

Martti Peuransalo

# RESTAUROINNIN HIILIJALANJÄLKI

Havaintoja Säätytalon korjaamisen ilmastovaikutuksista



Diplomityö  
Rakennetun ympäristön tiedekunta  
Tarkastaja: Olli-Paavo Koponen  
Elokuu 2022

# TIIVISTELMÄ

Martti Peuransalo:  
Restauroinnin hiilijalanjälki – Havaintoja Säätytalon korjaamisen ilmastovaikutuksista

Diplomityö  
Tampereen yliopisto  
Arkkitehtuuri  
Elokuu 2022

Ilmastokriisissä rakennusten ympäristövaikutuksia aletaan säädellä tarkemmin. Rakennushankkeilta ja myös laajoilta korjaushankkeilta aletaan velvoittaa hiilijalanjälkilaskelmaa, jolla osoitetaan rakennuksen elinkaarenaikaiset ilmastovaikutukset. Korjaamisen hiilijalanjälkilaskenta poikkeaa uudisrakentamisen laskennasta siten, että ympäristövaikutuksia ei lasketa koko rakennuksen koko elinkaaren ajalle vaan hankkeessa muutettaville ja lisättäville rakennusosille tarkastelujakson ajaksi. Korjaushankkeelle arvioidaan erillinen elinkaarensa rakennuksen pääelinkaaren ohelle. Korjaushankkeen hiilijalanjälkilaskennassa huomioidaan elinkaaren tuotevaihe (A1–A3), rakentamisvaihe (A4–A5), käyttövaihe (B1–B7), purkuvaihe (C1–C4) ja elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset (D). Korjaamisen yhteydessä purettavien rakennusosien vaikutukset on myös huomioitava.

Vuonna 1891 käyttöön otettuun Säätytalon suunniteltavista korjauksista on valittu diplomityön hiilijalanjälkitarkasteluun puulattiat, julkisivurappaus ja mediatilamuutos. Kaikkiin liittyy merkittäviä rakennussuojeluarvoja ja ne tulee huomioida hiilijalanjäljen rinnalla. Vertailtaviksi otettiin erityisesti korjauksen laajuus ja materiaalivalinnat. Arvioitavia tapauksia on yhteensä 16. Puulattiatapauksissa suuri merkitys on säilytettävien ja uusittavien lautojen määrällä ja välipohjatäyttemateriaalin valinnalla. Julkisivurappauksen kunnostuksessa laajuudella on hiilijalanjäljen kannalta suuri vaikutus. Rappauslaastin valintaa oleellisempaa on rappauksen kestävyys, jonka arviointi on vaikea sisällyttää hiilijalanjälkilaskentaan. Rappauksen paikkakorjaustapauksessa pintakäsittely ja suojaaminen muodostavat merkittävän osan vaikutuksista. Säätytalon suunnitellun mediatilakokonaisuuden rakentamisen osista uusi esteetön sisäänkäynti ja porraskäytävä ovat ilmastovaikutuksiltaan suurimmat. Uusi sisäänkäynti parantaisi myös rakennuksen esteettömyyttä ja siten käytettävyyksinäkökulma nousee ratkaisevaksi tekijäksi.

Restauroivan tai säilyttävän korjauksen ja hiilijalanjälkilaskelman näkökulmat yhtenevät monelta osin. Vanhojen osien säilyttäminen ja niukka uuden materiaalin käyttö tukevat molempien näkökulmien tavoitteita. Restaurointihanketta tulee tarkastella monesta eri suunnasta ja ympäristö on yksi niistä. Vanhan rakennuksen säilyttäminen ja kunnossapitäminen on itsessään myönteinen teko, kun vaihtoehtona pidetään uudisrakentamista. Ilmastokriisin aikana kannattaa suosia toimenpiteitä, jotka tuottavat hyötynsä heti, sillä seuraavina vuosikymmeninä luvattujen hyötyjen realisoituminen on epävarmaa ja ilmaston kannalta liian myöhäistä. Korjaaminen uudisrakentamisen sijaan pienentää rakentamishetken suurta hiilipiikkiä.

Avainsanat: Elinkaariarviointi, hiilijalanjälki, restaurointi, korjausrakentaminen, ympäristövaikutukset, Säätytalo

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

# ABSTRACT

Martti Peuransalo:

Restoration Carbon Footprint – Observations on the Climate Impact of Repairing the House of Estates

Master's Thesis

Tampere University

Architecture

August 2022

In the climate crisis, the environmental impact of buildings will begin to be regulated more carefully. Construction projects and also large-scale renovation projects will be obliged to have a carbon footprint calculation to demonstrate the climate impact during the life cycle of the building. The carbon footprint calculation for renovation projects differs from the calculation of new construction. The environmental impact is calculated not for the entire life cycle of the building, but for the building parts to be modified or added in the project for the reference study period. The renovation project is assessed for its separate life cycle along with the main life cycle of the building. The carbon footprint calculation of the renovation project takes into account the product stage (A1-A3), construction stage (A4—A5), in-use stage (B1-B7), end of life stage (C1-C4) and beyond building life cycle impacts (D). The impacts of building parts being demolished when repairing must also be considered.

Three limited renovations of the House of Estates (Säätytalo), introduced in 1891, have been selected for life cycle assessment and carbon footprint study. All three, wood flooring, facade plastering and spaces for media room modification have significant cultural and historical values and should be taken into account alongside the carbon footprint. The scale of the repair and the choices of materials were compared. The total number of cases to be assessed is 16. Of great importance in wooden flooring cases is the number of boards that can be stored or renewed and the choice of intermediate base filling material. When repairing facade plaster, the scale of repair has a great impact in terms of carbon footprint. More relevant than the choice of plaster mortar is the durability of plaster, which is difficult to include in the carbon footprint calculations. In the case of local plaster patching, surface treatment and protection account for a significant part of the impacts. In the cases of new media space, the new accessible entrance and stairway will have the greatest climate impact. The new entrance would also improve the accessibility of the building and thus the usability aspect emerges as the deciding factor.

The perspectives of restorative or preserving repair and carbon footprint calculation coincide in several ways. The preservation of old parts and the minimum use of new material support the goals of both perspectives. In restoration projects, many perspectives must be considered, and the environmental perspective is one of them. Preservation and maintenance of an old building is a positive act of when new construction is considered as an alternative. During the climate crisis, measures that will bring their benefits immediately should be preferred, as it is difficult to foresee the actual benefits in the future. Repairing instead of new construction reduces the upfront carbon at the time of construction.

Keywords: Lifecycle assessment, LCA, Carbon footprint, renovation, restoration, environmental impact, House of Estates

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

# ALKUSANAT

Diplomityö on ollut tiukka mutta miellyttävä ponnistus. Aihe on vienyt mukanaan ja saanut nousemaan monena aamuna varhain ennen elokuun aurinkoa.

Kiitos Selja Flink, kun järjestit minulle Senaatista aiheen ja Suomen hienoimman kohteen ja vapauden tehdä työtä joustavasti. Työn aikana on ollut mukava huomata, että aihe on kiinnostanut ihmisiä, missä tahansa sain siitä hieman kertoa. Ohjaavat professorit Opa ja Satu ovat kiinnostuksestaan ja kannustavuudestaan kiitoksensa ansainneet.

Suunnaton kiitos Heidille tilanteen sietämisestä, ymmärryksestä ja elämän pyörittämisestä näinä kuukausina! Kiitos myös Ingridille, joka soi diplomityöstä pieniä energisoivia hengähdystaukoja aurinkoisella maitohammashymyllään!

Helsingissä 24.8.2022

Martti Peuransalo

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Tausta ja tavoitteet.....	1
1.2 Tutkimuskysymys, työmenetelmät ja työn rajaus .....	3
1.3 Työn rakenne ja aineisto.....	3
2. KORJAAMISEN HIILIJALANJÄLKI .....	5
2.1 Hiilidioksidin ja rakentamisen yhteys .....	5
2.2 Arvorakennuksen korjaaminen.....	7
2.3 Rakennuksen elinkaari ja hiilijalanjäljen laskenta.....	12
2.4 Arvorakennuksen korjaamisen hiilijalanjälki .....	20
2.5 Kritiikki elinkaariarviointia kohtaan .....	24
3. SÄÄTYTALON KORJAUS .....	28
3.1 Säätytalon perustiedot ja arvot .....	28
3.2 Säätytalon kunto ja korjaamiseen vaikuttavat tekijät.....	32
3.3 Säätytalon korjauskohteet.....	33
4. SÄÄTYTALON HIILIJALANJÄLKI .....	44
4.1 Laskennan tavoite ja määrittely.....	44
4.2 Puulattiat ja välipohjatäytteet .....	47
4.3 Julkisivujen kunnostus .....	60
4.4 Mediatilan ja uuden sisäänkäynnin rakentaminen.....	67
4.5 Suojaustoimet.....	71
4.6 Tulosten merkitys .....	74
5. YHTEENVETO.....	77
5.1 Tutkimuskysymyksiin vastaaminen .....	77
5.2 Restauraivan korjaamisen hiilijalanjälki.....	78
LÄHTEET .....	83
LIITTEET .....	90

# LYHENTEET JA TERMIT

Arviointijakso	Tai tarkastelujakso. Reference Study Period (RSP). Ajanjakso, jolle elinkaariarviointi tehdään. Rakennuksen käyttöikä voi olla pidempi, kuin elinkaariarvioinnin ajanjakso.
Elinkaariarviointi	Elinkaariarviointi on menetelmä, jolla tutkitaan tuotteen tai palvelun koko elinkaaren ympäristövaikutukset raaka-aineen hankinnasta tuotteen hylkäämiseen asti. Käytetään myös englanninkielistä lyhennettä LCA (Life Cycle Assessment)
Eloperäinen hiili EPD	Biogeeninen hiili. Eloperäiseen materiaaliin sitoutunut hiili Environmental Product Declaration (EPD). Tuotteen ympäristöseloste. Vertailukelpoinen ja avoin selostus tuotteen elinkaaren ympäristövaikutuksista
GWP	Global warming potential (GWP). Ilmastoa lämmittävä vaikutus. Eri kasvihuonekaasujen kykyä kiihdyttää ilmaston lämpenemistä verrataan hiilidioksidin vastaavaan kykyyn.
Hiilijalanjälki	Tuotteen tai rakennuksen elinkaaren aikana syntyneet kasvihuonekaasupäästöt
Hiilikädenjälki	Ilmastohyödyt, jotka voidaan saavuttaa rakennuksen elinkaaren aikana ja joita ei syntyisi ilman rakennushanketta
Ilmastaselvitys	Rakentamisluvan yhteydessä tehtävä selvitys rakennuksen elinkaaren ilmastovaikutuksista. Ilmastaselvitys on ehdotettu tulevan velvoittavaksi 2020-luvun puolivälissä.
Ilmastovaikutus kgCO <sub>2</sub> e	Katso kgCO <sub>2</sub> e ja Hiilijalanjälki Hiilidioksidiekvivalentti [kg]. Eri kasvihuonekaasujen ilmastovaikutus muunnettuna hiilidioksidin vastaavaksi vaikutukseksi.
kWh	Kilowattitunti (kWh). Energian määrän, usein käytön, yksikkö
LCA	Life Cycle Assessment (LCA). Elinkaariarviointi.
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki. Lakia uudistetaan 2020-luvun alkupuoliskolla.
MWh	megawattitunti. 1 MWh = 1 000 kWh. Katso kWh.
Rakentamislaki	Rakentamislain on tarkoitus tulla eduskunnan käsittelyyn ja myöhemmin ohjata esimerkiksi rakentamisen vähähiilisyttä 2020-luvun jälkipuoliskolta alkaen.
Tarkastelujakso	Katso arviointijakso.
Ympäristövaikutus	Ilmastovaikutuksia laajempi käsite. Kaikki ympäristöön aiheutetut vaikutukset.

# I. JOHDANTO

## I.1 Tausta ja tavoitteet

Materiaaliresurssien ylimitoitettu käyttö tulee haastaa viimeistään nyt ilmastokriisin aikaan. Onko säilyttävän korjaamisen hiilijalanjälki merkittävästi erilainen kuin tyypillisen korjaamisen hiilijalanjälki? Voiko säilyttävää korjaamista perustella myönteisillä ilmastovaikutuksilla? Diplomityössä selvitän vanhan rakennuksen hiilijalanjäljen laskentaan liittyviä menetelmiä ja pyrin saamaan esiin erilaisten korjaustapojen ilmastovaikutusta. Työn esimerkkikohteena on Suomen valtion omistama ja Senaatti-kiinteistöjen hallinnoima Säätytalo vuodelta 1891.

Rakennusosalalle tyypillisessä korjaustavassa kaikki helposti irrotettavat materiaalit vaihdetaan remontin yhteydessä. Tästä ylikorjaamisesta tai varmuuden vuoksi korjaamisesta seuraa materiaalin haaskausta ja historiallisen arvon menetyksiä. Kaila (1997, 13) varoittaa ylikorjaamisesta eikä näe syytä korjata nyt sellaista, joka kestäisi vielä vuosia. Ylikorjaaminen ei tue päästötavoitteita eikä kulttuurihistoriallisten arvojen säilyttämistä (Huuhka, Vainio, Moisio, Lampinen, Knuutinen, Bashmakov, Köliö, Lahdensivu, Ala-Kotila ja Lahdenperä 2021, 115). Sen sijaan Huuhka et al. (2021, 35) korostavat tarvetta ohjata rakennusten elinkaaria entistä pidemmiksi. Kun rakennusmateriaali on halpaa ja sitä on näennäisesti rajattomasti saatavilla, ei mikään kannusta nykytavoista poikkeamiseen. Raaka-aineen hankinnalla on kuitenkin huomattavat ympäristövaikutukset, rakennustuotteiden valmistaminen kuluttaa energiaa ja purkumateriaalit jättävät oman jälkensä.

Rakennuksilla on kunnioitettavia arvoja ja korjaamisen suunnittelussa ja toteutuksessa tuleekin olla huolellinen, jottei arvoja menetetä. Ylikorjaamisella on taipumusta vaikuttaa arvojen säilymiseen negatiivisesti. Huuhka et al. (2021, 115) tunnistavat vähähiilisiin ja rakennuksen ominaispiirteet säilyttäviin korjaustapoihin liittyvän merkittävää tutkimustarvetta. Ympäristön parempaan huomiointiin pyritään lakiuudistuksilla. Hallituksen esityksessä eduskunnalle (2022, 26) uudella rakentamislailalla käynnistettäisiin elinkaarenaikaisen hiilijalanjäljen raja-arvoihin perustuva säädösohjaus. Raja-arvo-ohjaus velvoittaisi kuitenkin vain uudisrakennuksia ja korjaamiselle säädettäisiin hiilijalanjäljen selvitysvelvollisuus, jonka avulla kerättäisiin tietoa olemassa olevien rakennusten päästöistä ja lisättäisiin tietoisuutta korjaamisen ilmastovaikutuksista. (Hallituksen esitys eduskunnalle 2022; 26, 72.)

Historialliset arvorakennukset ovat suuressa rakennuskannassa poikkeus. Onko niiden ympäristövaikutuksilla merkitystä? Rakennustaiteellisten ja historiallisten arvojen takia ne varsin

oikeutetusti tullaan säilyttämään eikä niiden siksi soisi erottua myöskään ympäristöarvoiltaan huonoina esimerkkeinä. Pelsmakers (2022, 33) on esitellyt termiä kestämaton rumuus (the ugliness of unsustainability), jolla viitataan rakennukseen, jota aiemmin ihailtiin, mutta kestävä kehityksen vastaiset piirteet ovatkin muuttaneet sen rumaksi. Rakennus on saattanut edustaa esimerkiksi materiaalien ylikäyttöä, tuhlailevuutta, ihmisten riistoa jne. Arvorakennuksen pitäminen ikuisesti arvokkaana ei olekaan itsestään selvää, vaikka tyypillisesti tietyn iän saavuttuaan rakennusta on alettu pitää arvokkaana ja se on kenties saanut suojelustatusta. Säätytalon kohdalla, tai useimpien muiden ennen modernia aikaa rakennettujen rakennusten kohdalla, en usko kauneuden kääntyvän rumaksi. Ennemminkin tämän tason historialliset arvorakennukset luovat uskoa rakennusten pitkäikäisyyden mahdollisuudesta. Yksittäisen rakennuksen vaikutuksella ei ole maapallolle merkitystä, mutta esimerkin voima on tärkeä.



*Kuva 1 Säätytalon pääjulkisivu kohti länttä kesällä 2022*



## 1.2 Tutkimuskysymys, työmenetelmät ja työn rajaus

Diplomityöni tutkimuskysymykset ovat:

*Mitä erityistä rakennuksen korjaamisen hiilijalanjäljen laskemiseen liittyy?*

*Mitä vaikutuksia arvorakennuksen korjaustavalla on hiilijalanjälkeen?*

Lähestyn diplomityön aihetta restauroivan korjaamisen ja hiilijalanjäljen suunnista. Säätytalo on työn jälkipuoliskolla keskiössä. Diplomityön tekovaiheisiin lukeutuvat kirjallisuustutkimus, vapaamuotoiset mutta yksityiskohtaiset asiantuntijahaastattelut, numerotietojen keruu avoimista lähteistä ja asiantuntijoilta, kohderakennuksen suunnitteludokumentteihin perehtyminen ja hiilijalanjälkilaskenta.

Työn aihe on erittäin mieleinen. Se yhdistää itselle tuttua korjausrakentamista ja rakennusperinnön hoitoa ennestään vain pintapuolisesti tuttuun hiilijalanjälkilaskentaan. Senaatti-kiinteistöt hallinnoi merkittävää osaa Suomen arvorakennuksista ja Säätytalo on varmasti yksi hienoimmista. Diplomityön tilaaja on Senaatti-kiinteistöjen rakennuttajapäällikkö Selja Flink. Aihepiiri, Säätytalo kohteena ja jotkin diplomityön yleiset suuntaviivat ovat asettuneet ja rajautuneet Flinkin ja muiden sidosryhmien kanssa keskustellen. Diplomityön tekemiseen ja työnaikaisiin valintoihin on sallittu suurta liikkumavaraa ja vapautta.

Diplomityöni aiheen käsittely vaatii runsaasti rajauksia. Kun keskityn arvorakennuksen korjaamisen elinkaariarviointiin ja hiilijalanjälkilaskentaan, voin rajata uudisrakentamisen ja tyyppillisen korjausrakentamisen työstä pääosin pois. Myös kustannustarkastelu rajataan ulos. Työssä ei tehdä Säätytalolle kaiken kattavaa elinkaariarviointia eikä selvitetä sen kokonaishiilijalanjälkeä, vaan tutkitaan oleellisten korjauskokonaisuuksien korjaustapojen hiilijalanjälkeä. Säätytalon käytönaikainen energiankulutus on jätetty selvityksen ulkopuolelle, koska korjauskokonaisuuksilla ei ole siihen vaikutusta. Ympäristövaikutusten osalta keskityn ilmastoa lämmittävään vaikutukseen (GWP=Global Warming Potential) eli hiilijalanjälkeen. Muilla ympäristöindikaattoreilla tarkastelu on rajattu pois. Diplomityöhöni ei sisälly elinkaariarviointityökalujen vertailu, korjaussuunnittelu, rakennusmateriaalin valinta, rakennussuojelun laaja perustelu, rakennusten arvottaminen eikä Säätytalon laajamittainen esittely tai rakennushistoriallinen kuvailu.

## 1.3 Työn rakenne ja aineisto

Diplomityö jakautuu teoriaosuuteen ja soveltavaan osuuteen. Ensimmäisessä luvussa on esitelty diplomityön tausta, tavoitteet ja tutkimuskysymykset. Toisessa luvussa pyritään antamaan tausta ja teoria myöhemmissä luvuissa sovellettaville menetelmille. Heti luvun aluksi selvitetään hiilidioksidin, ympäristövaikutusten ja rakentamisen riippuvuuksia. Tämän jälkeen käsitellään arvorakentamisen korjaamiseen liittyviä seikkoja suojelun ja restauroinnin

näkökulmasta. Seuraavaksi kuvataan elinkaarianalyysin tekoa ja pureudutaan hiilijalanjäljen selvittämiseen ja erikoistapauksena arvorakennuksen korjaamisen hiilijalanjälkilaskentaan.

Kolmannessa luvussa kuvataan lyhyesti Säätytaloa arvorakennuksena ja sen korjaustarvetta. Luvussa määritellään Säätytalon kolme korjauskohdetta, joihin arviointi tarkennetaan. Neljännessä luvussa noudatetaan aiemmissä luvuissa esitettyä hiilijalanjäljen selvittämisen prosessia, määritellään laskennan tavoitteet ja arvioitavat tapaukset. Korjauskohteiden tapaukset lasketaan ja tulokset esitetään pääosin laskennan yhteydessä. Viidennessä luvussa on työn yhteenveto.



*Kuva 2 Satu Huuhka (Tampereen yliopisto), Olli-Paavo Koponen (Tampereen yliopisto), Mirikka Rekola (Senaatti) ja Selja Flink (Senaatti) Säätytalon porvariston salissa keväällä 2022.*

Diplomityöni merkittäviksi lähteiksi haluan mainita elinkaariarviointia käsittelevät standardit, Ympäristöministeriön ohjeet (2019 ja 2021), Häkkisen ja Kuittisen (2020), Huuhkan et al. (2021), Bertolinin ja Lolin (2018), Vilchesin et al. (2016), Simosen (2014), Helanderin et al. (1999) ja Säätytalon hankesuunnitelman (2022) laajan materiaalin. Varsinkin näistä lähteistä olen saanut sekä laajaa ymmärrystä aiheeseen että tarkkaa ja täsmällistä tietoa. Lähdeluettelo on kokonaisuudessaan työn lopussa.

Oleellista taustatietoa, näkökulmia, alan tuntemusta ja yksityiskohtaisia työvaihekuvauksia tarjosivat lukuisat keskustelut. Erityisesti haluan nostaa esiin seuraavat: Selja Flink Senaatti-kiinteistöiltä, Anni Hassi Rakennusentisöintiliike Ukrista, Tommi Nick Rakennus Oy Antti J. Aholasta ja Kati Winterhalter Arkkitehtitoimisto Okuluksesta. Kuva 2 esittää ohjaavia professoreja Satu Huuhkaa ja Olli-Paavo Koposta sekä Senaatin Mirikka Rekolaa ja Selja Flinkiä Säätytalon salissa.

## 2. KORJAAMISEN HIILIJALANJÄLKI

### 2.1 Hiilidioksidin ja rakentamisen yhteys

Suomen lakiin on kirjattu tiukka kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistavoite. Suomen kasvihuonekaasujen kokonaispäästöjä on vähennettävä vähintään 90 prosenttia vuoden 1990 tasosta vuoteen 2050 mennessä. Jotta alkaisimme toimimaan kiivaasti heti, on asetettu myös välitavoitteet, joiden mukaan jo vuonna 2035 on saavutettava hiilineutraalius. (Ilmastolaki 423/2022 2§.) Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin Ipcc:n (2022, 15) mukaan ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät jo, ja lähimpien vuosien aikana tehtävillä toimilla on suuri merkitys. Nyt on ilmastohätätila!

Jotta voisimme toimia ilmastonmuutoksen hillitsemiseksi, on meidän ymmärrettävä kasvihuonekaasujen syntyperiaatteet ja miten niiden määrään voi vaikuttaa. Tämän luvun aluksi kuvataan rakentamisen ja korjausrakentamisen yhteyttä kasvihuonekaasupäästöihin, minkä jälkeen esitetään rakennuksen elinkaariarvioinnin menetelmä ja tarkastellaan arvorakennuksen korjaamisen hiilijalanjälkilaskentaa.

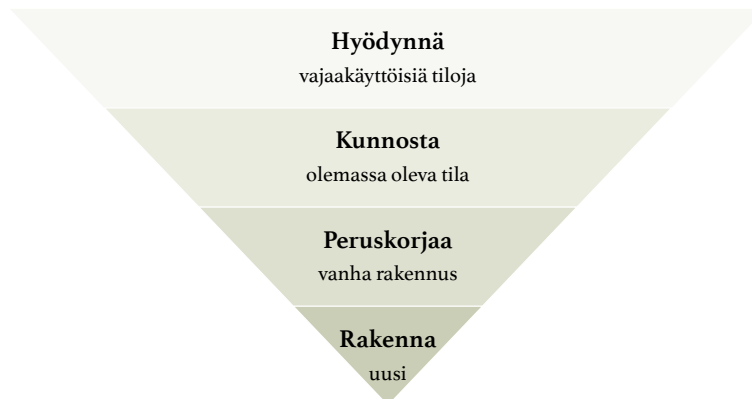
Kasvihuonekaasuilla on ilmastoa lämmittävä ominaisuus ja hiilidioksidi on merkittävin kasvihuonekaasu. Kasvit muodostavat yhteyttäessään hiilidioksidista ja vedestä sokereita ja samalla vapautuu happea. Sokereita kasvit käyttävät energiana ja omina rakennusaineinaan. Hiilidioksidin hiili sitoutuu kasveihin. Kun esimerkiksi puuta poltetaan, hiili reagoi palamisreaktiossa hapen kanssa ja samalla syntyy hyödyllistä energiaa ja vapautuu hiilidioksidia. (Lambers 2022.)

Hiilidioksidin lämmityspotentiaali GWP (Global Warming Potential) on arvoltaan yksi. Helppomman vertailtavuuden vuoksi kaikki muut kasvihuonekaasupäästöt muutetaan yhteismittaisiksi hiilidioksidiekvivalentin (CO<sub>2</sub>e) avulla ja ne voidaan ilmoittaa vapautuneina hiilidioksidiekvivalenttikiloina, kg CO<sub>2</sub>e. Eri kaasujen GWP-arvoja ovat esimerkiksi Hiilidioksidi 1, Metaani 28, Dityppioksiduuli 265, Difluorimetaani 677 ja Tetrafluorietaani 1300. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 15–16.) Standardin SFS-EN 15978 (2012, 43) mukaan Ilmaston lämpenemispotentiaali (GWP) eli hiilijalanjälki on vain yksi ympäristövaikutusindikaattori. Muita indikaattoreita ovat esimerkiksi otsonikatopotentiaali, rehevöitymispotentiaali jne.

Rakentamiseen ja rakennusten käyttämiseen liittyvien päästöjen osuus kaikista ihmisen aiheuttamista päästöistä on merkittävä. Rakentamiseen liittyvistä päästölähteistä kaksi suurinta ovat rakennusmateriaalien valmistus ja rakennusten lämmittäminen. Uudisrakentaminen muodostaa rakentamisen materiaalikulutuksesta suuren osan. Huuhkan et al. (2021, III) mukaan uusien energiatehokkaiksi suunniteltujen rakennusten ilmastohyödyt eivät realisoidu

ilmastonmuutoksen näkökulmasta kyllin nopeasti. Häkkinen ja Kuittinen (2020, 80) kuten myös Wise, Moncaster, Jones ja Dewberry (2019, 6) korostavat juuri nyt tehoavien keinojen ja juuri nyt syntymättä jäävien päästöjen tärkeyttä. Uudisrakentamisen välttäminen olemassa olevaa rakennuskantaa käyttämällä on välittömästi tehoava ilmastoteko (Huuhka et al. 2021,III), kuten myös käytönaikaisen energiakulutuksen pienentäminen. Karkeasti sanottuna käytönaikaisen energiankulutuksen pieneneminen tapahtuu rakennusmateriaalin määrää kasvattamalla, mikä nostaa rakennusmateriaalien osuutta kokonaisuudesta.

Rakennuksen elinkaariarviointi ja sitä kautta rakennukselle selvitettävä hiilijalanjälki on keino ymmärtää rakentamisen päästöjä ja myös mahdollisuus alkaa vaikuttaa niihin. Korjatun rakennuksen käytönaikainen hiilijalanjälki on tyypillisesti suurempi kuin vastaavan uudisrakennuksen (Huuhka et al. 2021, 24–25). Itse korjaustyöllä on myös negatiivinen ilmastovaikutus. Ruggierin et al. (2012) korostavat korjaustyöllä materiaaleineen olevan ilmastolle negatiivinen vaikutus, mutta korjatun ja mahdollisesti energiatehokkaamman rakennuksen käyttämisellä voi olla lähtötilannetta pienempi ilmastovaikutus. Joka tapauksessa uudisrakentamisen välttäminen vanhaa korjaamalla on yleisesti hyvää resurssien käyttöä. Peukalosääntöjä vähähiilisempään rakentamiseen Häkkinen ja Kuittinen (2020, 179) listaavat alla olevan kuvan 3 mukaisesti: hyödynnä vajaakäyttöisiä tiloja, kunnosta olemassa oleva tila, peruskorjaa vanha rakennus ja vasta sitten rakenna uusi.



*Kuva 3 Vähähiilisen rakentamisen hierarkia (mukaiillen Häkkinen ja Kuittinen 2020, 179)*

Hallituksen esityksessä eduskunnalle (2022, 26) rakentamislakiluonnos velvoittaisi uudisrakentamisen pitäytymään ilmastovaikutusten myöhemmin asetettavissa raja-arvoissa ja korjausrakentamishankkeen selvittämään ja esittämään ilmastovaikutuksensa. Tavoitteena on ohjata rakennuksia ilmastovaikutusta alhaisemmaksi. Ilman raja-arvoja, jo pelkkä ilmastaselvityksen laatimisvelvoite toisi sekä uudis- että korjausrakentamishankkeen ilmastovaikutukset näkyväksi ja ohjaisi hankintoja ja suunnittelua oikeaan suuntaan. Korjausrakentamisen osalta merkittävä päästövähennyspotentiaali syntyy nykyisin olemassa olevien rakennusten elinkaaren pidentämisestä. (Hallituksen esitys eduskunnalle 2022, 70–72.)

Koko Suomen hiilidioksidipäästöt olivat 47 700 kt (kilotonnia) vuonna 2021 ja 55 100 kt vuonna 2017 (Suomen virallinen tilasto 2021). Näistä rakentamiseen ja rakennusten käyttöön liittyvän hiilidioksidipäästön osuus oli yli neljänneksen, 15 400 kt vuonna 2017. Tästä lähes 13 000 kt syntyi käytönaikaisesta energian kulutuksesta ja noin 2 000 kt rakennusmateriaalien valmistuksesta (Laine et al. 2020, 57). Käyttövaiheen energiankulutus muodostaa siis merkittävän osan Suomen koko rakennuskannan hiilijalanjäljestä. Ymmärrettävästi koko olemassa oleva rakennuskanta elää käyttövaihettaan ja 1970- ja 1980-lukujen kiivaiden rakentamisvuosikymmenten (Laine et al. 2020, 7) talot hallitsevat tilastoa.

Rakennuksen elinkaariarviointi, jota myöhemmissä luvuissa käsitellään enemmän, on keskeinen tapa tarkastella rakennuksen päästöjä. Kuten edellä jo todettiin, rakennusmateriaalit ja lämmitys ovat merkittäviä päästölähteitä. Ilmastohätätilassa on oleellista puuttua niihin seikkoihin, joilla saadaan suurimmat ilmaston kannalta positiiviset vaikutukset. Arvovalinnoista riippuen myös ihmisen ja rakennetun kulttuuriperinnön vaaliminen on huomioitava. Arvojen ristivedossa eläminen ei ole yksiselitteistä ja myöhemmissä luvuissa arvioidaan, onko rakennusten käyttäminen, ylläpito ja korjaaminen ristiriidassa ympäristöarvojen kanssa.

## 2.2 Arvorakennuksen korjaaminen

### Arvorakennus ja sen korjaamisen erityispiirteitä

Arvorakennuksessa on tunnistettu erityisiä arkkitehtonisia, rakennushistoriallisia, rakennusteknisiä tai -taiteellisia arvoja. Rakennuksen arvot on tunnistettu arvottamalla sen piirteitä kriteerien kuten tyypillisyyden, harvinaisuuden, kulttuurihistorialliset kerrokset, säilyneisyys ja alkuperäisyys perusteella. (Kulttuuriympäristömme 2022.) Tässä diplomityössä arvorakennus esiintyy pääosin suojeltuna rakennuksena. Arvorakennuksen korjaamisessa kiinnitetään erityistä huomiota sen arvojen tutkimiseen, tunnistamiseen ja säilyttämiseen, mikä usein johtaa hienovaraisiin korjaustoimenpiteisiin. Tällöin aletaan käyttää termejä kuten restaurointi ja konservointi.

Jensen et al. (2017, s. 232–233) esittävät korjausrakentamisen eroavan uudisrakentamisesta lukuisista yhtenevyyksistä huolimatta. Lähtökohta on erilainen, koska on jo olemassa rakennus, jonka ominaisuudet, kunto ja arkkitehtuuri tulee huomioida. Olemassa oleva arkkitehtuuri rajoittaa mahdollisten suunnitteluratkaisujen määrää varsinkin suojeltujen rakennusten kohdalla mutta myös ruokkii suunnittelua. Alkuperäisten suunnitelmien ja todellisten rakenteiden erot paljastuvat vasta rakenneavauksissa. Korjattavan rakennuksen käyttäjät ovat useissa tapauksissa tunnettuja ja heidän kokemuksiaan ja näkemyksiään tulee hyödyntää suunnittelussa ja korjaamisessa. Heitä tulee myös informoida hyvin. (Jensen et al. 2017, s. 232–233.)

Koska korjattavalla rakennuksella on jo jokin laadullinen ja toiminallinen lähtötaso, joita säilytetään tai jota parannetaan, on mahdollista verrata lähtötilannetta ja lopputilannetta. (Jensen et al. 2017, s. 232–233.)

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 17 luvun ja 117 pykälän mukaan rakentamiselle asetetuissa vaatimuksissa: ”Korjaus- ja muutostyössä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet sekä rakennuksen soveltuvuus aiottuun käyttöön. Muutosten johdosta rakennuksen käyttäjien turvallisuus ei saa vaarantua eivätkä heidän terveydelliset olonsa heikentyä”. Lain mukaan on myös huolehdittava siitä, ettei historiallisesti tai rakennustaiteellisesti arvokkaita rakennuksia tai kaupunkikuvaa turmella (MRL 2:118 §).

Korjaushankkeessa korjaamisen tavoitteet tulee selvittää, jotta osataan tehdä oikeat päätökset ja mitoittaa toimenpiteet oikein. Tavoitteiden lähtökohta voi olla sosiaalinen, kulttuurillinen, taloudellinen tai ympäristövaikutteinen. Usein tavoitteet ovat usean lähtökohdan yhdistelmä.

### **Restaurointi**

Kulttuuriympäristömme (2022) esittää restauroinnin tai entistämisen olevan korjaamista, joka tähtää rakennettuun ympäristöön tai rakennukseen sisältyvien antikvaaristen ja arkkitehtonisten arvojen ylläpitämiseen. Restauroivassa korjauksessa käytetään konservoivia toimenpiteitä. (Kulttuuriympäristömme 2022.) Museovirasto (1997, 13) määrittelee restauroinnin olevan korjaamista, jossa kiinnitetään erityistä huomiota kulttuurihistoriallisiin arvoihin ja vanhaan rakennustapaan. Restaurointiin kuuluu valikoima konservoivia, rekonstruoivia ja entistäviä toimenpiteitä (Museovirasto 1997, 13).

Korjaustaito.fi (2022) mukaan restauroinnin ensisijaisena tavoitteena on kohteen ja sen ominaisuuksien sekä kulttuurihistoriallisten arvojen säilyttäminen ja esiintuominen. Restaurointi perustuu kohteen tuntemiseen ja tutkimiseen. Oleellista on dokumentoida, tunnistaa ja säilyttää rakennuksen merkitys, historia, käytetyt materiaalit, tekniikat ja rakennustavat. Restaurointi painottuu yleensä säilyttävään korjaamiseen ja kunnostamiseen, mutta hankkeeseen voi sisältyä myös konservoivia, rekonstruoivia ja ennalleen palauttavia toimenpiteitä ja jopa paikallisia muutoksia ja uudisrakentamista, kunhan ne palvelevat restauroinnin tavoitetta. (Korjaustaito.fi 2022)

Lehtisen (2019, 14) mukaan restauroinnin periaatteisiin kuuluvat mm. hoidon, käytön ja jatkuvuuden ylläpitämisen lisäksi huolellinen perehtyminen kohteeseen, tietojen ylläpitäminen, asiantunteva suojelu ja suunnittelu sekä harkitsevuus korjaamisessa. Myös rakennustavan, arkkitehtuurin, ominaisuuksien ja kestävyysperiaatteiden vaaliminen sekä kokonaisuuksien ymmärtäminen nousevat esiin. Restauroitavan kohteen arvojen edessä rakennuksen

käyttö, muutokset ja lisäykset sopeutuvat (Lehtinen 2019, 14.). Kailan (1997, 14) sanoin: ”Mitä vähemmän tehdään, sitä enemmän antiikkiarvoa rakennuksessa säilyy.”

### **Peruskorjaus ja perusparannus**

Muutaman vuosikymmenen välein useimmille rakennuksille tehdään peruskorjaus, jossa yhdellä kertaa korjataan tai uusitaan monia rakennuksen osa-alueita esimerkiksi vesijohdot ja ilmanvaihto. Arvorakennuksen peruskorjaukseen yhdistyy usein restaurointimenetelmät. Kulttuuriympäristömme (2022) määrittelee peruskorjauksen olevan suhteellisen suurena hankkeena toteutettavaa korjausrakentamista, jossa voidaan korjata esimerkiksi rakennusta, sen osia, taloteknisiä järjestelmiä tai laitteita. Tilastokeskuksen (2022) määritelmän mukaan peruskorjauksessa rakennus tai tila korjataan yhtä hyväksi kuin se oli uutena.

Perusparannuksessa sen sijaan kohteen laatutaso nostetaan Kulttuuriympäristömme (2022) mukaan olennaisesti alkuperäistä paremmaksi. Hankkeessa voidaan esimerkiksi parantaa rakennuksen energiataloutta, liittää rakennus vesi- ja viemäriverkkoon tai varustaa se hisseillä tai uudenaikaisella tietotekniikalla. Tilastokeskuksen (2022) määritelmä on yhtenevä todeten perusparannuksen olevan toimenpide, jolla ylitetään rakennuksen aikaisempi laatu ja arvo (Tilastokeskus 2022).

### **Kunnossapito ja työmaa-aikainen suojaaminen**

Jo mainittujen korjaamiseen liittyvien termien lisäksi korjaamisella voidaan tarkoittaa myös ilmaantuneen vian korjaamista ja kunnossapitoon liittyviä töitä. Kunnossapito on kiinteistön ylläpitoa, jossa kohteen ominaisuudet säilytetään uusimalla tai korjaamalla vialliset ja kulu-neet osat kohteen laatutason muuttumatta. (Kulttuuriympäristömme 2022).

Korjausrakentamisessa ja varsinkin arvokohteen korjaamisessa on työmaanaikaisella suojaamisella suuri merkitys. Vanhojen pintojen ja rakenteiden säilyttäminen vaalii rakennustaiteellisia arvoja ja historian kerrostumia. Museoviraston (2003, 4) mukaan suojaaminen mahdollistaa rakennushistoriallisesti merkittäviksi arvioitujen ominaispiirteiden säilyttämisen myös konkreettisen työmaavaiheen aikana. ”Rakennustyöstä syntyneet kolhut ja vauriot eivät ole patinaa”. Pinnat ja osat suojataan esimerkiksi rakennustelinein, suojalevyin, muovein ja pehmustein (Museovirasto 2003).

## Korjaamisen ja rakennussuojelun ympäristövaikutukset

Olemassa olevan rakennuksen säilyttämistä ja korjaamista pidetään yleisesti uudisrakentamista vähemmän ympäristöä kuormittavana (Huuhka et al. 2021, III). Tästä huolimatta korjaamisessakin tulee huomioida ympäristö. Korjaamisen yhteydessä mahdollisesti tehtävät purkutoimet ja purkujätteen heikko uudelleenkäytettävyys johtavat materiaaleihin varastoituneen hiilen vapautumiseen. Purkamisen lisäksi uusien materiaalien valmistus, kuljetus ja asennus tuottavat vaikutuksia. Korjaaminen saattaa tuottaa myönteisiä ympäristövaikutuksia vähentämällä rakennuksen veden, lämmön tai sähkön kulutusta. Historiallisen, suojellun tai muuten tunnustettuja arvoja sisältävän rakennuksen korjaamisessa ei pystytä tekemään päätöksiä vain rakentamistaloutteen tai ympäristövaikutuksiin perustuen, vaan huomioitavia näkökulmia on lukuisia.

Huuhka et al. (2021, 24–25) myöntävät korjatun rakennuksen kuluttavan enemmän lämmitysenergiaa kuin vastaava uudisrakennus. Sekä Huuhka et al. (2021) että Ruggierin et al. (2012) toteavat kuitenkin, että korjatun rakennuksen energiankulutus voi olla lähtötilannetta pienempi, joskin korjaustyöstä ja korjausmateriaaleista syntyy hiilipiikki. Huuhkan et al. (2021, 23) mukaan korjaamisen päästö vaihtelee merkittävästi ja määräytyy rakennuksen vaurioituneisuuden, riskirakenteiden ja toiminnallisten muutosten perusteella. Korjaamisen hiilipiikki vaihtelee välillä 10–70 % ja on tyypillisesti 30 % uudisrakentamisen vastaavasta. (Huuhka et al. 2021, 23)

Huuhka et al. (2021, 115) tunnistivat rakennuksen ominaispiirteet säilyttäviin vähähiilisiin korjaustapoihin ja niiden kannustimiin liittyvän merkittävän tutkimustarpeen. Samoin Loli ja Bertolin (2018, 10–12) ovat havainneet aukkoja historiallisten rakennusten korjaamisen ympäristövaikutuksien tutkimuksessa, varsinkin Skandinaviassa. Restaurointiperiaatteita kunnioittavalle ja ympäristöarvoja ymmärtävälle toiminnanohjaustavalle on ilmiselvästi tarve. Paschoalinin ja Isaacsin (2020, 604) mukaan kulttuurihistoriallisten kohteiden ympäristövaikutuksien tutkimuksessa kokonaisuuden tarkastelu jää usein puuttumaan ja vallalla on yksipuolinen käytönaikaisen energian säästönäkökulma. Tämän rinnalla varsinaisen kunnostusprosessin ympäristövaikutuksiin ei laiteta kylliksi painoa. (Loli ja Bertolin 2018, 10–12.) Saman on huomannut Hu (2021) ja toteaa, että esimerkiksi uusittavat eristeet, ovet, ikkunat ja talotekniikka sekä niihin uponneet päästöt jäävät huomiotta. Yksipuolisuuden sijasta tulisi tarkastella materiaalipäästöjen ja käytönaikaisten päästöjen yhteisvaikutusta. (Hu 2021, I.)

