

Irene Palonen

ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN ASUNTO-OSAKEYHTIÖISSÄ

ENERGIATEHOKKUUDEN PARANTAMINEN ASUNTO-OSAKEYHTIÖISSÄ

Irene Palonen
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, Insinööri AMK
Talonrakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto, Rakennetekniikka

Tekijä: Irene Palonen
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Energiatehokkuuden parantaminen asunto-osakeyhtiöissä
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Refining Energy Efficiency in Condominium Housing
Työn ohjaaja(t): Martti Hekkanen, Oamk
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020
Sivumäärä: 32 + 3 liitettä

Suomessa tähdätään hiilineutraaliuteen vuoteen 2035 mennessä. Tällä tarkoitetaan sitä, että kasvihuonekaasupäästöjä sekä energiankulutusta vähennettäisiin kaikissa toimissa roimasti. Vähennykset olisivat tärkeitä etenkin asumisessa ja rakentamisessa, sillä niiden osuus kaikista Suomen tämän hetkisistä päästöistä on kolmannes.

Opinnäytetyön aiheena oli rakennuksen energiaterhokkuuden parantaminen asunto-osakeyhtiössä. Tavoitteena oli selvittää energiaterhokkuutta parantavan korjauksen kulku asunto-osakeyhtiön näkökulmasta. Lisäksi tarkoituksena oli havainnollistaa laskelmia apuna käyttäen teknis-taloudellinen tarkastelu Oulussa sijaitsevaan vuonna 1978 valmistuneeseen asuinkerrostaloon.

Työn alussa selvitettiin Suomen rakennuskannan tämän hetkinen tilanne ja asuinkerrostalojen korjaustarpeet ja kuvattiin Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen (ARA) energiaterhokkuuden parantamiseen suunnitellun energia-avustuksen käytäntö. Lisäksi työssä esitettiin energiaterhokkuuskorjauksien suunnittelussa ja toteutuksessa huomioon otettavat Ympäristöministeriön asettamat periaatteet. Lopuksi laskettiin Oulussa sijaitsevaan lamellikerrostaloon kolme eritasoista energiankorjausohjelmaa; perus-, normi- ja tehokorjaus, ja pohdittiin saatujen tulosten kannattavuutta.

Opinnäytetyössä tehdyillä laskelmilla saatiin osoitettua, että peruskorjauksen yhteyteen suunniteltu rakennuksen vaipan lisälämmöneristäminen oli tässä kohteessa perusteltua. Korjauksella saavutetaan rakennuksen elinkaaren pidentymisen lisäksi huomattava energiansäästö. Normikorjauksella lämmitysenergiakulutus saatiin laskemaan 53:een ja tehokorjauksella 35 prosenttiin alkuperäisestä kulutuksesta.

Asiasanat: energia-avustus, energiaterhokkuus, hiilijalanjälki, laskennallinen energiankulutus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering
House Building Engineering, Structural Design

Author: Irene Palonen
Title of thesis: Refining Energy Efficiency in Condominium Housing
Supervisor: Martti Hekkanen, OUAS
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020
Pages: 32 + 3 appendices

Finland aims to be a carbon-neutral country by 2035. This means that greenhouse gas emissions and energy consumption will drastically be reduced by all measures. The reductions would be important, especially in housing and in construction, as they account for a third of Finland's total emissions at the moment.

The topic of the thesis was to show how housing companies can improve their energy efficiency of condominiums. The goal was to clarify the process of energy efficiency renovation from the perspective of condominium housing. Also, the purpose was to demonstrate the inspection with a help of techno-economic calculations regarding an apartment building completed in 1978 in Oulu.

In the beginning this thesis investigated the state of Finnish buildings and what kind of repairs apartment buildings need and it describes the practice energy subsidy of The Housing Finance and Development Centre of Finland (ARA). Also, the principles set by Ministry of The Environment to be considered in the planning and implementation of energy efficiency improvements were presented in the work. At the end calculations were made to a slab block building in Oulu. Three different energy programs: basic, normal and effective repair were calculated at the end of thesis. Also, it deliberated the profitability of the results.

The calculations made in the thesis show that additional heat insulation in the building envelope combined with renovation was in this case justifiable. The renovation achieved a prolonged life cycle of the buildings and it is also saving a significant amount of energy. The heating energy consumption was decreased to 53 % with the normal renovation and to 35 % of the original heating energy consumption with the efficient renovation.

Keywords: energy subsidie, energy efficiency, carbon footprint, calculated energy consumption

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| TIIVISTELMÄ | 3 |
| ABSTRACT | 3 |
| SISÄLLYS | 4 |
| 1 JOHDANTO | 6 |
| 2 SUOMEN ASUINKERROSTALOKANNAN KORJAUSTARVE | 8 |
| 2.1 Asuinkerrostalojen määrä ja ikäjakauma Suomessa | 8 |
| 2.2 Asuinkerrostalojen korjaustarve vuosina 2020 – 2040 | 10 |
| 3 ASUINKERROSTALOJEN ENERGIAEHOVUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET | 13 |
| 4 ASUINKERROSTALON ENERGIANKULUTUS JA HIILIJALANJÄLKI | 18 |
| 4.1 Energiankulutuksen muodostuminen | 18 |
| 4.2 Hiilijalanjälki ja muut ympäristöpaineet | 19 |
| 4.3 Energiankulutuksen laskennallinen arviointi | 21 |
| 5 ASUNTO-OSAKEYHTIÖ METSÄNPEIKON ENERGIAEHOVUUDEN PARANTAMINEN | 23 |
| 5.1 Energiakorjauksen laskennallinen tarkastelu | 23 |
| 5.2 Toimenpiteiden kannattavuuden arviointi | 24 |
| 5.3 Korjausvaihtoehtojen vertailu | 26 |
| 6 POHDINTA | 28 |
| LÄHTEET | 29 |
| LIITTEET | |
| Liite 1 Julkisivut | |
| Liite 2 Pohjapiirustukset | |
| Liite 3 Lämmitysenergiankulutus laskelmat | |

1 JOHDANTO

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia rakennuksen suunnittelusta ja rakentamisesta käyttötarkoituksen mukaisesti niin, että energiaa ja luonnonvaroja kuluu säästeliäästi. Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusten täytyminen osoitetaan laskelemilla. Käytettävät rakennustuotteet ja erilaiset talotekniset järjestelmät on valittava niin, että niitä käytettäessä energiankulutus sekä tehontarve jäävät vähäiseksi ja energiankulutusta pystytään seuraamaan. Rakennuksen energiatehokkuutta on parannettava rakennuksen rakennus- ja toimenpideluvanvaraisen korjaus- ja muutostyön tai sen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä. Energiatehokkuuden tulee olla teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. (1.)

Vuoteen 2020 mennessä valmistuneen rakennuskannan muuttamisessa erittäin energiatehokkaaksi ja vähähiiliseksi on havaittu kolme olennaista keinoa (kuva 1). Näitä ovat poistuma ja tilatehokkuuden parantaminen, energiatehokkuuden parantaminen kunnossapidon ja korjaustoimien yhteydessä sekä fossiilisten polttoaineiden käytön lopettaminen lämmöntuotannossa. Vähähiilisiä lämmöntuotantotapoja ovat muun muassa maalämpö sekä aurinko- ja tuulienergia. (2, s. 26.)



KUVA 1. Suomen korjausrakentamisstrategian keskeiset keinot (2, s. 26)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään korjaustoimenpiteiden avulla saavutettavan energiatehokkuuden parantamiseen. Ympäristöministeriö on pitkäjänteisesti kehittänyt

toimintatapoja, joilla vanhan rakennuskannan suunnitelmallinen kunnossapito valjastetaan osaksi energiatehokkuuden parantamista.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää energiatehokkuuden parantamiseen liittyvä prosessi asunto-osakeyhtiön näkökulmasta. Työssä kuvataan Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen (ARA) energia-avustuskäytäntö, joka koskee energiatehokkuuden parantamista asuinrakennuksissa. Työssä esitetään myös Ympäristöministeriön lainsäädännölliset velvoitteet, jotka tulee ottaa energiatehokkuuskorjauksissa huomioon. Työn toisena tavoitteena on selvittää energiakorjaukseen liittyvä teknis-taloudellinen tarkastelu.

Tässä työssä tarkastellaan energiatehokkuuden parantamista asuinkerrostaloissa. Esimerkkikohteena käytetään 1970-luvun lopussa rakennettua, kaksiportaista lamellitaloa. Kohteelle laaditaan kaksi perusteellisuudeltaan poikkeavaa korjausohjelmaa. Laskennallisella tarkastelulla selvitetään korjausohjelmien ja yksittäisten korjaustoimenpiteiden kannattavuus.

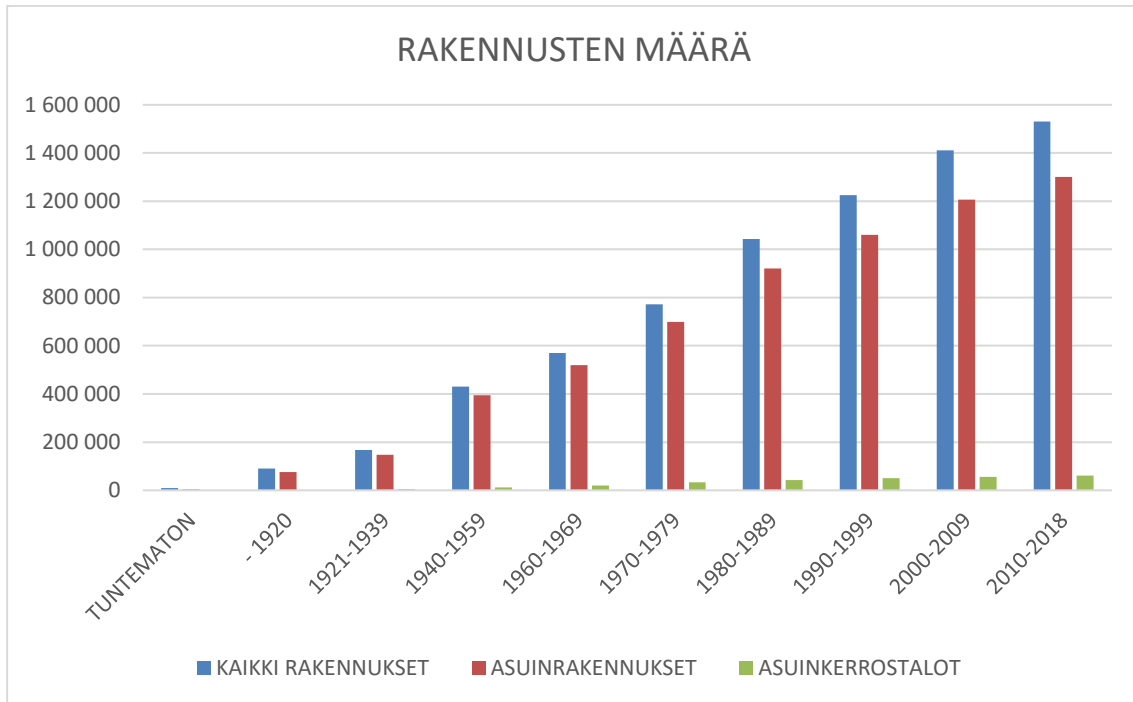
2 SUOMEN ASUINKERROSTALOKANNAN KORJAUSTARVE

2.1 Asuinkerrostalojen määrä ja ikäjakauma Suomessa

Sota-ajan jälkeen Suomessa vallitsi vaikea pula-aika niin asunnoissa kuin rakennusmateriaaleissakin. 1950-luvulla alkanut vanhan rakennuskannan purkaminen jatkui 1970-luvulle asti. Tilalle rakennettiin uusia asutuskeskuksia, joissa tyypillinen kerrostalo oli joko pelkistetty hissitön 3 – 4-kerroksinen lamellitalo tai 3 – 8-kerroksinen pistotalo. Myös yli 10-kerroksiset talot ilmestyivät katukuvaan. (3, s. 84, 87, 143.)

