
RAPORTTI

20413576-701

TALOTEKNIIKAN PÄÄSTÖTIETOJEN SELVITYSHANKE



VERSIO 1.0

2021-03-19

SWECO TALOTEKNIikka OY

**NIINA LAASONEN
KAROLIINA PLUUMAN
TUOMAS SUUR-USKI**

Johdanto

Ympäristöministeriö pyrkii saamaan rakennusten elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen osaksi lainsäädäntöä 2020-luvun puoliväliin mennessä. Tavoitetta tukemaan Ympäristöministeriö on teettänyt vuonna 2017 vähähiilisen rakentamisen tiekartan, jonka avulla vähennetään rakentamisen ja erityisesti rakennusmateriaalien hiilijalanjälkeä. Tavoitteena on edistää Suomen rakennus- ja kiinteistöalaa koskevia ilmastotavoitteita.

Ympäristöministeriön ohjeistuksen mukaista hiilijalanjälkilaskentaa on pilotoitu erityyppisissä rakennushankkeissa vuodesta 2019. Pilotointien yhteydessä on havaittu, että talotekninen tietomallinnus painottuu urakkavaiheen laskentaan. Näin ollen talonrakennushankkeiden alkuvaiheessa tehtävään hiilijalanjälkilaskentaan ei ole käytettävissä tarkkoja taloteknisten järjestelmien ja laitteistojen määrätietoja. Tämän selvityksen tavoitteena on tarkentaa talonrakennushankkeiden alkuvaiheessa tehtävää hiilijalanjälkilaskentaa talotekniikan osalta tuomalla käyttöön taulukoidut, neliömetripohjaiset päästökertoimet rakennustyypeittäin.

Tehtävässä on selvitetty toteutuneiden talonrakennushankkeiden talotekniikkalaitteiden päästöjä rakennustyypeittäin rakennusten vähähiilisuuden arviointimenetelmää varten ja muodostettu saatujen tulosten perusteella talotekniikan päästöarvot rakennusten vähähiilisuuden laskentamenetelmää soveltavien talonrakennushankkeiden hiilijalanjälkilaskentaa varten.

Talotekniikkalaitteiden päästöt on päädytty esittämään rakennustyypeittäin siten, että asuinrakennuksissa päästöarvoihin lisätään tarvittaessa jäähdytyksestä tai sprinklerjärjestelmästä (esim. puukerrostalot) aiheutuvat päästöt ja opetusrakennuksille jäähdytysjärjestelmästä aiheutuvat päästöt, mikäli hankkeessa ko. järjestelmät on määriteltävinä.

Lähtötietoina on käytetty Swecon referenssihankkeita, SYKE:n päästötietokantaa sekä tuotekohtaisia EPD-selostuksia.

Sisältö

1	Lähtötiedot	1
1.1	LVI-järjestelmien massa- ja päästölaskenta	1
1.2	Sähköjärjestelmien massa- ja päästölaskenta	1
2	Referenssikohteet	2
2.1	Toimistorakennukset	2
2.2	Asuinkerrostalot	3
2.3	Majoitusliikerakennus	3
2.4	Myymläarakennus	4
3	Tulokset	5
3.1	Ennen käyttöönottoa (vaihe A1-A3)	5
3.1.1	Talotekniikkajärjestelmien massamäärät lämmitettyä nettoalaa kohti	5
3.1.2	Talotekniikkajärjestelmien materiaalipäästöt lämmitettyä nettoalaa kohti	6
3.1.3	Talotekniikan massa- ja päästöjakaumien vertailu	7
3.1.4	Hissit ja liukuportaat	8
3.1.5	Ehdotettavat päästökertoimet	8
3.2	Käytönajan päästöt (vaihe B3-B4)	9
4	Johtopäätökset	11

Liitteet

Liite 1. Laskennassa huomioidut talotekniikkaosat

1 Lähtötiedot

1.1 LVI-järjestelmien massa- ja päästölaskenta

LVI-järjestelmien osalta massalaskennassa pystyttiin hyödyntämään suurelta osin referenssikohteiden LVI-IFC -malleja, joista saatiin LVI-komponenttien tarkat määrät. Osa LVI-tuotteista, kuten IV-koneet ja vesikalusteet, laskettiin laite- tai kalusteluetteloiden perusteella tarkempien tietojen saamiseksi.

Määrätiedot muutettiin massoiksi hyödyntämällä valmistajien antamia tuotekohtaisia tietoja. Siltä osin kuin tuotekohtaisia tietoja ei ollut saatavilla, massoista tehtiin oletuksia hyödyntämällä samoista materiaaleista tehtyjen tuotteiden tiheyksiä. Näin saatiin tieto eri tuotteiden materiaalmäärästä, jonka jälkeen kyseisen materiaalin päästötietoja pystyttiin käyttämään useammalle eri tuotteelle. Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän pienempien komponenttien osalta ei ollut saatavilla tuotekohtaisia materiaaalipäästöjä, joten metallikomponenttien osalta laskettiin tuotteen massa ja sen perusteella materiaaalipäästöt hyödyntäen ilmanvaihtokanavan päästötietoja. Lisäksi osa LVI-komponenteista, kuten lämmönsiirtimet, varaajat ja lämpöpumput, mallinnetaan tyypillisesti vain tilavarauksina, joten niitä ei ole huomioitu laskennassa. Myöskään pieniä komponenttiosia, kuten mittareita, käyttövesipumppuja, suihkualtaita ja -kaappeja sekä kaivoja, ei ole huomioitu päästölaskennassa. Näiden komponenttien osuus päästöarvoihin oletettiin kuitenkin pieneksi ja on huomioitu conservative-kertoimen avulla lopputuloksissa.

LVI-järjestelmien päästökertoimet ovat peräisin pääosin SYKE:n päästötietokannasta. Tietokannassa oli puutteita esimerkiksi valuraudan ja muovin osalta, jolloin hyödynnettiin tuotekohtaisia EPD-tietoja päästökertoimien määrittämiseen.

Tarkemmat tiedot lasketuista komponenteista on esitetty liitteessä 1.

1.2 Sähköjärjestelmien massa- ja päästölaskenta

Sähköjärjestelmien osalta selvityksessä havaittiin, että tarkkojen määrätietojen saamiseksi ei voitu hyödyntää IFC-malleja niiden puutteellisuuden takia – sähkösuunnittelun tietomalleissa ei ole kattavia määrä- ja massatietoja. Tämän vuoksi sähkökomponentit kerättiin referenssikohteiden suunnitelmista. Sähkökomponenttien osalta laskennasta on jätetty pois esimerkiksi ripustusjärjestelmät, läpiviennit, esitystekniikan apujärjestelmät, sähköliittymät, kosketin- ja jakelukiskojärjestelmät, pistorasiapylväät ja pistorasiakeskukset, autolämmityspistorasiat sekä esitysvaistusjärjestelmät. Referenssikohteissa myös sähköisten lämmitysjärjestelmien (lattialämmitys, sähkölämmitteiset ikkunat, sadevesijärjestelmien lämmitykset, saattolämmitykset, sulanapitojärjestelmät) osuus oli vähäinen tai sähköisiä lämmitysjärjestelmiä ei ollut.

