

lidaliina Laitala

RIVITALON ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Rivitalon energiatehokkuuden parantaminen

Idaliina Laitala
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Rakennusarkkitehti
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tekniikan yksikkö, rakennusarkkitehti

Tekijä: Iidaliina Laitala

Opinnäytetyön nimi: Rivitalon energiatehokkuuden parantaminen

Työn ohjaaja: Seppo Perälä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 35 + 4 liitettä

Euroopan unionin alueella noin 40 prosenttia energiankulutuksesta kohdistuu rakennuksiin. Rakennuksien lämmittämisestä aiheutuvat 36 prosentin hiilidioksidipäästöt EU:n alueella, minkä vuoksi Euroopan unionin asettaman energiatehokkuusdirektiivin tavoitteena onkin pienentää hiilidioksidipäästöjä rakennusten energiatehokkuutta parantamalla. Energiankulutuksen tavoitteeksi on asetettu 32,5 prosenttia vuodelle 2030.

Opinnäytetyössä perehdyttiin luvanvaraisia korjaus- ja muutostöitä koskeviin energiatehokkuusvaatimuksiin. Tarkoituksena oli selvittää rakenne- ja rakennusosakohtaiset U-arvovaatimukset korjattaville rakenteille syksyllä 2020 sijoittajan omistukseen siirtyneelle rivitaloyhtiölle. Rivitalo on tarkoitettu vuokra-asumiseen. Sähkölämmitteinen rivitalo on rakennettu vuonna 1998, eikä edellinen omistaja ollut juurikaan huolehtinut rakennuksen kunnossapidosta. Lisäksi tavoitteena oli pohtia rivitalon rakenteille- ja rakennusosille kannattavia korjaustoimenpiteitä rakennuksen kuntoa ja energiatehokkuutta ajatellen. Korjauksien suunnittelussa käytettiin apuna kuntotarkastusraporttia.

Työssä selvitettiin ensin U-arvot olemassa oleville rakenteille ja rakennusosille, minkä pohjalta saatiin laskettua rakennuksen energiankulutus ennen korjauksia. Laskelmien jälkeen tarkasteltiin rivitalon korjaustarpeessa olevia rakenteita ja rakennusosia. Korjauskohteeksi valikoituneille rakenteille ja rakennusosille selvitettiin korjaukset, jonka avulla päästään energiatehokkuusvaatimusten mukaiselle tasolle.

Opinnäytetyössä todettiin, että suurimmat hyödyt energiankulutukseen saadaan yläpohjan lisäeristyksellä ja ikkunoiden vaihtamisella sekä rakenneliittymien oikeanlaisella tiivistyksellä. Työssä esitettiin remontissa eri korjaustavoilla saatavat energia- ja kustannussäästöt korjaustapakohtaisesti sekä laskettiin takaisinmaksuaika tehdyille korjauksille. Koska rakennuksesta on pidettävä huolta koko rakennuksen elinkaaren ajan, pohdittiin myös väistämättä eteen tulevia korjauksia, joiden avulla voidaan entisestään parantaa rakennuksen energiatehokkuutta.

Koska uusiutuvaa energiaa halutaan hyödyntää rakennuksien lämmityksessä tulevaisuudessa yhä enemmän, työssä tarkasteltiin vaihtoehtoja uusiutuvan energian hyödyntämiseen rivitalon lämmityksessä. Sopivimmaksi vaihtoehdoksi osoittautui ilmailmalämpöpumpun asentaminen sähkölämmityksen rinnalle. Todellisuudessa sijoittajan ei kuitenkaan kannata tehdä muutoksia lämmitysjärjestelmiin, sillä vuokralaiset kustantavat itse lämmityksestä ja käyttövedestä aiheutuvat kulut.

Asiasanat: rivitalo, energiatehokkuus, korjausrakentaminen, korjaus- ja muutostyöt

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Architecture

Author: Iidaliina Laitala
Title of thesis: Improving Energy Efficiency of Row House
Supervisor: Seppo Perälä
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021
Number of pages: 35 + 4 appendices

European Union has set an energy efficiency directive, whose purpose is to reduce carbon dioxide emissions by improving general energy efficiency for buildings. At the moment, 40 percent of total amount of public energy is targeted to the buildings, and the target set for 2030 is to reduce emissions to 32.5 percent. This thesis is contemplating energy efficient requirements for renovation construction in Finland, which are generally subject to permissions. Corrections which improve energy efficiency must be made in connection with the repairs and alteration work subject to license if they are economically, technically and functionally profitable measures.

The subject of review for this thesis is a row house built in 1998. In the autumn of 2020 this row housing company has been transferred to new owners, acquired for investment purposes. The apartments are purposed to be rented, and for this reason all repairs should be viable from the investment point of view, as well. The purpose of the thesis task is to find out the most reasonable measures, compare the value and condition of the apartments, and consider the energy efficiency.

The energy efficiency requirements for repaired structure and building components was clarified, and after that, the calculations for energy consumptions and expenses were made. The final task was to find out the viability of construction and the time for repayment. The thesis also clarified the possible constructions in the coming years, which can improve the energy efficiency in the future. At the end of the thesis, heating systems in the row house and using renewable energy for heating the building were discussed.

Even though all the other repairs would have been made but structural joints were not sealed, the energy loss would have been almost equal to the compared original situation. When repairing old buildings, it is good to pay primarily attention to structure joints so that with the corrections the energy efficiency of the building can be influenced as much as possible.

Keywords: row house, energy efficiency, renovation building

SISÄLLYS

SISÄLLYS.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 ENERGIATEHOKKUUS KORJAUSRAKENTAMISESSA.....	7
2.1 Rivitalojen energiankulutus Suomessa.....	7
2.2 Rakennusten energiatehokkuus.....	8
2.3 E-luku ja energiatodistus.....	9
2.4 Luvanvaraisten korjaus- ja muutostöiden rakennuslupa.....	10
3 RIVITALOJEN KORJAUS- JA MUUTOSTYÖT.....	11
3.1 Rivitalojen korjausaste Suomessa.....	11
3.2 Energiatehokkuuden parantamisen korjaustavat.....	12
3.3 Uusiutuvat energialähteet.....	13
4 KORJAUSKOHTENA OLEVA RIVITALO.....	14
4.1 Rivitalon lähtötiedot.....	14
4.2 Alkuperäiset vaipan rakenteet.....	15
4.3 Täydentävät rakennusosat ja tekniikka.....	16
4.4 Laskennallinen energiankulutus ennen korjauksia.....	17
5 RIVITALON KUNNOSTAMINEN.....	19
5.1 Rivitalon lämpöhäviöt ja energiankulutus.....	19
5.2 Rakennusosien korjaaminen.....	20
5.3 Rivitalon laskennalliset kulutustiedot ja korjauskustannukset remontin jälkeen.....	22
6 TULEVAISUUDEN KORJAUSEHDOTUKSET.....	25
6.1 Lämmin käyttövesi.....	25
6.2 Ilmanvaihto.....	26
6.3 Radiaattorit.....	28
6.4 Rivitalon lämmitysmuoto ja uusiutuvan energian käyttö.....	28
7 YHTEENVETO.....	30
LÄHTEET.....	32
LIITTEET.....	36

1 JOHDANTO

Euroopan unionin alueella noin 40 prosenttia energiankulutuksesta vievät rakennukset. Lisäksi rakennusten aiheuttamat hiilidioksidipäästöt ovat 36 prosenttia EU:n alueella. Rakennusten suurimpia energiaa kuluttavia asioita ovat lämmitys, valaistus, jäähdytys sekä lämmin vesi. Täten Euroopan unioni on asettanut energiatehokkuusdirektiivin (1), jonka tavoitteena on vähentää hiilidioksidipäästöjä rakennusten energiatehokkuutta parantamalla. Vuonna 2018 käyttöön otetulla energiatehokkuusdirektiivin muutoksella (2) otettiin käyttöön pitkän aikavälin peruskorjausstrategia. Direktiivin toteutumiseksi kunkin jäsenmaan on laadittava pitkän aikavälin peruskorjausstrategia, jossa on asetettu ohjeellisesti välitavoitteet vuosille 2030, 2040 ja 2050. Vuoteen 2030 mennessä energiankulutuksen vähennystavoitteeksi asetettiin 32,5 prosenttia. (3.)

Opinnäytetyön taustaksi tutustutaan ympäristöministeriön sekä maankäyttö- ja rakennuslain laatiin säädöksiin ja lakeihin, jotka koskevat energiatehokasta korjausrakentamista. Lisäksi työssä selvitetään rakennuskohtaisesti sovellettavia energiakorjaustoimenpidevaihtoehtoja luvanvaraisille korjaus- ja muutostöille. Työssä tutustutaan myös Suomen rivi- ja ketjutalojen rakennuskannan määrään sekä korjaustarpeisiin. Tavoitteena on pohtia opinnäytetyön pääkohteena olevalle rivitaloyhtiölle energiatehokkuutta parantavia korjaustoimenpiteitä, joiden avulla rakennuksen energiankulutusta saadaan pienennettyä.

Ensimmäisenä opinnäytetyössä selvitetään työn pääkohteena olevalle rivitalolle lähtötiedot, minkä jälkeen lähdetään laskennallisesti selvittämään rakenne- ja rakennusosakohtaisia energiatehokkuutta parantavia korjaustoimenpiteitä. Valikoiduille korjaustoimenpiteille lasketaan korjauskustannukset sekä korjausten myötä saadut energia- ja kustannussäästöt. Työn lopussa käydään läpi lähivuosina eteen tulevia välttämättömiä korjauksia, joiden avulla saataisiin parannettua rivitalon energiatehokkuutta entisestään. Viimeisenä työssä pohditaan mahdollisuutta hyödyntää uusiutuvaa energiaa rivitalon lämmityksessä.

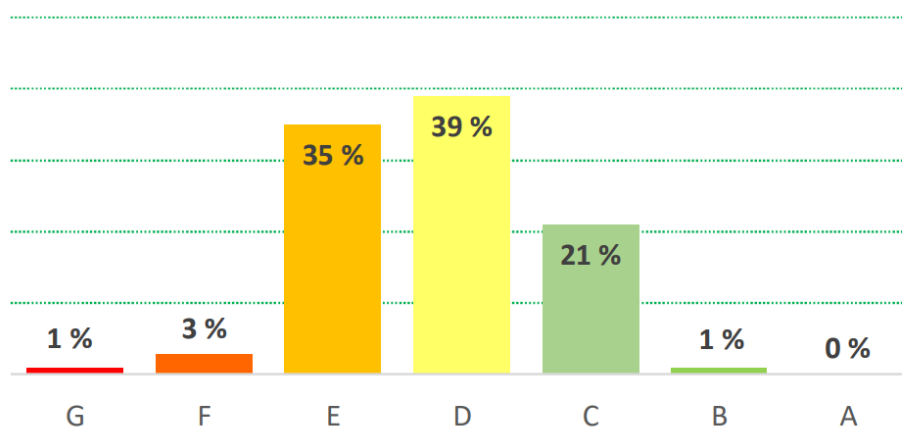
2 ENERGIATEHOKKUUS KORJAUSRAKENTAMISESSA

Energiatehokkuusvaatimuksien perusteella rakennuksia halutaan rakentaa ja korjata energiaa ja luonnonvaroja säästäten. Asuinrakennuksen energiatehokkuutta ohjataan maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä ympäristöministeriön säännöksillä. Korjausrakentamisessa rakennusten käyttötarkoituksen muutoksen tai korjaus- ja muutostöiden yhteydessä on energiatehokkuutta parannettava, mikäli se on taloudellisesti, teknisesti ja toiminnallisesti toteutettavissa. Rakennuksen käyttötarkoituksen huomioon ottaen on energiatehokkuuden vaatimusten täytyminen esitettävä virallisten energialaskelmien avulla. (4, 117 g §.)

2.1 Rivitalojen energiankulutus Suomessa

Suomessa energiankokonaiskulutuksesta 26 prosenttia kuluu rakennusten lämmitykseen vuonna 2019 tehdyn tilaston mukaan. Lisäksi energiaa kuluu lämpimän käyttöveden lämmittämiseen sekä laitesähköön, kuten kodinkoneisiin ja valaistukseen. (5.) Yhteensä asuinrakennuksia on Suomessa noin 1,3 miljoonaa, josta rivi- ja ketjutaloja on noin 82 000 (6).

