



Alexi Mäkelä

Kestävän kehityksen huomioiminen uudisasuinkerrostalon LVI-suunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (YAMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

22.11.2024

Tiivistelmä

| | |
|-----------------------|---|
| Tekijä: | Alexi Mäkelä |
| Otsikko: | Kestävän kehityksen huomioiminen uudisasuinkerrostalon LVI-suunnittelussa |
| Sivumäärä: | 51 sivua + 3 liitettä |
| Aika: | 22.11.2024 |
| Tutkinto: | Insinööri (YAMK) |
| Tutkinto-ohjelma: | Talotekniikka |
| Ammatillinen pääaine: | LVI-tekniikka |
| Ohjaajat: | DI Janika Torkki yliopettaja Rauno Holopainen |

Opinnäytetyön taustalla on tarve tutkimuksesta, joka selvittää LVI-suunnittelun näkökulmasta kestävän kehityksen ja rakentamislain vaikutuksia. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, mitä muutoksia rakentamislaki tuo LVI-suunnittelijan tehtäviin ja suunnitteluratkaisuihin sekä mitkä ovat kestävän kehityksen mukaisia suunnitteluratkaisuja. Opinnäytetyön pohjalta toteutetaan suunnitteluohje opinnäytetyön tilaajan Sweco Finland Oy:n sisäiseen käyttöön. Opinnäytetyön aihe on rajattu uudisrakentamiseen, ja näkökulmana on asuinkerrostalotuotanto.

Opinnäytetyö pohjautuu aiheesta saatavilla oleviin tutkimuksiin, opinnäytetöihin, kirjallisuuteen ja asiantuntijahaastatteluihin. Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä on systemoitu kirjallisuustutkimus asiantuntijahaastatteluun.

Keskeisimpiä työn tuloksia ovat ilmastaselvityksen hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskenta sekä raportointi rakennuksen elinkaaren ajalta, kun tarkastellaan rakentamislain vaikutuksia LVI-suunnitteluun. Rakentamislaki vaikuttaa myös uusiutuvista lähteistä olevan ostoenergian osuuteen, energiatehokkuuteen ja kiertotalouteen LVI-suunnittelussa. Kestävän kehityksen mukaisessa LVI-suunnittelussa päähuomio on suunnitella kestäviä, vähähiilisiä ja energiatehokkaita rakennuksia, joilla päästään kohti hiilineutraaliustavoitteita. Näistä esimerkkeinä ovat muun muassa uusiutuvien energialähteiden suosiminen, maalämpö lattialämmityksellä, energian energiatehokas käyttö, älykkäät ohjausjärjestelmät kulutusjoustolla, muuntojoustavuus, korjattavuus, passiiviset jäähdytysratkaisut, energiaa säästävät vesikalusteet, jäteveden lämmöntalteenoton hyödyntäminen ja energiatehokkaat ilmanvaihtokoneet.

Opinnäytetyössä on käsitelty rakentamislain keskeisiä vaikutuksia ja kestävän kehityksen mukaisia ratkaisuja LVI-suunnittelussa. Jatkossa on tarpeen tutkia rakentamislain ilmastaselvitystä, energiatehokkuutta sekä rakennuksen tietomallimuotoista suunnittelua rakennuslupaa varten. Näiden aiheiden tarkempia asetuksia ja raja-arvoja odotetaan ympäristöministeriöltä.

Avainsanat: LVI-suunnittelu, kestävä kehitys, vähähiilisyys, rakentamislaki

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Aleksi Mäkelä
Title: Sustainable Development in HVAC Design of Multistorey Residential Building
Number of Pages: 51 pages + 3 appendices
Date: 22 November 2024

Degree: Master of Engineering
Degree Programme: Building Services
Professional Major: HVAC Technology
Supervisors: Janika Torkki, M.Sc. (Tech)
Rauno Holopainen, Principal Lecturer

The purpose of the thesis was to study the impacts of sustainable development and the Building Act on HVAC design. The aim was to identify the changes that the Building Act brings to the tasks and design solutions of the HVAC designer, and what design solutions would comply with sustainable development. An ultimate goal was to create a design guideline for the commissioning company. The study was conducted as a systematic literature review, supplemented by specialist interviews.

The thesis resulted in the calculation and reporting of the carbon footprint and handprint of the climate report over the life cycle of a building, taking into account the effects of the Building Act on HVAC design. The thesis also listed the effects of the Building Act on the share of purchased energy from renewable sources, energy efficiency, and the circular economy in HVAC design.

The thesis resulted a design guideline for the commissioning company. Therefore, the thesis provides an opportunity to develop HVAC design in a changing operational environment towards a sustainable building stock.

Keywords: HVAC design, sustainable development, low carbon, Building Act

Sisällys

Lyhenteet

Käsitteet

| | | |
|------|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 1.1 | Tausta ja tutkimuskysymykset | 1 |
| 1.2 | Työn tavoitteet ja rajaus | 2 |
| 1.3 | Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne | 3 |
| 2 | Kirjallisuustutkimus | 4 |
| 2.1 | LVI-suunnittelun vaiheet | 4 |
| 2.2 | Rakentamislaki | 7 |
| 2.3 | Kestävä kehitys ja vähähiilisyys LVI-suunnittelussa | 10 |
| 2.4 | Ympäristösertifikaatit | 12 |
| 3 | Rakentamislain vaikutukset LVI-suunnitteluun | 14 |
| 3.1 | Rakentamisen ohjauksen lähtökohdat | 14 |
| 3.2 | Lähes nollaenergiarakennus | 14 |
| 3.3 | Lämmitysjärjestelmän arviointi | 15 |
| 3.4 | Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian vähimmäisosuus | 15 |
| 3.5 | Kansallinen päästötietokanta | 16 |
| 3.6 | Rakentamisen korjaaminen | 16 |
| 3.7 | Paloturvallisuus | 17 |
| 3.8 | Terveellisyys | 17 |
| 3.9 | Meluntorjunta ja ääniolosuhteet | 18 |
| 3.10 | Energiatehokkuus | 18 |
| 3.11 | Rakennuksen vähähiilisyys | 19 |
| 3.12 | Rakennuksen elinkaariominaisuudet | 20 |
| 3.13 | Rakennuksen tietomallimuotoinen suunnitelma | 20 |
| 3.14 | Rakennuslupahakemus | 21 |
| 3.15 | Suunnittelutehtävän vaativuusluokat | 21 |
| 3.16 | Erytyissuunnittelija | 22 |
| 4 | Kestävän kehityksen mukaiset ratkaisut LVI-suunnittelussa | 22 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Energiantuotanto | 22 |
| 4.1.1 | Energia-alan päästöt | 22 |
| 4.1.2 | Kaukolämpö | 24 |
| 4.1.3 | Maalämpö | 25 |
| 4.1.4 | Energiankäytön ja hiilijalanjäljen laskenta | 27 |
| 4.1.5 | Energiankäytön ja hiilijalanjäljen laskenta kuvitteellisessa uudisasuinkerrostalossa | 29 |
| 4.2 | Lämmitysjärjestelmät | 33 |
| 4.3 | Jäähdytysjärjestelmät | 34 |
| 4.4 | Vesijärjestelmät | 35 |
| 4.5 | Viemärijärjestelmät | 36 |
| 4.6 | Ilmanvaihtojärjestelmät | 37 |
| 4.7 | Talotekniikan muuntojoustavuus ja korjattavuus | 38 |
| 5 | Asiantuntijahaastattelut | 40 |
| 5.1 | Asiantuntijahaastatteluiden tausta | 40 |
| 5.2 | Asiantuntijahaastatteluiden tulokset | 40 |
| 6 | Pohdinta | 44 |
| 7 | Johtopäätökset ja suunnitteluohje: Kestävän kehityksen huomioiminen uudisasuinkerrostalon LVI-suunnittelussa | 45 |
| 8 | Yhteenveto | 47 |
| | Lähteet | 49 |
| | Liitteet | |
| | Liite 1: Energiankäytön ja hiilijalanjäljen laskenta kuvitteellisessa uudisasuinkerrostalossa | |
| | Liite 2: Haastattelukysymykset | |
| | Liite 3: LVI-suunnitteluohje: Kestävän kehityksen huomioiminen uudisasuinkerrostalon LVI-suunnittelussa | |

Lyhenteet

| | |
|------|-----------------------------|
| KL: | Kaukolämpö |
| MLP: | Maalämpöpumppu |
| LKV: | Lämpimän käyttöveden kierto |
| kWh: | Kilowattitunti |
| a: | Vuosi |
| F: | Energiamuotokerroin |
| Q: | Lämmitysenergian tarve |
| W: | Sähköenergian tarve |

Käsitteet

| | |
|-----------------------|--|
| Ilmastonmuutos | Nykyistä ihmisen toiminnasta johtuvaa maailmanlaajuisista ilmaston lämpenemistä, jonka seurauksena kasvihuonekaasujen määrä lisääntyy ilmakehässä. |
| Hiilijalanjälki | Kuvaa rakennuksen elinkaaren aikana syntyvien kasvihuonekaasujen kokonaismäärää ilmoitettuna hiilidioksidiekvivalenttien painona. |
| Hiilikädenjälki | Kuvaa ilmastomuutosta hidastavia tekijöitä, joita ei syntyisi ilman hanketta, ilmoitettuna hiilidioksidiekvivalenttien painona. |
| Kestävä kehitys | Kuvaa maailmanlaajuisesti, alueellisesti ja paikallisesti tapahtuvaa jatkuvaa sekä ohjattua yhteiskunnallista muutosta, jonka päämääränä on turvata nykyisille ja tuleville sukupolville hyvät elämisen mahdollisuudet. |
| Rakennuksen elinkaari | Kuvaa peräkkäisiä ja toisiinsa liittyviä vaiheita, jotka kattavat rakennustuotteiden hankinnan, valmistuksen, kuljetukset, rakentamisen, käytön, vaihdot, purkamisen sekä rakennus- ja purkumateriaalien käsittelyn ja loppusijoituksen. |

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tutkimuskysymykset

Kestävä kehitys on maailmanlaajuista, alueellista sekä paikallista jatkuvaa ja ohjattua muutosta yhteiskunnassa, jonka tavoitteena on turvata nykyisten ja tulevien sukupolvien hyvän elämisen mahdollisuudet. Kestävässä kehityksessä ihminen, ympäristö ja talous otetaan tasavertaisesti huomioon päätöksenteossa ja toiminnassa. (1.)

Rakentamislaki tulee ohjaamaan kestävän kehityksen mukaista rakentamista. Laki tulee voimaan 1.1.2025 ja se sisältää useita siirtymäsäännöksiä. Rakentamislain voimaantuloon asti maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) säätelee rakentamista. (2.)

Sweco Finland Oy toimii opinnäytetyön toimeksiantajana. Opinnäytetyön aiheen taustalla on tarve tutkimuksesta, joka selvittää LVI-suunnittelun näkökulmasta kestävän kehityksen sekä rakentamislain vaikutuksia. Tutkimuksen tulosten avulla on täten mahdollisuus kehittää LVI-suunnittelua muuttuvien määräysten, ohjeiden ja tarpeiden mukaan.

Sweco Finland Oy on osa Tukholmaan pörssiin listattua Sweco AB:ta. Sweco on Euroopan johtavia suunnittelun ja konsultoinnin asiantuntijayrityksiä, ja sen liikevaihto oli 2,5 Mrd euroa vuonna 2023. Sweco työllistää 22 000 asiantuntijaa, joista Suomessa työskentelee 3 000. (3.)

Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä ovat:

- Mitä muutoksia rakentamislaki tuo LVI-suunnittelijan tehtäviin ja suunnitteluratkaisuihin?
- Mitkä ovat kestävän kehityksen mukaisia LVI-suunnitteluratkaisuja?

Opinnäytetyössä pyritään vastaamaan tutkimuskysymyksiin löytämällä konkreettisia, käytännönläheisiä ja suunnittelua ohjaavia kestävä kehityksen mukaisia LVI-suunnitteluratkaisuja.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

LVI-suunnittelun kehitys- ja tutkimustyö muuttuvassa toiminta- ja säädösympäristössä on tärkeää Sweco Finland Oy:n näkökulmasta, jotta Sweco Finland Oy pystyy toteuttamaan kestävä kehityksen mukaisia vähähiilisiä LVI-suunnitelmia tulevaisuuden tarpeet ja tavoitteet huomioiden. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, mitä muutoksia rakentamislaki tuo LVI-suunnittelijan tehtäviin ja suunnitteluratkaisuihin sekä mitkä ovat kestävä kehityksen mukaisia suunnitteluratkaisuja. Opinnäytetyön pohjalta toteutetaan Sweco Finland Oy:n sisäiseen käyttöön suunnitteluohje, joka sisältää tiivistettynä keskeisimmät työn tulokset sekä päätelmät keskeisimmistä kestävä kehityksen mukaisista suunnitteluratkaisusta sekä rakentamislain tuomista muutoksista suunnittelutyöhön. Tavoitteena on, että suunnitteluohje ohjaa LVI-suunnittelua kestävä kehityksen mukaisiin suunnitteluratkaisuihin ja täten luo kestävä kehityksen tietoisuutta suunnittelijoille päivittäiseen suunnittelutyöhön.

Opinnäytetyön aihe on rajattu uudisrakentamiseen ja näkökulmana on lähtökohteisesti asuinkerrostalotuotanto, koska opinnäytetyö on tilattu Sweco Finlandin osastolta, jonka suunnittelutoimeksiannot keskittyvät pääasiassa asuinrakentamisen uudistuotantoon. Laajan aiheen vuoksi opinnäytetyö keskittyy aiheen keskeisimpiin ja merkityksellisimpiin periaatteisiin, ja käsittelee asioita niiden vaatimalla yksityiskohtaisella tasolla. Opinnäytetyön lähtökohtana on LVI-suunnittelun keskeisimmät suunnitteluratkaisut ja tehtävät, eikä opinnäytetyö käsittele suunnitteluratkaisuita ja tehtäviä, jotka kuuluvat energia- ja sähkösuunnittelijoille. Näistä esimerkkeinä ovat aurinkosähkö ja aurinkolämpöenergia sekä monimutkaisemmat hybridijärjestelmät.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne

Opinnäytetyö pohjautuu aiheesta saatavilla oleviin tutkimuksiin, opinnäytetöihin, kirjallisuuteen ja asiantuntijahaastatteluihin. Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä on systemoitu kirjallisuustutkimus asiantuntijahaastatteluin. Opinnäytetyön tutkimusmenetelmän valinta oli selkeä, koska opinnäytetyön aiheen tutkiminen ja tuloksien saaminen luotettavasti vaatii luotettavien lähteiden analysointia, keskeisimpien asioiden tiivistämistä sekä yhdistämistä. Opinnäytetyön aiheen ajankohtaisuuden ja tuoreuden vuoksi pelkästään saatavilla olevilla lähteillä opinnäytetyöhön olisi jäänyt auki olevia asioita. Näihin ei olisi saatu tarpeeksi luotettavia ja ajankohtaisia tutkimustuloksia ilman asiantuntijahaastatteluita.

Luvussa 2 tehdään kirjallisuustutkimus, jossa esitellään LVI-suunnittelun vaiheet, rakentamislaki, kestävä kehitys ja vähähiilisyys LVI-suunnittelussa sekä ympäristösertifikaatit. Opinnäytetyön tutkimusosuus on jaettu kolmeen osaan: rakentamislain vaikutuksiin LVI-suunnitteluun, kestävä kehityksen mukaisiin ratkaisuihin LVI-suunnittelussa päästölaskennoin ja asiantuntijahaastatteluihin.

Rakentamislakitutkimus perustuu pääasiassa lakitekstiin sekä sen soveltamiseen LVI-suunnittelussa. Kestävä kehityksen mukaiset ratkaisut LVI-suunnittelussa perustuvat aiheen kirjallisuuteen. Asiantuntijahaastattelut on tehty Microsoft Teams- ja sähköpostihaastatteluina. Opinnäytetyön varsinaisen tutkimusosuuden päättävät johtopäätökset ja suunnitteluohje: kestävä kehityksen huomioiminen uudisasuinkerrostalon LVI-suunnittelussa, pohdinta sekä yhteenveto.

2 Kirjallisuustutkimus

2.1 LVI-suunnittelun vaiheet

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelossa TATE18 on määritelty hankkeen tehtäväkokonaisuudet seuraaviin tehtäviin:

- tarveselvitys
- hankesuunnittelu
- suunnittelun valmistelu
- ehdotussuunnittelu
- yleissuunnittelu
- rakennuslupatehtävät
- toteutussuunnittelu
- rakentamisen valmistelu
- rakentaminen
- käyttöönotto
- takuu aika.

