tällöin alkuinvestointi on pienempi mutta muutoksesta aiheutuva kustannus suurempi.



Kuva 15. Investoinnin nykyarvo laskentajaksolla, kun muuntojousto ei ole varauduttu ennakkoon.

Tällöin investointi on hieman heikompi. Investoinnin loppuarvo tarkastelujakson lopussa on pienempi kuin siinä tilanteessa, että muuntojousto olisi varauduttu. Taulukossa 10 on esitetty eri vaihtoehtojen investointien loppusummien nykyarvot tarkastelujakson lopussa.

Taulukko 10. Kohteen investointikustannusten loppusummien nykyarvot eri investointivuosina.

Muutoksen suoritusajankohta	Investoinnin nykyarvo, kun muuntojousto investoidaan nykyhetkellä, €	Investoinnin nykyarvo, kun investointi tehdään myöhempanä ajankohtana, €
Vuosi 5	475 300	416 600
Vuosi 10	509 600	444 900
Vuosi 15	546 900	476 000

Investoinnin nykyarvo tarkastelujakson lopussa on hieman parempi, mikäli muuntojoustoon on varauduttu ennakkoon. Tällöin muuntojoustoon varautumisesta on ollut taloudellista hyötyä, mutta hyöty ei ole kuitenkaan kovin suuri. Kokonaisuutena investoiminen ensin toimistotiloihin ei vaikuta kannattavalta investoinnilta verrattuna esimerkin 3 laskelmiin. Tosin siinä tilanteessa, että toimistotila pysyy vuokrattuna pitkään, on asia toinen. Toimistotilasta saatava parempi tuotto kattaa pidemmässä käytössä siitä aiheutuvat hieman korkeammat saneerauskustannukset ja kate on näin parempi. Mikäli kohteessa päätetään tilat saneerata ensi toimistotiloiksi, on tässä tilanteessa muuntojoustoon investoiminen ehdottomasti kannattavaa.

6 Yhteenveto

Tämän työn taustalla on toisinaan taloyhtiön edustajia kiinnostanut tarve mahdollisesti muuttaa tiloja myöhemmin toiseen käyttötarkoitukseen. Tämä ei kuitenkaan vielä nykyisin ole kovin yleistä asuinrakennuksissa eikä esimerkkikohteita ja niiden kustannuksia ole juurikaan saatavilla joihin investointia voisi verrata. Työn tarkoituksena oli täten selvittää keinoja talotekniikan muuntojoustavuuden toteuttamiseksi asuinrakennuksissa ja esimerkkikohteiden avulla selvittää siihen varautumisen kustannuksia ja kannattavuutta. Lisäksi oli tarkoitus saada parempi kuva erilaisista muuntojoustavuuden suomista mahdollisuuksista tilojen monikäyttöisyyttä ajatellen.

Työssä neljään asuinrakennuskohteeseen laadittiin alustavat suunnitelmat kustannusarvioiden laatimiseksi. Kustannusarviot laskettiin tilanteelle, jossa tilan käyttötarkoituksen muutokseen yhtäältä varauduttiin heti alussa ja toisaalta vasta muutoksen tapahtuessa. Kummallekin tapaukselle laskettiin kannattavuudet nykyarvomenetelmällä.

Työn tuloksista voidaan nähdä, että muuntojoustavuuteen varautuminen mahdollisimman aikaisessa vaiheessa on kannattavaa, mikäli tiedetään, että tila muutetaan myöhemmin toiseen käyttöön. Kuitenkin, mikäli muutos ei ole aivan varmaa, ei muuntojoustoon varautuminen välttämättä ole kannattavaa. Tämä siksi, että vaikka muuntojoustoon varautuminen ennakkoon on muutostilanteessa taloudellisesti kannattavaa, ei säästö kuitenkaan esimerkkikohteissa ollut kovin merkittävä. Mikäli on edes jollakin tasolla

mahdollista, että muutosta ei tule tai sen ajankohta on hyvin pitkällä tulevaisuudessa, voidaan riskiä pienentää tekemällä muutokset vasta sitten, kun muutos tulee ajankoh-
taiseksi.