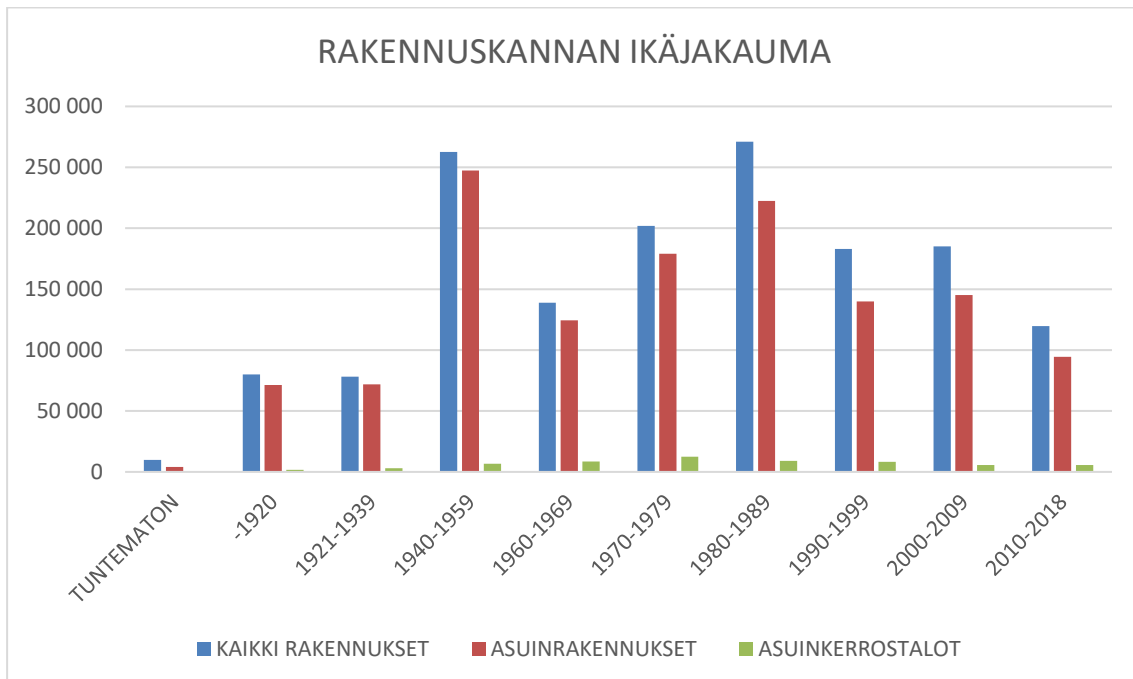
Tilastokeskuksen ylläpitämän rekisterin mukaan vuoden 2018 lopussa asuinkerrostaloja oli 236 sekä yli 12-kerroksisiksi asuinkerrostaloiksi luokiteltuja tornitaloja 68. Kaikkiaan Suomessa oli yli 1,5 miljoonaa rakennusta, joista asuinrakennuksia hieman päälle 1,3 miljoonaa. Näistä valmistuneita asuinkerrostaloja oli 61 475, mikä vastaa noin 4,0 prosentin osuutta koko rakennuskannasta. Kerrosalaa niissä oli yhteensä yli 102 miljoonaa neliometriä. Asuntoja kaikissa asuinrakennuksissa oli hieman päälle kolme miljoonaa, joista vajaassa 340 000:ssa ei ollut vakinaisia asukkaita. (4; 5.)

Kuvassa 2 on esitetty rakennusmäärien nousu eri vuosikymmenien aikana. Rakennusten määrä lähti kasvuun vaikeista olosuhteista huolimatta 1940-luvun loppupuolella. Kasvu on ollut sen jälkeen tasaisesti nousevaa. Kuvaan on eritelty asuinkerrostalojen osuus suhteessa kaikkien rakennusten ja asuinrakennusten määriin nähden. (6.)



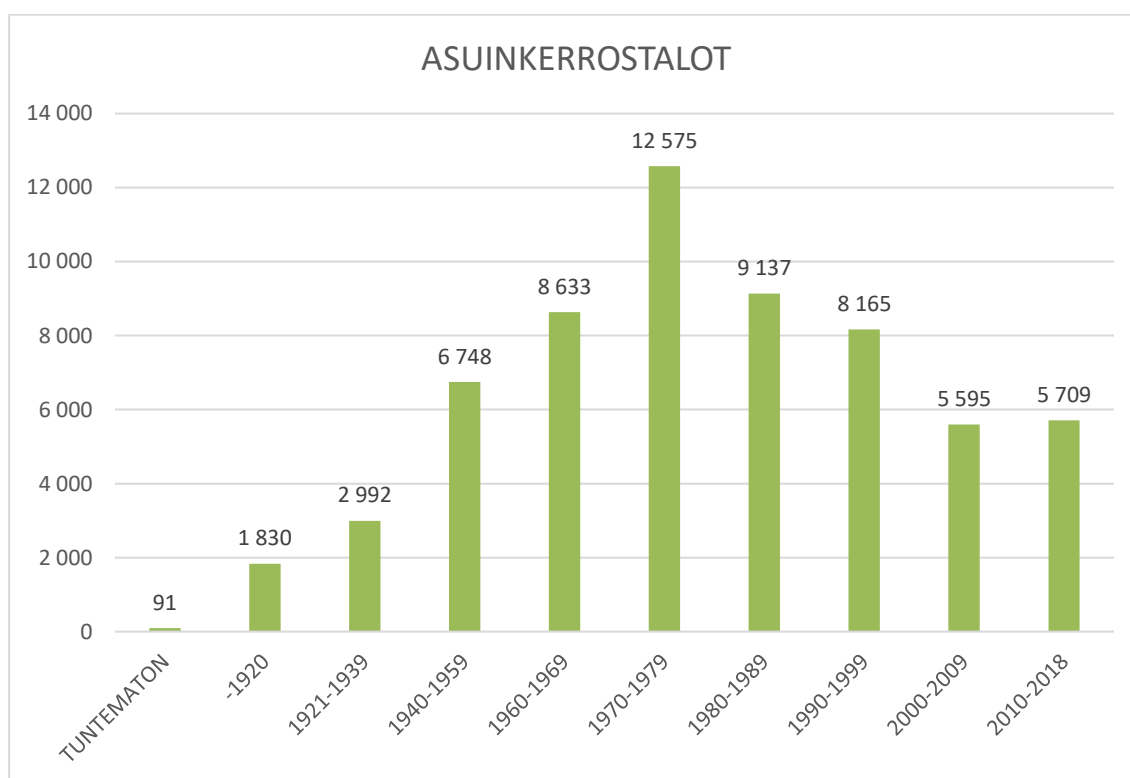
KUVA 2. Rakennuskannan kokonaismäärien kasvu eri vuosikymmeninä (6)

Tarkasteltaessa rakennuskannan ikäjakaumaa (kuva 3) nähdään, että eniten rakennuksia on valmistunut sotien loputtua 1950- sekä 1970 – 1980-lukujen aikana. Sen jälkeen rakentaminen on selvästi vähentynyt. (6.)



KUVA 3. Rakennuskannan määrät ja niiden ikäjakauma eri vuosikymmenillä (6)

Kuvan 4 kuvaajasta selviää, että 2000-luvun ensimmäisten vuosikymmenien aikana kerrostalorakentaminen on ollut tasaista. Määrällisesti kerrostalorakentamisen kulta-aikaa on eletty 1960 – 1980-lukujen aikana, minkä jälkeen 1990-luvulla rakentaminen hidastui lama-ajan myötä. Tuolloin rakentamisessa huomiota kiinnitettiin muun muassa taloudelliseen tehokkuuteen, esteettömyyteen, ekologisuuteen, muunneltavuuteen sekä alueiden täydennysrakentamiseen. Rakennusten ulkonäkö monimuotoistui erilaisten julkisivuvärien, ikkuna- ja oviaukkojen sekä luhtikäytävä- ja pienkerrostalojen myötä. (3, s. 210, 213; 6.)



KUVA 4. Asuinkerrostalojen määrät ja ikäjakauma vuoteen 2018 saakka (6)

2.2 Asuinkerrostalojen korjaustarve vuosina 2020 – 2040

Rakennuskanta Suomessa on jo varsin iäkästä, ja suurin osa kaikista asuinrakennuksista on rakennettu vähintään kolmekymmentä vuotta sitten. Asuinkerrostaloista ennen 1990-luvun alkua on rakennettu noin 42 000, mikä tarkoittaa yli 68 prosentin osuutta koko kerrostalokannasta. Näistä likimain kolmannes on valmistunut 1970-luvulla. Toivasen mukaan (7) rakennettujen taloyhtiöiden korjausrakentamisen arvo on viime vuosina siirtynyt 1960-luvulta 1970-luvun taloyhtiöihin. Siirtymästä huolimatta

aiemmilla vuosikymmenillä rakennetuissa kohteissa on vielä tekemättömiä julkisivu-, katto-, putki- ynnä muita remontteja. Tuon ajan voimakkaan asuntotarpeen ja kaupungistumisen myötä elementtirakenteiset kerrostalot suunniteltiin kestämään 30 - 40 vuotta, mutta jo tehtyjen korjausten myötä niiden elinkaarta on saatu pidennettyä.

Ensimmäiset korjaustarpeet rakennuksissa ilmenevät noin 20 vuoden kuluttua rakennuksen valmistumisesta, ja yleensä ne kohdistuvat asunnon toimivuuteen sekä kulu-neisiin pintamateriaaleihin vaikuttaen sitä kautta asunnon viihtyvyyteen. Rakennuksen tullessa 40 - 50 vuoden ikään, alkaa suurempien peruskorjausten tarve, kun erilaisia rakenteellisia ja järjestelmäkorjauksia vaativia vikoja alkaa esiintyä. Tämän hetken rakennuskannasta peruskorjauksissa olevia rakennuksia edustavat 1970 – 1980-luvuilla rakennetut lähiöalueiden kerrostalot. Korjauksia tarvitaan esteettömyyden, julkisivu-, ilmanvaihto- ja putkiremonttien sekä energiatalouden parantamisessa. Näiden lisäksi korjauksia tarvitaan yleisiin sisäremontteihin. Korjaustoimet tulee kuitenkin harkita perusteellisesti, sillä esimerkiksi muuttotappiokunnissa kaikkiin tarvittaviin korjauksiin ei välttämättä ole varaa, eikä korjaaminen olisi järkeväkään. Tilastokeskus on teettänyt kyselyn kerros- ja omakotitalojen korjauksiin johtaneista syistä (8). Tulokset on koottu kuvaan 5. (9; 10.)



KUVA 5. Korjaustoimenpiteisiin johtaneet syyt kerrostaloasunnoissa ja omakotitaloissa (8)

Peruskorjausten lisäksi rakennuksiin on kohdistettava aiempien käyttövuosien aikana normaalia vuosittaista ennaltaehkäisevää kunnossapitoa ja arviota tulevasta. Asunto-osakeyhtiölaki edellyttää taloyhtiön hallituksen toimesta laatimaa vuosittain tilinpäätöskokouksessa esitettävää 5-vuotis ajanjaksolle laadittua kirjallista yleistasoista kunnossapitotarveselvitystä kiinteistön remonttitarpeista. Selvityksessä esiin nousevien asioiden pohjalta tehdään joko kuntoarvio tai tarvittaessa kattavampi kuntotutkimus, joiden pohjalta laaditaan PTS eli pitkän aikavälin kunnossapitosuunnitelma. Asukkaille on myös hyvä teettää kysely kuntoarvion pohjaksi. PTS-suunnitelman pohjalta teetetään laadukkaat korjaussuunnitelmat urakka-asiakirjoineen, tarvittavine viranomaislupineen ja rahoitus selvityksineen. Suunnitelmat tulisi päivittää viiden vuoden välein. (11.)

Tilastokeskus ylläpitää vuosittaista asunnon omistajien sekä asunto-osakeyhtiöiden korjauskustannusten kehitysjakaumaa talotyypeittäin, rakennusosittain sekä rakennusvuosien mukaan. Seuranta uudistettiin vuonna 2013 menetelmien ja tietojen käsittelyn osalta. Taulukosta 1 nähdään tehtyjen korjauskustannusten vuosittainen kehitys kaikissa asuinrakennuksissa ja lisäksi erittely kerrostaloihin kohdistuneista kustannusosuuksista sekä niiden jakautumisesta asuinneliömetriä kohden. (12.)