Energiatehokkuutta kuvataan energialuokilla sekä lämmitysenergian kokonaiskulutuksella. Vuoden 2018 energiatodistustlain mukaisesti laadittujen energiatodistuksien mukaan suurin osa rivitaloista sijoittuu C-, D- ja E-energialuokkiin (kuva 1).



KUVA 1. Rivitalojen energialuokkajakauma vuonna 2019 (7)

Ennen vuotta 2013 rakennusten energiatehokkuutta ohjaava asetus oli tarkoitettu ainoastaan uudiskohteille. Vanhojen rakennuksien kohdalla on usein haastava päästä uudiskohteen määräyksien tasolle, mikä toi haasteita korjausrakentamisen puolelle. Muutos- ja korjaustöiden energiatehokkuutta ohjaava asetus on tullut voimaan vuonna 2013. Sen avulla ohjataan luvanvaraisia korjausrakentamisen kohteita parantamaan energiatehokkuutta muutos- ja korjaustöiden yhteydessä. Uuden korjausrakentamista koskevan asetuksen myötä korjauskohteiden energiatehokkuuden parantamiselle on vaihtoehtoja ja laskentaperiaatteita, joilla ohjataan korjauskohteena olevien rakennuksien energiatehokkuuden parantamista. Uuden määräyksen myötä korjauskohteena olevien rakennuksien energiatehokkuutta voidaan ohjata paremmin. (4, 125 §.)

2.2 Rakennusten energiatehokkuus

Energiatehokkuudella tarkoitetaan rakennuksen käytön aikana kuluvaan ostoenergiämäärää. Ostoenergiankulutus koostuu rakennuksen lämmitys-, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmien energiankulutuksesta, johon lisäksi lasketaan mukaan valaistuksen, järjestelmien apulaitteiden sekä kuluttajalaitteiden, kuten kodinkoneiden, energiankulutus. Laskennassa otetaan huomioon uusiutuvan energian osuus energian loppukäytöstä, mikä vähennetään kokonaisenergiankulutuksesta. (8, 6 §.)

Rakennusten energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa rakenteiden ja rakennusosien lämmöneristävyydellä sekä kiinnittämällä huomio teknisten laitteiden energiankulutukseen. Pienempiä toimia energiankulutuksen pienentämiseksi ovat ikkunoiden ja ovien tiivistäminen sekä ilmanvaihdon säätäminen oikein. Jopa 20–40 prosenttia asuinrakennuksen lämmitystarpeesta johtuu ilmanvaihdon lämmittämisestä. (9.) Käyttäjä voi vaikuttaa energiankulutukseen lämpimän käyttöveden sekä sähkölaitteiden, kuten valaistuksen järkevällä käytöllä. Käyttöveden osuus energiasta on jopa 15 prosenttia ja sähkölaitteiden osuus 13 prosenttia asumiseen kuluva kokonaisenergiasta. (10.)

Vaipan lisäeristyksellä, rakennusosien, kuten ikkunoiden ja ovien, vaihdolla sekä teknisten laitteiden, kuten ilmanvaihdon, käyttöveden ja tilojen lämmityslaitteiden, päivitykset ovat keinoja, joilla voidaan parantaa rakennuksen energiatehokkuutta laajemmin. Tällöin rakennuksen käytön aikana aiheutuva energiantarve vähenee ja kustannukset pienenevät tai vaihtoehtoisesti lämmitysenergialle saadaan parempi vastine energian pysyessä hallitummin rakennuksen sisällä. (9.)

2.3 E-luku ja energiatodistus

E-luku ilmoitetaan rakennukseen laaditussa energiatodistuksessa. E-luku on rakennuksen laskennallinen ostoenergiakulutus, johon on otettu huomioon kaikki rakennuksen tekniset järjestelmät sekä rakennusosien ominaisuudet. Maankäyttö- ja rakennuslaki on laatinut energiamuotojen ker-toimia, jonka avulla energiankulutus muutetaan E-luvuksi. Energiankulutus kerrotaan energiamuo-tokertoimella, joka on otettu käyttöön vuonna 2018. Energiatodistuksessa E-luku ilmoitetaan kilo-wattitunteina lämmitettyä nettoalaa kohden vuodessa. Energiamuotokertoimia ovat

- sähkö 1,2
- fossiiliset polttoaineet 1,0
- uusiutuva energia 0,5
- kaukolämpö 0,5
- kaukojäähdytys 0,28. (11, 1 §.)

Energiatodistuksen avulla saadaan vertailukelpoinen todistus rakennuksen energiatehokkuudesta. Siitä on hyötyä rakennuksen myynti- ja vuokraustilanteissa. Energiatodistus sisältää ammattilaisen laatimia toimenpide-ehdotuksia, joiden avulla rakennuksen energiatehokkuutta voidaan parantaa. (12, 9 §.)

Suomessa energiatodistuksen laatiminen on tullut pakolliseksi uudisrakentamisessa vuodesta 2008 lähtien. Rakennuksen energiatodistuksen laatimisesta on tehty asetuksia vuonna 2007, 2013 ja tuoreimpana energiatodistus lasketaan vuoden 2018 asetuksen mukaisesti. (13.) Energiatodis-tus on voimassa siihen saakka, kunnes rakennuksesta laaditaan uusi energiatodistus tai enintään kymmenen vuoden kuluttua laatimisesta (12, 8 §). Energiatodistus vaaditaan uudisrakentamisessa aina ja se on toimitettava rakennusvalvontaviranomaiselle rakennuslupavaiheessa. Lisäksi ener-giatodistus on oltava nähtävillä myynti- ja vuokraustilanteissa, pois lukien laissa ilmoitettujen poik-keuksien kohdalla. (12, 5–6 §.) Korjauskohteissa energiatodistuksen laatiminen tulee pakolliseksi, mikäli valitaan korjaustavaksi kokonaisenergiakulutuksen eli E-luvun parantaminen rakennuk-sessa. Tällöin on osoitettava energiatehokkuuden vähimmäisvaatimuksien täyttyminen laskelmilla rakennusvalvontaviranomaiselle. (14, 113 §.)

Energiatodistuksien laatimista ja tilastointia valvoo ARA eli Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus. ARA:n rekisterissä on tällä hetkellä yli 85 000 voimassa olevaa energiatodistusta kaikille rakennuk-sille. Näistä rivi- ja ketjutaloille on laadittu energiatodistuksia yhteensä 15 336. (15.)

2.4 Luvanvaraisten korjaus- ja muutostöiden rakennuslupa

Vuonna 2013 voimaan tulleen ensimmäisen korjausrakentamista koskevan rakentamismääräyksen avulla ohjataan rakennusten energiatehokkuuden parantamista korjaus- ja muutostöiden yhteydessä. Korjaus- ja muutostöiden luvanvaraisuus tulee kyseeseen, mikäli rakennusta laajennetaan, korjaus vastaa uuden rakentamista tai kerrosala suurenee. Lisäksi tarvitaan rakennuslupa, jos korjauksilla on vaikutusta rakennuksen käyttäjien terveellisyyteen ja turvallisuuteen. On myös tarkasteltava energiatehokkuutta, mikäli teknisiin järjestelmiin kohdistuu korjaus- ja muutostöitä, joiden avulla voitaisiin merkittävästi parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. (16.)

Rakennuslupavaiheessa on selvitettävä korjaus- ja muutostyön energiatehokkuus. Selvitys laitetaan rakennuslupaan liitteeksi ja siihen on merkittävä valittu rakennuksen energiatehokkuuden parantamisvaihtoehto. Selvityksessä parantamisvaihtoehtoja on kolme: rakennusosakohtaisesti U-arvon parantaminen, rakennuksen standardikäyttöön perustuva energiankulutuksen parantaminen tai rakennuksen standardikäyttöön perustuva kokonaisenergiankulutus eli E-luvun parantaminen. Energiatehokkuuden parantamisvaihtoehtoja tarkastellaan tarkemmin korjaustapojen yhteydessä. Mikäli energiatehokkuuden parantaminen rakennuksessa ei ole kannattavaa, on selvityksessä haettava vapautusta energiatehokkuuden parantamisvelvollisuudesta. Selvitykseen on laitettava liitteeksi selvitys siitä, miksi energiatehokkuuden parantaminen ei ole järkevää taloudellisesti, teknisesti tai toiminnallisesti perusteltuna. (17.)

3 RIVITALOJEN KORJAUS- JA MUUTOSTYÖT

Kiinteistön huollon ja korjaamisen merkitys rakennuksen elinkaarta ajatellen on suuri. Asianmukaisella kiinteistön hoidolla voidaan pitää yllä rakenteiden sekä teknisten laitteiden kuntoa. Kunnossapidon tarkoituksena on huoltaa ja korjata rakennuksen rakenteita ja teknisiä laitteita koskevia osia, jotta tekninen käyttöikä on mahdollista saavuttaa. Hyvän kiinteistönhoidon avulla pysytään paremmin tietoisina rakennuksen kunnosta sekä osataan varautua tuleviin korjaustoimenpiteisiin ja ennaltaehkäistä niitä. Lisäksi rakennuksen elinkaarta saadaan pidennettyä huolellisen kiinteistönhoidon avulla huomattavasti. (18.)

3.1 Rivitalojen korjausaste Suomessa

Vuodesta 2010 alkaen rakennuksen vaipan eristysvaatimukset ovat pysyneet samalla tasolla tähän päivään saakka. Vuodesta 2020 lähtien asuinrakennusten tulee olla lähes nollanenergiarakennuksia. Vuotta 2010 ennen rakennetut ja korjaamattomat asuinrakennukset sijoittuvat energialuokkaan D tai huonompiin. (19.) Suomen rakennuskanta jaetaan ympäristöministeriön suosituksen mukaan korjattuihin- ja heikkokuntoisiin rakennuksiin, jossa uudisrakennukset ja korjatut rakennukset sijoittuvat energialuokkiin A, B ja C. Heikkokuntoiset ja korjausrakentamisen tarpeessa olevat rakennukset luokitellaan energialuokkaan F ja G. (16.) Rivi- ja ketjutaloista heikkokuntoisiin F- ja G-energialuokkiin kuuluvia rakennuksia on yhteensä noin 7 000 Suomessa (15).

Tilastoja tarkasteltaessa voidaan kuitenkin huomata, että vain pienelle osalle rivi- ja ketjutaloista on laadittu energiatodistus. Tätä selittää osaltaan käytäntö energiatodistuksen laatimisvelvollisuudesta, joka on tullut pakolliseksi uudisrakennuksille vasta vuodesta 2008 lähtien. Korjausrakentamisen puolella energiatodistuksen laatiminen on tullut voimaan vuonna 2013 ja se on laadittava, mikäli rakennuksen kokonaisenergiankulutusta eli E-lukua parannetaan korjaus- ja muutostöiden yhteydessä. Vanhojen rakennuksien kohdalla energiatodistusta voidaan vaatia korjaus- ja muutostöiden lisäksi myynti- ja vuokraustilanteissa. Korjaustöiden yhteydessä voidaan kuitenkin valita esimerkiksi rakennusosakohtainen U-arvon parantaminen, mikä tarkoittaa sitä, että rakennuksen kokonaisenergiankulutusta ei tarkastella vaan ainoastaan ilmoitetaan rakenneosalle uusi korjausrakentamisen vaatimuksien mukainen U-arvo. Tämän vuoksi korjattujen rakennuksien kohdalla ei välttämättä vaadita energiatodistuksen hankkimista, joka päätyisi tilastoihin. (14.)

3.2 Energiatohokkuuden parantamisen korjaustavat

Luvanvaraisia korjaus- ja muutostöitä suunniteltaessa on valittava rakennukselle sopivin korjaustapa kolmesta eri vaihtoehdosta. Ensimmäinen tapa on toteuttaa energiatohokkuutta parantavia korjaustoimenpiteitä rakennusosakohtaisesti. Ympäristöministeriön asetuksista löytyvät laskenta-periaatteet, joiden avulla voidaan laskea uudelle rakennusosalle vaatimuksien mukainen uusi U-arvo. Korjatun yläpohjan ja ulkoseinän U-arvon tulee olla alkuperäinen U-arvo $\times 0,5$, mutta kuitenkin enintään nykymääräyksiä täyttävät vaatimukset rakenteiden eristävydestä. Alapohjan energiatohokkuuden parantamiselle ei ole asetettu korjauksien jälkeisiä U-arvovaatimuksia, vaan alapohjan energiatohokkuutta voidaan parantaa mahdollisuuksien mukaan. Korjauksien yhteydessä vanhojen ikkunoiden ja ovien lämmönpitävyyttä on parannettava mahdollisuuksien mukaan. Mikäli rakennukseen vaihdetaan uudet ikkunat ja ovet, on U-arvon oltava enintään $1,0 \text{ Wm}^2\text{K}$. (14, 4 §.)