Kustannuslaskennassa on aina huomattava, että rakennusalalla urakan lopullisiin kus-
tannuksiin vaikuttavat oleellisesti rakennusliikkeiden talous- ja työtilanne. Tällöin todelli-
nen hinta saattaa vaihdella huomattavasti saman kohteen välillä riippuen vuodesta ja jo
pelkästään urakkakilpailutuksen järjestämisen vuodenaikasta.

Työssä käsiteltiin aihetta, josta ei vielä asuinrakennusten osalta ole paljoa tietoa saata-
villa. Tosin esimerkiksi toimistotilojen osalta tietoa on saatavissa ja se on osin sovellet-
tavissa myös asuintiloihin. Kuitenkin asuinrakentamisessa on paljon erilaisia haasteita,
joita työssä pyrittiin nostamaan esiin.

Yleinen mielipide tietoa hakiessa oli se, että muuntojoustavuudelle on asuinkiinteistöissä
kysyntää. Kuitenkin käytäntö on osoittanut, että harva on valmis siihen panostamaan.
Lisäksi tilaajaosapuolella ei välttämättä ole tietoa asiasta, joten muuntojoustavuutta ei
aina osata vaatia tai sitä ei nähdä vaihtoehtona. Tässä on huomattavasti kehityspotenti-
aalia asuinrakennuspuolella, jos aihe saadaan asiakkaiden tietoon.