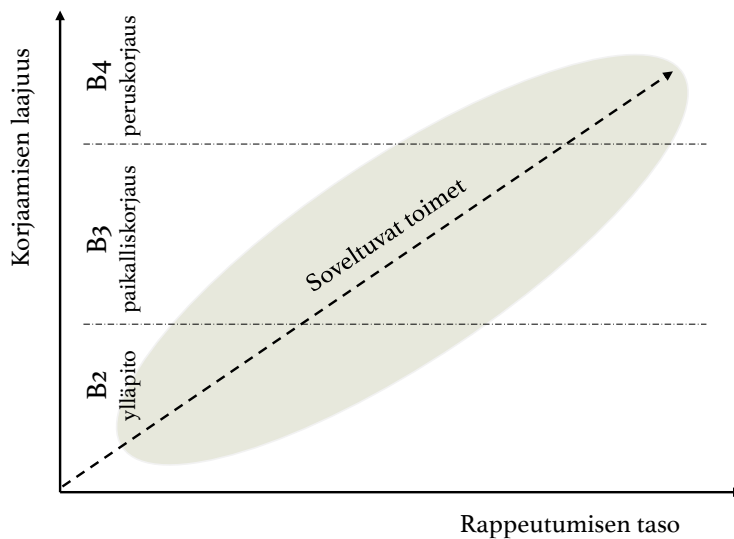
Historiallisten kohteiden ympäristövaikutuksiltaan kevyitä ja samalla restaurointiperiaatteiden mukaisia tavoitteita voisivat olla Lolin ja Bertolinin (2018, 10) mukaan mahdollisimman vähäinen kajoaminen alkuperäiseen materiaaliin, uuden ja vanhan materiaalin paras yhteensopivuus ja tehtyjen muutosten ennallistettavuus. Rakennuksen arvoja kunnioittavien korjaustapojen kehittämisen tuloksena voisi olla pienempi ympäristökuorma. Varastoituneen



hiilen määrä olisi suurempi, korjaamiseen liittyvää purkujätettä syntyisi vähemmän ja jopa rakennuksen elinkaari voisi olla pidempi. Avun toisi monialainen yhteistyö, joka kehittää rakennuksen arvojen suojelua ja mahdollistaisi myös elinkaariarvioinnin ja materiaalien uudelleenkäytön ja pienemmän hiilijalanjäljen. (Loli ja Bertolin 2018, 10–11.)

Ympäristönäkökulmalla ja rakennussuojelulla on keskenään eri tavoitteet, mutta niiden lopputulokset voivat olla toisiaan lähellä. Niinisen (2022) mukaan säilyttävällä korjaamisella voidaan yhdistää ekologiset ja kulttuurihistorialliset arvot. Bertolin ja Loli (2018, 301) korostavat, että elinkaariarviointi on hyödyllinen myös historiallisten rakennusten kohdalla. Rakennusten säilyttämistä korostavasta näkökulmasta mahdollisuuksia ovat kajoamisen oikean syvyyden ja korjausajankohdan oikea-aikaisuuden tunnistaminen sekä soveltuvan rakennusmateriaalin laadun kohottaminen. Ympäristökuorman keventämistä korostavasta näkökulmasta mahdollisuuksia ovat esimerkiksi pienin mahdollinen puuttuminen, materiaalien uudelleenkäyttö ja uusiutuvan energian valinta. (Bertolin ja Loli 2018, 301.) Rakennussuojelun ja ympäristönäkökohtien tavoitteet eivät siis ole ristiriidassa toistensa kanssa.

Huuhka et al. (2021, 115) ovat tunnistaneet ylikorjaamista, joka on vastoin sekä päästötavoitteita että kulttuurihistoriallisten arvojen säilyttämistä. Bertolin ja Loli (2018, 298) ovat esittäneet keinoja rakennuksen restaurointitavoitteiden ja vähähiilisyiden yhdistämiseksi. Kuva 4 esittää kajoamisen syvyyden rakennuksen rappeutumistason funktiona. Kajoamisen syvyys tulisi olla sitä hennompi mitä parempi on rakennuksen kunto. Bertolin ja Loli (2018, 298) nimeävät kajoamisen vähäisimmän tason kunnossapidoksi, keskittason paikalliskorjaukseksi tai osien vaihdoksi ja korkeimman tason laajamittaiseksi korjaukseksi. Valitsemalla oikean mittaluokan toimenpiteet vältetään ylikorjaamista, minimoidaan korjaamisen päästöt ja säilytetään suurin mahdollinen määrä vanhaa autenttista rakennusmateriaalia (Bertolin ja Loli 2018, 299).



Kuva 4 Korjaamisen laajuuden ja rakennuksen rappeutumisen suhde (mukaiillen Bertolin ja Loli 2018, 299)

Historiallisten rakennusten säilyttävän korjaamisen positiiviset ympäristövaikutukset ovat olleet Reddenin ja Crawfordin (2021, 67) mukaan vaikeasti mitattavissa. Elinkaariarvioinnin avulla erilaisten korjaustapojen vertaaminen on kuitenkin mahdollista. Säilyttävän korjaamisen vertaaminen tyypilliseen korjaustapaan eli uudistavaan korjausrakentamiseen, on myös tehtävissä. Vertailua vaikeuttaa edelleenkin historiallisten rakennusten korjaustapoihin liittyvän datan ja rakennusmateriaalien elinkaaritietojen niukka saatavuus. (Redden ja Crawford 2021, 67.)

Päästöjen vähentämisen näkökulmasta rakennuksen korjaamisen keinoja voivat olla esimerkiksi rakennuksen vaipan eristävyysparantaminen, lämmön talteenotto, vähäpäästöisen lämmitysenergian valinta, rakennuksen elinkaaren päättymättömyyden ylläpito. Osa keinoista soveltuu arvorakennukselle paremmin kuin toiset, eikä mikään ole hyväksi ilman oikeaa perehtyneisyyttä, materiaalivalintoja ja taitavaa suunnittelua. Lisäeristämällä voidaan saada nopeasti realisoituvia ilmastohyötyjä, mutta sitäkin on tutkittava osana kokonaisuutta. Ruggierin et al. (2012) mukaan julkisivuja muuttava lisäeristäminen on ilmastovaikutuksiltaan kaikkein edullisinta, mutta suojelunäkökulmasta väärä. Rieser et al. (2021) tuovat esiin ilmanvaihdon merkittävyyden historiallisten rakennusten korjausrakentamisessa ja korostavat myös rakennuksen arvojen, sisäilmanlaadun ja ilmatiiviuden huomiointia.

Tässä alaluvussa pohdittiin arvorakennuksen korjaamiseen liittyviä seikkoja. Olemassa olevien rakennusten käyttäminen uusien rakentamisen sijaan on ympäristön kannalta ensisijaista. Korjaaminen kunkin rakennuksen arvojen mukaisesti ja vain tarvittavassa laajuudessa on olennaista samalla kun pyritään elinkaaren pidentämiseen. Seuraavassa alaluvussa syvennytään elinkaariarviointiin, jonka avulla on mahdollista selvittää uuden tai käytössä olevan rakennuksen hiilijalanjälki koko elinkaaren ajalta.

### 2.3 Rakennuksen elinkaari ja hiilijalanjäljen laskenta

Rakennuksen elinkaaren aikana synnytettyjen kasvihuonekaasupäästöjen summa muodostaa rakennuksen hiilijalanjäljen. Tässä alaluvussa kuvataan rakennuksen elinkaaren määrittely ja rakennuksen koko elinkaaren hiilijalanjälki selvittäminen. Vanhan rakennuksen korjaamisen yhteydessä tehtävää hiilijalanjälkilaskentaa käsitellään myöhemmin omassa alaluvussaan.

Elinkaariarvioinnissa esitetään tuotteen, tai tässä tapauksessa rakennuksen elinkaaren, kaikki ympäristövaikutukset. Alla olevassa kuvassa 5 näytetään standardin SFS-EN 15978 (2012, 43) esittämä ja Ympäristöministeriön (2019) täydentämä listaus ympäristövaikutusten indikaattoreista. Näistä eniten käytetty on listan ensimmäinen Ilmaston lämpenemispotentiaali (GWP), jota nimitetään myös hiilijalanjäljeksi. Tässä diplomityössä keskitytään hiilijalanjälkeen ja rajataan muut indikaattorit jatkotutkimusaiheeksi. Tässä ilmastovaikutuksista käytetään myös yleistä nimitystä päästöt.

Ympäristövaikutuksista puhuttaessa on hyvä pitää mielessä, että ympäristö ei ole vain luonto ihmisen luoman ympäristön ulkopuolella. Ihminen ja ihmisen rakennukset ovat osa monimutkaista ekologista, sosiaalista ja ekonomista järjestelmää (Simonen 2014, 1). Ympäristövaikutusindikaattoreilla mitattavat muutokset vaikuttavat siis mitä suuremmissa määrin ihmisten elämään. Simonen (2014, 7) lisää indikaattorien joukkoon vielä haitallisuuden ihmisen terveydelle.

Luokka	Yksikkö
<i>Ilmaston lämpenemispotentiaali (GWP). Hiilijalanjälki . . . . .</i>	<i>Hiilidioksidiekvivalentti</i>
<i>Otsonikatopotentiaali (OPD) . . . . .</i>	<i>Trikloorifluorimetaaniekvivalentti</i>
<i>Valokemiallinen otsoninmuodostuskyky (POCP) . . . . .</i>	<i>Etyleeniekvivalentti</i>
<i>Happamoitumispotentiaali (AP) . . . . .</i>	<i>Rikkidioksidi ekvivalentti</i>
<i>Rehevöitymispotentiaali (EP) . . . . .</i>	<i>Fosfaattiekvivalentti</i>
<i>Ei-fossiilisten luonnonvarojen abioottinen ehtyminen (ADPe) . . . . .</i>	<i>Antimoniekvivalentti</i>
<i>Fossiilisten luonnonvarojen abioottinen ehtyminen (ADPf) . . . . .</i>	<i>MJ</i>
<i>Primäärienergian kokonaiskulutus (PEtot) . . . . .</i>	<i>MJ tai kWh</i>
<i>Uusiutuvien vaihtoehtoisten polttoaineiden käyttö (Sec) . . . . .</i>	<i>MJ tai kWh</i>

*Kuva 5 Yleisimmät ilmastoindikaattorit (SFS-EN 15978, 2012, 43)*

Elinkaariarvioinnin tekemisen taustalla on tahto vähentää rakentamisen ympäristökuormaa. Arviointi itsessään ei vähennä päästöjä, mutta se lisää tietoa, jonka perustella voidaan tehdä ympäristövaikutuksiltaan tunnettuja valintoja. Arvioinnista saa mitattavia ja ainakin teoriassa vertailtavia tuloksia, joita voidaan käyttää päätöksenteon tukena läpi toimitusketjun (Simonen 2014, 8). Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on Häkkisen ja Kuittisen (2020, 74–76) mukaan useita syitä tuntea ja selvittää rakennuksen elinkaaren vaikutukset. Ulkoisiksi syiksi mainitaan lakisääteisyys, joka joissain tapauksissa tulee olemaan rakennusluvan saamisen ehto. Sisäisiä syitä voivat olla vapaaehtoisen vihreän rakentamisen sertifikaatin hakeminen, suunnitteluryhmän, sijoittajan tai rakennuttajan tahtotila, suunnittelukilpailuvaatimukset yms. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 74–76.) Syy, jonka takia arviointi tehdään, vaikuttaa arvioinnin tekotapaan ja tarkkuuteen.

Elinkaariarviointia ohjataan yleisillä eurooppalaisilla standardeilla, joista on olemassa myös Suomen Standardoimisliiton SFS:n vahvistamia kansallisia standardeja. Standardi SFS-EN 15643 (2021) luo pääperiaatteet ja vaatimukset sosiaalisesti, ekologisesti ja taloudellisesti kestäväälle rakentamiselle ja rakennuksen koko elinkaarelle. Varsinaista elinkaariarviointiprosessia ohjaa standardi SFS-EN 15978 (2012), joka määrittelee kestävään rakentamiseen liittyen



Käyttövaihe (B1–B7) sisältää päästöt, jotka muodostuvat rakennuksen käytön aikana. Siihen sisältyvät kunnossapidon, korjauksen, osien vaihdon ja laajamittaisen korjauksen vaikutukset, kuten myös käyttösidonnaisen energian ja veden käytön päästöt. (SFS-EN 15978, 2012, 21.)

Purkuvaiheen (C1–C4) päästöt muodostuvat rakennuksen purkamisesta, siihen liittyvistä kuljetuksista, purkujätteen käsittelystä ja loppusijoituksesta. Hiilijalanjäljen selvittämisessä tulee huomioida myös joitain elinkaaren ulkopuolisia vaikutuksia (D). Näitä ovat uudelleenikäytön, energiana hyödyntämisen ja kierrätyksen arvioitavat nettovaikutukset. (SFS-EN 15978, 2012, 21.)

Elinkaariarviointi voidaan tavoitteista riippuen rajata sisältämään vain jotkin elinkaaren vaiheet. Yleisimmille rajauksille on annettu nimetkin: kehdosta tehtaan portille, kehdosta hautaan, kehdosta kehtoon. Kuva 6 esittää nämä rajaukset alareunassaan.

## Laskenta ja tulokset

Tulokset esitetään kokonaishiilijalanjäljen ohessa elinkaaren vaiheittain ja esimerkiksi tuoteryhmittäin tai rakenneosakokonaisuuksittain. Myös tuotesidonnaisen ja käyttösidonnaisen energiankulutuksen hiilijalanjäljet kannattaa esittää eriteltynä. Arvioinnin käynnistänyt syy ja käynnissä oleva rakennushankevaihe ratkaisevat viime kädessä, miten tulokset kannattaa esittää. (Häkkinen ja Kuittinen 2020; 77, 82, 83). Lopputulos ja osatulokset ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalenttipainona, joka tarvittaessa voidaan jakaa rakennuksen lämmitetyllä nettopinta-alalla ja tarkastelujakson pituudella, jolloin hiilijalanjäljen yksikkö on  $\text{kg CO}_2\text{e} / \text{m}^2 / \text{a}$ . Elinkaariarvioinnin oikeaa tulosmittaria käsitellään lisää jäljempänä. Kuvassa 7 on esitetty kaikki yhteenlaskettavat tekijät, joista hiilijalanjälki muodostuu.

<b>Yhteenlaskettavat</b>	<b>Selitys: Kasvihuonekaasupäästöt, jotka syntyvät vaiheissa:</b>
<i>GWP valmistus</i>	<i>Raaka-aineiden hankinta A1, kuljetus A2, tuotteiden valmistus A3</i>
<i>GWP vaihdot</i>	<i>Tuotteiden vaihdot B4</i>
<i>GWP jätteenkäsittely</i>	<i>Jätteen käsittely rakennustyömaalta A5, tuotteiden vaihdosta B4, purkutyömaalta C3</i>
<i>GWP loppusijoitus</i>	<i>Purkujätteen loppusijoitus C4</i>
<i>GWP kuljetus</i>	<i>Tehtaalta työmaalle A4, Purkupaikalta jätteenkäsittelyyn C2</i>
<i>GWP työmaa</i>	<i>Energian kulutus rakennustyömaalla A5, tuotteiden vaihdossa B4, purkutyömaalla C1</i>
<i>+ GWP käyttöenergia</i>	<i>Käytönaikainen energia B6</i>
<b>HIILIJALANJÄLKI</b>	

Kuva 7 Hiilijalanjälki muodostuu laskemalla yhteen elinkaaren kaikki kasvihuonekaasupäästöt (Ympäristöministeriö 2021, 16)

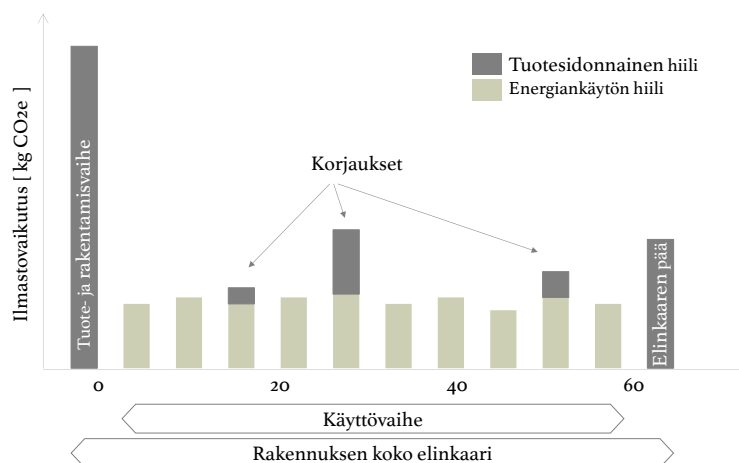
Aiemmin esitetyt vaihekohtaiset vaikutukset lasketaan kuvan 8 esittämällä tavalla yksinkertaisesti kertolaskukaavoilla (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 82), joissa yksiköiden määrä kerrotaan yksikön päästökertoimella. Kertolasku tulee suorittaa kunkin tuotteen ja työvaiheen kohdalla.

Tuotteen hiilijalanjälki	= materiaalin massa	x materiaali-kohtainen päästökerroin
Energian hiilijalanjälki	= ostoenergian määrä	x energiamuoto-kohtainen päästökerroin
Kuljetuksen hiilijalanjälki	= rahtietäisyys	x kuljetusmuodon kilometri-kohtainen päästökerroin
Rakennustyön hiilijalanjälki	= kulutettu energia	x energiamuoto-kohtainen päästökerroin

Kuva 8 Yksiköiden määrä kerrotaan yksikkökohtaisella päästökertoimella (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 82)

## Tarkastelujakso

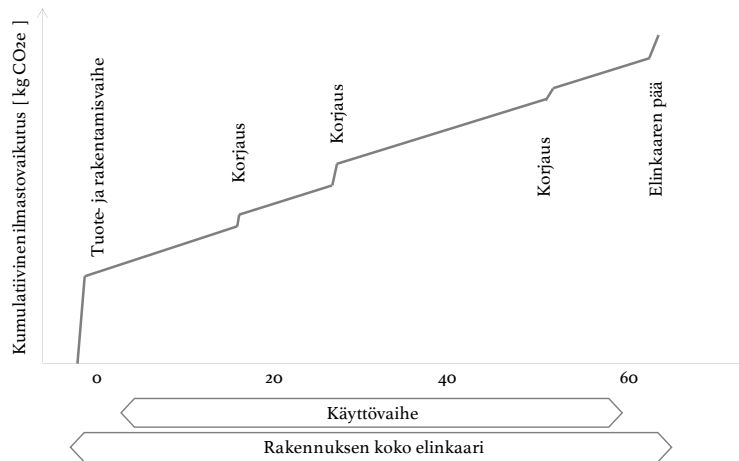
Elinkaariarvioinnille määritellään tarkastelujakso, jonka ajalle syntyneet tai syntyvät ympäristövaikutukset jaetaan. Tarkastelujakson pituutta ei pidä sekoittaa rakennuksen ikään tai arvioituun käyttöikään. Kuten kuva 9 alla esittää, käytönaikainen energia jakautuu toteuman mukaisesti tarkastelujakson vuosille, kun taas rakennusmateriaalien ja rakentamisen vaikutukset konkretisoituvat pääosin jo ennen käyttövaihetta. Toinen tapa tarkastella vaikutuksia on jakaa myös alkuvaiheiden vaikutukset tarkastelujakson vuosille.



Kuva 9 Rakennuksen elinkaaren aikaiset päästöt eivät jakaudu ajan suhteen tasaisesti (mukaillen Leti 2020, 105)

Vielä yksi tapa esittää tulokset on summata ne kumulatiivisesti aikajanalla kuvan 10 esittämällä tavalla. Tämä tapa on Huuhkan et al. (2021, 34) mukaan pätevä tapa verrata korjaamista ja purkavaa uudisrakentamista, koska päästöjen syntyajankohta tulee selvästi esiin.

Elinkaariarviointi perustuu kunkin rakennusosan ja materiaalin käyttöikänsä, jonka aikana tuote täyttää sille asetetut vaatimukset (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 132–133). Modernin rakentamisen maailmassa rakennusosa tulee vaihtaa käyttöikänsä päätteeksi ja se saatetaan rakennuksen elinkaaren aikana vaihtaa lukuisia kertoja. Rakennustuotteille on määritelty taulukko- tai valmistaja-arvoina suuntaa antavat käyttöiät. Kaupallisten tuotevalikoimien ulkopuolella ikä voi olla vaikeampi määrittellä.



*Kuva 10 Elinkaaren päästöt voidaan esittää myös kumulatiivisena kertymänä, jolloin kokonaispäästö on helppo lukea kuvaajasta, kuten myös nykyisinä ilmentyvien korjausten vaikutus.*

## Skenaariot, lähtötiedot ja hiilikädenjälki

Standardi SFS-EN 15978 (2012) kehottaa laatimaan skenaarioita liittyen elinkaaren vaihteleviin vaiheisiin. Tulevaisuuden epävarmuuden vallitessa vaihtoehtoisilla skenaarioilla voidaan vertailla esimerkiksi erilaisten rakennustuotteiden, käyttötarkoitusten tai lämmitysmuoto- vaihtoehtojen vaikutuksia (SFS-EN 15978, 2012, 32). Ympäristöministeriön (2019) arviointimenetelmä sisältää tietyt skenaariot, jotka tulisi sisällyttää rakentamislupahakemukseen liitettävään laskelmaan. Arvioinnin tavoitteisiin perustuen voidaan laatia myös poikkeavia skenaarioita.

Nimensä mukaisesti elinkaariarviointi on arvio ja se sisältää lukuisia oletuksia, arvioita ja yksinkertaistuksia. Laskennan tulosten lopullinen luottamustaso riippuu standardin SFS-EN 15978 (2012, 38) mukaan lähtötietojen tarkkuudesta ja laskennan tulosten käyttötärpeestä tai rakennussuunnitteluprosessin vaiheesta. Standardi esittää lähtötietokäyttösuosituksia, sillä oikean, sopivan tarkan ja kyllin helposti saatavan lähtötiedon valinta ei ole helppoa. Mitä pidemmällä rakennusprojektissa ollaan tai mitä yksityiskohtaisempia tuloksia tarvitaan, sitä tarkempaa ja tuoteyksilöidympää lähtödataakin tulisi käyttää. (Standardi 15978, 2012, 39.)

Datankeräämisen keventämiseksi standardi SFS-EN 15978 (2012) sallii jättää huomiotta pienet tekijät, jotka muodostavat alle yhden prosentin kokonaishiilijalanjäljestä, kunhan poisjätetyt

tekijät eivät yhteensä muodosta yli viittä prosenttia. Häkkinen ja Kuittinen (2020, 79) pitävät kuitenkin pienten tekijöiden tunnistamista vaikeana ennen kuin ne oikeasti on laskettu.

Tietokannoissa, myös Suomen ympäristökeskuksen SYKE:n (2022) Rakentamisen päästötietokannassa, rakennusmateriaaleille on useimmiten selvitetty elinkaaren vaiheet A1-A3 (kehdestä tehtaan portille – cradle-to-gate) ja mahdollisesti hiilikädenjälkeen liittyviä lukuja. Työmaalle siirto ja työmaatoiminnot A4-A5 eivät tyypillisesti sisälly tietokannoissa esiintyneisiin tuotteiden päästötietoihin, vaan ne on selvitettävä toisella tapaa.

Rakennuksen arvioitavaan käytönaikaiseen ilmastovaikutukseen vaikuttaa merkittävästi vähähiilistymisolettama, jolla arvioidaan tulevaisuuden energiantuotannon päästöjen vähene mistä esimerkiksi maalämmön ja aurinko- ja tuulienergian osuuksien kasvun myötä. Ympäristöministeriön (2019, 46) mukaan sähkön, kaukolämmön ja kaukojäähdytyksen päästökertoimet alenevat merkittävästi tulevina vuosikymmeninä ja sadan vuoden päästä päästökertoimet ovat jo lähellä nollaa.

Hiilijalanjäljestä poiketen hiilikädenjäljellä kuvataan rakennuksen elinkaaren aikana syntyviä ilmastohyötyjä, jotka eivät syntyisi ilman kyseistä rakennushanketta. Tällaisia hyötyjä ovat esimerkiksi rakennusosien tai materiaalien uudelleenkäytön tai kierrätyksen kautta vältetyt kasvihuonekaasupäästöt, rakennuksessa tuotettu ylimääräinen uusiutuva energia tai rakennusmateriaaleihin varastoitunut hiili sekä niihin elinkaaren aikana mahdollisesti sitoutuva ilma-kehän hiilidioksidi. Hiilikädenjälki ilmoitetaan negatiivisena numeroarvona. Yksikkö, kg CO<sub>2</sub>e, on sama kuin hiilijalanjäljellä, mutta arvioinnissa jalan- ja kädenjälki tulee esittää erillään eikä laskea yhteen. (Ympäristöministeriö 2019, 30.) Hiilikädenjäljen hiilivarastoksi voi laskea vain sen materiaalin, joka päättyy lopullisiin rakennustuotteisiin. Sivuvirrat, pakkaukset, työmaatelineet, muotit ja suojausmateriaalit on eloperäisen hiilen sisältämisestä huolimatta jätettävä hiilikädenjäljestä pois. (Ympäristöministeriö 2021, 30.)

Arvioinnissa ja laskelmissa on oleellista tunnistaa, mikä on tavoite ja miksi sitä tavoitellaan. Arvioinnit voidaan tehdä siten, että painotetaan niitä seikkoja, jotka ovat oleellisia tavoitteen kannalta. Sisäinen päätöksenteontuki, rakennusten vertailu tai viranomaishyväksyntä voivat vaatia erilaisia painotuksia. On myös hyvä pitää mielessä, että standardien ohjaama menetelmä ei ole vakaassa tilassa. Eri maissa on jonkin verran toisistaan poikkeavia laskentaohjeita, vaikka pohjalla onkin samat standardit. Menetelmät tai ainakaan vakioituneet käytännöt eivät ole valmiita. Suomessa Ympäristöministeriö (2019, 56) jatkaa edelleen arviointimenetelmän kehitystä käytön ja pilotin perusteella ja esimerkiksi päästötietokantaa päivitetään.



## Elinkaariarviointiprosessi

Standardissa SFS-EN 15978 (2012, 15) esitetään prosessikaavio, jota noudattamalla rakentamisen ympäristövaikutuksia arvioidaan. Häkkinen ja Kuittinen (2020, 75) ovat edelleen jalostaneet prosessia jakamalla elinkaariarviointiprojektin kuvan II kuvaamalla tavalla seitsemän askeleen malliin.

Elinkaariarvioinnin seitsemän askelta	
.1. Määrittele tavoite .....	Viranomaisvaatimus, sertifikaatit, sisäiset tavoitteet
.2. Valitse arviointimenetelmä ja työkalut.....	YM:n menetelmä, sertifikaattien menetelmät, julkisten hankintojen menet.
.3. Rajaa ja määrittele.....	Rakennusosat, elinkaaren vaiheet, arviointijakso, tarkkuus
.4. Inventoi.....	Materiaalit, energia, kuljetukset, rakentaminen, purkaminen, kierrätys
.5. Valitse päästötiedot.....	Yleinen tietokanta, tuotekohtaiset ympäristöselosteet
.6. Laske ja tarkista.....	Vähähiilisyys, muut ympäristövaikutukset, vertailu
.7. Raportoi.....	Hiilijalanjälki, hiilikädenjälki

*Kuva II Elinkaariarviointi voidaan suorittaa seitsemän askeleen iteratiivisella prosessilla (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 75)*

Prosessin askelia edetään iteratiivisesti välillä palaten edellisiin askeliin. Elinkaariarvioinnin tavoitteen määrittelyn taustalla voi olla rakennusmääräyksissä asetettuihin velvoitteisiin pääsy, tietyn ympäristösertifikaatin tason saavuttaminen tai jokin muu sisäinen tai ulkoinen kannustin. Menetelmät ja työkalut tulee valita tavoitteiden saavuttamista silmällä pitäen. Eri mailla ja eri sertifikaateilla voi olla jonkin verran toisistaan poikkeavat tavoitteet ja siten menetelmissäkin voi olla eroja. Työkalu, esimerkiksi kaupallinen ohjelmisto tai taulukkolaskentapohja, valitaan menetelmään sopivaksi. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 76–77).

Rajaus- ja määrittelyaskelmassa asetetaan arvioinnin rajaukset, muodostetaan skenaariot, päätetään tarkastelujakson pituus ja arvioinnin tarkkuus. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 77). Rajaukset voidaan tehdä materiaalin tai rakennusosien ja ajallisen ulottuvuuden suhteen. (Decarbonize design 2022.) Inventointiaskelmassa arvioidaan rakennusmateriaalien ja energian kulutuksen määrät (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 81). Seuraavassa askelmassa kerätään rakennustuotteille, energialle ja työlle päästötiedot päästötietokannoista, ympäristöselosteista tai muista uskottavista lähteistä (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 82). Kun tiedot on koossa, suoritetaan laskenta. Laskennan yhteydessä kannattaa vielä tarkistaa oleellimmat seikat ja arvioida tulosten uskottavuutta vertaillen vastaaviin kohteisiin. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 82.)

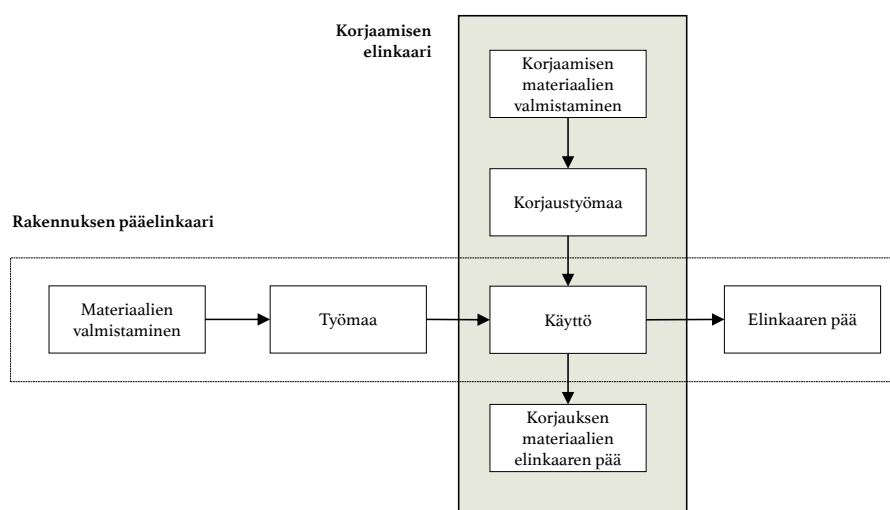
Viimeiseksi raportoidaan. Se kannattaa tehdä läpinäkyvästi ja avoimesti. Laskenta ei ole koskaan tarkka vaan perustuu oletuksille ja arvioille. Eniten oletuksia sisältävät kohdat kannattaa kuvata hyvin. Päästötietojen ajallinen, teknologinen ja maantieteellinen edustavuus on syytä esittää. Tulosten näyttäminen kuvaajina ja graafisina kaavioina voi taulukoiden ohella auttaa niiden ymmärtämistä. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 82–83.)

Tässä alaluvussa selvitettiin elinkaaren ja elinkaariarvioinnin keskeiset sisällöt. Seuraavaksi tarkastellaan korjausrakentamisen hiilijalanjäljen selvittämiseen liittyviä seikkoja.

## 2.4 Arvorakennuksen korjaamisen hiilijalanjälki

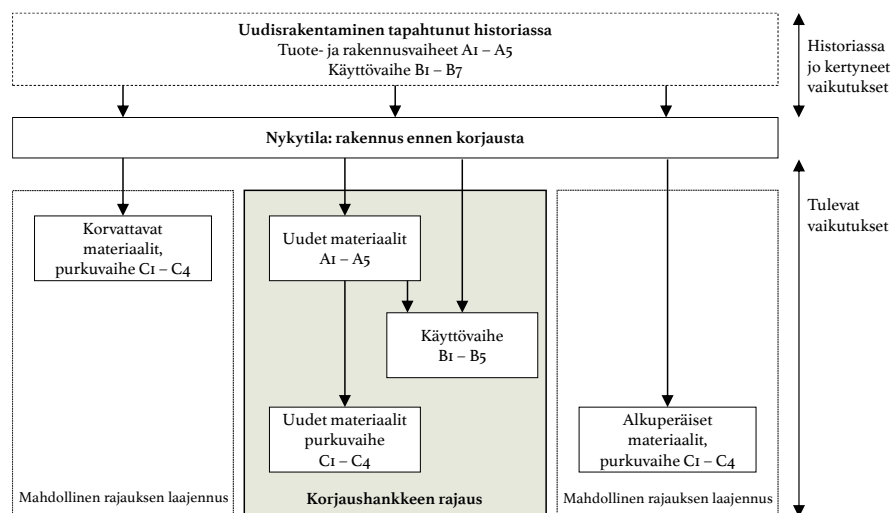
Korjausrakentamishankkeen, myös historiallisen arvokohteen, hiilijalanjälkilaskenta noudattaa monelta osin jo aiemmin esitettyjä vaiheita ja lainalaisuuksia mutta eroavaisuuksiakin on. Tässä alaluvussa selvitetään korjaamisen hiilijalanjäljen laskemiseen liittyviä seikkoja sekä toimintakulttuuria, jota laskelmien teossa esiintyy. Jonkin verran pohditaan myös menetelmän soveltumista historiallisten rakennusten arviointiin ja esitetään haasteita, joita tutkijat ovat kohdanneet.

Korjausrakentamisen hiilijalanjälkilaskenta alkaa tunnistamalla korjaamisen elinkaaren vaiheet. Decarbonize design (2022) -sivuston mukaan rakennuksen korjaamista tai remonttia voidaan ajatella omana elinkaarenaan. Remontissa käytetyt materiaalit, niiden valmistus, kuljetukset, asennukset, remontoidun tilan käyttö ja lopulta materiaalien kierrätys muodostavat oman elinkaaren koko rakennuksen päaelinkaaren sisällä. Korjaamisen hiilijalanjälkeä tarkasteltaessa voidaan keskittyä vain rakennuksen remontissa muutettaviin rakennusosiin kuten kuva 12 esittää. (Decarbonize design 2022.)



Kuva 12 Korjaamisen oma elinkaari (mukaillen Decarbonize design, 2022)

Korjaamisen asettumista osaksi koko rakennuksen elinkaarta kuvailevat myös Bertolin ja Loli (2018, 296). Vilches, Garcia-Martinez ja Sanchez-Montanes (2016, 289) kuvaavat korjaushankkeen elinkaaren vaiheet, kuten kuva 13 esittää. Kuvan yläosassa esitetty rakennuksen historia jätetään tarkastelun ulkopuolelle ja pelkästään korjattavaksi tulevien rakennusosien ja materiaalien tulevaisuus huomioidaan. Kuvassa tämä on esitetty korostettuna keskellä. Korjaamisen yhteydessä uusille materiaaleille on huomioitava kaikki elinkaaren vaiheet. Tarkastelua voi laajentaa kuvassa vasemmalla esitettyyn korjaamisen jälkeen vaihdettavien materiaalien purkuun. Myös koko rakennuksen purku voidaan ottaa laajennetussa tarkastelussa huomioon, kuten kuvan oikea laita esittää. (Vilches et al. 2016, 289.) Kuitenkin arviointien perustapauksissa myös Häkkinen ja Kuittinen (2020, 77) jättäisivät säilytettävien rakennusosien menneet ja tulevat päästöt huomiotta.



Kuva 13 Korjaushankkeen elinkaaren vaiheet (Vilches et al. 2016, 289)

Kuten uudisrakentamisen yhteydessä, myös korjausrakentamisen elinkaarilaskennassa määritellään tarkastelujakso. Koska arvioinnissa huomioidaan vain korjaamisessa asennetut uudet rakennusosat, myös tarkastelujakson pituuden tulee olla soveltuva korjaamisen luonteeseen. Tästä huolimatta korjattavan vanhan rakennuksen säilyvien osien elinikään kannattaa suhtautua realistisesti. Tarkastelujakso ei kuitenkaan ole yhtä kuin käyttöikä. Huuhkan et al. (2021, 28) mukaan todellinen käyttöikä ja tarkastelujakso ovat harvoin samanpituiset. Ympäristöministeriön (2021, 13) ohjeluonnoksen mukaan viranomaisvaatimukseen vastaavissa arvioinneissa tulee käyttää 50 vuoden tarkastelujaksoa sekä uudis- että korjausrakentamisessa.

Uudisrakennuksen tontilta purettavien vanhojen rakennusten purkamisen ilmastovaikutukset jätetään Ympäristöministeriön (2021, 17) ohjeluonnoksen mukaan huomiotta, koska ne ovat osa vanhan eikä uuden rakennuksen elinkaarta. Sen sijaan korjaamisen yhteydessä

saneerauspurkamisesta aiheutuvat päästöt tulee sisällyttää arvioitavissa olevaan kokonaisuuteen. Huuhkan et al. (2021, 24) mukaan näin pitää tehdä, mutta ei aina tehdä. Myös Häkkinen ja Kuittinen (2020, 27) toteavat esimerkiksi peruskorjauksen yhteydessä purettavien rakennusosien päästötaakan kohdistuvan juuri peruskorjauksen elinkaareen.

Jensenin et al. (2017) mukaan korjausrakentamisessa hyvin tärkeää on rakennuksen lähtötason selvittäminen, tavoitteiden asettaminen ja lopputuloksen vertaaminen lähtötasoon ja asetettuihin tavoitteisiin. Tämä pätee myös korjausrakentamisen elinkaariarviointiin.

## Keskustelua tärkeydestä ja vaikeudesta

Historiallisten rakennusten korjaamisen elinkaariarviointeja on tutkittu tai julkaistu vain vähän. Fenner, Kibert, Woo, Morque, Razkenari, Hakim ja Lu (2018) esittävät tutkimuksessaan historiallisten ei-asuinrakennusten elinkaariarviointien osuuden olevan yhden prosentin luokkaa kaikista tutkimuksen arvioinneista. Historiallisten rakennusten osuutta rakennuskannasta tutkimus ei kuitenkaan kerro. Huuhka et al. (2021, 20) olivat ottaneet tarkasteluun viisi-toista korjaamista ja purkamista vertailevaa tutkimusta, mutta mukana ei ollut historiallisia arvovakennuksia, koska niille purkaminen ei ole uskottava vaihtoehto.

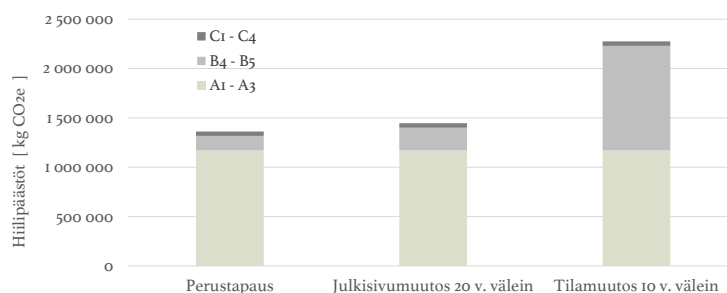
Redden ja Crawford (2021, 59) harmittelevat kuinka historiallisten rakennusten kiistattomista ympäristöhyödyistä huolimatta keskitytään usein tarkastelemaan vain rakenteellista suorituskykyä esimerkiksi eristävyyttä. Myös Bertolinin ja Lolin (2018, 293) mukaan historiallisten rakennusten muutostöiden vaikutukset ovat jääneet suotta energiatehokkuuskeskustelun varjoon. Redden ja Crawford (2021, 59–62.) laajentaisivat hiilijalanjälkitarkastelua kestävämmän kehityksen muihinkin tunnusmerkkeihin, kuten resurssien hupenemiseen, materiaalihukkaan ja saasteisiin. Tämä voisi nostaa ympäristönäkökulmasta kohoavaa kiinnostusta säilyttää vanhoja rakennuksia. Vanhojen rakennusten korvaaminen uusilla ns. vihreän rakentamisen arvoja noudattavilla rakennuksilla voi johtaa rakennetun kulttuuriperinnön kadottamiseen ohella myös ympäristöhyötyjen kadottamiseen. (Redden ja Crawford 2021, 59–62.)

Franzoni, Volpi ja Bonoli (2020, 1) toteavat, että historiallisten rakennusten hienovaraisista korjausmenetelmistä on saatavilla vain vähän elinkaariarvioinnissa käytettävää tietoa. Materiaalien ja työtapojen päästötietokannat ovat puutteellisia. Buda ja Lavagna (2018) kuvaavat haasteiksi historiallisten rakennusmateriaalien inventoinnin ja projektien vaikean vertailtavuuden. Tarkastelujakson pituus ja tarkastelun laajuus vaihtelevat. He kaipaavat matemaattisten mittareiden rinnalle myös laadullisia tunnuslukuja (Buda ja Lavagna 2018, 7). Wise et al. (2019, 6) tuovat esiin, että historiallisissa rakennuksissa käytettyjen perinteisten materiaalien hiilijalanjäljen edullisuutta on pystytty osoittamaan jopa numeerisesti, vaikka usein se tehdään laadullisesti tai kuvailevasti. Tilastollisen johtopäätöksen tekeminen on silti vaikeaa, sillä historiallisten rakennusten elinkaariarvioinnit käsittävät usein vain osan elinkaaren vaiheista. (Wise

et al. 2019, 6.) Franzoni et al. (2020, 1) esittävät, että tietopuutteista huolimatta elinkaariarvioinnissa on saatavilla näkyviä eroja jopa konservoitavien pintojen puhdistusmenetelmien välille. Elinkaariarviointi on käyttökelpoinen apu, kun halutaan tehdä ympäristölle merkityksellisiä valintoja.

Wise et al. (2019, 4) kehottavat tarkastelemaan korjaamisen elinkaarta laajasti. Oleellista olisi ottaa ylläpidon ja korjaamisen tuotesidonnaiset päästöt laajemmin osaksi historiallisten rakennusten elinkaariarviointia, koska niukemmin vaiheita sisältävät arvioinnit todennäköisesti aliarvioivat kokonaispäästöt. (Wise et al. 2019, 4.) He nostavat esiin yksityiskohtaisesti esimerkiksi puun arvokkaan vanhenemisen ja erilaisten laastien merkityksen korjausvaiheessa. (Wise et al. 2019, 6.)