Toisena vaihtoehtona on saada pienennettyä rakennuksen standardikäyttöön perustuvaa energiankulutusta. Laskennoissa voidaan käyttää apuna esimerkiksi laskentapalveluiden sivustoa, jossa saadaan selvitettyä rakennuksen energiankulutus ennen ja jälkeen korjauksen. Asetuksessa on säädetty eri rakennusluokille energiakulutusvaatimuksia ja energiankulutuksen maksimimäärät suhteutetaan rakennuksen kokonaisalaan. Pien-, rivi- ja ketjutaloilla vaatimus on ≤ 180 kilowattituntia neliölle. (14, 6 §.)

Kolmas vaihtoehto energiatohokkuuden parantamiselle on standardikäyttöön perustuvan kokonaisenergiakulutuksen, eli E-luvun pienentäminen. Ympäristöministeriön asetuksista löytyy erillinen kaava, jolla lasketaan rakennusluokan mukainen sallittu kulutus rakennukselle. Pien-, rivi- ja ketjutaloille laskentakaava on $E\text{-vaadittu} \leq 0,8 \times E\text{-laskettu}$. (14, 7 §.)

Ympäristöministeriön asetuksella rakennuksen energiatohokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä on säädetty myös teknisiin järjestelmiin kohdistuvia vaatimuksia. Säädöksissä annetaan erilaisia ohjeita koskien rakennuksen ilmanvaihtoa korjauksen jälkeen. Rakennuksen poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen on oltava vähintään 45 prosenttia ja koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,0 kilowattia kuutiolle sekunnissa korjauksen jälkeen. (14, 5 §.)

Rakennuksen korjaustöitä suunniteltaessa on otettava huomioon rakenteiden kokonaisvaltainen toimivuus korjauksien jälkeen. Lisäeristysten, ikkunoiden ja ovien tiivistyksen sekä teknisten lait-

teiden korjauksien suunnittelussa on otettava huomioon, millä tavoin korjaus vaikuttaa rakennukseen rakennusfysikaalisesti. Korjauksien myötä lämmön ja kosteuden siirtyminen rakennuksessa ja rakenteiden sisällä voi muuttua, jolloin on riskinä kosteuden tiivistyminen rakenteisiin ja tämän myötä rakenteiden vaurioituminen. Mikäli energiakorjausta ei voi toteuttaa esimerkiksi rakennusfysikaalisin perustein, voidaan sen perusteella hakea vapautusta energiakorjauksesta. (14, 13 §.)

3.3 Uusiutuvat energialähteet

Suomessa uusiutuvan energian osuus energian loppukäytöstä on noin 37 prosenttia. Energia- ja ilmastostrategian sekä hallitusohjelman tavoitteiden mukaisesti uusiutuvan energian käyttöä pyritään kasvattamaan entisestään. Suomen tavoitteena on vuoteen 2030 mennessä saavuttaa uusiutuvan energian loppukulutukseksi vähintään 51 prosentin osuus. (20.)

Rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen eli E-luvun laskennassa otetaan huomioon rakennuksen lämmitysmuoto sekä lämmön tuotantotapa. E-luvun laskentaan on määritelty eri energiamuotojen kertoimia ja uusiutuvan energian käytölle kerroin on muita kertoimia pienempi. Käyttäessä uusiutuvaa energiaa rakennuksen lämmityksessä saadaan ostoenergian osuutta vähemmäksi ja tämän kautta E-lukua pienennettyä. (11.)

Vaihtoehtoisia uusiutuvia energialähteitä ovat vesivoima, aurinkoenergia, tuulivoima, puuenergia, peltoenergia, biovoima ja lämpöpumput. Tärkein Suomessa käytettävä energialähde on bioenergia. Biomassoja saadaan metsistä, pelloilta ja maataloudesta sekä teollisuuden sivuvirroista ja jätteistä. Biomassaa voidaan jalostaa kiinteästä polttoaineesta kaasumaisiin ja nestemäisiin polttoaineisiin. Toiseksi tärkein energiamuoto on vesivoima ja tämän jälkeen tulee tuulivoima, jonka käytön osuus on kasvanutkin viime vuosina voimakkaasti. Asuinrakennuksille tutuimpia uusiutuvia energiamuotoja ovat aurinkoenergia sekä erilaiset lämpöpumput. Yleisimpiä uusiutuvan energian lämmitysmuotoja on maalämpö sekä erilaiset lämpöpumput ja aurinkoenergian hyödyntäminen rakennuksen- ja käyttöveden lämmityksessä. Uusiutuvan energiankäytön lisäämisellä säästetään luonnonvaroja sekä samalla voidaan tehdä huomattavia säästöjä rakennuksen lämmityskustannuksiin. (21.)

4 KORJAUSKOHTEENA OLEVA RIVITALO

Opinnäytetyössä tarkastelun kohteena on vuonna 1998 rakennettu rivitaloyhtiö. Rivitaloyhtiö on siirtynyt uusien omistajien haltuun loppuvuodesta 2020 ja uudet omistajat tulevat korjaamaan rakennusta energiatehokkuuden parantamiseksi. Pohjana korjauksille on myyjän teettämä kuntotarkastusraportti, jossa on ehdotettu korjauksia rivitalolle. Uudet omistajat ovat hankkineet rivitalon sijoitustoimintaa varten ja kaikki huoneistot ovat tarkoitettu vuokra-asumiseen. Vuokralaiset kustantavat itse lämmityksestä, käyttövedestä ja käyttösähköstä koostuvat kulut.

4.1 Rivitalon lähtötiedot

Puurakenteisessa rivitalossa on kaksi erillistä taloa, joissa on yhteensä yhdeksän asuntoa. Rakennukseen on teetetty myyjän puolesta kuntotarkastus sekä kosteuskartoitus. Rivitalosta ei ole saatavilla piirustuksia tai selostuksia rakenteista. Kohteen energiankulutus on arvioitu lähtötietojen perusteella laskentapalveluiden sivustoa käyttäen. Taulukossa 1 on esitetty rivitalon lähtötiedot.

TAULUKKO 1. Rivitalon lähtötiedot

Rakennusvuosi	1997–1998
Pinta-ala yhteensä	519 m ²
Huoneistot	2 h+k 45 m ² 5 kpl 2 h+k 61 m ² 1 kpl 3 h+k 71 m ² 2 kpl 4 h+k 91 m ² 1 kpl
E-luokka	Energialaskelmien (2018) mukaan rivitalo on energialuokassa E ₂₀₁₈ .
Rakennuksen energiakulutustiedot	Kokonaisenergiankulutus ennen remonttia on 132 267 kilowattituntia vuodessa. (Energiakulutustiedot on selvitetty laskentapalvelun sivustolla (Liite 2.))

4.2 Alkuperäiset vaipan rakenteet

Korjauskohteena olevan rivitalon alkuperäisiä rakennus- ja rakennepiirustuksia ei ollut saatavilla. Rakenteet on siis arvioitu rakennusvuoden tyyppillisten rakenteiden pohjalta sekä korjaustöitä suunniteltaessa on saatu rakenteiden avausten yhteydessä selville osa rakennetyypeistä. Rakenteiden U-arvot on lähtötietojen perusteella selvitetty U-arvolaskureiden avulla. Kuntotarkastusraportissa on rakennusosakohtaisesti esitelty korjauskehotuksia rakenteille ja rakennusosille.

Alapohja ja perustus

Rakennuksen sokkeli on muurattu kevytsoraharkoista, jotka on maalattu. Maali on päässyt irtoamaan harkkojen pinnalta (kuva 1). Kuntotarkastusraportissa kehoitetaan poistamaan irtoava maali-kerros ja rappaamaan sokkeli uudelleen, jotta perustuksen tiiveys myös paranisi. Alapohjarakenteena on maanvarainen betonilaatta, minkä eristeenä on styroksia keskiosalla lattiaa 100 mm ja reunaosilla 150 mm. Alapohjarakenteen U-arvoksi saatiin 0,20 W/mK².



KUVA 1. Rakennuksen maalattu harkkosokkeli

Ulkoseinät

Rivitalon ulkoseinät ovat puurakenteiset. Runkovahvuus rakenteessa on 150 mm, ja eristeenä on mineraalivillaa 150 mm. Lisäksi seinärakenteissa on käytetty höyrynsulkuna muovia. Ulkoseinärakenteen U-arvoksi saatiin 0,28 W/mK². Rakennuksen julkisivut ja ulkoverhous ovat pääsääntöisesti hyvässä kunnossa ja maalipinnassa. Yhden päätyhuoneiston ulkoseinärakenteen sisäpuolella on havaittu merkkejä ilmavuodosta. Luultavasti rakenne ei ole riittävän tiivis yläpohjan ja seinärakenteen liittymästä, minkä vuoksi ilmavirta pääsee kulkemaan rakenteiden läpi (kuva 2).



KUVA 2. Ilmavuodosta johtuvat vauriot yläpohjan ja seinän liittymäkohdassa

Vesikate ja yläpohja

Rivitalon vesikatto on uusittu vuonna 2019 kokonaan. Syynä on ollut lumiesteiden ja kattotikkaiden irtoamisesta johtuneet reiät ja vuotokohdat vesikatossa. Rivitalossa on tuulettuva yläpohja. Rakennukseen tehdyn tarkastuksen perusteella yläpohjan eristekerros on puutteellinen. Kauttaaltaan rivitalon yläpohjassa eristettä on vain 100–150 mm. Yläpohjarakenteessa on käytetty höyrynsulkuna muovia. Rakenteen U-arvoksi saatiin 0,24 W/mK². Kumotun, vuoden 1985 Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan yläpohjan U-arvo tuli olla enintään 0,22 W/mK², minkä perusteella yläpohja ei täytä edes rakennusvuoden aikaisia määräyksiä (22). Kuntotarkastuksessa kehoitetaan lisäeristämään yläpohja. Lisäksi yläpohjassa kulkevien poistoilmakanavien puutteellinen eristys sekä tiiveys on tarpeen korjata.

4.3 Täydentävät rakennusosat ja tekniikka

Rivitalon alkuperäiset ikkunat ovat 2-lasiset lämpölaselementit, ja rakennusvuoden määräyksien perusteella ikkunan U-arvo on 2,1 W/mK² (21). Ikkunat on huonosti tiivistetty ikkunarungon ja lämpölaselementin liitoskohdista (kuva 3). Ikkunoiden huono tiiveys on selkeästi ollut merkittävä energiahukan aiheuttaja rivitalossa. Käytännössä ikkunan ja karmien liitoskohdassa ei ole ollut mitään tiivistettä. Huolimattomasti tehdyt ikkunaliitokset olisivat voineet altistaa ympärillä olevat rakenteet vaurioille, mutta rakenteiden tarkistamisen yhteydessä ei havaittu vaurioita. Rakenteet olivat ehjät ja puuosat kovia. Lisäksi ulkopuolella ei ole minkäänlaista vesipeltiä, vaan pellin virkaa on hoitanut ulkoverhouslauta. Korjaustarkastusraportissa on kehoitettu ikkunoiden vaihtamista uusiin sekä vesipeltien asentamista.



KUVA 3. Lämpölaselementin ja ikkunarungon liittymä

Ulko-ovet rakennuksessa ovat vielä käyttökuntoisia, mutta tiivistämisen tarpeessa. Rakennusvuoden määräyksien perusteella oven U-arvo on $2,1 \text{ W/mK}^2$ (22). Kuntotarkastusraportissa kehoitetaan tiivistämään ovet paremman tiiveyden takaamiseksi ja asumismukavuuden parantamiseksi.