Tehtäväluettelon tarvittavat tehtävät sekä niiden suorittajat määritetään hankekohtaisesti ja nämä kirjataan suunnittelusopimukseen. (4, s. 1–2.)

Tarveselvityksessä perustellaan ja määritellään hankinnan tai muutostarpeen vaatimukset. Lisäksi tutkitaan vaihtoehtoisia käyttömahdollisuuksia ja arvioidaan erilaisten ratkaisujen edullisuutta sekä kustannustehokkuutta. Tarveselvityksessä LVI-suunnittelijan tehtävät ovat usein avustavia tehtäviä, jotka liittyvät selvityksiin ja teknisten pääjärjestelmien tilantarpeisiin. Tehtäviin voi myös sisältyä taloteknisen kustannusennusteen laatiminen tai näkemys rakentamisen aikatauluun talotekniikan osalta. (4, s. 3.)

Hankesuunnittelussa määritetään rakennushankkeelle täsmälliset laajuuteen, toimivuuteen, laatuun, kustannuksiin, ajoitukseen ja ylläpitoon liittyvät tavoitteet. Valmisteluun kuuluu tarpeellisten selvityksien teettäminen ja alustavan toteutusmuodon määrittäminen. Hankesuunnittelussa lähtötietoina ovat omistajien ja

käyttäjien tavoitteet. Myös hankesuunnitteluvaiheessa LVI-suunnittelijan tehtävät ovat usein avustavia ja liittyvät muun muassa rakennettavuuden selvittämiseen, energiankulutuksen arvioimiseen ja olosuhteiden tavoitteiden määrittelyyn. Hankesuunnittelun seurauksena laaditaan hankesuunnitelma. (4, s. 4–5.)

Suunnittelun valmistelussa organisoidaan ja valmistellaan suunnittelua sekä käydään tarvittavat neuvottelut ja mahdolliset suunnittelukilpailut. Tämän jälkeen hankkeelle valitaan suunnittelijat sekä tehdään suunnittelusopimukset. Tässä vaiheessa tehdään suunnittelupäätös ja suunnittelun käynnistäminen. (4, s. 5–9.)

Ehdotussuunnittelussa laaditaan vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja määritellyjen tavoitteiden täyttämiseksi. Ehdotussuunnitteluvaiheessa selvitetään ja vertaillaan erilaisia teknisiä vaihtoehtoja, joilla tavoitteet voidaan toteuttaa. Vaihtoehtojen dokumentoinnille ei ole vaatimuksia, kunhan se riittävällä tasolla määrittää erilaiset ratkaisut. Tässä vaiheessa laaditaan valittu ehdotussuunnitelma. (4, s. 9–13.)

Yleissuunnittelussa ehdotussuunnitelmasta kehitetään toteutuskelpoinen yleissuunnitelma. Yleissuunnitelma kohdistuu rakennuksen kiinteään perusosaan ja muuntuvien tilojen suunnitteluun. Yleissuunnitteluvaiheessa vaativien kohteiden osalta varmistetaan, että määritellyt tavoitteet saavutetaan ja jatkosuunnittelu voi edetä tavoitteiden mukaisesti. Tässä vaiheessa laaditaan hyväksytty yleissuunnitelma sekä pääpiirustukset. (4, s. 13–16.)

Rakennuslupatehtävissä varmistetaan suunnittelijoiden kelpoisuus, selvitetään lupamenettelyt ja pääpiirustuksien hyväksyttävyyys ja viimeiseksi laaditaan lupahakemus asiakirjoineen. Tämän vaiheen jälkeen laaditaan rakennuslupa-asiakirjat. (4, s. 17.)

Toteutussuunnitteluvaiheessa yleissuunnitelmasta kehitetään hankinnan ja rakentamisen edellyttämät suunnitelmat, jotka ovat mitoitettuja ja tuotemääriteltäviä. Toteutussuunnittelu voidaan jakaa kahteen vaiheeseen, joista toisesta

tehdään hankintoja ja toisesta toteutusta palvelevat suunnitelmat. Tässä vaiheessa laaditaan hyväksytyt toteutussuunnitelmat. (4, s. 18–22.)

Rakentamisen valmistelussa rakentamista organisoidaan, rakentamistehtävät kilpailutetaan, käydään sopimusneuvottelut ja tehdään tarvittavat urakka- sekä hankintasopimukset. Rakentamisen valmistelun tehtävät ovat pääasiassa suunnittelua täydentäviä tehtäviä, joilla varmistetaan rakentamisvalmius. Vaiheen seurauksena tehdään rakentamispäätös. (4, s. 23.)

Rakentamisessa varmistetaan suunnitelmien, sopimuksien ja tavoitteiden mukainen toteutus. Rakennusaikaiset tehtävät ovat pääasiassa suunnittelua täydentäviä tehtäviä, joilla varmistetaan toteutuksen suunnitelmanmukaisuus. Vaiheen seurauksena tehdään vastaanottopäätös sekä urakan vastaanotto. (4, s. 24–26.)

Käyttööntötvaiheessa varmistetaan ja testataan järjestelmien toiminta sekä annetaan käytön opastusta. Käyttöönotossa tehtävät ovat suunnittelua täydentäviä, millä varmistetaan urakoitsijan työn laadunvarmistuksen toimivuutta, järjestelmien toimintaa ja toteutuksen suunnitelmanmukaisuutta. Vaiheen seurauksena rakennus otetaan käyttöön. (4, s. 26–27.)

Takuuaikana rakennuksen toimivuutta seurataan, tehdään takuuajan säätöjä, pidetään tarvittavia tarkastuksia ja korjataan mahdollisia puutteita. Takuuajan tehtävät täydentävät suunnittelua. Niillä varmistetaan järjestelmien oikea ja suunniteltu toiminta sekä käytön suunnitelmanmukaisuus. (4, s. 28–29.)

2.2 Rakentamislaki

Rakentamislaki tulee voimaan 1.1.2025. Sen tarkoituksena on ohjata kestävästä rakentamisesta sekä edistää päästöjen vähentämistä ja kiertotaloutta. Lisäksi lailla torjutaan ilmastonmuutosta, edistetään rakennetun ympäristön digitalisaation kehitystä ja sujuvoitetaan rakentamista. Uuden rakentamislain voimaantuloon asti maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999, MRL) säätelee rakentamista. (2.)

Rakentamislain myötä rakennukset on rakennettava vähähiiliseksi seuraavien kohtien mukaan:

- **Vähähiilisyys** - Rakennukset ovat suunniteltava ja rakennettava rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisella tavalla vähähiiliseksi.
- **Ilmastaselvitys** – Uudelta rakennukselta vaaditaan hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen raportointia. Luvan saamisen edellytyksenä ilmastaselvitys tulee olemaan pakollista.
- **Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arvioiminen** – Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arvioiminen tulee kattaa rakennuksen elinkaari. Tämä koskee myös laajamittaisia korjaushankkeita ja korjauksen jälkeistä elinkaarta. Arvioinnissa käytetään rakennuksen vähähiilisyttä mittaavaa arviointimenetelmää ja kansallista päästötietokantaa.
- **Raja-arvot** – Hiilijalanjälki ei saa ylittää uudessa rakennuksessa käyttötarkoitukseluokan määritettyä raja-arvoa kuin erityistilanteissa. Hiilijalanjäljen raja-arvojen uudessa rakennuksessa on perustuttava rakennuksen elinkaaren aikana tapahtuvaan energian sekä materiaalien kulutukseen.
- **Tarkemmat säännökset** – Uuden rakennuksen hiilijalanjäljen tarkemmat raja-arvojen säännökset ovat valtioneuvoston asetuksessa. Ympäristöministeriön asetuksella määritetään vähähiilisyyden arviointimenetelmän ja ilmastaselvityksen tarkemmat säännökset. (5.)

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen ilmastaselvityksessä keskeisimpinä säädetään muun muassa

- hiilijalanjäljen arvioinnista
- rakennustuotteiden valmistuksista ja vaihdoista
- rakennus- ja purkumateriaalin käsittelystä ja loppusijoituksesta
- kuljetuksista ja työmaatoiminnoista
- energiankäytöstä rakennuksessa. (5.)

Ilmastaselvitys vaaditaan rakennusluvan yhteydessä muun muassa

- rivitaloilta
- kerrostaloilta
- liikerakennuksilta
- toimistorakennuksilta
- opetusrakennuksilta. (5.)

Ilmastaselvitystä ei vaadita rakennusluvan yhteydessä muun muassa

- erillispientaloilta
- alle 50 m²:n kokoisilta rakennuksilta
- suojelluilta rakennuksilta
- alle 2 000 m²:n kokoisilta päivittäistavarakaupoilta
- uima- ja jäähalleilta
- varastorakennuksilta
- väestönsuojilta. (5.)

Kansallinen päästötietokanta sisältää rakennuksen sekä rakennuspaikan hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen tietoja, joita käytetään vähähiilisuuden arvioinnissa. Suomen ympäristökeskus (Syke) ylläpitää kansallista päästötietokantaa. Tuotetiedot sisältävät jo yli 20 000 tuotteen todelliset tiedot hiilijalanjäljestä sekä yli 10 000 geneeristä tietoa hiilijalanjäljestä. (5.)

Rakentamislaisissa rakennuksen elinkaariominaisuuksiin tulee uusi tekninen vaatimus. Tämä tarkoittaa, että rakennukset on suunniteltava ja rakennettava käyttötarkoituksensa edellyttämällä tavalla ekologisiksi elinkaariominaisuuksiltaan sekä tavoitteen mukaiselta tekniseltä käyttöikänsä pitkäikäisiksi. (5.)

Rakentamislaisissa edistetään kiertotaloutta rakentamisessa, minkä taustalla on Euroopan unionin asettama rakennus- ja purkujätteen 70 %:in materiaalihyödyntämisaste. Purkumateriaali- ja rakennusjätteselvitys on tehtävä rakentamis- tai purkamislupaa tehdessä. Lisäksi selvitys tulee päivittää hankkeen valmistuttua. Selvitys sisältää arviot rakennus- tai purkuhankkeessa syntyvistä purkumateriaaleista, vaarallisista jätteistä sekä rakennuspaikalta pois vietävien maa- ja kiviainesten määrästä materiaaleittain. Selvitystä ei tarvita, jos määrä on vähäinen. Uusissa rakennuksissa, joissa ei tarvita purkamista, selvitykseen tulee arviot rakennuspaikalta pois vietävistä maa- ja kiviaineksista. (5.)

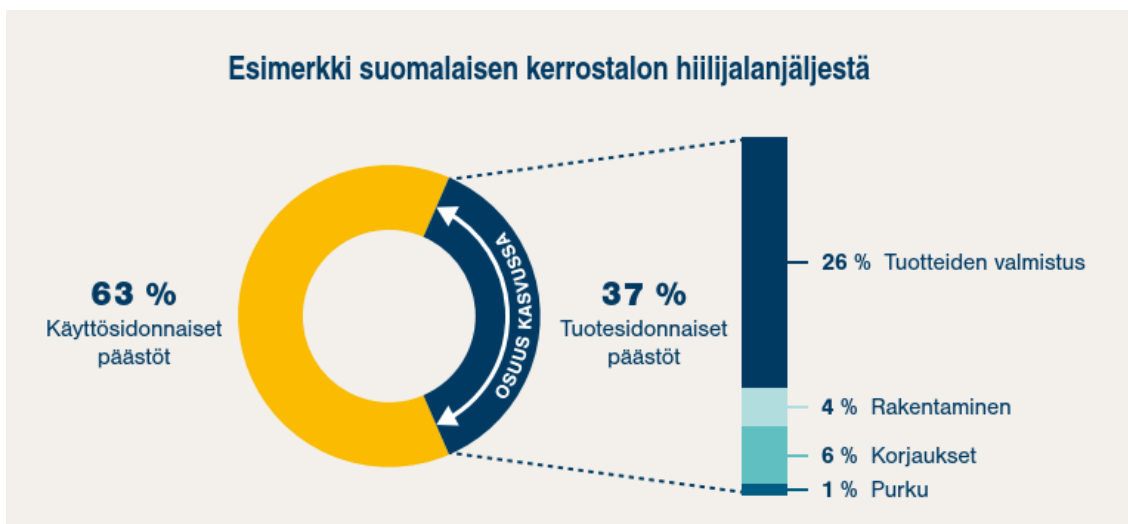
Vaatimus ”digitaalisesta kaksosesta” eli rakennuksen suunnitelma- ja toteumamallista tulee rakentamislakiin. Tämä tarkoittaa, että jo lupavaiheessa viranomaiselle toimitetaan hankkeen suunnitelmia vastaava suunnitelmamalli. Lisäksi hankkeen toteumamalli päivitetään vastaamaan toteutunutta rakennusta. Rakennuksen omistaja toimittaa toteumamallin viranomaiselle. Rakentamislaki sisältää säännökset rakentamisluvan hausta tietomallipohjaisesti, ja näiden tarkemmista sisällöistä tullaan säätämään asetukset. Tietomallipohjaisen rakennusluvan haun taustalla on tavoitteena keventää rakennusvalvontojen hallinnollisia töitä ja tehostaa toimintaa. (5.)

2.3 Kestävä kehitys ja vähähiilisyys LVI-suunnittelussa

Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä sekä hiilinegatiivinen tämän jälkeen. Rakennetun ympäristön hiilidioksidipäästöjä voidaan merkittävästi laskea uudisrakennusten ja korjaushankkeiden suunnittelulla, toteuttamisella sekä järkevällä käytöllä, jossa seuranta ja raportointi ovat merkittävässä roolissa. (6, s. 1.)

Rakentaminen ja rakennukset Suomessa tuottavat arviolta kolmanneksen kasvihuonepäästöistä. Rakennussektorin päästöjä on vähennettävä, jotta Suomi saavuttaisi kansainväliset ilmastotavoitteet. Rakennusten koko elinkaaren hiilijalanjälkeä tulisi seurata enemmän käytönaikaisen energiankulutuksen sijaan. Rakentamisen päästöohjaus on Suomessa pääasiassa keskittynyt rakennuksien energiatehokkuuden parantamiseen sekä käytönaikaisten päästöjen vähentämiseen, koska uudisrakentamisen energiamääräysten myötä ollaan jo lähes nollaenergiarakentamisessa. Tämän vuoksi uudisrakentamisessa energiatehokkuutta ja päästövähennyksiä on vain niukasti varaa parantaa. (7.)

Taloteknisten järjestelmien osuus rakennuksen vähähiilisyyteen ja energiatehokkuuteen on merkittävä (kuva 1.). Taloteknisillä järjestelmillä ei vain tuoteta ja jaeta energiaa, vaan niillä myös otetaan sitä talteen. Kestävä kehitys LVI-suunnittelussa tarkoittaa sitä, että suunnitellaan ja toteutetaan LVI-järjestelmät siten, että ne ovat energiatehokkaita, muuntojoustavia ja kestäviä pitkällä aikavälillä. Kestävän kehityksen mukaisella LVI-suunnittelulla on tavoitteena vähentää energiankulutusta, minimoida ympäristövaikutuksia ja edistää sisäilman terveellisyyttä. Kestävän kehityksen mukaisessa LVI-suunnittelussa huomioidaan esimerkiksi uusiutuva vähähiilinen energiantuotanto, optimoidut sekä energiatehokkaat lämmitys-, ilmanvaihto- ja käyttövesijärjestelmät. Taloteknisten järjestelmien optimoinnilla voidaan saavuttaa potentiaalisia energian säästöjä rakennuksissa esimerkiksi ilmanvaihdon automatisoidulla ja tarpeenmukaisella käytöllä, lämmityksen optimoidulla käytöllä ja yksilöllisellä huonesäädöllä. Näin voidaan vähentää rakennusten ilmastovaikutuksia ja edistää kestävää kehitystä. (8, s. 120–121.)



Kuva 1. Esimerkki suomalaisen kerrostalon hiilijalanjäljestä (8, s. 25).