Esimerkkinä korjaamisen hiilijalanjälkivaikutuksista voidaan nostaa Castron ja Pasasen (2019) tutkimus. Heidän tutkimuksessaan tehtiin teorettinen vertailu perustapauksen ja kahden muun skenaarion välillä. Ensimmäinen skenaario on perustapaus. Toinen skenaario kuvastaa julkisivumuutosta kahdenkymmenen vuoden välein ja kolmas skenaario kuvastaa sisätilojen muutosta kymmenen vuoden välein. Kuva 14 esittää vertailevasti Castron ja Pasasen (2019) selvityksen skenaarioiden ilmastovaikutukset.

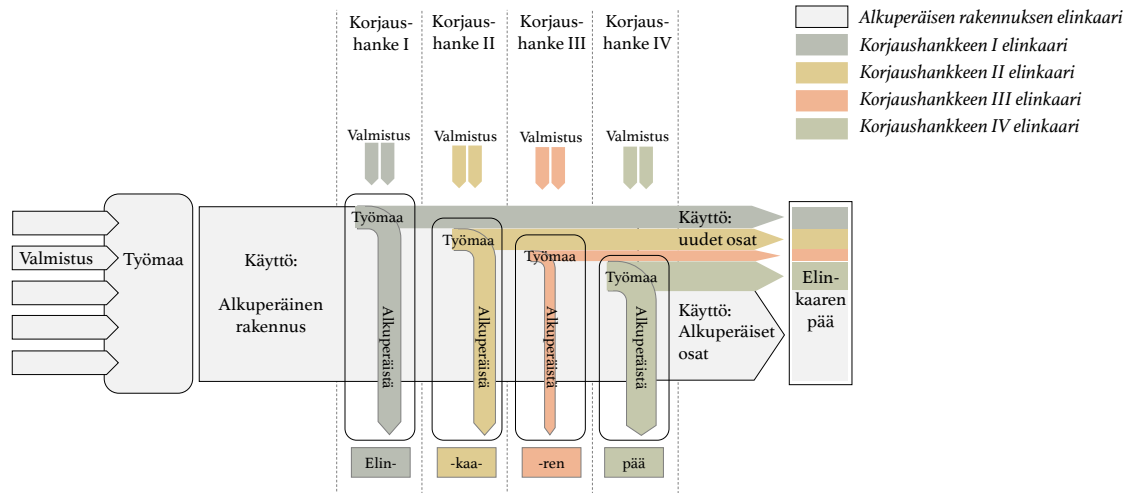


Kuva 14 Uponneen hiilen määrä eri skenaarioissa (Castro ja Pasanen, 2019, 6)

Perustapaukseen verrattuna julkisivumuutokset tapahtuivat vain jonkin verran useammin kuin rakennustuotteelle annetun käyttöiän perusteella oli välttämätöntä. Siksi kahden ensimmäisen skenaarion ero on pieni. Kolmas skenaario on päästöjensä osalta omassa luokassaan. Sisätilojen muutokset kymmenen vuoden välein näyttävät aiheuttavan erittäin merkittäviä vaikutuksia. Muissa skenaarioissa sisätilamuutoksia ei ollut ajateltu tapahtuvan, joten päästöero näihin nähden on suuri. Huomionarvoista on selvityksen tuotesidonnainen tarkastelu, joka ei siis sisällä esimerkiksi käytönaikaista energiankulutusta.

Aiemman tutkimuksen pohjalta olen halunnut jalostaa koko rakennuksen elinkaaren kuvaustapaa. Olen lisännyt elinkaareen useita korjaushankkeita kuvan 15 esittämällä tavalla. Tällä kuvataan sitä, että rakennus jatkaa omaa elinkaartaan samalla kun korjaushankkeet muodostavat jokseenkin itsenäisiä elinkaaria rakennuksen päaelinkaaren lomassa. Alkuperäisen rakennuksen originaalit rakenteet ja osat vähenevät kunkin korjaushankkeen yhteydessä.

Käyttäjälle erilliset elinkaaret eivät välttämättä näy, mutta restaurointiperiaatteiden mukaisesti eri aikoina tehdyt korjaukset ja varsinkin muutokset tulisi olla tunnistettavissa. Vaaka-suunta voidaan ajatella ajallisena ulottuvuutena ja pystysuunta materiaaliveoluuna.



*Kuva 15 Korjattavan rakennuksen elinkaaren rinnalla voidaan korjattavalle osuudelle arvioida oma elinkaarensa. Tässä kuvassa alkuperäiseen rakennukseen on tehty neljä korjaushanketta. Korjaustyömaalla purettavien alkuperäisten osien elinkaari katsotaan päättyväksi korjaushankkeen elinkaaressa.*

Korjattavassa arvorakennuksessa saatetaan käyttää vain vähän uutta materiaalia, sillä olemassa oleva halutaan säilyttää ja vanhan korjaaminen pyritään tekemään hienovaraisesti. Restauroitavan arvorakennuksen hiilijalanjäljen selvittämisessä saattaakin materiaalin lisäksi nousta esiin yllättäviä päästökiteitä. Huomiota voidaan kiinnittää myös seikkoihin kuten käsityövaltaisuus, pienitehoiset sähkötyökalut, työmaanaikainen suojaaminen, rakennustelineet, jne.

## 2.5 Kritiikki elinkaariarviointia kohtaan

Elinkaari-termi herättää erilaisia mielleyhtymiä. Yhtäältä se voidaan yhdistää kokonaispalveluun ja vastuulliseen huolenpitoon koko eliniän ajan, mutta toisaalta lyhytikäiseen kulutushannekulttuuriin. Kaila (1997, 17–19) kirjoittaa elinkaariharhasta varsin asenteellisesti ja tuomitsee kulutusyhteiskunnan ja vakaaseen tahtiin tapahtuvan tuotteen korvaamisen uudella. Tästä näkökulmasta alkavan ja päättyvän elinkaaren arviointi on järjetön. Näkökulmia on kuitenkin muitakin, eikä useimpia nykyisistä rakennuksista ole rakennettu Kailan yleisesti peräänkuuluttamalla perinteikkäällä tavalla.

Elinkaariarviointi, jota kenties useimmiten käytetään vain hiilijalanjäljen laskemiseen (GWP), sopii muillekin ympäristöindikaattoreille (Decarbonize design 2022). Simonen (2014, 8) nimeää

elinkaariarvioinnin epätäydelliseksi menetelmäksi, joka väheksyy paikallisia ja korostaa globaaleja vaikutuksia. Arvioinnin toteutus on vaikeaa tarkoitettussa kattavuudessa eikä taloudellisten, saati sosiaalisten vaikutusten arviointi ole riittävällä tasolla. (Simonen 2014, 8.) Gravagnuolon, Angrisanon ja Nativon (2020, 267) mukaan historiallisenkin rakennuksen kunnostuksessa tulee huomioida sosiaaliset, kulttuurilliset ja taloudelliset kriteerit. Eurooppalainen Level(s) järjestelmä pyrkii luomaan mittariston, joka vastaa resurssitehokkuuden ja kestävä kehityksen tavoitteisiin. Syytä on huomioida myös sisäilman laatu, lämpöviihtyvyys, rakenteellinen turvallisuus, paloturvallisuus, esteettömyys jne. (Häkkinen ja Kuittinen 2020, 60.) Pelsmakersin (2015) mukaan eri kriteerien vaikutusten vertailu ja painottaminen on vaikeaa. Onko vaikutus ihmisen terveyteen vai vaikutus ympäristölle oleellisempaa?

Simosen (2014, 8) mukaan lähtötietojen saaminen on vaikeaa tai vaatii lisensoituja ohjelmia, mikä voi johtaa yleistyksiin. Geneerisen datan ja tuotekohtaisen EPD-datan (Environmental Product Declaration -tuotteen ympäristöseloste) väliltä valitseminen vaikuttaa tuloksiin. (Lasvaux et al. 2015.) Pelsmakersin (2015) mukaan kahden laskelman tulosvertailussa haasteena on varmistaa, että käytössä on ollut samoja lähtötietoja ja samoja tietokantoja. Helppokäyttöiset laskentatyökalut saattavat perustaa lähtötietonsa useisiin tietokantoihin ja kokemattomampi käyttäjä saattaa sivuuttaa koko asian. Koska lähtötietojen valinnalla on oleellinen vaikutus tuloksiin, on herkkyytarkastelu ja kriittinen suhtautuminen aiheellista. Simosen (2014, 8) mukaan laskijalta edellytetään ammattitaitoa, tietoa ja päätöksentekokykyä. Laskijan valinnoilla on merkittävä vaikutus tuloksiin ja siten myös kahden eri tuloksen vertailtavuuteen.

Elinkaariarvioinnin puolestapuhuja Simonen (2014, 8) esittää elinkaariarvioinnin yhdeksi haasteeksi työläyden ja sen teettämisen kalleuden. Velvoittavassa tarkoituksessa käyttöä on kevennetty kansallisilla yksinkertaistuksilla. Viranomaiset ovat sallineet joissakin osa-alueissa keskimääräisten taulukkoarvojen käytön lähtötietona. Esimerkiksi korjauskohteen työmaapäätöiksi sovelletaan ympäristöministeriön ohjeen mukaan lähtökohtaisesti uudiskohteen keskimääräisiä neliökohtaisia päästöjä, mikä monesti tuottaa laskelmaan epärealistisen suuret korjaamisen työmaapäästöt. (Huuhka et al. 2021, 115.) Tämä lienee helppoutensa takia yleisin tapa huomioida suunnitteluvaiheessa työmaapäästöt. Viranomainen kuitenkin sallii ja laskenta mahdollistaa myös yksityiskohtaisen tarkkuuden. Simonen (2014, 8) varoittaa tarkalta vaikuttavien tulosten tulkinnasta totuuksina. Laajojen laskelmien desimaaliluvuin esitettävät tulokset voivat kätkeä näennäisen tarkkuuden taakse yleistyksiä ja jopa suuria virheoletuksia.

Simosen (2014, 9) mukaan elinkaariarviointia pystytään käyttämään väärin. Harhaanjohtavan tavoitehakuisuuden tai arveluttavan viherpesukäytön toteaminen vaatii arvioinnin tarkkaa ja huolellista perkaamista. (Simonen 2014, 8–9)

Elinkaariarvioinnin skenaarioilla pyritään huomioimaan tulevaisuuden epävarmuutta. Simosen (2014, 8) mukaan skenaarioilla on suuri merkitys tuloksiin, mutta ne voivat kuvastaa vain

rajallisen määrän yksiulotteisia tulevaisuuksia. Maailman poliittiset tilanteet, asuinalueen kiinnostavuus, energian sekä raaka-aineiden hinta ja saatavuus voivat yllättää lyhyelläkin tähtämellä, saati kymmenien vuosien tarkastelujaksolla.

Tarkastelujakson pituus on laskennan oleellinen parametri. Pelsmakersin (2015) mukaan rakennukset saattavat vanhentua käytettävyydeltään, sijainniltaan tai tyyliltään ennen teknistä vanhentumista. Tämän huomiointi tarkastelujakson pituutta valittaessa on vaikeaa. (Pelsmakers 2015.) Hyvin tyypillistä on valita tarkastelujakson pituudeksi 50 vuotta. Viranomaisvaatimus rakentamisluvan yhteydessä on Ympäristöministeriön (2021, 13) mukaan 50 vuoden tarkastelujakso. Marshin (2017) mukaan 50–60 vuoden tarkastelujakson valinta ei viittaa rakennuksen tekniseen käyttöikään, mutta on linjassa rakennusinvestointien poistojen kanssa.

Tarkastelujakson pituuden merkitystä ovat tutkineet esimerkiksi Rasmussen, Zimmermann, Kanafani, Andersen ja Birgisdóttir (2020, 1). He vertailivat 50, 80, 100 ja 120 vuoden tarkastelujaksoja. Rasmussenin et al. (2020, 1) mukaan 50 vuoden tarkastelujakso on kelvollinen kompromissi, joka jo kannustaa välttämään lyhyen käyttöiän rakennustuotteita. Erityisen pitkien tarkastelujaksojen heikkous on epävarmuus, jota esiintyy kasvavissa määrin 50 vuoden jälkeen. (Rasmussen et al. 2020, 8.)

Käytetyimmille rakennusosille ja rakennusmateriaaleille on määritelty keskimääräinen tekninen käyttöikä vaikealla, normaalilla ja kevyellä rasituksella. Nämä ajat ohjannevat sekä tuotevalmistajia että remonteista päättäviä rakennuttajia ratkaisuihinsa. Suomen oloissa esimerkiksi rapatun julkisivun käyttöiksi eri rasitusluokissa on määritelty 30–70 vuotta ja huolto- ja lakkausvälikäsi 10–20 vuotta. Lautalattialle vastaavat ajat ovat 20–60 vuotta 5–15 vuoden hionta- ja lakkausvälikäsi. (RT 18-10922, 2008, 6, 11.) Keskimääräisyys on kuitenkin vaikeaa tulkita juuri oman talon kohdalla. Erilliset kuntoarviot ovat tarpeen. Vuosikymmenten päästä tulevien korjausten arviointi olisi Rekolan (2022) mukaan muilla tavoin kuin rakennusosien käyttöikään perustuen hyvin epävarmaa. Marsh (2017) muistuttaa myös kuinka esimerkiksi rankarakenteisessä seinässä heikoin rakennekerros määrittää koko rakenteen eliniän.

Ympäristöministeriön (2021, 9) mukaan väliaikaiset rakennustelineet, suojaustyöt ja suojausmateriaalit voidaan jättää huomiotta rakentamislupaan liittyvässä hiilijalanjälkilaskennassa. Korjausrakentamisessa rakennustelineiden ja suojaamisen suhteellinen merkitys on suurempi kuin uudisrakentamisessa. Museoviraston (2003) ohjeiden mukainen suojaustyö vaatii huolellista rakennustyötä ja huomattavan määrän suojausmateriaalia, varsinkin arvorakennusten kohdalla. Telineet ja suojaaminen osaltaan parantavat mahdollisuutta rakennuksen pitkään ikään. Esimerkiksi julkisivu- tai katto remontin sääsuojaus vähentää työmaanaikaista vaurioitumisriskiä. Onkin ymmärrettävää, ettei viranomaisohjauksella haluta rangaista suojaustoimista. Jälleen voidaan todeta, että elinkaariarviointi ei itsessään rajoita suojaamisen



huomiointia, mutta viranomaisvaatimusten kohtuullisuuden ja vertailtavuuden nimissä niiden poissulkeminen lienee järkevää.

Hiilijalanjalan tulosmittarin oikeellisuudesta on käyty keskustelua. Jos mittari ilmoittaa päästöt kerrosneliötä kohden vuodessa ( $\text{kg CO}_2\text{e/m}^2/\text{a}$ ), rakennuksen käyttöaste tai käyttökelpoisuus ei tule huomioiduksi. Somersalmi (2020) esittää, että kestävyden mittarin tulisi olla päästö henkilöä kohden ( $\text{kg CO}_2\text{e /henkilö}$ ), jolloin asukas- tai käyttäjätiheys tulisi huomioiduksi. Häkkinen ja Kuittinen (2020, 73) korostavat, että vertailua on järkevä tehdä vain toiminnallisesti samankaltaisten rakennusten kesken. Ymmärrettävästi tyhjillään oleva energiatehokasaan rakennus ei täytä kestävä kehityksen vaatimuksia. Rakennuksen sijainti tai saavutettavuus ja käytön helppous ovat seikkoja, joilla on reaali maailmassa merkitystä, eikä niitä saada elinkaariarvioinnista tuloksena. Sen sijaan tulokset voidaan helposti esittää per vuosi, per neliö, per asukas, per työntekijä, per tilaisuus jne., kunhan niin päätetään tehdä. Mittarin valinnan vaikeus ei tee itse menetelmästä huonoa. Tulosten esittäminen monipuolisesti ja avoimesti vähentää väärinymmärryksen riskiä.

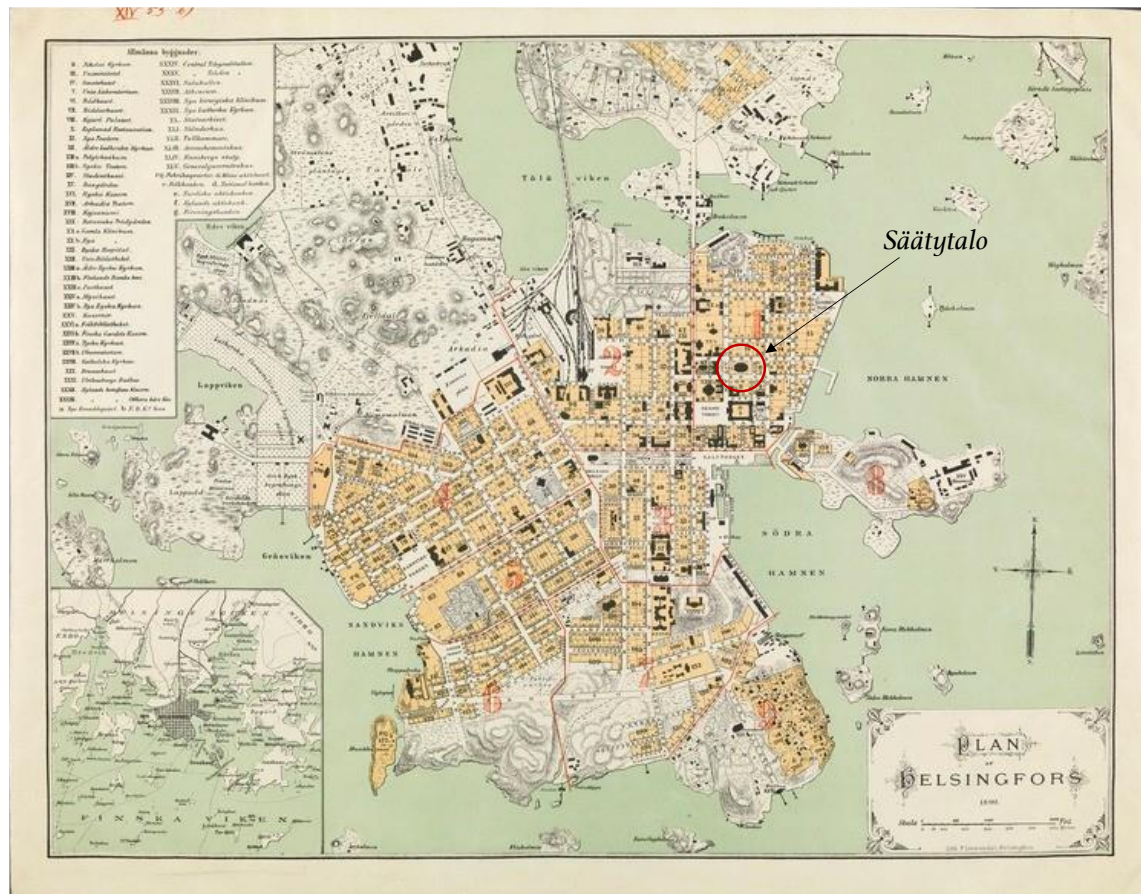
Tämän alaluvun yhteenvetona voidaan todeta, että elinkaariarviointi on joustava menetelmä. Valtaosa esitetyistä kritiikeistä ei kohdistu itse arviointiin. Ammattitaitoinen laskija voi tehdä arvioinnin haluamallaan tarkkuudella ja tarkastella tilannetta eri näkökulmista. Tietojen saatavuus ei myöskään ole puhtaasti menetelmän heikkous, joskin arviointia vaativilla tahoilla on velvollisuus kohentaa tilannetta. Ympäristöministeriön esittämä arviointimenetelmä mahdollistaa oikaisemisen ja yleisten taulukkoarvojen käytön, mikä voi juontua myös tuloksiin, mutta mahdollistaa paremman vertailtavuuden. Rakennushankkeelta edellytetty menetelmä ei voi olla liian työläs tai vaikea, jottei byrokratia rajoita toimintaa epätoivotulla tavalla.

### 3. SÄÄTYTALON KORJAUS

#### 3.1 Säätytalon perustiedot ja arvot

Säätytalo suunniteltiin ja rakennettiin Suomen suuriruhtinaskunnan kolmen aatelittoman säädyn kokoontumispaikaksi. Hanke oli vireillä lähes 30 vuotta, kunnes 1888 Gustaf Nyströmin suunnitelma hyväksyttiin toteutettavaksi. Säätytalo valmistui vuonna 1890 ja otettiin käyttöön säätyvaltiopäiville 1891. (Jokinen 2020, 49.)

Säätytalo sijaitsee kuvan 16 kartan mukaisesti Helsingin keskustassa Tuomiokirkon, Senaatin-torin, Suomen Pankin ja Kansallisarkiston välittömässä läheisyydessä osoitteessa Snellmaninkatu 9-II.



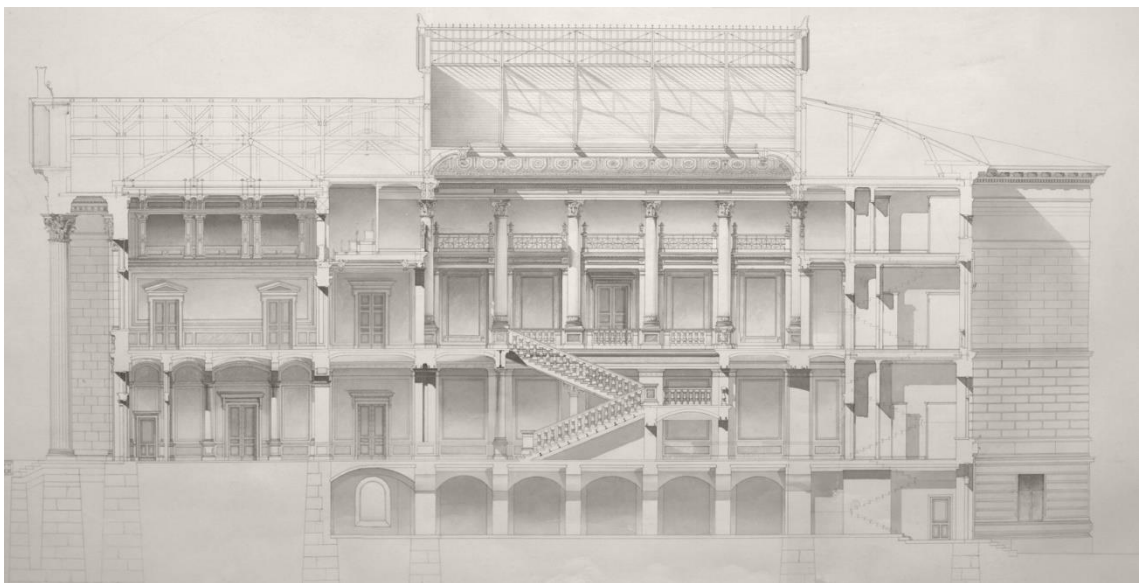
Kuva 16 Säätytalon keskeinen sijainti rakentamivuoden 1890 kartalla. Osoittimet lisätty kuvaan. (Nurmi 2013).

Pääjulkisivua hallitsee sisäänkäynnin suuri portaikko, kolossaalipylväikkö ja päätykolmio. Sisään tultaessa ensimmäisen kerroksen pylväiköllä ympäröity lasikattoinen porrashalli aukeaa heti eteishallin jälkeen. Säätyjen käyttöön rakennetut suuret istuntosalit sijaitsevat toisessa

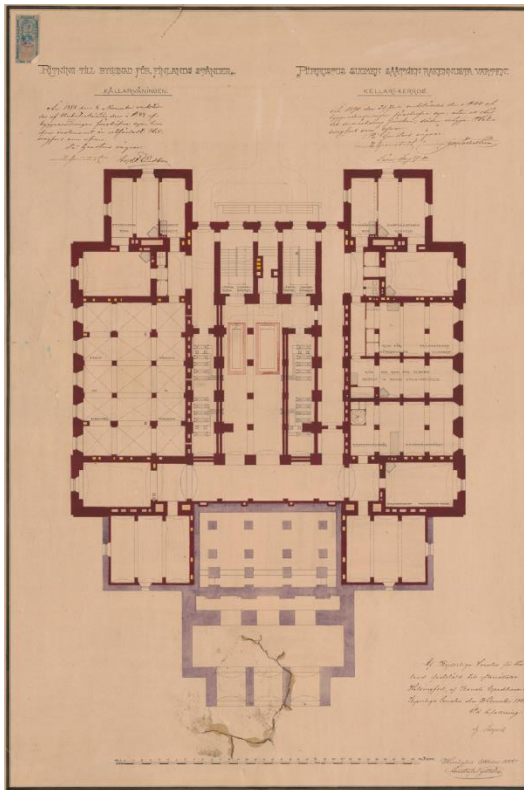
kerroksessa. (Jokinen 2020, 51.) Säätytalon nettopinta-ala on 7 158 m<sup>2</sup> (Kouvo 2021, 2) ja huonekorkeudet käyttötarkoituksiinsa soveltuen juhlat. Säätytalon arkkitehtuurissa on klassillinen järjestelmä, johon on sisällytetty runsaasti koristeellisuutta. Rakenteeltaan Säätytalo on ajalleen tyypillinen rapattu tiilitalo, jonka pohjakerros on holvirakenteinen. Muut välipohjat ovat pääosin puuta. Myös rautarakenteita on käytetty. (Jokinen 2020, 50.) Yksi Säätytalon erikoisuus on raitisilman otto läheisen puistikon suihkukaivon aukoista, joista se ohjataan kellarin lämmityskammioihin ja edelleen huoneisiin. (Ars 4 1989, 87.)

Säätytalon ehdottomiksi arvoiksi voidaan mainita esimerkiksi rakentamisensa aikainen perustuslaillinen manifestisuus, alkuperäinen käyttötarkoitus ja lähellä sitä oleva nykyinen käyttö, käsityötaidonnäytteet ja äärettömän huolellinen ja runsas koristelu. Helander, Karemaa, Lemström ja Pietiäinen (1999, 59) kuvaavat Säätytaloa kokonaistaideteokseksi, jonka tiloissa, pinnoissa ja materiaaleissa on selkeä hierarkia. Sisätilojen runsas koristelu jäsentää ja korostaa rakennuksen arkkitehtonista rakennetta, jossa on ankara symmetria, mutta rikas tilaryhmittely. (Helander et al. 1999, 59.) Kuvan 17 leikkauspiirroksesta viestii juhlallisuutta. Pohjapiirroksia on esitetty kuvissa 18, 19, 20 ja 21. Muutoksia on tähän päivään mennessä tehty hyvin vähän.

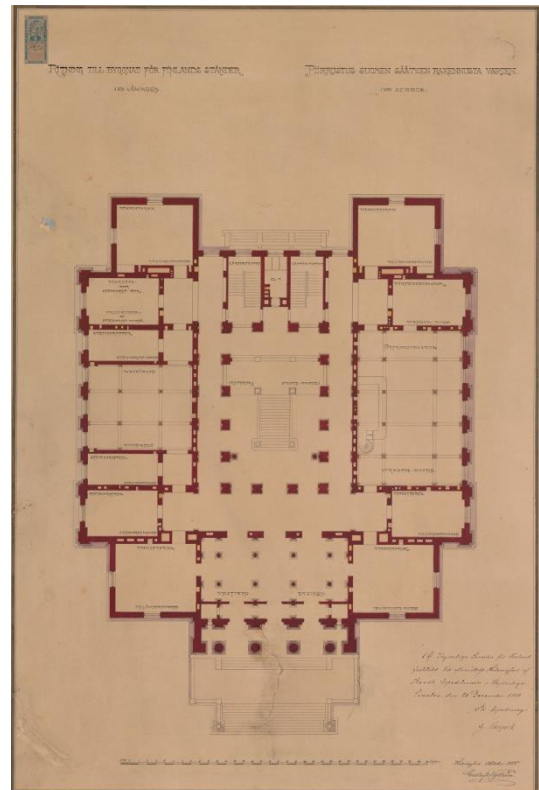
Säätytalolla on ollut historiansa aikana useita käyttäjiä, ja rakennus on kokenut joitain korjauksia varsinkin käyttäjävaihdoksien yhteydessä. Aluksi rakennus toimi alkuperäisessä tarkoituksessaan säätyvaltiopäivien aatelittomien säätyjen istuntotilana. 1900-luvun alussa rakennus toimi yksikamarisen eduskunnan istuntopaikkana, mutta talossa ei ollut kyllin suurta salia 200 edustajalle ja Suomen itsenäisyyden alussa Säätytalo jatkoi valiokuntien ja puolue-ryhmien kokoustilana. Vuosina 1931–1978 rakennus tunnettiin Tieteellisten seurain talona, minkä jälkeen hallinnan otti Valtioneuvoston kanslia. (Helander et al. 1999, 15–26.).



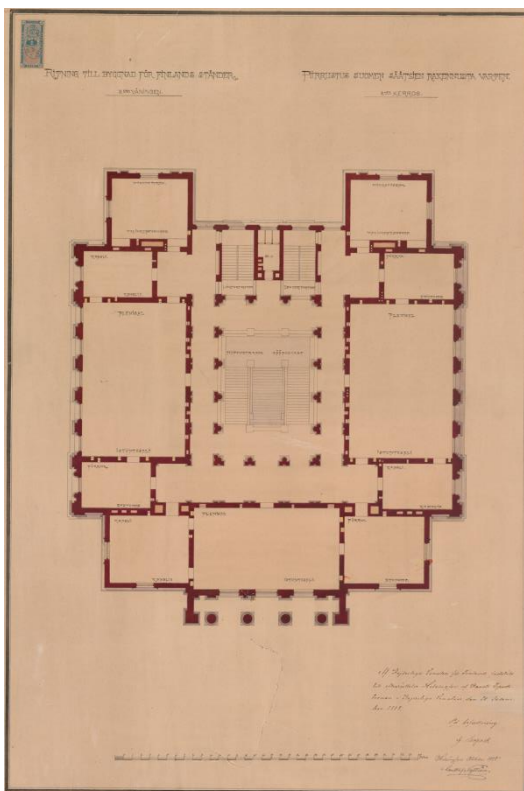
*Kuva 17 Ote laveeratusta leikkauspiirustuksesta vuodelta 1888. (ote Kansallisarkisto b)*



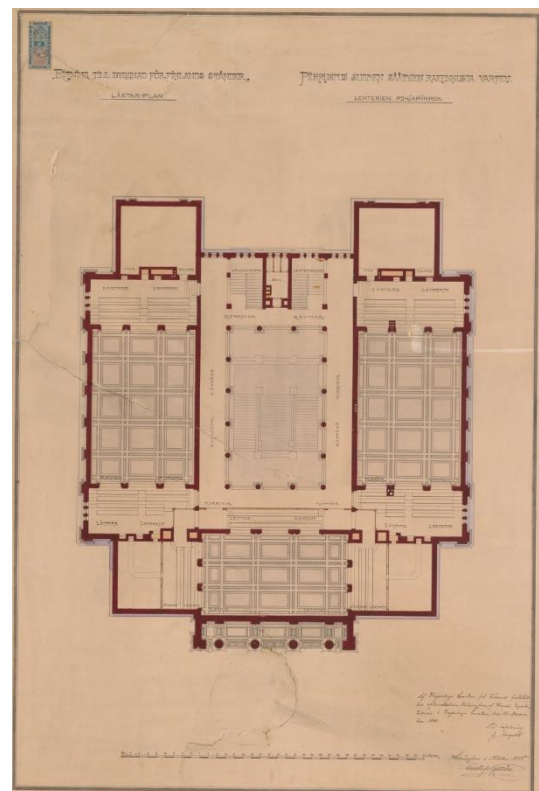
Kuva 18 Nollakerros. Nyströmin laveeraus vuodelta 1888. (Kansallisarkisto)



Kuva 19 Sisäänkäyntikerros. Nyströmin laveeraus vuodelta 1888. (Kansallisarkisto)



Kuva 20 Toinen kerros, jossa sijaitsevat kolmen säädyn istuntosalit. Nyströmin laveeraus vuodelta 1888. (Kansallisarkisto)



Kuva 21 Kolmas kerros, jossa sijaitsee mm. lehterit saaleihin. Nyströmin laveeraus vuodelta 1888. (Kansallisarkisto)



Säätytalon historia, rakennusmateriaalit ja korjaushistoria on hyvä tuntee, jotta pian taas ajan-kohtaiseksi tulevat korjaustoimet voidaan tehdä alkuperäisiin rakenteisiin ja pintoihin sovel-  
tuen oikeilla materiaaleilla ja menetelmillä. Ensimmäinen mittava korjaus tai muutos tehtiin  
jo Nyströmin suunnittelemana vuonna 1903. Työhön kuuluivat esimerkiksi julkisivujen huol-  
tomaalaus ja päätykolmion veistoksen asennus. (Winterhalter ja Bonsdorff 2020, 7.) Julkisivui-  
hin on tehty huoltoa ja korjauksia muutamaan otteeseen, joskin Säätytalo oli vuosikymmeniä  
poissa edustuksellisesta roolistaan, mikä aiheutti liian pitkiä kunnostusvälejä 1920–1960-luku-  
jen aikana. (Winterhalter ja Bonsdorff 2020, 7 ja 52). Lämmitystavan muutos toteutettiin  
vuonna 1931 (Winterhalter ja Bonsdorff 2020, 83). Arvioiden mukaan julkisivujen kalkkaus olisi  
tehty vaikeasti ajoitettavana hetkenä 1930–1950-luvuilla (Winterhalter ja Bonsdorff 2020, 7).  
Tieteellisen seurain käytössä Säätytalon huoneisiin oli rakennettu puisia lisävalipohjia esi-  
merkiksi kirjavarastokäyttöön. Myös parvien porrastettuja lattioita oli tasattu (Helander et al.  
1999; 96, 101). Julkisivut kunnostettiin mittavasti vuonna 1962, jolloin pintakäsittelyksi valittiin  
lateksimaali. (Winterhalter ja Bonsdorff 2020, 60.) Vuosina 1973–1978 julkisivuja kunnostettiin  
jälleen. Sävyiksi valittiin vahva punaruskea. Samalla uusittiin peltikatto. (Winterhalter ja  
Bonsdorff 2020, 63.) Laaja ja huolellinen peruskorjaus tehtiin Valtioneuvoston kanslian tarpei-  
siin 1988–1991 (1993). (Helander et al. 1999, 15–26.) 2000-luvulla on tehty korjauksia ja kunnos-  
tuksia mm. kipsi- ja sinkkikoristeisiin, vesikattoon, sisälasikattoon, ulkoportaiden saumoihin  
(Lehtonen, Niemelä ja Ranki 2021, 10) ja salien kattomaalauksiin. Seuraavan peruskorjauksen  
hankesuunnittelu valmistui loppuvuodesta 2021 (Hankesuunnitelma 2022).



*Kuva 22 Säätytalo on tuttu politiikan uutisista (Kumpulainen 2020)*

### 3.2 Säätytalon kunto ja korjaamiseen vaikuttavat tekijät

Säätytalon pääkäyttäjäksi on Valtioneuvoston kanslia, omistaja Suomen valtio ja hallinnoija Senaatti-kiinteistöt (Hankesuunnitelma 2022). Kun vuonna 1978 Säätytalo siirtyi valtioneuvoston kanslian käyttöön, edessä oli mittavia korjaustoimenpiteitä. Perusteellisen korjauksen mahdolliset haitalliset vaikutukset arveluttivat rakennussuojelijoita, jotka tunnistivat riskin lähes koskemattomana säilyneen rakennuksen muuttumisen peruskorjauksen yhteydessä. Rakennuksen arvokkaat pinnat vaativat eriasteisia toimenpiteitä, talotekniikkaa tuli ajanmukaistaa ja toissijaisessa käytössä turmeltuja tiloja tuli palauttaa. (Helander et al. 1999, 91.) Päätilat ensimmäisestä kerroksesta kolmanteen entistettiin, kun taas nollakerros ja ullakko hyväksyttiin muutosalueeksi (Helander et al. 1999, 96). Vuoden 1988–1991 peruskorjaushanketta silloin sata-vuotiaalle rakennukselle pidetään yleisesti hyvin kyseisen ajan restaurointiteoriaa noudattavana (Okulus 2021, 3).

2020-luvulla tehtyjen lukuisten selvitysten, kuntoarvioiden, lausuntojen, rakenneavausten, mittausten, koekorjausten ja asiantuntijalausuntojen perusteella on käynnistetty suunnittelu Säätytalon peruskorjausta ja osittaista perusparannusta varten. (Hankesuunnitelma 2022.) Flinkin (2022) mukaan talotekniikan vanhentuminen, julkisivujen kipsikoristeiden vakavat vauriot ja vesikatkon vuodot ovat merkittävimmät käynnistämisen syyt. Tulevassa peruskorjauksessa huomioidaan 1990-luvun peruskorjauksen kokemukset ja restauroinnin lähtökohdaksi otetaan rakennuksen silloin valittu asu pienin muutoksin. (Hankesuunnitelma 2022.)

Säätytalon korjauksessa huomioitavia tekijöitä ovat esimerkiksi merkittävät rakennussuojeluarvot, tilojen terveellisyys, turvallisuus, toiminnallisuus, esteettömyys, rakentamistalous ja josain määrin ilmastovaikutukset. Näiden tekijöiden tavoitteet eivät ole keskenään ristiriidatottomat. Hankesuunnitelman (2022) mukaan käyttäjän tavoitteet toteutetaan rakennussuojeluun sovitteen. Yhtä lailla rakennus- ja talotekninen tavoite on kunnostaa ja restauroida kulttuurihistoriallisesti erittäin arvokas rakennus säilyttäen sen suojeluarvot. Rakennusteknisillä korjauksilla tavoitellaan 50 vuoden käyttöikä. Talotekniset korjaukset suunnitellaan nyt niin, että seuraavat muutokset pystyttäisiin tekemään ilman laajoja rakenteellisia muutoksia. (Hankesuunnitelma 2022.)

Tyypillisesti korjaushankkeen toimet jaetaan rakennuksen tai käyttäjän tarpeista lähteviksi. Flinkin (2022) mukaan Senaatissa muutokset ja korjaukset jaetaan omistaja- ja käyttäjälähtöisesti. Omistajalähtöiset toimet muodostavat käytännössä peruskorjaukseen luettavat toimet kuten rakennusosien, talotekniikan ja laitteiden kunnostamisen tai uusimisen lähtötasoihinsa. Käyttäjälähtöiset toimet taas muodostavat perusparannuksen sisällön mm. tilamuutokset, talotekniikan lisäykset ja muut lähtötasoa nostavat toimet. (Flink 2022.)

Julkisivu-, vesikatto- ja talotekniikkakorjausten aikana rakennuksen käyttö ei ole mahdollista, joten käyttökatkoksen ajalle kannattaa osoittaa muitakin toimenpiteitä (Flink 2022). Muita

keskeisiä korjaustarpeita ovat mm. sisätilojen pintojen puhdistus ja konservointi, turvallisuuden lisääminen, ilmanvaihdon parantaminen, sähköjärjestelmien parantaminen, keittiön päivittäminen, yleisö-wc-tilojen lisääminen, esteettömän wc:n rakentaminen, esteettömän kulun järjestäminen sekä mediatilan ja erillisen sisäänkäynnin järjestäminen. (Hankesuunnitelma 2022.) Muutos- ja korjaustarpeita sekä toimenpiteitä kuvataan tarkemmin jäljempänä.

Suojellun Säätytalon peruskorjaaminen, kuten rakentaminen ylipäänsä, tulee tehdä useisiin lakeihin ja asetuksiin pohjautuen. Suomessa rakennuksia voidaan suojella perustuen esimerkiksi harvinaisuuteen, tyypillisyyteen, edustavuuteen, alkuperäisyyteen, historialliseen todistusvoimaisuuteen ja historialliseen kerroksisuuteen (Laki rakennusperinnön suojelemisesta 2010, 498. 2. luku ja 8 §). Säätytalo on suojeltu sekä asemakaavalla että perustuen asetukseen valtion omistamien rakennusten suojelusta 1985, 480 (Senaatti-kiinteistöt 2022 a). Asetus on kumoutunut 2010, mutta kyseisten rakennusten suojelu on edelleen voimassa, mikäli uutta suojelupäätöstä ei ole tehty (Museovirasto 2022). Ympäristöministeriön asetus rakennusten korjausten energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 4/2013 säätelee energiatehokkuutta. Velvollisuus ei kuitenkaan koske suojeltuja rakennuksia, jos energiatehokkuuden parantaminen aiheuttaisi muutoksia, joita ei voida pitää hyväksyttävänä (YM asetus 4/13, 1 §). Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 17 luvun 117 pykälässä säädetään rakennuksen käyttöönsä soveltumisen lisäksi sen erityispiirteiden huomioimisesta, minkä lisäksi korjauksen jälkeen rakennuksen on oltava turvallinen ja terveellinen.

Valtiojohdon turvallisuutta parantavat toimenpiteet saattavat haastaa rakennussuojelumääräykset ja suojelutavoitteet. Flinkin (2022) mukaan nämä voidaan ratkaista taitavalla suunnittelulla. Sama koskee esteettömyyttä. Säätytalossa tapahtuva toiminta turvataan tarkasti niin tapahtuman ajaksi perustettavilla turvatoimilla kuin myös rakenteellisin pysyvin toimin.

### 3.3 Säätytalon korjauskohteet

Historiallisen rakennuksen arvot säilyttävä korjaaminen on hankkeessa kaikkien tavoite. Ehdotettavat keinot saattavat silti vaihdella. Päätöksenteko- ja kompromissitilanteita syntyy ja silloin todelliset arvomaailmat punnitaan. Kailan (1997, 14–16) mukaan eri asiantuntijat esittävät usein vaihtoehtoisia jopa ristiriitaisia korjaustapoja, joiden väliltä yksin omistajan on valintansa tehtävä. Flink (2022) kuitenkin korostaa keskustelua ja yhteistyötä keinona ratkaista asiat kaikkia tyydyttävällä tavalla.

Lämmitysenergia on suurin yksittäinen taakka rakennuksen päästöistä. Hankesuunnitelman (2022) mukaan rakennuksen energiatehokkuutta parannetaan mahdollisuuksien mukaan suojeltuun rakennukseen soveltuvin keinoin. Energiatehokkuudessa ei pyritä erityisiin tavoitelukuihin. Yläpohjan lämmöneristävyttä voidaan parantaa pieneltä osin, mutta kylmällä ullakolla vanha palopermanto on niin arvokas, ettei siihen kajota. Vesikatteen uusilla

alusrakenteilla pyritään tasoittamaan ullakon lämpötilavaihteluja, jotka osaltaan lienevät toisen kerroksen kattomaalausten vaurioitumisen syytä. Ulkovaipan ilmatiiveyttä parannetaan kunnostamalla ja tiivistämällä vanhat ikkunat ja ulko-ovet. (Hankesuunnitelma 2022, 38–39.)