Tekniikka

Huoneistojen lämmitys toimii suoralla sähkölattialämmityksellä sekä alkuperäisillä radiaattoreilla. Jokaisessa huoneistossa on korvausilmaventtiilit ikkunoiden yläpuolella. Lisäksi huoneistoissa ovat poistoilmapuhaltimella varustetut talotuulettimet sekä lämminvesivaraajat, mitkä ovat tulossa teknisen käyttöiän päähän. Kuntotarkastusraportissa kehoituksena on uusia talotuulettimet sekä lämminvesivaraajat lähivuosien aikana

4.4 Laskennallinen energiankulutus ennen korjauksia

Rivitalon energiankulutuksesta ei ole todenmukaisia dokumentteja saatavilla, sillä asukkaat ovat tehneet sähkölaitoksen kanssa omat sähkösopimukset vuokrasuhteen alkaessa. Kohteen energiankulutus ennen remonttia selvitettiin laskentapalvelujen laskureita hyödyksi käyttäen. Koska rakennuksen tiiveys on ollut ikkunoiden vuoksi poikkeuksellisen heikko, käytettiin ilmanvuotoluvun vertailuarvona 70- ja 80-luvulla rakennettujen rakennuksien keskimääräistä ilmanvuotolukua $n50$ 7,0:aa (23).

Rakennuksen kokonaisenergiantulotukseksi saatiin ennen korjauksia 132 267 kilowattituntia eli 255 kilowattituntia asuineliötä kohden vuodessa. Vuosittaiset kustannukset kokonaisenergiasta laskettiin vuoden 2020 sähkön keskihinnalla 15 senttiä kilowattitunnille. Sähkön hinta sisältää energiantulotuksen lisäksi perusmaksun, sähkönsiirtomaksun sekä verot. (24.) Energian kokonaiskustannukseksi saatiin 19 840 euroa vuodessa, joka tekee asuineliötä kohden noin 38 euroa vuodessa.

Suomen Talokeskuksen tekemän tilaston mukaan keskiarvoisesti 2000-luvun rivitalojen lämmitysenergiantulotus on noin 210 kilowattituntia asuineliölle vuodessa. Kohteena olevan rivitalon energiantulotuksen perusteella, voidaan päätellä rakennuksen olevan keskimääräistä huonommin eristetty ja energiatehokkuuden olevan huonompi verrattuna ikäisiinsä rivitaloihin. Rivitalon energiantulotus on jopa suurempi verrattuna 70– ja 80-luvun rivitaloihin, milloin energiantulotus on ollut asuineliötä kohden jopa yli 250 kilowattituntia. (25, s.21.)

5 RIVITALON KUNNOSTAMINEN

Rivitalon korjauksia lähdettiin suunnittelemaan kuntotarkastusraportin pohjalta. Apuna suunnittelussa käytettiin rivitalon laskennallisia energiakulutustietoja. Kohde on tarkoitettu sijoitustoimintaan, joten korjausten tulisi olla mahdollisimman kustannustehokkaasti toteutettavia sekä sijoittajan näkökulmasta kannattavia. Rivitalon vuokralaiset kustantavat itse lämmitys- ja käyttösähköstä koostuvat kulut, mikä onkin yksi vaikuttava tekijä siihen, mitä korjauksia rivitaloon on kannattava tehdä.

Korjaustoimenpiteiden avulla korjataan ja parannetaan rakennuksen olemassa olevaa kuntoa sekä samalla saadaan pidennettyä rakennuksen elinkaarta ja mahdollistetaan vuokraustoiminnan jatkaminen mahdollisimman pitkään. Lisäksi energiatehokkuuteen vaikuttavien korjausten avulla pyritään lisäämään vuokralaisten asumismukavuutta ja samalla pienentämään rakennuksen kokonaisenergiankulutusta.

5.1 Rivitalon lämpöhäviöt ja energiankulutus

Luvanvaraisissa korjaus- ja muutostöissä energiatehokkuutta parantavien korjausten tulee olla taloudellisesti, teknisesti ja toiminnallisesti kannattavia, jotta energiatehokkuutta parantavat korjaukset täytyy tehdä. Rakennukselle voidaan valita luvussa 3.2 esitellyistä kolmesta eri vaihtoehdosta soveltuvin tapa toteuttaa energiatehokkuutta parantavia korjauksia. (4, 117 §.)

Rivitalolle valittiin rakennusosakohtainen korjaustapa, sillä suurimmat ongelmat rakennuksesta saadaan korjattua yksittäisten rakennusosien energiatehokkuutta parantamalla. Kohteeseen tehtyjen laskelmien perusteella suurimmat energiahukat ovat peräisin alapohjasta, yläpohjasta ja ikkunoista. Rivitalon alapohjan eristykseen ei tulla tekemään lisäeristystä, sillä se vaatisi rakenteiden avaamista ja olisi kustannuksiltaan liian suuri. Ainoastaan harkkosokkelin pinta tullaan rappaamaan tiiveyden parantamiseksi. Yläpohjan lämpöhäviö koko rakennusvaipasta on laskennallisesti 25,4 prosenttia ja ikkunoiden lämpöhäviö 17,5 prosenttia.

Taulukossa 2 on esitetty rakennuksen laskennalliset lämpöhäviöt ennen korjauksia. Kylmäsiltojen osuus perustuu rakentamismääräysten taulukkoarvoihin, eivätkä laskennan tulokset sen vuoksi ole todenmukaisia.

TAULUKKO 2. Rakennuksen lämpöhäviöt ennen korjauksia

Ulkoseinät	13,0 %
Yläpohja	25,4 %
Alapohja	20,5 %
Ikkunat	17,5 %
Ovet	14,6 %
Kylmäsiljat	9,0 %

5.2 Rakennusosien korjaaminen

Ikkunat

Huonosti eristävät ja liitoskohdista vuotavat ikkunat lisäävät rakennuksen lämmitysenergian tarvetta sekä aiheuttavat vedon tunnetta. Ikkunoiden tiivistämisellä tai vaihtamisella säästetään usein huomattavia määriä lämmityskustannuksissa. Lisäksi paremman tiiveyden myötä ikkunarakenteen ääneneristävyys paranee (26). Useissa kunnissa ja kaupungeissa ikkunoiden vaihtaminen vaatii toimenpideluvan, ja silloin on ilmoitettava uuden ikkunan U-arvo, joka täyttää ympäristöministeriön asettamat säännökset korjatusta rakennusosasta. Nykysäännöksen mukaan ikkunoiden U-arvon tulee olla $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ tai parempi. (14, 4 §.)

Alkuperäiset ikkunat rivitalossa ovat 2-lasiset lämpölaselementit ja tiivistystä ikkunarunkoon ei ole lainkaan tehty. Energiahukka ikkunoiden kautta on laskennallisesti 17,5 prosenttia koko rakennuksen lämpöhäviöstä. Ensimmäisenä korjauksena rivitaloon vaihdetaan uudet ikkunat. Vaihtoehtoina ovat kiinteät MEK-ikkunat tai lämpölaselementit. Lämpölaselementtien avulla ikkunoiden U-arvoksi voitaisiin saada jopa $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja vanhoihin ikkunoihin verrattuna energissästä olisi vuositasolla noin 11 181 kilowattituntia. MEK-ikkunoiden U-arvo on normaalisti enintään määräyksien mukainen $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja energiasäästö vuositasolla olisi noin 8 789 kilowattituntia. Lämpölaselementin ja MEK-ikkunan välinen ero energiansäästöissä on 2 392 kilowattituntia vuodessa.

Kustannuksissa lämpölaselementtien hinta voi olla jopa puolet edullisempi kuin uusien pokallisten ikkunoiden (27). Lisäksi on huomioitava kuitenkin asennukseen menevä aika ja asennuspalkkio.

Energiatehokkuuden kannalta lämpölaselementtien valitsemisen myötä rakennuksen energiatehokkuus paranisi enemmän verrattuna MEK-ikkunoihin.

Rivitalon omistaja päätyi hakemaan tarjouksen MEK-ikkunoista, sillä ne ovat huomattavasti nopeampia ja helpompia asentaa paikoilleen itse. Omistaja on rakennusalan yrittäjä, jolla on tarvittava osaaminen itsellään. Kohteeseen haettiin tarjous kiinteistä MEK-ikkunoista ja ikkunoiden kokonais-
tarjoukseksi saatiin 8 900 euroa, sisältäen rahdin paikan päälle. Työosuus ikkunoiden asennuksesta ikkunoiden ja rahdin lisäksi on 7 500 euroa, minkä rivitalon omistaja säästi korjauskustanuksista tehtyään ikkunan vaihdot itse.

Uusien ikkunoiden ja rungon liitoskohta tiivistettiin uretaanilla sekä höyrynsulkumuovi liitettiin tiivisteipillä ikkunan karmiin tiiveyden parantamiseksi. Ikkunakorjauksen yhteydessä ikkunoiden ulkopuolelle asennettiin aikaisemmin puuttuneet vesipellit.

Ilmanvaihto

Puutteellisen korvausilman takia voi aiheutua ongelmia sisäilman terveellisyyteen. Jos ilmaa ei saada hallitusti ohjattua korvausilmaventtiilien kautta huoneilmaan, korvausilma kulkeutuu huoneistoon vuotoilmana muita reittejä pitkin. Huoneistoon voi alkaa tulemaan vuotoilmaa huonosti tiivistettyjen rakenteiden lävitse, lattioiden sekä oviliittymien kautta, postiluukuista tai pahimmassa tapauksessa jopa viemäristä. Vääriä reittejä pitkin tuleva vuotoilma voi altistaa erilaisille terveydelle haitallisille yhdisteille, mikä voi aiheuttaa jopa elinikäisiä terveydellisiä ongelmia asukkaalle, kuten allergiaa ja sydän- ja hengityselinsairauksia. (28).

Rivitalokohteen ilmanvaihto toimii ikkunoiden yläpuolella olevien tuloilmaventtiilien ja poistoilmapuhaltimella varustetun talotuulettimen avulla. Uusien ikkunoiden myötä rakennuksen tiiveys parani huomattavasti eikä hallitsematonta vuotoilmaa pääse enää tulemaan huoneistoihin ikkunaliittymistä. Rivitalon korvausilmaventtiilit tarkistettiin korjauksien yhteydessä ja ne todettiin toimiviksi. Riittämättömän korvausilman saannin huomaa kuitenkin parhaiten vasta käytön aikana. Tämän vuoksi vuokralaisia tullaan haastattelemaan huoneistokohtaisen ilmanvaihdosta lähiaikoina. Mikäli ongelmia ilmenee ilmanvaihdossa, tullaan huoneistoihin lisäämään korvausilmaventtiilejä terveellisen sisäilman takaamiseksi.

Ovet

Rivitalossa olevat ulko-ovet ovat alkuperäiset, mutta ovat vielä käyttökuntoiset. Rakennusvuoden aikaisen rakentamismääräyskokoelman perusteella ulko-ovien U-arvo tuli olla 2,1 W/m²K (22).

Ovissa on havaittu vetoa, minkä vuoksi niiden tiiveyttä parannettiin vaihtamalla uudet tiivisteet sekä lisäämällä tiivistelistat. Näillä korjauksilla vähennetään liitoskohdista syntyviä ilmavuotoja ja parannetaan vuokralaisten asumismukavuutta.

Yläpohja

Rakennuksen yläpohjan lisäeristyksen tarkastelu tulee kyseeseen yleensä kattoremontin yhteydessä. Rivitalossa vesikatto on uusittu vuonna 2019, mutta yläpohjaan ei ole tehty lisäeristystä kattoremontin yhteydessä. Alkuperäisen yläpohjan eristepaksuus on keskimäärin 150 mm ja U-arvoksi saatiin 0,24 W/m²K. Koko rakennuksen lämpöhäviöstä 25,4 prosenttia on peräisin yläpohjarakenteesta. Täten yläpohjan lisäeristys on ikkunoiden ohella toinen korjaus rivitaloon.