Energiantuotannolla on huomattava vaikutus koko yhteiskunnan päästöihin. Suomessa energiantuotannon keskipäästöt ovat vähentyneet sähkön osalta huomattavasti noin puoleen kymmenen vuoden aikana, kun taas kaukolämmön keskipäästöt ovat laskeneet samalla aikavälillä noin 15 %. Rakennuksessa tai tontilla tapahtuva energiantuotanto vähentää ostoenergian määrää ja sitä kautta energiankäytön hiilidioksidipäästöjä. (6, s. 10, 13.) Energiajärjestelmää suunniteltaessa on huomioitava järjestelmän vähähiilisyttä elinkaaren aikana ja sen avulla saatavaa energiatehokkuutta, koska monet talotekniset järjestelmät on valmistettu metalleista ja muoveista, joilla on lähtökohtaisesti suuri hiilijalanjälki. Lisäksi järjestelmien käyttöikä on rajallinen, joten talotekniikan korjaamisesta syntyy päästöjä. Järjestelmien elinkaaren päästöjen tulisi olla kohtuullisia verrattuna sillä saataviin etuihin energiatehokkuudessa. Eri rakennustyypeissä taloteknisten järjestelmien tarve ja niiden vaikutukset rakennuksen elinkaaren vähähiilisyyteen vaihtelevat. Tämän vuoksi taloteknisten järjestelmien suunnitteluun ja eri vaihtoehtoihin tulisi kiinnittää huomiota jo silloin, kun hankkeelle määritetään vähähiilisyyden tavoitteet. (8, s. 120–121.)

2.4 Ympäristösertifikaatit

Ympäristösertifiointijärjestelmät perustettiin alun perin työkaluiksi rakennusten ympäristötehokkuuden mittaamista, vertailua ja todentamista varten. Ympäristösertifiointien avulla ympäristöystävällisten rakennusten ympäristötehokkuuden vertailu on mahdollista. Rakennusten sertifiointiprosessi (kuva 2.) varmistaa hankkeessa läpi projektin kestävä kehityksen mukaisen ajattelun. Sertifioinneissa oleellisena osana on ulkopuolinen arviointi, joka todentaa, että rakennus suunnitellaan, rakennetaan ja valmistuessaan toimii tarkoituksenmukaisesti. (9.)



Kuva 2. Ympäristösertifiointien sertifiointiprosessi (10).

Ympäristösertifikaatilla voidaan viestiä rakennuksen omistajan ympäristömyönteisyyttä. Kiinteistön omistajat maailmanlaajuisesti käyttävät sertifiointeja edistämään rakennustensa tehokkuutta sekä säästämään kustannuksia ja yhteiskunnan rajallisia resursseja. Ympäristösertifioinnit ovat myös luotettu tapa varmentaa myytävän kohteen vastuullisuutta sekä minimoida riskejä kiinteistökauppojen yhteydessä. (9.)

Ympäristösertifiointien yleisimpiä ongelmia ovat luokittelussa olevien kriteereiden laatimista koskevien yhteisten periaatteiden puutteet. Tämä koskee ennen kaikkea periaatteita siitä, minkälaisen aineiston pohjalta eri sertifiointiluokkien raja-arvot asetetaan. Tämän perusteella luokittelu antaisi oikean kuvan ja luokan luokiteltavasta rakennuksesta kestävä kehityksen näkökulmasta. Epätodennukaisia luokitteluarvoja voi syntyä tilanteissa, joissa esimerkiksi energiatehokkuuteen liittyviä kriteereitä ei ole korjattu paikallisiin olosuhteisiin soveltuviksi. (8, s. 64.)

BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) on Euroopan johtava ympäristösertifiointijärjestelmä, joka pohjautuu eurooppalaiseen normistoon. BREEAM-järjestelmässä paikallinen arvioija tarkistaa vaatimusten täyttymisen hankkeessa ja myöntää sertifiointin laatuauditoinnin perusteella. (9.)

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) on maailman käytetyin ja globaali rakennusten ympäristösertifiointijärjestelmä. LEED-järjestelmässä vahvuutena on yhtenäinen kriteeristö sekä vertailtavuus koko maailmassa. LEED-järjestelmää käytetään yli 130 maassa, ja sen tarkastaa sekä myöntää GBCI (Green Building Certification Inc.). (9.)

RTS-ympäristöluokitus on ympäristösertifiointijärjestelmä, joka on tarkoitettu rakennushankkeen tilaajalle. Ympäristösertifiointijärjestelmä on kehitetty Suomen olosuhteisiin, ja siinä huomioidaan Suomen lainsäädäntö ja rakennuskannan monipuolisuus. Ympäristösertifiointijärjestelmän ylläpidosta ja auditioinneista vastaa Rakennustieto Oy. Ympäristösertifiointijärjestelmän kriteeristö soveltuu uudis- ja korjausrakentamiseen. (9.)

Joutsenmerkki on Pohjoismaissa tunnetuin ja arvostetuin ympäristömerkki. Joutsenmerkki soveltuu pohjoismaisiin olosuhteisiin ja kriteeristö on yhtenevä kaikissa Pohjoismaissa. Joutsenmerkin tarkoituksena on todentaa rakennuksen ympäristöystävällisyys koko rakennuksen elinkaaren ajalta sekä taata rakennuksen terveelliset ja turvalliset olosuhteet. Kriteeristön painopisteinä ovat energiatehokkuus, materiaalivalinnat, kierrätys ja kierrätettävyys. Kriteeristössä on pakollisia vaatimuksia muun muassa energiankulutukselle ja materiaaleille. (9.)

3 Rakentamislain vaikutukset LVI-suunnitteluun

3.1 Rakentamisen ohjauksen lähtökohdat

Rakentamislain 5. §:ssä, Rakentamisen ohjauksen lähtökohdat, on säädetty suunnittelusta ja toteutuksesta vastaavien tahojen toiminnassaan huomioon otettavista asioista rakentamisessa. (11, § 5.)

Edellä mainitussa momentissa LVI-suunnitteluun vaikuttaa kohta 3), jossa on säädetty, että ”rakentamisen on hillittävä ilmastonmuutosta perustumalla elinkaariominaisuuksiltaan kestäviin ja taloudellisiin, energiatehokkaisiin, sosiaalisesti ja ekologisesti toimiviin sekä kiertotaloutta edistäviin ratkaisuihin.” (11, § 5.)

3.2 Lähes nollaenergiarakennus

Rakentamislain 11. §:ssä, Lähes nollaenergiarakennus, määrittelee nollaenergiarakennuksen rakennukseksi, jolla on erittäin korkea energiatehokkuus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2010/31EU liitteen 1 mukaisesti. Tarvittava lähes olematon tai hyvin vähäinen energian tarpeen määrä on katettava uusiutuvista lähteistä tulevalle energialla. Tässä otetaan huomioon paikan päällä tai rakennuksen lähellä tuotettava uusiutuva energia. (11, § 11.)

Rakennusten uudelleen laadittu energiatehokkuusdirektiivi hyväksyttiin EU-parlamentin toimesta 12.3.2024 ja tuli voimaan 28.5.2024. Direktiivin tavoitteena on saada rakennusten kasvihuonepäästöt ja energian loppukulutus vähentymään vuoteen 2030 mennessä. Lisäksi direktiivin pitkän aikavälin visio on rakennusten ilmastoneutraalius vuonna 2050. Direktiivimuutos on osa EU:n tavoitteita, joilla päästöjä vähennetään 55 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. (12.)

Direktiivin toimeenpano on korkeintaan kaksi vuotta, mikä tarkoittaa, että muutokset Suomen lainsäädäntöön tulee tehdä 29.5.2026 mennessä. Hallitusohjelman mukaan direktiivin kansallinen toimeenpano tullaan tekemään mahdollisimman vähäisillä muutoksilla tämän hetken säädöksiin. Direktiivin sisältö on laaja

ja muutoksia on odotettavissa uudis- ja korjausrakentamisen säädöksiin. Rakennusten energiatehokkuutta on tarkoitus selkeyttää ja säätää uudella lailla. Rakennusten energiatodistuksia koskevaan ja rakentamislakiin on odotettavissa muutoksia. Uusia kansallisia säädöksiä tulee noudattaa vasta, kun ne ovat voimassa. Kansallisissa säädöksissä huomioidaan uusien sekä olemassa olevien rakennusten erityispiirteet teknisine ratkaisuineen. Säädosohjauksen tarkoituksena on ohjata rakennusten energiatehokkuutta kustannustehokkaasti, ettei kiinteistön omistajille synny kohtuuttomia velvoitteita. (12.)

3.3 Lämmitysjärjestelmän arviointi

Rakentamislain 13. §:ssä, Lämmitysjärjestelmän arviointi, on säädetty, että rakennushankkeeseen ryhtyvän on arvioitava vaihtoehtoisia lämmitysjärjestelmiä koskeva tekninen, ympäristöön liittyvä sekä taloudellinen toteutettavuus. Tämä koskee uusia rakennuksia, joihin lämmitysjärjestelmäksi suunnitellaan asennettavaksi rakennuskohtainen fossiilisiin polttoaineisiin perustuva lämmitysjärjestelmä. (11, § 13.)

3.4 Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian vähimmäisosuus

Rakentamislain 14. §:ssä, Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian vähimmäisosuus, on säädetty, että rakentamishankkeeseen ryhtyvän täytyy huolehtia, että uudessa tai laajamittaisesti korjattavassa rakennuksessa energialaskennoissa käytettävästä laskennallisesta ostoenergiasta on uusiutuvista lähteistä peräisin vähintään 38 % mikäli se on teknisesti, toiminnallisesti sekä taloudellisesti toteutettavissa. Uusiutuvan energian vaatimuksen täytyminen tulee todentaa laskemalla. (11, § 14.)

3.5 Kansallinen päästötietokanta

Rakentamislain 15. §:ssä, Kansallinen päästötietokanta, on säädetty, että Suomen ympäristökeskuksen pitää ylläpitää kansallista päästötietokantaa, jonka tulee sisältää rakennuksen ja rakennuspaikan arviointiin tarvittavat hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen tiedot. Kansallinen päästötietokanta sisältää hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen tiedot:

- rakennustuotteiden valmistuksesta
- rakennustuotteiden kuljetuksesta
- rakennustuotteiden vaihdosta
- rakennustuotteiden jätteenkäsittelystä sekä kierrätyksestä
- rakentamisesta, siinä käytettävistä työkoneista ja polttoaineista
- rakennuksen käytönaikaisen energian päästöistä sekä niiden kehityksestä tulevaisuudessa
- hiilivarastoista
- karbonatisoitumisesta
- kasvillisuudesta. (11, § 15.)

3.6 Rakentamisen korjaaminen

Rakentamislain 30. §:ssä, Rakennuksen korjaaminen, on säädetty, että rakennuksen korjaus- ja muutostöissä täytyy ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet sekä erityispiirteet eivätkä ne saa heikentyä korjaus- tai muutostöissä ilman painavaa syytä. Rakennuksen täytyy soveltua aiottuun käyttöön. Korjaustien ja muutosten takia rakennuksen käyttäjien turvallisuus tai terveydelliset olot eivät saa heikentyä. (11, § 30.)

Rakennuksen korjaus- ja muutostöissä rakennus voidaan korjata rakentamisaikaista tai vaihtoehtoisesti sen jälkeistä rakentamistapaa noudattaen, mikäli rakennusosa on ollut teknisesti toimiva eikä sen korjaamiseen kohdistu energia- ja tehokkuuden parantamisvaatimuksia. Jos rakennusosa on vaurioitunut niin, että se ei ole teknisesti toimiva, on noudatettava uuden rakentamista koskevia vaatimuksia. (11, § 30.)

3.7 Paloturvallisuus

Rakentamislain 32. §:ssä, Paloturvallisuus, on säädetty, että rakentamishankkeeseen ryhtyvän täytyy huolehtia siitä, että rakennus suunnitellaan ja toteutetaan käyttötarkoituksensa edellyttämällä tavalla paloturvalliseksi. Palon ja savun kehittymistä sekä leviämistä rakennuksessa on pystyttävä rajoittamaan soveltuvin teknisin laittein. (11, § 32.)

Ympäristöministeriön asetuksella voidaan säätää uuden rakennuksen sekä rakennuksen käyttötarkoitukseen tarkempia säännöksiä esimerkiksi palon syttymistä ja leviämistä koskevasta rajoittamisesta taloteknisissä laitteistoissa. (11, § 32.)

3.8 Terveellisyys

Rakentamislain 33. §:ssä, Terveellisyys, on säädetty, että rakentamishankkeeseen ryhtyvän täytyy huolehtia, että rakennus suunnitellaan ja toteutetaan käyttötarkoituksensa sekä ympäristöstä aiheutuvien olosuhteiden määrittelemällä tavalla siten, että rakennus on terveellinen ja turvallinen. Tässä tulee ottaa huomioon rakennuksen sisäilma, kosteus ja lämpöolosuhteet sekä vesihuolto. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveydelle vaarallisia sisäilman epäpuhtauksia, säteilyä, vettä tai maapohjan pilaantumista, savua, jätevettä tai rakennuksen osien kosteuden vuoksi. (11, § 33.)

Rakennuksessa on käytettävä sellaisia tuotteita, joista ei suunnitellun käyttöiän aikana aiheudu käyttöveteen, sisäilmaan eikä ympäristöön päästöjä, jotka eivät ole hyväksyttäviä. Rakennuksen järjestelmien sekä laitteistojen tulee soveltua tarkoitukseensa ja niiden tulee ylläpitää terveellisiä olosuhteita. (11, § 33.)

3.9 Meluntorjunta ja ääniolosuhteet

Rakentamislain 36. §:ssä, Meluntorjunta ja ääniolosuhteet, on säädetty, että rakennushankkeeseen ryhtyvän täytyy huolehtia, että rakennus suunnitellaan ja toteutetaan käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että rakennus, piha- ja oleskelualueiden meluallistus sekä ääniolosuhteet eivät vaaranna terveyttä, lepoa eikä työntekoa. Taloteknisten laitteiden äänitaso tulee olla sellainen, että rakennuksessa olevien uni tai lepo ei häiriinny sekä rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen toiminta tulee olla ääniolosuhteiden puolesta mahdollista. (11, § 36.)

Ympäristöministeriön asetuksella annetaan uuden rakennuksen taloteknisten laitteiden sallituista äänitasoista tarkempia säännöksiä. (11, § 36.)

3.10 Energiatehokkuus

Rakentamislain 37. §:ssä, Energiatehokkuus, on säädetty, että rakennushankkeeseen ryhtyvän täytyy huolehtia, että rakennus suunnitellaan ja toteutetaan käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että energiaa ja luonnonvaroja kuluu säästävaisesti. Energiatehokkuuden vähimmäisvaatimukset tulee osoittaa laskelmilla. Energiatehokkuutta laskettaessa eri energiamäärät tulee muuttaa yhteenlaskettavaan muotoon energiamuotojen kertoimilla. Rakennuksessa käytettävien taloteknisten järjestelmien ja niiden säätö- sekä mittausjärjestelmien tulee olla sellaisia, että sekä energiankulutus ja tehontarve rakennuksessa jää vähäiseksi, ja että energiankulutusta tulee voida seurata. Uusi rakennus, joka käyttää energiaa tilojen sisäilmasto-olosuhteiden ylläpitoon, on suunniteltava ja toteutettava lähes nollaenergiarakennukseksi. (11, § 37.)

Ympäristöministeriön asetuksella annetaan uuden rakennuksen suunnittelua ja toteuttamista varten tarkempia säännöksiä

- rakennuksen ja teknisten järjestelmien vähimmäisvaatimuksia energiatehokkuudesta sekä niiden laskentatavasta
- energialaskennan lähtötiedoista tai selvityksistä
- energian kulutukseen ja mittaamiseen vaikuttavista tekijöistä
- rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisessa energiatehokkuuden vaatimustasojen määrittämisessä ja luonnonvarojen säästeliään käytön niissä
- rakennustuotteista. (11, § 37.)

3.11 Rakennuksen vähähiilisyys

Rakentamislain 38. §:ssä, Rakennuksen vähähiilisyys, on säädetty, että rakennushankkeeseen ryhtyvän täytyy huolehtia, että rakennus suunnitellaan ja toteutetaan käyttötarkoituksensa mukaisesti vähähiiliseksi. Uuden rakennuksen rakennuslupaa varten tehtävässä ilmastaselvityksessä tulee raportoida rakennuksen hiilijalanjäljestä ja hiilikädenjäljestä. (11, § 38.)

Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arviointi tulee kattaa rakennuksen elinkaari. Arvioinnissa tulee käyttää rakennuksen vähähiilisyyttä mittaavaa arviointimenetelmää ja kansallisen päästötietokannan tietoja tai vaihtoehtoisten arviointimenetelmien mukaisia ympäristöominaisuustietoja. Valtioneuvoston tai ympäristöministeriön asetuksilla annetaan tarkempia säännöksiä hiilijalanjäljen raja-arvoista ilmastaselvityksen laatimiseen. (11, § 38.)