TAULUKKO 1. Kaikkien asuinrakennusten korjauskustannusten määrä, jossa eriteltynä kerrostalojen korjauskustannusten osuus sekä neliöhinta, milj. € (12)

| VUODET | ASUIN- RAKENNUKSET | KERROSTA- LOT | KUSTAN- NUS / ASUIN-M² |
|---------------|-------------------------------|--------------------------|--|
| 2013 | 5 745 | 2 178 | 46,5 |
| 2014 | 5 771 | 2 354 | 46,3 |
| 2015 | 6 266 | 2 485 | 48 |
| 2016 | 6 622 | 2 553 | 47,7 |
| 2017 | 6 213 | 2 543 | 46,2 |
| 2018 | 6 307 | 2 237 | 41,7 |

3 ASUINKERROSTALOJEN ENERGIATEHOKKUUTTA PARANTAVAT TOIMENPITEET

Suomen hallitus on asettanut tavoitteeksi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä sekä energiankulutusta ja näin ollen saavuttaa vuoteen 2035 mennessä hiilineutraali Suomi. Rakennusalalla tämä tarkoittaa toimia, joilla saadaan pienennettyä uudis- ja korjausrakentamisen sekä asumisen energiatehokkuutta. Keinoiksi on esitetty muun muassa taloyhtiöille suunnattua energia-avustusjärjestelmää, kokonaisten kortteleiden, alueiden sekä kaupunkien energiatehokkuuden parantamista sekä parempaa rakennusmateriaalien kierrätystä ja kiertotaloutta. (13.)

Taloyhtiöiden, yhteisöjen sekä pientalojen omistajien on mahdollista hakea energia-avustusta energiatehokkuutta parantavista toimista muodostuviin korjauskuluihin 2.1.2020 alkaen Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA:lta. Avustusta myönnetään vuosien 2020 - 2022 aikana yhteensä 100 miljoonaa euroa. Toisena vaihtoehtona yksityisille asunnon omistajille on kotitalousvähennys, mutta päällekkäisiä tukia samaan korjaushankkeeseen ei voi saada. Energiataloudellisilla korjauksilla lisätään energiansäästön ohella talon arvonnousua, asumisviihtyvyyttä ja -terveyttä, asunnon toimivuutta ja helppohoitoisuutta. (9; 14.)

Asuinkerrostalon täysimääräisen, 4 000 euroa/asuinhuoneisto, energia-avustuksen saamiseksi edellytetään vähintään 20 prosentin energiatehokkuuden parannusta voimassa olevan ympäristöministeriön asetuksen (4/13, 7 §) vähimmäistasoon nähden tai rakentamisajankohtanaan lähes nollaenergiatasoisissa kohteissa asetuksen (4/13, 7 §) vaatimaa vähimmäistasoa. Mikäli energiatehokkuus parannetaan uudelle rakennukselle määritetyn asetuksen (1010/2017, 4 §) mukaisesti lähes nollaenergiatasolle, on avustuksen määrä 6 000 euroa/asuinhuoneisto. Rakennuskohteen energiatehokkuuden paraneminen osoitetaan energiatodistuksella. Toteutuneista ja hyväksytyistä kustannuksista avustuksen määrä on kuitenkin enintään 50 prosenttia. (15, s. 4 – 5.)

Taulukkoon 2 (16) on ryhmitelty erilaiset toimenpiteet, joista on mahdollista saada ARA:n myöntämää energia-avustusta kaikkien ehtojen täytyttyä. Mahdollinen

avustettava osuus on eritelty toimenpidekuvauksen viereen. Osuudet vaihtelevat 20 prosentista 100 prosenttiin.

TAULUKKO 2. Toimenpiteet, joihin ARA myöntää energia-avustusta (16)

| TOIMENPIDE | | OSUUS *) |
|-------------------------------------|---|----------|
| SUUNNITTELU-KUSTANNUKSET | Suunnittelukustannukset, myös E-luvun laskennasta ja energiatodistuksen laatimisesta aiheutuneet | 100 % |
| LÄMMITYS | Öljylämmityksestä luopuminen, kun kokonaisratkaisulla saavutetaan avustuksen saamisen edellyttämä taso | 100 % |
| | Tulisijan vaihtaminen varaavaan tulisijaan | 50 % |
| VESI | Paineenalennus ja vettä säästävät kalusteet sekä putkien eristys alkuperäistä parempaan tasoon linjasaneerauksen yhteydessä | 20 % |
| ENERGIAEHO-KUUS | Innovaatiiviset ja muut ratkaisut, joilla on energian käytön tehostamiseen tai energiatehokkuuteen tai kulutusjoustoihin luettavaa merkitystä kokonaisuuteen tai rakennuksen toimintaan kokonaisuutena tai ovat muuten hyödyllisiä rakennuksen omistajalle energiamielessä | 50 % |
| | Automaatio- ja ohjaus- sekä seuranta- ja säätöjärjestelmien lisääminen sekä järjestelmien tasapainotus sekä lämpötilan säätölaitteiston uusiminen ja säätö koko rakennuksessa | 50 % |
| JÄRJESTELMÄ & LAITTEISTO | Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen lämmöntalteenotolla | 50 % |
| | Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton lisääminen (ml. Poistoilmalämpöpumppu) | |
| | Muun lämmöntalteenoton lisääminen (ml. Jäteveden lämmöntalteenotto) | |
| | Jäähdytysjärjestelmä | 20 % |
| | Kiinteistönhallintajärjestelmät energian käytön tehostamiseen, sisäilmasto-olosuhteiden parantamiseen sekä järjestelmän säätöön, tasapainotukseen ja ohjaukseen sekä järjestelmän oikean toiminnan varmistamiseen liittyvä toimenpide sekä niiden tarvitsevat rakennuksen tulevat kaapeli-asennukset ja tietoverkot | 50 % |
| | Lämpöpumppu- ja lämmöntalteenottojärjestelmien sekä aurinkoenergian hyödyntämiseen käytettävät laitteistot, tarvittavine kaapeli- ja putkivetoineen | 50 % |
| | Poistoilmanpuhaltimen tai suurissa yksiköissä niiden moottorien vaihto nykyaikaisiin | 50 % |
| LISÄLÄMMÖNERISTYS | Merkittävä (vähintään asetuksen 4/13 taso) lisälämmöneristys tai aurinkoenergiajärjestelmän lisäys vesikatolle vesikaton uusimisen yhteydessä | 20 % |
| | Lisälämmöneristys alapohjan uusimisen yhteydessä | 20 % |
| | Merkittävä (vähintään asetuksen 4/13 taso) lisälämmöneristys julkisivun uusimisen yhteydessä | 20 % |
| | Sisäseinän merkittävä (vähintään asetuksen 4/13) lisälämmöneristys lämpimän ja puolilämpimän tilan välillä | 50 % |
| | Sokkeleiden lisäeristys, routaeristeiden lisäys, kaapeli tai putkikanaalien lisääminen energiatehokkuutta parantavien laitteistojen ja järjestelmien vuoksi | 20 % |
| | Pintojen ja kalusteiden uusiminen, kun ne uusitaan energiatehokkuutta merkittävästi (esimerkiksi lisälämmöneristys, vähintään asetuksen 4/13 taso) parantaneiden korjausten yhteydessä | 20 % |
| | | |
| TIIVISTÄMINEN | Rakennuksen tiivistäminen siten, että se osoitetaan ennen ja jälkeen tehdyillä tiiveysmittauksilla | 100 % |
| IKKUNAT JA OVET | Aurinkoenergialasit, jotka ovat aurinkopaneelien tavoin toimivia aurinkosähköntuottajia | 50 % |
| | Aurinkosuojaus kaihtimilla, markiiseilla, ikkunan g-arvolla jne. | 50 % |
| | Ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen vähintään 30 % asetuksen 4/13 vaatimuksia parempaan tasoon | 50 % |
| | Ikkunoiden ja ulko-ovien uusiminen vähintään asetuksen 4/13 velvoittamaan tasoon | 20 % |

*) Mahdollinen avustettava osuus toimenpidekustannuksesta

Rakennusneuvos Jyrki Kauppisen laatimassa muistiossa (17, s. 3), joka koskee valtioneuvoston asetusta energia-avustuksista vuosille 2020 – 2022, todetaan, että

hallitusohjelma edellyttää hankkeiden olevan kustannustehokkaita ja asianmukaisesti suunniteltuja. Tästä seuraa se, että avustettavina kustannuksina voisi ottaa huomioon kaikki suunnittelukustannukset. Suunnittelukustannusten tarkasta erittelystä voisi koitua enemmän kustannuksia kuin saavutettavaa hyötyä. Avustettaviin toteutusaikaisiin suunnittelukustannuksiin lukeutuvat myös selvitystyöt, joilla tutkitaan, onko hankkeisiin mahdollista saada energia-avustusta. Selvityksessä lasketaan alkuperäisten ja uusien ratkaisujen muodostamat E-luvut, joista selviää, paraneeko energiatehokkuus riittävästi. Lisäksi avustettaviin kustannuksiin lasketaan uuden energiatodistuksen, jolla osoitetaan energiatehokkuuden parantuminen avustuksen edellyttämälle tasolle, laadinta.

Ympäristöministeriön asetuksessa (4/2013), joka koskee energiatehokkuuden parantamista korjaus- ja muutostöissä, on esitetty periaatteita. Näitä periaatteita tulee noudattaa, kun energiatehokkuuden parantamisen suunnittelu ja toteutus tapahtuvat rakennusosakohtaisesti (4/13, 4§):

- 1) *Ulkoseinä: Alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,17 W/(m² K). Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin 0,60 W/(m² K) tai parempi.*
- 2) *Yläpohja: Alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin enintään 0,09 W/(m² K). Rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä alkuperäinen U-arvo x 0,5, kuitenkin 0,60 W/(m² K) tai parempi.*
- 3) *Alapohja: Energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan.*
- 4) *Uusien ikkunoiden ja ulko-ovien U-arvon on oltava 1,0 W/(m² K) tai parempi. Vanhoja ikkunoita ja ulko-ovia korjattaessa on lämmönpitävyyttä parannettava mahdollisuuksien mukaan. (18, s. 2.)*

Teknisten järjestelmien korjauksesta asetuksessa (4/13, 5 §) todetaan seuraavaa:

Kun rakennuksen teknisiä järjestelmiä peruskorjataan, uudistetaan tai uusitaan, on noudatettava seuraavia vaatimuksia;

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

- 2) *Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,0 kW/m³/s).*
- 3) *Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 1,0 kW/(m³/s).*
- 4) *Ilmastointijärjestelmän ominaissähköteho saa olla enintään 2,5 kW/(m³/s).*
- 5) *Lämmitysjärjestelmien hyötysuhdetta parannetaan laitteiden ja järjestelmien uusimisen yhteydessä mahdollisuuksien mukaan. (18, s. 2.)*

Vanhojen rakennusten energiatehokkuuden parantaminen on kannattavinta aloittaa aluksi pienemmästä parannuksesta ja tarvittaessa edetä vaiheittain suurempaan. Toimintatapa voi olla esimerkiksi seuraavanlainen; aloitetaan kohteen energiankulutus-seurannoista, joista saatujen tulosten perusteella voidaan muuttaa järjestelmien perussäätöjä, suorittaa tiiveyden korjaustoimia ja ohjeistaa asukkaita erilaisiin kulutustapoihin. Kun rakennuksen peruskorjaus on ajankohtainen, niin sen yhteydessä on hyvä tehdä laajempia energiatehokkuuskorjauksia. Korjausten on oltava teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. (19, s. 61.)

Taulukossa 3 on tarkastuslista, jolla voidaan seurata rakennusten energiatehokkuutta asuinkerros- ja rivitaloissa (19, s. 59). Listaan on koottu lämmön, veden, ilman ja sähkön energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä. Lämmöstä seurataan lämmöntuotantohävikkiä, lämmönkulutusta ja lämmönjakojärjestelmän toimivuutta. Vedestä seurataan käyttöveden kulutusta sekä käyttövesi- ja viemärijärjestelmän toimivuutta. Ilmaa tarkasteltaessa varmistetaan sisäilman hyvä laatu. Sähköstä seurataan kulutusta sekä sähköjärjestelmän tehokasta käyttöä.