Diplomityössä tarkasteluun valittaviin toimiin määritellään seuraavat termit:

<i>Korjauskohde</i>	<i>Rakennuksen osa tai toiminto, jonka korjaamiseksi valitaan jokin korjaustoimenpide.</i>
<i>Korjaustoimenpide</i>	<i>Korjauskohteelle valittu toimenpide, jolla on tietty intervention syvyys.</i>
<i>Tapaus</i>	<i>Korjauskohteelle tietyt korjaustoimenpiteet sisältävä kokonaisuus. Korjauskohteen tapauksia on mahdollista verrata keskenään.</i>

Säätytalon peruskorjauksen Hankesuunnitelmassa (2022) on esitetty pitkä lista muutoksia eikä kaikkia niitä tarkastella tässä diplomityössä. Vertailtavat korjaustoimenpiteet eivät kaikissa tapauksissa tuota Säätytalon samaa lopputulosta. Kaikissa tapauksissa on rakennustaiteelliset arvot huomioitu jollakin tasolla. Hankesuunnitelman muutoksista ja korjauksista on diplomityötarkasteluun valittu kiinnostavuuden, edustavuuden ja sopivan haastetason perusteella kolme korjauskohdetta, jotka on havainnollistettu kaaviomaisesti kuvassa 23. Korjauskohteet ovat puulattioiden välipohjatäytteiden vaihtaminen, julkisivurappauksen kunnostaminen sekä Säätytalon parannettu mediatila ja uuden esteettömän sisäänkäynnin rakentaminen.



*Kuva 23 Tarkasteluun valittujen korjauskohteiden periaatteellinen sijaintikaavio (kaavion tausta mukaillen Helander et al. 1999, 93)*

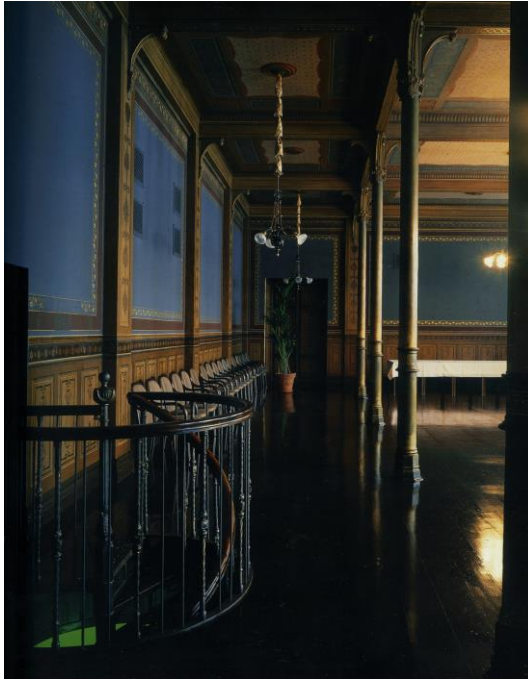


## Puulattiat

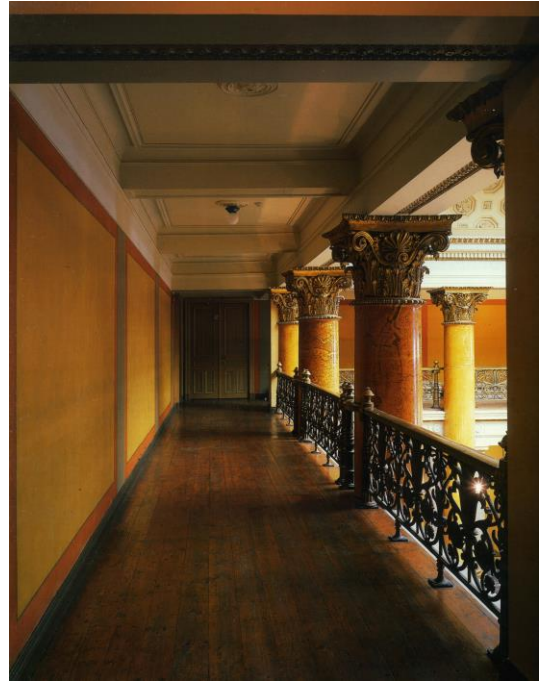
Puulattioiden välipohjatäytteiden vaihtamisen harkitsemiseen on johtanut kaksi tekijää. Suurempi tekijä on Senaatti-kiinteistöjen sisäilmaongelmien nollatoleranssi (Senaatti-kiinteistöt 2022 b, 47) ja pienempi tekijä on kaapelireittien sijoittaminen. Vaikka toistaiseksi tehtyjen tutkimusten mukaan sisäilmaongelmia aiheuttavia mikrobikasvustoja välipohjista ei ole löytenyt, nähdään riski ongelmien ilmaantumiselle. Säätytaloa tavanomaisemmassa kohteessa orgaanista ainesta sisältävät välipohjatäytteet olisi jo vaihdettu. Jos salien lattioita avataan välipohjien kunnon tarkastamiseksi, on samalla mahdollista tehdä kaapelireitit piiloon lattialautojen alle. Seinien ja välipohjien liittymät ovat ongelmille riskialtteimmat kohdat. Tutkimukselle ja kaapelireiteille riittävät noin neljäkymmentä senttiä leveät kaistaleet seinustoilla. Näiltä osin välipohjatäytteet poistettaisiin. Täytteiden ja rakenteiden kunto tutkitaan, minkä perusteella arvioidaan avauksen ja täytteiden poiston tarvittava laajuus. Terveellisyyden varmistumisen jälkeen kaapelihyllyt ja kaapelit asennettaisiin, ja korvaava välipohjatäyte, jolla on alkuperäisen eristeen ominaisuudet, asennetaan paikalleen. Lopuksi laudat palautetaan huolellisesti ja tehdään tarvittava pintakäsittely.



*Kuva 24 Salin parven puulattia oli vuosikymmenten aikana osittain purettu, mutta se palautettiin 1990-luvun alussa valmistuneessa korjauksessa. (Helander et al. 1999, 96. Valokuvaus Simo Rista.)*

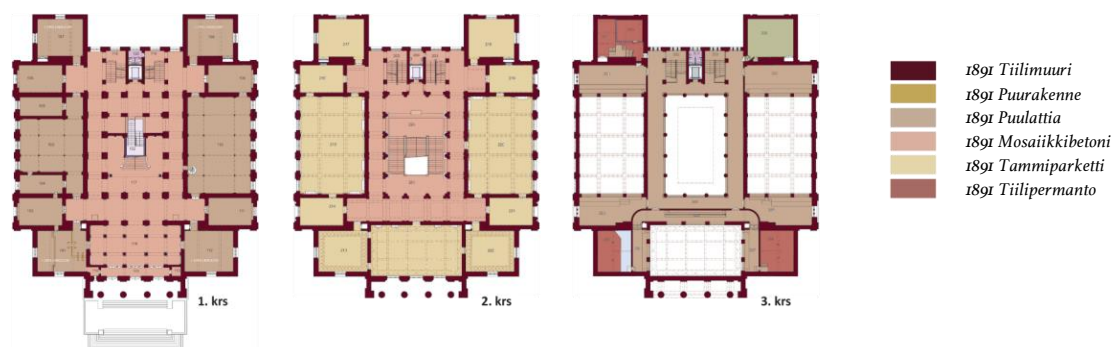


Kuva 25 Ensimmäisen kerroksen kiiltävä puulattia (Helander et al. 1999, 99. Valokuvaus Simo Rista.)



Kuva 26 Porrashallin parven patinoitunut puulattia (Helander et al. 1999, 91. Valokuvaus Simo Rista.)

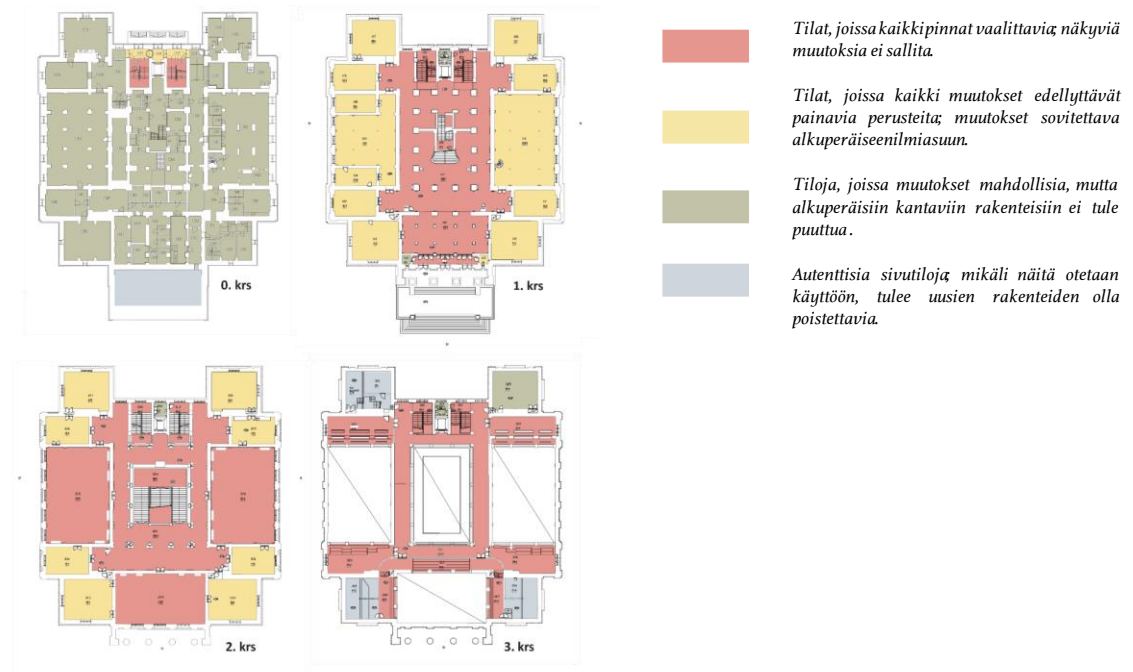
Kuvat 24, 25 ja 26 esittävät Säätytalon tyylikkäitä puulattioita. Eri osassa taloa lattioiden kunto, pintakäsittelyn alkuperäisyys ja patinan määrä vaihtelevat. Puulattioiden säilyttäminen mahdollisimman suurelta osin takaisi historian ja aitouden säilymisen talossa. Puulattiat sijoittuvat ensimmäiseen kerrokseen ja kolmannen kerroksen parville kuvan 27 osoittamalla tavalla. Par-kettilattiat sijaitsevat toisessa kerroksessa.



Kuva 27 Lattiapintojen ja materiaalien ajoitus. Puulattiat sijoittuvat ensimmäiseen kerrokseen ja kolmanteen kerrokseen parville. (mukaillen ote Okulus 2021, 1)

Puulattioita on tiloissa, jotka kuvassa 28 esitetyn arvoluokituksen mukaan ovat pinnoiltaan vaalittavia tai joissa muutokset edellyttävät painavia perusteluja. Flink (2022) nostaa esiin, kuinka restauroinnissa korostetaan nimenomaan alkuperäisen rakenteen ja materiaalin arvoa,

koska siihen sisältyy tietoa aikaisemmista työtavoista. Hyväkään kopio ei ole yhtä arvokas kuin alkuperäinen tai myöhempi oleellinen aikataso. Lattialautojen vaihtaminen kokonaan on vastoin restaurointifilosofiaa, mutta myös lautojen irrottamiseen ja palauttamiseen liittyy haasteita. Flinkin (2022) mukaan vanhat laudat on sovitettu toisiinsa tarkasti, joten järjestystä ei saa sekoittaa. Lattialaudat on myös veistetty alla oleviin palkkeihin sopiviksi. Jos palkkeja joudutaan uusimaan, vanhat laudat eivät enää istu paikalleen. Irrottamisen yhteydessä lattialautojen saumojen kohdalta pintakäsittely repeää eikä lopputulos olisi siisti. Jos lattia pitää hioa, menetetään vanhoja arvokkaita pintakerroksia (Flink 2022). Parhaassa tapauksessa Flinkin (2022) mukaan reunalautojen liitoskohdat kitataan ja paikkamaalataan konservoiden. Vain vaurioituneet kohdat hiotaan. Ylimaalaamista tai lakkaamista pyritään välttämään.



Kuva 28 Arvoluokituksen mukaan tiloissa, joissa puulattiat ovat, kaikki muutokset edellyttävät painavia perusteita (mukaillen Okulus 2021, 3)

Välipohjatäytteelle on omat vaatimuksensa ja sillä on arvoa alkuperäisenä materiaalina. Kuva 29 esittää rakenneavauksen yhteydessä todettua nykyistä täytemateriaalia. Flinkin (2022) mukaan ensimmäisen kerroksen lattiassa välipohjatäytteellä on voinut olla myös lämpöeristystehtävä mutta lämpimien tilojen välillä välipohjatäyteen pätehtävä on äänieristys. Jos täytteet vaihdetaan, pitäisi uuden täyteen painon ja kosteusteknisten ominaisuuksien olla samaa luokkaa vanhan kanssa. (Flink 2022). Rakenneavauksien perusteella välipohjaontelojen syvyys puulattioiden alla vaihtelee 100 ja 700 mm välillä (Mehto 2021 b).





*Kuva 29 Välipohjatäytteenä on käytetty monipuolisesti saatavilla olevaa materiaalia (Mehto 2021 b)*

## Julkisivurappaus

Säätytalon tunnusomainen ja arvokas ulkoasu on rappauksella ja taidokkaalla pintakäsittelyllä luotu hiekkakivi- ja marmori-imitaatio. Säätytalon tiilimuuratut seinät on rapattu monimuotoisiksi ja teräviksi harkkokohokuvioiksi. Kuten kuvasta 30 voidaan havaita, alaosassa on voimakas harkotus, keskiosassa sileät mutta voimakasuraiset harkkopinnat ja yläosassa kevyesti toteutettu harkkojako. (Hassi 2019, 3.) Harkotusten lisäksi seinillä on runsaasti pilastereita, koristeita ja kuviointeja. Seinäpinnoissa laastina käytettiin alun perin hienoa kalkkilaastia ja haasteellisemmat kohdat, kuten listat on rapattu sementtivahvistetulla laastilla. (Winterhalter ja Bonsdorff 2020, 30.) Pintakäsittely on tehty eri vuosikymmeninä vaihtelevilla maaleilla, mutta vuoden 2020 mallityössä käytettiin alustasta riippuen joko kalkkimaalia tai Hydrosilmaalia (Hassi 2020, 8–9.)

Säätytalon julkisivujen kunto on pääosin hyvä, mutta ongelmakohtiakin on. Jos pellitys on pettänyt jossakin, voi kosteus päästä rappauksen sisään ja saada vaurioita aikaan. Winterhalterin (2022) mukaan rappaus voi olla hyvin pitkäikäistä ja kestää esimerkiksi 200 vuotta. Ongelmakohtissa vaurioita voi kuitenkin syntyä nopeasti.

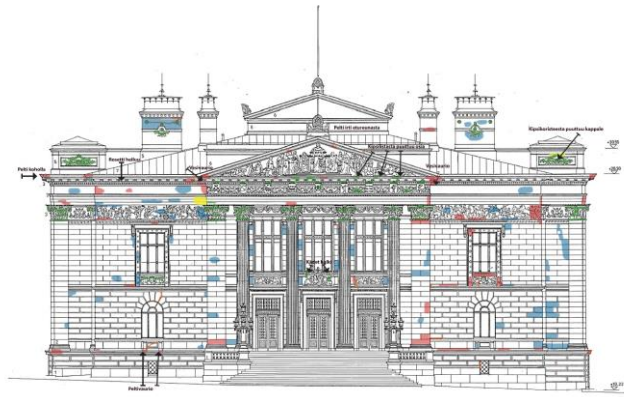
Julkisivun pintakäsittely on tehtävä vähintään yhdelle neljästä julkisivusta kerrallaan, jotta pinnasta saadaan laadukas ja yhtenäinen. Tämä edellyttää, että julkisivun kaikki vauriot

korjataan saman kauden aikana ja kauden lopuksi voidaan tehdä työläs ja haastava pintakäsittely. Julkisivun vaurioista pahimmat ovat koristeissa ja niiden korjaaminen ja konservointi on erittäin työläs ja käsityövaltainen tehtävä. (Hassi 2022.) Koristeet on rajattu diplomityön tarkastelun ulkopuolelle vähäisen materiaalikulutuksen ja vähäisen työkaluenergian käytön takia.

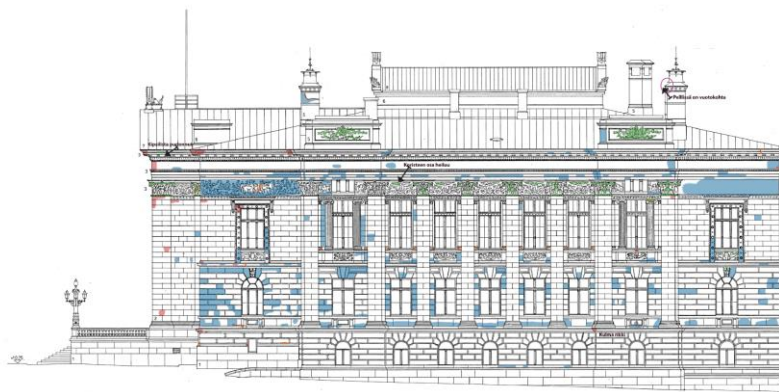


*Kuva 30 Säätytalon rapatussa seinäpinnassa on kolmea erilaista harkotuskuviota ja paljon koristeita. Maalattu hiekkakiviimitaation näkyy tässä Eteläjulkisivussa hyvin*

Julkisivuvaurioiden määrästä ja tyypeistä johtuen sivurappauksen kunnostuksen todennäköisin valinta on paikkakorjaukset. Vauriokohdat on esimerkinomaisesti esitetty kahden julkisivun osalta kuvissa 31 ja 32. 130 vuotta vanhaa alkuperäistä rappausta on jäljellä, eikä sitä pidä hävittää. Jossain vaiheessa tulevaisuudessa voi tulla se hetki, kun julkisivussa on paikkaa paikan päällä ja harkittavaksi joudutaan ottamaan koko rappausten uusiminen. Tämänkin vaihtoehdon hiilijalanjälki on hyvä tuntee, vaikka toimenpide ei ole seuraavassa peruskorjauksessa todennäköinen. Kuvissa 33, 34, 35, ja 36 esitetään pieniä paikallisia vaurioita kesällä 2022.



*Kuva 31 Vauriot länsijulkisivulla (Hassi 2019, 31)*



*Kuva 32 Vauriot eteläjulkisivulla (Hassi 2019, 32)*



*Kuva 33 Pääsisäänkäynnin läheisyydessä kolossaalipylväikössä on pintavaurioita.*



*Kuva 34 Julkisivurappauksessa on pieniä vaurioita.*





*Kuva 35 Julkisivun koristeista on pudonnut joitain palasia*

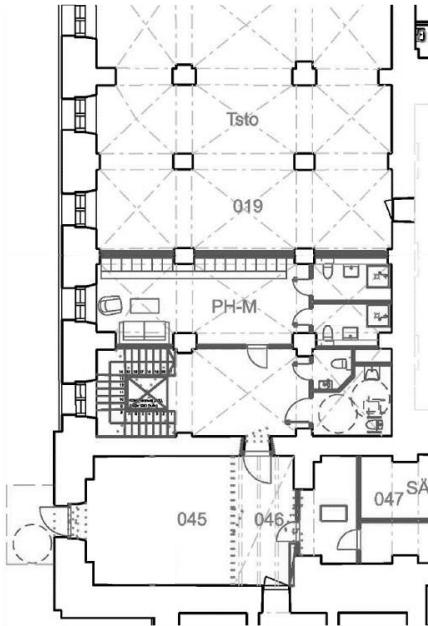


*Kuva 36 Alimmassa harkotuskuviossa on pintastruktuuri luotu tiilimurskalla. Joitain rappausvaurioita on nähtävissä.*

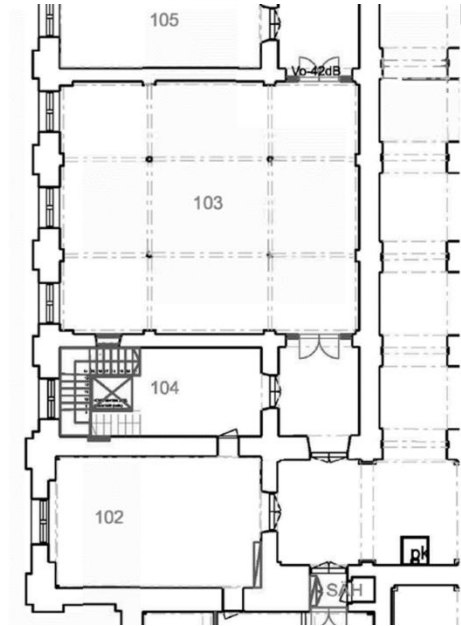
## Mediatila

Säätytalossa pidetään esimerkiksi valtioneuvoston kokouksia ja eduskuntavaalien jälkeen hallitustunnusteluja, joista kansa on kiinnostunut. Tiedottaminen neuvottelujen päätöksistä on ennen vuosien 2020–2022 pandemiaa hoidettu eräässä Säätytalon salissa. Terveysturvallisuussyistä pandemian aikana tiedotusvälineet kohdattiin ulkona Säätytalon portailta. Valtioneuvoston kanslian tarpeista on noussut harkinta mediatilasta, jolla olisi erillinen median sisäänkäynti. Median ja valtionjohdon kulkureittien eriyttäminen vähentäisi risteävän liikenteen riskiä ja parantaisi valvottavuutta. Turvallisuus ja käytettävyys puoltavat mediatilan rakentamista.

Uusi sisäänkäynti parantaisi myös rakennuksen esteettömyyttä ja poistumisturvallisuutta (Hankesuunnitelma 2022, 58). Esteettömän sisäänkäynnin rakentamiselle on jopa painavampia perusteita kuin mediatilan muutoksille, ja se voisi tulla rakennettavaksi ilman mediatilamuutoksiakin. Uusi sisäänkäynti rakennettaisiin o. kerrokseen olemassa olevan ikkunan paikalle, kuten kuvat 37 ja 39 esittävät. Muutokseen kuuluvat aula ja porraskäytävä o. kerroksessa ja mediatila ensimmäisen kerroksen tilassa 103, kuten kuvan 38 osoittaa. WC-tiloja ei huomioida tässä.



*Kuva 37 0. kerroksen uusi sisäänkäynti ja porrashuone (ote Okulus 2021 b, 3)*



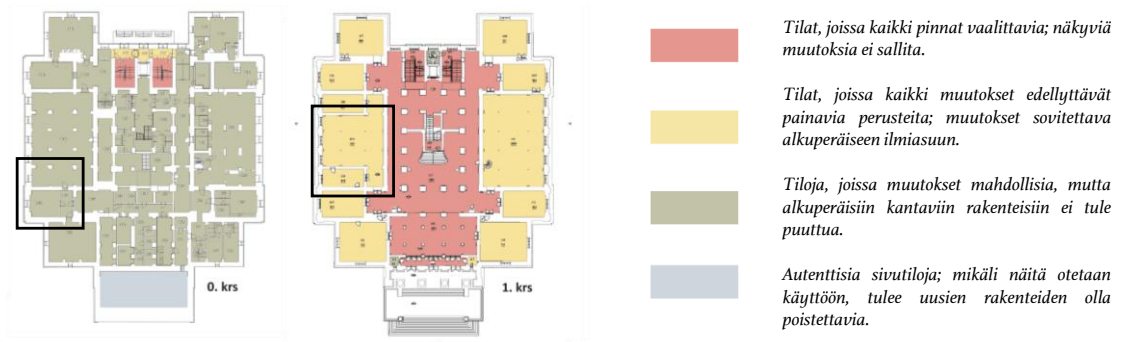
*Kuva 38 1. kerroksen porrashuone ja mediatila 103 (ote Okulus 2021 b, 3)*



*Kuva 39 Uusi esteetön sisäänkäynti on suunnitteilla 0. kerroksen ikkunan kohtaan, jossa maantaso ja lattiantaso ovat lähellä toisiaan.*

Nollakerroksessa on rakennussuojelun näkökulmasta muutokset mahdollisia toisin kuin ensimmäisessä kerroksessa, jossa muutokset edellyttävät painavia perusteita.





Kuva 40 Tilojen arvoluokitus mediatilan yhteydessä (mukaillen Okulus 2021, 3)

Nollakerroksen lattia on uuden sisäänkäynnin kohdalla rakennetyypiltään kuvassa 41 esitetty maanvarainen alapohja (AP6). Mediatilan aktiiviseen käyttöön varautuminen aiheuttaa puulattioiden korvaamisen kestävämmällä rakennuksen tyyliin soveltuvalla mosaiikkibetonilla. Hankesuunnitelman (2022) mukaisesti uusi ilmanvaihdon kanavatila on tarkoitus sijoittaa suunnitellun porrashuoneen alle kaivettavaan uuteen tilaan. Nykyinen alapohja puretisiin tältä paikalta ja tilalle rakennettaisiin uusi kantava teräsbetoni-laatta. Portaan ja hissinvuoksi pitää aukottaa ensimmäisen kerroksen lattiaa, tiiliholvattua välipohjaa, jonka rakennetyyppiä on esitetty kuvassa 42. Tässä luvussa määriteltiin ja valittiin tarkasteltavaksi kolme Säätytalon korjauskohdetta. Seuraavassa luvussa selvitetään valittujen korjauskohteiden korjaustoimenpiteille hiilijalanjälki.

## AP 6

Pintakäsittely huoneselityksen mukaan

33 mm Ponttilauta  
Kumi 1,0 x 30

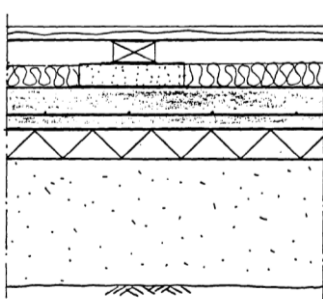
50 mm Koolaus 50 x 100 k 400  
Kumi 1,0 x 95 x 95

50 mm Korokkeet 50 x 100 k 600, villa 50 mm, 01.041  
- Työvara  
Polyeteenikalvo 0.2mm, saumat limitetään 200 mm päällekkäi

100 mm Teräsbetoni-laatta, betoni K 30-2, teräkset  
# 8 k 200, A 500 HW  
Oksamassapahvi

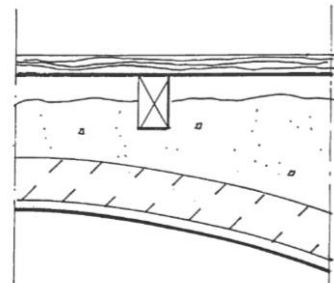
70 mm Solypolystyreeni R

>300 mm Tiivistetty sora, raekoko 1 - 20 mm, tiiveys 90 % parannetun Proctor-kokeen mukaan



## VP 1

Pintakäsittely  
Vanha lauta  
Vanha koolaus ja täyte  
Vanha tiiliholvi  
Pintamateriaali ja käsittely



Kuva 41 Mediatilan sisäänkäynnin alapohjan rakennetyyppi (AP6) on tarkoitus muuttaa puupintaisesta mosaiikkibetoniksi. (Mehto 2021, 14. ote vuoden 1988 suunnitelmasta)

Kuva 42 Välipohjan rakennetyyppi 1. kerroksen lattiassa (Mehto 2021, 18. ote vuoden 1988 suunnitelmasta)

## 4. SÄÄTYTALON HIILIJALANJÄLKI

### 4.1 Laskennan tavoite ja määrittely

#### Tavoite ja arviointimenetelmä

Hiilijalanjäkilaskentaa sovelletaan Säätytalon kolmeen valittuun korjauskohteeseen. Senaatti-kiinteistöjen hankkeissa tavoitellaan uudiskohteiden osalta vähintään 25 prosenttia tavanomaista pienempää hiilijalanjälkeä ja korjauskohteissa 15 prosenttia tavanomaista korjaushanketta pienempää hiilijalanjälkeä. Vertailutasona toimiva tavanomainen hanke (Senaatti-kiinteistöt 2021, II) ei kuitenkaan ole yksiselitteisesti määriteltävissä. Flinkin (2022) mukaan varsinkaan arvokohteiden kohdalla ei ole olemassa tavanomaista verrokkihanketta.

Tässä diplomityössä Säätytalon korjauskohteisiin sovelletaan joustavasti aiemmin esitettyä (Kuva II) seitsemän askeleen prosessia, jonka askeleet ovat: 1. määrittele tavoite, 2. valitse arviointimenetelmä ja työkalut, 3. rajaa ja määrittele, 4. inventoi, 5. valitse päästötiedot, 6. laske ja tarkista, 7. raportoi. Mainituista askeleista 4–7 kuvataan pääosin kunkin korjauskohteen omassa alaluvussa.

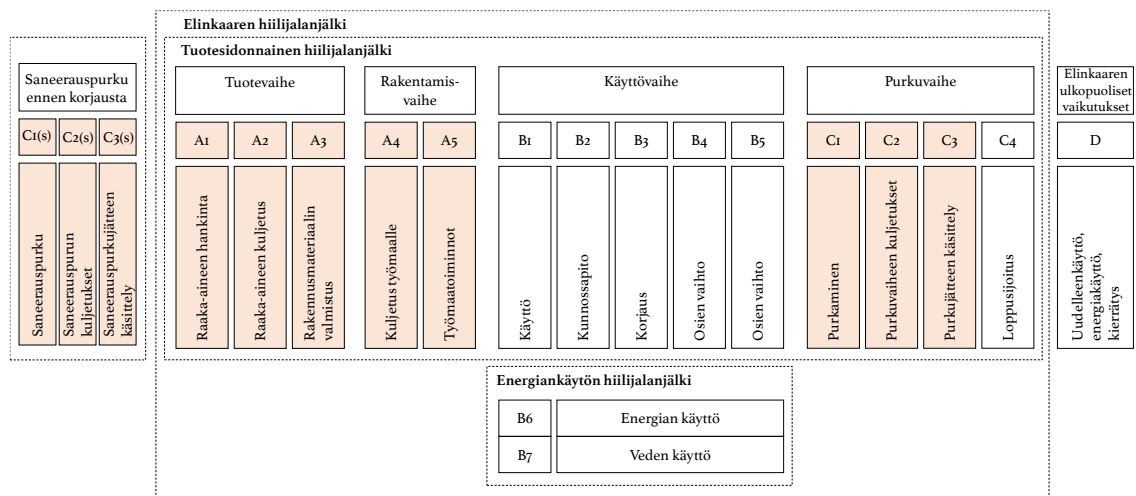
Koska nyt käsillä olevaa Säätytalon laskentaa ei ohjaa viranomaisvaatimukset, voidaan tavoitteetkin määritellä räätälöidysti omiin tarpeisiin sopiviksi. Hiilijalanjäkilaskennan tavoitteet ovat: vertailla korjaustoimenpiteiden laajuuden ja rakennusmateriaalien merkitystä korjauskohteen hiilijalanjälkeen, ja kerätä uutta tietoa ja herättää ajatuksia suojeltujen rakennusten hiilijalanjäljen laskennasta.

Arviointimenetelmänä käytetään eurooppalaisista standardeista laadittua ympäristöministeriön arviointimenetelmää, josta erikseen esiin nostettavilta osin poiketaan. Laskentatyökaluna käytetään puhtaalta pöydältä laadittua taulukkolaskentaa, joka on joustava, mahdollistaa läpinäkyvyyden ja vapaat päätökset, sallii tarkkuuden ja raportoinnin sidosryhmille sopivilla tavoilla. Laskennanaikaiset inhimilliset erehdykset voidaan jäljittää ja korjata. Ennen kaikkea työkaluvalinta tarjoaa mahdollisuuden tutkia ja oppia elinkaaren ja hiilijalanjäljen yksityiskohtia syvällisesti.

#### Rajaus ja määrittely

Säätytalon hankesuunnitelmasta on valittu kolme korjauskohdetta, joiden laajuuksia ja mahdollisuuksia arvioidaan. Korjauskohteet ovat Puulattioiden välipohjatäytteiden vaihtaminen, julkisivurappauksen kunnostaminen sekä Säätytalon parannettu mediatila ja uuden esteettömän sisäänkäynnin rakentaminen. Tarkasteluun otetaan mahdollisuuksien mukaan kaikki

elinkaaren vaiheet. Säätötilan korjaushankkeesta poimittujen korjauskohteiden luonteen ta-  
kia elinkaaren käyttövaihetta (B) ei tarkastella. Käytönaikainen energia ei merkittävästi riipu  
valittujen korjauskohteiden käytetyistä materiaaleista ja työmenetelmistä. Käytönaikaisen  
energiantuloksen ympäristövaikutusten suuruusluokkaa voidaan silti tarkastella hiilijalan-  
jälkilaskennan tuloksien rinnalla. Koska käyttövaihetta (B) ei tarkastella, ei tarkastelujakson  
pituus ole oleellinen parametri. Materiaalien kestävyys tulee silti pitää mielessä tarkastelun  
aikana. Vaiheeseen D-sisältyvä hiilikädenjälki esitetään, vaikka yleisesti sen tulkintaan liittyy  
epävarmuutta. Korjaamistyötä edeltävä saneerauspurku ei aina esiinny teorioissa, mutta tässä  
tarkastelussa se huomioidaan. Kuva 43 esittää mitkä elinkaaren vaiheet on valittu tarkasteluun.



Kuva 43 Säätötilan korjauskohteiden arvioinnissa huomioitavat elinkaaren vaiheet on ko-  
rostettu kaaviossa. Erityisesti kuvasta on tunnistettava korjaushankkeen alussa tapahtu-  
vat saneerauspurkuvaiheet C1(s), C2(s) ja C3(s).

Arvioinnissa käytetään mahdollisimman vähän keskimääräisiä taulukkoarvoja ja pyritään sel-  
vittämään oleelliset asiat muuta kautta. Itse selvitettyjä arvoja ja taulukkoarvoja on syytä ver-  
rata vähintään suuruusluokkatasolla laskelmien luotettavuuden tunnistamiseksi. Korjauskoh-  
teita tarkastellaan pääosin riippumattomina toisistaan ja myös muista Säätötilan peruskor-  
jauksen hankesuunnitelmassa (2022) esitetyistä korjaustoimenpiteistä.

Lähtötietoina käytettävät lukuarvot perustuvat mm. verkkolähteistä ja ympäristöministeriön  
ja muiden tahojen kokoamista tietokannoista löytyviin tuote- ja päästötietoihin, erillisiin asi-  
antuntijalausuntoihin, Rakennustiedon (2019) rakennustöiden menekkien soveltamiseen, pii-  
rustuksien ja suunnitelmien perusteella tehtyihin arvioihin pinta-aloista, tilavuuksista ja ma-  
teriaalimääristä. Kaikkea tietoa ei ole suoraan saatavilla vaan sitä on johdettava, sovellettava ja  
laskettava erityyppisistä tiedon palasista. Oletukset, poikkeamat ja epäilykset on kirjoitettu  
auki. Rakennusosien ja materiaalien elinkaarien lähtötiedot on koottu taulukoihin.

Korjauskohteiden kaikki tapaukset esitetään kuvassa 44. Korjauskohteille on annettu tunnukset L = lattia, J = julkisivurappaus, M = mediatila. Tapaukset on numeroitu tai tarvittaessa kirjaimella eritelty. Tapausten vertailu on mielekästä taulukon vaakarivien ja pystyrivien suunnassa.

L	Lattiat	Eristeyhdistelmä A	Eristeyhdistelmä B	Eristeyhdistelmä C
L1	Uudet täytteet, uudet laudat.	L1A Uudet täytteet, uudet laudat. hiekka ja puukuitueriste	L1B Uudet täytteet, uudet laudat. hiekka ja lasivilla	L1C Uudet täytteet, uudet laudat. vaahtolasi ja puukuitueriste
L2	Reunoille uudet täytteet, palautetut laudat.	L2A Reunoille uudet täytteet, palautetut laudat. hiekka ja puukuitueriste		
L3	Uudet täytteet, palautetut laudat.	L3A Uudet täytteet, palautetut laudat. hiekka ja puukuitueriste		
L4	Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat.	L4A Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. hiekka ja puukuitueriste	L4B Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. hiekka ja lasivilla	L4C Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. vaahtolasi ja puukuitueriste

J	Julkisivurappaukset	Laasti A	Laasti B	Laasti C
J1	Rappauksen uusinta laajalti.	J1A Rappauksen uusinta laajalti. Laasti A		
J2	Rappauksen paikkakorjaukset.	J2A Rappauksen paikkakorjaukset. Laasti A	J2B Rappauksen paikkakorjaukset. Laasti B	J2C Rappauksen paikkakorjaukset. Laasti C

M	Mediatila	Esteetön sisäänkäynti ja mediatila	Vain mediatila	Vain esteetön sisäänkäynti
M	Säätytalossa	MS+M Säätytalossa, Esteetön sisäänkäynti ja mediatila	MM Säätytalossa. Vain mediatila	MS Säätytalossa. Vain esteetön sisäänkäynti
MU	Uudisrakennuksessa	MU Uudisrakennuksessa koko palvelu		

Kuva 44 Arvioitavaksi valitut korjauskohteet ja niistä muodostetut tapaukset

Puulattioihin liittyen arvioidaan kahdeksan tapausta, jotka muodostuvat uusimisen laajuuden ja välipohjaeristeiden vaihtoehtoyhdistelmistä. Julkisivurappauksen neljä tapausta muodostuvat uusimisen laajuuden ja laastin vaihtoehdoista. Mediatilaan liittyvät tapaukset edustavat Säätytalon rakennettavaa mediatilaa tai ulkoiseen uudisrakennukseen sisältyvää mediatilaa. Säätytalon mediatilaan voidaan lukea sisältyväksi eri määrä sisäänkäyntiin liittyviä rakennustöitä. Korjauskohteiden kaikissa tapauksissa esiintyvät korjaustoimenpiteet ovat olleet hankesuunnittelussa esillä jollain tasolla, ja kutakin toimenpidettä tukee argumenttinsa ja niiden taustalla olevat arvot.

Ympäristöministeriön (2019, 12) mukaan väliaikaiset rakennustelineet, suojaustyöt ja suojausmateriaalit tulisi jättää huomiotta hiilijalanjäljen laskennassa. Uudisrakentamiseen verraten korjausrakentamisessa rakennustelineiden ja suojaamisen merkitys voi olla suuri. Museoviraston (2003) ohjeiden mukaan suojaustyö on tehtävä huolellisesti, mikä tarkoittaa merkittävää määrää suojausmateriaalia ja myös rakentamistyötä. Varsinkin arvorakennuksien

korjaamisessa ulko- ja sisäpuolinen suojaaminen muodostaa merkittäviä työpanoksia ja materiaalimenekkejä. Suojamateriaaleina käytetään esimerkiksi puutavaraa, levyä, pahvia, paperia, muovia jne. Tässä diplomityössä esitetään suojauksen karkea materiaalmääräarvio Museoviraston (2003) Rakennusosien työmaa-aikainen suojaus -korjauskorttiin pohjautuen ja selvitetään materiaalien päästöt.

Erillisenä tarkasteluna tutkitaan kylmän vuodenajan ulkotyön lämmittämisen vaikutuksia.

Ympäristöministeriön (2021, 29–30) ohjeluonnoksen mukaan hiilikädenjälkeä muodostavaksi hiilivarastoksi voi lukea vain rakennusosan, joka on suunniteltu säilyvän rakennuksessa vähintään 100 vuoden ajan. (Ympäristöministeriö 2021, 29–30.) Tämä on kova vaatimus ja pohdittavaksi jääkin, millä varmuudella mikään rakennusosa on paikallaan sata vuotta.

## 4.2 Puulattiat ja välipohjatäytteet

### Inventointi, päästötiedot ja laskenta

Säätytalon puulattioiden avaamista ja välipohjatäytteiden vaihtoa motivoi sisäilmaongelmien riski. Tässä aluvussa esitellään puulattioiden arvioitavat tapaukset, inventoidaan purettavat ja uudet materiaalit sekä valitaan elinkaaren vaiheiden päästötiedot. Edelleen tässä aluvussa esitetään puulattioihin liittyvät laskelmat ja raportoidaan laskelmien tulokset. Parkettilattioita ei tarkastella tässä diplomityössä. Parkettilattiaa on puulattioita vastaava määrä pääosin toisessa kerroksessa.



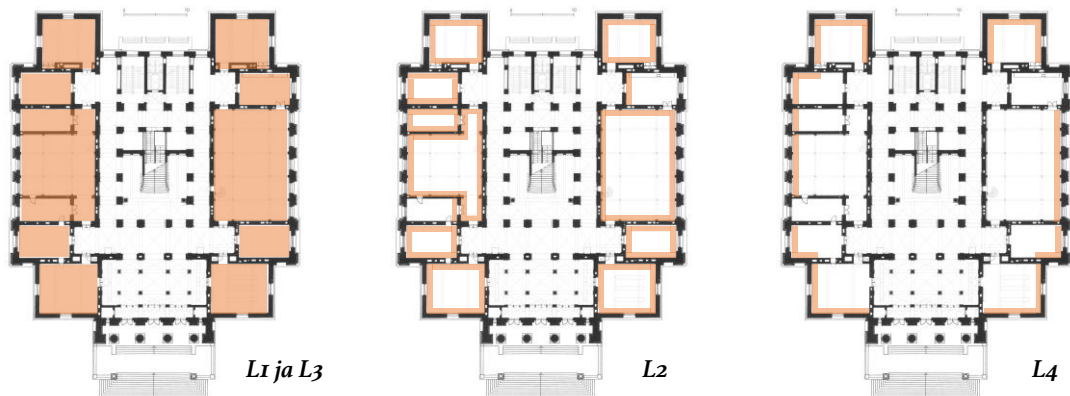
*Kuva 45 Säätytalon puulattiat sijoittuvat pääasiassa ensimmäiseen kerrokseen ja toisen kerroksen salien parville (kaavion tausta mukaillen Helander at al. 1999, 93)*

Välipohjan sisäilmaongelmien syntymisen riski on suurin seinien vierustoilla. Hankesuunnitelmassa on harkittu lattioiden avaamisen ja välipohjatäytteiden täydellisen vaihtamisen sijaan avaamista ja vaihtamista vain lattian reunoilta läheltä seinustoja. Seinän vierustoille

sijoitettavia kaapelihyllyjä ja kaapeleita ei sisällytetä laskelmaan, mutta niiden vaatima tila vähennetään muusta materiaalityypistä. Puulattioiden viitteelliset sijainnit on esitetty kuvassa 45. Puulattioiden ja välipohjatäytteiden kahdeksan arvioituvaa tapausta on nimetty kuvassa 46. Kuva 47 esittää alla tapauksien mittakaavaerot. Vasemmanpuoleinen kaavio kuvastaa tapauksia L1 ja L3, keskimmäinen tapausta L2 ja oikeanpuolimmainen tapausta L4.