3.12 Rakennuksen elinkaariominaisuudet

Rakentamislain 39. §:ssä, Rakennuksen elinkaariominaisuudet, on säädetty, että rakennushankkeeseen ryhtyvän täytyy huolehtia, että rakennus suunnitellaan ja toteutetaan käyttötarkoituksensa mukaisesti elinkaariominaisuuksiltaan ekologiseksi ja tekniseltä käyttöikältään pitkäaikaiseksi. Erityistä huomiota tulee kiinnittää rakennuksen teknisten järjestelmien käyttöikään, huollettavuuteen, käytettävyyteen, korjattavuuteen ja muunneltavuuteen sekä lisäksi teknisten järjestelmien purettavuuteen ja uudelleenkäytettävyyteen. (11, § 39.)

Rakentamishankkeeseen ryhtyvän on pidettävä huolta, että uudelle rakennukselle laaditaan koneluettavassa muodossa oleva materiaaliseloste, joka sisältää tiedot rakentamisessa käytettävistä materiaaleista ja tuotteista. Ympäristöministeriön asetuksella annetaan tarkempia säännöksiä rakennuksen teknisestä käyttöiästä, huollettavuudesta, muunneltavuudesta, korjattavuudesta sekä järjestelmien purettavuudesta. (11, § 39.)

3.13 Rakennuksen tietomallimuotoinen suunnitelma

Rakentamislain 60. §:ssä, Rakennuksen tietomallimuotoinen suunnitelma, on säädetty, että rakennuksen tiedot ovat kokonaisuudessaan koneluettavassa ja yhteensopivassa tietorakenteessa. Tietomallimuotoinen suunnitelma sisältää rakennuksen sijainnin, geometrian ja muodon 3D-mallina sekä tiedot rakennuksesta. (11, § 60.)

Rakennuksen suunnitelmia ja toteutusta vastaavan toteumamalli sisältää tiedot eri järjestelmien tuotteista ominaisuuksineen. Erityissuunnittelijoiden tulee toimittaa rakennusvalvonnalle rakennuksen erityissuunnitelmat tietomallimuotoisina tai muuten koneluettavassa muodossa. Ympäristöministeriö antaa tarkempia säännöksiä tietomallimuotoisen suunnitelman tiedoista ja sisällöistä. (11, § 60.)

3.14 Rakennuslupahakemus

Rakentamislain 61. §:ssä, Rakentamislupahakemus, on säädetty, että rakennushankkeeseen ryhtyvän täytyy hakea kunnalta rakennuslupaa kirjallisesti. Rakennuslupahakemukseen on liitettävä rakennuskohteen mukaan:

- pääpiirustukset
- suunnitelmia vastaava suunnitelmamalli
- energiaselvitys
- ilmastaselvitys
- materiaaliseloste. (11, § 61.)

3.15 Suunnittelutehtävän vaativuusluokat

Rakentamislain 82. §:ssä, Suunnittelutehtävän vaativuusluokat, on säädetty, että suunnittelutehtävien vaativuusluokat jaetaan poikkeuksellisen vaativiin, erittäin vaativiin, vaativiin, tavanomaisiin ja vähäisiin. Samassa rakennushankkeessa voi tapauskohtaisesti olla eri vaativuusluokkiin kuuluvia suunnittelutehtäviä. (11, § 82.)

Suunnittelutehtävien vaativuusluokat määräytyvät teknisen, toiminnallisen, käytötarkoituksen, energiatehokkuuden, rakennussuojelun, rakennuksen koon, suunnittelumenetelmien, rakennuspaikan ja hiilijalanjäljen vaatimusten perusteella. Mikäli jokin edellä mainituista vaatimuksista on poikkeuksellinen, niin suunnittelutehtävän vaativuusluokka voi olla poikkeuksellisen vaativa. Suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset säädetään Rakentamislain 83. §:n kelpoisuusvaatimuksissa. (11, § 82.)

3.16 Erityissuunnittelija

Rakentamislain 94. §:ssä, Erityissuunnittelija, on säädetty, että erityissuunnittelijan täytyy huolehtia siitä, että hänellä on suunnittelussa käytössään rakennushankkeen edellyttämät lähtötiedot sekä että erityissuunnitelma täyttää rakentamista koskevat säännökset, määräykset sekä hyvän rakennustavan mukaiset vaatimukset. (11, § 94.)

Erityissuunnittelijan tulee päivittää rakennuskohteen erityissuunnitelmien suunnittelumallit toteumamalleiksi vastaamaan toteutettua toteutusta päävastuullisen toteuttajan ilmoituksen mukaan. Mikäli erityissuunnitelman laatimisessa on ollut mukana useampi kuin yksi erityissuunnittelija, rakentamishankkeeseen ryhtyvän on nimettävä yksi heistä oman erityisalansa kokonaisuudesta vastaavaksi erityissuunnittelijaksi. Vastaavan erityissuunnittelijan on pidettävä huolta, että erilliset suunnitelman osat muodostavat yhdessä toimivan ja yhtenäisen kokonaisuuden. (11, § 94.)

4 Kestävän kehityksen mukaiset ratkaisut LVI-suunnittelussa

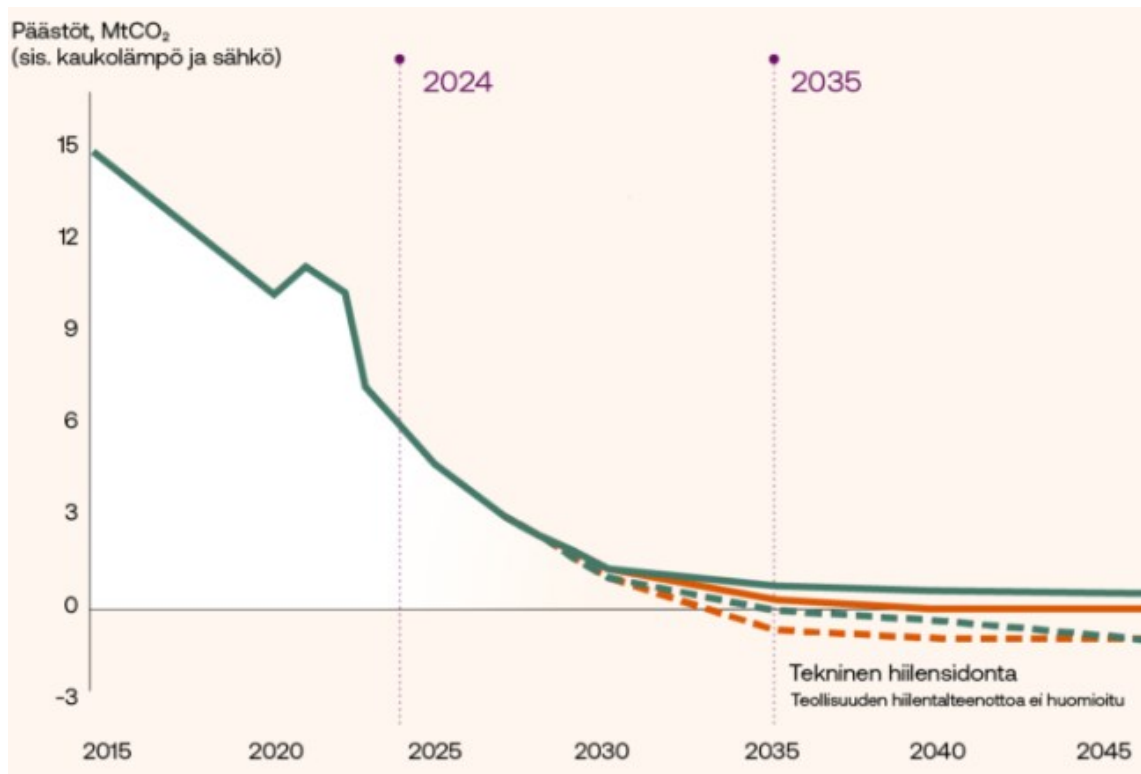
4.1 Energiantuotanto

4.1.1 Energia-alan päästöt

Energia-alan vastuullisuuden kolme merkittävintä tekijöitä ovat huolto- ja toimintavarmuus, vähähiilisyys ja muiden teollisuusalojen sekä vähähiilisemmän liikenteen mahdollistaminen. Näiden tekijöiden tärkeimpänä linjauksena on, että energian tuotanto ja jakelu olisi Suomessa 2030-luvun alussa lähes hiilineutraalia. Energiayritykset Suomessa ovat sitoutuneet luomaan yhden ensimmäisistä hiilineutraaleista energijärjestelmistä, jonka muutos tullaan tekemään tinkimättä huolto- sekä toimitusvarmuudesta. (13.)

Energia-alan vastuullisuus edellyttää tasapainoilua sosiaalisten, ympäristöllisten ja taloudellisten vaikutuksien ja odotuksien välillä. Esimerkiksi suuret odotukset hiilineutraalista energiajärjestelmästä ja kilpailukykyisestä energian hinnoittelusta on pyrittävä sovittamaan kestäväällä tavalla. Lisäksi energia-alan muutosta vaikeuttaa se, että vähähiilisyystavoitteisiin tulee siirtyä luonnon kantokyvyn rajoissa. (13.)

Energiateollisuuden ilmastotiekartta arvioi energiantuotannon päästökehityksen kaukolämmön sekä sähkön osalta olevan negatiivinen 2030-luvulla (kuva 3). Päästöjen negatiivisuus perustuu fossiilisista polttoaineista luopumiseen ja hiilidioksidin talteenottoon bio- sekä jätteenpolttoaineiden käytöstä. Kaukolämmön ja sähkön päästöt ovat vuonna 2024 vähentyneet 59 % vuoden 2015 tasoista. (14.)

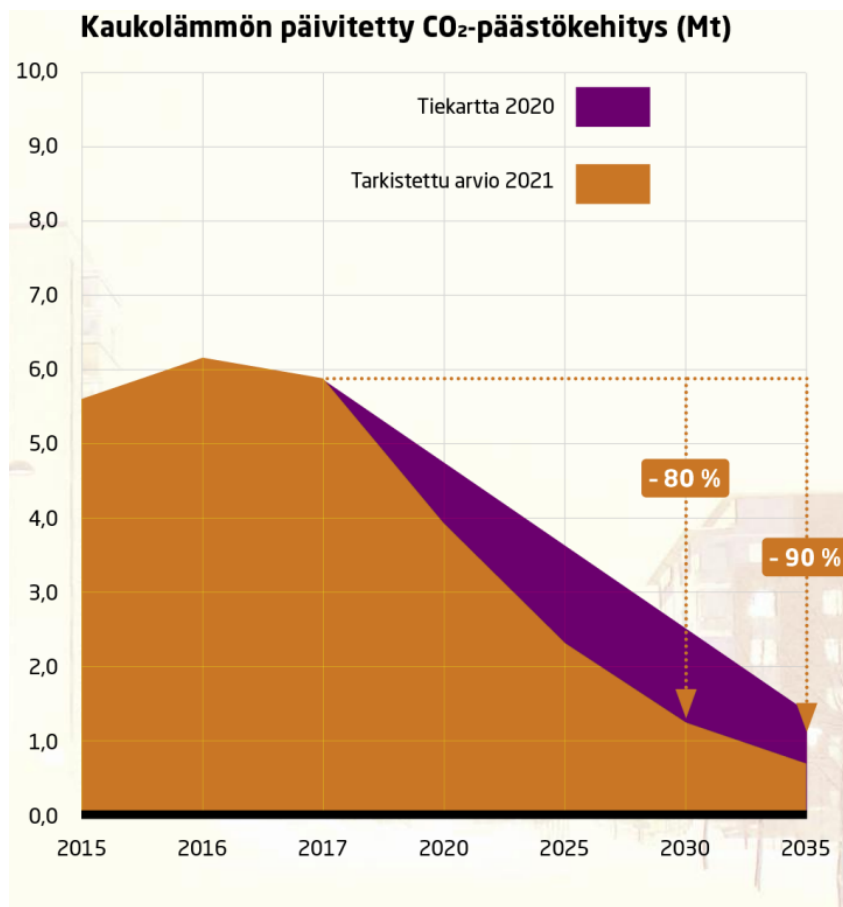


Kuva 3. Kaukolämmön ja sähkön arvioitu päästökehitys (14).

4.1.2 Kaukolämpö

Kaukolämpö on yleisin energiantuotannon muoto Suomessa. Vuonna 2018 Suomen asuin- ja palvelurakennuksien lämmitysenergiasta tuotettiin 46 % kaukolämmöllä. Kaukolämpöä tuotetaan erillisissä lämpölaitoksissa ja yhteistuotantolaitoksissa. Lämmön ja sähkön yhteistuotannossa sähköntuotannon hukkalämpö otetaan talteen ja hyödynnetään kaukolämpöverkkoon. (15.)

Kaukolämmön päästöt vähenevät huomattavasti ennustettua nopeammin ja ovat vähentyneet kymmenessä vuodessa puoleen (kuva 4.). Arvion mukaan kaukolämmön päästöt tulevat vähenemään noin kolmannekseen seuraavan kymmenen vuoden aikana. Energiayrityksillä on vahva näkemys, että päästöttömyys kaukolämmössä on välttämätöntä ja monilta osin kaukolämpö on jo päästöttöntä. Energiayritykset luottavat siihen, että kaukolämpöjärjestelmä on tehokain ja joustavin tapa vastata yhteiskunnan moniin odotuksiin. (16, s. 9.)



Kuva 4. Kaukolämmön päivitetty CO₂-päästökehitys (Mt) (16, s. 9).

Kaukolämpöyhtiöt ovat viime vuosina uudistaneet tuotanto- ja jakelujärjestelmiään vähäpäästöisemmiksi ja tehokkaammiksi. Muutos jatkuu ja paljon päästöjä aiheuttavia polttoaineita korvataan uusiutuvalla ja muuhun kuin polttamiseen perustuvalla tuotannolla energiaturvallisuudesta huolehtien. Kaukolämpöverkoissa pyritään siirtymään vaiheittain matalampiin lämpötiloihin, mikä edesauttaa uusien puhtaampien teknologioiden käyttöönottoa sekä lämmön kausivaroitointia. Lisäksi energia-ala selvittää hiilidioksidin talteenoton mahdollisuuksia, joilla voitaisiin kompensoida jäljellä olevia päästöjä. (16, s. 10.)

4.1.3 Maalämpö

Maalämpöpumppu kerää ja hyödyntää energiantuotantoon maaperään tai veden varastoitunutta lämpöenergiaa. Suurin osa maalämpöjärjestelmien lämmönkeräyspiireistä toteutetaan maaperään porattavilla maalämpökaivoilla. Maalämpökaivon syvemmissä osissa lämpö johtuu maaperään maapallon ytimestä johtuvasta fissioenergiasta ja lämpimistä pohjavesivirtauksista. Maalämpö on energiatehokas ja sopii hyvin erilaisten kohteiden ympärivuotiseksi lämmitysjärjestelmäksi. Maalämmön alkuinvestointi on useasti eri energiantuotantomuodoista suurin, mutta taas käyttökustannuksiltaan pienin. Maalämmön kannattavuus paranee usein rakennuksen koon sekä energiankulutuksen kasvaessa. Maalämpöpumppujen hyötysuhde on korkeimmillaan lattialämmityskohteissa sekä muissa matalalämpöisissä lämmitysjärjestelmissä. (17.)

Maalämpöpumppujen tehomitoitus on tärkeässä roolissa energiatehokkuutta varmistettaessa. Tehomitoituksessa tulee huomioida rakennuksen energiantarve ylimitoittamatta järjestelmää. Näin voidaan varmistaa maalämpöjärjestelmän kustannustehokkuus sekä kompressorin pitkäikäisyys. Maalämpöpumppu siirtää maaperästä talteen otetun lämpöenergian rakennukseen ja päinvastoin, jolloin maalämpöpumppua voidaan käyttää myös kesäajan viilennykseen (kuva 5.). (17.) Maalämpöratkaisua suunniteltaessa on huomioitava, että lämpöpumppujen sijoittelulla on harvoin rajoituksia tontilla, mutta maalämpökaivoja voi koskea mahdollisia kieltoja, jotka koskevat yleensä koko tonttia. (8, s. 103.)



Kuva 5. Maalämmön periaatekuva lämmitykseen ja viilennykseen (18).