Lähteet

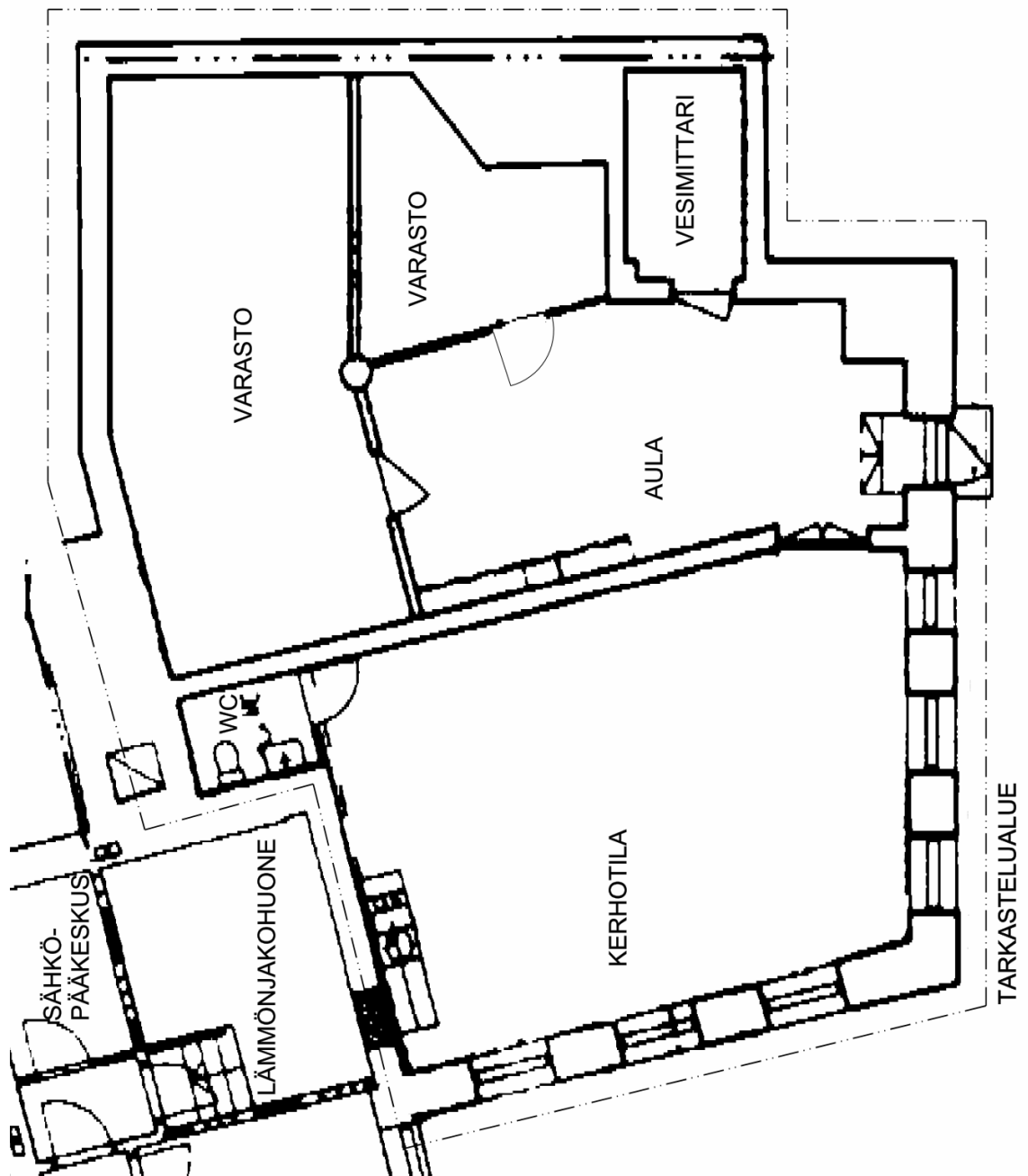
- 1 Rakentamistapaohje, Asemakaava nro 8639, Vuores, Isokuusi III, Isokuusen pohjoiset korttelit. 2016. Verkkoaineisto. Tampereen kaupunki. <www.tampere.fi/tiedostot/r/4YI7lsVoJ/8639_rakentamistapaohje.pdf>. Luettu 17.10.2019.
- 2 Hämeenlinnan keskustan rakennuksia. Verkkoaineisto. Hämeenlinnan Lydia. <lydia.hameenlinna.fi/exhibits/show/rakennukset/hameenlinnan-keskustan-rakenn>. Luettu 17.10.2019.
- 3 Rakennukset käyttötarkoituksen ja valmistumisvuoden mukaan. 2018. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/statfin_rakke_pxt_116g.px/>. Luettu 5.10.2019.
- 4 Hakaste, Harri. Muuntojouston uusi tuleminen. Verkkoaineisto. <www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150201.pdf>. Luettu 7.2.2017.
- 5 Saunaniemen Tapulinmäki – tavoitteena asunto, joka kestää aikaa. 2016. Verkkoaineisto. Mesta Oy. <www.mesta.fi/tavoitteena-asunto-joka-kesta-aikaa/>. Luettu 17.10.2019.
- 6 Herttoniemenranta, Korttelit 43240-43247, katu- ja puistoalueet, lähiympäristön suunnitteluohje. 1993. Verkkoaineisto. Helsingin kaupunki. <hel.fi/hel2/ksv/Rakentamistapaohjeet/pdf/Herttoniemenranta_k43240__43247_1993.pdf>. Luettu 12.2.2017
- 7 Capiten, Irma. 2017. Emil Aaltosen vanha kenkätehdas sai uuden elämän. Verkkoaineisto. <asuminen.lumo.fi/emil-aaltosen-vanha-kenkatehdas-sai-uuden-elaman/>. Luettu 17.10.2019.
- 8 Pitkiä jännevälejä ja vapaita tiloja. Verkkoaineisto. Rakennusteollisuus Ry. <www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/ymparistoominaisuudet/muuntojoustavuus>. Luettu 17.10.2019.
- 9 Toimitilan muuntojoustavuus – kustannustehokas, käyttäjäystävällinen ja ekologinen valinta. Verkkoaineisto. Muotolevy Tilaratkaisut Oy. <tilaratkaisut.muotolevy.fi/muuntojoustavuus/#suunnittelu>. Luettu 17.10.2019.
- 10 Rakennuttamis- ja suunnitteluopas. 2019. Verkkoaineisto. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. <www.ara.fi/download/noname/%7B3CBE3D0C-EEAC-42FE-AEBE-787B9FEC1266%7D/128966>. Luettu 15.7.2019.