L	Lattiat	Eristeyhdistelmä A	Eristeyhdistelmä B	Eristeyhdistelmä C
L1	Uudet täytteet, uudet laudat.	L1A Uudet täytteet, uudet laudat. hiekkä ja puukuitueriste	L1B Uudet täytteet, uudet laudat. hiekkä ja lasivilla	L1C Uudet täytteet, uudet laudat. vaahtolasi ja puukuitueriste
L2	Reunoille uudet täytteet, palautetut laudat.	L2A Reunoille uudet täytteet, palautetut laudat. hiekkä ja puukuitueriste		
L3	Uudet täytteet, palautetut laudat.	L3A Uudet täytteet, palautetut laudat. hiekkä ja puukuitueriste		
L4	Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat.	L4A Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. hiekkä ja puukuitueriste	L4B Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. hiekkä ja lasivilla	L4C Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. vaahtolasi ja puukuitueriste

Kuva 46 Kahdeksan puulattiatapausta muodostuu kahden muuttujan yhdistelmästä



Kuva 47 Kaavio ensimmäisen kerroksen lattian avaamisen laajuudesta eri tapauksissa. (kaavion tausta mukaillen Helander at al. 1999, 94)

Materiaali-inventointi on tehty suunnitelmapiiirustusten ja rakennetyyppien perusteella. Piiirustuksista saadaan pinta-alat ja rakennetyypeistä materiaalityypit. Uudet materiaalityypit perustuvat esimerkiksi asiantuntijalausuntoihin. Eristevaihtoehtoina laskeaan puhallettava puukuitueriste ja provokaationa lasivilla. Nykyisenkaltaisen välipohjatäytteen painon saavuttamiseksi esitetään eristemateriaalien lisäksi vaahtolasia tai puhdistettua hiekkää (sora). Kuva 48 esittää välipohjatäytteen materiaalityypit ja ominaisuudet. Purkukartoituksen (2022) arvion mukaan nykyisen välipohjatäytteen tiheys on  $400 \text{ kg/m}^3$ , jota ei pystytä saavuttamaan vaahtolasilla.

Puulattioiden välipohjatäytteet (eristeet)				
	tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	Hiilijalanjälki [ kgCO <sub>2e</sub> / kg ] A1-A3	Hiilikädenjälki [ kgCO <sub>2e</sub> / kg ] D	osuus tilavuudesta
<b>Yhdistelmä A</b>				
Puukuitueriste (puhallus)	34	0,193	-0,111	75 %
Sora	1 500	0,005	0,000	25 %
75% / 25% (Puuku. Sora.)	400	0,146	-0,083	100 %
<b>Yhdistelmä B</b>				
Lasivilla (puhallus)	23	1,080	0,000	75 %
Sora	1 500	0,005	0,000	25 %
75% / 25% (Lasiv. Sora.)	392	0,811	0,000	100 %
<b>Yhdistelmä C</b>				
Puukuitueriste (puhallus)	34	0,193	-0,111	5 %
Vahtolasi	250	0,360	0,000	95 %
05% / 95% (Puuku. Vaht.)	239	0,352	-0,006	100 %
<b>Yhdistelmä D</b>				
Puukuitueriste (puhallus)	34	0,193	-0,111	75 %
Laastimurske (kierrätetty)	1 500	0,006	0,000	25 %
75% / 25% (Puuku. Laast.)	400	0,146	-0,083	100 %

*Kuva 48 Välipohjatäytevaihtoehdot. Tavoitetiheys on 400 kg/m<sup>3</sup> mutta vahtolasilla sitä ei pystytä saavuttamaan.*

Puukuitueristeen päästökertoimet ovat valmistajan EPD-dokumentista ja lasivillan SYKE:n (2022) Rakentamisen päästötietokannasta. Vertailtavuuden nimissä mainitaan, että SYKE:n (2022) tietokannan kierrätyspaperipohjaisella selluvillalla on vielä puukuitueristettä merkittävästi paremmat päästökertoimet, joten puukuitueristeen tuottamat tulokset eivät ole yltiöoptimistisiä lasivillaan verrattuna.

Kiinnostavaa on tutkia myös julkisivusta piikattavan vanhan rappauksen tai purkutöistä syntyvän tiilimurskan käyttämistä välipohjatäytteenä. Samalta työmaalta irrotetun purkujätteen uudelleenkäyttö olisi ympäristömyönteistä. Alkuperäinen välipohjatäyte on itsessään monipuolista ja laastisirpaleita on välipohjissa tälläkin hetkellä. Irrotettu murske tulisi vielä käsitellä tasalaatuisemmaksi. Sen voisi arvioida tapahtuvan betonin jätteenkäsittelyä vastaavalla energiamäärällä 0,006 kg CO<sub>2e</sub> per kilo. Kuljetus työmaalle ja asennus tapahtuisi vastaavalla tavalla kuin hiekan. Välipohjatäytteiden vaihtamiskeskustelun käynnisti sisäilman laadun varmistaminen, joten on oleellista, että uusi materiaali on nykyistä materiaalia puhtaampaa ja luo sisäilmalle hyvät edellytykset.

Liitteenä 1 olevassa taulukossa on esitetty laskelmissa käytetyt materiaalit ja niiden päästökertoimet. Myös muissa Säätytalon korjauskohteiden laskennassa harkitut materiaalit on esitetty mainituksa taulukossa. Liitteenä 2 on esitetty puulattioihin liittyvät materiaalien

määrälaskelmat ja liitteenä 3 energiainventointi. Yksityiskohtaiset elinkaarivaiheiden päästöt ilman työmaatoimintoja on esitetty liitteessä 4. Työmaatoiminnot on omassa taulukossaan liitteenä 5.

Kuljetukset on yksinkertaistettu siihen muotoon, että jos rakennusmateriaalin toimittaja sijaitsee Etelä-Suomen alueella, voidaan käyttää etäisyysluokkaa I, ja jos toimittaja sijaitsee Keski-Euroopassa tai vaikka Norjassa, käytetään etäisyysluokkaa II. Tämä on laskettu kuvastamaan kyllin tarkasti ja tarkoituksenmukaisesti kuljetuksia kaiken muun paitsi hiekan ja puukuitueristeen yhdistelmän osalta, jolle käytetään omaa lukuaan. Hiekka hankitaan lähialueelta, mutta puukuitueriste hankitaan Norjasta.

Kuljetusten ilmastovaikutus koko kuljetusketjussa	
Etäisyysluokka	kg CO <sub>2</sub> e / kg
Luokka I (Etelä-Suomi)	0,01
Luokka II (tuonti)	0,1
Täyte A (Puuk. + hiekka)	0,05
Muulle voidaan käyttää luokkaa I.	

*Kuva 49 Kuljetusten yksinkertaistettu luokittelu ja päästökerroin*

SYKE:n (2022) uudisrakentamiselle tarkoitettujen karkeiden ja keskimääräisten työmaatoimintojen taulukkoarvojen käytön välttämiseksi työmaatoimintojen päästöjä on pyritty selvittämään arvioimalla työmaalla käytettäviä työkaluja ja työvaiheiden kestoja. Koska Säätytalon työmaata ei ole vielä käynnistetty, työvaiheiden kestot eivät perustu Säätytalon töiden mittauksiin vaan asiantuntijoilta pyydettyihin arvioihin muista restauroitavista rakennuksista. Lattioihin ja mediatilaan liittyviä asiantuntija-arvioita antoi Tommi Nick ja julkisivutöihin Anni Hassi. Yleisiä kommentteja esimerkiksi työtavoista antoi Selja Flink.

Monet Säätytalon korjauskohteiden työt pystytään tekemään akkutyökaluilla. Akkutyökalun käyttäminen yhden akun verran tuottaa sähkönkulutuksen osalta 14 grammaa hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä. Verkkovirralla käyville työkaluille päästöt voidaan laskea työkalun tehoon ja käyttöaikaan perustuen. Esimerkiksi yhden tunnin piikkaus tuottaa neljäsosakilon hiilidioksidiekvivalenttipäästöjä. Polttomoottorikoneille päästöt voidaan laskea käytönaikaiseen polttoainekulutukseen perustuen. Liitteessä 5 on esitetty kaikki työmaatoiminnot, työvaiheet ja niihin liittyvät laskelmat ja tulokset.

Puhallettavan eristeen työmaatoimintojen (A5) päästöjen suuruuteen liittyy merkittävää epävarmuutta. Eri lähteiden mukaan puhallettavan eristemateriaalin asennus tuottaa hyvin erilaisia päästöjä. Ekovilla Oy (2020) ilmoittaa A5 vaiheen tapahtuvan koneellisesti ja päästön olevan 0,00076 kgCO<sub>2</sub>e / kg. Hunton Fiber AS (2020) ilmoittaa eristämistyön kuluttavan 0,00153



litraa dieseliä toiminnallista yksikköä (Functional Unit, FU) kohden, mikä johtaa dieselin päästökertoimilla 0,0032 kgCO<sub>2</sub>e / kg. Saint-Gobain Finland Oy / Isover (2019) ilmoittaa asennuksen tapahtuvan manuaalisesti, joten päästöjä ei synny. Isoverin EPD-dokumentin vaikuttaisi kuvastavan sekä levy- että puhalluseristeitä. Viimeisimpänä asiantuntija-arvioihin perustuen puhallustehon (12 m<sup>2</sup>/h) ja polttoainekulutusarvion (50 l/h) kautta päästökseen saadaan 0,3308 kgCO<sub>2</sub>e / kg. Luvut ovat aivan eri suuruusluokissa. Syiksi voidaan arvioida esimerkiksi tavallisen tai vähäpäästöisen polttoaineen käyttämistä laskelmassa, helppojen tai haastavien asennusolosuhteiden valitsemista, pumppaustehon ja kaluston yksityiskohtia. Pienpuhalluskoneen ja puhallusauton käyttökohteet ja tehot ovat aivan erilaisia. Huolimattomuutta tai tahallista oikaisemistakaan ei voi sulkea pois, jos puhallusvillaa esitetään asennettavaksi manuaalisesti.

Puulattioihin liittyvien tapausten hiilijalanjäljet on esitetty eriteltynä elinkaarivaiheittain ja työvaiheittain kuvassa 50. Kuvassa on esitetty kaikki lattiatapauksen ja se ulottuu usealle sivulle. Taulukoiden luvut on esitetty myös graafisina kuvaajina myöhemmin tässä luvussa.

Uudet täytteet, uudet laudat. Täyte A	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
<b>Työvaihe</b>										
Lautojen irrotus	2	224	447							
Täytteiden poisto	5 006	1 506	903							
Esiin tulleiden vaurioiden korjaus						2				
Uusien täytteiden asennus				17 613	6 024	4 172				-10 009
Lautojen asennus (100 % uutta)				3 925	2 230	2				-35 683
Hionta käsimoneella						4				
Pintakäsittely				247	1	0				
<b>Yhteensä</b>	<b>5 008</b>	<b>1 729</b>	<b>1 350</b>	<b>21 785</b>	<b>8 256</b>	<b>4 179</b>	<b>5 008</b>	<b>1 429</b>	<b>1 171</b>	<b>-45 692</b>

Reunoille uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte A	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
<b>Työvaihe</b>										
Lautojen irrotus säilyttäen	3	5	10							
Täytteiden poisto	1 045	314	189							
Esiin tulleiden vaurioiden korjaus						0				
Uusien täytteiden asennus				2 299	786	871				-1 306
Lautojen asennus (10 % uutta reunoilla)				82	47	3				-745
Hionta käsimoneella						1				
Pintakäsittely				52	0	0				
<b>Yhteensä</b>	<b>1 048</b>	<b>319</b>	<b>198</b>	<b>2 432</b>	<b>833</b>	<b>875</b>	<b>210</b>	<b>162</b>	<b>104</b>	<b>-2 051</b>

Uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte A	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
<b>Työvaihe</b>										
Lautojen irrotus säilyttäen	7	23	46							
Täytteiden poisto	5 006	1 506	903							
Esiin tulleiden vaurioiden korjaus						2				
Uusien täytteiden asennus				17 613	6 024	4 172				-10 009
Lautojen asennus (10 % uutta)				393	223	7				-3 568
Hionta käsimoneella						4				
Pintakäsittely				247	1	0				
<b>Yhteensä</b>	<b>5 014</b>	<b>1 528</b>	<b>949</b>	<b>18 252</b>	<b>6 248</b>	<b>4 185</b>	<b>1 003</b>	<b>1 228</b>	<b>770</b>	<b>-13 577</b>

Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte A	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
<b>Työvaihe</b>										
Lautojen irrotus säilyttäen	1	1	2							
Täytteiden poisto	266	81	49							
Esiin tulleiden vaurioiden korjaus						0				
Uusien täytteiden asennus				596	204	266				-339
Lautojen asennus (10 % uutta)				21	12	1				-193
Hionta käsimoneella						0				
Pintakäsittely				13	0	0				
<b>Yhteensä</b>	<b>267</b>	<b>83</b>	<b>51</b>	<b>630</b>	<b>216</b>	<b>267</b>	<b>53</b>	<b>42</b>	<b>27</b>	<b>-532</b>

Uudet täytteet, uudet laudat. Täyte B	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
<b>Työvaihe</b>										
Lautojen irrotus	2	224	447							
Täytteiden poisto	5 006	1 506	903							
Esiin tulleiden vaurioiden korjaus						2				
Uusien täytteiden asennus				95 820	1 181	4 172				
Lautojen asennus (100 % uutta)				3 925	2 230	2				-35 683
Hionta käsimoneella						4				
Pintakäsittely				247	1	0				
<b>Yhteensä</b>	<b>5 008</b>	<b>1 729</b>	<b>1 350</b>	<b>99 992</b>	<b>3 412</b>	<b>4 179</b>	<b>5 008</b>	<b>1 405</b>	<b>1 157</b>	<b>-35 683</b>

Uudet täytteet, uudet laudat. Täyte C	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
<b>Työvaihe</b>										
Lautojen irrotus	2	224	447							
Täytteiden poisto	5 006	1 506	903							
Esiin tulleiden vaurioiden korjaus						2				
Uusien täytteiden asennus				25 327	3 601	4 172				-399
Lautojen asennus (100 % uutta)				3 925	2 230	2				-35 683
Hionta käsimoneella						4				
Pintakäsittely				247	1	0				
<b>Yhteensä</b>	<b>5 008</b>	<b>1 729</b>	<b>1 350</b>	<b>29 499</b>	<b>5 832</b>	<b>4 179</b>	<b>5 008</b>	<b>944</b>	<b>880</b>	<b>-36 082</b>

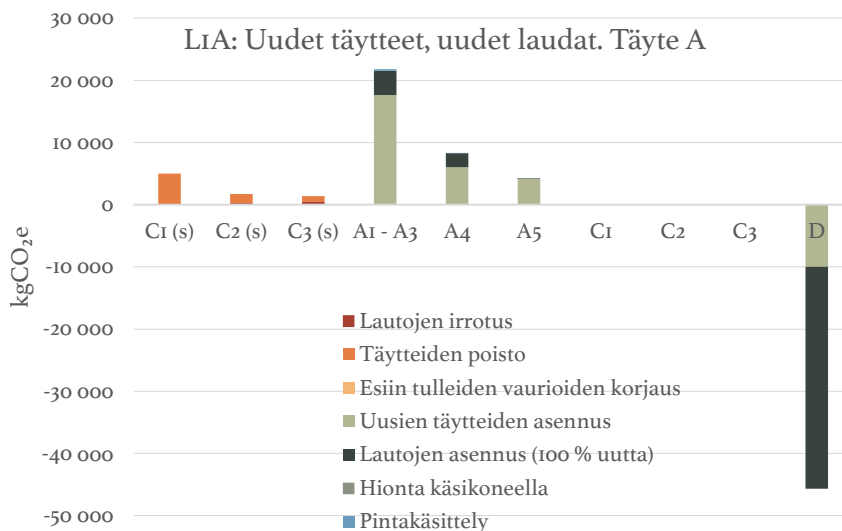
Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte B	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
<b>Työvaihe</b>										
Lautojen irrotus säilyttäen	1	1	2							
Täytteiden poisto	266	81	49							
Esiin tulleiden vaurioiden korjaus						0				
Uusien täytteiden asennus				3 241	40	266				
Lautojen asennus (10 % uutta)				21	12	1				-193
Hionta käsimoneella						0				
Pintakäsittely				13	0	0				
<b>Yhteensä</b>	<b>267</b>	<b>83</b>	<b>51</b>	<b>3 275</b>	<b>52</b>	<b>267</b>	<b>53</b>	<b>41</b>	<b>26</b>	<b>-193</b>

Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte C	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
<b>Työvaihe</b>										
Lautojen irrotus säilyttäen	1	1	2							
Täytteiden poisto	266	81	49							
Esiin tulleiden vaurioiden korjaus						0				
Uusien täytteiden asennus				857	122	266				-13
Lautojen asennus (10 % uutta)				21	21	1				-193
Hionta käsimoneella						0				
Pintakäsittely				13	0	0				
<b>Yhteensä</b>	<b>267</b>	<b>83</b>	<b>51</b>	<b>891</b>	<b>143</b>	<b>267</b>	<b>53</b>	<b>26</b>	<b>17</b>	<b>-207</b>

Kuva 50 Puulattioiden hiilijalanjälkilaskennan tulosityhteenveto

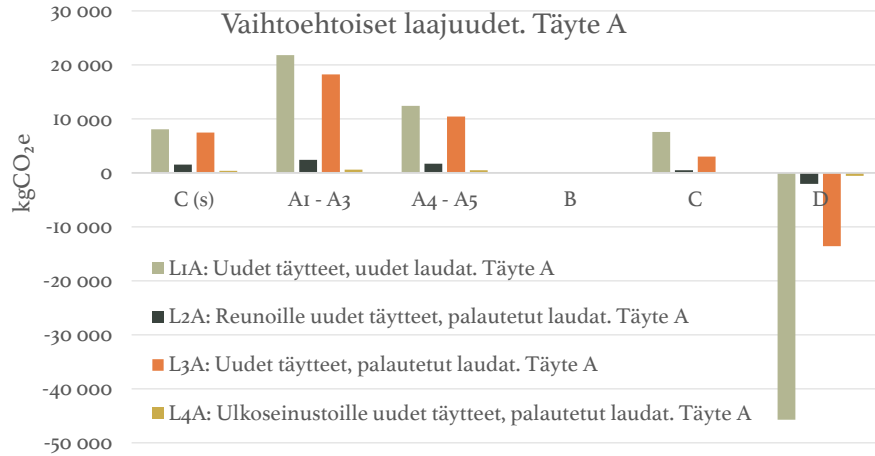
## Puulattiat – raportointi

Edellä esitetyistä lukemista on piirretty kuvaajia. Alla oleva kuva 51 esittää hiilijalanjälkeä tapaukselle L1A, jossa kaikki lattialaudat uusitaan ja kaikki välipohjatäytteet vaihdetaan. Kuvaajan pystyakselin yksikkö on ilmasta lämmittävän ominaisuuden (GWP) yksikkö, hiilidioksidiekvivalenttikilo (kgCO<sub>2</sub>e). Elinkaariarvioinnin vaiheet on kuvattu vaaka-akselilla. C1 (s), C2 (s) ja C3 (s) kuvastavat saneerauspurkua (s), joka tehdään työmaalla ennen korjaustyön alkua. Saneerauspurkua ei pidä sekoittaa elinkaaren päätteeksi tapahtuvaan purkuvaiheeseen (C1-C4). Kuvaajan pylvään korkeus kuvastaa kunkin elinkaarenvaiheen kokonaisvaikutusta, joka voi muodostua useammasta tekijästä. Esimerkiksi alla olevan kuvaajan A1-A3-vaiheen pylväs koostuu välipohjatäytteiden ja lattialautojen vaikutuksista. Hiilikädenjälki kuvataan negatiivisena, alaspäin suuntautuvana pylväänä D-vaiheessa. Jäljempänä esitettäviä kuvaajia luetaan samalla tavalla.



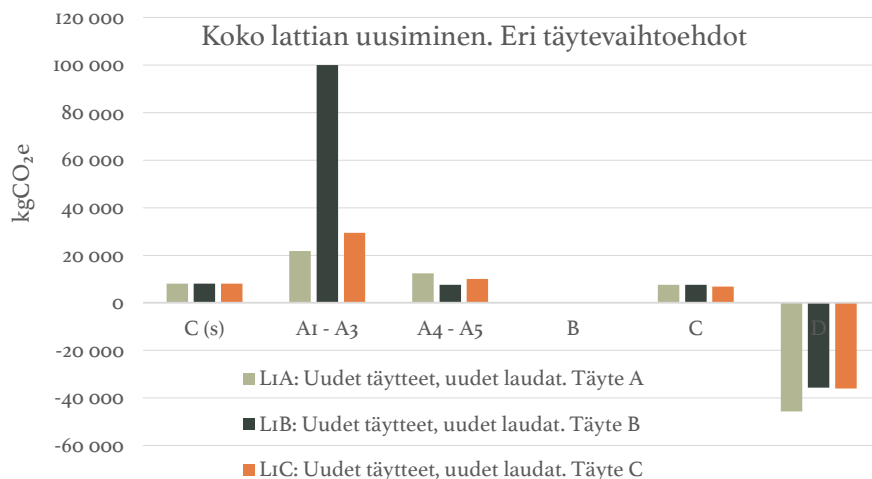
Kuva 51 Tapaus L1A: elinkaaren vaiheet

Alla olevassa kuvassa 52 näytetään lattian uusimisen laajuuden merkitystä hiilijalanjälkeen. Voidaan todeta, että mitä enemmän puretaan ja uusitaan, sitä enemmän ympäristö kuormittuu. Kuvaajan korkeimmat pylväät ovat tuotteen valmistamiseen liittyvässä A1-A3-vaiheessa ja hiilikädenjäljen sisältävässä, alaspäin suuntautuvassa D-vaiheessa. Merkityksettömiä eivät ole kuitenkaan saneerauspurkuvaihe C(s) ja työmaavaihe A4-A5.



Kuva 52 Vaihtoehtoisten laajuuksien vaikutukset, kun välipohjatäytteenä A: puukuitueriste ja hiekka

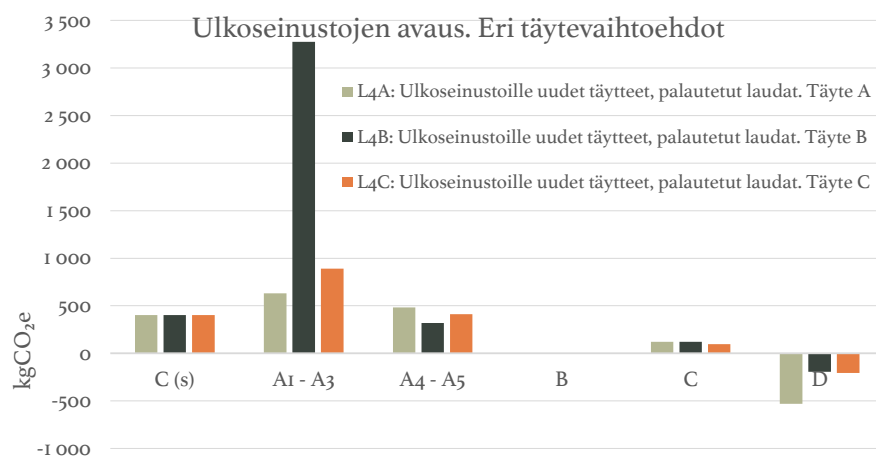
Seuraavaksi kuva 53 esittää välipohjatäytteiden materiaalivalinnan merkitystä. Kaikissa kuvaa-  
jan tapauksissa koko lattia uusitaan ja kaikki täytteet vaihdetaan. Vain täytemateriaali on ta-  
pausten välillä erilainen. Näemme, että A1–A3 vaiheen tuotesidonnaiset ilmastovaikutukset  
ovat keskiössä. Tärkein huomio liittyy kuitenkin eri eristemateriaalien aiheuttamiin valtaviin  
eroihin tapausten välillä. Tapauksen L1B hiekasta ja lasivillasta muodostuva Täytesyhdistelmä  
B tuottaa moninkertaisen päästön verrattuna muihin täytesyhdistelmiin, joissa käytetään puu-  
kuitueristettä. Huomionarvoista on myös, miten D-vaiheessa hiilikädenjälki näyttyytyy kai-  
kissa tapauksissa suurena, koska lattioiden puumateriaalia asennetaan suuret määrät.



Kuva 53 Täytevaihtoehtojen vertailu koko lattian uusivissa tapauksissa

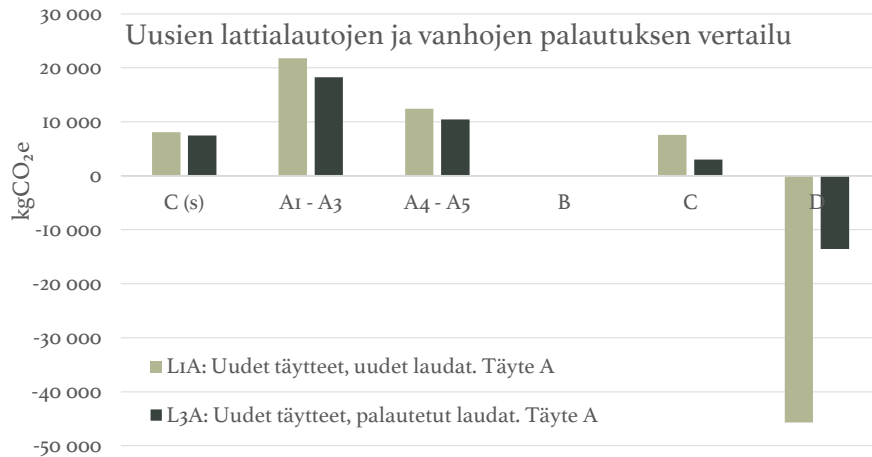
Kuvaajan ulkopuolelta voidaan todeta, että valituilla parametreilla Säätytalon julkisivuista irrotetun laastimurskeen käyttäminen hiekan sijasta tuottaa hyvin samankaltaisen tuloksen kuin Täyteyhdistelmä A. Hiekan ja laastimurskeen tiheys ja valmistuspäästöt arvioitiin lähes samansuuruisiksi.

Kuva 54 korostaa ulkoseinustan avaustapauksissa välipohjatäytemateriaalin valinnan merkitystä. Lattian avaamisen laajuudesta riippumatta täytemateriaalilla on siis ratkaiseva rooli. Vanhat lattialaudat palautetaan paikalleen täytteiden vaihdon jälkeen, joten laudoista ei hiilijalanjälkeä vaiheeseen A1–A3 synny. Jos tätä kuvaajaa vertaa edelliseen, tulee samankaltaisuuden ohella kiinnittää huomiota akselien lukuarvojen eroihin.



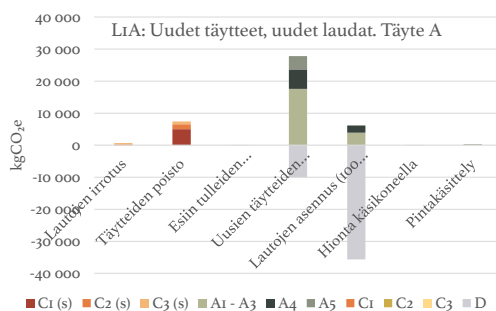
Kuva 54 Täytevaihtoehtojen vertailu tapauksissa, joissa lattia avataan vain ulkoseinustoilta ja vanhat laudat palautetaan

Lautojen uusimista ja vanhojen lautojen palauttamista on verrattu ja havainnollistettu alla olevassa kuvassa 55. Välipohjatäytteiden merkittävyys peittää alleen lattialautoihin liittyvät valinnat. Uusien lautojen tapauksessa L1A kaikki kuvaajan pylväät ovat suurempia kuin lautojen palauttamisen tapauksessa L3A. Se on loogista. Erityistä tarkkuutta tulee noudattaa, kun tarkastelee hiilikädenjälkeä. Uusien lautojen tapauksessa hiilikädenjälki on suurempi kuin säilyttävässä tapauksessa. Tämä johtuu hiilijalanjälkilaskennan logiikasta, jossa säilyviä rakennuksen osia, ei huomioida. Hiilikädenjäljestä ei pidä tehdä sitä väärää tulkintaa, että vanhan puuosan korvaaminen uudella kasvattaisi rakennuksen hiilivarastoa.

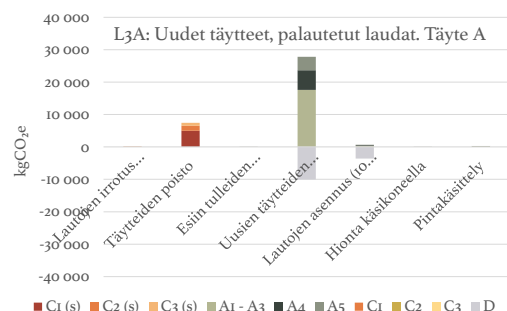


Kuva 55 Vertailu lattialautojen uusimisen ja vanhojen palauttamisen välillä. Molemmat tapaukset kuvaavat koko lattiapinta-alan käsittelyä. Elinkaaren D-vaiheen hiilikädenjäljessä paljastuu laskentalogiikan heikkous: uusimista suositaan palauttamisen sijaan.

Mainittua problematiikkaa on selvitetty vielä lisää työvaiheiden ja niihin liittyvien materiaalien kautta kuvissa 56 ja 57. Tapaukset eroavat merkittävästi toisistaan ainoastaan lautojen osalta.

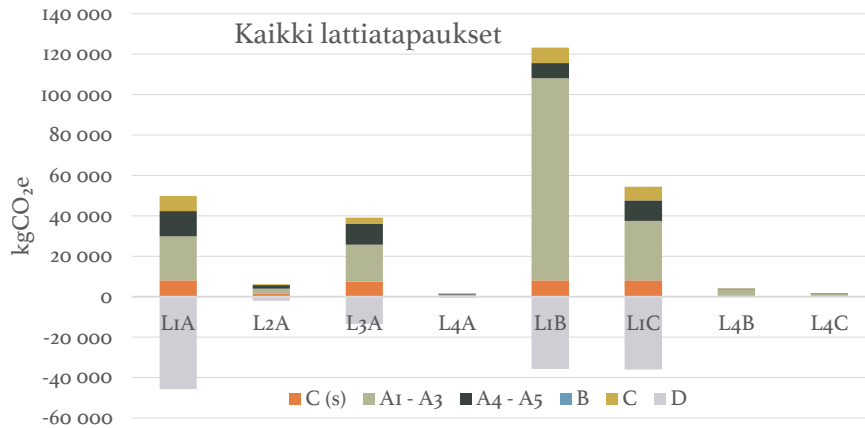


Kuva 56 Tapauksessa L1A koko lattia uusitaan. Hiilijalanjälki on jaettu työvaiheittain. Esimerkiksi lautojen asennus sisältää myös lattialautojen tuotesidonnan vaikutuksen. Vertaa viereiseen.



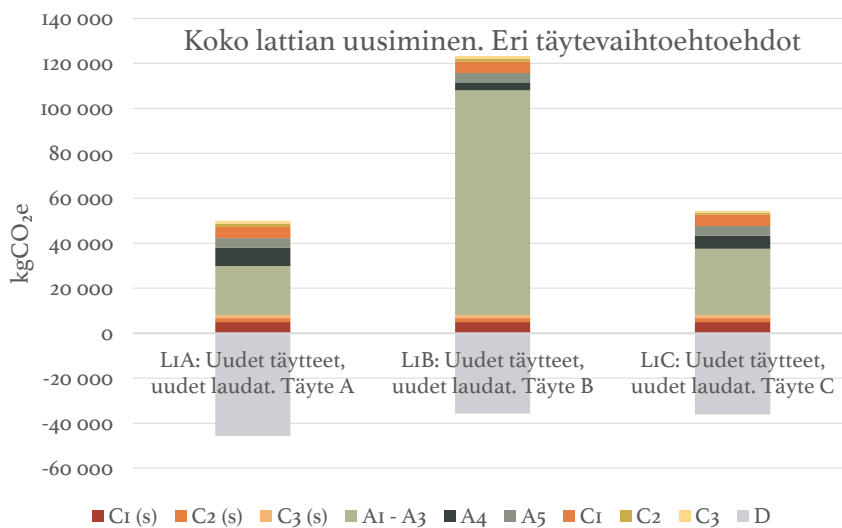
Kuva 57 Tapauksessa L3A koko lattia avataan ja vanhat laudat palautetaan. Koska vanhat irrotetut laudat palautetaan, ei lautojen asennusvaiheessa synny merkittäviä tuotesidonnaisia vaikutuksia. Vertaa viereiseen.

Kuvassa 58 on kaikki puulattiatapaukset esitetty rinnakkain sisältäen elinkaariarvioinnin vaiheet pinottuina ja osittain niputettuina. Kuva 58 osoittaa sen, että tapaukset muodostavat vaikutuksiltaan kolme eri suuruusluokkaa. Suuruusluokat muodostuvat työstettävän lattiapinta-alan mukaisesti, joskin lasivillatapaus L1B on yksin omassa suuruusluokassaan. Tapauksen vertailu suuruusluokan sisällä on aiheellista.



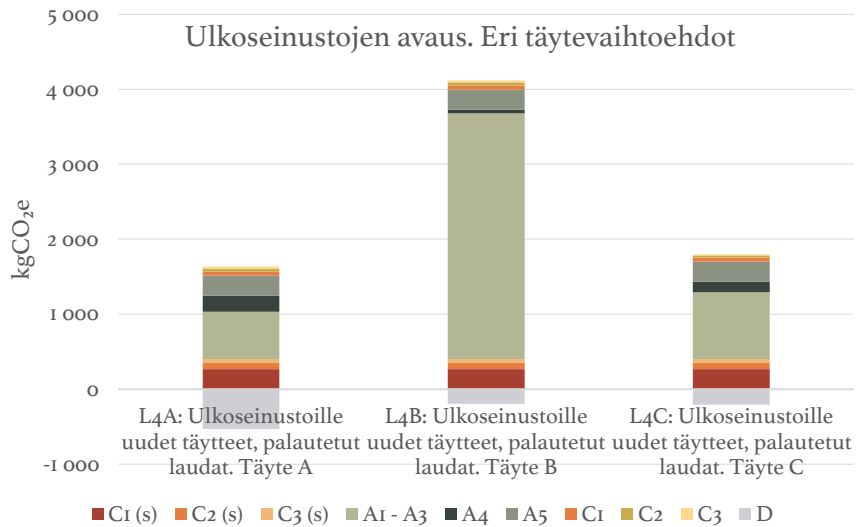
Kuva 58 Tapaukset muodostavat kolme suuruusluokkaa

Aiemmin esitettyjä vertailuja kuvataan seuraavaksi tavalla, joka mahdollistaa tapausten kokonaisvaikutusten helpomman vertailun. Kuva 59 näyttää miten täytevaihtoehto B eli lasivillan ja hiekan yhdistelmä tuottaa yli kaksinkertaiset vaikutukset verrattuna kahteen muuhun täytevaihtoehtoon (A: puukuitueriste ja hiekka, C: puukuitueriste ja vaahtolasi).



Kuva 59 Välipohjatäytteellä on merkitystä.

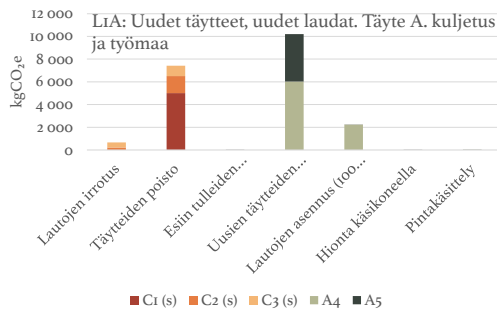
Kuva 60 kertoo myös samaa viestiä välipohjatäyteen valinnan merkittävydestä. Vaikka täyhteellä ei ole tässä käyttökohteessa lämmöneristämistarkoituksessa suurta merkitystä, sen valmistamiseen käytetyllä energialla on merkitystä.



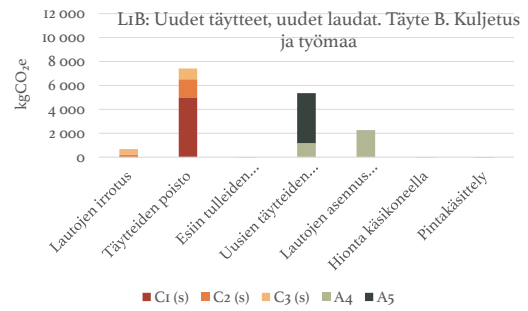
*Kuva 60 Tapauksissa, joissa lattiat avataan vain ulkoseinustoilta ja vanhat laudat palautetaan, on välipohjatäytteellä suuri suhteellinen merkitys, joskin pieni absoluuttinen vaikutus.*

Restauroinnissa materiaalin kulutus, kuten myös työkalujen käyttö, on uudisrakentamista tai tyypillistä korjausrakentamista vähäisempää. Ilmastovaikutusten painopisteet voivat olla toiset, joten on mielenkiintoista, jopa hyödyllistä tutkia tarkemmin materiaalien lisäksi myös työmaatoimintoja eli varsinaista rakennustyötä. Alla olevissa kuvaajissa tuotteiden valmistamiseen liittyvät päästöt on suljettu pois, jolloin pystymme tarkastelemaan A5-työmaatoimintoja, A4-kuljetuksia, sekä C1(s)–C3(s) -saneerauspurkuun liittyviä vaiheita. Koko lattian alalta välipohjatäytteiden vaihtoa kuvaavissa tapauksissa LIA (Kuva 61) ja LIB (Kuva 62) kaksi kuvaa-  
 jän pylvästä jättävät muut taakseen: täytteiden poiston ja uusien täytteiden asennuksen vaikutukset. Mainitut vaiheet tehdään imu/pumppuautolla, jonka dieselmoottori käy koko pump-  
 pauksen ajan. Lattialautojen irrotus ja asennus tehdään sen sijaan käsin ja keveillä akkutyöka-  
 luilla, joiden energian kulutus on mitätöntä dieselmoottoriin verrattuna. Myös kuljetusten vai-  
 kutuserot vaiheessa A4 nousevat tässä mittakaavassa esiin. Laskelmien A-täyte kuvassa 61  
 muodostuu hiekasta ja norjalaisesta puukuitueristeestä, kun taas B-täyte kuvassa 62 hiekasta  
 ja Hyvinkäältä toimitettavasta lasivillasta. Kuljetusetäisyyksien tarkasteluunkin kannattaa siis  
 jossain määrin kiinnittää huomiota.



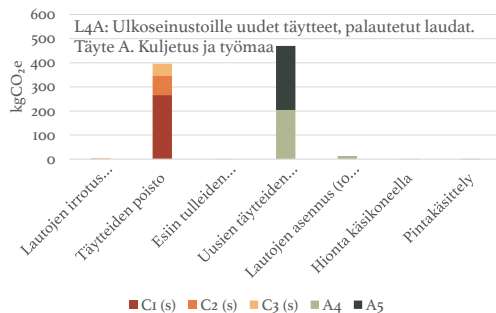


*Kuva 61 Kun tuotevaiheen vaikutukset on kytetty pois näkyvistä, korostuvat välipohjatäytteiden (hiekkä ja puukuitueriste) kuljetuksen, pois-ton ja asennuksen merkitys.*



*Kuva 62 Viereiseen kuvan verraten välipohjatäytteiden (hiekkä ja lasivilla) kuljetusvaikutus on pieni.*

Jos lattiaa avataan vain ulkoseinustoilta, kuten kuvan 63 tapauksessa, välipohjatäytteiden suhteellinen vaikutus on vielä huomattavampi. Vähässä määrin irrotetut vanhat lattialaudat palautetaan paikoilleen, jolloin niistä ei synny kuljetettavaa. Vaikka lautojen palauttaminen on erittäin työlästä, se ei ole erityisen konetyöntensiivistä eikä siksi synnytä ilmastovaikutuksia.



*Kuva 63 Kuten edellisissä kuvissa, myös tapauksessa, jossa lattiaa avataan minimimäärä, välipohjatäytteet ovat suhteellisilta vaikutuksiltaan suuret. Huomaa kuvaajan akselin poikkeavuus edellisistä.*

Parkettilattioille, joita on Säätytalossa puulattioita vastaava määrä, voidaan monelta osin arvioida samankaltaisia tuloksia kuin esitetyt.

Yhteenvedon puulattioiden ja välipohjatäytteiden elinkaariarvioinneista voidaan sanoa, että mitä suurempia korjauksia tehdään, sitä suurempi ilmastovaikutus on. Yhtä lailla on sitä suurempi riski menettää alkuperäisiä suojelunarvoisia materiaaleja ja pintoja. Välipohjatäytteiden vaihtaminen on suuri operaatio ja tuntuu myös kovin aggressiiviselta. Täytteiden poisto ja uusien puhallus on työmenetelmänä ilmastovaikutuksiltaan suuri, koska työvaiheiden voima tuotetaan polttomoottorilla. Suuresta eristemäärästä johtuen myös tuotevaiheen vaikutukset ovat suuret.

### 4.3 Julkisivujen kunnostus

#### Inventointi, päästötiedot ja laskenta

Julkisivukorjaushankkeessa oleellista on korjauksen laajuus ja käytävät materiaalit. Tässä alaluvussa esitellään julkisivurappauksiin liittyvät tapaukset, inventoidaan pudotettavat vanhat rappauskerrokset ja uusi rappaus. Ikkunoiden kunnostus ei sisälly arviointiin. Valittavaksi tulevat myös elinkaarenvaiheiden päästötiedot, jonka jälkeen esitetään laskelmat ja raportoidaan tulokset.

Korjaushankkeessa oleellinen päätös on julkisivun kunnostuksen laajuus ja ajankohta. Alla on esitetty neljä tapausta, jotka arvioidaan. Laaja uusinta on määritelty täydelliseksi uusimiseksi ja paikkakorjaus viiden prosentin pinta-alan korjaamiseksi. Luvun loppupuolella esitetään arvioita myös muiden laajuuksien vaikutuksista. Materiaali-inventoinnissa esitetään tärkeimpinä rappauslaasti ja kalkkimaali. Korjaushankkeessa rappauslaastina käytetään Hassin (2022) mukaan luonnollista hydraulista kalkkilaastia.