Aalto-yliopistossa tehtyjen esimerkkilaskelmien mukaan olemassa olevien kerrostalojen suurimmat päästövähennykset saatiin vaihtamalla lämmitysjärjestelmä kustannustehokkaasti kaukolämmöstä maalämpöön. Lämmitysjärjestelmän vaihdon edullisuus johtuu sähkön kohtalaisesta päästökertoimesta. Ongelmallisinta maalämpöjärjestelmässä on kulutuksen kasvu kylmimpinä ajankohtina, kun lämmitykseen käytetään vain sähköä lisälämmitykseen. Maalämmön hyödyt ovat suuria varsinkin, jos kylmimpien ajankohtien päästöjä saadaan rajoitettua. Maalämmön edut vähähiilisessä rakentamisessa näkyvät uudisrakentamisessa, mutta hyödyt lämmityksen ja jäähdytyksen hiilijalanjäljen suhteen riippuvat myös siitä, miten kaukolämmön- ja sähköntuotanto kehittyvät Suomessa. (8, s. 116–117.)

4.1.4 Energiankäytön ja hiilijalanjäljen laskenta

Rakennusten elinkaaren aikana kulutetaan merkittäviä määriä energiaa. Energiatohokkuus on suunnittelijalle yleensä merkittävin tapa parantaa vähähiilisyttä. Käytön aikainen energiantarve rakennuksen vähähiilisyyteen vaikuttaa muun muassa ostoenergiana käytetyn sähkön tai kaukolämmön tuotannon aiheuttamien päästöjen muodossa sekä rakennuksen energiatohokkuutena eli kuinka paljon rakennuksessa tarvitaan energiaa. (8, s. 104.)

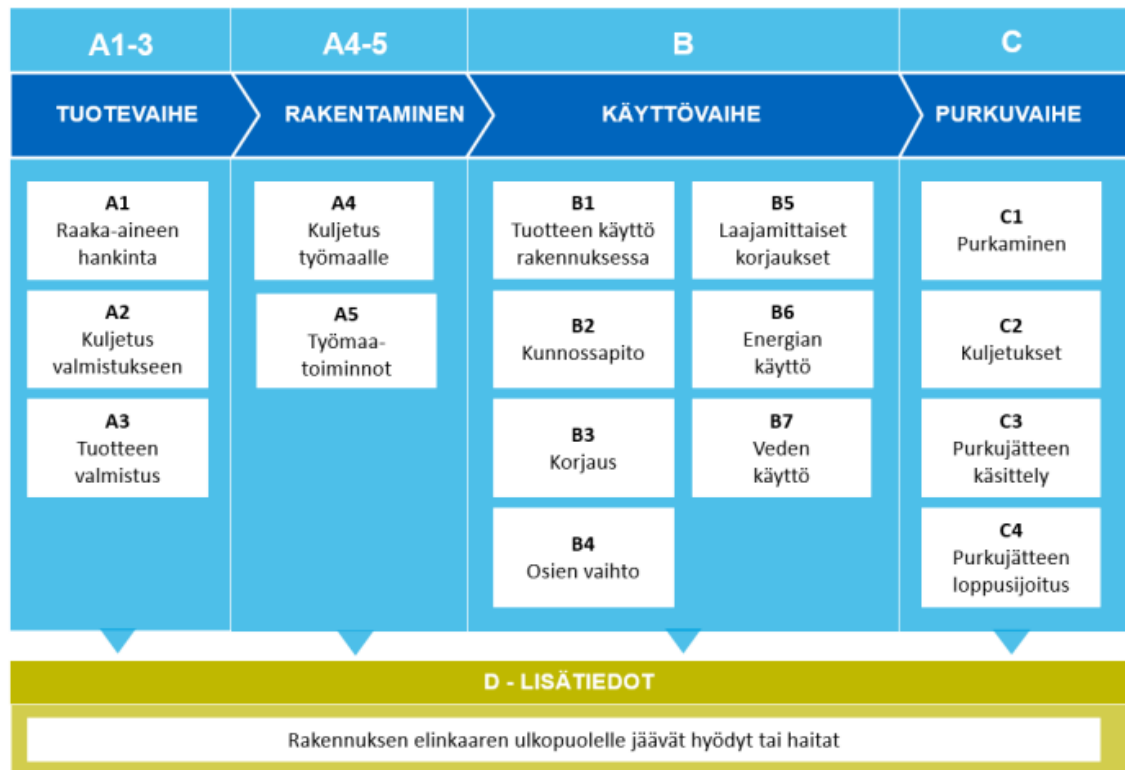
Rakennusten energiatohokkuutta kuvaa muun muassa E-luku ($\text{kWh}_E/\text{m}^2\text{a}$), joka on laskennallinen vertailuluku painotettuna energiamuotojen kertoimilla (taulukko 1) lämmitettyä nettopinta-alaa kohden vuositasona. E-luku on vertailukelpoinen riippumatta rakennuksen sijainnista, koska laskenta tehdään säävyöhykkeen 1 säätiedoilla (Helsinki-Vantaa). (8, s. 105.)

Taulukko 1. Energiamuotokertoimet (8, s. 105).

| Energiamuoto | Kerroin |
|--------------------------|---------|
| Sähkö | 1,20 |
| Kaukolämpö | 0,50 |
| Kaukojäähdytys | 0,28 |
| Fossiiliset polttoaineet | 1,00 |
| Uusiutuvat polttoaineet | 0,50 |

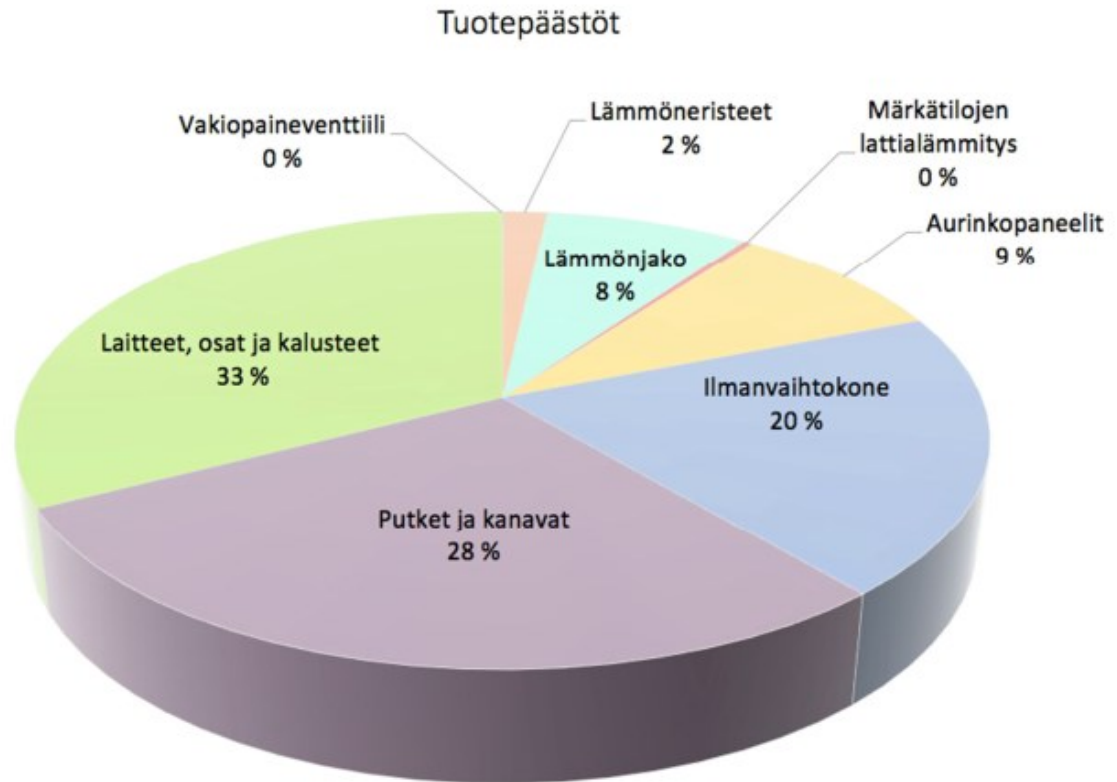
Rakennuksen elinkaaren aikana tapahtuvat ympäristövaikutukset syntyvät tuote-, rakentamis-, käyttö- ja purkuvaiheista. Rakentamisvaiheeseen sisältyy materiaalien valmistus, kuljetus ja rakennustyömaan toiminnot. Rakennuksen käyttövaiheen ympäristövaikutukset syntyvät kunnossapidosta, korjauksista sekä energian ja veden käytöstä. Elinkaaren lopussa on purkuvaihe, joka

sisältää purkamisen, kuljetukset ja materiaalien loppukäsittelyn sekä -hyödyntämisen. Rakennuksen elinkaarimalli on kuvattu kuvassa 6. (19, s. 13.)



Kuva 6. Rakennushankkeen elinkaarimalli (19, s. 13.).

Asuinkerrostalojen osalta on Torkin (2021) diplomityössä tutkittu taloteknisten järjestelmien tuotepäästöjä 50 vuoden elinkaaren ajalta. Tuloksiksi saatiin, että suurimman osuuden talotekniikan päästöistä muodostavat talotekniset laitteet, osat ja kalusteet. Seuraavaksi suurimmat päästöt muodostavat putket ja kanavat sekä ilmanvaihtokone. Pienempi tuotepäästö oli aurinkopaneeleilla, lämmönjaolla, eristeillä, märkätilojen lattialämmityksellä ja vakiopaineventtiilillä. Asuinkerrostalon talotekniset tuotepäästöt on esitetty kuvassa 7. (20, s. 25–26.)



Kuva 7. Asuinkerrostalon taloteknisten tuotepäästöt prosentteina (20, s. 27).

4.1.5 Energiankäytön ja hiilijalanjäljen laskenta kuvitteellisessa uudisasuinkerrostalossa

Laskennassa on tarkasteltu kuvitteellisen 3 500 m²:n kokoisen uudisasuinkerrostalon energiankäytön ja hiilijalanjäljen laskentaa vertaamalla energiantuotantomuotoina kaukolämpöä ja maalämpöä. Laskenta on laadittu ympäristöministeriön ”Rakennuksen energiakulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta” -ohjeen mukaisesti. Lyhenteet on esitetty kappaleessa ”Lyhenteet” ja laskentaa on esitetty tarkemmin liitteessä 1. Laskennan lähtötiedot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Laskennan lähtötiedot (21, liite 1).

| | | | |
|---|---------|-------|---------------------------------|
| $Q_{\text{lämmitys, tilat}}$ | 36 800 | kWh/a | (18. kaava 6.17) |
| Q_{IV} | 3 400 | kWh/a | (18. kaava 6.2.2) |
| $Q_{\text{lämmitys, LKV}}$ | 126 289 | kWh/a | (18. kaava 6.20) |
| $Q_{\text{lämmitys, kierto}}$ | 36 762 | kWh/a | (18. kaava 6.6) |
| $\Sigma W_{\text{KL}} + Q_{\text{lämmitys, märkätilat}}$ | 147 036 | kWh/a | (18. kaava 6.19, 6.7, 7.4, 8.1) |
| $\Sigma W_{\text{MLP}} + Q_{\text{lämmitys, märkätilat}}$ | 146 791 | kWh/a | (18. kaava 6.19, 6.7, 8.1) |
| $Q_{\text{lämmitys, tilat, LKV, KL}}$ | 241 114 | kWh/a | (18. kaava 7.1) |
| W_{MLP} | 101 950 | kWh/a | (18. kaava 7.4–7.8) |

Energiankäytön hiilijalanjälki vuosina 2024–2073 rakentamisen päästötietokannan mukaisesti:

Kaukolämpövaihtoehdon laskennallinen kaukolämmön lämmitysenergian tarpeen kaukolämpöpäästöt vuosina 2024–2073:

$$\sum Q_{\text{KL}(2024-2073)} = 772819 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

Kaukolämpövaihtoehdon laskennallinen sähköenergian tarpeen sähköpäästöt vuosina 2024–2073:

$$\sum W_{\text{KL}(2024-2073)} = 471278 \text{ kgCO}_2\text{e}$$

Kaukolämpövaihtoehdon lämmitysenergian- ja sähköenergian tarpeen päästöt neliöpohjaisesti keskiarvillisessa vuodessa:

$$\frac{(\sum Q_{KL} + \sum W_{KL})}{(m^2 \times a)} = 7,1 \text{ kg } CO_2e/m^2a$$

Maalämpövaihtoehdon laskennallinen maalämmön lämmitysenergian tarpeen sähköpäästöt vuosina 2024–2073:

$$\sum Q_{MLP(2024-2073)} = 277375 \text{ kg}CO_2e$$

Maalämpövaihtoehdon laskennallinen maalämmön sähköenergian tarpeen sähköpäästöt vuosina 2024–2073:

$$\sum W_{MLP(2024-2073)} = 399373 \text{ kg}CO_2e$$

Maalämpövaihtoehdon lämmitysenergian- ja sähköenergian tarpeen sähköpäästöt neliöpohjaisesti keskiarvallisessa vuodessa:

$$\frac{(\sum Q_{MLP} + \sum W_{MLP})}{(m^2 \times a)} = 3,9 \text{ kg } CO_2e/m^2a$$

(21, 22.)

Kaukolämpövaihtoehdon E-luvun laskenta päästökertoimilla neliöpohjaisesti vuodessa:

$$\frac{(Q_{\text{lämmitys,tilat,LKV,KL}} \times \mathcal{F}_{KL} + \sum W_{KL} \times \mathcal{F}_{\text{sähkö}})}{m^2} = 85 \text{ kWh}_E/m^2a$$

Maalämpövaihtoehdon E-luvun laskenta päästökertoimilla neliöpohjaisesti vuodessa:

$$\frac{(\sum W_{MLP} \times \mathcal{F}_{\text{sähkö}})}{m^2} = 86 \text{ kWh}_E/m^2a$$

(20.)

Asuinkerrostalon taloteknisten järjestelmien elinkaaren laskennallinen hiilijalanjälki valmistuksesta loppusijoitukseen on esitettyä taulukossa 3.

Taulukko 3. Asuinkerrostalon taloteknisten järjestelmien elinkaaren hiilijalanjälki (22).

| | Kaukolämpö | Maalämpö |
|---|--|--|
| A1-A5 (valmistus, kuljetus, työmaan toiminnot) | 9,47 kgCO ₂ e/m ² a | 9,47 kgCO ₂ e/m ² a |
| B3-4,6 (energiankulutus, käyttö) | 7,39 kgCO ₂ e/m ² a | 4,15 kgCO ₂ e/m ² a |
| C1-C4 (purku, kuljetus, käsittely, loppusijoitus) | 0,67 kgCO ₂ e/m ² a | 0,67 kgCO ₂ e/m ² a |
| Hiilijalanjälki | 17,53 kgCO ₂ e/m ² a | 14,29 kgCO ₂ e/m ² a |
| Hiilijalanjälki | 3 068 507 kgCO ₂ e | 2 501 158 kgCO ₂ e |

Energiankäytön ja hiilijalanjäljen laskelmissa kaukolämmön ja maalämmön vertailun tuloksena saadaan, että 50 vuoden laskennallisen energiankulutuksen keskiarvoinen hiilijalanjälki on maalämpöratkaisulla noin 45 % pienempi. Koko asuinkerrostalon 50 vuoden laskennallinen hiilijalanjälki maalämpöratkaisulla on noin 18 % pienempi.

4.2 Lämmitysjärjestelmät

Lämmitysjärjestelmään kuuluvilla lämmityslaitteilla lämmitetään rakennuksen tiloja sekä lämmintä käyttövettä. Lämmitysjärjestelmän ja jakotavan valintaan vaikuttavat rakennuksen koko, energiantarve, käyttötarkoitus ja sijainti sekä lisäksi tarjolla ja toteutettavissa olevat lämmönlähteet. Lisäksi erilaiset lämmönlähteet voivat täydentää toisiaan. (23, s. 2.)

Asuinrakennusten lämmitykseen kokonaisenergiankulutuksesta kuluu noin kaksi kolmasosaa. Uusissa energiatehokkaissa asuinrakennuksissa lämmityksen osuus on pienempi. Rakennuksen lämmitysjärjestelmän suunnittelu vaikuttaa rakennuksen elinkaaren energiankulutukseen ja energialähteen valinta ohjaa rakennuksen lämmityssuunnittelua jo hyvin varhaisessa vaiheessa. Yleisimmin asuinrakennuksissa käytettävät energianlähteet ovat kaukolämpö ja maalämpö, joista maalämmön osuus on yli kaksinkertaistunut vuodesta 2010. Sähkön merkitys rakennusten lämmitysratkaisuissa tulee kasvamaan tulevaisuudessa, ja siksi lämmön varastointi sekä kulutuksen ajallinen jousto tulevat olemaan yhä merkittävämmässä roolissa tulevaisuudessa. Lisäksi älykkäiden energijärjestelmien merkitys energiankulutuksen ohjauksessa kysyntäpiikkien ulkopuolelle on kestävä kehityksen mukaista lämmityssuunnittelua. (24.)