Sähkökomponenttien massatiedot kerättiin valmistajien antamien tuotetietojen perusteella ja päästökertoimet haettiin SYKE:n päästötietokannasta. Oletuksia jouduttiin tekemään pienempien komponenttien osalta vastaavasti kuin LVI-järjestelmien osalta.

Tarkemmat tiedot lasketuista komponenteista on esitetty liitteessä 1.

2 Referenssikohteet

2.1 Toimistorakennukset

Selvityksessä tarkasteltiin kahden toimistorakennuksen talotekniikkajärjestelmien suunnitelmien mukaisia massamääriä. Tarkasteltuun valittiin kaksi laajuuksiltaan samansuuruista toimistotaloa, joista rakennus A on matala ja B korkea toimistorakennus. Molemmat kohteet ovat uudisrakennuksia. Kohteiden tarkemmat tiedot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Toimistorakennusten perustiedot.

Kohde	Toimistorakennus A	Toimistorakennus B
Laajuustiedot	14 848 m ²	12 283 m ²
Käyttöönottovuosi	2020	2014
Energialuokka	B	B
Lämmöntuotantomuoto	Kaukolämpö	Kaukolämpö
Tilalämmityslaitteet	Vesikiertoinen säteilypaneelilämmitys toimistoissa, radiaattorit	Radiaattorilämmitys
IV-järjestelmä	Keskitetty, S2-luokka	Keskitetty, S2-luokka
Jäähdytysentuotanto	Kaukokylmä	Kaukokylmä
Tilajäähdytyslaitteet	Säteilypaneelijäähdytys toimistoissa, puhallinkonvektorit	Jäähdytyspalkit ja puhallinkonvektorit
Sprinklaus	(ei määrätietoja)	Kyllä
Viemäreiden päämateriaali	Muovi	Valurauta

Kohteen A osalta ei ollut saatavilla sähköjärjestelmien massatietoja, joten sähköjärjestelmien osalta käytettiin erään toisen edustavan toimistokohteen (lämmitetty nettoala 7 975 m²) sähköjärjestelmien massatietoja. Näin sekä LVI- että sähköjärjestelmien osalta pystyttiin vertaamaan kahden toteutuneen kohteen määrätietoja ja näistä edelleen laskettuja päästöjä. Kohteen B osalta ei ollut saatavilla sprinkler-järjestelmän määrätietoja, joten sprinkler-järjestelmän massa- ja päästötietojen osalta jouduttiin tukeutumaan kohteesta A saatuihin tietoihin.

2.2 Asuinkerrostalot

Selvityksessä tarkasteltiin kahden asuinkerrostalon talotekniikkajärjestelmien toteutuneita massamääriä. Tarkasteltuun valittiin kaksi eri tyyppistä asuinkerrostaloa: puu- ja betonirakenteinen, asuntokohtaisella IV-ratkaisulla toteutettu hanke. Näin vertailuun saatiin jäähdytetty ja sprinkler-järjestelmällä varustettu asuinkerrostalo sekä perinteisempi asuinkerrostaloratkaisu. Molemmat kohteet ovat uudisrakennuksia. Kohteiden tarkemmat tiedot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Asuinkerrostalojen perustiedot.

Kohde	Asuinkerrostalo A	Asuinkerrostalo B
Laajuustiedot	2 648 m ²	7 596 m ²
Käyttöönottovuosi	2020	2020
Energialuokka	B	B
Lämmöntuotantomuoto	Kaukolämpö	Kaukolämpö
Lämmönjakotapa	Vesikiertoinen radiaattorilämmitys, sähköinen lattialämmitys märkätiloissa	Vesikiertoinen lattialämmitys
IV-järjestelmä	Asuntokohtainen	Keskitetty
Jäähdytysjärjestelmä	-	VJK
Jäähdytyksen tilalaitteet	-	Puhallinkonvektorit
Sprinklaus		Kyllä

Asuinkerrostalon A osalta ei ollut käytettävissä sähköjärjestelmien määrätietoja. Myös asuinkerrostalon B osalta sähköjärjestelmien määrätietojen osalta havaittiin poikkeama sähkökeskusten mallinnuksessa, joten sähkökeskuksen osalta käytettiin kolmannen kohteen tietoja.

2.3 Majoitusliikerakennus

Selvityksessä tarkasteltiin hotellikohteen LVI-suunnitelmista saatavia määrätietoja. Kohteen perustiedot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Hotellikohteen perustiedot.

Kohde	Hotelli, peruskorjauskohde
Laajuustiedot	9 700 brm ²
Käyttöönottovuosi	2017 – 2018
Lämmöntuotantomuoto	Kaukolämpö

Tilalämmityslaitteet	Vesikiertoinen patteri- ja lattialämmitys
IV-järjestelmä	Keskitetty
Jäähdytysjärjestelmä	Kaukokylmä
Tilajäähdytyslaitteet	Puhallinkonvektorit
Sprinklaus	(ei määrätietoja)

Referenssikohteeksi valittu majoitusrakennus oli peruskorjauskohde, mikä näkyi erityisesti jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmien massamäärissä, kun niitä verrattiin muihin tyyppirakennuksiin: Jäähdytysratkaisu oli merkittävästi pienempi kuin muissa laskentatapauksissa ja toisaalta lämmitysjärjestelmä oli merkittävästi suurempi massaltaan johtuen vanhan rakennuksen suuresta lämmitystarpeesta ja tätä kautta tarvittavien tilalämmityslaitteiden suuresta massasta. Tämän vuoksi majoitusliikerakennuksen jäähdytysjärjestelmän massana käytettiin toimistokohteiden keskiarvoa ja lämmityksen osalta asuinkerrostalon massatietoa. Lisäksi majoitusliikerakennukseen lisättiin rasva- ja sadevesiviemäreiden massat perustuen ravintolatoimintaa sisältävän toimistorakennuksen tietoihin. Myös sprinkler-järjestelmän oletettiin olevan massaltaan vastaava kuin toimistorakennuksessa. Sähköjärjestelmien tietoja täydennettiin niin ikään hyödyntämällä toimistokohteista saatavaa tietoa.

2.4 Myymälärakennus

Myymälärakennuksen osalta LVI- ja sähköjärjestelmien tiedot kerättiin kahdesta eri kohteesta. Taulukossa 4 on esitetty LVI-järjestelmien osalta käytetyn kohteen perustiedot.