- 11 Canalis jakelukiskojärjestelmä, keskeiset tuotteet. 2013. Verkkoaineisto. Schneider Electric Finland Oy. < https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=Canalis_E1015_10_2013_BCANALIS13TUOTTEET_owres.pdf&p_Doc_Ref=E1015_10_2013_BCANALIS>. Luettu 17.10.2019.
- 12 Lattia-asennusjärjestelmät. 2017. Verkkoaineisto. Obo Bettermann Holding GmbH & Co. <obo.fi/media/Lattia-asennusjarjestelmat.pdf>. Luettu 17.10.2019.
- 13 Pohjolainen, Mika. 2011. Jakelukiskojärjestelmät. Verkkoaineisto. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/35282/Pohjolainen_Mika.pdf> Luettu 19.10.2019.
- 14 Rakennukset siirtyvät älypuheliin – oletko valmis?. 2018. Verkkoaineisto. Editor Helsinki Oy. <www.editori.fi/artikkeli/rakennukset-siirtyvat-alypuheliin--oletko-valmis-/>. Luettu 17.10.2019.
- 15 Rakennukset (lkm, m²) käyttötarkoituksen ja lämmitysaineen mukaan. 2017. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/statfin_rakke_pxt_116h.px> Luettu 10.2.2019.
- 16 Myydyt lämpöpumput. 2019. Verkkoaineisto. Suomen lämpöpumppuyhdistys. <sulpu.fi/documents/184029/208772/Myydyt%20%C3%A4mp%C3%B6pumput%202018.pdf>. Luettu 12.10.2019.
- 17 Lämpöpumppumyynti Suomessa vuonna 2018. 2019. Verkkoaineisto. Suomen lämpöpumppuyhdistys. <<https://www.sulpu.fi/documents/184029/208772/Tilasto%202018.pdf>>. Luettu 12.10.2019.
- 18 Maalämpö suurten kiinteistöjen lämmityksessä. Verkkoaineisto. Gebwell Oy. <gebwell.fi/maalampo-suurten-kiinteistojen-lammityksessa/>. Luettu 12.10.2019.
- 19 Rakentamismääräyskokoelma G1, Asuntosuunnittelu. 2005. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <www.finlex.fi/data/normit/28204-G1su2005.pdf>. Luettu 15.10.2019.
- 20 Radiaattorien käyttöopas matalalämpöjärjestelmissä. Verkkoaineisto. Purmo Oy. <www.purmo.com/docs/heatingguide-FI-final.pdf>. Luettu 12.2.2017.
- 21 10 hyvää syytä valita Purmo sähkölämmitys. 2016. Verkkoaineisto. Purmo Oy. <www.purmo.com/docs/LVI_FI_Folder_10_syyta_01_2016_web.pdf>. Luettu 12.2.2017.