Energialähteen lisäksi lämmönjakotapa vaikuttaa rakennuksen hiilijalanjälkeen tuotepäästöjen ja järjestelmän vuosihyötysuhteen osalta. Lämmönjakotapana lattialämmityksellä on matalampien lämpötilatasojen vuoksi parempi hyötysuhde maalämpöjärjestelmässä, kun taas korkeampien lämpötilatasojen radiaattoreilla hyötysuhde on huomattavasti huonompi. Mikäli energialähteenä on maalämpö, niin esimerkikohteessa lattialämmityksellä lämpökerroin on 3,25, kun taas radiaattoreilla lämpökerroin on vain 2,53. Esimerkkikohteen laskennoissa radiaattorit tuottivat hiilidioksidipäästöjä noin neljä kertaa enemmän verrattuna lattialämmitykseen lämmönjakotapana sekä kasvattivat kohteen talotekniikan hiilijalanjälkeä noin 7,4 %. Tulosten osalta asuinkestoallossa energialähteenä maalämpö ja lämmönjakotapana lattialämmitys on suunnitteluratkaisuna kestävä kehityksen mukainen sekä hiili- ja energiatehokkain. (20, s. 22, 33, 39.)

Lämmitysjärjestelmän suunnittelussa lähtökohtana on suunnitella toteutuskelpoinen säädettävä ja tasapainoinen energiatehokas lämmitysverkosto. Putkiston, pumppujen ja venttiileiden mitoittaminen tulisi olla mitoitusohjeiden ja määräysten mukaista, mielellään reilumpaa kuin niukkaa, mutta on huomioitava, että ylimitoittaminen voi kertaantua. Lämmitysjärjestelmän riittävällä ja tapauskohtaisesti vaatimuksia paremmalla eristämisellä saadaan parannettua järjestelmän energiatehokkuutta sekä vietyä haluttu lämpöenergia mahdollisimman häviöttömästi haluttuun tilaan. Lisäksi kohteen valittuun lämmönlähteeseen ja lämmönjakotapaan sopivilla lämpötilatasoilla lisätään järjestelmän energiatehokkuutta. (25.)

4.3 Jäähdytysjärjestelmät

Asuinrakennusten jäähdytysjärjestelmien suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että asuinrakennuksen ilmavirrat ovat sen verran pieniä, että tuloilman jäähdytys ei ole useasti riittävä jäähdytysratkaisu halutun sisälämpötilan saavuttamiseksi. Tällöin kyseeseen tulee tuloilman viilennys. Mikäli asuinrakennusta halutaan tai tarvitsee jäähdyttää enemmän, niin vaihtoehtoina on erilaisia keskitettyjä ja hajautettuja ratkaisuja. Maalämpöä rakennuksen lämmönlähteenä käytettäessä kylmän tuotanto voidaan tuottaa hiili- ja energiatehokkaasti paikallisesti aktiivi- tai passiivijäähdytyksenä. Mikäli rakennus on liitetty kaukolämpöön ja kaukojäähdytysverkko on saatavilla, kylmän tuotanto voidaan tuottaa myös siten. (23, s. 7.)

Tuloilman viilennyksen lisäksi vaihtoehtoisina kylmänjakotapoina on myös erilliseen vesiverkostoon liitettävät jäähdytyspalkit ja puhallinkonvektorit tai lattialämmitysverkostossa kiertävä lattiaviilennys. Nämä ratkaisut sopivat rakennukseen, johon halutaan jäähdytys kaikkiin huoneistoihin. Jos jäähdytystä halutaan vain yksittäisiin huoneistoihin niin vesiverkoston rakentaminen ei ole kannattavaa. Tässä tapauksessa voidaan käyttää huoneistokohtaisia ilmalämpöpumpuja tai tulo- ja poistokanavistoon asennettavaa kompressorijäähdytintä jäähdyttämiseen. (26, s. 3–4.)

Jäähdytysjärjestelmän suunnittelussa lähtökohtana on suunnitella toteutuskelpoinen säädettävä ja tasapainoinen energiatehokas jäähdytysverkosto. Putkiston, pumppujen ja venttiileiden mitoittamisen tulisi olla mitoitusohjeiden ja määräysten mukaista. Jäähdytysjärjestelmän riittävällä ja tapauskohtaisesti vaatimuksia paremmalla lämpö- ja kondenssieristämällä saadaan parannettua järjestelmän energiatehokkuutta sekä vietyä haluttu jäähdytysenergia mahdollisimman pienillä häviöillä haluttuun tilaan. (25.)

4.4 Vesijärjestelmät

Asuinrakennukset liitetään yleisimmin kunnalliseen vesijohtoverkoston, johon rakennus liitetään tonttijohdolla. Rakennuksen kokonaisvedenkulutusta mittaa vesilaitoksen päävesimittari, joka sijoitetaan lattiakaivolliseen tilaan, yleisimmin lämmönjakohuoneeseen. Lisäksi ympäristöministeriön asetus säättää, että asuinrakennuksessa on oltava etäluettavat huoneistokohtaiset vesimittarit niin kylmään kuin lämpimään veteen. Lisäksi vesimittareiden vedenkulutusta on mahdollista käyttää laskutuksen perustana. (26.) Vesijohtojen ja -kalusteiden tilantarpeet tulee ottaa huomioon asunnon tilaratkaisuissa. Vesijohtosuunnittelussa tulee ottaa huomioon voimassa olevat määräykset esimerkiksi vesijohtojen asennuksesta, vesivuotojen havaittavuudesta, huollettavuudesta ja sen lisäksi palo-, lämpö- ja äänieristykseen liittyvistä asioista. Vesijohtosuunnittelun lähtökohtana on liittyminen vesijohtoverkoston sekä vesijohtoverkoston ja siihen liittyvän laitteiston sijainti ja sijoittelu rakennuksessa ja sen ulkopuolella. (23, s. 5.)

Huomattava osa asumiseen käytettävästä energiasta kuluu käyttöveden lämmitämiseen, noin 17 %. Tulevaisuudessa vedenkulutuksen merkitys kokonaiskuvassa korostuu, koska uudisrakentamisen energiatehokkuus paranee jatkuvasti. Suomessa kerrostaloissa kulutetaan keskimäärin 120 litraa vettä vuorokaudessa asukasta kohti. Lämpimän veden osuus käyttövedestä on noin kolmasosa. Suihku on kotitalouksissa suurin yksittäinen vedenkuluttaja. Vedenkulutuksen huoneistokohtainen mittaaminen ja laskuttaminen auttaa hahmottamaan vedenkulutusta ja kulutustottumuksia. On havaittu, että taloyhtiöissä, joissa vesi

laskutetaan kulutuksen mukaan, vedenkulutus on noin 10 % pienempi kuin kiinteästi laskuttavissa taloyhtiöissä. (24.)

Vesijohtojärjestelmän suunnittelussa lähtökohtana on suunnitella toteutuskelpoinen, säädettävä ja oikein mitoitettu energiatehokas vesijohtoverkosto. Putkiston, kiertovesipumppujen ja linjasäätöventtiileiden mitoittaminen tulisi olla mitoitusohjeiden ja määräysten mukaisia. Vesijohtojärjestelmän riittävällä ja tapauskohtaisesti vaatimuksia paremmalla lämpöeristämällä saadaan parannettua järjestelmän energiatehokkuutta lämpimän käyttöveden osalta. Lisäksi lämpimän käyttöveden ja lämpimän käyttöveden kiertojohto tulisi suunnitella niin, että veden turhaa laskemista saataisiin minimoitua ja energiaa säästettyä. Tosin liian pitkien kiertojen suunnittelu myös kuluttaa energiaa lisääntyneiden lämpöhäviöiden muodossa. Tarpeenmukainen vakiopaineventtiilin suunnittelu vähentää vesijohtoverkoston painetta, ja näin voidaan säästää vedenkulutusta. Energiaa säästävien vesikalusteiden, esimerkiksi virtaamarajoitettujen hanojen suunnittelu, säästää energiaa ja on kestävän kehityksen mukainen suunnitteluratkaisu. (25.)

4.5 Viemärijärjestelmät

Viemärijärjestelmien suunnittelua ohjaa viemäripisteiden sijainnit ja asunnon tilaratkaisut. Viemärisuunnittelussa tulee ottaa huomioon voimassa olevat määräykset ja ohjeistukset. Viemärijärjestelmien suunnittelun lähtökohtana ovat liittyminen viemäriverkostoon sekä verkoston sijainti rakennuksessa ja sen ulkopuolella. (23, s. 5.)

Jäteveden mukana siirtyy lämmintä vettä noin 15–30 % rakennuksen lämpöta-
seesta ulos. Jäteveden hukkaenergiaa voidaan hyödyntää jäteveden lämmön-
talteenoton avulla rakennuksen tai käyttöveden lämmittämiseen ja vähentää
näin ostoenergian määrää rakennuksessa. Kiristyvät energiatehokkuusmää-
räykset tulevat vaikuttamaan nostavasti asuinrakennusten jäteveden sisältä-
mään osuuteen energiataseesta nostoen sen noin puoleen. Tutkimusten perus-
teella on todettu, että jäteveden lämmöntalteenotto on kestävän kehityksen

mukainen hiilijalanjälkeä pienentävä energiatehokas investointi asuinrakennuksissa. Jäteveden lämmöntalteenotto on kannattavimmillaan, kun rakennuksen energianlähteenä on maalämpö. Lisäksi jäteveden lämmöntalteenoton hyötysuhde on parempi, mikäli rakennuksessa on jätevesipumppaamo paineviemäriellä. (28, s. 9, 40.)

4.6 Ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmanvaihdon on toteutettava turvallinen, terveellinen ja viihtyisä sisäilma oleskelutiloihin. Ilmanvaihtojärjestelmän tulee tuoda rakennukseen tarvittava ulkoilma ja poistettava sisäilmasta hajuja, kosteutta ja epäpuhtauksia. Ilmanvaihtojärjestelmä tulee suunnitella käyttötarkoituksensa mukaisesti siten, että keskeisimpiä toimintoja voidaan ohjata, mitata ja seurata. (29.)

Ilmanvaihdolla on suuri merkitys rakennuksen lämpöhäviövirtoihin, ja se on suurimpia häviöreittejä. Ilmanvaihdon tarpeenmukainen käyttö ja ohjaus, optimoiminen sekä mahdollisimman hyvä lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde vähentävät rakennuksen hiilijalanjälkeä huomattavasti. (8, s. 120–121.)

Asuinkerrostalo voidaan toteuttaa keskitetyllä tai hajautetulla ilmanvaihtoratkaisulla. On tutkittu, että ilmanvaihtoratkaisun toteuttamisella ei ole merkittävää eroa talotekniikan hiilijalanjälkeen. Hajautetussa ilmanvaihtoratkaisussa pienemmän kanavamäärän kasvihuonepäästöt taas korvautuvat ilmanvaihtokoneiden päästöillä. Suurempi huomio on siis ilmanvaihdon energiatehokkuudessa ominaissähkötehokkuuden ja lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen muodossa. (30, s. 10.)

Ilmanvaihtokoneen valinta joko keskitetyssä tai hajautetussa ilmanvaihtoratkaisussa vaikuttaa talotekniikan hiilijalanjälkeen tuotesidonnaisten päästöjen sekä käytön aikaisten energiapäästöjen muodossa. Yhtä kokoa isompi ilmanvaihtokone lisää tuotesidonnaisia päästöjä ilmanvaihtokoneen ja mahdollisesti isompien kanavakokojen muodossa, mutta on taas energiatehokkaampi rakennuksen elinkaaren aikaisissa energiapäästöissä. Pienempi ilmanvaihtokone

pienentää tuotesidonnaisia päästöjä, mutta on epäedullisempi rakennuksen elinkaaren aikaisissa energiankäytön päästöissä. Vaihtoehtojen erot kokonaisuuden tarkastelussa voivat olla hyvin pieniä ja valinta tulee tehdä tapauskohtaisesti. (20, s. 33, 44.)

Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa lähtökohtana on suunnitella toteutuskelpoinen säädettävä, käyttötarkoitukseen soveltuvilla laitteilla suunniteltu ja oikein mitoitettu energiatehokas ilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtokoneen, kanaviston ja ilmanvaihtolaitteiden mitoittaminen tulisi olla mitoitusohjeiden ja määräysten mukaista. Palvelualueiden järkevä määrittäminen, yksinkertaiset kanavoinnit, äänitasojen huomioiminen, matala ominaissähköteho, hyvä lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde ja hyvän sisäilman ylläpitävä ilmanvaihtojärjestelmä ovat kestävän kehityksen mukaista ilmanvaihdon suunnittelua. (25.)

4.7 Talotekniikan muuntojoustavuus ja korjattavuus

Kestävä kehitys ohjaa voimakkaasti rakennusten kykyä uudistua ja muuntautua. Muuntojoustolla tarkoitetaan esimerkiksi rakennuksen, asunnon tai tilan mukautumiskykyä erilaisiin olosuhteisiin ja käyttötilanteisiin. Suunnittelujoustolla taas tarkoitetaan mahdollisuutta suunnitella erilaisia vaihtoehtoisia ratkaisuja suunnitteilla olevaan rakennukseen. Muuntojoustavuudella varaudutaan jo tiedettyihin sekä mahdollisesti tuntemattomiin muutostarpeisiin. Muuntojousto ja mukautumiskyky toteutuu rakennusalalla vaihtelevasti. Se on yleistä toimistorakentamisessa, kun taas asuntorakentamisessa vähäistä. Muuntojoustavaksi suunniteltu ja toteutettu asuinrakennus voi merkittävästi pienentää rakennuksen elinkaaren kustannuksia sekä päästöjä. (31, s. 1; 8, s. 138.)

Taloteknisillä perusratkaisuilla luodaan perusta asuinrakennuksen vähähiiliselle elinkaarelle, mutta jos rakennus ei mukaudu erilaisten tarpeiden muutokseen järkevästi, niin siihen investoidut materiaalit ja energia tuovat heikosti lisäarvoa. Mitä pidempään ja paremmin rakennus palvelee eri loppukäyttäjiä, sitä todennäköisemmin korkeampi käyttöaste sekä pitkä käyttöikä toteutuu.

Muuntojoustavuus on kestävä kehityksen osatekijä, ja lisäksi se on indikaattorina useissa kestävä rakentamisen arviointimenetelmissä. (8, s. 138–140.)

Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas opastaa, että ilmanvaihtosuunnittelussa tulee ottaa huomioon rakennuksen suunniteltu käyttötarkoitus sekä ensisijaisen käyttötarkoituksen lisäksi muuntojouston mahdolliset vaatimukset. Muunneltavuuden, laajennettavuuden ja joustavuuden reunaehdot tulee kirjata suunnittelun asiakirjoihin. Esimerkkinä tästä on hajautetun ilmanvaihdon suunnittelu seinäpuhalluksella, jolloin ilmanvaihdon hormit eivät rajoita asunnon ilmanvaihdon reititystä. (29; 31, s. 4.)

LVI-suunnittelun näkökulmasta märkätilojen sijainnit ja tekniset tilat ohjaavat pitkälti LVI-tekniikan suunnittelua ja tekniikan sijoittelua. Muuntojoustavuutta LVI-järjestelmiin tuo lievä ylimitoittaminen esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden, runkkanavointien ja putkirunkojen osalta sekä vaihtoehtoisten tilaratkaisuiden varaukset jo suunnitteluvaiheessa. Näillä toimilla rakennusta LVI-järjestelmään saadaan muokattua mahdollisimman vähähiilisesti tulevaisuuden tarpeiden mukaan. (25.)

Kiertotalouden periaatteiden mukaisesti rakennuksen suunnitteluun lähtökohtaisesti kuuluu myös korjattavuuden ja kierrätettävyyden huomioiminen ja suunnittelu. Mikäli LVI-järjestelmän osan tai laitteen voi helposti purkaa, niin sillä on suurempi todennäköisyys tulla uudelleen käytetyksi. Näin voidaan välttää uusien tuotteiden valmistuksesta aiheutuvia hiilipäästöjä. Purettavuuden kannalta tärkeää on huomioida osien ja laitteiden saavutettavuus ja riippumattomuus. Osien ja laitteiden saavutettavuudella tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että purettavan osan tai laitteen purkamisessa vältetään mahdollisimman vähän ympäröivien rakenteiden purkamista. Osien ja laitteiden riippumattomuudella tarkoitetaan mahdollisuutta purkaa tai korjata osa tai laite vaikuttamatta muihin järjestelmiin. Lisäksi suunnittelun, rakentamisen sekä korjaamisen dokumentointi vaikuttaa olennaisesti tavoitellun muuntojouston, helpon purkamisen ja kierrätettävyyden toteutumiseen. (8, s. 141–143.)