Taulukko 4. Myymälärakennuksen perustiedot.

Kohde	Myymälärakennus
Laajuustiedot	2 377 m ²
Käyttöönottovuosi	(rakentaminen käynnissä)
Lämmöntuotantomuoto	Ilmavesilämpöpumppu, sähkökattila
Tilalämmityslaitteet	Vesikiertoinen patteri-, konvektori- ja ilmalämmitys
IV-järjestelmä	Keskitetty
Jäähdytysjärjestelmä	Ilmavesilämpöpumppu
Tilajäähdytyslaitteet	Puhallinkonvektorit
Sprinklaus	(ei määrätietoja)

Myymälän ilmanvaihto-, jäähdytys-, radon- ja valaistusjärjestelmien massatiedot saatiin valitusta referenssikohteesta. Lämmitysjärjestelmän massa- ja päästötietoja täydennettiin muiden referenssikohteiden perusteella. Lisäksi vesi- ja viemärijärjestelmien eristeiden massa- ja päästötietoja täydennettiin muiden kohteiden perusteella. Sadevesiviemärin ja sprinkler-järjestelmän massamäärät arvioitiin hyödyntäen toimistokohteiden tietoja.

Sähkökeskuksen ja valaistuksen osalta referenssikohteena käytettiin myymälätalaa, jonka laajuus oli 18 260 m². Muut sähkökomponentit (kaapelit, johtotiet ja laitteet) otettiin muiden referenssikohteiden perusteella hyödyntäen suurinta laskettua arvoa.

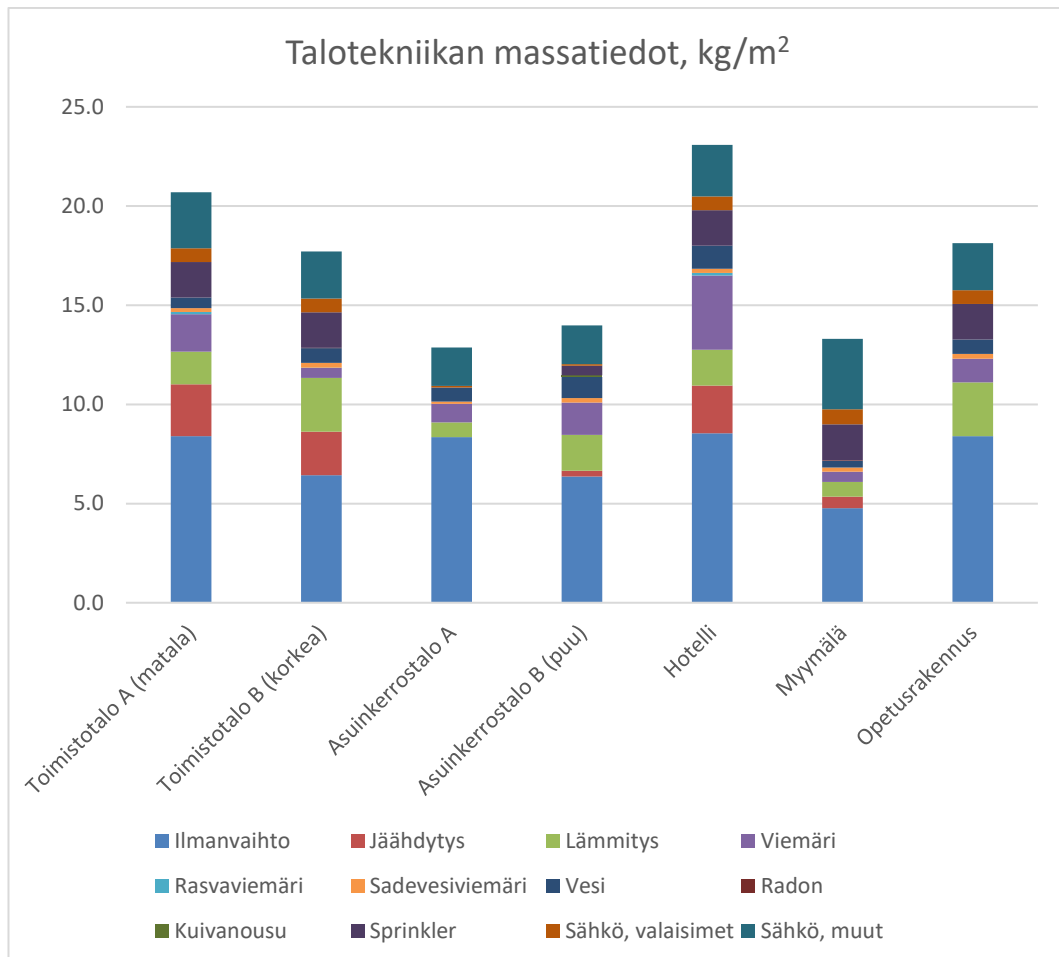
3 Tulokset

3.1 Ennen käyttöönottoa (vaihe A1-A3)

3.1.1 Talotekniikkajärjestelmien massamäärät lämmitettyä nettoalaa kohti

Referenssikohteista saadut talotekniikan massatiedot on esitetty kuvassa 1. Referenssikohteiden lisäksi kuvassa 1 on esitetty muiden kohteiden perusteella laadittu arvio opetusrakennuksen talotekniikan massamääristä.

Opetusrakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän massat on arvioitu matalan toimistorakennuksen (toimistotalo A) perusteella, sillä sen oletettiin vastaavan parhaiten opetusrakennuksen massamääriä. Muiden järjestelmien osalta opetusrakennuksen talotekniikkaosien massamäärät arvioitiin korkean toimistotalon (toimistotalo B) mukaisiksi lukuun ottamatta viemärijärjestelmää, jonka osalta käytettiin toimistokohteiden keskiarvoa.



Kuva 1. Selvityksessä tarkasteltujen kohteiden talotekniikkaosien massatiedot kg/m².

Kuvan 1 perusteella kohteiden talotekniikan massamäärät ovat toimisto- ja hotellikohteissa samaa suuruusluokkaa, 18 – 23 kg/m². Opetusrakennus asettuu samaan suuruusluokkaan toimistorakennusten kanssa, sillä se on laskettu pääosin toimistokohteiden perusteella. Asuinrakennusten massat ovat pienempiä, luokkaa 13 – 14 kg/m² vaikka toisessa asuinkerrostalossa on sekä viilennys- että sprinklerijärjestelmä. Tämä johtuu eroista sisäolosuhteiden tavoittelussa laatutasossa ml. erot valaistusratkaisuissa. Myymälään asennettavat talotekniikkaosat ovat samaa suuruusluokkaa asuinkerrostalojen kanssa, noin 13 kg/m².