TAULUKKO 3. Energiatehokkuuden tarkastuslista asuinkerros- ja rivitaloissa (19, s. 59)

| | |
|--|--|
| Lämmöntuotantoon liittyvät häviöt ovat mahdollisimman pienet. | <i>Kaukolämpökanaalien eristyksen on oltava kunnossa, lämmöntuotantolaitteiden on oltava kunnossa, lämmöntuotannon säätölaite on kunnossa.</i> |
| Lämmönkulutuksen mittaus on kunnossa. | <i>Kulutusmittarit on tarkastettu ja kulutustarkkailu on jatkuvaa.</i> |
| Lämmönjakojärjestelmä toimii mahdollisimman tehokkaasti. | <i>Patteritermostaatit tai sähköiset lämmityspatterit toimivat mahdollisimman tehokkaasti, lämmitysjärjestelmän perussäätö on kunnossa ja huoneistoissa ei ole merkittäviä eroja sisälämpötiloissa.</i> |
| Käyttöveden kulutusmittaus on kunnossa. | <i>Kulutusmittarit on tarkastettu ja kulutustarkkailu on jatkuvaa. Asukkaille tiedotetaan vedenkulutuksen kehityksestä.</i> |
| Käyttövesi- ja viemärijärjestelmä toimii mahdollisimman tehokkaasti. | <i>Vesikalusteiden uusimisen yhteydessä valitaan aina vähän vettä kuluttava vaihtoehto. Viemäriverkosto huuhdellaan säännöllisesti.</i> |
| Sisäilman laatu asunnoissa on hyvä. | <i>Ilmanvaihtojärjestelmä pidetään hyvässä toimintakunnossa varmistamalla, että asunnoissa on oikea poistoilmamäärä, korvausilman sisäänotto on hallittua eikä asunnoissa esiinny merkittävää vetohaittaa.</i> |
| Sähkönkulutuksen mittaus on kunnossa. | <i>Kiinteistö- ja kotitaloussähkö mitataan erillisesti. Sähkömittarit tarkastetaan säännöllisesti.</i> |
| Sähköjärjestelmän käyttö on energiatehokasta. | <i>Sähkölaitteiden uusimisen yhteydessä valitaan energiatehokas vaihtoehto. Valaistuksen ja muun sähkökäytön ohjaus tehdään tarkoituksenmukaisesti.</i> |

4 ASUINKERROSTALON ENERGIANKULUTUS JA HIILIJALANJÄLKI

4.1 Energiankulutuksen muodostuminen

Kerrostalojen kokonaisenergiankulutus muodostuu ilmanvaihdosta, käyttöveden lämmityksestä sekä lämmitys- ja uudemmista kohteissa myös jäähdytys- ja sähköenergiantarpeista. Lämmityksen osuus vuotuisista hoitokuluista vuonna 2018 oli noin 23 prosenttia. (19, s. 56.)

Lämmitysenergiankulutukseen vaikuttavat muun muassa rakennuksen sijainti ja suuntaus, pinta-alat ja tilavuus, rakenteiden lämmöneristävyyden taso, talotekniset laitteet sekä erilaiset kulutus- ja käyttötottumukset. Lämmitysenergiasta noin 45 % johtuu ilmanvaihdosta ja ilmastuodista, noin 40 % erilaisista vaipan johtumishäviöistä ja noin 15 % käyttöveden lämmityksestä. Sähköenergian kulutus muodostuu sisä- ja ulkotilojen sekä alueiden valaistuksesta, lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän toiminnoista sekä hissin, talosaunan ja -pesulan käytöstä. (19, s. 57 – 58.)

Kuvassa 6 esitetään tyypillisen 1970-luvulla rakennetun asuinkerrostalon lämmitysenergiankulutuksen jakautuma. 1970-luvun rakennuksissa merkittävin tekijä on ilmanvaihto, jonka osuus on 27 %. Vuotoilmanvaihdon merkitys on myös suuri, 13 %. Johtumishäviöiden merkitys on 39 %. Lämmin käyttövesi on 21 %. Useimmat 1970-luvun rakennukset ovat nykyisin jo kaukolämmön piirissä, jolloin lämmöntuotannon häviöitä ei rakennuksessa ole.

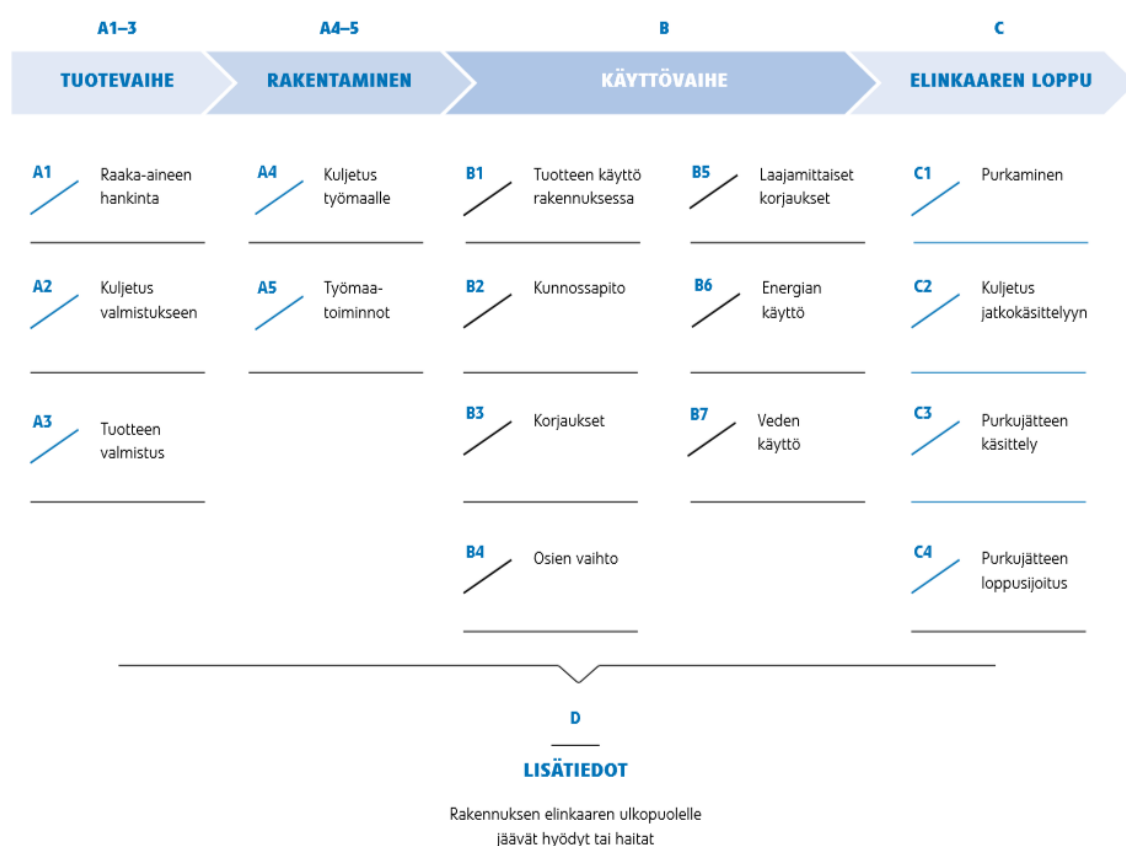


| Lämmitysenergian kulutus 1970-luvun kerrostalossa | |
|---|--------------|
| Alapohja | 7 % |
| Ulkoseinät | 13 % |
| Yläpohja | 5 % |
| Ikkunat | 9 % |
| Parvekeovet | 3 % |
| Ulko-ovet | 1 % |
| Vuotoilmanvaihto | 13 % |
| Ilmanvaihto | 27 % |
| Lämmin käyttövesi | 21 % |
| YHTEENSÄ | 100 % |
| | |
| | |
| | |

KUVA 6. Lämmitysenergiakulutuksen jakautuma 1970-luvun asuinkerrostalossa

4.2 Hiilijalanjälki ja muut ympäristöpaineet

Kolmannes Suomen kasvihuonekaasupäästöistä muodostuu rakennuksista ja niiden rakentamisesta. Aiemmin päästöjen pienentymisessä on keskitytty rakennusten käytönaikaiseen energiankulutukseen ja energiatehokkuuden parantamiseen, mutta ne ei yksistään ole riittävät keinot päästömäärien alentamiseen. Näiden keinojen lisäksi tulee tarkastella kuvassa 7 nähtävää koko rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkeä, eritoten sen alku- ja loppupäätä. Elinkaaren alkupäähän lukeutuvat materiaalien raaka-ainehankinnat ja kuljetus sekä tuotteen valmistusvaihe. Elinkaaren keskivaiheeseen kuuluvat rakentamisesta ja rakennuksen käyttövaiheesta aiheutuvat vaikutukset, joihin aiemmin on keskitytty. Elinkaaren lopussa hiilijalanjäljen muodostumista voidaan pienentää muun muassa rakennusjätteiden synnyn ehkäisyllä ja kierrätyksellä. (20; 21.)



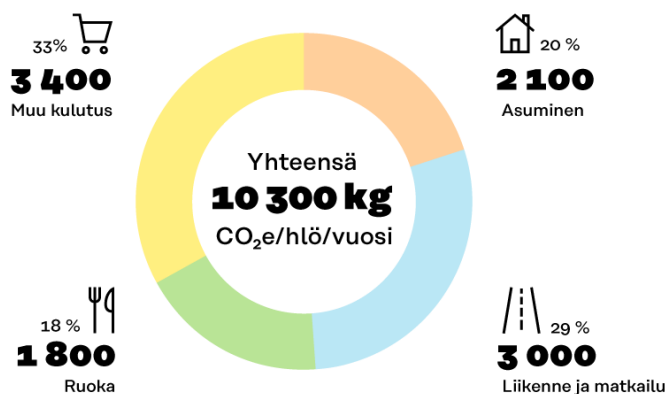
KUVA 7. Rakennuksen elinkaarivaiheet standardin EN 15978 mukaisesti (21, s. 16)

Hiilijalanjäljellä tarkoitetaan tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttamaa ilmastokuormitusta eli sitä, miten paljon se tuottaa kasvihuonekaasuja koko elinkaarensa aikana.

Rakentamisessa tämä tarkoittaa ajanjaksoa rakennustuotteen valmistuksen alkamisesta rakennuksen purkamiseen asti. Tyypillisesti rakennusten laskennalliset hiilidioksidipäästöt ovat 10 - 15 kg CO₂e/m²/a. Hiilijalanjäljen lisäksi lasketaan erillinen hiilikädenjälki, mikä mittaa rakennuksesta aiheutuvaa myönteistä ilmastovaikutusta. Myönteinen ilmastovaikutus muodostuu rakenteisiin sitoutuneesta hiilen määrästä, sementin karbonatisoitumisen aiheuttamasta hiilinielusta, ulkopuoliseen energiaverkkoon syötetystä energiasta ja rakennustuotteen kierrätyksestä. (22; 23.)

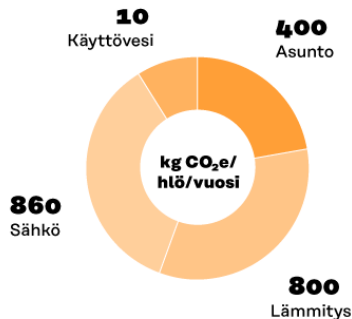
Sitra on julkaissut kuvaajat keskivertosuomalaisen hiilijalanjäljistä vuonna 2019. Laskennallisesti ihmisten eri toiminnot ja teot aiheuttavat vuotuisesti hiilidioksidipäästöjä henkilöä kohden 10 300 kg CO₂e (kuva 8). Asumisen osuus kokonaishiilidioksidipäästöistä on noin 2 100 kg CO₂e (kuva 9). Asumisen päästöt muodostuvat asunnosta sekä lämmitysenergian-, veden- ja sähkönkulutuksesta. Asuinkerrostalon päästöjä tarkasteltaessa keskimääräisen kerrostalon hiilijalanjäljestä 63 % muodostuu energian käytöstä ja loput 37 % elinkaaren muista vaiheista. (24; 25.)