J	Julkisivurappaukset	Laasti A	Laasti B	Laasti C
J1	Rappauksen uusinta laajalti.	J1A Rappauksen uusinta laajalti. Laasti A		
J2	Rappauksen paikkakorjaukset.	J2A Rappauksen paikkakorjaukset. Laasti A	J2B Rappauksen paikkakorjaukset. Laasti B	J2C Rappauksen paikkakorjaukset. Laasti C

*Kuva 64 Julkisivun kunnostukseen liittyvät tapaukset muodostuvat laajuuden ja laastin yhdistelmästä.*

Laastien ja kalkkimaalin päästötietojen löytäminen on työlästä. Kalkkilaastin valmistajat eivät ole antaneet esille EPD-dokumentteja. SYKE:n (2022) tietokannan rappauslaasti on yhdistelmä monesta varsin erilaisista lukuarvoja ilmoittavasta laastituotteesta. Muidenkin tietokantojen sisältö on tältä osin vajavaista. Diplomityössä tarkasteluun otetaan kolme erilaista päästökerrointa, jotka edustavat esimerkinomaisesti kolmea laastia. Työn tarkoituksena ei ole arvioida sementtilaastin ja puhtaan kalkkilaastin soveltuvuutta Säätytalon vaan ennemminkin laastien vaikutusta hiilijalanjälkeen. Baranin et al. (2021, 8) esittämiä lukuja ei tule ilman kritiikkiä verrata SYKE:n (2022) lukuihin. Eri maissa ja erilaisissa olosuhteissa valmistettujen tuotteiden valmistuspäästöt voivat muodostua eri tavoin ja poliittisilla päätöksilläkin voi olla vaikutusta päästöjen laskentatapaan. Baranin et al. (2021, 8) vertaamia lukuja voidaan toki tutkia suhteessa toisiinsa.

Kalkkimaalaus julkisivujen pintakäsittelynä sisältää useita työvaiheita ja ne kaikki ovat käsi-työvaltaisia. Kalkkiveden ja kalkkimaalin levitys tehdään useaan kertaan. Kalkkimaalin

tuotetietoa ei löytynyt. Puhtaimmillaan kalkkimaali muodostuu vain märkäsammutetusta kalkkitahnasta ja kalkkivedestä, joka sekoin valmistetaan märkäsammutetusta kalkkitahnasta ja puhtaasta vedestä. Laastin ja kalkkimaalin menokit arvioidaan Säätytalon julkisivupiirustusten rapattuun pinta-alaan, asiantuntijan arvioimaan vaurio-osuuteen sekä Säätytalon rakentamisaikaiseen rappauskerroksen ihannepaksuuteen perustuen. Paikkakorjauksissa ei käytetä verkkoja, siteitä tai muita kiinnikkeitä. Pudotettavan vanhan rappauksen määräksi voidaan arvioida uutta rappausta vastaava määrä.

Julkisivukunnostukseen liittyvät materiaalien ja tuotteiden määräinventaaritaulukot esitetään julkisivuittain ja myös tapauksittain liitteessä 6. Tapausten yksityiskohtaiset materiaaleihin liittyvät tulokset esitetään liitteessä 7.

Säätytalon julkisivujen rappauskorjaus on käsityökalu- ja jopa käsityövaltaista. Työkaluista voidaan mainita kulmahiomakone, piikkausvasara, painepesuri, höyrypesuri ja laastin sekä maalin sekoitusvispilä. Rappaus tehdään kauhalla käsin ja kalkkimaalaus kalkkiharjalla. Vauriopaikkauksia tekevän julkisivukorjauksen työmaa-ajasta ja aktiivisesta työajasta polttomootori- tai sähkötyökalujen käyttöajan osuus on erittäin pieni.

Julkisivutöissä suojauksella ja työolosuhteiden luonnilla on osuutensa sekä työmäärästä että päästöistä. Rakennustelineitä vuokraavan Renta Telineet Oy:n Tuurilta (2022) saatujen tietojen mukaan ulkotelineitä kuljetetaan työmaalle neljä rekkakuormaa tuhatta julkisivuneliötä kohden. Säätytalon monimuotoinen julkisivu arvioidaan olevan 5 000 m<sup>2</sup> ja yläsadesuojan kanssa 6 000 m<sup>2</sup>. Suojaamiseen tarvitaan siis kaksikymmentäneljä rekkakuormaa telineitä. Rakennustelineiden määrät, siirrot ja vaikutukset on esitetty liitteessä 8.

Liitteessä 9 on esitetty julkisivurappauksien työmaatoimintojen inventointitaulukko ja työmaatoimintojen tulokset. Julkisivurappauksen tulosten yhteenveto on esitetty alla usealle sivulle jakautuvassa kuvassa 65. Jäljempänä tämän taulukon tuloksista piirretään kuvaajat.

Rappauksen uusinta laajalti, laasti A JrA työvaihe	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]										
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.	
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D	
suojaus				3 454	2 873						-1 053
irtonaisen piikkaus	124	1 505	903								
reunojen siistintä	35										
painepesu											15
laastin sekoitus											51
rappaus käsin				43 076	14 854	0	25	1 485	891		
rapatun pinnan pesu (höyry)											15
kalkkimaalin sekoitus											3
kalkkaus kalkkiharjalla				5 909	197	0					
viimeistely ja kuviointi						0					
<b>Yhteensä</b>	<b>158</b>	<b>1 505</b>	<b>903</b>	<b>52 440</b>	<b>17 924</b>	<b>84</b>	<b>25</b>	<b>1 485</b>	<b>891</b>		<b>-1 053</b>

Rappauksen paikkakorjaukset. laasti A J2A työvaihe	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]										
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.	
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D	
suojaus				3 454	2 873						-1 053
irtonaisen piikkaus	6	94	56								
reunojen siistintä	9										
painepesu										1	
laastin sekoitus										3	
rappaus käsin				2 154	743	0	1	74	45		
rapatun pinnan pesu (höyry)										15	
kalkkimaalin sekoitus										3	
kalkkaus kalkkiharjalla				5 909	197	0					
viimeistely ja kuviointi						0					
<b>Yhteensä</b>	<b>15</b>	<b>94</b>	<b>56</b>	<b>11 517</b>	<b>3 812</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>74</b>	<b>45</b>		<b>-1 053</b>

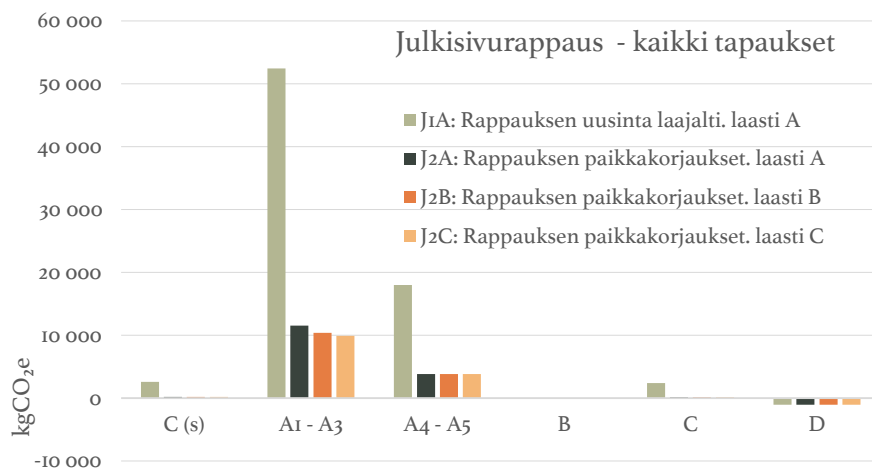
Rappauksen paikkakorjaukset. laasti B J2B työvaihe	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]										
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.	
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D	
suojaus	0	0	0	3 454	2 873	0					-1 053
irtonaisen piikkaus	6	94	56	0	0	0					
reunojen siistintä	9	0	0	0	0	0					
painepesu	0	0	0	0	0	1					
laastin sekoitus	0	0	0	0	0	3					
rappaus käsin	0	0	0	1 010	743	0	1	74	45		
rapatun pinnan pesu (höyry)	0	0	0	0	0	15					
kalkkimaalin sekoitus	0	0	0	0	0	3					
kalkkaus kalkkiharjalla	0	0	0	5 909	197	0					
viimeistely ja kuviointi	0	0	0	0	0	0					
<b>Yhteensä</b>	<b>15</b>	<b>94</b>	<b>56</b>	<b>10 373</b>	<b>3 812</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>74</b>	<b>45</b>		<b>-1 053</b>

Rappauksen paikkakorjaukset. laasti C J2C työvaihe	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]										
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.	
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D	
suojaus	0	0	0	3 454	2 873	0	0	0	0		-1 053
irtonaisen piikkaus	6	94	56	0	0	0	0	0	0		0
reunojen siistintä	9	0	0	0	0	0	0	0	0		0
painepesu	0	0	0	0	0	1	0	0	0		0
laastin sekoitus	0	0	0	0	0	3	0	0	0		0
rappaus käsin	0	0	0	544	743	0	1	74	45		0
rapatun pinnan pesu (höyry)	0	0	0	0	0	15	0	0	0		0
kalkkimaalin sekoitus	0	0	0	0	0	3	0	0	0		0
kalkkaus kalkkiharjalla	0	0	0	5 909	197	0	0	0	0		0
viimeistely ja kuviointi	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
<b>Yhteensä</b>	<b>15</b>	<b>94</b>	<b>56</b>	<b>9 907</b>	<b>3 812</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>74</b>	<b>45</b>		<b>-1 053</b>

Kuva 65 Julkisivurappauksen kunnostamisen hiilijalanjälkilaskennan tulosityhteenveto

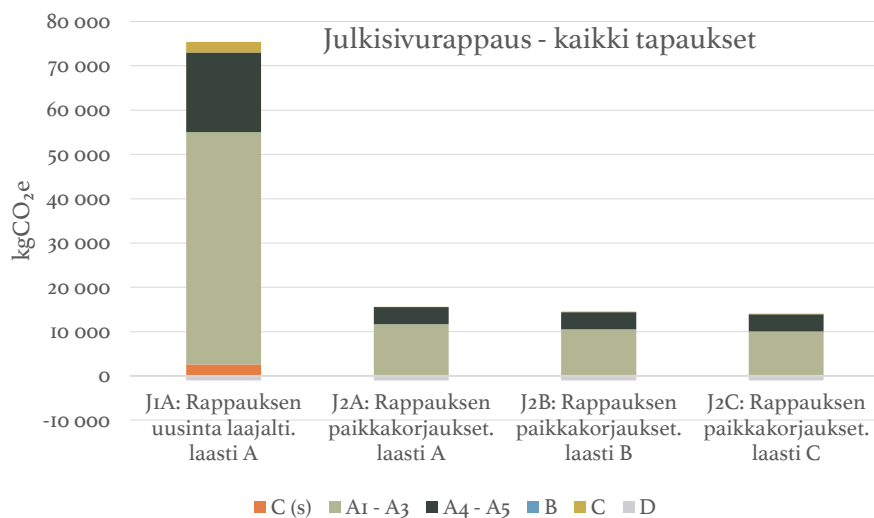
## Julkisivut – raportointi

Julkisivurappauksen kunnostuksen hiilijalanjälkilaskelmien tuloksia havainnollistetaan kuvaajina. Alla olevassa kuvassa 66 kaikki julkisivurappauksen kunnostustapaukset on asetettu elinkaarivaiheittain rinnakkain. Luonnollisesti laajalla uusimisella on merkittävästi suurempi hiilijalanjälki kuin paikkakorjaustapauksilla. Elinkaaren tuotevaihe A1-A3 korostuu kaikissa tapauksissa.



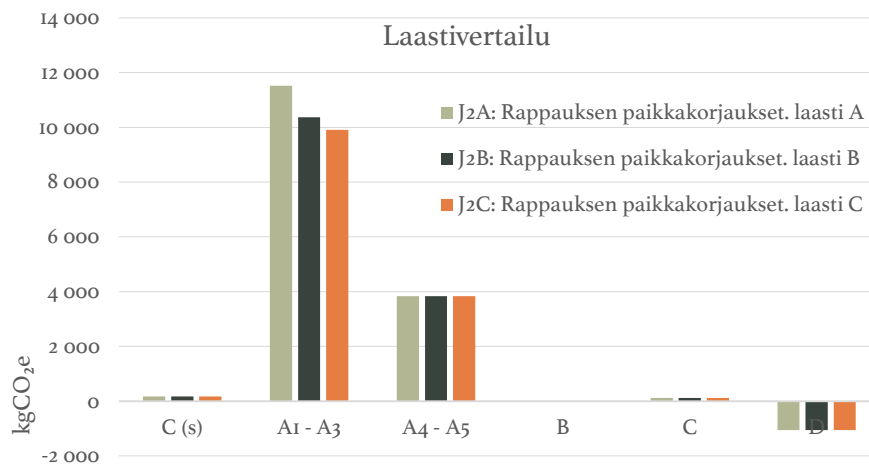
Kuva 66 Julkisivukunnostuksen kaikissa tapauksissa korostuu tuotevaiheen vaikutus. Laajan uusimisen tapaus J1A on tietenkin paikkakorjauksiin suhteutettuna omissa luokissaan.

Kunkin tapauksen kaikkien vaikutusten pinoaminen kertoo korjauksen koko hiilijalanjäljen, kuten kuva 67 esittää. Kolme alhaisempia vaikutuksia osoittavaa tapausta näyttävät tässä mitataavassa toistensa koptioilta mutta jäljempänä niidenkin erot selvitetään.



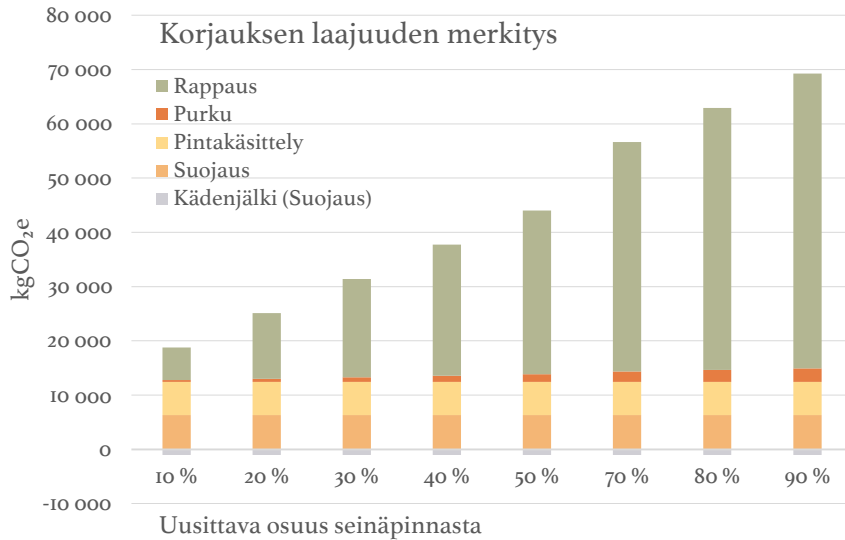
Kuva 67 Julkisivurappauksen uusimisessa laajuus on merkittävin vaikuttava tekijä.

Alla olevassa kuvaajassa on vertailtu paikkakorjauksen eroja eri laasteilla. Laajan uusimisen tapaus on tästä vertailusta jätetty pois. Vaihtoehdot poikkeavat toisistaan ainoastaan A1-A3-vaiheen laastinvalmistuksen ilmastovaikutusten osalta. Laastin valinnalla tai oikeammin laastin raaka-aineen valinnalla on vaikutus julkisivukorjauksen hiilijalanjälkilaskennan lopputulokseen. Jos hankkeen suunnitteluvaiheessa on arvioitu käytettävän vähäpäästöisempää laastia, mutta käytön hetkellä sitä ei olekaan saatavilla, voi julkisivukorjauksen hiilijalanjälki olla suunniteltua suurempi. Hiilijalanjäljen kokonaisuuden kannalta, käytettyjen parametrien valossa, ei laastin valinnalla ole suurta merkitystä vaan tärkeintä on valita laasti, joka sopii olemassa olevien materiaalien kanssa yhteen ja on rakennuksen ominaisuuksien kanssa kestävä valinta.



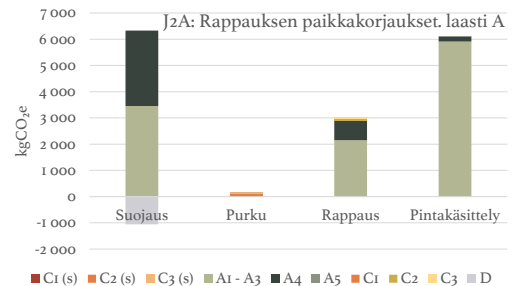
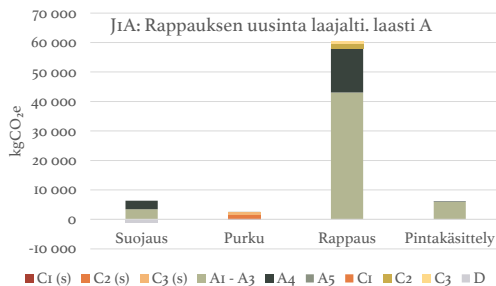
Kuva 68 Paikkakorjaustapausten vertailu ja laastien merkityksen arviointi

Kuvassa 69 havainnollistetaan korjaustyön laajuuden vaikutusta ilmastovaikutuksiin. Tulos on melko ilmiselvä, mutta oleellista on nähdä kuinka suojaamisen ja pintakäsittelyn ilmastovaikutukset ovat kiinteitä, laajuudesta riippumattomia. Niiden suhteellinen osuus on pienemmissä korjauksissa merkittävä. Rakennustelineiden, sääsuojan sekä pintakäsittelyn ilmastovaikutukset syntyvät, olkoon rapattavan pinnan määrä mikä tahansa.



Kuva 69 Julkisivurappauksen kunnostuksen laajuudella on vahva yhteys ilmastovaikutuksien kanssa, mutta suojaus ja pintakäsittely muodostavat kiinteän pinta-alariippumattoman osan.

Alla kuvat 70 ja 71 kertovat ilmastovaikutusten jakautuvan julkisivukorjaamisen eri vaiheille epätasaisesti. Huomaa, että akselit eivät ole kuvien välillä verrannollisia. Riippuen siitä minkä laajuisen rappauskorjauksen hanke valitsee, muuttuu vaikutusmahdollisuuksien logiikka.



Kuva 70 Julkisivurappauksen laajan uusimisen merkittävimmät vaikutukset syntyvät rappauksen tuotevaiheessa.

Kuva 71 Julkisivurappauksen paikkakorjauksen oleelliset vaikutukset syntyvät suojaukseen ja pintakäsittelyyn liittyen.

Jos paikkakorjauksia tarvitsee tehdä vain niukasti, suojauksen osuus päästöistä korostuu. Ylälähtäen huomattava päästölähde on teräksiset rakennustelineet. Teräsmateriaalin hyvä kierrätettävyys näkyy myös hiilikädenjälkenä. On hyvä huomata, että materiaalin kierrätettävyys on eri asia kuin vuokratelineiden pitkäaikainen käyttö useilla työmailla. Rakennustelineitä on arvioitu käytettävän 30 vuoden ajan eri työmailla, joten niiden materiaalipäästötkin jakautuvat vastaavasti. Todettakoon vielä, että Säätytalo on arvioitu olevan koko remontin ajan kaikilta



sivuiltaan suojattu. Tämä lienee todennäköisin ratkaisu, joskin pala kerrallaan suojaaminen vähentäisi suojaamisen ilmastovaikutuksia.

Jos julkisivun kunnostusta joudutaan tekemään kylmään vuodenaikaan, tarvitaan lämmittämiä, joilla paikallisesti pidetään lämpö selvästi plussan puolella. Liitteessä 9 on esitetty laskentaperusteita lämmitykselle. Arvioidun mukaisesti kolmen kaasusäteilijän päästö on noin 1 kgCO<sub>2</sub>e tunnissa ja kolmen kuukauden lämmitysjakson aikana lämmityksen kokonaispäästö olisi 2 300 kgCO<sub>2</sub>e. Näillä parametreilla ja tuloksilla aiemmin esitetyn julkisivun paikkakorjaamisen työmaatoimintojen (A4–A5) päästö puolitoistakertaistuisi, jos se joudutaan tekemään osittain kylmänä vuodenaikana. Paikkakorjaamisen kokonaishiilijalanjälkeä lämmitys kasvattaisi viisitoista prosenttia. Hankkeen ajankohdan valinta mahdollisuuksien mukaan otollisiin olosuhteisiin on kaikista näkökumista kannattavaa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että julkisivukunnostuksessa rakennusmateriaalien ja -tuotteiden tuotesidonnainen hiilijalanjälki on ratkaiseva. Rappauskorjauksen laajuudesta riippumatta kaikki Säätytalon julkisivupinnat käsitellään kalkkimaalilla, ja jos rappauskorjauksia tehdään vain vähän, on pintakäsittelyn hiilijalanjälki laastin hiilijalanjälkeä merkittävämpi. Lisäksi voidaan todeta, että työn päästöjen osuus materiaalien rinnalla on pieni.

Diplomityön laskelmien mukaan rakennustelineiden hiilijalanjälki on merkittävä osa julkisivuremonttia silloin kun tehdään pieniä paikkakorjauksia. Laajoissa tapauksissa rakennustelineiden päästöt jäävät muiden päästöjen varjoon. Laskelmassa rakennustelineiden suojaavaa vaikutusta ei kohdisteta pelkästään rapatun pinnan kunnostamiseen, koska peruskorjauksen yhteydessä korjataan todennäköisesti muutakin. Todellisessa tilanteessa esimerkiksi ikkunoiden kunnostus, dekoraatioiden kunnostus, katon korjaus, sisätilojen purkumateriaalien haa-laus yms. voisi hyödyntää samoja telineitä, joten rakennustelineiden päästöt voidaan jyvittää useammalle korjattavalle rakennusosalle. Rakennustelineiden päästöistä julkisivurappaukselle on tässä diplomityössä kohdistettu kolmasosa.

## 4.4 Mediatilan ja uuden sisäänkäynnin rakentaminen

### Inventointi, päästötiedot ja laskenta

Mediatila on monimuotoisin diplomityössä tarkasteluun otettu kokonaisuus. Korjaamisen sijasta kyseessä on tilamuutos. Tässä alaluvussa esitellään Säätytalon mahdollisesti rakennettavan uuden mediatilan tapaukset ja inventoidaan kaikki purettavat ja asennettavat materiaalit. Sen jälkeen esitetään valittavat elinkaarenvaiheiden päästötiedot ja viimeiseksi laskelmat tuloksineen.

Kuva 72 esittää mediatilaan liittyvät tapaukset. Kokonaisuusvaihtoehto on tapaus MS+M Säätytalon uusi sisäänkäynti ja parannettu mediatila. Huomion arvoista on tutkia erikseen pelkkä parannettu mediatila MM kuten myös pelkkä esteetön sisäänkäynti ja kulkuyhteys MS. Esteetön kulkuyhteys voisi tulla rakennettavaksi ilman mediatilamuutostakin, joten kaikkea uuteen sisäänkäyntiin, portaikkoon ja henkilönostimeen liittyvää rakentamisesta ei voida langettaa mediatilaan liittyväksi.

Viimeisenä tapauksena MU esitetään mediatila geneerisessä uudisrakennuksessa jollakin toisella nimeämättömällä tontilla osana suurta toimistorakennuskiinteistöä. Tämä voidaan perustella sillä, että jos mediatilaa ei ole Säätytalossa, se pitäisi rakentaa jonnekin muualle. Tämän tapauksen avulla voidaan myös saada jonkinlaista vertailtavuutta korjaamisen ja uudisrakentamisen välille.

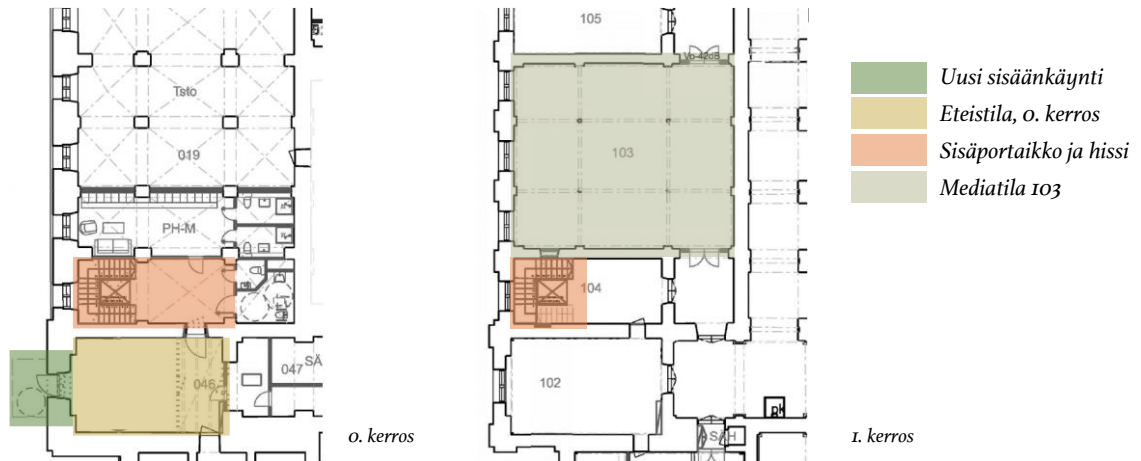
M Mediatila	Esteetön sisäänkäynti ja mediatila	Vain mediatila	Vain esteetön sisäänkäynti
M Säätytalossa	Säätytalossa, MS+M Esteetön sisäänkäynti ja mediatila	MM Säätytalossa. Vain mediatila	MS Säätytalossa. Vain esteetön sisäänkäynti
MU Uudisrakennuksessa	MU Uudisrakennuksessa koko palvelu		

*Kuva 72 Mediatilaan liittyvät tapaukset, joille hiilijalanjälki lasketaan*

Säätytalon o. kerroksen alapohjan purku ja uusi kantava teräsbetonilaatta liittyvät ilmanvaih-  
touudistukseen ja koska uusi mediatila ja IV-uudistus eivät ole toisistaan riippuvaisia, teräsbetonilaatan päästöä ei tule säilyttää mediatilan päästökseen. Olkoon porrashuoneen lattian pintamateriaalin päivitys puusta mosaiikkibetoniksi sopiva taakka uudelle mediatilalle.

Portaan ja hissien vuoksi aukotettavasta ensimmäisen kerroksen lattiasta, joka on tiiliholvattu välipohja, syntyy Purkukartoituksen (2022) arvion mukaan yli kuusi kuutiota purkujätettä. Purkujätteen kierrättäminen tulee hoitaa käsillä olevassa elinkaareissa ja sen päästöt tulee selvittää.

Lähtötietojen selvittämiseksi ja laskelman hallittavuussyistä rakennustyöt on jaettu arvioinnissa neljään osaan, joita kuvalla 73 havainnollistetaan. Inventoinnit ja laskelmat on esitetty pääosin näissä neljässä osassa, vaikka ne eivät olekaan arvioinnin tapaukset. Tapauksien tulokset on esitetty jäljempänä.



Kuva 73 Mediatilan laskenta on jaettu neljään osaan (kaavion tausta mukailen ote Okulus 2021 b)

Liitteessä 10 on esitetty mediatilaan liittyviä materiaali-inventointeja sisältäen esimerkiksi uusia väliseiniä, lattiaita, ovia, portaat ja henkilönostimen. Liitteessä 11 on esitetty mediatilan rakennusmateriaaleihin liittyviä tuloksia ja liitteessä 12 työmaatoimintojen laskelmat ja tulokset. Mediatilaan liittyvien tuloksien yhteenveto on esitetty alla kuvassa 74.

Mediatilan rakentaminen Säätöaloon	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
Uusi sisäänkäynti	9	93	46	414	67	541	106	57	120	-159
Eteistila o krs.	0	18	33	5 387	300	1 079	16	300	175	-358
Sisäportaikko ja hissi	4	110	55	5 570	174	274	148	45	21	-847
Mediatila 103	0	0	0	1 575	316	2	1	63	33	-318
<b>Yhteensä</b>	<b>13</b>	<b>220</b>	<b>134</b>	<b>12 946</b>	<b>856</b>	<b>1 896</b>	<b>272</b>	<b>465</b>	<b>348</b>	<b>-1 682</b>
<b>Summien summa</b>	17 149						-1 682			

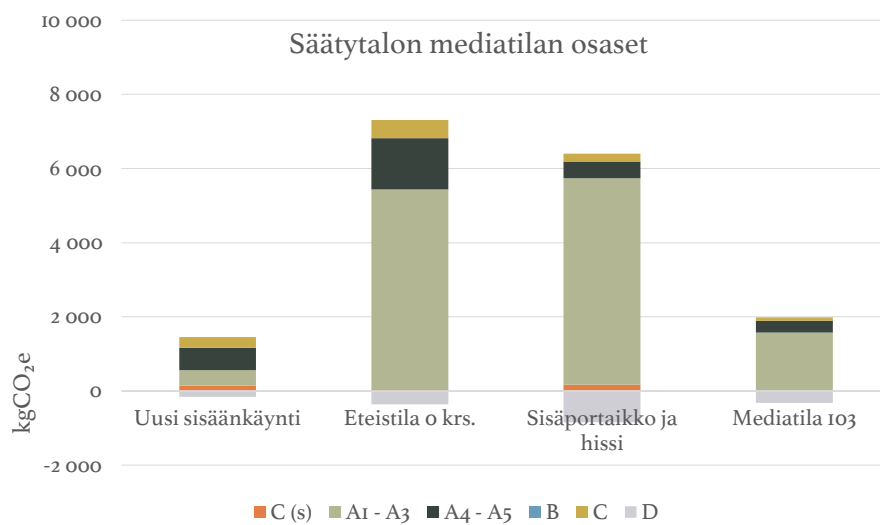
  

Mediatila uudisrakennuksessa	Ympäristövaikutukset [ kgCO <sub>2</sub> e ]									
	San.purku	S.p.kulj.	S.p.käsitt.	Tuotevaihe	Kulj.	Työmaa	Purku	P.kulj.	P.käs.	H.käd.jälk.
	C1 (s)	C2 (s)	C3 (s)	A1 - A3	A4	A5	C1	C2	C3	D
Uusi Mediatila	0	0	0	58 350	4 050	11 700			2 100	
<b>Summien summa</b>	76 200						0			

Kuva 74 Mediatilaan liittyvien hiilijalanjälkilaskelmien tulosyhteenveto

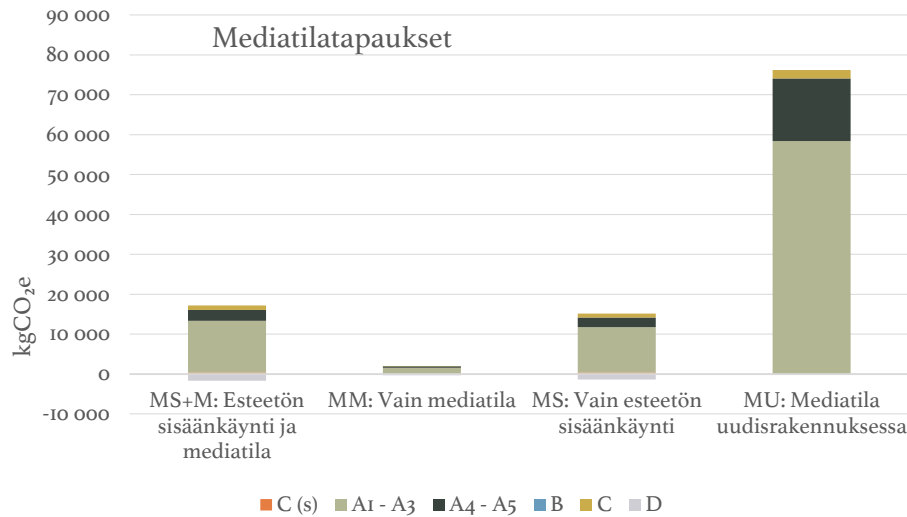
## Mediatila – raportointi

Mediatilaan liittyviä hiilijalanjälkilaskelmatuloksia esitetään graafisessa muodossa. Säätytalon mediatilan rakentamisen osasten ilmastovaikutukset on esitetty alla kuvassa 75. Tuotevaiheen (A1–A3) vaikutukset hallitsevat kokonaisuutta. Varsinaisen sisäänkäynnin ja mediatilan työvaiheita merkittävämpiä ilmastovaikutuksiltaan ovat o. kerroksen eteistila ja portaikko, joiden osuuksia nostavat isot valu- ja betonityöt. Kuvaajan eteistilan pylvääseen sisältyvät sekä eteisen että porrashuoneen sisärappaus, jota tarvitaan piirustuksiin perustaen paljon. Kuvaa varten elinkaaren vaiheita on niputettu järkeviin kokonaisuuksiin.



Kuva 75 Säätytalon mediatilan rakentaminen koostuu osasista, joiden kunkin vaikutukset kuvattu pinottuina.

Alla, kuvassa 76 on verrattu Säätytalon mediatilan rakentamista uudisrakennuksen mediatilan rakentamiseen. Säätytalon tapauksessa esteetön sisäänkäynti muodostaa suurimman osan ilmastovaikutuksista. Mediatilasaliin 103 tehdään vain pieniä muutoksia, joten sen vaikutus on pieni. Kyseisen salin puulattioita koskettaa aiemmin tässä diplomityössä arvioitu uusimistarve ja se on kokonaisuudessaan käsitelty erillisessä alaluvussa. Uudisrakennuksen mediatila on arvioitu ympäristöministeriön uudisrakentamista kuvaavilla parametreilla osana isompaa toimistotilarakennusta. Valtioneuvoston kanslian ja Säätytalon tapauksessa erillinen mediatila ei kenties tulisi kyseeseen, mutta sitä voidaan pitää hyvänä vertailukohtana. Uudisrakennuksen mediatilan ilmastovaikutus on moninkertainen verrattuna vanhaan rakennukseen modifioitavaan tilaan. Käytönaikeista energiankulutusta ei vertailussa huomioitu.



Kuva 76 Mediatilatapausten vertailu. Ensimmäinen tapaus sisältää Säätytalon rakennettavan kokonaisuuden. Kaksi keskimmäistä tapausista ovat osaratkaisuja ja neljäs tapaus esittää mediatilan rakentamista uudisrakennukseen.

Säätytalon parannetun mediatilan ja uudisrakennuksen mediatilan hiilijalanjälkiä voidaan vertailla lukuina ja suuruusluokkina, mutta tarkastelussa on huomioitava myös käytettävyyden erilaiset luonteet. Kun mediatila on Säätytalossa, sitä käyttää pääosin vain Säätytalon pääkäyttäjä, ja tila on neuvottelutilojen kanssa kätevästi samassa rakennuksessa. Jos taas tiedotustilaisuudet pidettäisiin uudisrakennuksessa jossain toisaalla, voisiko uudella tilalla olla useampia käyttäjiä ja siten korkeampi käyttöaste? Jos uudisrakennuksen mediatila olisi varattu puolet ajasta Säätytalon pääkäyttäjälle ja puolet ajasta toiselle toimijalle, voisi esitetyt uudisrakentamisen vaikutukset jakaa puoliksi silloin kun niitä verrataan Säätytalon parannetun mediatilan rakentamisen päästöihin.

Yhteenvetona mediatilasta voidaan sanoa, että valutyöt osoittautuvat vaikutuksiltaan suuriksi. Monet muut työvaiheet muuraamista myöden ovat vähäisen työkonetarpeensa johdosta vaikutuksiltaan pieniä. Betonin, laastin ja henkilönostimen (hissi) tuotevaiheen A1–A3 vaikutukset ovat merkittäviä. Koska henkilönostimessa on runsaasti metallia, on sen kierrätettävyyden hyvä ja se muodostaa myös näkyvää hiilikädenjälkeä.

## 4.5 Suojaustoimet

Korjausrakentamisessa yksi oleellinen tehtävä on työmaa-aikainen suojaaminen. Rakennustelineiden ja sääsuojan hiilijalanjäljen merkitystä arvioitiin jo julkisivujen yhteydessä. Myös muut korjauskohteet vaativat suojaustoimia. Tässä alaluvussa arvioidaan puulattioiden tapauksiin liittyvän suojaamisen hiilijalanjälkeä. Olosuhteiden hallinta jää mekaanista suojaamista lukuun ottamatta rajauksen ulkopuolelle, mutta todetaan, että työmaalla on hallittava esimerkiksi sisäilmasto, pöly, tärinä, kosteus ja turvallisuus. Helanderin at al. (1999, 96) mukaan työjärjestelyjen ja suojauksen liian vähäinen huomiointi johtaa suojeltaviksi määriteltyjen rakenteiden ja pintojen vaurioihin työmaan aikana.

Suojausmateriaaleja, vaikka puupohjaisia saattavat ollakin, ei voida sisällyttää hiilikädenjälkeen, koska materiaalien käyttöikä rakennuksessa on niin lyhyt. Nickin (2022) mukaan suojausmateriaaleja voidaan kuitenkin hyödyntää peräkkäin useammalla työmaalla. Laskelmassa on arvioitu materiaalien kiertävän kahden työmaan kautta. Jos kierrätys ei onnistu, on vaikutus kaksinkertainen. Arvokohteiden suojaamisessa ei kannattane suojausmateriaaleja ylikierättää, jottei niiden alentunut suojauskyky johda suojattavan kohteen vaurioihin.

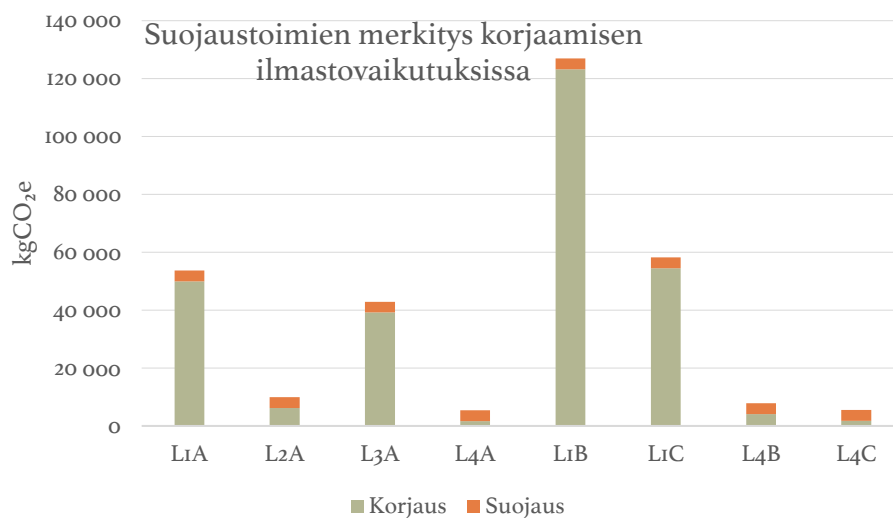
Liitteessä 13 esitetään suojaukseen käytettävien materiaalien laskentaperusteita ja määriä. Laskelman tuloksena saatiin suojaamisen ilmastovaikutusten suuruusluokat. Sataa lattianeliometriä kohden suojaus aiheuttaa 500 kgCO<sub>2</sub>e vaikutuksen. Kun samankokoisen huoneen seinät suojataan 2,5 metrin korkeuteen asti, muodostuu suojattavaa seinäpinta-alaa myös satakunta neliometriä. Tämän seinämäärän suojaamisella on suuruusluokkaa 150 kgCO<sub>2</sub>e vaikutus.

Suojausmateriaalit ja niiden käyttö perustuvat Museoviraston (2003) suojausohjeisiin ja materiaalikulutus rakennuspiirustuksista laskettuihin pintojen laajuustietoihin. Suojauksen työmaatoimintoja haarukoitiin perustuen Nickin (2022) arvioihin ja Rakennustiedon (2019) rakennustöiden menekkeihin mutta ne jätettiin esittämättä. Vaikutus on merkityksetön. Suojaamiseen tuotevaiheen vaikutukset Säätötalon lattiatyömaan osalta on arvioitu ja esitetty kuvassa 77. Suojausmateriaalitarve laskettiin ensin vakiokokoiselle huoneelle ja sitten laajennettiin koskettamaan puulattiatapauksien pinta-aloja.

Suojaaminen laualattiatapausten yhteydessä		
Korjattavaa lattiapinta-alaa	941	m <sup>2</sup>
Vaikutus per 100 m <sup>2</sup> lattiaa	500	kgCO <sub>2</sub> e
Vaikutus per 100 m <sup>2</sup> seinää	150	kgCO <sub>2</sub> e
Suojattavaa lattiapinta-alaa	941	m <sup>2</sup>
Vaikeuskerroin	1	
<b>Päästö per lattiasuojamateriaalit</b>	<b>4 700</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>e</b>
Suojattavaa seinäalaa	941	m <sup>2</sup>
Vaikeuskerroin	2	
<b>Päästö per seinäsuojamateriaalit</b>	<b>2 800</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>e</b>
Materiaalien uudelleenkäyttökertoja	2	
<b>Päästö per työmaa</b>	<b>3 750</b>	<b>kgCO<sub>2</sub>e</b>

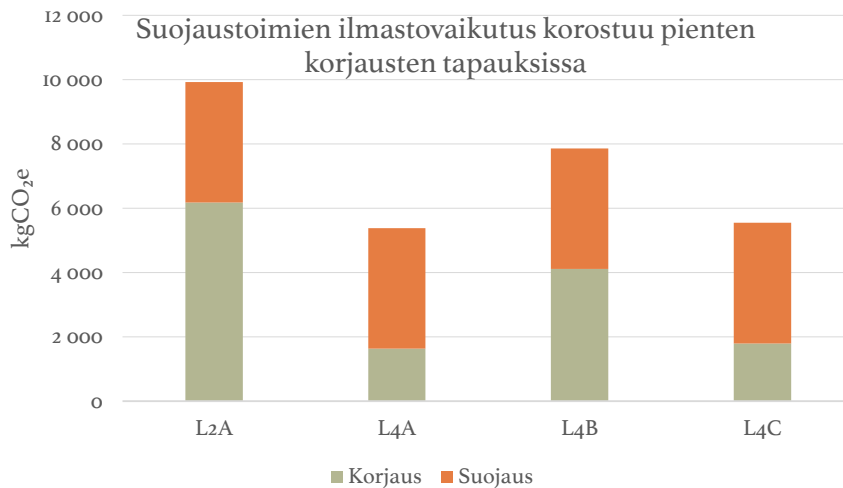
Kuva 77 Suojaamisen päästöarvioita puulattioiden tapauksessa

Säätytalossa jokainen pinta on poikkeuksellisen arvokas ja suojaus tehdään varmasti huolellisesti. Laskelmissa on oletettu, että puulattia suojataan kokonaan ja myös seinät 2,5 metrin korkeuteen asti Museoviraston (2003) ohjeita soveltaen. Myös pilarit, oviaukot ym. suojataan. Niissäkin tapauksissa, joissa lattia avataan vain reunoilta, oletetaan tehtävän samat suojaustoimet. Kuva 78 esittää suojaamisen osuutta puulattia- ja korjaustapauksissa. Tapauksissa, joissa koko lattia uusitaan, ei suojaamisen hiilijalanjäljellä ole suhteellista merkitystä, kaikissa muissa tapauksissa on. Lattian hiilikädenjälki on suojaamisvertailuissa jätetty huomiotta.