Yläpohjan lisäeristämiseen haettiin tarjous paikalliselta puhallusvillatoimittajalta. Tarjouksen perusteella lisäeristys ja työ tulevat maksamaan 2 500 euroa. Rivitalon parannettuun yläpohjarakenteeseen lopulliseksi eristepaksuudeksi saatiin 500 mm, millä päästiin nykymääräyksiä täyttämään U-arvoon 0,09 W/m²K. Lisäeristyksen yhteydessä yläpohjan läpi kulkevien putkistojen läpiviennit tiivistettiin ja eristettiin asianmukaisesti. Kattoremontin yhteydessä yläpohjaan on asennettu tuulenhajaimet, joiden avulla ohjataan ilmankulkua yläpohjassa ja varmistetaan puhallusvillan pysyminen tarkoitettuna paikallaan. Yhden huoneiston ulkoseinän ja yläpohjan rakenneliittymässä havaittiin ilmavuotoon viittaavaa vauriota katon rajassa. Liittymäkohta tiivistettiin tiivistemassalla, minkä avulla saatiin liittymäkohta tiiviimmäksi ja täten vääriä reittejä pitkin tuleva vuotoilma saatiin poistettua rakenteesta.

5.3 Rivitalon laskennalliset kulutustiedot ja korjauskustannukset remontin jälkeen

Rivitalon rakenteita tarkasteltaessa huomattiin hyvin pian, että rakenteiden eristävydessä ja rakenneliittymissä oli huomattavia puutteita. Korjauksia alettiin suunnittelemaan niiden rakennusosien osalta, joissa oli kaikista suurimmat ongelmat rakenteiden toimivuutta ja energiatehokkuutta ajatellen. Korjauskohteeksi rakenteista ja rakennusosista valikoituivat yläpohjan lisäeristäminen, ikkunoiden vaihtaminen sekä ovien tiivistäminen. Lisäksi rivitalon kokonaisvaltaiseen tiiveyteen kiinnitettiin korjausten yhteydessä erityisesti huomiota. Tiiveyden parantamiseksi ikkunaliittymät tiivistettiin asianmukaisesti, harkkosokkeli rapattiin sekä yhden huoneiston ulkoseinärakenteen ilmavuotoreitti tiivistettiin tiivistemassalla.

Rakennuksen kokonaisenergiankulutus ennen remonttia oli 132 267 kilowattituntia vuodessa. Ensimmäisenä korjauksena rivitaloon vaihdettiin uudet ikkunat. Ikkunoiden avulla saatiin säästettyä vuositason energiasäästöä 6 493 kilowattituntia, joka tekee 974 euron säästöt energiakustannuksiin vuodessa. Yläpohjan lisäeristykseen myötä energiasäästökseen saatiin laskennan perusteella 12 653 kilowattituntia, minkä avulla saatiin 1 898 euron vuosittaiset säästöt energiakustannuksiin.

Tiiveys ennen korjauksia oli erityisen huono ikkunoiden huonosta tiivistyksestä johtuen, minkä vuoksi laskennoissa käytettiin arvioituna ilmanvuotolukuna n50 7,0:aa. Tiiveyttä parannettiin korjauksien yhteydessä, jolloin laskelmiin asetettiin ilmanvuotoluksi n50 4,0, joka on 2000-luvun asuinrakennuksille tyypillinen ilmanvuotoluku. Nykymääräysten mukaan ilmanvuotoluku 4,0 vastaa tyydyttävää tasoa rakennuksen tiiveydessä (23). Tiiveyttä parantamalla saatiin laskennallisesti energiasäästöjä jopa 5 470 kilowattituntia vuodessa, mikä tekee 820 euron säästöt vuositason. Taulukossa 3 on eritelty tarkemmin rakenne- ja rakennusosakohtaisesti saadut säästöt energiankulutuksessa sekä kustannuksissa.

TAULUKKO 3. Korjauksien avulla saadut säästöt energiankulutuksessa sekä kustannuksissa

Rakenne / Rakennusosa	vanha U-arvo / ilmanvuotoluku n50:	Uusi U-arvo / ilmanvuotoluku n50:	Säästetty energia kWh/a	Säästetty energia kWh/m ² /a	Energiasäästö €/a	Energiasäästö €/m ² /a
Yläpohja	0,24 W/m ² K	0,09 W/m ² K	12 653	27,8	1 898,0	3,7
Ikkunat	2,1 W/m ² K	1,0 W/m ² K	6 493	12,5	974,0	1,9
Tiiveys	n50: 7,0	n50: 4,0	5 470	10,5	820,5	1,6
Yht:			24 616	50,8	3 692,4	7,1

Korjauksien avulla saatiin laskettua energiankulutusta 132 267 ... 107 651 kilowattituntiin vuodessa. Kokonaisenergiankulutus laski korjauksien myötä 24 616 kilowattituntia vuodessa, minkä avulla energiasäästökseen saatiin vuositason 3 692,4 euroa.

Rivitalon korjauskustannukset ja toimenpiteiden takaisinmaksuaika

Rivitalon korjauksia oli ikkunoiden vaihtaminen uusiin, ovien tiivistäminen sekä yläpohjan lisäeristäminen. Korjauksille haettiin tarjoukset, joiden perusteella laskettiin korjauskustannukset. Korjauksen kokonaiskustannukseksi saatiin 19 900 euroa. Taulukossa 4 on eritelty korjaukset ja kustannukset.

TAULUKKO 4. Rivitalon korjaukset ja kustannukset

Korjaustoimenpide	Korjauskustannukset €	(työosuus eriteltyinä) €
Yläpohjan lisäeristys	2500	tarjouksessa ei eriteltyä työosuutta
Uudet ikkunat	8900	7500
Tarvikelisiä:	1000	-
Yhteensä:		19 900 €

Korjauskustannuksille laskettiin tarvittavan lainan hinta 1,30 prosentin korkokannalla ja lainan takaisinmaksuajaksi määriteltiin 5 vuotta. Lainan kokonaishinnaksi saatiin 20 564,5 euroa koron kanssa. Korjauksien avulla säästettyjen energiakustannusten perusteella korjaukset maksavat itsensä takaisin 6 vuoden aikana.

6 TULEVAISUUDEN KORJausehdotukset

Rivitalon omistaja toteutti luvussa 5 kuvatut korjaukset rivitaloon loppuvuodesta 2020. Korjaukset olivat välttämättömiä rakennuksen kuntoa ja energiatehokkuutta ajatellen, jotta huoneistot saatiin vuokrauskuntoon ja tuottamaan mahdollisimman pian korjauksien jälkeen. Lähtökohtana korjauksille oli sijoittajan näkökulma. Vuokralaiset kustantavat itse huoneiston lämmitys- sekä käyttösähkö ja -vesikustannukset. Tämän vuoksi sijoittajan näkökulmasta lämmityskustannuksissa säästäminen ei vaikuta suoraan sijoittajan tuloihin.

Luvuissa 6.1–6.3 keskitytään korjauksiin, jotka omistajan on tehtävä rivitalon kunnossapidon vuoksi lähivuosien aikana. Rivitalon tekniikasta lämminvesivaraajat, ilmanvaihto ja sähköpatterit ovat rakennuksen alkuperäisessä kunnossa. Tekniikka kokonaisuudessaan alkaa tulla teknisen käyttöiän päähän, joten päivityksiä teknisiin laitteisiin on tehtävä lähivuosina. Teknisten laitteiden uusimisella päivitetään laitteet mahdollisuuksien mukaan energiatehokkaampiin vaihtoehtoihin ja täten saadaan säästöä käytön aikana syntyvään energiankulutukseen entisestään.

Lisäksi luvussa 6.4 pohditaan, miten rivitalon energiankulutusta ja kustannuksia voitaisiin pienentää lämmitysjärjestelmän ja uusiutuvan energian avulla. Sijoittajan näkökulmasta lämmitysjärjestelmän asentaminen ei olisi kannattava investointi sijoitustoimintaa ajatellen, sillä korjauskustannukset jäävät maksettavaksi sijoittajalle ja energiankustannuksista hyötyvät ainoastaan vuokralaiset.

6.1 Lämmin käyttövesi

Jopa 15 prosentin osuus kokonaisenergiankulutuksesta aiheutuu lämpimän käyttöveden lämmittämisestä (10). Vanhojen lämminvesivaraajien eristävyys on heikko, minkä vuoksi varaajista aiheutuu turhaa lämpöhäviötä. Lämminvesivaraajien käyttöikä voi olla jopa 15–20-vuotta. Rivitalon sähkölämmitteiset lämminvesivaraajat ovat alkuperäiskunnossa ja tulossa teknisen käyttöikänsä päähän. Kuntotarkastusraportissa lämminvesivaraajien vaihtamista uusiin suositeltiin tehtäväksi lähivuosien aikana. Rivitalon kylpyhuoneet ovat alkuperäisessä kunnossa ja peruskorjauksen tarpeessa, joten järkevintä olisikin suorittaa uusien lämminvesivaraajien vaihtaminen kylpyhuoneremontin yhteydessä. Kylpyhuoneremontit tullaan tekemään huoneisto kerrallaan, ja tarkoituksena

onkin tehdä remontit vuokralaisten vaihdon välissä, jolloin vältetään väliaikaiselta muutolta remon-
tin vuoksi.

Vanhojen lämminvesivaraajien kulutukseksi saatiin laskennallisesti 31 609 kilowattituntia, joka te-
kee 4 754 euron vuosittaiset kustannuksen lämpimän käyttöveden lämmittämisestä sekä lämpöhä-
viöstä johtuen. Lämminvesivaraajat vaihdettiin laskennoissa energiatehokkaampiin ja paremmin
eristettyihin lämminvesivaraajiin. Laskentojen perusteella uusien varaajien myötä energiankulutus
pienenisi 8 165 kilowattituntia vuodessa, mikä tekee 1 225 euron säästöt vuositasolla lämpimän
käyttöveden osuudelta. Taulukossa 5 on eritelty lämminvesivaraajien vanhat ja uudet energiakulu-
tustiedot sekä kustannukset.

TAULUKKO 5. Lämminvesivaraajien energiakulutustiedot ja kustannukset

Lämminvesivaraaja	Energiankulutus kWh/a	Kustannukset €/a (15 snt/kWh*)	Energiankulutus kWh/m ² /a	Kustannukset €/m ² /a *
Vanha LVV.	31 690	4 754	61,1	9,2
Uusi LVV.	23 525	3 529	45,3	6,8
Säästö:	8 165	1 225	15,7	2,4

Yksittäisen uuden lämminvesivaraajan hinta olisi noin 1 000 euroa, lisäksi varaajan asennus 349
euroa. Yhteensä rivitalon yhdeksälle lämminvesivaraajalle saatiin kustannusarvioiksi 12 141 euroa
asennuksen kanssa. Lainan hintaa laskiessa korkokannaksi asetettiin 1,30 prosenttia ja lainan
takaisinmaksuajaksi määriteltiin 3 vuotta. Kokonaishinnaksi hankinnalle korkoineen saatiin 12 339
euroa. Uusien lämminvesivaraajien myötä energiankulutusta saisi pienennettyä 8 165
kilowattituntia vuodessa, ja energiasäästöjen perusteella lämminvesivaraajat maksavat itsensä
takaisin 10 vuoden aikana.

6.2 Ilmanvaihto

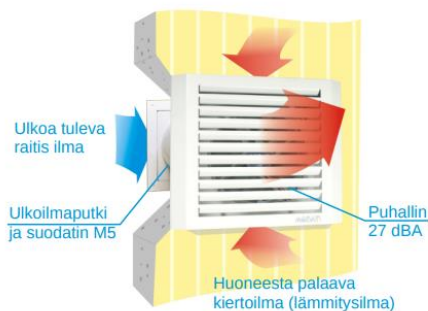
Ilmanvaihdon tehtävänä on poistaa epäpuhtauksia ja kosteutta sisäilmasta. Asuinrakennuksissa
suuri energiahukkaa aiheuttava kokonaisuus on ilmanvaihto. Mikäli poistoilmanvaihdossa ei ole
lainkaan lämmöntalteenottoa, siirtyy hyödyntämätöntä lämmintä ilmaa ulos ja energiahukkaa syn-
tyy. Rakennusten energiahukkaa voidaan pienentää kiinnittämällä huomio ilmanvaihtoon. (29.)

Rivitalon poistoilmapuhaltimella varustetut talotuulettimet ovat alkuperäiset ja tulossa teknisen
käyttöikänsä päähän. Talotuulettimien tekninen käyttöikä on yleensä 20 vuotta. Vaihtoehtona olisi

vaihtaa Vallox 90K MC (30) lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone vanhojen talotuulettimien tilalle. Lämmöntalteenotolla varustetun tuulettimen avulla saataisiin hyödynnettyä rakennuksen poistoilman kautta häviävää energiaa tuloilman lämmittämisessä. Lisäksi ilmanvaihdon ansiosta huoneilma pysyisi terveenä huoneistoissa.