KESKIVERTOSUOMALAISEN HIILIJALANJÄLKI



KUVA 8. Eri toiminnoista ja teoista aiheutuva hiilijalanjälki henkilöä kohden vuonna 2019 (24)

ASUMINEN



SITRA

KUVA 9. Asumisesta aiheutuva hiilijalanjälki henkilöä kohden vuonna 2019 (24)

4.3 Energiankulutuksen laskennallinen arviointi

Rakennukselle tehdään laskennallinen energiankulutusarvio (kWh/a) tarkoituksenmukaisella laskentaohjelmalla. Arvio perustuu rakennuksen ominaisuuksista ja teknisistä järjestelmistä tehtyihin laskelmiin. Samassa yhteydessä voidaan laskea ympäristökuormat. Laskennallinen energiankulutus voidaan sekoittaa laskennalliseen kokonaisenergiankulutusta kuvaavaan E-lukuun (kWhE/m² a), jossa rakennuksen vuotuinen osastoenergian määrä suhteutetaan lämmitettyä nettoalaa kohti. Uudiskohteissa arvio on tarkempi kuin aiemmin rakennetuissa kohteissa. (19, s. 80; 26, s. 28.)

Laskentaa varten rakennuksesta tarvitaan seuraavat tiedot:

- rakennuksen ilmansuunta, piiri, pinta-alat ja tilavuus
- asuntojen, parvekkeiden ja asukkaiden määrät,
- ala- ja yläpohjan, ulkoseinien, ikkunoiden ja ulko-ovien määrät ja U-arvot
- lämmitysjärjestelmä ja sen tehokkuusluku
- lämmönjakojärjestelmä
- rakennuksen vaipan ilmanvuotoluku (1/h)
- veden- ja sähkönkulutus. (19, s. 80.)

Laskelmasta saatua tulosta verrataan toteutuneisiin kulutusmääriin ja selvitetään kulutuserojen syyt. Eroja analysoimalla selvitetään, millaisilla toimenpiteillä energiankulutusta voidaan pienentää sekä arvioidaan toimenpiteistä aiheutuvat kustannukset ja kannattavuus. (19, s. 80.)

5 ASUNTO-OSAKEYHTIÖ METSÄNPEIKON ENERGIATEHOK- KUUDEN PARANTAMINEN

Työssä suunniteltiin energiakorjaus Oulussa sijaitsevaan vuonna 1978 rakennettuun 3-kerroksiseen asuinkerrostaloon. Työhön tehtiin myös lyhyt, selkeä esitys korjauksen tarkasteluvaiheista (luku 5.1).

Asunto-osakeyhtiö Metsänpeikko on kaksiportainen lamellitalo, jossa on 16 asuinhuoneistoa ja 40 asukasta. Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat löyly- ja pesuhuoneetilat sekä muita yleisiä tiloja. Kohteen rakenteet ovat alkuperäiset, lämmitysmuoto on kaukolämpö ja ilmanvaihtojärjestelmänä koneellinen poisto. Kohteen julkisivu- ja pohjapiirustukset esitetään liitteissä 2 - 3.

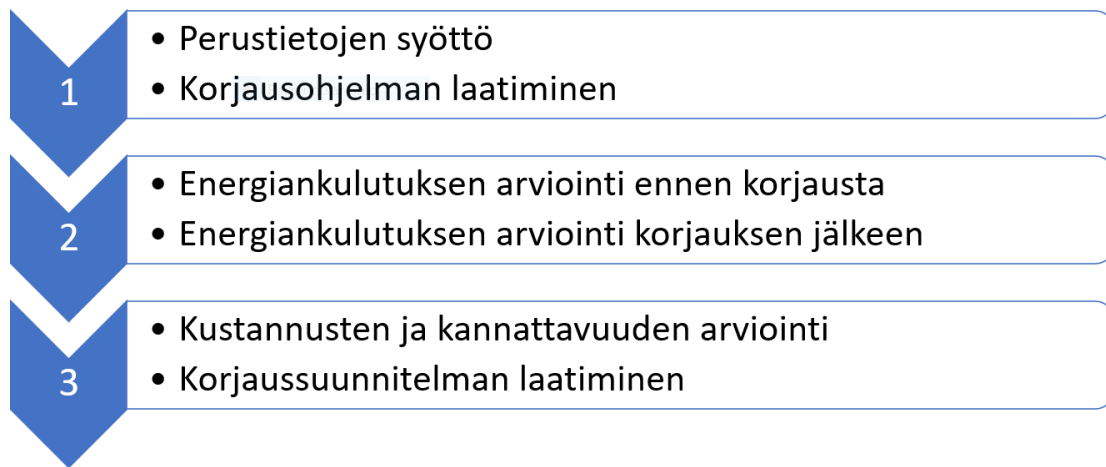
Rakennuksen laajuustiedot:

- asuntopinta-ala 931,5 asm²
- huoneistoala 1 068 htm²
- bruttoala 1 175 brm²
- rakennustilavuus 3 723 rm³
- lämmin rakennustilavuus 2 981 rm³.

5.1 Energiakorjauksen laskennallinen tarkastelu

Kuvassa 10 esitetään energiatehokkuuden laskennallisessa tarkastelussa sovellettava käytäntö. Kohteen laskennallinen arvio tehtiin taulukkolaskentaohjelmalla. Vaiheessa 1 ohjelmaan syötettiin rakennuksen perustiedot ja tarkasteltava korjausohjelma. Vertailuna on aina tilanne, jossa korjauksia ei tehdä eli niin sanottu 0-vaihtoehto. Vaiheessa 2 kohteelle laskettiin lämmitysenergiankulutus 0-vaihtoehdossa ja korjausohjelman mukaisesti toteutettuna. Lopuksi arvioitiin korjausohjelman kustannukset ja kannattavuus. Korjauskustannukset arvioitiin hankkeelle kokonaisuudessaan. Samalla arvioitiin, kuinka suuri osa korjauskustannuksista aiheutuu siitä, että rakennuksen energiatehokkuutta parannettiin. Kannattavuus arvioitiin sekä koko korjausohjelmalle että yksittäisille toimenpiteille. Kannattavuuden arviointi tehtiin takaisinmaksuajan perusteella ilman korkoa.

Prosessi



KUVA 10. Energiatehokkaan korjauksen tarkastelun vaiheet

5.2 Toimenpiteiden kannattavuuden arviointi

Energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet voidaan jakaa perusteellisiin rakenteiden tai järjestelmien perusparantamisiin ja pieniin käyttötottumuksiin liittyviin keinoihin. Perusteellisten korjausten tärkeimpänä tavoitteena on yleensä jokin muu kuin energiatehokkuuden parantaminen. Tässä kohteessa päätavoitteita olivat asumisviihtyisyyden parantaminen ja huonelämpötilojen nostaminen. Nykyisin betonielementtirakennusten ulkoseinien lisäeristämisessä päätavoite on usein ulkokuoren elinkaaren jatkaminen.

Energiatehokkuuden kannattavuuden arvioinnissa investointikustannukseksi tulee kohdistaa

- ne välittömät kustannukset, jotka energiatalouden parantamisesta välittömästi aiheutuvat (esimerkiksi lisäeristykseen vaatiman koolauksen tekeminen ja lisäeristeen asentaminen)
- rakennusosan jäljellä oleva elinkaari, jos korjaus tehdään ennen kuin rakennusosan tekninen elinkaari on päättynyt (esimerkiksi ikkunan uusiminen, lämmöntuotantojärjestelmän jäljellä oleva tekninen käyttöikä). (2, s. 30.)

Kohteelle suunniteltiin energiatehokkuutta parantava korjausehdotus lisälämmöneristämällä. Korjausvaihtoehtojen laskelmat on esitetty liitteessä 4. Taulukossa 4 esitetään ulkoseinän ulkopuolisen lisäeristyskorjauksen tuoterakennelaskelma. Korjausmenetelmä on kolmikerrosrappaus, jonka yhteydessä ulkoseinään asennetaan 70 mm:n mineraalivillaeristys. Korjauksen kustannukset ovat 203 €/m² (alv. 0 %). Energiatehokkuutta parantavan osan kustannus korjauksesta on 46 €/m² (mineraalivillan asennus, verkotus ja kiinnikkeet).

Lisäeristäminen alentaa rakennuksen vuosittaista lämmitysenergiakustannusta 5,4 €/m².

Toimenpiteen takaisinmaksuaika lasketaan kaavalla 1. Takaisinmaksuajaksi saatiin 8,5 vuotta, kun lämmitysenergian hinta on 0,1 €/kWh.

$$T = \frac{K_{ek}}{S_v} = 8,5 \text{ v}$$

KAAVA 1

T = takaisinmaksuaika

K_{ek} = energiatehokkuuden parantamisen korjauskustannus, (€/m²)

S_v = energian kustannussäästö vuodessa, (€/m²,v).

Koska julkisivu on kuntonsa vuoksi pakko korjata, on korjauksen yhteydessä järkevää parantaa myös rakennuksen energiatehokkuutta. Korjauksen teknisessä suunnittelussa on otettava huomioon rakenteeseen mahdollisesti syntyvät kylmäsillat, mikä vaatii korjaussuunnittelijalta kokemusta. Lisäeristys vaikuttaa myös lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan, joka on samoin otettava huomioon.

TAULUKKO 4. Ulkoseinän ulkopuolinen lisäeristys, tuoterakenne

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|----------------|---|-------|-----------|--------|----------|---------|-------|-------|--|---------------------------|
| Tunnus | 55 1 | | | | | | | | | | | Martti Hekkanen 20.4.2020 |
| Toimenpide | Ulkoseinän kolmikerrosrappaus ja lisäeristys 70 mm, | | | | | | | | | | | |
| Työ | €/h | 20 | Lämmöneristeiden ja rappausverkon asennus mekaanisilla kiinnikkeillä. Pohjarappaus, täyttörappaus ja pintarappaus pumppulla sekä pinnan käsittely. Kiinteät telineet . Valmistelevat ja päättävät työt käsittävät työmaan perustamisen ja purkamisen. | | | | | | | | | |
| Sosk | % | 70 | | | | | | | | | | |
| Työ+sosk | €/h | 34 | Syökytorvet irroitetaan ja uudet syökytorvet asennetaan . Hinta sisältää myös ikkuna-aukkoihin tehtävät pellitykset. | | | | | | | | | |
| Indeksi | RKI | 140 | Seinän alkuperäinen u-arvo on 0,8 W/m ² ,K. | | | | | | | | | |
| Kate | % | 15 | Korjauksen jälkeen u-arvo on 0,35 W/m ² ,K. | | | | | | | | | |
| Yleisk | % | 10 | Lämmitysenergian säästö vuodessa on 120 * (0,8-0,35) * 0,10 €/KWh = 5,4 €/m ² | | | | | | | | | |
| Alv | % | 24 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | Lähde: RATU F31-0187 |
| | | | Työ | | Hankinnat | | | E-hinta | YHT | | | % |
| RO | Myks | Yks | Toimenpide | h/yks | €/yks | €/myks | myks/yks | €/yks | | €/yks | | |
| | erä | m ² | Valmistelevat työt | 0,03 | 1,02 | 5 | 1 | 5 | | 6,02 | | 3,70 % |
| | | m ² | Putkelineiden asennus, suojaus | 0,3 | 10,20 | 10 | 1,00 | 10 | | 20,20 | | 12,42 % |
| | | m ² | Mineraalivillan asennus | 0,15 | 5,10 | 13,86 | 1,05 | 14,553 | 19,65 | 19,65 | | 12,08 % |
| | | kpl | Kiinnikkeet | 0,2 | 6,80 | 1 | 7,00 | 7 | 13,80 | 13,80 | | 8,48 % |
| | | m ² | Verkotus | 0,3 | 10,20 | 2 | 1,10 | 2,2 | 12,40 | 12,40 | | 7,62 % |
| | | m ² | Tartuntarappaus | 0,15 | 5,10 | 0,16 | 4,50 | 0,72 | | 5,82 | | 3,58 % |
| | | m ² | Oikaisurappaus | 0,15 | 5,10 | 0,38 | 30,00 | 11,4 | | 16,50 | | 10,14 % |
| | | m ² | Pintarappaus | 0,15 | 5,10 | 1,1 | 8,00 | 8,8 | | 13,90 | | 8,54 % |
| | | m ² | Pellitykset | 0,3 | 10,20 | 20 | 1,00 | 20 | | 30,20 | | 18,56 % |
| | | m ² | Syökytorvien irroitus ja asennus | 0,15 | 5,10 | 10 | 1,00 | 10 | | 15,10 | | 9,28 % |
| | erä | m ² | Loppusiivous | 0,1 | 3,40 | 5 | 1,00 | 5 | | 8,40 | | 5,16 % |
| | erä | m ² | Päättävät työt | 0,02 | 0,68 | | | 0 | | 0,68 | | 0,42 % |
| | | | | | | | | 0 | | 0,00 | | 0,00 % |
| | | | YHTEENSÄ | 2,00 | 68,00 | | | 95 | 46 | 163 | | 100 % |
| | | | Kate ja yleiskulut | | | | | | | 41 | | |
| | | | TARJOUSHINTA, alv = 0 % | | | | | | | 203 | | |
| | | | Arvonlisävero | | | | | | | 49 | | |
| | | | TARJOUSHINTA, sis.alv | | | | | | | 252 | | |