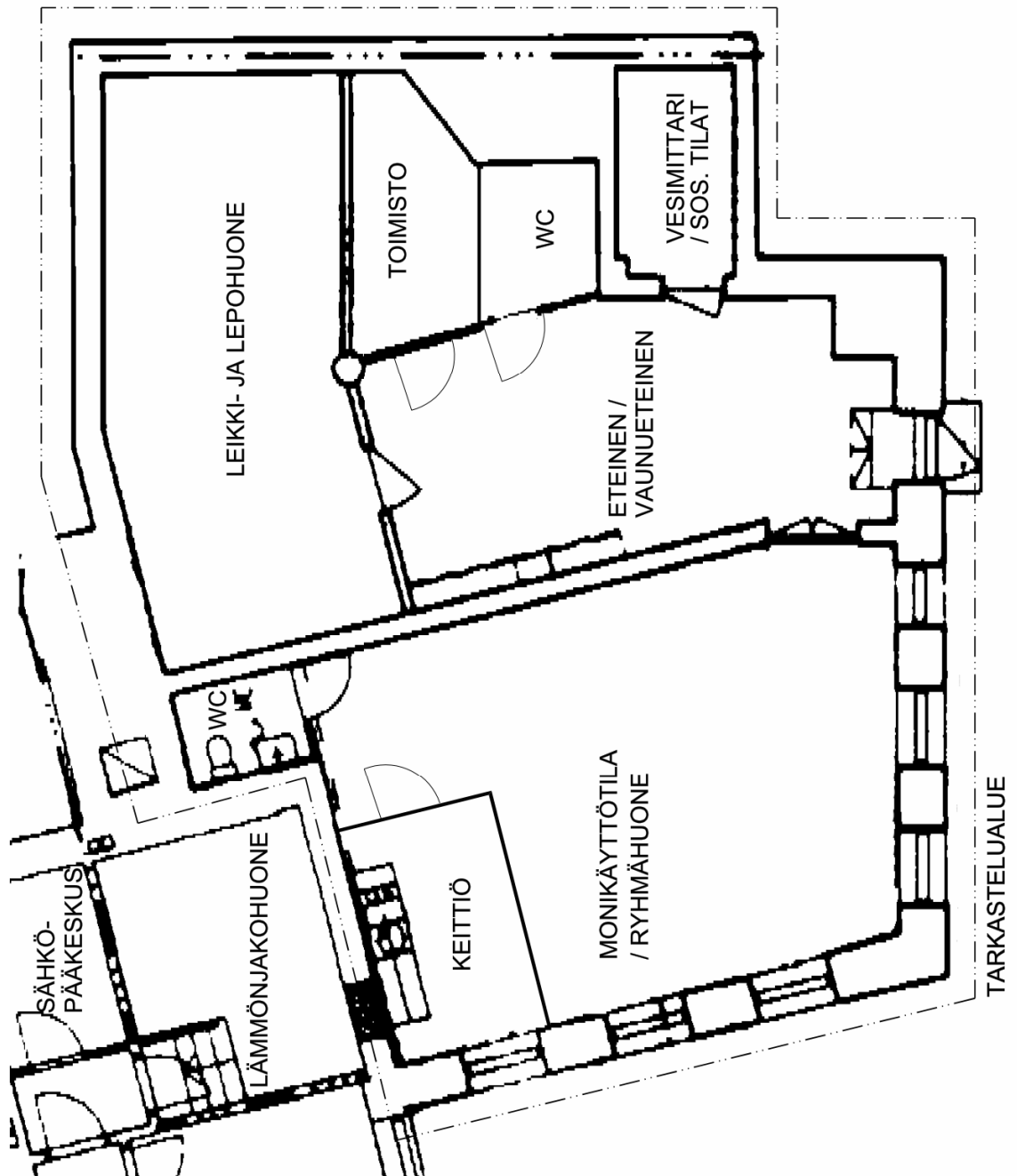
- 22 Rakentamismääräyskokoelma D1, Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot. 2007. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <www.ym.fi/download/no-name/%7B975F5616-BE76-4E68-B637-C7A9986AD482%7D/134433>. Luettu 12.10.2019.
- 23 Rakentamismääräyskokoelma D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2011. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <www.ym.fi/download/no-name/%7B5EB5B5EC-4DF9-44B9-A315-94D1E6B84AFE%7D/134437>. Luettu 20.10.2019.
- 24 Rakennusten jäähdytysmarkkinat. 2015. Verkkoaineisto. VTT. <energia.fi/files/399/Rakennusten_jaahdytysmarkkinat_18-12-2015.pdf>. Luettu 12.7.2019.
- 25 Mitsubishi Electric multisplit lämpöpumput. Verkkoaineisto. Scanoffice. <scanoffice.fi/tuote/mitsubishi-electric-multisplit-lampopumput/>. Luettu 17.10.2019.
- 26 Fujitsu ilmalämpöpumppu 8-Multi Split. Verkkoaineisto. FG Finland Oy. <fgfinland.fi/tuote/fujitsu-ilmalampopumppu-8-multi-split-aoyg45lat8/>. Luettu 17.10.2019.
- 27 Timbal Pro on korjausrakentamisen budjetointi ja PTS palvelu. Verkkoaineisto. Timbal palvelut Oy. <timbal.fi/timbal-pro>. Luettu 17.10.2019.
- 28 Päiväkotien suunnittelu, RT 103083. 2019. Rakennustieto Oy.
- 29 Talousmatematiikka / Koronkorko. 2015. Verkkoaineisto. Wikikirjasto. <fi.wikibooks.org/wiki/Talousmatematiikka/Koronkorko>. Luettu 25.10.2019.
- 30 Rakennuskustannusindeksit, kokonaisindeksi, 1922-2018. 2019. Verkkoaineisto. Tilastokeskus. <pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__hin__rki__vv/statfin_rki_pxt_11p2.px>. Luettu 22.10.2019.
- 31 Tasaerälaina. 2004. Verkkoaineisto. Jyväskylän yliopisto. <www.math.jyu.fi/maty/peruskurssi/talousmatematiikkaa/korkor3.8.htm>. Luettu 22.10.2019.
- 32 Ranta, Elina, Kujala, Piia. Tällaisia marginaaleja pankit tarjoavat nyt asuntolainoille. 2018. Verkkoaineisto. <www.is.fi/taloussanomat/art-2000005917102.html>. Luettu 2.11.2019.
- 33 Kokkonen, Paavo, Korhonen, Martti, Vuorio, Elina. Asuntojen hintakehityksessä suuria eroja kaupunkien sisällä. 2019. Verkkoaineisto. <www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/asuntojen-hintakehityksessa-suuria-eroja-kaupunkien-sisalla/>. Luettu 2.11.2019.