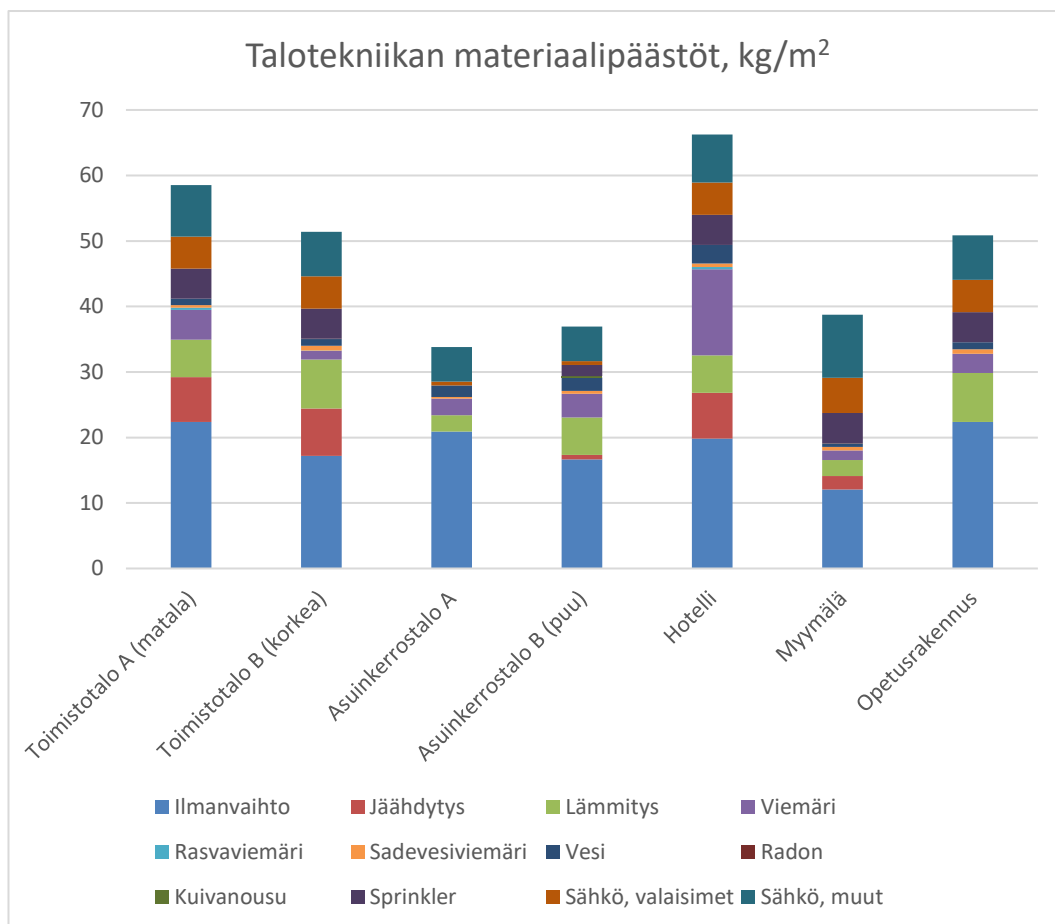
Kuvasta 1 voidaan havaita, että kaikissa referenssikohteissa ilmanvaihtojärjestelmän osat ovat selvästi suurin yksittäinen järjestelmäkokonaisuus talotekniikan kokonaismassasta, noin 35 – 65 %. Asuinkerrostalossa A ilmanvaihtojärjestelmä on massaltaan suuri verrattuna muihin järjestelmiin johtuen asuntokohtaisesta ilmanvaihtojärjestelmästä: asuntokohtainen ilmanvaihtojärjestelmä vastaa noin 65 % talotekniikkaosien kokonaismassasta, kun taas keskitetty ratkaisu vain noin 45 %.

Seuraavaksi suurimmat massamäärät vaihtelevat rakennustyypeittäin siten, että ilmanvaihdon jälkeen yksittäinen järjestelmä vastaa suurimmillaan noin 10 – 15 % talotekniikan kokonaismassasta. Näitä ovat kohteesta riippuen esim. jäähdytys-, lämmitys-, sprinkler-, viemäri- sekä sähköjärjestelmät. Massamäärään vaikuttaa mm. viemärimateriaali (valurauta vai muovi) sekä tietysti eri järjestelmien tarve. Esimerkiksi asuinkerrostaloissa harvemmin toteutetaan jäähdytys- tai sprinkler-järjestelmiä, mikä vähentää asuinrakennuksen talotekniikan massamäärää verrattuna toimistokohteeseen. Myös asuinrakennusten sähkökeskukset sekä valaistusjärjestelmät ovat yksinkertaisempia kuin muissa rakennustyypeissä. Myös myymälärakennuksen kokonaismassa on talotekniikan osalta selvästi pienempi kuin toimisto- tai hotellirakennuksessa johtuen ilmanvaihto-, jäähdytys- ja lämmitysjärjestelmän yksinkertaisemmasta toteutustavasta ja vaaditusta laatutasosta.

3.1.2 Talotekniikkajärjestelmien materiaalipäästöt lämmitettyä nettoalaa kohti

Talotekniikan laiteosista laskettujen massamäärien perusteella laskettiin eri materiaaleista aiheutuvat päästöt hyödyntäen pääosin SYKE:n päästötietokantaa. Mikäli soveltuvaa tuotetta ei löytynyt tietokannasta (esim. valurauta, muovi), hyödynnettiin tuotekohtaisia EPD:tä päästökertoimien määrittämiseen.