5.3 Korjausvaihtoehtojen vertailu

Kohteeseen suunniteltiin kolme erilaista lämmitysenergiankulutusta pienentävää korjausvaihtoehtoa. Perusvaihtoehdossa 1 kohteessa ei tehty lainkaan energiatehokkuutta parantavia korjauksia. Vaihtoehdossa 2 kohteessa tehtiin niin sanottu normikorjaus, jossa energiatehokkuutta parannettiin rakenteellisin keinoin ja pienillä teknisten järjestelmien parannuksilla. Vaihtoehdossa 3 tehtiin tehokas energiakorjaus, jossa myös kohteen ilmanvaihtojärjestelmä perusparannettiin nykyisiä määräyksiä vastaavalle tasolle. Missään vaihtoehdossa ei tehty lämmitys- muotoon liittyviä muutoksia. Vaihtoehtojen laskelmat esitetään liitteessä 4.

Taulukossa 5 esitetään lämmitysenergiankulutus eri vaihtoehdoissa, kohteen korjausohjelman kokonaiskustannukset (hinta) ja energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden osuus kokonaiskustannuksista (e-hinta). Edelleen taulukossa esitetään takaisinmaksuajat sekä kokonaiskustannusten että energiatehokkuutta parantavien kustannusten osalta.

TAULUKKO 5. Korjausvaihtoehtojen vertailu: kustannustaso on tammikuu 2020 ja lämmitysenergian hinta 0,1 €/kWh, sijaintipaikkakunta Oulu, takaisinmaksuaika on laskettu ilman korkoa

| | Lämmönkulutus | ERO | HINTA | E-HINTA | T | T _{Energia} |
|-----|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----|----------------------|
| | KWh/asm ² | KWh/asm ² | €/asm ² | €/asm ² | v | v |
| VE1 | 281 | | | | | |
| VE2 | 151 | 130 | 386 | 91 | 30 | 7 |
| VE3 | 98 | 183 | 910 | 200 | 50 | 11 |
| VE1 | Ei korjauksia | | | | | |
| VE2 | Normikorjaus | | | | | |
| VE3 | Tehokorjaus | | | | | |

Kohteen lämmitysenergiankulutus on ilman korjauksia Oulussa normaalikyilmänä vuonna 281 kWh/asm². Normikorjauksella lämmitysenergiankulutus aleni 130 kWh/asm², ja se on 53 % lähtötilanteen kulutuksesta. Korjausohjelman kannattavuus oli hyvä, energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden osuus kokonaiskorjauskustannuksista on 91 €/asm² ja takaisinmaksuaika 7 vuotta. Koska kohteessa on tehtävä teknisen vanhenemisen vuoksi joka tapauksessa korjauksia, on energiatehokkuuden parantaminen tässä yhteydessä hyvin perusteltua.

Tehokorjaus alentaa lämmitysenergiankulutusta siten, että korjausten jälkeen kohteen kulutus on 98 kWh/asm². Kulutus on 35 % alkuperäisestä kulutuksesta. Toimenpideohjelman kustannukset ovat 910 €/asm² ja energiatehokkaiden korjausten kannattavuus on nyt 11 vuotta. Tehokorjauksessa rakennukseen asennetaan asuntokohtainen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä, jolloin myös sisäilman laatu huoneistossa paranee. Tätä ei tarkastelussa ole kuitenkaan otettu huomioon.

6 POHDINTA

Työssä tarkasteltiin asuinkerrostalon energiatehokkuutta parantavan korjauksen tekemistä. Ilmastonmuutoksen hidastaminen on yksi Suomen tärkeimmistä kansallisista tavoitteista lähitulevaisuudessa. Asuinkerrostalojen lämmitysenergiankulutus muodostaa merkittävän yksittäisen tekijän, johon vaikuttamalla voidaan kasvihuonekaasujen määrää tulevaisuudessa vähentää.

Suuri osa asuinkerrostaloista on jo rakennettu. Uudistuotanto on tällä hetkellä energiatehokkuudeltaan tyydyttävällä tai hyvällä tasolla. Haaste tulee rakennetusta kiinteistökannasta. Vasta 2010-luvulla asuinkerrostalojen energiatehokkuus on parantunut merkittävästi, joten suurimmassa osassa rakennuskantaa energiatehokkaiden korjausten tarve on suuri.

Yksittäisillä toimenpiteillä voidaan energiatehokkuutta parantaa usein merkittävästi. Tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi lämmitysverkoston perussäätö ja patteriventtiilien uusiminen. Myös ikkunoiden ja ulko-ovien kohdalla voidaan säästää merkittäviä säästöjä, jos alkuperäisten rakenteiden u-arvot ovat heikkoja. Lisäeristämisen kannattavuus riippuu siitä, tehdäänkö samalla julkisivukorjaus. Julkisivukorjauksen yhteydessä myös lisäeristys on kannattavaa ja samalla voidaan betonirakenteiden teknistä käyttöikää pidentää merkittävästi.

Korjausta on aina tarkasteltava kokonaisuutena. Energiatehokkuutta parantavat korjaukset ovat kalliita ja rahoitussuunnittelu on otettava osaksi taloyhtiöiden kiinteistöstrategiaa. Asuntojen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen avustus energiatehokkaiden korjausten edistämiseksi on hyödyllinen rahoitusinstrumentti, mutta sen käyttö edellyttää rakennuttajalta ammattitaitoa energiatehokkaan suunnittelun käytännön toteutuksen osalta.

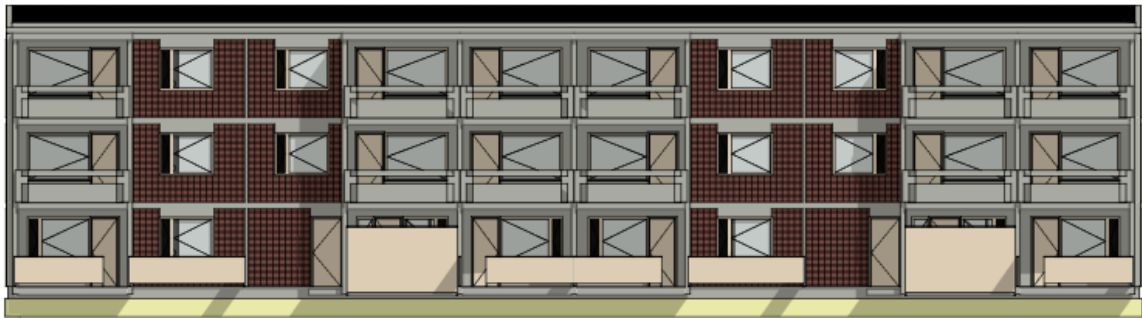
LÄHTEET

1. Energiatehokkuus. 2020. Ympäristöministeriö. Saatavissa: https://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus. Hakupäivä 5.5.2020.
2. Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020 – 2050 SUOMI. 2020. Ympäristöministeriö. Saatavissa: https://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ohjeet/Maankayton_ ja_rakentamisen_valmis-teilla_ oleva_lainsaadanto/Rakennusten_energiatehokkuusdirektiivin_toi-meenpano. Ladattava pdf-tiedosto. Hakupäivä 5.5.2020.
3. Neuvonen, Petri 2006. Kerrostalot 1880 – 2000 - Arkkitehtuuri, rakennustekniikka, korjaaminen. teoksessa Neuvonen, Petri (toim.). Helsinki: Rakennustieto Oy.
4. Rakennukset ja kesämökit. Rakennuskanta 2018. Tilastokeskus. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/rakke/2018/rakke_2018_2019-05-21_kat_002_fi.html. Hakupäivä 4.4.2020.
5. Asunnot ja asuinolot. Asuntokanta 2018. Tilastokeskus. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/asas/2018/01/asas_2018_01_2019-10-10_kat_001_fi.html. Hakupäivä 4.4.2020.
6. Rakennukset käyttötarkoituksen ja valmistumisvuoden mukaan. 2018. Tilastokeskuksen PxWeb-tietokannat. Tilastokeskus. Saatavissa: http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__rakke/stat-fin_rakke_pxt_116g.px. Hakupäivä 9.4.2020.
7. Korjausrakentamisen arvo on nyt suurin 1970-luvun taloyhtiöissä. 2019. Tilastokeskus, Tieto&Trendit. Saatavissa: <http://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2019/korjausrakentamisen-arvo-on-nyt-suurin-1970-luvun-taloyhtioissa/>. Hakupäivä 14.4.2020.

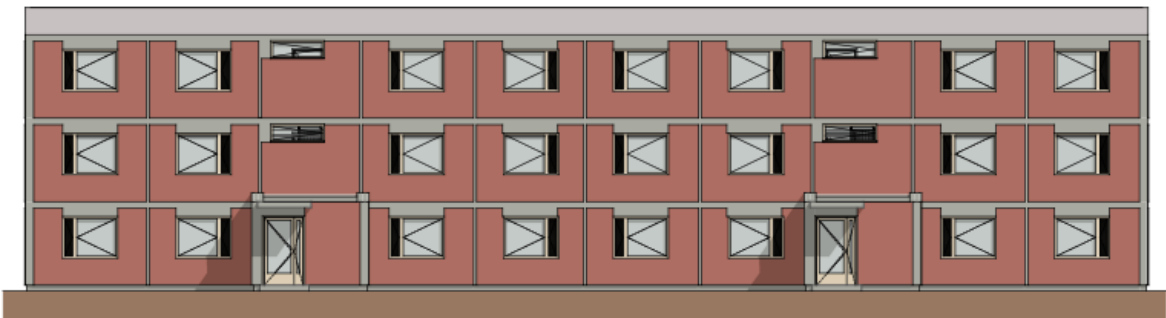
8. Kerrostaloasuntojen ja omakotitalojen korjauksiin johtaneet syyt, prosenttiosuus vastanneista. 2019. Liitekuvio 1. Tilastokeskus. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/kora/2018/01/kora_2018_01_2019-06-13_kuv_001.fi.html. Hakupäivä 14.4.2020.
9. Näin Suomi korjaa. 2019. Rakennustutkimus RTS Oy & Rakentajan tietopalvelu RTI Oy. Saatavissa: <https://www.suomirakentaa.fi/korjaaja/korjausrakentaminen-ja-suunnittelu/korjausrakentamisen-taustaa>. Hakupäivä 12.4.2020.
10. Korjausrakentaminen laski yllättäen – miinusta ennusteisiin puoli miljardia. 2018. Rakennuslehti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2018/11/korjausrakentaminen-laski-yllattaen-miinusta-ennusteisiin-puoli-miljardia/>. Hakupäivä 14.4.2020.
11. Korjaustarve ja kunnossapitotarveselvitys. 2017. Suomen Kiinteistölehti. Saatavissa: <https://www.kiinteistolehti.fi/korjaustarve/>. Hakupäivä 14.4.2020.
12. Asunnon omistajat ja asunto-osakeyhtiöt korjasivat 6,3 miljardilla eurolla vuonna 2018. 2019. Tilastokeskus. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/kora/2018/01/kora_2018_01_2019-06-13_tie_001.fi.html. Hakupäivä 14.4.2020.
13. Suomella on hyvät mahdollisuudet kestäväen kehityksen mukaiseen ekologiseen jälleenrakentamiseen. 3.1 Hiilineutraali ja luonnon monimuotoisuuden turvaava Suomi. Tavoite 1, Tavoite 4. Valtioneuvosto. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/marinin-hallitus/hallitusohjelma/hiilineutraali-ja-luonnon-muotoisuuden-turvaava-suomi>. Hakupäivä 24.4.2020.
14. Asuinrakennuksille myönnettävissä yhteensä 100 miljoonaa euroa energiaavustuksia vuosille 2020 – 2022. 2019. Ympäristöministeriö. Saatavissa: [https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet_2019/Asuinrakennuksille_myonnettavissa_yhteen\(53549\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Tiedotteet_2019/Asuinrakennuksille_myonnettavissa_yhteen(53549)). Hakupäivä 24.4.2020.
15. Hakuohje 2020: Energia-avustus taloyhtiöille. 2019. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. Saatavissa: https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ja_avustukset/Energiaavustus/Taloyhtiot. Ladattava pdf-tiedosto. Hakupäivä 25.4.2020.