- 34 Investointilaskelmat. 2009. Verkkoaineisto. Aalto yliopisto. <wiki.aalto.fi/display/TU22/8.+Investointilaskelmat>. Luettu 22.10.2019
- 35 Vuoden 2019 laskelmissa käytettäväksi tarkoitettu korkokustannus. 2019. Verkkoaineisto. Valtiokonttori. <www.valtiokonttori.fi/maaraykset-ja-ohjeet/vuoden-2019-laskelmissa-kaytettavaksi-tarkoitettu-korkokustannus/>. Luettu 22.10.2019
- 36 Vapaat liiketilat. 2019 Verkkoaineisto. Kauppalehti. <<https://toimitilat.kauppalehti.fi/List?ea=ac:91,ac:92&t=81&suitable=koulutus>>. Luettu 26.10.2019.
- 37 Vapaat toimitilat. 2019. Verkkoaineisto. YritysVoimala Oy. <toimitilat.yritysvoimala.fi/default.asp?op=naytakunnankohteet&kunta=Hyvink%E4%E4>. Luettu 25.10.2019.
- 38 Vuokrattavat asunnot. 2019. Verkkoaineisto. Oikotie. <asunnot.oikotie.fi/vuokrattavat-asunnot?locations=%5B%5B910181,5,%2213100,%20H%C3%A4meenlinna%22%5D%5D&cardType=101>. Luettu 27.10.2019.
- 39 Vuokrattavat toimitilat. 2019. Verkkoaineisto. Oikotie. <<https://toimitilat.oikotie.fi/vuokrattavat-toimitilat?locations=%5B%5B76,6,%22H%C3%A4meenlinna%22%5D%5D&cardType=106&businessType%5B%5D=2>>. Luettu 27.10.2019.