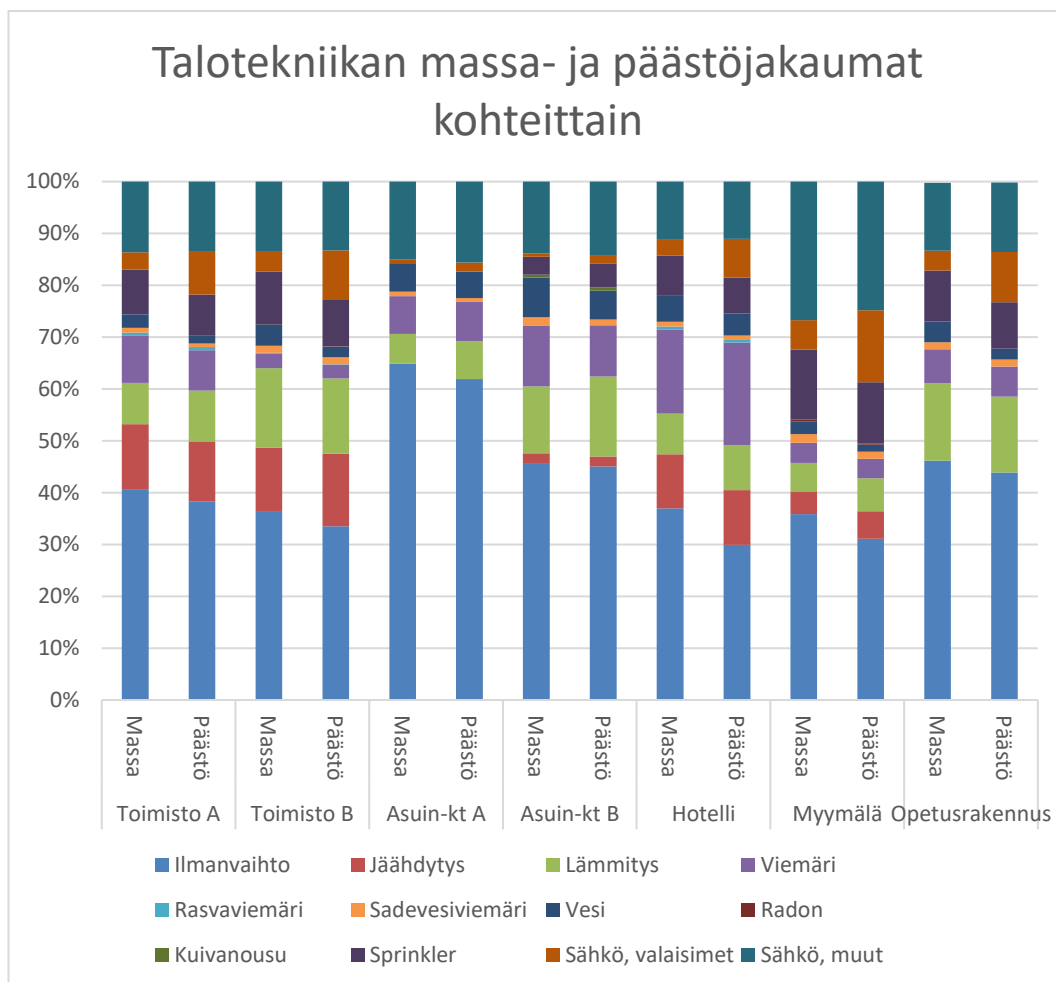
Talotekniikan materiaalipäästöt noudattavat samaa suuruusjärjestystä kuin massamäärätkin: majoitusliikerakennuksen talotekniikan materiaalipäästöt ovat suurimmat ja toimistojen toiseksi suurimmat. Puukerrostalo ja myymälärakennus ovat keskenään samassa suuruusluokassa. Perinteisemmän, ilman jäähdytystä ja sprinkler-järjestelmää toteutetun asuinkerrostalon materiaalipäästöt ovat pienimmät. Tarkemmat jaottelut rakennuksittain ja järjestelmittäin on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Talotekniikan materiaali päästöt kohderakennuksissa järjestelmittäin laskettuna.

3.1.3 Talotekniikan massa- ja päästöjakaumien vertailu

Talotekniikan materiaali päästöjen jakauma on hyvin pitkälti samanlainen kuin massamäärienkin jakautuminen: tämä johtuu siitä, että talotekniikan osalta suuri osa tuotteista on terästä, jolloin päästökertoimet eri tuotteilla ovat hyvin samansuuruisia. Isoimpana erona mainittakoon valaisimet, jotka kaupallisissa rakennuksissa ovat massallisesti suhteellisen pieniä, mutta päästöjen osalta suuria johtuen käytettävän tuotteen suuresta päästökertoimesta. Kuvassa 3 on vertailtu talotekniikan massa- ja päästöjakaumia rakennustyypeittäin ja talotekniikkajärjestelmittäin.



Kuva 3. Talotekniikan massa- ja päästömäärien suhteellisten osuuksien vertailu järjestelmittäin.

3.1.4 Hissit ja liukuportaat

Hissien ja liukuportaiden osalta todettiin, että niiden päästöt täytyy huomioida kohdekohtaisesti hissien ja liukuportaiden lukumäärän perusteella. Tämä johtuu siitä, että hissien palvelema pinta-ala ja toisaalta rakennuksen sisäinen liikkuminen ja virtaus ovat hyvin kohdekohtaisia. Lisäksi hissien ja liukuportaiden A1-A3 sekä B3-B4 vaiheiden päästöissä on merkittäviä eroja valmistajien välillä. Taulukossa 6 on esitetty hissien ja liukuportaiden elinkaarenaikaisia hiilipäästöjä. Tuotekohtaisia EPD-selosteita on saatavilla eri valmistajilta varsin kattavasti, joten tuotekohtaisen päästön tarkastaminen rakennuslupavaiheessa on mahdollista.

3.1.5 Ehdotettavat päästökertoimet

Ennen käyttöä syntyvien päästöjen osalta talotekniikan materiaali-päästöihin ehdotetaan käytettävän conservative-kerrointa 1,2, jotta saadaan huomioitua laskennan ulkopuolelle jääneet talotekniikan pienemmät komponentit sekä laskentatarkkuus ja toisaalta

kannustaa hankkeita laskemaan talotekniikan päästöt hankekohtaisesti. Lisäksi asuinkerrostalojen ja opetusrakennusten osalta päästöarvoihin tulee tarvittaessa lisätä jäähdytysjärjestelmästä aiheutuvat materiaaliipäästöt. Asuinrakennusten jäähdytysjärjestelmän materiaaliipäästöt on saatu toisesta referenssikohteesta, johon oli toteutettu viilennysratkaisu. Opetusrakennuksen jäähdytysjärjestelmän materiaaliipäästöt on arvioitu vastaavan myymälän jäähdytysratkaisun materiaaliipäästöjä. Asuinrakennuksiin tulee tarvittaessa lisätä myös sprinkler-järjestelmästä aiheutuvat päästöt esimerkiksi puukerrostaloihin.

Taulukossa 5 on esitetty conservative-kertoimella korjatut rakennustyyppikohtaiset talotekniikan materiaaliipäästöt sekä asuinrakennuksille ja opetusrakennuksille tarvittaessa lisättävät materiaaliipäästöt. Lisäksi päästöjä tulee tarpeen mukaan täydentää kappaleessa 3.1.4 esitetyillä hissien ja liukuportaiden päästöillä.