16. Avustettavat korjaukset. 2019. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus ARA. Saatavissa: [https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ ja_ avustukset/Energiaavustus/Avustettavat_ korjaukset\(53755\)](https://www.ara.fi/fi-FI/Lainat_ ja_ avustukset/Energiaavustus/Avustettavat_ korjaukset(53755)). Hakupäivä 25.4.2020.
17. Valtioneuvoston asetus YM/2019/74. 2019. Valtioneuvosto. Muistio. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f8067243c>. Ladattava pdf-tiedosto. Hakupäivä 5.5.2020.
18. 4/13. 2013. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Ympäristöministeriö. Saatavissa: https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_ rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus. Ladattava pdf-tiedosto. Hakupäivä 5.5.2020.
19. Hekkanen, Martti 2020. Kiinteistöpidon laatu ja hyvä isännöinti. Oikolukuvuos 2. Helsinki: Rakennustieto Oy.
20. Vähähiilinen rakentaminen. 2017. Ympäristöministeriö. Saatavissa: https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_ rakentaminen/Rakentamisen_ ohjaus/Vahahiilinen_ rakentaminen. Hakupäivä 25.4.2020.
21. Johdatus rakennusten elinkaariarviointiin. 2019. Ympäristöministeriö. Saatavissa: https://elinkaarielaskenta.fi/wp-content/uploads/sites/6/2019/08/johdatus_rakennusten_elinkaariarviointiin.pdf. Ladattava pdf-tiedosto. Hakupäivä 25.4.2020.
22. Mikä hiilijalanjälki? 2020. Insinööritoimisto Vesitaito Oy. Saatavissa: <https://vesitaito.fi/mika-hiilijalanjalki/>. Hakupäivä 25.4.2020.
23. Mikä hiilikädenjälki? 2020. Insinööritoimisto Vesitaito Oy. Saatavissa: <https://vesitaito.fi/mika-hiilikadenjalki/>. Hakupäivä 25.4.2020.
24. Keskiwertosuomalaisen hiilijalanjälki. 2019. Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/keskiwertosuomalaisen-hiilijalanjalki/>. Hakupäivä 25.4.2020.

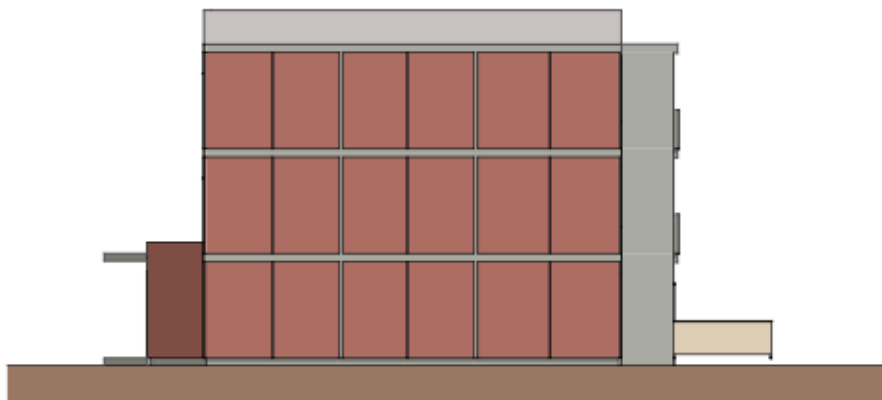
25. Uudet vähähiilisyiden kriteerit pilottikäyttöön julkisissa rakennuksissa. 2017. Saatavissa: [https://www.ara.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset_ ja_tiedotteet/Uutiset_ ja_tiedotteet_2017/Uudet_vahahiilisyiden_kriteerit_pilottik\(44467\)](https://www.ara.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uutiset_ ja_tiedotteet/Uutiset_ ja_tiedotteet_2017/Uudet_vahahiilisyiden_kriteerit_pilottik(44467)). Hakupäivä 25.4.2020.
26. RT 10-11251, Kiinteistö- ja rakentamisan keskeinen sanasto. Versio 1.0. 2017. Rakennustieto. Ostettava pdf-tiedosto. Hakupäivä 25.4.2020.