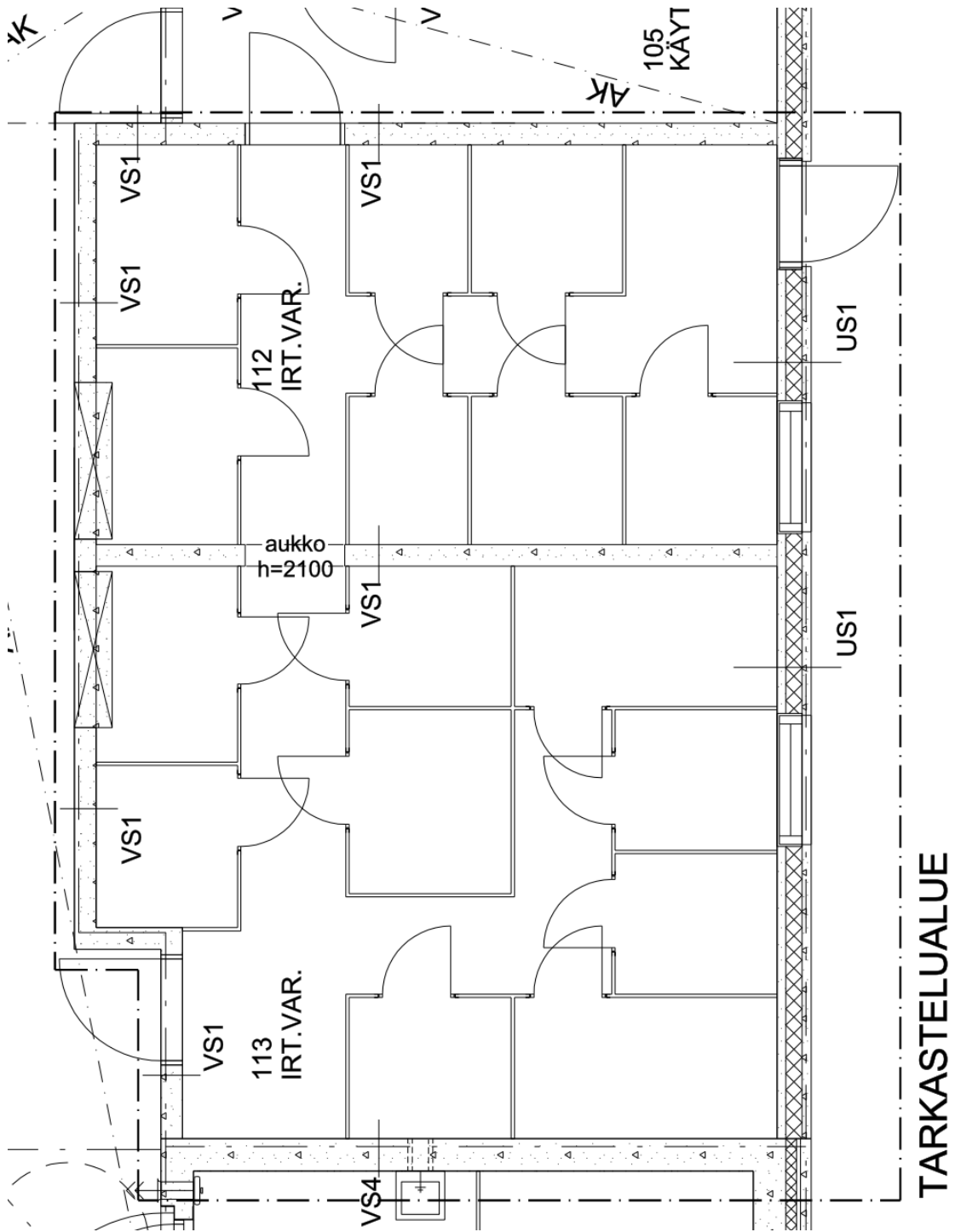
Esimerkkikohde 1, pohjakuva, perustilanne