5 Asiantuntijahaastattelut

5.1 Asiantuntijahaastatteluiden tausta

Työssä haastateltiin Aalto-yliopiston professoria Risto Kososta ja Ympäristöministeriön erityisasiantuntijaa Maria Tiaista rakentamislain tuomista muutoksista LVI-suunnitteluun sekä kestävä kehityksen huomioimisesta LVI-suunnittelussa. Haastatteluihin valittiin työn olennaisimpia tutkimuskysymyksiä ja lisäksi kysymyksiä, joihin saatavilla olevista lähteistä ei löytynyt tarpeeksi luotettavaa ja ajankohtaista tietoa. Asiantuntijahaastattelut tuovat työhön asiantuntijoiden näkemyksiä ja ajatuksia keskeisimmistä kestävä kehityksen tekijöistä sekä rakentamislaista muuttuvassa LVI-suunnitteluympäristössä. Haastattelukysymykset on esitetty liitteessä 2.

5.2 Asiantuntijahaastatteluiden tulokset

1. rakentamislain 15. §. Kansallinen päästötietokanta. Tullaanko talotekniikan hiilijalanjälki laskemaan neliöpohjaisesti vai tuotekohtaisesti?

Talotekniikan hiilijalanjäljen laskennassa talotekniikka tullaan ottamaan päätösoisesti, mikä tarkoittaa, että talotekniikan hiilijalanjälki voidaan laskea neliöpohjaisesti. Lisäksi on mahdollisuus laskea talotekniikan hiilijalanjälki todellisilla tuotteilla tuotekohtaisesti osin tai kokonaan. Laskennassa kannustetaan tarkempaan tuotekohtaiseen laskentaan todellisilla määrätiedoilla. (33.)

2. rakentamislain 38. §. Rakennuksen vähähiilisyys. Kenen vastuulla on hankkeen ilmastaselvitys?

Rakennushankkeen ilmastaselvityksen tekeminen tai teettäminen on rakennushankkeeseen ryhtyvän vastuulla. Käytännössä ilmastaselvitys tulee ohjautumaan hankkeen energiasuunnittelijalle tai elinkaarisuunnittelijalle tapauskohtaisesti. (33.)

3. rakentamislain 38. §. Rakennuksen vähähiilisyys. Mikäli ilmastaselvityksen hiilijalanjäljen raportointi siirtyy loppukatselmuksen yhteyteen, niin tullaanko tämän täyttymistä seuraamaan ennen loppukatselmusta? Kenen vastuulla on raja-arvon täytyminen loppukatselmuksen yhteydessä?

Rakennushankkeen ilmastaselvityksen talotekniikan hiilijalanjäljen laskeminen siirtyy loppukatselmuksen yhteyteen, ja tätä ei tulla seuraamaan rakennusvalvonnan toimesta ennen loppukatselmusta. Kokemusten ja ajan kanssa talotekniikan hiilijalanjäljen laskennalle ja raportoinnille tulee muodostumaan suuntaviivat, joilla saavutetaan myöhemmin asetettavat raja-arvot. Mikäli talotekniikan hiilijalanjäljen raja-arvoja ei saavuteta rakennushankkeessa, niin tästä ei koidu sanktioita, mutta on mahdollista, että korjaavia toimia voidaan joutua tekemään. Talotekniikan hiilijalanjäljen laskennan raja-arvon mahdolliselle ylittämiseksi tulisi olla selkeä syy, ja vähäiset ylitykset voidaan hyväksyä rakennusvalvonnan toimesta tapauskohtaisesti. Alalla tullaan luottamaan siihen, että ala kehittyy muuttuvien määräysten ja asetusten mukana, ja näin päästään asetettuihin raja-arvoihin. Todennäköisesti talotekniikan hiilijalanjäljen laskennan raja-arvot eivät tule alkuun olemaan liian vaativia. Näiden asettaminen tulee olemaan poliittinen päätös. (33.)

4. rakentamislain 38. §. Rakennuksen vähähiilisyys. Otetaanko LVI hiilijalanjäljen laskennassa virhemarginaalit jollain tasolla huomioon?

Talotekniikan hiilijalanjäljen laskennan neliöpohjaisissa arvoissa tullaan huomiomaan virhemarginaalina konservatiivisuuskertoimen, joka on noin 20 %. Mikäli talotekniikan hiilijalanjäljen laskenta toteutetaan todellisilla tuotetiedoilla, niin laskennoilla voidaan päästä tapauskohtaisesti parempiin arvoihin. (33.)

5. rakentamislain 39. §. Rakennuksen elinkaariominaisuudet. Millä tasolla LVI:n materiaalit ja tuotteet tulisi määrittää?

Rakennustuoteluettelo koskee vain rakennustuotteita, joihin talotekniikka ei sisälly. Rakennustuoteluettelo tulee tehdä järkevässä koneluettavassa muodossa, mutta tämä ei toistaiseksi aiheuta toimenpidemuutoksia LVI-suunnittelijalle. (33.)

6. Mitkä ovat merkittävimpiä muutoksia, joita rakentamislaki tuo LVI-suunnittelijan tehtäviin ja suunnitteluratkaisuihin?

Merkittävimpinä muutoksina, joita rakentamislaki tuo LVI-suunnittelijan tehtäviin ja suunnitteluratkaisuihin ovat

- talotekniikan hiilijalanjäljen laskenta erityisesti vaativimmissa kohteissa, joissa vaatimukset ovat tiukempia, ja hankkeessa halutaan päästä reilusti alle asetettujen hiilijalanjäljen raja-arvojen.
- rakennuksen talotekniikan kokonaisuuden huomioiminen talotekniikan hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskennassa. Laskennassa tulee huomioida esimerkiksi tulevaisuuden sähköntuotannon päästöjen laskeminen, mikä vaikuttaa laskentaan.
- talotekniikan hiilijalanjäljen laskennan tavoitteet päästä kohti nollapäästöjä. (32; 33.)

7. Mitkä ovat kestävän kehityksen mukaisia LVI-suunnitteluratkaisuita?

Kestävän kehityksen mukaisia LVI-suunnitteluratkaisuita ovat

- uusiutuvan energian hyödyntäminen ja suosiminen
- kiertotalouden hyödyntäminen talotekniikassa
- vähähiiliset ja energiaa säästävät suunnitteluratkaisut
- energiatehokas ilmanvaihdon lämmöntalteenotto
- energian energiatehokas käyttö, automatisointi ja älykkäät ohjausjärjestelmät kulutusjoustolla
- lämpöpumppuratkaisut
- nollapäästötarkastelut
- energiayhteisöt
- rakennuksen toiminnan varmistaminen. (32; 33.)

8. Miten näette talotekniikka-alan tulevaisuuden kestäväen kehityksen näkökulmasta?

Talotekniikka-alan tulevaisuus kestäväen kehityksen näkökulmasta nähdään merkittävänä, ja sen merkitys tulee kasvamaan. Talotekniikka on ja tulee olemaan suuremmissa määrin oleellinen osa rakennusten vähähiilisyyttä ja vähähiilisyystavoitteita. Talotekniikan vaikutus rakennuksen kokonaispäästöihin on merkittävä ja vähähiilisillä talotekniikka-ratkaisuilla voidaan vähentää rakennuksen kokonaispäästöjä merkittävästi. Olemassa olevien rakennusten taloteknisiä järjestelmiä seurataan ja ohjataan osittain keskinkertaisesti sekä epätehokkaasti. Tähän tulisi kiinnittää enemmän huomiota, koska tämä ei tue vähähiilisyyttä ja kestävää kehitystä. (32; 33.)

9. Mikä on tutkimuksen suunta talotekniikka-alalla tällä hetkellä?

Talotekniikan tutkimuksen suunta keskittyy tällä hetkellä muun muassa nollaenergia- ja nollapäästöratkaisuihin. Lisäksi uusiutuvan energian käyttö, sisäilma-asiat, älykkäät energiaratkaisut kulutusjoustolla, lämpöpumput, energiayhteisöt, energia palveluna ja rakennuksen toiminnan varmistaminen ovat ajankohtaisia aiheita talotekniikka-alan tutkimuksessa. (32.)

6 Pohdinta

Työn tutkimusmenetelmänä systemoitu kirjallisuustutkimus asiantuntijahaastatteluun soveltui työn aiheeseen hyvin. Lähdekirjallisuutena työssä on käytetty ympäristöministeriön ja Rakennustiedon julkaisuja, RT-kortteja ja opinnäytetöitä, joita voidaan pitää luotettavina lähteinä työlle. Työn aiheen ajankohtaisuuden ja uutuuden vuoksi lähdekirjallisuudesta ei olisi löytynyt tarpeeksi luotettavia ja perusteltuja vastauksia etenkin rakentamislakiin liittyen. Asiantuntijahaastatteluilla saatiin kattavia vastauksia kysymyksiin, joihin ei vielä löytynyt tarpeeksi kattavaa lähdekirjallisuutta. Lisäksi asiantuntijahaastattelut toivat työlle luotettavuutta ajankohtaisiin aiheisiin.

Työn kirjallisuustutkimus oli työn aiheeseen soveltuvaa ja johdatteli työtä kohti varsinaista tutkimusosuutta. Työn tutkimusosuus ja sen tulokset olivat pitkälti odotuksien mukaisia ja nämä vastasivat työn tutkimuskysymyksiin sekä kytkeytyvät työn johtopäätöksiin. Tulokset soveltuvat LVI-suunnittelun kehittämiseen odotetusti saatujen tulosten sekä laaditun suunnitteluohjeen avulla. Tutkimuskysymyksiin vastattiin kattavasti lähdekirjallisuuteen ja asiantuntijahaastatteluihin perustuen niin työn kuin suunnitteluohjeen muodossa. Työllä päästiin työn tilaajan Sweco Finland Oy:n tavoitteisiin työn ja suunnitteluohjeen osalta, mikä lisää suunnittelijoiden tietoisuutta kestävästä kehityksestä mukaiseen LVI-suunnitteluun ja rakentamislain vaikutuksiin LVI-suunnittelussa.

Jatkotutkimustarpeena työlle on rakentamislain ilmastaselvityksen hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskenta, energiatehokkuuden vaatimusten huomioiminen ja rakennuksen tietomallimuotoisen suunnitelman laadinta rakennuslupaa varten, kun näille julkaistaan tarkemmat asetukset, ohjeistukset ja raja-arvot ympäristöministeriön toimesta. Lisäksi jatkotutkimustarpeiden kattavampi ja syvällisempi tutkiminen vaatisi myös käytännön kokemuksia, joten tarpeeksi luotettavan lähdeaineiston saaminen kestää ainakin vuoden verran rakentamislain voimaantulosta.

7 Johtopäätökset ja suunnitteluohje: Kestävän kehityksen huomioiminen uudisasuinkerrostalon LVI-suunnittelussa

Rakentamislaki tulee ohjaamaan LVI-suunnittelua kestävän kehityksen mukaiseen suuntaan muuttuvassa toimintaympäristössä. Rakentamislaki sisältää siirtymäsäännöksiä, ja muutokset LVI-suunnitteluun eivät ole alkuun erityisen suuria. Rakentamista ja LVI-suunnittelua tulee kehittää ja viedä kohti hiilineutraalia rakennuskantaa.

Rakentamislain keskeisimmät vaikutukset LVI-suunnitteluun ovat seuraavat:

- Rakentamisen on hillittävä ilmastonmuutosta perustuen elinkaariminaisuuksiltaan kestäviin, energiatehokkaisiin ja kiertotaloutta edistäviin ratkaisuihin.
- Uusiutuvista lähteistä olevan ostoenergian osuus on laskennallisesti vähintään 38 %.
- Rakennuksen ilmastaselvityksessä tulee raportoida rakennuksen hiilijalanjäljestä ja hiilikädenjäljestä. Raportoinnin ja laskennan tulee kattaa rakennuksen elinkaari. Talotekniikan hiilijalanjäljen laskenta voidaan laskea Suomen ympäristökeskuksen päästötietokannan neilöpohjaisilla arvoilla tai vaihtoehtoisesti todellisilla tuotetiedoilla.

Energiankäytön ja hiilijalanjäljen laskelmissa kaukolämmön ja maalämmön vertailun tulokseksi saadaan, että 50 vuoden laskennallisen energiankulutuksen keskiarvoinen hiilijalanjälki on maalämpöratkaisulla noin 45 % pienempi. Koko asuinkerrostalon hiilijalanjälki maalämpöratkaisulla on noin 18 % pienempi. Laskelmien mukaan maalämpöratkaisussa ei ollut vaikutusta E-lukuun, mutta tämä johtuu päästökertoimista, jotka ovat varsin edulliset kaukolämmön osalta. Näin voidaan todeta, että lähtökohtaisesti rakennuspaikka huomioiden maalämpöratkaisu on energiatehokas, vähähiilinen sekä kestävän kehityksen mukainen lämmitysmuoto.

Kestävän kehityksen mukaisessa LVI-suunnittelussa päähuomio on suunnitella kestäviä energiatehokkaita rakennuksia, joilla päästään kohti hiilineutraaliustavoitteita. Kestävän kehityksen mukaiset keskeisimmät ja huomioitavat asiat LVI-suunnitteluun ovat seuraavat:

- Uusiutuvien energialähteiden suosiminen. Maalämpö ja lattialämmitys lämmönjakona on asuinkerrostaloissa vähähiilisin suunnitteluratkaisu rakennuspaikka huomioiden.
- Energian energiatehokas käyttö, automatisointi ja älykkäät ohjausjärjestelmät kulutusjoustolla.
- LVI-järjestelmien järkevää mitoittaminen muuntojoustavuus huomioiden.
- LVI-järjestelmien tapauskohtaisesti vähimmäisvaatimuksia parempi eristystaso.
- Mahdollisen maalämmön hyödyntäminen jäähdytyksessä, passiivisten jäähdytysratkaisujen ensisijainen käyttö tai muut vähähiiliset jäähdytysratkaisut, joilla parannetaan asumismukavuutta lämpenevässä ilmastossa.
- Energiaa säästävät vesikalusteet ja vakiopaineventtiilin tarpeenmukainen suunnittelu.
- Jäteveden lämmöntalteenoton hyödyntäminen lämmitykseen.
- Ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuus vuosihyötysuhteen ja ominaissähkötehokkuuden muodossa kasvihuonepäästöt sekä muuntojoustavuus huomioiden.
- Talotekniikan muuntojoustavuuteen, korjattavuuteen ja kiertotalouteen panostaminen suunnitteluajankautana.
- Rakennuksen toiminnan varmistaminen.

Työn tuloksien pohjalta toteutetaan Sweco Finland Oy:n sisäiseen käyttöön LVI-suunnitteluohje, joka ohjaa ja tuo täten lisäarvoa päivittäiseen suunnittelutyöhön. LVI-suunnitteluohjeeseen sisältyy työn keskeisimmät tulokset sekä tässä kappaleessa käsiteltävät merkityksellisimmät muutokset, joita rakentamislaki tuo LVI-suunnittelijan tehtäviin ja suunnitteluratkaisuihin sekä kestävän kehityksen mukaisia LVI-suunnitteluratkaisuita. LVI-suunnitteluohje on esitetty liitteessä 3.

8 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli selvittää, mitä muutoksia rakentamislaki tuo LVI-suunnittelijan tehtäviin sekä mitkä ovat kestävän kehityksen mukaisia suunnitteluratkaisuita. Työn tutkimusmenetelmänä oli systemoitu kirjallisuustutkimus, joka perustui aiheesta saatavilla oleviin tutkimuksiin, opinnäytetöihin kirjallisuuteen ja asiantuntijahaastatteluihin. Työn tutkimuskysymyksinä olivat:

- Mitä muutoksia rakentamislaki tuo LVI-suunnittelijan tehtäviin ja suunnitteluratkaisuihin?
- Mitkä ovat kestävän kehityksen mukaisia LVI-suunnitteluratkaisuita?

Työ vastasi tutkimuskysymyksiin konkreettisesti, käytännönläheisesti ja tuloksiksi saatiin suunnittelua ohjaavia LVI-suunnitteluratkaisuita.