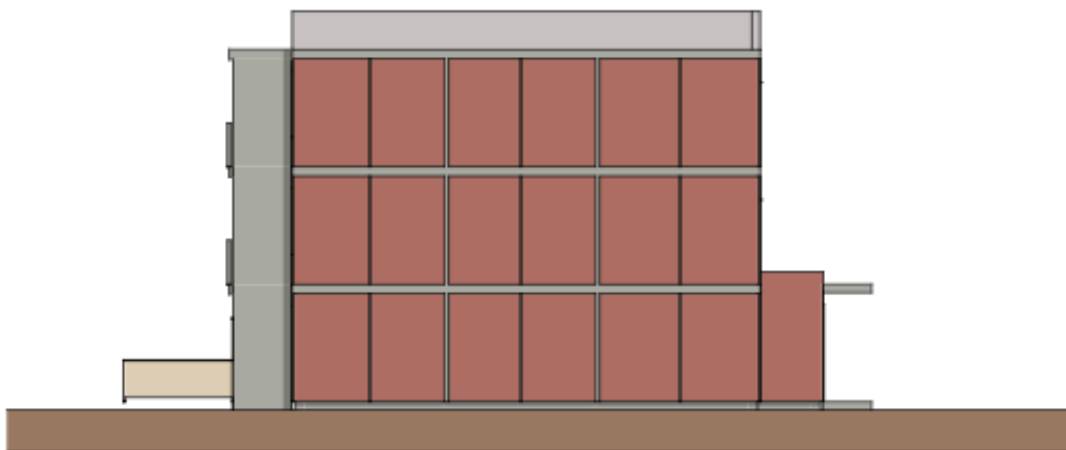
Julkisivu länteen



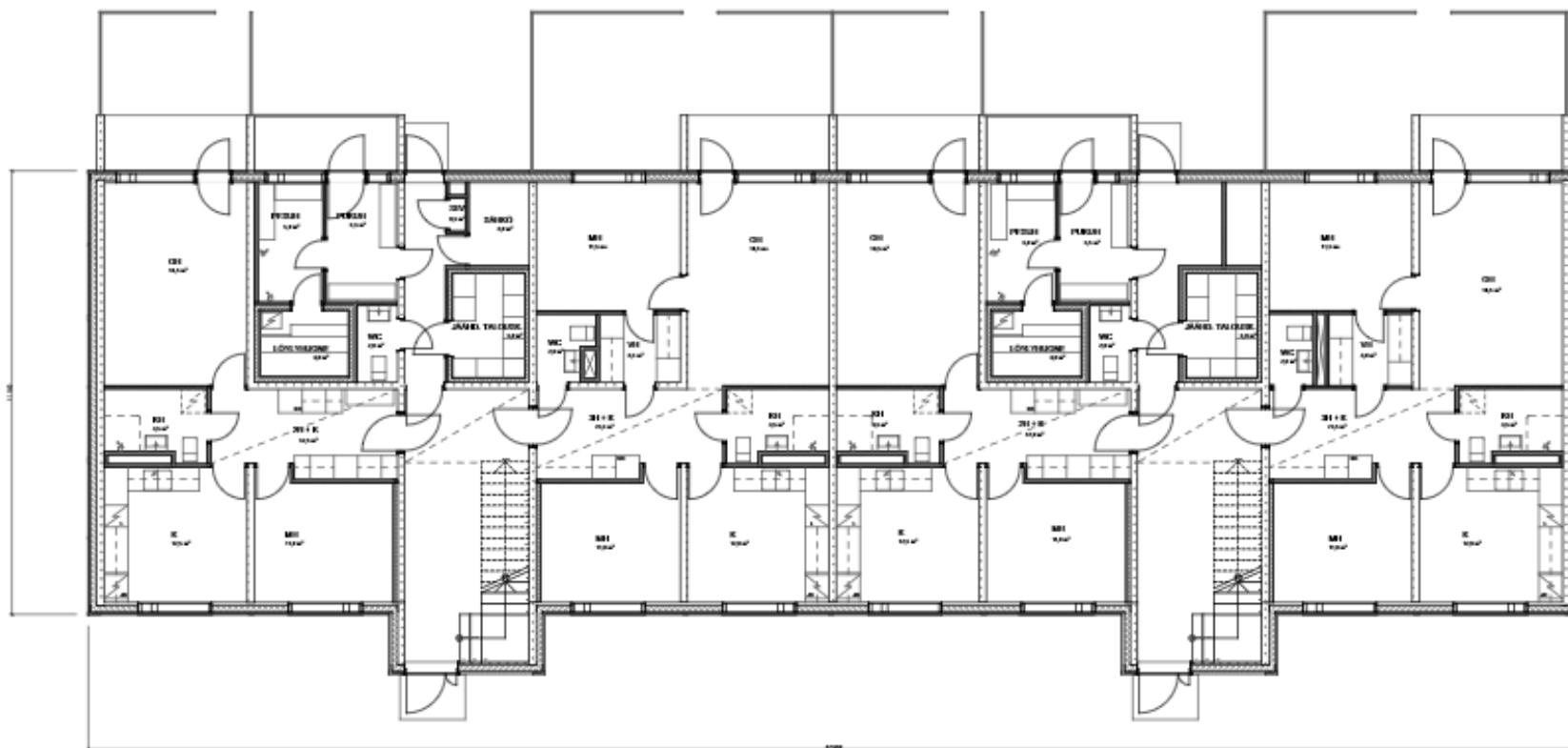
Julkisivu itään



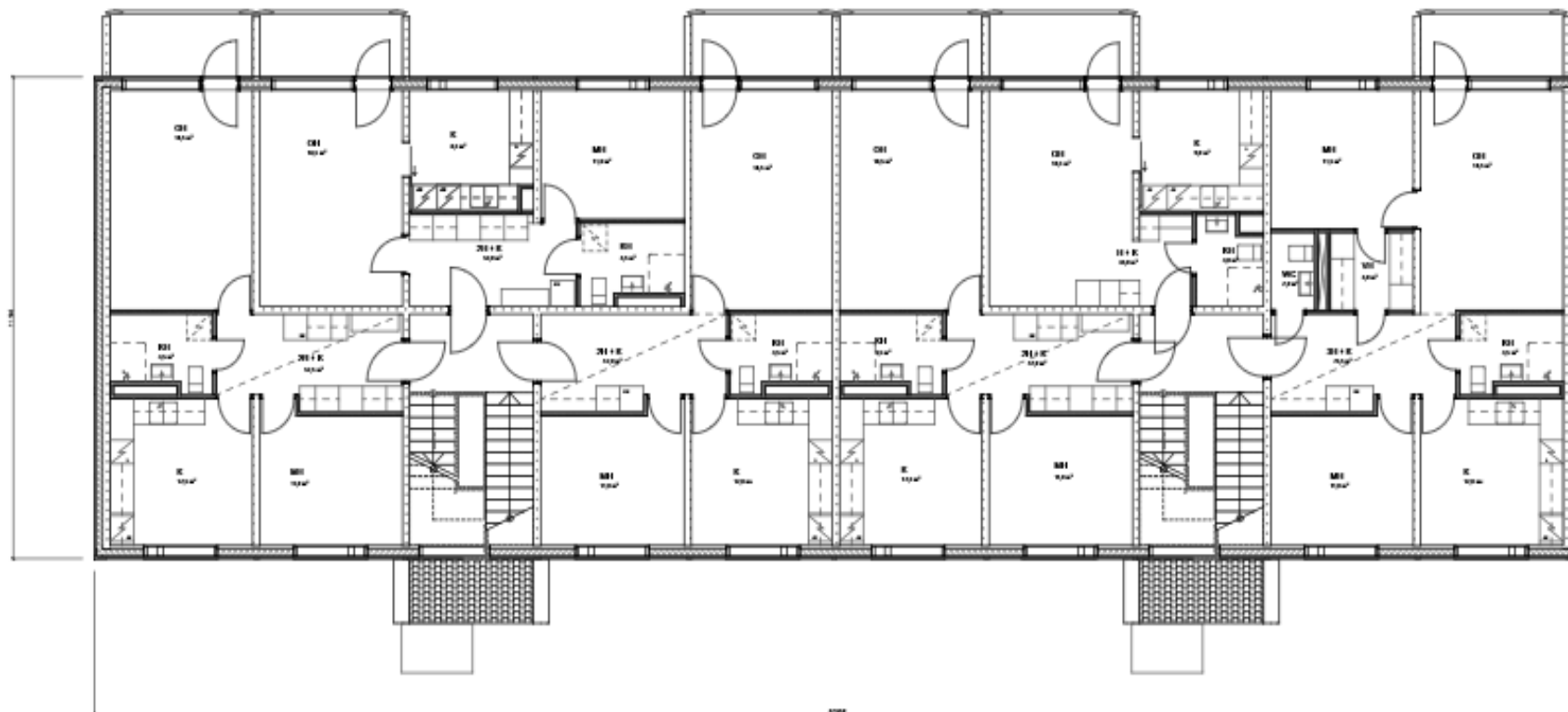
Julkisivu etelään



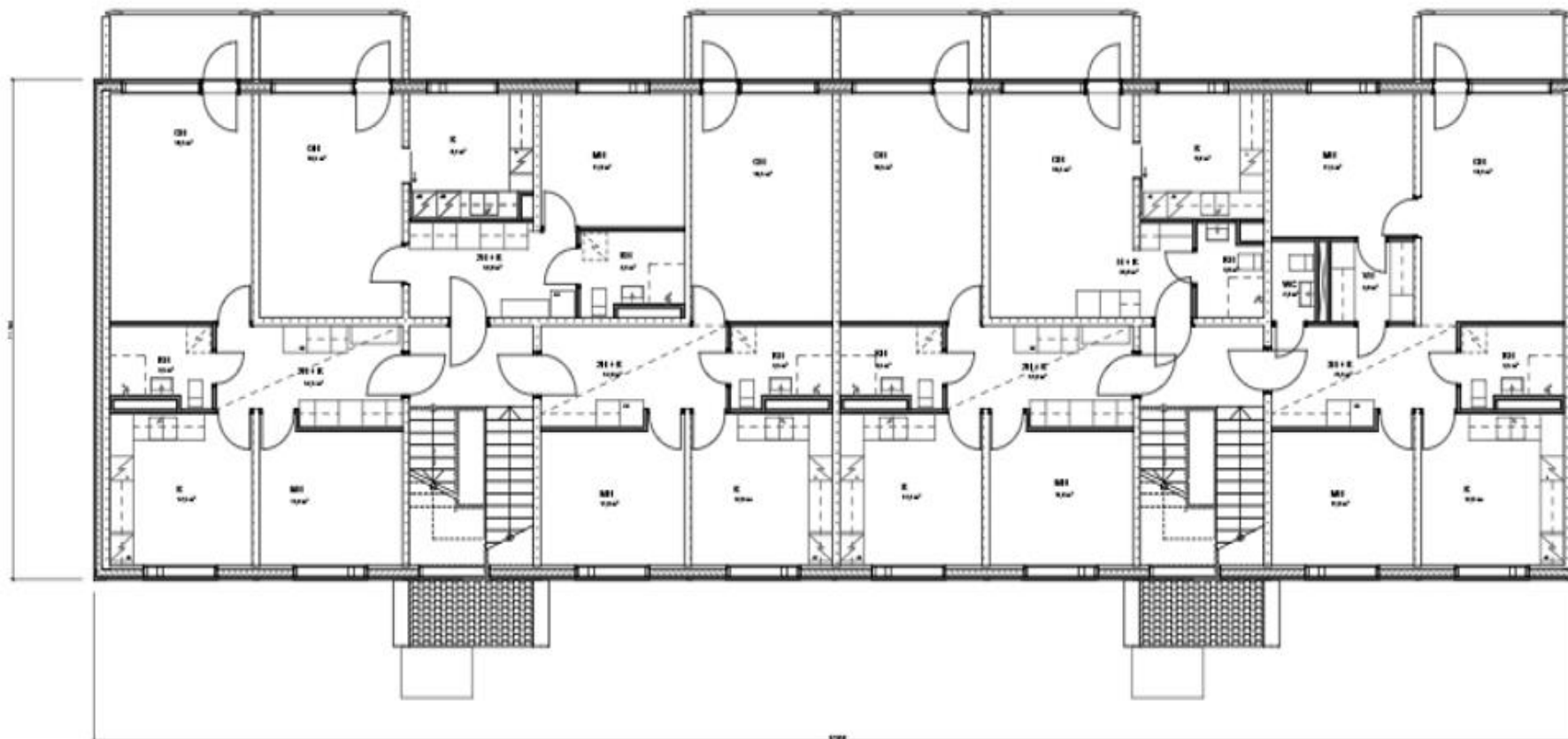
Julkisivu pohjoiseen



Pohjapiirros 1. krs



Pohjapiirros 2. krs



Pohjapiirros 3. krs

LÄMMITYSENERGIANKULUTUS LASKELMAT

Lämmitysenergiankulutus ennen korjausta

| ENERGY EFFICIENCY AND CO ₂ FOOTPRINT | | | | | |
|---|---------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------|
| | | Astepäiväluku | | | |
| Name | Esimerkkikohde 1978 | | 5057 | | |
| Address | Oulu | | BEFORE | AFTER | |
| Total Heating Energy Consumption | | | 261521 | | 261521 |
| THEC / total-m2 | warm | | 244,9 | | 244,9 |
| THEC/total -rm3 | | | 70 | | 70 |
| THEC/housing-m2 | | | 281 | | 281 |
| Distribution of Total Heating Energy | | | | | |
| | BEFORE RENOVATION | | AFTER RENOVATION | | |
| | KWh/year | KWh/asm ² | KWh/year | KWh/asm ² | |
| The Envelope | 109110 | 117 | 109110 | | 117 |
| Floor | 20097 | | 20097 | | |
| Outer Walls | 36826 | | 36826 | | |
| Roof | 14570 | | 14570 | | |
| Windows | 26505 | | 26505 | | |
| Balcony Doors | 8665 | | 8665 | | |
| Outer Doors | 2447 | | 2447 | | |
| Air Leakings | 36464 | 39 | 36464 | | 39 |
| Air Ventilation | 75966 | 82 | 75966 | | 82 |
| Domestic Hot Water | 58400 | 63 | 58400 | | 63 |
| Internal Energy Sources | 18419 | 20 | 18419 | | 20 |
| Heating Energy | 261521 | 281 | 261521 | | 281 |
| Losses in Energy Production | 0 | | 0 | | |
| Total Heating Energy | 261521 | 281 | 261521 | | 281 |
| Renewable Energy | | | | | |
| Solar Energy | 0 | | | | |
| Ground Energy | 0 | | | | |
| | 261521 | | 261521 | | |

LÄMMITYSENERGIANKULUTUS LASKELMAT

Lämmitysenergiankulutus, kun kohteessa tehdään normikorjaus

| ENERGY EFFICIENCY AND CO ₂ FOOTPRINT | | | | | |
|---|-------------------|----------------------|--------|------------------|----------------------|
| | | Astepäiväluku | | | |
| Name | Esimerkkikohde | | 5057 | | |
| Address | Oulu | | BEFORE | AFTER | |
| Total Heating Energy Consumption | | | 261622 | | 150971 |
| THEC / total-m2 | | warm | 245,0 | | 141,4 |
| THEC/total -rm3 | | | 70 | | 41 |
| THEC/housing-m2 | | | 281 | | 162 |
| Distribution of Total Heating Energy | | | | | |
| | BEFORE RENOVATION | | | AFTER RENOVATION | |
| | KWh/year | KWh/asm ² | | KWh/year | KWh/asm ² |
| <u>The Envelope</u> | 109110 | 117 | | 65129 | 70 |
| Floor | 20097 | | 0,16 | 20097 | |
| Outer Walls | 36826 | | 15,81 | 22096 | |
| Roof | 14570 | | 10,25 | 5024 | |
| Windows | 26505 | | 14,90 | 12621 | |
| Balcony Doors | 8665 | | 4,87 | 4126 | |
| Outer Doors | 2447 | | 1,38 | 1165 | |
| <u>Air Leakings</u> | 36464 | 39 | 26,10 | 12155 | 13 |
| <u>Air Ventilation</u> | 75966 | 82 | 0,00 | 75966 | 82 |
| <u>Domestic Hot Water</u> | 58400 | 63 | 31,35 | 29200 | 31 |
| <u>Internal Energy Sources</u> | 18318 | 20 | -14,13 | 31479 | 34 |
| Heating Energy | 261622 | 281 | | 150971 | 162 |
| Losses in Energy Production | 0 | | | 0 | |
| Total Heating Energy | 261622 | 281 | | 150971 | 162 |
| <u>Renewable Energy</u> | | | | | |
| Solar Energy | 0 | | | | |
| Ground Energy | 0 | | | | |
| | 261622 | | | 150971 | |

LÄMMITYSENERGIANKULUTUS LASKELMAT

Lämmitysenergiankulutus, kun kohteessa tehdään tehokorjaus

| ENERGY EFFICIENCY AND CO ₂ FOOTPRINT | | | | | | |
|---|---------------------|----------------------|--------|------------------|----------------------|------------|
| Astepäiväluku | | | | | | |
| Name | Esimerkkikohde 1978 | | 5057 | | | |
| Address | Oulu | | BEFORE | | AFTER | |
| Total Heating Energy Consumption | | | 261622 | | 98831 | |
| THEC / total-m2 | warm | | 245,0 | | 92,5 | |
| THEC/total -rm3 | | | 70 | | 27 | |
| THEC/housing-m2 | | | 281 | | 106 | |
| Distribution of Total Heating Energy | | | | | | |
| | BEFORE RENOVATION | | | AFTER RENOVATION | | |
| | KWh/year | KWh/asm ² | | KWh/year | KWh/asm ² | |
| The Envelope | 109110 | 117 | | 51935 | | 56 |
| Floor | 20097 | | 0,16 | 20097 | | |
| Outer Walls | 36826 | | 0,17 | 15783 | | |
| Roof | 14570 | | 0,09 | 3517 | | |
| Windows | 26505 | | 1,00 | 8835 | | |
| Balcony Doors | 8665 | | 1,00 | 2888 | | |
| Outer Doors | 2447 | | 1,00 | 816 | | |
| Air Leakings | 36464 | 39 | 6,0 | 12155 | | 13 |
| Air Ventilation | 75966 | 82 | 0,5 | 34185 | | 37 |
| Domestic Hot Water | 58400 | 63 | | 29200 | | 31 |
| Internal Energy Sources | 18318 | 20 | | 28644 | | 31 |
| Heating Energy | 261622 | 281 | | 98831 | | 106 |
| Losses in Energy Production | 0 | | | 0 | | |
| Total Heating Energy | 261622 | 281 | | 98831 | | 106 |
| Renewable Energy | | | | | | |
| Solar Energy | 0 | | | | | |
| Ground Energy | 0 | | | | | |
| | 261622 | | | 98831 | | |