Kuva 78 Säätytalon kaikissa lattiatapauksissa suojaaminen on arvioitu samansuuruisiksi. Suurissa korjauksissa suojauksen suhteellinen merkitys on pieni.

Kun rajataan tarkastelua tapauksiin, joissa tehdään vain pieniä korjauksia, minkä seurauksena hiilijalanjälkikin on pieni, korostuu suojaamisesta syntyvä ilmastovaikutus kuvan 79 esittämällä tavalla. Tehtyjen oletusten valossa kaikkein pienimmissä korjauksissa suojaaminen voi olla suurin ilmastovaikutusten aiheuttaja.



*Kuva 79 Jos koko lattian avaamistapaukset, eivät tule kyseeseen, on korjaamisen ilmastovaikutukset maltilliset, mutta suojaamisen osuus kokonaisuudesta korostuu.*

Säätytalon muita korjaustöitä voidaan tehdä samojen suojaustoimien aikana, joten suojaamisen laskettu hiilijalanjälki ei välttämättä kohdistu kokonaan mainitulle korjauskohteelle. Toisaalta kulkureititkin talossa tulee suojata ja niitä ei huomioitu tässä laskelmassa.

Säilyttävälle ja restauroivalle korjaamiselle luonteenomainen vähäinen uuden materiaalin käyttö johtaa siihen, että suojaustoimien suhteellinen merkitys hiilijalanjäljessä on merkittävä. Suojaamisen hiilijalanjälki kannattaa pitää mielessä ja kehittää suojausmateriaalien uudelleenkäyttöä samassa tai jossakin muussa tarkoituksessa. Suojauksen tarkoitus on kuitenkin suojella jotain pysyvää, jonka säilyttäminen on sekä hiilijalanjäljen että rakennussuojelun näkökulmasta tärkeämpää.



## 4.6 Tulosten merkitys

Kuten jo Redden ja Crawford (2021, 67) totesivat, historiallisten rakennusten korjaustapoihin liittyvän datan ja rakennusmateriaalien elinkaaritietojen niukka saatavuus on ongelma. Vastaava havainto on tehty myös tämän diplomityön aikana. Hiilijalanjälkilaskennan numeeriset tulokset on pääosin esitetty jo laskennan yhteydessä. Tulosten merkittävyyttä on syytä tarkastella.

Puulattiatapauksissa suuri merkitys on uusien lautojen määrällä ja välipohjatäytemateriaalin valinnalla. Olosuhteet ja kuntotutkimus määrittävät kuinka laajaa uusintaa tulee tehdä. Välipohjatäytteen valinnalla on suuri merkitys hiilijalanjäljessä ja sen valinnassa tulee käyttää monialaista ammattitaitoa. Julkisivurappauksen kunnostuksen laajuuden valinnalla on hiilijalanjäljen kannalta suuri vaikutus. Muut tekijät ovat tapausten välillä samat tai niiden erot ovat pienet. Rappauksen kestävyys on ensisijainen asia. Jos valituksi tulee sopimaton rappauslaasti tai jos työ onnistuu huonosti tai esimerkiksi pellitystyö laiminlyödään, on uusi korjaus pian edessä. Hiilijalanjäljen kannalta parhaat ratkaisut kestävät vuosikymmeniä, vaikkei asia diplomityön laskelmista selvinnytkään. Jos olisin kyennyt arvioimaan eri laastien kestävyyttä, olisi laskennan tuloksiin tullut aivan erilaista mielenkiintoa ja päätöksenteon tukea.

Mediatilaisuuksia varten Säätytalossa on jo sali, mutta median ja valtiojohdon risteävät kulureitit on nähty ongelmaksi. Uusi sisäänkäynti ja porraskäytävä ovat Mediatila-kokonaisuuteen liittyvistä muutostöistä ilmastovaikutuksiltaan ylivoimaisesti suurimmat. Sisäänkäynti tukee esteettömyyttä mutta uuden oven puhkaiseminen suojeltuun julkisivuun herättää varmasti myös keskustelua.

Säätytalon kohtaloksi ei liene koitua purettavaksi. Rakennukseen huolella tehtyjen korjausten uskotaan myös olevan pitkäikäisiä ja parhaimmillaan noudattavan rakenteellisesti samaa pitkäikäisyyttä kuin alkuperäiset osat. Näin sanottuaan on todettava, että 1990-luvun alussa rakennettuja o. kerroksen väliseinä rakenteita on hankesuunnitelmassa suunniteltu purettavaksi tilamuutosten yhteydessä. Tällä perusteella ei voida väittää nyt tehtävienkään muutosten olevan lopullisia. Restaurointiperiaatteisiin kuuluu muutoksien peruuttamismahdollisuus, joka jättää tuleville restauroijille mahdollisuuden palauttaa rakennuksen edellisiä vaiheita. Nyt huolella harkitut ja hyvin suunnitellut muutokset ja korjaukset on hyväksyttävä väliaikaisiksi ja siksikin muutosten purkaminen on sisällytettävä hiilijalanjälkilaskelmaan.

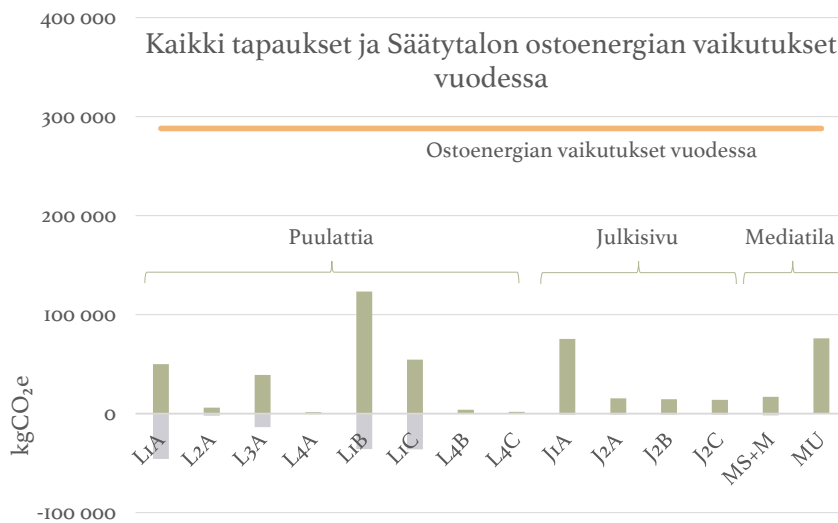
Säätytalon korjauskohteiden tuloksia ei ole syytä laskea yhteen, sillä ne eivät muodosta kokonaisuutta urakkaa, eivätkä ole toisistaan riippuvaisia. Niitä voidaan kuitenkin mielenkiinnosta verrata käytönaikaisen energiankulutuksen ilmastovaikutuksiin. Kouvo (2021) on laatinut energiankulutuslaskelman tilanteeseen, jossa Säätytalo on korjattu ja sen talotekniikka on uudistettu. Laskelmasta on diplomityössä jalostettu ja kuvassa 80 esitetty energiankäytön hiilijalanjälki vuodeksi. Jos kaikista kolmesta korjauskohteesta valitaan ilmastovaikutuksiltaan

kaikkein suurimmat, on niiden vaikutusten summa samaa suuruusluokkaa kuin käyttövaiheen vuosittaisen energian käytön vaikutukset. Todennäköisten tapausten vaikutusten summa olisi 10–20 % energiankäytön vuosittaisesta vaikutuksesta.

Ostoenergia				
	kWh/a	kWh/n-m <sup>2</sup> /a	kgCO <sub>2</sub> e/a	kgCO <sub>2</sub> e/n-m <sup>2</sup> /a
Kaukolämpö	1 316 900	184	193 584	27
Kaukokylmä	103 400	14	15 200	2
Sähköenergia	517 100	72	79 116	11
Yhteensä	1 937 400	271	287 900	40

Kuva 80 Käyttövaiheen energian käytön hiilijalanjälki verrattuna korjauskohteiden hiilijalanjälkeen (Ensimmäisten sarakkeiden tiedot: Kouvo 2021, 3)

Kuvassa 81 esitetään kaikki diplomityössä arvioidut tapaukset rinnakkain verrattuna vuodessa käytettävän ostoenergian ilmastovaikutuksiin. Tämä antaa käsitystä mikä on tärkeää ja mihin kannattaa keskittyä.



Kuva 81 Kaikkien diplomityössä arvioitujen tapausten ja vuoden ostoenergian ilmastovaikutukset.

Osana hankesuunnittelua Senaatti on tilannut Säätytalon peruskorjauksen elinkaariarvioinnin konsulttitoimistolta. Tilatun arvioinnin lähtökohdat ja laskentatavat ovat erilaiset kuin tämän diplomityön. Tuloksia olisi mielenkiintoista ja hyödyllistä verrata tietyiltä osin. Vertailu oli tarkoitus sisällyttää tähän diplomityöhön, mutta tilattu työ ei ehtinyt samaan aikatauluun. Kahden arvioinnin vertailu lisää arviointien uskottavuutta ja syvyyttä.

Elinkaariarviointi ja hiilijalanjälkilaskenta eivät ole koskaan täydellisiä totuuksia, sillä laskelmiin sisältyy arvioita, oletuksia ja yleistyksiä. Diplomityön laskelmissa on pyritty merkittävimmässä kohdin tekemään herkkyystarkasteluja, joiden pohjalta on saatu esiin oleellisia vaikutuksia. Suuruusluokan oikeellisuutta on arvioitu esimerkiksi laskemalla parametri kahta eri kautta ja etsimällä tietoa useasta eri lähteestä. Jos jokin laskelman osanen muodostaa esimerkiksi yhden prosentin kokonaisuudesta, ei sen parametreja hiottu määrättömästi. On hyvä tunnistaa merkitykselliset tekijät ja selvittää niihin oleellinen tarkkuus. Tässä tapauksessa materiaalisidonnaisten, työmaatoimintojen ja kuljetusten päästöt ovat selkeitä kokonaisuuksia, joiden suuruusluokkia kannattaa arvioida.

Materiaalivalinnoilla on merkitystä. Yhtä lailla kuin todellisessa rakentamisvaiheessa, myös laskelmissa on huomioitava mitä materiaaleja käyttää. Ei riitä, että ilmaistaan käytettävän puuta tai betonia, vaan esimerkiksi laastin raaka-aineilla voi olla vaikutus päästöihin. Laskijan tulee kertoa mitä parametreja on käytetty mutta myös mitä laastia nämä parametrit edustavat.

Tuotevaiheen hiilijalanjälkeä laskettaessa tulee lähtötiedot valita huolella ja ilmoittaa lähteet. Eri tietokannat tai eri maissa laaditut EPD:t eivät välttämättä ole täysin vertailukelpoisia, sillä tuotteen valmistukseen käytettävien raaka-aineiden, sähkön ja kaasun päästöille voi olla erilaisia tulkintoja. Diplomityössä on käytetty tietoja useista lähteistä, mutta lähteet ja niihin liittyvät epäilykset on pyritty kertomaan.

Työvaiheiden päästön laskemisessa on suuri merkitys mm. työväliseen teholla ja konetyöajan kestoarviolla. Jos koneen teho onkin puolet laskennassa esitetyn koneen tehosta, on työvaiheen todellinen päästökin puolet lasketusta sillä oletuksella, että työ tulee tehdyksi ilmoitettussa ajassa. Työvaiheen päästö on suoraan verrannollinen työvaiheen koneajan keston, mutta työkoneen tehon muuttamisella ei todellisuudessa ole yksiselitteistä vaikutusta työvaiheen keston. Tässä diplomityössä tarkasteltavien työvaiheiden ja työkoneiden päästöt ovat kokonaisuuden kannalta vähäpätöisiä dieselkoneita lukuun ottamatta. Sähkökoneiden työmaapäästöjä ei kannata pyrkiä minimoimaan ennen kuin suurempien koneiden osuuksiin on voitu vaikuttaa.

Hiilijalanjäljen ohella esitetty hiilikädenjälki sisältää konseptitasolla paljon epävarmuutta, eikä sen toteutumisen varaan pidä suunnittelua pohjustaa. Epäloogisen laskentatuloksen saa esimerkiksi silloin, kun asennetaan uusi puulattia, jolla on puulle tyypillinen hiilijalanjälkeä suurempi hiilikädenjälki. Hiilikädenjälki peittoaa siis hiilijalanjäljen. Jos sen sijaan puulattiaa ei uusita tai samat laudat asennetaan takaisin, ei uutta materiaalia käytetä, eikä siten synny hiilijalanjälkeä, mutta ei synny hiilikädenjälkeäkään, koska uutta puuta ei asennettu varastoi- maan hiiltä. Tietyissä valossa lattiat uusiva tapaus on ilmaston kannalta positiivisempi vaihtoehto kuin vanhan säilyttäminen. Näin ei voi todellisuudessa olla, vaan tulosten tulkitsijan pitää olla tarkkana.

## 5. YHTEENVETO

### 5.1 Tutkimuskysymyksiin vastaaminen

Diplomityöni tutkimuskysymykset ovat:

*Mitä erityistä rakennuksen korjaamisen hiilijalanjäljen laskemiseen liittyy?*

*Mitä vaikutuksia arvorakennuksen korjaustavalla on hiilijalanjälkeen?*

Tutkimuskysymyksiin pyrittiin vastaamaan laajasti koko diplomityön sisällöllä. Tiivistettynä ensimmäiseen kysymykseen vastaan: Hiilijalanjäljen laskentaan on standardien mukaiset ohjeet. Ohjeista huolimatta laskentaan liittyy lukuisia valintatilanteita. Korjaamisen hiilijalanjälkeä laskiessa korostuu korjaamisen laajuudesta päättäminen, laskennan tavoitteen asettaminen ja arvioinnin rajaus. Tyypillisesti hiilijalanjälki lasketaan vain korjaushankkeen vaikutuspiirissä oleville rakennusosille, jotka muodostavat oman elinkaarensa rakennuksen pääelin-kaaren ohella. Tavoite ja rajaus määrittävät arvioidaanko sekä tuotesidonnainen että käytön-aikaisen energiankulutuksen hiilijalanjälki. Arviointihankkeessa on myös päätettävä, miten laaja valikoima vaihtoehtoisia tapauksia lasketaan, ja miten laskennan tuloksen annetaan vaikuttaa korjaamisen laajuuteen. Ilmastonäkökulman kannalta on oleellista selvittää mitkä toimenpiteet ja materiaalivalinnat vaikuttavat juuri nyt.

Toiseen kysymykseen vastaan: Vanhan arvorakennuksen korjaamisessa tulee huomioida lukuisia näkökulmia. Säätyalon hankkeessa turvallisuus, terveellisyys, käytettävyys, rakennus-suojelu ja ympäristöarvot kohtaavat. Restauroiva korjaustapa on Säätyalon hankkeessa oikea suunta ja johtaa hienovaraisiin toimenpiteisiin. Korjaustapaa ei voida valita vain yhtä näkökulmaa seuraten, joten suunnitteluvaihe lukuisine selvityksineen korostuu. On löydettävä kaikki arvot läpäisevä kokonaisratkaisu. Hiilijalanjälki ei kenties ole merkittävin ohjaustekijä, mutta vanhan rakennuksen korjaaminen on jo itsessään myönteinen ilmastotoimi, koska korjaamisen vaihtoehto on suuren hiilipiikin aiheuttava uudisrakentaminen. Hiilijalanjälki kannattaa selvittää korjaushankkeessakin, koska paljon rakennusmateriaalia käyttävällä korjaus-hankkeella on suurempi ilmastovaikutus kuin vähän käyttävällä hankkeella. Jonkin verran voidaan vaikuttaa myös käyttövaiheen energiankulutukseen. Rakennussuojelun näkökul- masta vanhan säilyttäminen on ensisijaista ja ilmastovaikutusten näkökulmasta purkamisen ja uudella korvaamisen välttäminen on oleellista. Näkökulmien intressit kohtaavat!

## 5.2 Restauroivan korjaamisen hiilijalanjälki

### Hiilijalanjälkilaskenta restauroinnissa

Hiilijalanjälkilaskenta ei ota huomioon rakennussuojelunäkökulmaa, vaan se on huomioitava erikseen. Ilmastovaikutuksen minimointi ei kuitenkaan vaikuta olevan ristiriidassa rakennussuojelun arvojen kanssa. Säilyttävällä tai restauroivalla korjaamisella on ilmastolle vähemmän haitallinen vaikutus kuin tyypillisellä korjaamisella. Elinkaariarvioinnin avulla rakennusmateriaaleiksi voidaan valita kokonaisvaltaisesti ympäristöä vähän kuormittavia vaihtoehtoja. Aiempien tutkimusten mukaan historiallisten rakennusten korjaustöissä keskitytään liikaa rakennuksen energiatehokkuuteen ja liian vähän varsinaiseen kunnostusprosessiin, johon tässä diplomityössä pyrittiinkin syventymään.

Menneen maailman rakennuksen tarkastelu nykyaikaisella arviointimenetelmällä on mahdollista, mutta elinkaariarvioinnille pitää tunnistaa syy. Tutkitaanko rakennuksen historiaa vai arvioidaanko tulevaisuutta? On mahdollista arvioida vanhan rakennuksen olemassa olevien materiaalien määrät ja valmistuspäästöt sekä rakennuksen tähänastinen energiankulutus, mutta jos haluamme hillitä ilmastomuutosta, on oleellisempaa selvittää nykytoimiemme vaikutukset. Olen käyttänyt fraasia ”koko rakennuksen koko elinkaari” tässä diplomityössä useasti. Tästä huolimatta korjaushankkeessa on mielekästä selvittää ympäristövaikutukset pelkästään muutettavien rakennusosien osalta, koska niihin pystymme vaikuttamaan. Lisäksi tuleva käytönaikainen energiankulutus on huomioitava. Arvioinnin tuloksien vertailu, kuten korjausmenetelmien välinen tai pienen ja suuren toimenpiteen välinen vertailu auttaa asettamaan luvut mittasuhteisiinsa. Myös toisiin rakennuksiin vertailu on hyödyllistä, joskaan ei aina yksiselitteistä.

### Soveltuvuus restaurointikohteeseen

Arvioinnin rajausta kannattaa järkeillä huolella, jotta laskelmasta saa hyödyn irti. Elinkaariarvioinnin ja hiilijalanjälkilaskennan soveltuvuuteen arvokohteelle vaikuttaa esimerkiksi seuraavaksi esitetyt seikat. Restaurointi on suunnittelu-, valmistelu- ja (käsi)työintensiivistä, mutta merkittävää konetyötä tarvitaan vain vähän. Rakennusmateriaalin käyttökäsi on vähäistä, koska säilyttävässä korjaamisessa pyritään kajoamaan olemassa olevaan mahdollisimman vähän. Korjaustyön ja materiaalinkäytön poikkeavuudesta johtuen uudisrakentamisen parametrit ja elinkaaren vaiheiden keskinäiset suhteet eivät restaurointiin päde. Lisäksi työmaan suojaaminen on huomionarvoista.

Restauroinnissa pyritään käyttämään alkuperäisiin perinnemateriaaleihin verrattavia rakennusmateriaaleja, mutta niiden pienistä markkinoista johtuen päästötietoja on vaikea saada.

Yhtä lailla teollisista rakennustuotteista poikkeavien materiaalien elinkaaren mukainen vaihtojankoha on vaikea arvioida. Hyvä huollettavuus ja korjattavuus mahdollistavat rakennusosille usein pitkän eliniän.

Kun noudatetaan hyvää restaurointitoimintatapaa, on muutos oltava palauttavissa, jos tulevaisuuden restaurointiasiantuntijat katsovat sen aiheelliseksi. Tästäkin syystä muutoksen elinkaaren pituutta on vaikea arvioida ja siksi juuri korjaushetken ympäristövaikutukset kannattaa pitää alhaisina.

Viimeisenä soveltuvuuteen vaikuttavana seikkana nostan esiin korjaustyön suunnitelmien muuttumisen työn edetessä. Rakennuksesta paljastuu uusia ominaisuuksia vähän kerrassaan ja laskelmaa pitää olla valmiina päivittämään useaan kertaan projektissa. Jos rakennuksesta puretaan jotakin ennen korjaamista, on purku otettava huomioon hiilijalanjätkilaskennassa.

## Säätytalo ja tulosten yleistettävyys

Restaurointihankkeessa yhdistetään monia erilaisia arvoja. Laskennan tuloksiin ja restauroinnin periaatteisiin pohjautuen Säätytalon korjaamisessa kannattaa tehdä mahdollisimman vähäisiä toimenpiteitä niin, että rakennusperinnölliset arvot eivät vaarannu ja toiminnallisuus vielä säilyy. Pienen kertakorjauksen jälkeen seuraava pieni korjaus tulee todennäköisesti nopeammin kuin suuren korjauksen jälkeen. Suomen merkityksellisimpiin rakennuksiin lukeutuvan Säätytalon ei tarvitse täyttää kaikkia nykyrakennukselle asetettuja tavoitteita, vaan muutosten tulee sopeutua restaurointi-arvon edessä.

Kaikissa diplomityössä esitetyissä Säätytalon korjaustapauksissa rakennetaan tai korjataan edes jonkin verran. Vaihtoehtona olisi olla tekemättä mitään. Hiilijalanjätkilaskelmissa ei huomioitu käytönaikaisen energiankulutuksen vaikutusta, koska se on valituista korjauskohteista riippumaton. Jos mitään ei tehtäisi, olisi hiilijalanjälki nolla. Rakennuksen säilyttäminen käytökunnossa on kuitenkin oleellista. Ylläpidon laiminlyönti voi aiheuttaa laajemman korjaustarpeen, suuremman toimenpiteen ja suuremman hiilijalanjäljen tai vaihtoehtoisesti käyttökelvottoman rakennuksen ja paljon hukattuja ponnisteluja.

Säätytalon ainutlaatuisuus ei tee sen korjaustavoista ainutkertaisia. Kohteesta voi periaatetasolla ottaa oppia ja soveltaa muihinkin hankkeisiin. Diplomityön laskelmien, kuten muidenkaan laskelmien, lukuarvotuloksia ei voi siirtää toiseen rakennukseen. Yleisesti voidaan sanoa, että toimet, jotka vähentävät ilmastokuormaa välittömästi ovat oleellisia. Rakennus, joka maksaa takaisin ilmastovelkansa kolmenkymmenen vuoden päästä, ei auta ilmastokriisissä, joka on nyt.

En kohdannut kestämatöntä rumuutta eli kauneutta, joka on muuttunut rumaksi kestämatöntien arvojensa johdosta. Se mikä on säilynyt näihin päiviin asti, on todennäköisesti

rakennettu aikaa kestävällä tavalla. Ylläpito, kunnostustyö ja mahdollisesti syntyneiden vaurioiden korjaus kannattaa tehdä alkuperäisiä menetelmiä ja materiaaleja kunnioittaen. Säilyttävässä korjaamisessa nähdään vanhan materiaalin ja työn jäljen, kohteen eheyden ja toisaalta kerroksellisuuden arvo. Restaurointiarvojen ja rakennusperinnön vaalimisen hyveiden lisäksi on todennäköistä jatkaa kestäväksi todettujen materiaalien kautta rakennuksen pitkää elämää. Pitkä elämä on parasta kestävyyttä.

Diplomityön tekemisen aikana nousi esiin lukuisia jatkotutkimusaihiota:

- *Säätytalon laskelmien laajentaminen hiilijalanjäljen jälkeen muihin ympäristövaikutuksiin.*
- *Säätytalon ikkunoiden ja lasikaton parannuksen merkitys tuotesidonnaiseen ja käytönaikaisen energian kulutuksen hiilijalanjälkeen.*
- *Säätytalon koko historian aikana syntyneiden ympäristövaikutusten vertaaminen lyhytikäisempien rakennusten ympäristövaikutuksiin.*
- *Säätytalon ilmanvaihtouudistuksen vaihtoehtojen hiilijalanjälki. Hankesuunnitelmassa (2022) on esitetty rakennettavaksi yli 200 m<sup>2</sup> ilmanvaihtokonehuone rakennuksen alle. Purkukartoituksen (2022) mukaan maanaineksia tulisi poistettavaksi 1 400 kuutiota.*
- *Vertaileva laskelma Ympäristöministeriön (2019) sallimien yleistyksien ja yksityiskohtaisemman lähtötiedon välillä.*

## Laajempi merkitys

Maapallon elinkelpoisuuden näkökulmasta yhdellä rakennuksella ei ole merkitystä, saati sillä kenen ansioksi rakennuksen vähähiilisyys kohdistetaan. Vähähiilisen toiminnan sääntöjen tulisi kuitenkin olla reiluja, jotta siihen laajamittaisesti ryhdytään. Ohjaavan tahon, kuten viranomaisen, on varmistettava, että laskentasäännöt eivät rankaise nykyhetken rakentajaa vuosikymmeniä sitten tehdyistä päätöksistä. Silti nyt on terveellistä miettiä seuraavien polvien kohtaamia haasteita. Voimakas säädösohjaus voi olla ainoa tehoava keino ympäristövaikutusten alentamisessa. Säännöt ja rakennushankkeelta vaadittavat selvitykset esimerkiksi rakennusluvan saamiseksi eivät saa olla liian työläitä. Hallituksen esityksessä eduskunnalle (2022, 26) hiilijalanjäljen arvioinnista halutaan yksinkertaista, luotettavaa ja yhdenmukaista. Tavoite on hyvä, joskin vaikea toteuttaa. Erityisen tärkeää olisi varmistua, ettei vanhojen rakennusten korjaukselle synny esteitä, jotka kääntäisivät kiinnostusta purkamista ja uudisrakentamista kohtaan. Jos arviointimenetelmien tekeminen vaaditaan, on sen soveltavuus kaikkiin tilanteisiin varmistettava. Menetelmien yksinkertaistuksia ja yleistyksiä voidaan sallia, mutta niistä johtuvia porsaanreikiä tulee jatkuvasti etsiä ja tukkia.

Ilman säädös- tai markkinaohjausta muutos ei synny. Yksikköhinnoiltaan halvat rakennusmateriaalit kannustavat vaihtamaan tai uusimaan patinoituneita rakennusosia. Ihmisen työaika on materiaaleihin nähden kallista. Ihmistyön määrän minimointi materiaaleja lisäämällä on teollinen tapa rakentaa ja korjata. Tämä asetelma ei kannusta säilyttämään tai hienovaraisesti korjaamaan muita kuin erittäin arvostettuja rakennuksia, silti jopa arvorakennuksiin liittyen kohdataan arvostiriitoja ja tehdään kompromisseja.

Jos polttamiseen pohjautuvat lämmöntuotantomuodot vuosien mittaan väistyvät ja energia voidaan tuottaa entistä vihreämpänä, kasvaa materiaalien vaikutusten merkitys. Rakennusmateriaalien valmistuksessa tarvittava energia vähähiilistyy myös, mutta raaka-aineet ja materiaalit pitää edelleen louhia, kaataa, kasvattaa tai muulla tavoin hankkia ja valmistaa jostakin uusiutumattomasta tai uusiutuvasta lähteestä. Ennen energian mittavaa vihertymistä, ehkä vielä vuosikymmenien ajan, kaikkia päästöjä pitää pyrkiä vähentämään aktiivisesti. Kasvihuonekaasujen rinnalla tulee alentaa myös muita ympäristövaikutuksia, unohtamatta sosiaalista, kulttuurillista ja taloudellista kestävyyttä.



## Loppusanat

Elinkaariarvioinnin tekeminen ja hiilijalanjäljen selvittäminen pistää ajattelemaan asioita, joita ei muuten tulisi rakennushankkeessa ajateltua. Prosessin läpivienti lisää tietoisuutta ja helpottaa valintaa erilaisten vaihtoehtojen väliltä. Vaikkei laskenta olisi edes tarkka, voi jo tulosten suuruusluokka ohjata toimimaan oikein. Mietittikö arkkitehti Gustaf Nyström näitä asioita 1800-luvulla?

Säätytalon suunnitteluhanke 1800-luvun jälkipuoliskolla oli pitkä ja vivahteikas, mutta rakentaminen onnistui kahdessa vuodessa. Nelisäätyiset valtiopäivät tarvitsivat kokoustiloja. Rakennuksen käyttöönottohetkestä 1891 kului vain 15 vuotta, kun säätyvaltiopäivälaitos korvattiin yksikamarisella eduskunnalla. 200 kansanedustajaa ei mahtunut erillisistä saleista muodostuvaan Säätytaloon. Vuosien 1891–1906 välillä Säätytalo toimi sille ensisijaisessa käyttötarkoituksessaan vain seitsemän kertaa. Sen jälkeen maailman muutokset tekivät siitä heikosti tarkoitukseensa sopivan. Säätytalon elinkaareen oli vähällä muodostua suuri nykäys, kun 1907 valmistui suunnitelma laajentaa Säätytalo eduskuntataloksi. Laajentamisen oli useampikin yritys, joista viimeisin jo itsenäistyneessä Suomessa 1920, jolloin täysin uusi Eduskuntatalohanke viimeistään nousi kärkivaihtoehdoksi (Jokinen 2020, 56).

1880-luvun ihmisillä ei luultavasti ollut kiinnostusta arvioida elinkaaria eikä yli-inhimillistä kykyä nähdä seuraavan 30 vuoden tapahtumia. Tuona aikana myllersi: sortokaudet, yksikamariseen eduskuntaan siirtyminen, toinen maailmansota, Venäjän vallankumous ja keisarikunnan kaatuminen, Suomen itsenäistyminen, Suomen sisällissota. 1880-luvulla Säätytalolle olisi pitänyt laskea skenaarioita mainittuihin muutoksiin varautumisesta.

Tänä päivänäkin tulevaisuuden tapahtumiin varautuminen on vaikeaa. Tämä korostaa nyt tehoavien toimien tärkeyttä. Kolmenkymmenen vuoden päästä realisoituvat hyödyt ovat paksun sumuverhon takana, eikä niiden varaan voi laskea. Tämän diplomityön tekemiseen käytettyjen kuukausien aikana uusi ilmastolaki tuli voimaan, pandemian kolmas vuosi käynnistyi, Euroopassa alkoi sota, inflaatio kohosi jopa kaksinumeroisiin prosenttilukuihin, Olkiluoto III - ydinvoimala aloitti tuotantonsa, Fennovoiman ydinvoimalahanke pysähtyi, Fortumin tytäryhtiö teki Suomen taloushistorian suurimman tappion ja Työ- ja elinkeinoministeriö pyysi kansalaisia säästämään energiaa. Mainitut mullistukset ovat tapahtuneet runsaan puolen vuoden aikana. Miten paljon voikaan tapahtua rakennuksen eliniän aikana!

## LÄHTEET

- Ars Suomen taide 4* (1989). Otava. Keuruu.
- Asetus valtion omistamien rakennusten suojelusta (1985). (kumoutunut) 14.6.1985/480. Saatavissa: [www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/kumotut/1985/19850480](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/kumotut/1985/19850480). Luettu: 15.2.2022.
- Baran E., Czernik S., Hynowski M., Michałowski B., Piasecki M., Tomaszewska J. ja Michalak J. (2021). Quantifying Environmental Burdens of Plasters Based on Natural vs. Flue Gas Desulfurization (FGD) Gypsum. *Sustainability* 13. 1-14. DOI.org/10.3390/su13084298.
- Bertolin C. ja Loli A. (2018). Sustainable interventions in historic buildings: A developing decision making tool. *Journal of Cultural Heritage* 34. 291–302. DOI.org/10.1016/j.culher.2018.08.010.
- Buda A. ja Lavagna M. (2018). LCA methodology to compare alternative retrofit scenarios for historic buildings: a review. Konferenssijulkaisu. 12th Italian LCA Network Conference. Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/332351071\\_LCA\\_methodology\\_to\\_compare\\_alternative\\_retrofit\\_scenarios\\_for\\_historic\\_buildings\\_a\\_review](https://www.researchgate.net/publication/332351071_LCA_methodology_to_compare_alternative_retrofit_scenarios_for_historic_buildings_a_review). Luettu: 27.5.2022.
- Castro R. ja Pasanen P. (2019). How to design buildings with Life Cycle Assessment by accounting for the material flows in refurbishment. *Earth and Environmental Science* 225. 1–8. DOI.10.1088/1755-1315/225/1/012019.
- Decarbonize design (2022). Aalto Yliopiston ja Yalen Yliopiston ylläpitämä verkkosivusto. [www.decarbonizedesign.com/](http://www.decarbonizedesign.com/). Luettu: 5.2.2022.
- Ekovilla (2020). *Ympäristöseloste, Puhallusvilla, Ekovilla Oy*. Saatavissa: [https://ekovilla.com/wp-content/uploads/2020/11/Puhallusvilla-EPD\\_31\\_1\\_20\\_-tuulisahko.pdf](https://ekovilla.com/wp-content/uploads/2020/11/Puhallusvilla-EPD_31_1_20_-tuulisahko.pdf). Luettu: 26.7.2022.
- Fenner A E., Kibert C J., Woo J., Morque S., Razkenari M., Hakim H. ja Lu X. (2018). The carbon footprint of buildings: A review of methodologies and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 94. 1142–1152. DOI.org/10.1016/j.rser.2018.07.012.
- Flink S. (2022). Senaatti-kiinteistöt. Rakennuttajapäällikkö. Keskustelut: 7.10.2021, 12.11.2021, 1.12.2021, 4.3.2022, 15.3.2022, 18.3.2022, 26.4.2022 ja kommentit keskeneräiseen diplomityöhön 19.6.2022.
- Franzoni E., Volpi L. ja Bonoli A. (2020). Applicability of life cycle assessment methodology to conservation works in historical building: The case of cleaning. *Energy & Buildings* 214. 1–11. DOI.org/10.1016/j.enbuild.2020.109844.
- Laine A., Raivio T., Jonsson H., Heino A., Klimscheffskij M. ja Lehtomäki J. (2020). Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. Osa 1. Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila. Gaia



- Ipcc (2022). *Climate change 2022: Impacts, Adaptation and vulnerability - Summary for Policymakers*. Saatavissa: [www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_SummaryFor-Policymakers.pdf](http://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryFor-Policymakers.pdf). Luettu: 29.7.2022.
- Jensen P A., Berg J B., Thuesen C. (2017). *Prerequisites for Successful Strategic Partnerships for Sustainable Building Renovation*. 9 Nordic Conference on Construction Economics and Organization. Saatavissa: [www.researchgate.net/publication/318227222](http://www.researchgate.net/publication/318227222). Luettu: 30.7.2022.
- Jokinen T. (2020). Arvorakennusten arkkitehti Gustaf Nyström suunnittelijana ja opettajana. Parvs, Helsinki.
- Kaila P. (1997). Talotohori, rakentajan pikkujättiläinen. WSOY. Porvoo.
- Kansallisarkisto. Gustaf Nyströmin 1888 laveeraamat Säätytalon pohjapiirustukset. Digitoitu Rakennushallituksen piirustuksista.
- Kansallisarkisto (b). Gustaf Nyströmin 1888 Laveeraama leikkaus. Digitoitu Teknillisen korkeakoulun piirustuksista.
- Kouvo J. (2021). LVI-6 – Tavoitekulutusraportti. Säätytalo, peruskorjaus, Hankesuunnitteluvaihe. Granlund Oy. Säätytalon hankesuunnitelman liite.
- Kulttuuriympäristömme (2022). Ympäristöministeriön ylläpitämä verkkosivusto. Saatavissa: [www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI](http://www.kulttuuriymparistomme.fi/fi-FI). Luettu: 11.2.2022.
- Kumpula J. (2020). Marinin hallitus aloitti työnsä Suomen johdossa tasan vuosi sitten – katso 1-vuotisjuhlakuva! Mtvuutiset-verkkosivusto 10.12.2020. Saatavissa: [www.mtvuutiset.fi/artikkeli/marinin-hallitus-aloitti-tyonsa-suomen-johdossa-tasan-vuosi-sitten-katso-1-vuotisjuhlakuva/8009030](http://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/marinin-hallitus-aloitti-tyonsa-suomen-johdossa-tasan-vuosi-sitten-katso-1-vuotisjuhlakuva/8009030). Luettu: 11.8.2022.
- Laki rakennusperinnön suojelemisesta (2010). 4.6.2010/498. Saatavissa: [www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100498](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20100498). Luettu: 15.2.2022.
- Lambers H. (2022). Britannica: Photosynthesis. Saatavissa: <https://www.britannica.com/science/photosynthesis>. Luettu: 11.8.2022.
- Lasvaux S., Habert G., Peuportier B. ja Chevalier J. (2015). Comparison of generic and product-specific Life Cycle Assessment databases: application to construction materials used in building LCA studies. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 20. 1473–1490. DOI.org/10.1007/s11367-015-0938-z. Luettu: 12.8.2022.
- Lehtinen P. (2019). *Museovirasto restauroinnin ja korjaamisen ohjeistajana*. Rakennusperinnön ja korjausrakentamisen ajankohtaispäivä, 10.4.2019. Helsinki. Saatavissa: [www.ym.fi/download/noname/%7B868C2631-A0B5-4CAF-BAAE-3A9C75556359%7D/145387](http://www.ym.fi/download/noname/%7B868C2631-A0B5-4CAF-BAAE-3A9C75556359%7D/145387). Luettu: 12.8.2022.

- Lehtonen J., Niemelä P. ja Ranki T. (2021). *Rakennetekninen kuntoarvio 2021, Säätytalo*. Insinööritoimisto Lauri Mehto. Säätytalon hankesuunnitelman liite.
- Leti (2020). (London Energy Transformation Initiative) LETI Embodied Carbon Primer. Supplementay guidance to the Climate Emergency Design Guide. Saatavissa: [https://www.leti.london/\\_files/ugd/252d09\\_8ceffcbcafdb43cf8a19ab9af5073b92.pdf](https://www.leti.london/_files/ugd/252d09_8ceffcbcafdb43cf8a19ab9af5073b92.pdf). Luettu: 12.8.2022.
- Loli A. ja Bertolin C. (2018). Towards Zero-Emission Refurbishment of Historic Buildings: A Literature Review. *Buildings* 8. 1–16. DOI.10.3390/buildings8020022.
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999). 5.2.1999/132. Saatavissa: [www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132). Luettu: 15.2.2022.
- Marsh R. (2017). Building lifespan: effect on the environmental impact of building components in a Danish perspective. *Architectural Engineering and Design Management* 13. 80–100. DOI: 10.1080/17452007.2016.1205471.
- Mehto (2021). *RAK\_4\_TLIV\_Rakennetyyppien sijaintikaaviot*. Säätytalo – Nykytilanne, rakennetyyppien karkeat sijainnit, pohjapiirustukset. Säätytalon hankesuunnitelman liite.
- Mehto (2021 b). *RAK\_3\_TLIV\_Rakenneavausdokumentaatio*. Säätytalon hankesuunnitelman liite.
- Museovirasto (2022). Museoviraston ylläpitämä Kulttuuriympäristön palveluikkuna -verkkosivusto. Saatavissa: [www.kyppi.fi/palveluikkuna/rapea/read/asp/r\\_ohje.aspx](http://www.kyppi.fi/palveluikkuna/rapea/read/asp/r_ohje.aspx). Luettu: 5.2.2022.
- Museovirasto (1997). *Valtion rakennusperinnön vaaliminen*. Museoviraston rakennushistorian osaston julkaisuja 19. Museovirasto. Helsinki.
- Museovirasto (2003). *Rakennusosien työmaa-aikainen suojaus*. Museoviraston korjauskortisto. Saatavissa: <https://www.museovirasto.fi/uploads/Arkisto-ja-kokoelmapalvelut/Julkaisut/korjauskortti-21.pdf>. Luettu: 12.8.2022.
- Nick T. (2022). Rakennus Oy Antti J. Ahola. Vastaava mestari. Keskustelut 26.4.2022 ja 30.6.2022.
- Niinen J-P. (2022). Senaatti-kiinteistöt. Rakennuttajapäällikkö. Keskustelu 31.1.2022.
- Nurmi J. (2013). *Plan af Helsingfors 1890; kartta, Helsingin kartta*. Helsingin kaupungin museo HKM.
- Okulus (2021). *Säätytalo PK2023 Tilojen arvoluokitus*. Säätytalon hankesuunnitelman liite.
- Okulus (2021 b). *ARK\_1\_TLIV\_Pohjapiirustukset*. Säätytalon hankesuunnitelman liite.
- Paschoalin R. ja Isaacs N. (2020). Holistic renovation of historic and heritage buildings: comparing New Zealand and international scenarios. *International Journal of Building Pathology and Adaptation* 39. 602–618. DOI. 10.1108/IJBPA-06-2020-0049.
- Pelsmakers S. (2022). *The Ugliness of (Un)Sustainability*. Luentomateriaali. Tampereen yliopiston opiskelijaportaali. Luettu: 18.2.2022.