Uusien lämmöntalteenotolla varustettujen tuulettimien asennus vaatisi kuitenkin uusien ilmanvaihtokanavien asentamista sekä laajempaa remonttia huoneistoissa. Tämä tarkoittaa korjauskustannusten kasvamista, ja sijoittajan näkökulmasta ei ole kannattavaa vaihtaa lämmöntalteenotolla varustettuja ilmanvaihtokoneita vanhojen talotuulettimien tilalle, sillä kustannukset ovat suuremmat verrattuna normaalin talotuulettimen vaihtamiseen. Lisäksi lämmöntalteenoton avulla saatavat energiasäästöt eivät vaikuta sijoittajan korjauskustannusten takaisinmaksuun lainkaan, sillä vuokralaiset kustantavat lämmityskustannukset itse. Tämän vuoksi rivitaloon tullaan vaihtamaan tulevaisuudessa vastaavat poistoilmapuhaltimella varustetut talotuulettimet kuin olemassa olevat tuulettimet ovat huoneistoissa tällä hetkellä.

Rivitaloon vaihdettiin uudet ikkunat ja niiden rakenneliittymistä tehtiin tiiviimpiä. Tämän vuoksi tuloilman riittävään saantiin on hyvä kiinnittää huomiota. Vaihtoehtona rivitaloon olisi asentaa huoneistoihin kiertoilmapuhaltimella varustettu Mobair 2030S -tuloilmalaite (kuva 4), joka suodattaa ja lämmittää ulkoa tulevan kylmän ilman katon rajassa olevan lämpimän ilman avulla. Laitteen tehontarve on vain 1,0 watti.



KUVA 4. Tuloilmalaitteen toimintaperiaate (31)

Tuloilmalaitteen avulla voidaan taata riittävän korvausilman saanti huoneistoissa sekä samalla saada vähennettyä kylmän tuloilman lämmittämisestä aiheutuvaa energiankulutusta. Lisäksi tuloilmasta aiheutuva vedon tunne poistuu. Tuloilmalaitteen yksittäishinta on 229 euroa ja jokaiseen huoneistoon asennettuna ne tulisi maksamaan 2 561 euroa. Tuloilmalaitteen asennuksen johdosta

sisäilman terveellisyys pysyisi hyvänä eikä vuotoilmaa pääsisi tulemaan vääriä reittejä pitkin huoneistoihin, kuten rakenteiden lävitse tai viemäristä.

6.3 Radiaattorit

Sähkölämmitteisen lattialämmityksen lisäksi huoneistoissa on radiaattorit ikkunoiden alapuolella. Ennen ikkunoiden uusimista ja tiivistystä radiaattoreiden olemassaololla on ollut suuri merkitys vuokralaisten asumismukavuuteen. Ikkunoiden liittymistä on päässyt tulemaan kylmää vuotoilmaa huoneistoihin, mikä on aiheuttanut vedon tunnetta asukkaille. Tämän vuoksi radiaattoreiden lämpötilaa nostamalla on korjattu vedon aiheuttamaa tunnetta huoneistoissa. Ikkunoiden vaihdon jälkeen hallitsematon ilmavuoto poistui ikkunaliittymistä, joten huoneistoja ei välttämättä ole enää tarve lämmittää lattialämmityksen lisäksi radiaattoreilla. Lisäksi yläpohja lisäeristettiin, joten kokonaisuudessaan rivitalon lämmitysenergiatarve on pienempi. Mittausten perusteella todettiin lattialämmityksen toimivan oikein sekä riittävän pelkästään huoneistojen lämmitysenergian tuottamiseen. Tämän perusteella radiaattoreita ei tarvitsisi enää huoneistojen lämmittämiseen lainkaan.

Korjausten jälkeen vanhat radiaattorit jätettiin kuitenkin vielä paikoilleen huoneistoihin siltä varalta, että vuokralaisten on mahdollista laittaa lisälämmitystä sitä tarvitessaan. Radiaattorit ovat alkupe-
räisessä kunnossaan ja niiden vaihtaminen uusiin on aiheellista lähivuosien aikana, mikäli niitä ei tulla poistamaan kokonaisuudessaan rivitalon huoneistoista. Radiaattoreiden tarpeellisuudesta tullaan tekemään lähiaikoina kysely vuokralaisille, jotta pystytään todentamaan paremmin niiden todellista käyttöastetta ja tarvetta huoneistojen lisälämmityksessä.

6.4 Rivitalon lämmitysmuoto ja uusiutuvan energian käyttö

Rivitalon lämmitysmuodolle ei todellisuudessa ole kannattavaa tehdä mitään tällä hetkellä, sillä omistusmuoto vaikuttaa tehtäviin korjaustoimenpiteisiin. Mikäli rivitalon huoneistot olisivat esimerkiksi yksityisten henkilöiden omistuksessa, voisi siinä tapauksessa olla järkevää vaihtaa lämmitysmuotoa ja hyödyntää uusiutuvaa energiaa. Tällä tavalla voitaisiin mahdollisesti saavuttaa säästöjä asumiskuluissa. Lisäksi uusiutuvaa energiaa hyödyntäessä rakennuksen E-luku paranisi ja ostoenergianmäärä pienenesi, millä voi olla esimerkiksi asunnon ostajan kannalta iso vaikutus ostopäätökseen.

Lämmönlähteen vaihtaminen rivitaloon on mahdollista. Vaihtoehtoisia lämmitysratkaisuja sähkölämmitteiseen rivitaloon ovat maalämpöpumppu, ilma-vesilämpöpumppu, poistoilmalämpöpumppu sekä ilmailmalämpöpumppu. Edellä mainituista lämmönlähteistä maalämpöpumpun sekä ilma-vesilämpöpumpun asentaminen vaativat vesikiertoisen lattia- tai patterilämmityksen asentamista huoneistoihin. Tämä tarkoittaisi huoneistojen pintamateriaalien purkamista, vesikiertoputkistojen asentamista, uuden valun valamista sekä uuden lattiamateriaalin asentamista. Korjauksien laajuus siis kasvaa ja täten korjauskustannukset nousisivat.

Toisena vaihtoehtona olisi asentaa huoneistoihin poistoilmalämpöpumput, jotka soveltuvat hyvin poistoilmapuhaltimella varustettuihin rakennuksiin. Poistoilmalämpöpumpun asentaminen vaatii kuitenkin kanavajärjestelmän asentamista huoneistoihin, minkä kautta lämpöpumppu kierrättää poistoilmasta lämmöntalteenotolla lämmitettyä ilmaa huoneistoissa. Kanavien asentamisen johdosta kattorakenteisiin täytyisi tehdä muutoksia ilmanvaihtokanaviin ja täten korjauskustannukset nousisivat jälleen. Kolmantena vaihtoehtona olisi asentaa ilmailmalämpöpumppu sähkölämmittisen lattialämmityksen rinnalle. Ilmailmalämpöpumppu voi pienentää jopa 30–40 prosenttia lämmityskustannuksia suoralla sähköllä lämmitettävästä rakennuksesta (32). Ilmailmalämpöpumpun asentaminen vie vain muutaman tunnin ammattilaiselta, eikä se vaatisi suurempien korjaustoimenpiteiden tekemistä huoneistoissa.

Ilmalämpöpumpun asentaminen onkin edellä mainittuihin lämmitysjärjestelmiin verrattuna kannattavin ratkaisu pienentämään rivitalon energiakustannuksia. Ilmalämpöpumpun asentaminen ei vaadi vesikiertoisen lattialämmityksen tai ilmanvaihtokanaviston asentamista lainkaan vaan toimii hyvin sähkölämmityksen rinnalla lisälämmönlähteenä. Lisäksi rakenteisiin ei tarvitse tehdä suurempia muutoksia eikä huoneistojen ole tarpeen olla tyhjänä asennuksen yhteydessä.

Ilmalämpöpumpun avulla rivitalon korjauksien jälkeistä energiankulutusta saataisiin entisestään laskettua 107 651 ... 91 375 kilowattituntiin vuodessa. Energiankulutus pienenesi 16 276 kilowattituntia, mikä tekee 2 441 euron säästöt vuositasolla energiankulutukseen. Ilmailmalämpöpumpun yksittäishinta asennettuna on 1 800 euroa. Rivitalon yhdeksään huoneistoon asennettuna kustannukseksi saatiin 16 200 euroa. Energiasäästöjen perusteella takaisinmaksuaika ilmalämpöpumpuille olisi noin 7 vuotta.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön pääkohteena oli vuonna 1998 rakennettu rivitaloyhtiö, joka siirtyi uusien omistajien haltuun syksyllä 2020. Rivitalo oli hankittu sijoitustoimintaa varten ja huoneistot oli tarkoitettu vuokra-asumiseen. Rivitalon kunnossapitoa oli laiminlyöty ja rakenteissa ja rakennusosissa oli huomattavia puutteita. Koska rivitalo oli hankittu vuokraustoimintaa varten, tuli korjauksien suunnittelussa ottaa huomioon, että vuokralaiset kustantavat itse lämmityksestä, käyttövedestä ja -sähköstä koostuvat kulut. Rivitalon korjauksien suunnittelussa käytettiin apuna kuntotarkastusraporttia.

Korjauksien lähtökohtana oli parantaa kokonaisuudessaan rivitalon rakenteiden ja rakennusosien kuntoa sekä energiatehokkuutta. Korjattaviksi rakennusosiksi valittiin yläpohja ja ikkunat, sillä niissä oli huomattavia puutteita ja rakennusaikaisia virheitä. Korjauksien yhteydessä kiinnitettiin huomio myös tiiveyteen. Rivitalon yläpohja lisäeristettiin, ikkunat vaihdettiin MEK-ikkunoihin sekä rakenteiden ja rakennusosien liittymäkohtia tiivistettiin asianmukaisesti. Näiden korjauksien avulla saatiin laskennallisesti pienennettyä energiankulutusta jopa 24 616 kilowattituntia vuodessa, mikä tekee 3 692 euron säästöt energiakustannuksissa vuositasolla. Korjauksien avulla päästiin asetettuun tavoitteeseen, joka oli rakenteiden ja rakennusosien puutteiden korjaaminen sekä samalla energiatehokkuuden parantaminen. Kaikista merkittävin korjaus oli kuitenkin rakennuksen tiiveyden parantaminen. Laskelmissa tiiveyden avulla saatu energiasäästö oli miltei saman verran kuin ikkunoiden uusimisella saatu säästö energiassa. Mikäli tiiveyttä ei olisi huomioitu korjauksien yhteydessä, ei korjatuilla rakenteilla ja rakennusosilla olisi ollut suurta merkitystä rakennuksen energiatehokkuuteen.

Opinnäytetyössä pohdittiin myös tulevaisuudessa eteen tulevia teknisten laitteiden korjauksia, joiden avulla olisi mahdollista parantaa rakennuksen energiatehokkuutta entisestään. Korjauksien laajuuteen kuitenkin vaikutti tämänhetkinen omistusmuoto. Tällä hetkellä ensisijainen lähtökohta korjauksille on teknisten laitteiden toimivuus eikä niinkään tavoitella säästöjä energiakustannuksissa. Suurin hyöty teknisten laitteiden energiakustannuksissa saatiin kuitenkin uusien lämminvesivaraajien vaihdon yhteydessä, sillä alkuperäiset lämminvesivaraajat ovat nykyaikaisiin varaajiin verrattuna huonosti eristettyjä. Uusien varaajien myötä saatiin laskennallisesti pienennettyä energiankulutusta jopa 8 165 kilowattituntia vuodessa, mikä teki 1 224 euron vuosittaiset säästöt lämpimän käyttöveden lämmittämisessä.