Taulukko 5. Rakennustyyppikohtaiset talotekniikan materiaaliipäästöt ennen käyttöä

VAIHEEN A1-A3 TALOTEKNIikkaOSIEN MATERIAALIIPÄÄSTÖT

	kgCO ₂ e/m ²
TOIMISTO	66
KAUPPAKESKUS	70
MUU MYYMÄLÄRAKENNUS	47
OPETUSRAKENNUS	61
MAJOITUSLIIKERAKENNUS	79
ASUINKERROSTALO	42
LISÄTTÄVÄT ELEMENTIT:	
JÄÄHDYTYS, ASUINKERROSTALOT*	1
JÄÄHDYTYS, OPETUSRAKENNUKSET**	2
SPRINKLERIT***	4

*Lisätään tarvittaessa asuinkerrostaloihin ja opetusrakennuksiin

**Lisätään tarvittaessa opetusrakennuksiin

***Lisätään tarvittaessa asuinkerrostaloihin

3.2 Käytönajan päästöt (vaihe B3-B4)

Talotekniikkaosien käytönajan päästöt arvioitiin hyödyntämällä RT-kortista saatuja laitteistojen elinikäodotuksia. RT-kortin tietoja täydennettiin asiantuntija-arvioiden avulla pohjautuen kokemukseräiseen tietoon esimerkiksi toimisto- ja kauppapaikkojen uusimistarpeista. Esimerkiksi kauppakeskuksen osalta todettiin, että vuokralaisten vaihtuessa merkittävä osa talotekniikkajärjestelmistä uusitaan paljon ennen teknisen käyttöiän päättymistä. Myös toimistorakennusten osalta osa järjestelmistä voidaan joutua uusimaan ennen teknisen käyttöiän päättymistä, jotta pystytään vastaamaan käyttäjien

vaatimuksiin esimerkiksi sisäilmaston ja valaistuksen osalta. Taulukossa 6 on esitetty laskelmissa uusittaviksi oletetut järjestelmäosat ja niiden uusintaväli.

Taulukko 6. Käytönajan päästöjen laskennassa uusitut järjestelmät ja niiden uusintaväli.

Rakennustyyppi	Uusittavat järjestelmät ja käyttöaika
Toimisto	Vesikalusteet 20v Tilalämmityslaitteet 30v Ilmanvaihtojärjestelmä 20v Jäähdytysjärjestelmä 20v SPR-järjestelmä 30v Valaisimet 20v
Kauppa-keskus	Vesikalusteet 10v Tilalämmitys 30v IV-koneet 20v IV-päätelaitteet ja osa kanavista 10v Jäähdytysjärjestelmä 10v SPR-järjestelmä 10v vuokralaistiloissa ja 30v muualla Valaisimet 15v
Muu myymälärakennus, opetusrakennus ja majoitusliikerakennus	Vesikalusteet 20v Tilalämmityslaitteet 30v Ilmanvaihtojärjestelmä 20v Jäähdytysjärjestelmä 20v SPR-järjestelmä 30v Valaisimet 30v
Asuinkerrostalo	Vesikalusteet 20v Iv-koneet 30v Valaisimet 30v
Tarvittaessa lisättävät elementit:	
Jäähdytysjärjestelmä (opetusrakennuksille ja asuinkerrostaloille)	Uusintaväli 20 v
Palonsammutusjärjestelmä sprinklerit (asuinkerrostalot)	Uusintaväli 30 v

Käytönajan päästöt laskettiin ilman conservative-kerrointa, sillä tuotteiden valmistuksessa aiheutuvien päästöjen oletettiin pienenevän perustuen energiantuotannon päästöjen pienentymiseen sekä valmistusmenetelmien kehitykseen. Taulukossa 7 on esitetty eri rakennustyypeille saadut käytönajan talotekniikkaosien materiaali-päästöt. Hissien ja liukuportaiden osalta kappaleessa 3.1.4 esitetyt päästöt sisältävät kaikki elinkaaren aikaiset päästöt.

Asuinkerrostalon osalta käytönajan päästöt on esitetty tapaukselle, jossa ei ole jäähdytys- tai SPR-järjestelmää. Tämän vuoksi on esitetty erikseen päästöarvot niitä asuinrakennuksia varten, joihin kyseiset järjestelmät tulevat. Vastaavasti opetusrakennus

on esitetty ilman jäähdytysjärjestelmää, joten alla esitetty jäähdytyksen päästöarvo tulee tarvittaessa lisätä jäähdytykselle opetusrakennukselle.

Taulukko 7. Eri rakennustyyppien talotekniikkaosien käytönajan materiaali päästöt sekä tarpeen mukaan lisättävien elementtien materiaali päästöt.

KÄYTÖN AIKANA (50 V)	
	kgCO ₂ e/m ²
TOIMISTO	74
KAUPPAKESKUS	96
MUU MYYMÄLÄRAKENNUS	41
OPETUSRAKENNUS	32
MAJOITUSLIIKERAKENNUS	70
ASUINKERROSTALO	10
LISÄTTÄVÄT ELEMENTIT:	Käytön aikana (50 v)
JÄÄHDYTYS, ASUINKERROSTALOT*	1
JÄÄHDYTYS, OPETUSRAKENNUKSET**	4
SPRINKLERIT***	3

*Lisätään tarvittaessa asuinkerrostaloihin

**Lisätään tarvittaessa opetusrakennuksiin

***Lisätään tarvittaessa asuinkerrostaloihin

4 Johtopäätökset

Rakennuslupavaiheessa talotekniikkaosien päästölaskenta on haastavaa, sillä talotekniikkasuunnittelu tarkentuu vasta rakentamisen myöhemmissä vaiheissa. Tästä johtuen taulukkoarvojen hyödyntäminen rakennuslupavaiheessa on talotekniikkalaitteiden osalta usein jopa välttämätöntä, sillä kohdekohtaisia tietoja ei ole vielä saatavilla riittävässä tarkkuudessa.

Käyttöönotto vaiheessa talotekniikkalaitteiden päästölaskenta on mahdollista hyödyntämällä IFC-malleja, CAD-piirustuksia sekä laiteluetteloita. Talotekniikkalaitteiden päästölaskenta on selvästi raskaampaa kuin RAK- tai ARK-osien päästölaskenta, sillä talotekniikan päästölaskentaa varten tiedot tulee kerätä useasta eri lähteestä ja komponenttien määrä on suuri. Talotekniikan käyttöönotto vaiheen päästölaskentaa kannustetaan ehdottamalla talotekniikan materiaali päästöiksi conservative-kertoimella 1.2 muokattuja tuloksia, jolloin pienempää hiilijalanjälkeä tavoittelevan hankkeen kannattaa laskea kohdekohtaiset päästöt myös talotekniikan osalta.

Selvityksen yhteydessä havaittiin, että toimistoissa ja kauppakeskuksissa jopa suurempi osa talotekniikan materiaali päästöistä aiheutuu käytön aikana. Muissa rakennustyypeissä suurin päästövaikutus talotekniikkamateriaalien osalta on ennen käyttöönottoa. Tämä johtuu siitä, että toimistoissa ja kauppakeskuksissa tehdään paljon talotekniikan muutostöitä ennen laitteiden teknisen käyttöiän päättymistä. Muissa kiinteistöissä,

erityisesti asuinrakennuksissa, laitteita korjataan tyypillisesti vasta teknisen käyttöiän loputtua.