Työn kirjallisuustutkimuksessa kerrottiin LVI-suunnittelun vaiheista, rakentamislaista, kestävästä kehityksestä ja vähähiilisyydestä LVI-suunnittelussa ja ympäristösertifikaateista. Työn tutkimusosuudessa käsiteltiin rakentamislain vaikutuksia LVI-suunnitteluun ja kestävän kehityksen mukaisista LVI-suunnitteluratkaisuja. Työn tutkimusosuus päättyi asiantuntijahaastatteluihin, joissa alan eri asiantuntijat kertoivat näkemyksiä ja ajatuksia haastattelukysymyksiin (liite 1) ja työn tutkimuskysymyksiin.

Luvussa 3 käsiteltiin LVI-suunnittelun kannalta huomioitavia rakentamislain kohtia, joilla on vaikutusta LVI-suunnitteluun. Suurin merkitys rakentamislaille LVI-suunnittelijalle on ilmastaselvitys ja sen hiilijalanjäljen raportointi. Lisäksi LVI-suunnitteluun vaikuttavat myös energiatehokkuuteen ja kiertotalouteen rakennuksen elinkaaren aikana tulleet muutokset.

Luvussa 4 käsiteltiin energia-alan päästöjä sekä vertailtiin kaukolämpöä ja maalämpöä päästölaskelmin. Kestävän kehityksen mukaisia LVI-suunnitteluratkaisuita käsiteltiin eri LVI-järjestelmien osalta. Lisäksi työssä käsiteltiin talotekniikan muuntojoustavuutta ja korjattavuutta esimerkein.

Asiantuntijahaastatteluissa alan asiantuntijat kertoivat näkemyksiään ja ajatuksia työn tutkimuskysymyksiin. Asiantuntijahaastattelut toivat työhön hyviä

näkemyksiä ja ajatuksia rakentamislain muutoksista LVI-suunnitteluun ja vastauksia kysymykseen: Mitä on kestävä kehitys LVI-suunnittelussa?

Työn tulosten ja johtopäätösten pohjalta toteutetaan työn tilaajalle Sweco Finland Oy:lle LVI-suunnitteluohje. LVI-suunnitteluohjeessa tulee olemaan työn keskeisimmät tulokset, rakentamislain vaikutukset LVI-suunnitteluun sekä kestävä kehityksen mukaiset LVI-suunnitteluratkaisut. LVI-suunnitteluohjeen avulla on täten mahdollisuus kehittää LVI-suunnittelua muuttuvien määräysten, ohjeiden, tarpeiden ja muuttuneen suunnitteluympäristön mukaan.

Työn päättää pohdinta, jossa pohdittiin työn tutkimusmenetelmää ja sen soveltuvuutta työhön sekä lähdekirjallisuuden sopivuutta ja luotettavuutta. Työn tutkimusosuus ja sen tulokset olivat pitkälti odotuksien mukaisia ja nämä vastasivat työn tutkimuskysymyksiin. Jatkotutkimustarpeena työlle on rakentamislain ilmastaselvityksen hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen laskenta, energiatehokkuuden vaatimukset ja rakennuksen tietomallimuotoinen suunnitelma rakennuslupaa varten, kun näille julkaistaan tarkemmat asetukset, ohjeistukset ja raja-arvot ympäristöministeriön toimesta.

Lähteet

- 1 Mitä on kestävä kehitys? 2023. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/mita-on-kestava-kehitys>>. Luettu 3.6.2024.
- 2 Rakentamislaki ohjaa kestäväää rakentamista. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/rakentamislaki>>. Luettu 3.6.2024.
- 3 Tietoa Swecosta. Verkkoaineisto. Sweco Finland Oy. <<https://www.sweco.fi/tietoa-swecosta/>>. Luettu 4.6.2024.
- 4 Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelo TATE18. 2017. RT 10-11290. Helsinki. Rakennustieto.
- 5 Rakennustieto seuraa rakentamislain uudistusta. Verkkoaineisto. Rakennustieto. <<https://www.rakennustieto.fi/rakentamislaki>>. Luettu 10.6.2024.
- 6 Ilmastonmuutos. Hillintä ja sopeutuminen rakennetussa ympäristössä. 2020. RT 103170. Rakennustieto.
- 7 Vähähiilinen rakentaminen. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>>. Luettu 12.6.2024.
- 8 Häkkinen, Tarja & Kuittinen, Matti. 2020. Kohti vähähiillistä rakentamista. Helsinki. Rakennustieto.
- 9 Ympäristöluokitukset. Verkkoaineisto. Green Building Council Finland. <<https://figbc.fi/ymparistoluokitukset>>. Luettu 13.6.2024.
- 10 Ympäristösertifikaatit. Sisäinen verkkoaineisto. Sweco Finland Oy. Luettu 13.6.2024.
- 11 Rakentamislaki (voimassa 1.1.2025 alkaen). 751/2023. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2023/20230751>>.
- 12 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin uudistus. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-uudistus>>. Luettu 4.10.2024.
- 13 Vastuullisuus. Energiatietoa. Verkkoaineisto. Energiateollisuus ry. <<https://energia.fi/energiatietoa/vastuullisuus/>>. Luettu 4.7.2024.

- 14 Ilmastotiekartta. Verkojulkaisu. Energiateollisuus ry. <<https://energia.fi/energiapolitiikka/ilmastotiekartta/>>. Luettu 14.8.2024.
- 15 Kaukolämpö. 2024. Verkojulkaisu. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_pientalo/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/kaukolampo>. Luettu 19.8.2024.
- 16 Energia-alan vähähiilisyystiekartta. Verkojulkaisu. Energiateollisuus ry. <https://energia.fi/wp-content/uploads/2020/06/Energia-alan_vahahiilisyystiekartta_paivitetty_1_2022.pdf>. Luettu 20.8.2024.
- 17 Maalämpöpumppu (MLP). 2024. Verkojulkaisu. Motiva Oy. <https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energiatehokas_pientalo/lammitysjarjestelman_valinta/lammitysmuodot/maalampopumppu_mlp>. Luettu 20.8.2024.
- 18 Miten maalämpöpumppu voi säästää energiaa? 2024. Verkojulkaisu. North Energy Solutions Oy. <<https://www.northenergy.fi/miten-maalampovoisaastaa-energiaa-2/>>. Luettu 20.8.2024.
- 19 Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa. 2017. Bionova Oy.
- 20 Torkki, Janika. 2021. Vähähiilisen asuinrakennuksen LVI-suunnittelu. Diplomityö. Aalto-yliopisto. Aaltodoc-tietokanta.
- 21 Energiatehokkuus. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2018. Helsinki. Ympäristöministeriö.
- 22 Rakentamisen päästötietokanta. 2024. Verkkoaineisto. Suomen ympäristökeskus. <<https://co2data.fi/rakentaminen/>>. Luettu 21.8.2024.-
- 23 Asuntosuunnittelu. Talotekniikka. 2009. RT 93-10965. Rakennustieto.
- 24 Rakennusten lämmitys kuluttaa runsaasti energiaa. 2022. Verkoartikkeli. Suomen ympäristökeskus. <<https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/rakennusten-lammitys-kuluttaa-runsaasti-energiaa>>. Luettu 23.8.2024.
- 25 LVI-suunnittelussa huomioitavat asiat. Sisäinen verkkoaineisto. Sweco Finland Oy. Luettu 26.8.2024.
- 26 Kesäaikaisten lämpötilojen hallinta asuinkerrostaloissa. 2007. RT 50-10910. Rakennustieto.

- 27 Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistosta 814/2020. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200814>>.
- 28 Turpeinen, Antti. 2019. Jäteveden lämmöntalteenotto asuinkerrostaloissa. Insinööriyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 29 Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. 8 Ilmanvaihto. Päivitetty 2024. Talotekninen teollisuus ja kauppa ry. <<https://talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/8-ilmanvaihto>>.
- 30 Talotekniikan hiilijalanjälki ja materiaalisältö. Ehdotus talotekniikan oletusarvoiksi. 2023. Helsinki. Verkkojulkaisu. Granlund Oy. <<https://co2data.fi/rakentaminen/reports/Building%20service%20R01.01.pdf>>. Luettu 28.8.2024.
- 31 Muuntojousto asuntosuunnittelussa. Yleiset perusteet. 2016. RT 91-11231. Rakennustieto.
- 32 Kosonen, Risto. 2024. Professori. Aalto-yliopisto. Sähköpostihaastattelu. 16.8.2024.
- 33 Tiainen, Maria. 2024. Erityisasiantuntija. Ympäristöministeriö. Microsoft Teams-haastattelu. 19.8.2024.

Haastattelukysymykset

1 (1)

- 1 Rakentamislain 15. §. Kansallinen päästötietokanta. Tullaanko talotekniikan hiilijalanjälki laskemaan neliöpohjaisesti vai tuotekohtaisesti?
- 2 Rakentamislain 38. §. Rakennuksen vähähiilisyys. Kenen vastuulla on hankkeen ilmastaselvitys?
- 3 Rakentamislain 38. §. Rakennuksen vähähiilisyys. Mikäli ilmastaselvityksen hiilijalanjäljen raportointi siirtyy loppukatselmuksen yhteyteen, niin tullaanko tämän täyttymistä seuraamaan ennen loppukatselmusta? Kenen vastuulla on raja-arvon täytyminen loppukatselmuksen yhteydessä?
- 4 Rakentamislain 38. §. Rakennuksen vähähiilisyys. Otetaanko LVI hiilijalanjäljen laskennassa virhemarginaalit jollain tasolla huomioon?
- 5 Rakentamislain 39. §. Rakennuksen elinkaariominaisuudet. Millä tasolla LVI:n materiaalit ja tuotteet tulisi määrittää?
- 6 Mitkä ovat merkittävimpiä muutoksia, joita rakentamislaki tuo LVI-suunnittelijan tehtäviin ja suunnitteluratkaisuihin?
- 7 Mitkä ovat kestäväen kehityksen mukaisia LVI-suunnitteluratkaisuita?
- 8 Miten näette talotekniikka-alan tulevaisuuden kestäväen kehityksen näkökulmasta?
- 9 Mikä on tutkimuksen suunta talotekniikka-alalla tällä hetkellä?

LVI-suunnitteluohje: Kestävän kehityksen huomioiminen uudisasuinkerrostalon LVI-suunnittelussa

1 (2)

Rakentamislaki tulee ohjaamaan kestävän kehityksen mukaista rakentamista ja sen tarkoituksena on edistää päästöjen vähentämistä ja kiertotaloutta. Laki tulee voimaan 1.1.2025 ja se sisältää useita siirtymäsäännöksiä. Tässä suunnitteluohjeessa käsitellään kestävän kehityksen mukaisia suunnitteluratkaisuita ja rakentamislain vaikutuksia LVI-suunnitteluun ja suunnittelun tehtäviin. Suunnitteluohje perustuu YAMK-opinnäyte-työhön, joka on rajattu uudisrakentamiseen ja näkökulmana on asuinkerrostalotuo-
tanta.

Rakentamislain uudistuksen myötä rakennukset on rakennettava vähähiiliseksi seuraavien kohtien mukaan:

- **Vähähiilisyys** - Rakennukset ovat suunniteltava ja rakennettava rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisella tavalla vähähiiliseksi.
- **Ilmastoselvitys** – Uudelta rakennukselta vaaditaan hiilijalanjäljen sekä hiilikädenjäljen raportointia. Luvan saamisen edellytyksenä ilmastoselvitys tulee olemaan pakollista.
- **Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arvioiminen** – Hiilijalanjäljen ja hiilikädenjäljen arvioiminen tulee kattaa rakennuksen elinkaari. Tämä koskee myös laajamittaisia korjaushankkeita ja sen korjauksen jälkeistä elinkaarta. Arvioinnissa käytetään rakennuksen vähähiilisyyttä mittaavaa arviointimenetelmää ja kansallista päästötietokantaa.
- **Raja-arvot** – Hiilijalanjälki ei saa ylittää uudessa rakennuksessa käyttötarkoitukseluokan määritettyä raja-arvoa kuin erityistilanteissa. Hiilijalanjäljen raja-arvot uudessa rakennuksessa on perustuttava rakennuksen elinkaaren aikana tapahtuvaan energian sekä materiaalien kulutukseen.
- **Tarkemmat säännökset** – Uuden rakennuksen hiilijalanjäljen tarkemmat raja-arvojen säännökset ovat valtioneuvoston asetuksessa. Ympäristöministeriön asetuksella määritetään vähähiilisyyden arviointimenetelmän ja ilmastoselvityksen tarkemmat säännökset.

Rakentamislain keskeisimmät vaikutukset LVI-suunnitteluun:

- Rakentamisen on hillittävä ilmastonmuutosta perustuen elinkaariominaisuuksiltaan kestäviin, energiatehokkaisiin ja kiertotaloutta edistäviin ratkaisuihin.
- Uusiutuvista lähteistä olevan ostoenergian osuus on laskennallisesti vähintään 38 %. Mikäli se on teknisesti, toiminnallisesti sekä taloudellisesti toteutettavissa. Uusiutuvan energian vaatimuksen täytyminen tulee todentaa laskemalla.
- Rakennuksen ilmastoselvityksessä tulee raportoida rakennuksen hiilijalanjäljestä ja hiilikädenjäljestä loppukatselmuksen yhteydessä. Raportoinnin ja laskennan tulee kattaa rakennuksen elinkaari. Talotekniikan hiilijalanjäljen laskenta voidaan laskea Suomen ympäristökeskuksen

päästötietokannan neliöpohjaisilla arvoilla tai vaihtoehtoisesti todellisilla tuotetiedoilla.

- Rakennustuoteluettelo koskee vain rakennustuotteita, joihin talotekniikka ei sisälly. Tämä ei toistaiseksi aiheuta toimenpidemuutoksia LVI-suunnittelijalle.
- Rakennuksen tietomallimuotoinen suunnitelma ja rakennuslupahakemus tarkoittaa, että rakennuksen tiedot ovat kokonaisuudessaan koneluettavassa ja yhteensopivassa tietorakenteessa. Rakennuksen suunnitelmia ja toteutusta vastaavan toteumamalli sisältää tiedot eri järjestelmien tuotteista ominaisuuksineen. Erityissuunnittelijoiden tulee toimittaa rakennusvalvonnalle rakennuksen erityissuunnitelmat tietomallimuotoisina tai muuten koneluettavassa muodossa. Ympäristöministeriö antaa tarkempia säännöksiä tietomallimuotoisen suunnitelman tiedoista ja sisällöistä.

Kestävän kehityksen mukaisessa LVI-suunnittelussa päähuomio on suunnitella kestäviä, elinkaareltaan vähähiilisiä ja energiatehokkaita rakennuksia, joilla päästään kohti hiilineutraaliustavoitteita. Kestävän kehityksen mukaiset keskeisimmät ja huomioitavat asiat LVI-suunnitteluun:

- Uusiutuvien energialähteiden suosiminen. Maalämpö ja lattialämmitys lämmönjakona on asuinkerrostaloissa vähähiilisin suunnitteluratkaisu rakennuspaikka huomioiden.
- Energian energiatehokas käyttö, automatisointi ja älykkäät ohjausjärjestelmät kulutusjoustolla.
- LVI-järjestelmien järkevä mitoittaminen muuntojoustavuus huomioiden.
- LVI-järjestelmien tapauskohtaisesti vähimmäisvaatimuksia parempi eristystaso.
- Mahdollisen maalämmön hyödyntäminen jäädytyksessä, passiivisten jäädytysratkaisujen ensisijainen käyttö tai muut vähähiiliset jäädytysratkaisut, joilla parannetaan asumismukavuutta lämpenevässä ilmastossa.
- Energiaa säästävät vesikalusteet ja vakiopaineventtiilin tarpeenmukainen suunnittelu.
- Jäteveden lämmöntalteenoton hyödyntäminen lämmitykseen.
- Ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuus vuosihyötysuhteen ja ominaissähkötahokkuuden muodossa päästöt sekä muuntojoustavuus huomioiden.
- Rakennuksen toiminnan varmistaminen.
- Talotekniikan muuntojoustavuuteen, korjattavuuteen ja kiertotalouteen panostaminen suunnitteluajankana.

→ Muuntojoustavuus on asuntorakentamisessa vähäistä, mutta sillä on tarkoituksena varautua jo tiedettyihin ja mahdollisesti tuntemattomiin muutostarpeisiin. Esimerkiksi yleisten tilojen järkevät palvelualueet ja ennemmin lievä ylimitoittaminen mm. IV-koneiden ja pääreittien osalta.