Sähkölämmitteisen asuinrakennuksen lämmityskustannukset ovat sähkön korkean hinnan vuoksi suuria. Sen vuoksi onkin yleisesti hyvä pohtia, millä tavoin lämmityskustannuksia voitaisiin pienentää sähkölämmitteisessä rakennuksessa. Vaihtoehtoina on lämmitysjärjestelmän vaihtaminen kokonaan tai lisälämmitysjärjestelmän asentaminen sähkölämmityksen rinnalle. Opinnäytetyön tarkastelun kohteena olevan rivitalon lämmitysjärjestelmälle ei ole todellisuudessa järkevää tehdä mitään rakennuksen omistusmuodon vuoksi, sillä vuokralaiset kustantavat lämmityksestä aiheutuvat kulut itse. Työssä kuitenkin pohdittiin tulevaisuuden varalle, mikä olisi järkevin tapa vähentää rakennuksen lämmityskustannuksia. Järkevintä olisikin asentaa rivitaloon sähkölämmityksen rinnalle ilmailmalämpöpumppu, jonka avulla rakennuksen ostoenergianmäärää saataisiin pienennettyä sekä samalla hyödynnettäisiin uusiutuvaa energiaa rakennuksen lämmityksessä.

Yksi suurimmista energiahukkaa aiheuttavista rakenneosista ovat olleet ikkunat. Rakennusaikana ikkunoita ei ollut asennettu oikein, eikä asennusvaiheessa ole ajateltu, kuinka suuri energiahukka liitoskohdista pääseekään syntymään vuosien saatossa. Oppina voidaankin todeta, että vanhoja rakennuksia korjattaessa onkin hyvä kiinnittää huomio rakennuksen ikkunoiden ja ovien tiiveyteen ensisijaisesti. Jo pieniltä tuntuville teoilla voi olla suuri vaikutus rakennuksen käytönaikaiseen energiankulutukseen ja tämän myötä asumiskustannuksiin. Rivitalon lähtötietoja, rakenteita ja rakennusosia tarkastellessa tuli pohdittua, mikä vaikutus rakennuksen käytönaikaisella kunnossapidolla on rakennuksen elinkaareen. Rivitalon kohdalla rakennusaikana tehtyjen rakennusvirheiden ja välinpitämättömyyden vuoksi rakennuksen energiankulutus on ollut suurta koko elinkaaren ajan.

LÄHTEET

1. Direktiivit 2010. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU. Euroopan unionin virallinen lehti 18.6.2010. Hakupäivä 15.1.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0031&qid=1611066870408&from=FI>.
2. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivit (EU) 2018/844. Rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU ja energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2012/27/EU muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti. Hakupäivä 12.1.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=FI>.
3. Ciucci, Matteo 2020. Euroopan parlamentti. Faktatietoja Euroopan unionista. Hakupäivä 20.3.2021. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/fi/sheet/69/energiatehokkuus>.
4. Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Energiatehokkuus 117 g §. Hakupäivä 6.3.2021. <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P117g>.
5. Tilastokeskus 2020. Energian kokonaiskulutus sektoreittain. Hakupäivä 6.3.2021. https://pxho-pea2.stat.fi/sahkoiset_julkaisut/energia2019/html/suom0000.htm.
6. Tilastokeskus 2020. Rakennukset ja kesämökit. Hakupäivä 10.1.2021. http://www.stat.fi/til/rakke/2019/rakke_2019_2020-05-27_kat_002_fi.html.
7. Ympäristöministeriö. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020–2050. Hakupäivä 11.4.2021. https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf/37a549e9-b330-5f8c-d863-2e51f2e8239a/Suomen-EPBD-2a-ilmoitus_final_10-03-2020-242AE19E_F497_4A38_8DF2_95556530BA53-156573.pdf?t=1603259873424.
8. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Hakupäivä 1.4.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1010%2F2017#Pidp446419952>.

9. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Hakupäivä 2.4.2021. https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Korjaustieto/Taloyhtiot/Energiatehokkuus/Energiahukan_vahentaminen/Ilmanvaihdon_tarkastus_ ja_ saato.
10. Tilastokeskus 2020. Asumisen energiankulutus 2019. Hakupäivä 12.4.2021. https://www.stat.fi/til/rakke/2019/rakke_2019_2020-05-27_kat_002_fi.html.
11. Valtioneuvoston asetus rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 788/2017. Hakupäivä 1.4.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170788>.
12. Maankäyttö- ja rakennuslaki 50/2013. Laki rakennuksen energiatodistuksesta. Hakupäivä 6.3.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130050>.
13. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta 1048/2017. Hakupäivä 22.5.2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171048#Pidp446576416>.
14. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/13. Hakupäivä 12.1.2021. [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMERO-ITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-\(2\)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdfef5/NUMEROITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-\(2\)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/NUMERO-ITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf/24f8256a-4247-8a95-51bf-3f2440bdfef5/NUMEROITU-25_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN-(2)-924394EF_BED0_42F2_9AD2_5BE3036A6EAD-31396.pdf?t=1603260194911).
15. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus 2018. Rakennusten energiatodistukset käyttötarkoituksen mukaan. Rivi- ja ketjutalot, energiatehokkuusluokat A-G. Hakupäivä 6.3.2021. https://www.ara.fi/fi-FI/Tietopankki/Tilastot_ ja_ selvitykset/Energiatodistukset.
16. Oulun rakennusvalvonta. Korjausrakentaminen ja muutostyöt. Hakupäivä 12.4.2021. <https://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/korjausrakentaminen-ja-muutostyot>.
17. Oulun rakennusvalvonta. Selvitys korjaus- ja muutostyön energiatehokkuudesta. Hakupäivä 12.4.2021. https://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=944bb842-4aa8-425c-a747-546342d9af0b&groupId=486338.

18. Raksystems 2020. Ota kiinteistö haltuun ennakoivalla kunnossapidolla. Hakupäivä 25.3.2020. <https://www.raksystems.fi/ajankohtaista/ota-kiinteisto-haltuun-ennakoivalla-kunnossapidolla/>.
19. Ympäristöministeriö. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020–2050, tavoitteiden laskenta. Hakupäivä 13.4.2021. <https://ym.fi/korjausrakentamisen-strategia>.
20. Direktiivit 2018. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivit (EU) 2018/2001, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä. Euroopan unionin virallinen lehti. Hakupäivä 17.4.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=en>.
21. Motiva. Uusiutuvan energian RED-II direktiivi. Hakupäivä 17.4.2021. https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/uusiutuvan_energian_red_ii_-_direktiivi.
22. Ympäristöministeriö. Rakentamismääräyskokoelma C3 (1985). Hakupäivä 17.4.2021. <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>.
23. Oulun rakennusvalvonta. Tiiveyskorjaus. Hakupäivä 20.3.2021. https://www.ouka.fi/documents/486338/20578333/Pientalo_9_Tiiveyskorjaus_2013_02_01.pdf/0f8d928c-7682-4d45-9afe-90cc27595909.
24. Tilastokeskus. Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin. Hakupäivä 19.4.2021. https://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2020/04/ehi_2020_04_2021-03-11_kuv_005_fi.html.
25. Virta, Jari & Pylsy, Petri 2011. Taloyhtiön energiakirja. Hakupäivä 1.2.2021. https://issuu.com/mediat/docs/taloyhtion_energiakirja.
26. Savon voima. Energiaa säästämässä 2018. Hakupäivä 20.3.2021. <https://savonvoima.fi/ikkunoiden-tiivistaminen-saastaa-sahkoa/>.
27. Lasitehdas. Lämpölasi, selektiivilasi ja eristyslasi. Hakupäivä 20.2.2021. <https://www.lasitehdas.com/lampolasi>.

28. Terveysilma. Tietopankki kodin ja kiinteistöjen ilmanvaihdosta. Hakupäivä 7.3.2021. <https://www.terveysilma.fi/tietopankki>.
29. Ympäristö. Energiankulutus ja ilmanvaihto. Hakupäivä 20.3.2021. <https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/korjaustieto/taloyhtiot/energiatehokkuus/energiansulutus/Ilmanvaihto>.
30. Vallox. Vallox 90K MC. Hakupäivä 10.5.2021. https://www.vallox.com/tuotteet/vallox_ilmanvaihtokoneet/vallox_90k_mc.html.
31. Mobair. Raitista korvausilmaa vedottomasti, puhtaana ja lämpimänä. Hakupäivä 14.4.2021. <https://mobair.fi/files/Mobair-2030s-esite.pdf>.
32. Motiva. Lämpöä ilmassa opas. Hakupäivä 29.3.2021. <https://www.motiva.fi/files/175/Ilmalampumpu.pdf>.

LIITTEET

Rakenteiden U-arvot liite 1

Rivitalon energiatodistus ennen korjauksia liite 2

Rivitalon energiatodistus tehtyjen korjauksien jälkeen liite 3

Korjauslainan tasaeräinen maksutaulukko liite 4

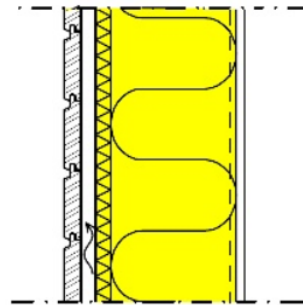
ALAPOHJA	d [mm]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Sisäpinta			0,17
1 Betonilaatta	80	2,500	0,03
2 Polystyreeni (EPS)	100	0,037	2,70
Ulkopinta			0,04

ALAPOHJAN U-ARVO
 $U_c = 0,1972 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ulkoseinän U-arvo

- Gyproc GTS 9
- ISOVER STANDARD
- Sahatavara 48x148 k600
- Gyproc GN 13

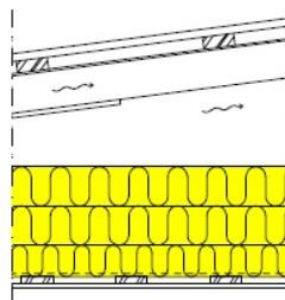
Uc: W/(m²K)



Yläpohjan U-arvo

- ISOVER InsulSafe Puhallusvilla
- ISOVER PREMIUM 33 100 mm
- Ristikon alapaarre 42 mm k600
- Gyproc GN 13

Uc: W/(m²K)



ENERGIATODISTUS 2018

LUONNOSVERSIO - virallinen todistus ARA:n valvontajärjestelmästä

Rakennuksen nimi ja osoite: **Rivitalo**

Pysyvä rakennustunnus: **1998**

Rakennuksen valmistusvuosi: **1998**

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka: **Rivitalot (käyttötarkoitusluokka 1 d)**

Todistusnumero: **2.10.2020**

Energiatodistus on laadittu: **02.10.2020**

Olemassa olevalle rakennukselle, havainnointikäynnin päivämäärä: **02.10.2020**

		Energiatodistustulokset
A	▶	
B	▶	
C	▶	
D	▶	
E	▶	E 2018
F	▶	
G	▶	

kWh_{eq}/m²/vuosi

Rakennuksen laskennallinen energiatodistuksen vertailuluokka E-luokki: **306**

Uuden rakennuksen E-luvun vaatimus (Huom! Yläluokka on 2018 säästökohtien vaatimustasoa mahdolliset helpotukset huomioiden): **105**

Todistuksen laatija: **Yritys:**

Sähköinen allekirjoitus:

Todistuksen laatimispäivä: **2.10.2020** Viimeinen voimassaolopäivä: **2.10.2020**

Huom! Todistuksessa esitetyt lukijat/keskenteleitä ei tule käyttää Lämpöpumpun lämmitysjärjestelmän valintaan.

YHTEENVETO RAKENNUKSEN ENERGIATODISTUKSESTA

Laskennallinen osatodistus ja energiatodistuksen vertailuluokka (E-luokka)

Lämmittely nettoteho, m ²	519		Suora sähkö / Sähkölämmitys	
	Lämmitysjärjestelmän kuvaus		Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa	
Käytettävä energiamuoto	Vakioidulla käytöllä laskettu osastoenergia	Energiamuodon kerroin	Energiamuodon kerroimella painotettu energiantuotto	
	kWh/vuosi	kWh/(m ² vuosi)	kWhE/(m ² vuosi)	
Sähkö	132267	255	1,20	305,8
Sähkön kulutukseen sisältyvä valaistus- ja kyläjäähdytys	10909	21,0		
Energiatodistuksen vertailuluokka (E-luokka)				306

Rakennuksen energiatodistustulokset

Käytetty E-luvun luokittelustandardi: **Riv- ja asunekerrostalot joissa alle 3 asunekerrostalot**

Luokkien rajat asteikolla	E-luokka			
	A	B	C	D
	0 - 80	81 - 110	111 - 150	151 - 210
	D	E	F	G
	G			

Tämän rakennuksen energiatodistustulokset: **E**

E-luokitus perustuu rakennuksen laskennallisen kuukauden ja energiamuodon kerroin. Kuukausi on tavallisesti koulukäyttöä koskeva nettoteho, johon ei sisälly E-luvun vaatimustasoa. Valaistusta koskeva E-luokka on tavallisesti rakennuksen sähköenergian ja lämmityksen kuukauden vertailuluokan mukainen. E-luokitus perustuu E-luvun vaatimustasoon. Käytetty energiamuoto, energiamuodon kerroin ja valaistuksen ja kyläjäähdytyksen vaikutus energiantuottoon. Rakennuksen ulkopuoliset kulutukset kuten autotallinlämmitys, sähkölämmitys ja lämmön eristys ei sisälly E-luokitus.