Talotekniikan A1-A3 vaiheen materiaalipäästöt vaihtelevat rakennustyyppistä riippuen välillä 42 – 79 kgCO₂/m² ja käytönajan päästöt välillä 10 – 96 kgCO₂/m². Talotekniikan päästöihin voidaan vaikuttaa hyödyntämällä keskitettyjä ilmanvaihtojärjestelmiä, vähäpäästöisiä ja kevyitä tuotteita sekä erityisesti pitkäikäisiä järjestelmiä. Suurimmat materiaalipäästöt aiheutuvat kaikissa tarkastelluissa rakennustyypeissä ilmanvaihtojärjestelmästä, joten sen toteutukseen ja käytettyihin materiaaleihin tulisi kiinnittää jatkossa huomiota.

2 TEKNIikkaOSAT				
2.1.	Putkiosat			
2.1.1.	Lämmitysjärjestelmät	2.1.1.1.	Lämmityksen keskusosat	
			Aluekeskukset	
			Säätimet	
			Lämpö määrän mittauslaitteistot	
			Kattilakoneistot	
			Polttoaineiden varstointi-, siirto-, syöttö- ja polttolaitteistot	
			Palamisilmalaitteistot	
			Aurinkolämpöalaitteistot	
			Hyödykkeiden pumput	
			Tuloilmalaitteistot	
			Varaajasäiliöt	
			Muut lämmitysjärjestelmien keskusosat	
		2.1.1.2.	Lämmityksen siirto-osat	
			Lämmitys- ja ilmanvaihtoverkostot	x
			Liuospukistot	x
			Ilmakanaavat	x
			Muut lämmitysjärjestelmien siirto-osat	x
		2.1.1.3.	Lämmityksen pääteosat	
			Lämmityspatterit	x
			Säteilylämmittimet	x
			Lattialämmityspukistot	x
			Kiertolämpälämmittimet	x
			Tuloilmalämmittimet	x
			Jälkilämmittimet	x
			Tiakohtaiset lämmityslaitteistot	x
			Muut lämmitysjärjestelmän pääosat	x
		2.1.1.4.	Lämmityksen alueosat	
			Kauko- ja aluealämpöverkostot	x
			Lämpökeskukset	
			Savupölyt	
			Polttoaineiden varastot	
			Aurinko- lämpöpumppu- ja yhdistelmälämmitysjärjestelmien laitteistot	
			Lämmön varastointilaitteistot	
			Putkistot	x
			Alueen sulanapitoputkistot	x
			Muut lämmitysjärjestelmän aluelaitteistot	
2.1.2.	Vesi- ja viemärijärjestelmät	2.1.2.1.	Vesi- ja viemärijärjestelmän keskusosat	
			Vesimittarit	
			Paineenkrotoispumput	
			Hydroforit	
			Talous-, käyttö- ja puhdasveden käsitteilylaitteistot	
			Säiliöt	
			Lämmönsiirtimet	
			Varaajat	
			Käyttöveden pumput	
			Muut vesijärjestelmän keskusosat	
			Erottimet	
			Viemärisäiliöt	
			Puhdistamot ja neutralointikaivot	
			Pumppaamot	
			Lämmön talteenottoalaitteistot	
			Kaivot ja pumppaamot	
			Kompostorit	
			Muut viemärijärjestelmän keskusosat	
		2.1.2.2.	Vesi- ja viemärijärjestelmän siirto-osat	
			Vesijärjestelmän putkistot	x
			Vesijärjestelmän muut siirto-osat	x
			Jätevesiviemärit	x
			Kompostiviemärit	x
			Hulevesiviemärit	x
			Viemärijärjestelmän muut siirto-osat	x
		2.1.2.3.	Vesi- ja viemärijärjestelmien pääteosat	
			Sekoitinimet	x
			Hanat	x
			WC-istuimet	x
			Virtsalot	x
			Pesusaunat	
			Pesu-, tasanpohja- ja kaatoaltaat	x
			Ammeet	
			Suihkualtaat	
			Suihkukaapit	
			Vesi- ja palopostit	
			Muut vesijärjestelmän pääteosat	
			Kompostiviemärin WC-istuimet	
			Lattiakäivöt	
			Lattiakourut	
			Viemärintipisteet	
			Kattokaivot	
			Sadevesien viemärintipisteet	
			Muut viemärijärjestelmän pääteosat	
		2.1.2.4.	Vesi- ja viemärijärjestelmien alueosat	
			Talovesijohdot	x
			Raakaveden ja muiden vesien tonttijohdot	x
			Vedenottamot	
			Kaivot	
			Pumppaamot	
			Puhdistuslaitteistot	
			Suodattimet	
			Paineen korotuslaitteistot	
			Muut vesijärjestelmien alueosat	
			Jätevesiviemärit	x
			Viemärin liitos- ja tarkastuskaivot	
			Erottimet	
			Säiliöt	
			Puhdistuslaitteistot	
			Imeytysputkistot	
			Pumppaamot	
			Purkauspaiikat	
			Jäikkompostorit	
			Kuonikevarastot	
			Hulevesikaivot	
			Sadevesiviemärit	x
			Hulevesien purkupaikat	
			Muut viemärijärjestelmien alueosat	
2.1.3.	Ilmastointijärjestelmät	2.1.3.1.	Ilmastoinnin keskusosat	
			Ilmankäsittelykoneet osineen	x
			Poistoilmakoneet	x
			Liesituuletin	x
			Kierrätysilmakoneet	x
			Tuloilmakoneet	x
			Ulkosäleiköt	x
			Suikupellit	x
			Suodattimet	
			Patterit	x
			Kammiot	x
			Sekoitusosat	x
			Mittausosat	
			Äänenvaimentimet	x
			Puhallimet	x
			Suodatin-, kostutus- ja lämmön talteenottoalaitteistot	x
			Jättilman puhdistuslaitteistot	
			Ulospuhalsajottimet	x
			Muut ilmastointijärjestelmien keskusosat	x
		2.1.3.2.	Ilmastoinnin siirto-osat	
			Kanaavat ja putket osineen	x
			Muut ilmastointijärjestelmien siirto-osat	x