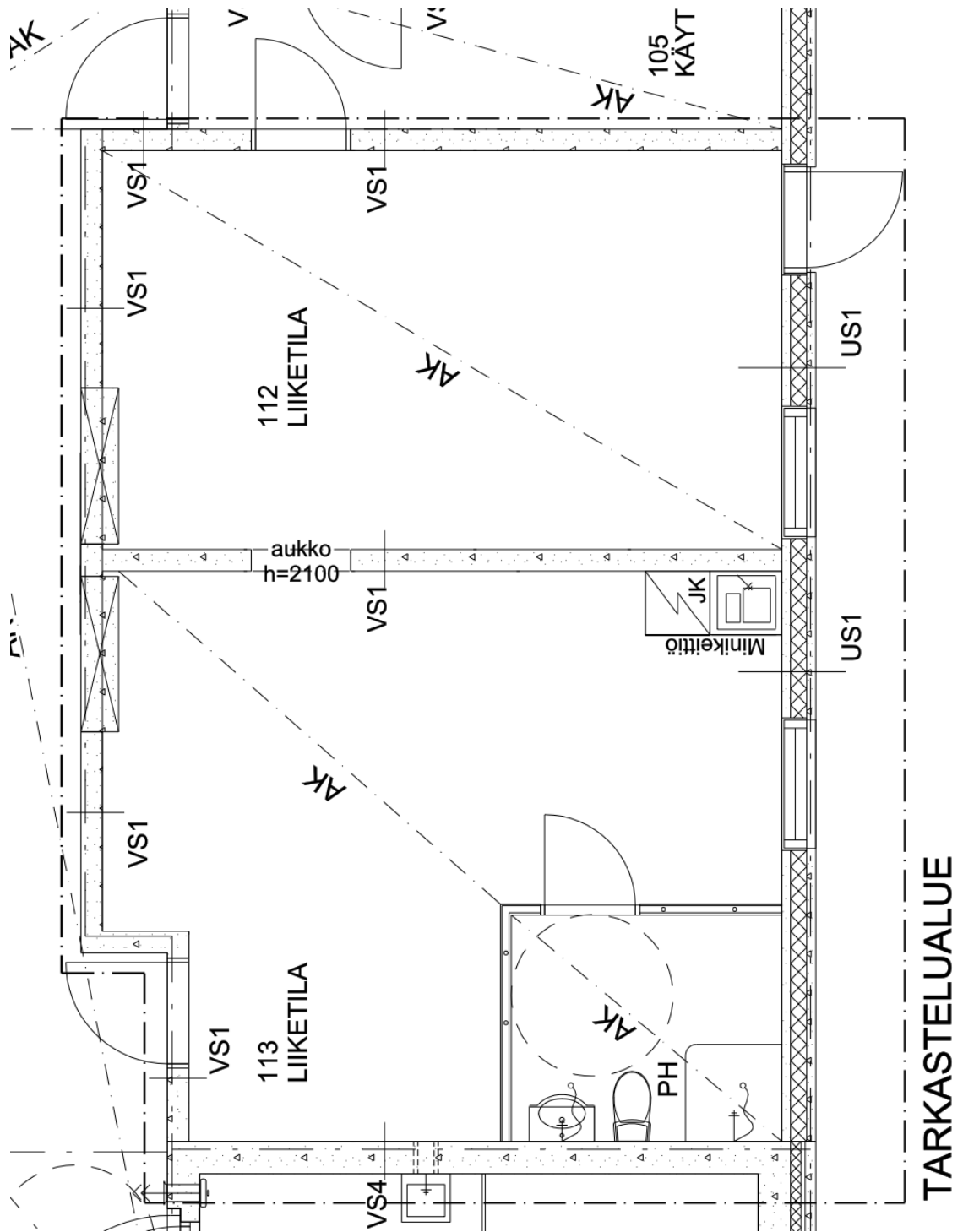
Esimerkkikohde 1, pohjakuva, vaihtoehtotilanne



Esimerkkikohde 2, pohjakuva, perustilanne



Esimerkkikohde 2, pohjakuva, vaihtoehtotilanne



Esimerkkikohde 3, pohjakuva, perustilanne ja vaihtoehtotilanne