TOIMENPIDE-EHDOTUKSIA E-LUVUN PARANTAMISEKSI

Keskeiset suositukset rakennuksen E-luvun parantamiseksi (ei koske uusia rakennuksia)

Suositukset on esitetty yhdysohjeiden mukaisesti E-luvun vaatimustasoa E-luvun parantamiseksi.

Luonnosversio, sivu 2/8

E-LUVUN LASKENNAN LÄHTÖTIEDOT

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Rivitalot (käyttötarkoitusluokka 1 d) (Riv- ja asunekerrostalot joissa alle 3 asunekerrostalot)
Rakennuksen valmistusvuosi	1998
Lämmittely nettoteho	519 m ²
Ilmanvaihtoluokitus	6,78
	A U UaA Osuus lämpötehöstä %
	m ² W/(m ² K) W/K
Ulkoseinät	227,28 0,28 63,64 12,99
Ylipohja	519,00 0,24 124,56 25,43
Alapohja	519,00 0,19 100,17 20,45
Käytävät	40,70 2,10 85,47 17,45
Ulkoovet	34,02 2,10 71,44 14,59
Kyläjäähdytys	- - 44,53 9,09
Kyläjäähdytys	A U UaA Osuus lämpötehöstä %
	m ² W/(m ² K) W/K
Pölypöytä	10,18 2,10 0,75
sa	10,18 2,10 0,75
Etelä	10,18 2,10 0,75
Länsi	10,18 2,10 0,75
Kotilinen	- - -
Kaakko	- - -
Luode	- - -
Luode	- - -
Ilmanvaihtojärjestelmä	Koneellinen poisto ilman lämmöntalteenottoa
Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus:	Ilmanvirta Järjestelmän LTO:n Jäätymisenesto
	tulo- ja poistovirta SFP-luokki LTO:n lämpöolosuhteet
	(m ³ /s) (m ³ /s) (m ³ /s) (m ³ /s) (m ³ /s) (m ³ /s) (m ³ /s) (m ³ /s)
Pääilmavaihtokoneet	0,000 / 0,208 1,5 0,0 - C
Esilämpötilat	- - - - -
Ilmanvaihtojärjestelmä	0,000 / 0,208 1,5 - -
Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän LTO:n vuosihyötysuhde:	0,0 %
Lämmitysjärjestelmä	Suora sähkö / Sähkölämmitys
Lämmitysjärjestelmän kuvaus:	Tuotto Joon ja laastorak- Lämpö- Apulattien
	hyötysuhde sen hyötysuhde kerroin (1) sähkökäyttö (2)
	- - - - -
Tilojen ja k:n lämmitys	1,00 90 % 2,00 2,00
LKV:n valmistus	1,00 89 % 0,00 0,00
(1) uuden rakennuksen lämpöolosuhteet	
(2) lämpöolosuhteet, jotka ovat lämpöolosuhteiden vastustuksen mukaisia	
Varasto kutsija	Määrä Tuotto
Ilmalämpöpumppu	kWh kWh
Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytyskauden painotettu kylmäkerroin
Jäähdytysjärjestelmä	-
Lämmön käyttö	Ominaiskulutus Lämmitysenergian nettotarve
Lämmön käyttö	dm ³ /(m ² vuosi) kWh/(m ² vuosi)
Lämmön käyttö	600,00 35
Sisäiset lämpökuumat ei käytössä	Käyttöaste Henkilöt Kuluttajatilat Valaistus
Henkilöt ja kuluttajatilat	80 % W/m ² W/m ² W/m ² W/m ²
Valaistus	10 % 2,00 3,00 6,00

Luonnosversio, sivu 3/8

E-LUVUN LASKENNAN TULOKSET

Rakennuksen käyttötarkoitusluokka	Rivitalot (käyttötarkoitusluokka 1 d) (Riv- ja asunekerrostalot joissa alle 3 asunekerrostalot)
Rakennuksen valmistusvuosi	1998
Lämmittely nettoteho	519 m ²
E-luokka kWhE/(m ² vuosi)	306
E-luvun esitys	
Käytettävät energiamuodot	Vakioidulla käytöllä laskettu osastoenergia
	kWh/vuosi
Sähkö	132267
Energiamuodon kerroin	1,20
Energiamuodon kerroimella painotettu energiantuotto	158721
Energiantuotto	kWhE/(m ² vuosi)
Yhteensä	132267 158721 305,8
Rakennuksen ympäristössä olevasta energiasta otettu energia, hyödynnetty osuus (kuukausittainen esitys) (kWh/vuosi)	
Rakennuksen teknisten järjestelmien energiantuotto	Sähkö Lämpö Kaukojäähdytys
	kWh/(m ² vuosi) kWh/(m ² vuosi) kWh/(m ² vuosi)
Lämmitysjärjestelmä	2,0 172,9
Tuotteen lämmitys (1)	5,3 53,7
Lämpimän käyttöveden valmistus	21,0
Ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	28,3
Jäähdytysjärjestelmä	0
Kuluttajatilat ja valaistus	
Yhteensä	28,3 226,6 0
Energian nettoteho	Sähkö Lämpö
	kWh/vuosi kWh/(m ² vuosi) kWh/(m ² vuosi)
Tilojen lämmitys (2)	807,30 156
Ilmanvaihdon lämmitys (3)	0 0
Lämpimän käyttöveden valmistus	18165 35
Jäähdytys	0 0
(2) sisäiset käyttöveden lämmitys	
(3) sisäiset käyttöveden lämmitys	
Lämpökuumat	kWh/vuosi kWh/(m ² vuosi)
Aurinko	6759 13,02
Ilmisi	5456 10,51
Kuluttajatilat	8184 15,77
Valaistus	2728 5,28
Lämpimän käyttöveden kierrosta ja varastoinnin häviöstä	3735 7,20
Laskentatietojen nimi ja versio	www.laskentapaalvelu.fi, versio 1.4 (01.12.2019)
Laskentatietojen nimi ja versio	

Luonnosversio, sivu 4/8

KORJAUSLAINAN TASAERÄINEN MAKSUTAULUKKO

LIITE 4

Tasaeräinen maksutaulukko	
Laina	19 900 €
Laina-aika vuosina	5
Korkokanta	1,30 %
Maksuja/vuosi	12
Maksuja yht.	60
Korko/kk	0,00108 %
Tasaerä	342,74 €

Erä	Laina	Tasaerä	Korko	Lyhennys	Jäännöslaina
1	19 900 €	342,74 €	22 €	321,18 €	19 578,82 €
2	19 578,82 €	342,74 €	21 €	321,53 €	19 257,28 €
3	19 257,28 €	342,74 €	21 €	321,88 €	18 935,40 €
4	18 935,40 €	342,74 €	21 €	322,23 €	18 613,18 €
5	18 613,18 €	342,74 €	20 €	322,58 €	18 290,60 €
6	18 290,60 €	342,74 €	20 €	322,93 €	17 967,67 €
7	17 967,67 €	342,74 €	19 €	323,28 €	17 644,39 €
8	17 644,39 €	342,74 €	19 €	323,63 €	17 320,77 €
9	17 320,77 €	342,74 €	19 €	323,98 €	16 996,79 €
10	16 996,79 €	342,74 €	18 €	324,33 €	16 672,46 €
11	16 672,46 €	342,74 €	18 €	324,68 €	16 347,78 €
12	16 347,78 €	342,74 €	18 €	325,03 €	16 022,75 €
13	16 022,75 €	342,74 €	17 €	325,38 €	15 697,36 €
14	15 697,36 €	342,74 €	17 €	325,74 €	15 371,63 €
15	15 371,63 €	342,74 €	17 €	326,09 €	15 045,54 €
16	15 045,54 €	342,74 €	16 €	326,44 €	14 719,09 €
17	14 719,09 €	342,74 €	16 €	326,80 €	14 392,30 €
18	14 392,30 €	342,74 €	16 €	327,15 €	14 065,15 €
19	14 065,15 €	342,74 €	15 €	327,50 €	13 737,64 €
20	13 737,64 €	342,74 €	15 €	327,86 €	13 409,78 €
21	13 409,78 €	342,74 €	15 €	328,21 €	13 081,57 €
22	13 081,57 €	342,74 €	14 €	328,57 €	12 753,00 €
23	12 753,00 €	342,74 €	14 €	328,93 €	12 424,07 €
24	12 424,07 €	342,74 €	13 €	329,28 €	12 094,79 €
25	12 094,79 €	342,74 €	13 €	329,64 €	11 765,15 €
26	11 765,15 €	342,74 €	13 €	330,00 €	11 435,15 €
27	11 435,15 €	342,74 €	12 €	330,35 €	11 104,80 €
28	11 104,80 €	342,74 €	12 €	330,71 €	10 774,08 €
29	10 774,08 €	342,74 €	12 €	331,07 €	10 443,01 €
30	10 443,01 €	342,74 €	11 €	331,43 €	10 111,59 €
31	10 111,59 €	342,74 €	11 €	331,79 €	9 779,80 €
32	9 779,80 €	342,74 €	11 €	332,15 €	9 447,65 €
33	9 447,65 €	342,74 €	10 €	332,51 €	9 115,14 €
34	9 115,14 €	342,74 €	10 €	332,87 €	8 782,28 €
35	8 782,28 €	342,74 €	10 €	333,23 €	8 449,05 €
36	8 449,05 €	342,74 €	9 €	333,59 €	8 115,46 €
37	8 115,46 €	342,74 €	9 €	333,95 €	7 781,51 €
38	7 781,51 €	342,74 €	8 €	334,31 €	7 447,20 €
39	7 447,20 €	342,74 €	8 €	334,67 €	7 112,52 €
40	7 112,52 €	342,74 €	8 €	335,04 €	6 777,48 €
41	6 777,48 €	342,74 €	7 €	335,40 €	6 442,09 €
42	6 442,09 €	342,74 €	7 €	335,76 €	6 106,32 €
43	6 106,32 €	342,74 €	7 €	336,13 €	5 770,19 €
44	5 770,19 €	342,74 €	6 €	336,49 €	5 433,70 €
45	5 433,70 €	342,74 €	6 €	336,86 €	5 096,85 €
46	5 096,85 €	342,74 €	6 €	337,22 €	4 759,63 €
47	4 759,63 €	342,74 €	5 €	337,59 €	4 422,04 €
48	4 422,04 €	342,74 €	5 €	337,95 €	4 084,09 €
49	4 084,09 €	342,74 €	4 €	338,32 €	3 745,77 €
50	3 745,77 €	342,74 €	4 €	338,68 €	3 407,09 €
51	3 407,09 €	342,74 €	4 €	339,05 €	3 068,04 €
52	3 068,04 €	342,74 €	3 €	339,42 €	2 728,62 €
53	2 728,62 €	342,74 €	3 €	339,79 €	2 388,83 €
54	2 388,83 €	342,74 €	3 €	340,15 €	2 048,68 €
55	2 048,68 €	342,74 €	2 €	340,52 €	1 708,16 €
56	1 708,16 €	342,74 €	2 €	340,89 €	1 367,26 €
57	1 367,26 €	342,74 €	1 €	341,26 €	1 026,00 €
58	1 026,00 €	342,74 €	1 €	341,63 €	684,37 €
59	684,37 €	342,74 €	1 €	342,00 €	342,37 €
60	342,37 €	342,74 €	0 €	342,37 €	-0,00 €
Lainan kokonaishinta:	20 564,5 €		664,53 €	19 900,00 €	