			2.1.3.3. Ilmastoinnin pääteosat Päätelaitteet x Uikoilma- ja poistoilmaventtiilit x Säleköt x Haihtimet x Suutinkanavat x Ilmastoointipalkit x Poistoilmavalaisimet Vetokaapit Myrkykaapit Poistoilmakunat Muut ilmastointijärjestelmien pääteosat	
			2.1.3.4. Ilmastoinnin alueosat Uiko- ja jätelmäkulut ja kanavat x Lämmöntalteenotto-laitteistot x Suodatinlaitteistot Suodattimet Suikupellit x Uikoilma- ja ulospuhalluslaitteet x Muut ilmastointijärjestelmien alueosat	
2.1.4.	Jäähdytysjärjestelmät		2.1.4.1. Jäähdytyksen keskusosat Vesijäähdytyskoneet x Suorahöyrystyslaitteet x Lämpöpumput x Kompressorilaitteistot x Höyrystimet x Levylämmänsiirtimet x Ilma-, vesi- ja luoslauhduttimet x Luoslauhduttimet x Säiliöt Pumput Paisuntaventtiilit Muut jäähdytysjärjestelmien keskusosat	
			2.1.4.2. Jäähdytyksen siirto-osat Suorahöyrystysputkistot x Kondenssivesiputket x Sulatusvesiputket x Jäähdytysvesiputket x Jäähdytysluosputket x Lauhdutusvesiputket x Lauhdutusluosputket x Muut jäähdytysjärjestelmien siirto-osat x	
			2.1.4.3. Jäähdytyksen pääteosat Suorahöyrystys- ja välillisen jäähdytyksen patterit x Ikkunakoneet Split-jäähdytyslaitteet x Konsolkoneet x Kaappikoneet x Vakioilmastoinkoneet x Kierrätysilmakoneet x Puhallinkonvektori x Suutinkonvektori x Ilmastoointipalkit x Säteilyjäähdyttimet x Lämpöpumpujen sisäyksiköt x Kylmä- ja pakkauskalusteet Jäähdytettävät laitteet Jäähdytyspatterit x Höyrystimet x Lauhduttimet x	
			2.1.4.4. Jäähdytyksen alueosat Kaukojäähdytysverkosto x Vapaaikäjäähdytyskeskukset Jäähdytys- ja kylmäkeskukset Lauhdutin- ja luoslauhdutinkeskukset Putkistot Muut jäähdytysjärjestelmien alueosat	
2.1.5.	Palontorjuntajärjestelmät		2.1.5.1. Palontorjunnan keskusosat Sammutusvesipumppaamo Palokunnan syöttölaitteet Koetuslaite Pumput Venttiilit Sprinklerilaitteisto Vaahasammutuslaitteisto Vesivalelulaitteisto Vesisumulaiteisto Kaasu- ja jauhesammutuslaitteistot Sammutevarasto Sammutesäiliöt Savunpoistopuhaltimet Muut palontorjunnan keskusosat	
			2.1.5.2. Palontorjunnan siirto-osat Vesijohdot x Sprinkleri-, vaahasammutus-, vesivalelu- ja vesisumulaiteiston putkistot x Kaasusammutuslaitteiston ohjauselektit ja -putket Purkausletkut Savunpoiston savusulut Savunpoistokanavat Savupellit Korvausilma-aukot Muut palontorjunnan siirto-osat	
			2.1.5.3. Palontorjunnan pääteosat Sammutusvesiliittimet Sprinklerit x Suuttimet x Kaasusammutuslaitteiston suuttimet Sähköstä riippumaton laukaisunestolaite Hälyttimet Savunpoistin korvausilma- ja poistoilma-aukot Korvausilmasäleiköt Poistoilman päätelaitteet x Muut palontorjunnan pääteosat	
			2.1.5.4. Palontorjunnan alueosat Vesiohjoitettava Vesilähteen vesivarasto Syöttöputket Kiinteä sammutusvesipumppaamo Alueputkisto Muut palontorjunnan alueosat	
S	Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät			
S1	Asennus- ja apujärjestelmät	S110	Kaapelilyhviinjärjestelmä	x
		S120	Johdotkanavajärjestelmä	x
		S130	Lattikanavajärjestelmä ja lattiatkotot	x
		S140	Ripustusjärjestelmä	
		S150	Läpiviennit	
		S160	Yhteiskäyttöiset putkitusjärjestelmät ja kaapelikaivot	
		S170	Esiystekniikan apujärjestelmät	
S2	Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset			
S21	Sähköenergian tuotanto ja liittäminen	S211	Sähköliittymä	
		S212	Sähkön tuotantojärjestelmät ja -laitteistot	
S22	Sähköenergian pääjakelu	S221	Keskijännitejakelujärjestelmä	
		S222	Pääjakelujärjestelmä	x
S23	Laitteiden ja laitteistojen sähköistyminen	S231	Kiinteistön laitteiden ja laitteistojen sähköistyminen	x
		S232	LVI-laitteiden ja -laitteistojen sähköistyminen	x
		S233	Käytännön laitteiden ja laitteistojen sähköistyminen	
S24	Sähköliittäjäjärjestelmät	S241	Pistorasiat	x
		S242	Kosketinkiskojärjestelmä	
		S243	Jakelukiskojärjestelmä	
		S244	Pistorasiapyyvät	
		S245	Autolämmityspistorasiat	
		S246	Pistorasiakeskukset	
		S247	Liitin- ja johtosarjajärjestelmä	

S25	Valaistusjärjestelmät	S251	Sisävalaistusjärjestelmä	x
		S252	Ulkovalaistusjärjestelmä	x
		S253	Aluevalaistusjärjestelmä	x
		S254	Julkisivuvalaistusjärjestelmä	x
		S255	Mainosvalaistusjärjestelmä	x
		S256	Estysvalaistusjärjestelmä	x
S26	Sähkölämmitysjärjestelmät	S261	Rakennuksen sähkölämmitysjärjestelmä	
		S262	Lattialämmitykset	
		S263	Sähkölämmitteiset ikkunat	
		S264	Sadevesijärjestelmien lämmitykset	
		S265	Puikistojen saattolämmitykset	
		S266	Alueiden sulanapidot	
S5	UPS-jakelujärjestelmä ja siihen liitetyt kuormitukset			
S51	UPS-jakelun tuotantojärjestelmät ja laitteistot			
S52	UPS-pääjakelu			
S53	UPS-jakeluun liitettyjen laitteiden sähköistys			
S54	UPS-jakeluun liitetyt sähköliitäntäjärjestelmät			
S55	UPS-jakeluun liitetyt valaistusjärjestelmät			
S6	Turvalaistusjärjestelmät			
S61	Poistumisvalaistus			x
S62	Varavaistus			x
S63	Hätävalaistus			x
S7	Muut järjestelmät			
2.5. Laitteosat				
2.5.1.	Sirtolaitteet	2.5.1.1.	Hissit	
		2.5.1.2.	Kuljettimet (liukuportaat ja -käytävät)	
		2.5.1.3.	Erietyiset sirtolaitteet	
2.5.2.	Tilalaitteet	2.5.2.1.	Keskilaitteet	
		2.5.2.2.	Pesuulaitteet	
		2.5.2.3.	Väestönsuojalaitteet	
		2.5.2.4.	Allaslaitteet	
		2.5.2.5.	Erietyiset tilalaitteet	