- Pelsmakers S. (2015). *The Environmental design pocketbook*. 2. painos. RIBA Publishing. London.
- Purkukartoitusraportti (2022) - Purkumateriaalien hyötykäyttö- ja kierrätysuunnitelma. Säätytalo. Insinööri Studio.
- Rakennustieto (2019). *Rakennustöiden menekit 2020*. Ratu KI-6035. RT tietoväylä.
- Rasmussen F. N., Zimmermann R. K., Kanafani K., Andersen C. ja Birgisdóttir H. (2020). The choice of reference study period in building LCA – case based analysis and arguments. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 588. 1–9. DOI.10.1088/1755-1315/588/3/032029.
- Redden R. ja Crawford R.H. (2021). Valuing the environmental performance of historic buildings. *Australasian Journal of Environmental Management* 28. 59–71. DOI.org/10.1080/14486563.2020.1772133
- Rekola M. (2022). Senaatti-kiinteistöt. Ympäristövastuuasiantuntija. Kommentit keskeneräiseen diplomityöhön 27.6.2022.
- Rieser A., Pfluger R., Troi A., Herrera-Avellanosa D., Thomsen K.E., Rose J., Arsan Z.D., Akkurt G.G., Kopeinig G., Guyot G., ja Chung D. (2021). Integration of Energy-Efficient Ventilation Systems in Historic Buildings—Review and Proposal of a Systematic Intervention Approach. *Sustainability* 13. 1–21. DOI.org/10.3390/su13042325.
- RT 18-10922 (2008). Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Rakennustietosäätiö RTS.
- Ruggieri G., Dotelli G., Melia P. ja Sabbadini S. (2012). Life Cycle Assessment of different refurbishment strategies for an historical building: the importance of the indicators for the comparison of synthetic and natural materials. Retrofit 2012 Academic Conference. Saatavissa: [www.researchgate.net/publication/248108193](http://www.researchgate.net/publication/248108193). Luettu: 5.2.2022.
- Saint-Gobain Finland / Isover (2019). *Environmental product declaration. Isover Insulsafe*. NEPD-1945-861-EN. Saatavissa: [www.isover.fi/download-documents/epd/epd-isover-insulsafeno-en-fi.pdf](http://www.isover.fi/download-documents/epd/epd-isover-insulsafeno-en-fi.pdf). Luettu: 26.7.2022.
- Senaatti-kiinteistöt (2022 a). Senaatti-kiinteistöjen verkkosivusto. Saatavissa: [www.senaatti.fi/arvokiinteisto/saatytalo/](http://www.senaatti.fi/arvokiinteisto/saatytalo/). Luettu: 5.2.2022.
- Senaatti-kiinteistöt (2022 b). *Senaatti-konsernin vuosi 2021, Yhteiskuntavastuuraportti*. Saatavissa: [www.senaatti.fi/app/uploads/2022/04/Senaatti-konserni-Yhteiskuntavastuuraportti-2021.pdf#page=47](http://www.senaatti.fi/app/uploads/2022/04/Senaatti-konserni-Yhteiskuntavastuuraportti-2021.pdf#page=47). Luettu: 16.7.2022.
- Senaatti-kiinteistöt (2021). *Hiilijalanjäljen ohjaaminen rakennuttamisessa*. SEN/1028/2021.
- SFS-EN 15643 (2021). Kestävä rakentaminen. Yleiskehys rakennusten ja infrarakenteiden kestävyden arviointiin. Helsinki. Suomen standardoimisliitto SFS.

- SFS-EN 15804:2012 + A2:2019 (2019). *Kestävä rakentaminen. Rakennustuotteiden ympäristöselosteet. Laadinnan yleissäännöt*. 3. painos. Helsinki. Suomen standardoimisliitto SFS.
- SFS-EN 15978 (2012). Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. Helsinki. Suomen standardoimisliitto SFS.
- Simonen K. (2014). *Life Cycle Assessment*. ISBN 9780415702423. Routledge.
- Somersalmi M. (2020). Oikea kestävyden mittari on CO<sub>2</sub>/asukas tai CO<sub>2</sub>/käyttäjä – ei CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Raklin blogit. Saatavissa: <https://www.rakli.fi/oikea-kestavyden-mittari-on-co2-asukas-tai-co2-kayttaja-ei-co2-m%20c2%b2/>. Luettu: 20.5.2022.
- Suomen virallinen tilasto (SVT) (2021). *Kasvihuonekaasut*. Tilastokeskus. Saatavissa: <https://www.stat.fi/julkaisu/cktlcpwag38sgoc556iiqopoy>. Luettu: 29.7.2022.
- SYKE (2022). Rakentamisen päästötietokanta. Suomen ympäristökeskus ympäristöministeriön toimeksiannosta. Saatavissa CO<sub>2</sub>data.fi. Luettu: 12.8.2022.
- Tilastokeskus (2022). Käsitteet. Tilastokeskuksen Verkkosivusto. Saatavissa: [www.stat.fi/meta/kas/index.html?P](http://www.stat.fi/meta/kas/index.html?P). Luettu: 11.2.2022.
- Tuuri J. (2022). Renta Telineet. Toimitusjohtaja. Puhelinkeskustelu ja sähköpostikirjeenvaihto 2.5.2022.
- Vilches A., Garcia-Martinez A. ja Sanchez-Montanes B. (2016). Life cycle assessment (LCA) of building refurbishment: A literature review. *Energy and Buildings* 135. 286–301. DOI.org/10.1016/j.enbuild.2016.11.042.
- Winterhalter K. (2022). Arkkitehtitoimisto Okulus. Arkkitehti SAFA. Puhelinkeskustelu 13.6.2022.
- Winterhalter K. ja Bonsdorff M. (2020). *Säätytalo, Julkisivujen vaiheet*. Arkkitehtitoimisto Okulus. Tilaaja: Senaatti-kiinteistöt.
- Wise F., Moncaster A., Jones D. ja Dewberry E (2019). Considering embodied energy and carbon in heritage buildings – a review. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 329. DOI.10.1088/1755-1315/329/1/012002.
- Ympäristöministeriö (2022). Kysymyksiä ja vastauksia vähähiilisestä rakentamisesta. Verkkosivusto. Saatavissa: [ym.fi/kysymyksia-ja-vastauksia-vahahiilisesta-rakentamisesta](http://ym.fi/kysymyksia-ja-vastauksia-vahahiilisesta-rakentamisesta). Luettu: 4.2.2022.
- Ympäristöministeriö (2021). *Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2021*. Luonnos lausuntokierrosta varten. Saatavissa: [www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=15860](http://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/DownloadProposalAttachment?attachmentId=15860). Luettu: 23.5.2022.

Ympäristöministeriö (2019). *Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä*. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Ympäristöministeriö. Helsinki. Saatavissa: urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-029-3. Luettu: 15.2.2022.

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä (2013). 27.2.2013/4. Saatavissa: [https://www.finlex.fi/data/normit/40799/EU\\_27\\_2\\_2013YM\\_asetus\\_lopullinen\\_FIN.pdf](https://www.finlex.fi/data/normit/40799/EU_27_2_2013YM_asetus_lopullinen_FIN.pdf). Luettu: 1.8.2022.

Zhang, Y. (2017). Taking the Time Characteristic into Account of Life Cycle Assessment: Method and Application for Buildings. *Sustainability* 9. 1–14. DOI.10.3390/su9060922.



# LIITTEET

## Liite I

Rakennusmateriaali-inventoinnin tuotetiedot.

Rakennusmateriaali-inventoinnin tuotetiedot				
Nimike	tiheys [ kg/m <sup>3</sup> ]	Hiilijalanjälki [ kgCO <sub>2e</sub> / kg ] A1-A3	Hiilikädenjälki [ kgCO <sub>2e</sub> / kg ] D	Lähde
Betoni	2 353	0,120	0,000	CO2data
Eriste: EPS	16	3,500	0,000	CO2data
FGD Gypsum-Based Plaster	1 840	0,073	0,000	Baran et al. 2021
Hissi	1 436	3,600	-0,590	CO2data
Höylätavara	474	0,088	-1,600	CO2data
Kalkkilaastin sideaine		0,150		Baumit. Bundesverband der Gipsindustrie e.V
Kalkkimaali	1 220	3,000	0,000	tiheys: kirjovarit.fi
Knauff laasti (myös linjassa)	1 840	0,140	0,000	Knauf
Laastimurske (kierrätetty)	1 500	0,006		
Lasivilla (puhallus)	23	1,080	0,000	CO2data, tiheys: Isover
Lastulevy	700	0,470	-1,600	CO2data
Lattialauta	474	0,200	-1,600	Sovellettu CO2data
Liimapuu	430	0,130	-1,600	CO2data
Maali, Hydrosil	1 530	-	0,000	Kirjovärit: Hydrosil
Maali, akrylaatti, vesioh., sisä	1 360	2,600	0,000	CO2data
Maali, akrylaatti, vesioh., ulko	1 200	3,000	0,000	CO2data
Maali, pellavaöljy	1 200	1,538	0,000	VTT: rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu 2019
Maali, punamulta	1 200	0,445	0,000	VTT: rakennusten hiilijalanjäljen arviointityökalu 2019
Maali, sisä	1 360	2,520	0,000	Teknos
Maali, ulko	1 200	2,978	0,000	Teknos
Muovi (höyrysulku)	925	3,100	0,000	CO2data
Muurauslaasti	1 307	0,140	0,000	CO2data
Natural Gypsum-Based	1 840	0,136	0,000	Baran et al. 2022
Ovi	-	0,780	-1,500	CO2data sovellettu
Pariovet	-	0,780	-1,500	CO2data sovellettu
Puinen portaikko	-	0,890	-2,000	CO2data
Puukuitueriste (puhallus)	33,5	0,193	-0,111	Hunton
Puutavara, höylätty	474	0,088	-1,600	CO2data
Rappauslaasti	1 840	0,290	0,000	CO2data
Rappauslaasti (STO)	1550	0,242	0,000	STO
Raudoitus	7 850	0,670	0,000	CO2data
Sahatavara	474	0,083	-1,600	CO2data
Selluvilla (puhallus)	30	0,108	-1,200	CO2data
Silikaattimaali	1 300	1,400	0,000	CO2data
Sora	1 500	0,005	0,000	CO2data
Tiili	1 500	0,220	0,000	CO2data
Vahtolasi	250	0,360	0,000	CO2data
Vaneri, havu	480	0,360	-1,600	CO2data



## Liite 3

Energia- ja jätteenkäsittelyinventointi.

Energia- ja jätteenkäsittelyinventointi			
Nimike	Lukuarvo	Yksikkö	Lähde
Sähkön ostoeneryyksikön ympäristövaikutus (2020)	0,153	kgCO <sub>2</sub> e/kWh	CO <sub>2</sub> data.fi
Bensiinin polttamisen ympäristövaikutus	0,261	kgCO <sub>2</sub> e/kWh	Motiva
Dieselin polttamisen ympäristövaikutus	0,266	kgCO <sub>2</sub> e/kWh	Motiva
Diesellitran energiasisältö	10	kWh/l	
Dieselin CO <sub>2</sub> -päästöt litraa kohti	2,660	kgCO <sub>2</sub> e/l	
Kaukolämmön ostoeneryyksikön ympäristövaikutus	0,147	kgCO <sub>2</sub> e/kWh	CO <sub>2</sub> data.fi
Kaukokylmän ostoeneryyksikön ympäristövaikutus	0,147	kgCO <sub>2</sub> e/kWh	arvio
Sähkön ostoeneryyksikön ympäristövaikutus	0,153	kgCO <sub>2</sub> e/kWh	CO <sub>2</sub> data.fi
Jätteen käsittely, tiili	0,005	kgCO <sub>2</sub> e/kg	CO <sub>2</sub> data.fi
Jätteen käsittely, betoni	0,006	kgCO <sub>2</sub> e/kg	CO <sub>2</sub> data.fi
Jätteenkäsittely, muovi energiantuotantoon	3	kgCO <sub>2</sub> e/kg	CO <sub>2</sub> data.fi
Jätteenkäsittely, muovi kierrätyskäyttöön	0,7	kgCO <sub>2</sub> e/kg	CO <sub>2</sub> data.fi
Jätteenkäsittely, metelli	0,002	kgCO <sub>2</sub> e/kg	CO <sub>2</sub> data.fi

# Liite 4

## Puulattioiden tuotteisiin liittyvät tulokset.

L1A Uudet täytteet, uudet laudat. Täyte A				
L1A	A1 - A3		A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki	
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	
Pintakäsittely	247	1	0	
Lattialaudat	3 925	2230	-35 683	
Täytteet	17 613	6024	-10 009	
Yhteensä	21 785	8 256	-45 692	

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä	C2 (s)		C3 (s)	C3 (s)
	Purkumat.Kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
54	Lakka puussa	1	0,020	1
22 302	Puu	223	0,020	446
150 560	Välipohjatäyte	1 506	0,006	903
172 915		1 729		1 350

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä	C2		C3	C3
	Purku-materiaali	Purkumat.kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]
107	Lakka puussa	1	0,020	2
22 302	Puu	223	0,020	446
120 486	Välipohjatäyte	1 205	0,006	723
142 895		1 429		1 171

L2A Reunoille uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte A				
L2A	A1 - A3		A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki	
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	
Pintakäsittely	52	0	0	
Lattialaudat	82	47	-745	
Täytteet	2 299	786	-1 306	
Yhteensä	2 432	833	-2 051	

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä	C2 (s)		C3 (s)	C3 (s)
	Purkumat.Kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
11	Lakka puussa	0	0,020	0
466	Puu	5	0,020	9
31 438	Välipohjatäyte	314	0,006	189
31 915		319		198

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä	C2		C3	C3
	Purku-materiaali	Purkumat.kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]
22	Lakka puussa	0	0,020	0
466	Puu	5	0,020	9
15 724	Välipohjatäyte	157	0,006	94
16 212		162		104

L3A Uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte A				
L3A	A1 - A3		A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki	
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	
Pintakäsittely	247	1	0	
Lattialaudat	393	223	-3 568	
Täytteet	17 613	6024	-10 009	
Yhteensä	18 252	6 248	-13 577	

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä	C2 (s)		C3 (s)	C3 (s)
	Purkumat.Kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
54	Lakka puussa	1	0,020	1
2 230	Puu	22	0,020	45
150 560	Välipohjatäyte	1506	0,006	903
152 844		1 528		949

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä	C2		C3	C3
	Purku-materiaali	Purkumat.kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]
107	Lakka puussa	1	0,020	2
2 230	Puu	22	0,020	45
120 486	Välipohjatäyte	1205	0,006	723
122 823		1 228		770

L4A Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte A				
L4A	A1 - A3		A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki	
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	
Pintakäsittely	13	0	0	
Lattialaudat	21	12	-193	
Täytteet	596	204	-339	
Yhteensä	630	216	-532	

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä	C2 (s)		C3 (s)	C3 (s)
	Purkumat.Kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
3	Lakka puussa	0	0,020	0
121	Puu	1	0,020	2
8 148	Välipohjatäyte	81	0,006	49
8 271		83		51

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä	C2		C3	C3
	Purku-materiaali	Purkumat.kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]
6	Lakka puussa	0	0,020	0
121	Puu	1	0,020	2
4 075	Välipohjatäyte	41	0,006	24
4 202		42		27

L1B Uudet täytteet, uudet laudat. Täyte B				
L1B	A1 - A3		A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki	
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	
Pintakäsittely	247	1	0	
Lattialaudat	3 925	2230	-35 683	
Täytteet	95 820	1181	0	
Yhteensä	99 992	3 412	-35 683	

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä	C2 (s)		C3 (s)	C3 (s)
	Purkumat.Kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
54	Lakka puussa	1	0,020	1
22 302	Puu	223	0,020	446
150 560	Välipohjatäyte	1506	0,006	903
172 915		1 729		1 350

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä	C2		C3	C3
	Purku-materiaali	Purkumat.kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]
107	Lakka puussa	1	0,020	2
22 302	Puu	223	0,020	446
118 114	Välipohjatäyte	1181	0,006	709
140 523		1 405		1 157

L1C Uudet täytteet, uudet laudat. Täyte C				
L1C	A1 - A3		A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki	
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	
Pintakäsittely	247	1	0	
Lattialaudat	3 925	2230	-35 683	
Täytteet	25 327	3601	-399	
Yhteensä	29 499	5 832	-36 082	

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä	C2 (s)		C3 (s)	C3 (s)
	Purkumat.Kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
54	Lakka puussa	1	0,020	1
22 302	Puu	223	0,020	446
150 560	Välipohjatäyte	1506	0,006	903
172 915		1 729		1 350

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä	C2		C3	C3
	Purku-materiaali	Purkumat.kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]
107	Lakka puussa	1	0,020	2
22 302	Puu	223	0,020	446
72 020	Välipohjatäyte	720	0,006	432
94 429		944		880

L4B Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte B				
L4B	A1 - A3		A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki	
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	
Pintakäsittely	13	0	0	
Lattialaudat	21	12	-193	
Täytteet	3 241	40	0	
Yhteensä	3 275	52	-193	

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä	C2 (s)		C3 (s)	C3 (s)
	Purkumat.Kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
3	Lakka puussa	0	0,020	0
121	Puu	1	0,020	2
8 148	Välipohjatäyte	81	0,006	49
8 271		83		51

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä	C2		C3	C3
	Purku-materiaali	Purkumat.kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]
6	Lakka puussa	0	0,020	0
121	Puu	1	0,020	2
3 995	Välipohjatäyte	40	0,006	24
4 121		41		26

L4C Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat. Täyte C				
L4C	A1 - A3		A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki	
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	
Pintakäsittely	13	0	0	
Lattialaudat	21	12	-193	
Täytteet	857	122	-13	
Yhteensä	891	134	-207	

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä	C2 (s)		C3 (s)	C3 (s)
	Purkumat.Kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
3	Lakka puussa	0	0,020	0
121	Puu	1	0,020	2
8 148	Välipohjatäyte	81	0,006	49
8 271		83		51

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä	C2		C3	C3
	Purku-materiaali	Purkumat.kulj.	Purkumat.käs.	Purkumat.käs.
[ kg ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e/kg ]	[ kg CO2e ]
6	Lakka puussa	0	0,020	0
121	Puu	1	0,020	2
2 436	Välipohjatäyte	24	0,006	15
2 562		26		17

## Liite 5

Työmaatoimintojen laskenta ja puulattioiden työmaatoimintojen tulokset.

Uudet täytteet, uudet laudat												
L1A											A4	C1
L1B		Työstettävä				Vaikeus-	Koneaika	tarvittava	Kulutus	Kone-energia	työmaatoiminto	purkutyö
L1C	työvaihe	ala [m <sup>2</sup> ]	lukuarvo	yksikkö	selite	kerroin	[h]	akkumäärä	[l / h]	[kWh]	[ kgCO <sub>2e</sub> ]	[ kgCO <sub>2e</sub> ]
	Suojaus									laskettu toisaalla		
	Lautojen irrotus	94I			Monitoimityökalu	1	252	134		12,10	2	2
	Täytteiden poisto	94I	376,4	m <sup>3</sup>	täytemäärä	1	38	-	50	-	5 006	5 006
	Esiin tulleiden vaurioiden korjaus	94I			Akkukäyttö	1	101	134		12,10	2	
	Uusien täytteiden asennus	94I	376,4	m <sup>3</sup>	täytemäärä	1	31	-	50	-	4 172	
	Lautojen asennus (100 % uutta)	94I			Akkuporakone	1	101	134		12,10	2	
	Hionta käsikoneella	94I			Epäkeskokiomakone	1	504	269		24,20	4	
	Pintakäsittely	94I			Vispilä	1		12		1,08	0,2	
	<b>Yhteensä, työvaiheet</b>										<b>9 187</b>	<b>5 008</b>
Reunoille uudet täytteet, palautetut laudat												
L2A		Työstettävä				Vaikeus-	Koneaika	tarvittava	Kulutus	Kone-energia	työmaatoiminto	C1
L2B		ala [m <sup>2</sup> ]	lukuarvo	yksikkö	selite	kerroin	[h]	akkumäärä	[l / h]	[kWh]	[ kgCO <sub>2e</sub> ]	[ kgCO <sub>2e</sub> ]
L2C	työvaihe											
	Suojaus									laskettu toisaalla		
	Lautojen irrotus säilyttäen	196	1,0	0	Monitoimityökalu	2	0	225		20,21	3	1
	Täytteiden poisto	196	78,6	m <sup>3</sup>	täytemäärä	1	8	-	50	-	1 045	209
	Esiin tulleiden vaurioiden korjaus	196	1,0		Akkukäyttö	1	0	28		2,53	0	
	Uusien täytteiden asennus	196	78,6	m <sup>3</sup>	täytemäärä	1	7	-	50	-	871	
	Lautojen asennus (10 % uutta reunoilla)	196	1,0	30	Akkukäyttö	2	0	225		20,21	3	
	Hionta käsikoneella	196	1,0		Epäkeskokiomakone	1	0	56		5,05	1	
	Pintakäsittely	196	1,0		Vispilä	1		4		0,36	0,1	
	<b>Yhteensä, työvaiheet</b>										<b>1 924</b>	<b>210</b>
Uudet täytteet, palautetut laudat												
L3A		Työstettävä				Vaikeus-	Koneaika	tarvittava	Kulutus	Kone-energia	työmaatoiminto	C1
L3B		ala [m <sup>2</sup> ]	lukuarvo	yksikkö	selite	kerroin	[h]	akkumäärä	[l / h]	[kWh]	[ kgCO <sub>2e</sub> ]	[ kgCO <sub>2e</sub> ]
L3C	työvaihe											
	Suojaus									laskettu toisaalla		
	Lautojen irrotus säilyttäen	94I	1,0		Monitoimityökalu	1	1008	538		48,39	7	1
	Täytteiden poisto	94I	376,4	m <sup>3</sup>	täytemäärä	1	38	-	50	-	5 006	1 001
	Esiin tulleiden vaurioiden korjaus	94I	1,0		Akkukäyttö	1	101	134		12,10	2	
	Uusien täytteiden asennus	94I	376,4	m <sup>3</sup>	täytemäärä	1	31	-	50	-	4 172	
	Lautojen asennus (10 % uutta)	94I	1,0	30	Akkuporakone ym.	1	1008	538		48,39	7	
	Hionta käsikoneella	94I	1,0		Epäkeskokiomakone	1	504	269		24,20	4	
	Pintakäsittely	94I	1,0		Vispilä	1		12		1,08	0,2	
	<b>Yhteensä, työvaiheet</b>										<b>9 198</b>	<b>1 003</b>
Ulkoseinustoille uudet täytteet, palautetut laudat												
L4A		Työstettävä				Vaikeus-	Koneaika	tarvittava	Kulutus	Kone-energia	työmaatoiminto	C1
L4B		ala [m <sup>2</sup> ]	lukuarvo	yksikkö	selite	kerroin	[h]	akkumäärä	[l / h]	[kWh]	[ kgCO <sub>2e</sub> ]	[ kgCO <sub>2e</sub> ]
L4C	työvaihe											
	Suojaus									laskettu toisaalla		
	Lautojen irrotus säilyttäen	51			Monitoimityökalu			58		5,22	1	0
	Täytteiden poisto	51			Imuauto		2	-	50	-	266	53
	Esiin tulleiden vaurioiden korjaus	51			Akkukäyttö			7		0,63	0	
	Uusien täytteiden asennus	51			Puhallusauto		2	-	50	-	266	
	Lautojen asennus (10 % uutta)	51			Akkukäyttö			58		5,22	1	
	Hionta käsikoneella	51			Epäkeskokiomakone			15		1,35	0	
	Pintakäsittely	51			Vispilä			1		0,09	0,01	
	<b>Yhteensä, työvaiheet</b>										<b>534</b>	<b>53</b>

Akkutyökalutyövaiheissa on arvioitu työntekijän käyttävän päivässä 2–4 akkua eli 10–20 Ah (ampeirituntia) akkukapasiteettia. Työkalu ei käy koko ajan vaan merkittävä osa työajasta on esimerkiksi töiden valmistelua. Akkukäyttöisten työkalujen ilmastovaikutus voidaan selvittää työkalun akun tietojen ja verkkovirran laskennallisen päästön pohjalta.

$$\text{teho } P = U \times I$$

$$\text{energia } E = P \times t = U \times I \times t$$

Akun jännite olkoon 18 V ja kapasiteetti 5 Ah.

Yhden akun energia on siis 18 V x 5 Ah = 90 Wh = 0,09 kWh.

Oletetaan laturin hyötysteen olevan yksi, jolloin lataamiseen käytetty energia on yhtä kuin akun energia.

Sähkön ostenergiayksikön ilmastovaikutus on 0,153 kgCO<sub>2e</sub>/kWh

Yhden akun energia tuottaa 0,153 kgCO<sub>2e</sub>/kWh x 0,09 kWh = 0,014 kgCO<sub>2e</sub>.

Verkkovirralla käyville työkaluille päästöt voidaan laskea työkalun tehoon [W] ja käyttöaikaan perustuen. Teholtaan 1600 watin (1,6 kW) piikkausvasaran käyttäminen yhden tunnin ajan kuluttaa energiaa 1,6 kW x 1 h = 1,6 kWh. Päästö on 0,153 kgCO<sub>2e</sub>/kWh x 1,6 kWh = 0,245 kgCO<sub>2e</sub>.

## Liite 6

### Julksivukunnostuksen julkisivukohtainen inventointi

- Rappauksen uusinta laajalti								
	100 %					A1 - A3		
Materiaalit	rapattava pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	paksuus [m]	tilavuus [m <sup>3</sup> ]	Materiaali	tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	Päästö per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Kädenjälki per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Mater.määrä [kg]
Julksivu Snell.	700	0,025	17,50	Rappauslaasti	1 840	0,290		32 194
Julksivu Rauhank.	859	0,025	21,47	Rappauslaasti	1 840	0,290		39 497
Julksivu Ritarik.	812	0,025	20,30	Rappauslaasti	1 840	0,290		37 352
Julksivu Kirkkok.	859	0,025	21,47	Rappauslaasti	1 840	0,290		39 497
Julksivut, materiaalit yhteensä	3 229							148 539

- Rappauksen paikkakorjaukset								
	5 %					A1 - A3		
Materiaalit	rapattava pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	paksuus [m]	tilavuus [m <sup>3</sup> ]	Materiaali	tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	Päästö per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Kädenjälki per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Mater.määrä [kg]
Julksivu Snell.	35	0,025	0,87	Rappauslaasti	1 840	0,290		1 610
Julksivu Rauhank.	43	0,025	1,07	Rappauslaasti	1 840	0,290		1 975
Julksivu Ritarik.	41	0,025	1,01	Rappauslaasti	1 840	0,290		1 868
Julksivu Kirkkok.	43	0,025	1,07	Rappauslaasti	1 840	0,290		1 975
Julksivut, materiaalit yhteensä	161							7 427

### Julksivukunnostuksen tapauskohtainen materiaali-inventointi

J1A Rappauksen uusinta laajalti, laasti A								
	pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	paksuus [m]	määrä/yks [l/m <sup>2</sup> ]	Materiaali	tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	A1 - A3		Mater.määrä [kg]
Materiaalit						Päästö per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Kädenjälki per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	
Rappaus	3 229	0,025	25	Rappauslaasti	1 840	0,290		148 539
Pintakäsittely	3 229	-	1	Kalkkimaali	1 220	3,000		1 970
Suojaus (telineet ja telttä)								
Yhteensä								150 508

J2A Rappauksen paikkakorjaukset, laasti A								
	pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	paksuus [m]	määrä/yks [l/m <sup>2</sup> ]	Materiaali	tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	A1 - A3		Mater.määrä [kg]
Materiaalit						Päästö per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Kädenjälki per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	
Rappaus	161	0,025	25	Rappauslaasti	1 840	0,290		7 427
Pintakäsittely	3 229	-	1	Kalkkimaali	1 220	3,000		1 970
Suojaus (telineet ja telttä)								
Yhteensä								9 397

J2B Rappauksen paikkakorjaukset, laasti B								
	pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	paksuus [m]	määrä/yks [l/m <sup>2</sup> ]	Materiaali	tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	A1 - A3		Mater.määrä [kg]
Materiaalit						Päästö per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Kädenjälki per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	
Rappaus	161	0,025	25	Natural Gypsum-Based	1 840	0,136		7 427
Pintakäsittely	3 229	-	1	Kalkkimaali	1 220	3,000		1 970
Suojaus (telineet ja telttä)								
Yhteensä								9 397

J2C Rappauksen paikkakorjaukset, laasti C								
	pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	paksuus [m]	määrä/yks [l/m <sup>2</sup> ]	Materiaali	tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	A1 - A3		Mater.määrä [kg]
Materiaalit						Päästö per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	Kädenjälki per kg [kg CO <sub>2</sub> e/kg]	
Rappaus	161	0,025	25	FGD Gypsum-Based Plaster	1 840	0,073		7 427
Pintakäsittely	3 229	-	1	Kalkkimaali	1 220	3,000		1 970
Suojaus (telineet ja telttä)								
Yhteensä								9 397

Kalkkilaastin ja kalkkimaalin päästötietojen löytäminen on työlästä. Valmistajat eivät ole antaneet esille EPD-dokumentteja. Mielekkään vertailun toteuttamiseksi on valittu kolme laastia, joiden soveltuvuutta restaurointikohteeseen ei kuitenkaan voida varmistaa. Kipsilaasti sopii vain kuiviin olosuhteisiin, mutta sen kaksi erilaista valmistustapaa luovat mielenkiintoisen ympäristönäkökulmavertailun. Baran et al. (2021) esittävät kipsipohjaisen laastin olevan sementtilaastia vähäpäästöisempää. He ovat myös tutkineet kipsiraaka-aineen erilaisten valmistusprosessien vaikutuksia. Louhittuun kipsiin verrattuna hiilivoimaloiden savukaasupuhdistuksen sivutuotteena jalostetulla kipsillä on laskennallisesti alhaisemmat päästöt, mutta sen valmistusmäärät alenevat hiilivoiman vähenemisen myötä. Diplomityössä tarkastelussa on kolme laastia:

Laasti	Ilmastovaikutus [kgCO <sub>2</sub> e]
Rappauslaasti (A1-A3)	0,290 (SYKE 2022)
Kipsilaasti (savukaasuprosessi) (A1-A3)	0,067-0,073 (Baran et al. 2021, 8)
Kipsilaasti (neitseellinen) (A1-A3)	0,136 (Baran et al. 2021, 8)

## Liite 7

Julkisivukunnostuksen materiaaleihin liittyvät tulokset

J1A Rappauksen uusinta laajalti, laasti A			
	A1 - A3	A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
Rappaus	43 076	14854	0
Pintakäsittely	5 909	197	0
Suojaus (telineet ja telttä)	3 454	2873	-1 053
<b>Yhteensä</b>	<b>52 440</b>	<b>17 924</b>	<b>-1 053</b>

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä		C2 (s)	C3 (s)	C3 (s)
[ kg ]	Purku-materiaali	Purkumat.Kulj. [ kg CO2e ]	Purkumat.käs. [ kg CO2e/kg ]	Purkumat.käs. [ kg CO2e ]
148 539	Laastimurske	1485	0,006	891
1 970	Laastimurske	20	0,006	12
<b>150 508</b>		<b>1 505</b>		<b>903</b>

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä		C2	C3	C3
[ kg ]	Purku-materiaali	Purkumat.kulj. [ kg CO2e ]	Purkumat.Käs. [kg CO2e/kg]	Purkumat.käs [ kg CO2e ]
148 539	Laastimurske	1485	0,006	891
1 970	Laastimurske	20	0,006	12
<b>150 508</b>		<b>1 505</b>		<b>903</b>

J2A Rappauksen paikkakorjaukset, laasti A			
	A1 - A3	A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
Rappaus	2 154	743	0
Pintakäsittely	5 909	197	0
Suojaus (telineet ja telttä)	3 454	2873	-1 053
<b>Yhteensä</b>	<b>11 517</b>	<b>3 812</b>	<b>-1 053</b>

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä		C2 (s)	C3 (s)	C3 (s)
[ kg ]	Purku-materiaali	Purkumat.Kulj. [ kg CO2e ]	Purkumat.käs. [ kg CO2e/kg ]	Purkumat.käs. [ kg CO2e ]
7 427	Laastimurske	74	0,006	45
1 970	Laastimurske	20	0,006	12
<b>9 397</b>		<b>94</b>		<b>56</b>

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä		C2	C3	C3
[ kg ]	Purku-materiaali	Purkumat.kulj. [ kg CO2e ]	Purkumat.Käs. [kg CO2e/kg]	Purkumat.käs [ kg CO2e ]
7 427	Laastimurske	74	0,006	45
1 970	Laastimurske	20	0,006	12
<b>9 397</b>		<b>94</b>		<b>56</b>

J2B Rappauksen paikkakorjaukset, laasti B			
	A1 - A3	A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
Rappaus	1 010	743	0
Pintakäsittely	5 909	197	0
Suojaus (telineet ja telttä)	3 454	2873	-1 053
<b>Yhteensä</b>	<b>10 373</b>	<b>3 812</b>	<b>-1 053</b>

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä		C2 (s)	C3 (s)	C3 (s)
[ kg ]	Purku-materiaali	Purkumat.Kulj. [ kg CO2e ]	Purkumat.käs. [ kg CO2e/kg ]	Purkumat.käs. [ kg CO2e ]
7 427	Laastimurske	74	0,006	45
1 970	Laastimurske	20	0,006	12
<b>9 397</b>		<b>94</b>	<b>0,012</b>	<b>56</b>

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä		C2	C3	C3
[ kg ]	Purku-materiaali	Purkumat.kulj. [ kg CO2e ]	Purkumat.Käs. [kg CO2e/kg]	Purkumat.käs [ kg CO2e ]
7 427	Laastimurske	74	0,006	45
1 970	Laastimurske	20	0,006	12
<b>9 397</b>		<b>94</b>	<b>0</b>	<b>56</b>

J2C Rappauksen paikkakorjaukset, laasti C			
	A1 - A3	A4	D
	Tuotevaihe	Kuljetuspäästö	Kädenjälki
Materiaalit	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]	[ kg CO2e ]
Rappaus	544	743	0
Pintakäsittely	5 909	197	0
Suojaus (telineet ja telttä)	3 454	2873	-1 053
<b>Yhteensä</b>	<b>9 907</b>	<b>3 812</b>	<b>-1 053</b>

Saneerauspurku nyt (huom. purkutyö C1 (s) eri taulukossa)				
Purkumater. määrä		C2 (s)	C3 (s)	C3 (s)
[ kg ]	Purku-materiaali	Purkumat.Kulj. [ kg CO2e ]	Purkumat.käs. [ kg CO2e/kg ]	Purkumat.käs. [ kg CO2e ]
7 427	Laastimurske	74	0,006	45
1 970	Laastimurske	20	0,006	12
<b>9 397</b>		<b>94</b>	<b>0,012</b>	<b>56</b>

Nyt rakennettavan purkaminen				
Purkumater. määrä		C2	C3	C3
[ kg ]	Purku-materiaali	Purkumat.kulj. [ kg CO2e ]	Purkumat.Käs. [kg CO2e/kg]	Purkumat.käs [ kg CO2e ]
7 427	Laastimurske	74	0,006	45
1 970	Laastimurske	20	0,006	12
<b>9 397</b>		<b>94</b>	<b>0</b>	<b>56</b>



## Liite 8

### Rakennustelineet

Rakennustelineiden teräskomponentteja käytetään noin 11 500 kg tuhatta julkisivuneliötä kohden. Kuormakohtaista auton käyttöä ajoineen ja käsittelyineen pääkaupunkiseudulla voidaan arvioida olevan kuusi tuntia. Jokaisen vaiheen kestoksi arvioidaan tunti. Kahdenkymmenen telinekuorman siirtämisessä raskasajoneuvo on käynnissä 24 x 6 h = 144 h

Rakennustelineiden Kuljetus	
Julkisivujen rapattu pinta-ala	3 229 m <sup>2</sup> (riippumatta korjausmäärästä)
Julkisivun pinta-ala	6 000 neljä julkisivua ja päälitelttarakenne
Kuormia / 1000 m <sup>2</sup>	4
Kuormia yhteensä	24
Käyttötunteja per kuorma	6 tuonti + vienti
Käyttötunteja yhteensä	144
Polttoainekulutus l/h	22,5
Polttoainekulutus yhteensä l	3240
CO <sub>2</sub> -päästöt litraa kohti	2,66
Telinekuljetusten ympäristövaikutus [ kgCO <sub>2e</sub> ]	8 618
Osuus rappaustyölle	33 %
Telinekuljetusten ympäristövaikutus [ kgCO <sub>2e</sub> ]	2 873

Telinemateriaali: Teräs	
Telinepinta-ala (sis sääsuojakattopeite)	6 000
Galvanoitu teräsputki (kg)	72 934
Määrä yht	72 934 kg
Teräs, päästöt	3,00 kgCO <sub>2e</sub> /kg
Määrä yht	218 801 kgCO <sub>2e</sub>
Teräs, kädenjälki	-1,3 kgCO <sub>2e</sub> /kg
Kädenjälki yht	-94 814
telineen laskennallinen elinikä	30 v
Työmaan kesto	1 v
Hiilijalanjäljen jyvitys säätytalon työmaalle	7 293
Hiilikädenjäljen Jyvitys säätytalon työmaalle	-3 160
Osuus rappaustyölle	33 %
Hiilijalanjäljen jyvitys säätytalon rappaustyömaalle	2 431
Hiilikädenjäljen Jyvitys säätytalon rappaustyömaalle	-1 053

Peite: Telinepeite Monarflex Light Clear 4,0 x 36m	
Julkisivun pinta-ala	6 000 neljä julkisivua ja päälitelttarakenne
Tiheys	0,165 kg/m <sup>2</sup>
Kokonaispaino	990 kg
GWP	3,100 kg CO <sub>2e</sub> /kg
Kokonais GWP	3 069 kg CO <sub>2e</sub>
Kädenjälki	0
Osuus rappaustyölle	33 %
Päästö Jyvitys säätytalon rappaustyömaalle	1 023
Kädenjälk Jyvitys säätytalon rappaustyömaalle	0

Telinekomponentit julkisivupinta-alalle 1000 m <sup>2</sup> komponentin lkm.	
kier	66
pust	132
Taso (teräs tai puu vaihtoehto)	256
taka	290
kaks	6
vinoj	28
puu	31
pääty	2
puu	128
puu	8
1000 m <sup>2</sup> telineen massa	12 156 kg materiaalia / 1000 m <sup>2</sup>
Terästä (osuus massasta)	95 % 11 548 kg
Puuta (osuus massasta)	5 % 608 kg

Komponenttilistauksen lähde: alfix-systems.com

## Liite 9

Julkisivukunnostuksen työmaatoimintojen inventointitaulukko ja työmaatoimintojen tulokset.

Rappauksen uusinta laajalti									
J1A	työvaihe	Työstettävä ala [m <sup>2</sup> ]	Koneteho [W] kone	Koneaika [h/m <sup>2</sup> ]	Koneaika [h]	Kone-energia [kWh]	A4 työmaatoiminto [kgCO <sub>2e</sub> ]	C1 purkutyö [kgCO <sub>2e</sub> ]	
	suojaus								
	irtonaisen piikkaus	3 229	500 piikkausvasara	0,5	1615	807,28	124	25	
	reunojen siistintä	3 229	1 400 kulmahiomakone	0,05	161	226	35		
	painepesu	3 229	3 000 painepesuri	0,01	32	96,87	15		
	laastin sekoitus	3 229	1 300 Sekoituskone	0,08	258	336	51		
	rappaus käsin	-	-				0		
	rapatun pinnan pesu (höyry)	3 229	3 000 painepesuri	0,01	32	96,87	15		
	kalkkimaalin sekoitus	3 229	1 300 Sekoituskone	0,0042	13	17,49	3		
	kalkkaus kalkkiharjalla	3 229	-		0	0,00	0		
	viimeistely ja kuviointi	3 229	-		0	0,00	0,00		
	<b>Yhteensä, työvaiheet</b>						<b>242</b>	<b>25</b>	
Rappauksen paikkakorjaukset									
J2A		Työstettävä ala [m <sup>2</sup> ]	Koneteho [W]	Koneaika [h/m <sup>2</sup> ]	Koneaika [h]	Kone-energia [kWh]	A4 työmaatoiminto [kgCO <sub>2e</sub> ]	C1 purkutyö [kgCO <sub>2e</sub> ]	
J2B	työvaihe								
J2C	suojaus								
	irtonaisen piikkaus	161	500 piikkausvasara	0,5	81	40,36	6	1	
	reunojen siistintä	161	1 400 kulmahiomakone	0,25	40	57	9		
	painepesu	161	3 000 painepesuri	0,01	2	4,84	1		
	laastin sekoitus	161	1 300 Sekoituskone	0,08	13	17	3		
	rappaus käsin	-	-				0		
	rapatun pinnan pesu (höyry)	3 229	3 000 painepesuri	0,01	32	96,87	15		
	kalkkimaalin sekoitus	3 229	1 300 Sekoituskone	0,0042	13	17,49	3		
	kalkkaus kalkkiharjalla	3 229	-		0	0,00	0		
	viimeistely ja kuviointi	3 229	-		0	0,00	0,00		
	<b>Yhteensä, työvaiheet</b>						<b>36</b>	<b>1</b>	

Lämmitys kylmänä vuodenaikana: Jos työtä joudutaan tekemään kylmään vuodenaikaan, tarvitaan lämmittimiä, joilla paikallisesti pidetään lämpö selvästi plussan puolella. Yhdessä työvuorossa toimivaa työmaata lämmitetään nestekaasusäteilijöillä, jotka asetetaan lämmittämään paikallisesti korjattavaa kohtaa. Lämmittimet pidetään päällä vuoron päätyttyäkin lämmittämässä valmistunutta korjauskohtaa tai valmistamassa seuraavaa.

Julkisivutyön lämmitys kaasusäteilijällä				
Selite	min	max	ka	yksikkö
Kaasusäteilijän teho	10	25	20	kW
lukumäärä	3	4	3	kpl per työntekijä
työaika vuorossa			8	h/vuoro
työmaan lämmityksen kesto			90	päivää
Vuoroja lämmitetty päivässä			3	vuoroa/d
Käyttöaika			2160	h
Kulutus per tunti			60	kW
Kokonaiskulutus			129 600	kWh
Energia			12,8	kWh/kg
Kokonaiskulutus			10 125	kg
Nestekaasun päästökerroin muunnos			64,9	t CO <sub>2e</sub> /TJ
Päästö per kaasukilo			0,0180	kg CO <sub>2e</sub> /kWh
			0,231	kg CO <sub>2e</sub> / kg
<b>Päästö</b>			<b>2 336</b>	<b>kgCO<sub>2e</sub> / koko aika</b>

## Liite 10

Mediatilan materiaali-inventointitietoja.

### Mediatilakokonaisuus

#### Uusi esteetön sisäänkäynti

Toimenpide, jolle materiaalit	tilavuus [ m <sup>3</sup> ]	Materiaali	tiheys [ kg/m <sup>3</sup> ]	A1 - A3 Päästö per kg [ kg CO <sub>2</sub> e/kg ]	Kädenjälki per kg [ kg CO <sub>2</sub> e/kg ]	Mater.määrä [ kg ]
suojaus	laskettu toisaalla					
Ikkuna-aukon laajennus lattiantasoon	-	ei materiaaleja				
Uusi ulko-ovi	-	Ovi		0,78	-1,5	106
Ulkoporrastasanteen valu ja maanrakennus	2,7	Sora	1 500	0,005	0	4050
Ulkoporrastasanteen valu ja maanrakennus	1,8	Eriste: EPS	16	3,5	0	29
Ulkoporrastasanteen valu ja maanrakennus	-	Raudoitus	7 850	0,67	0	18
Ulkoporrastasanteen valu ja maanrakennus	0,6	Betoni	2 353	0,12	0	1412
Muut ulkoseinän liittyvät muutokset	-	Rappauslaasti	1 840	0,29	0	100
Välisumma						5715

#### Eteistila o krs.

Toimenpide, jolle materiaalit	tilavuus [ m <sup>3</sup> ]	Materiaali	tiheys [ kg/m <sup>3</sup> ]	A1 - A3 Päästö per kg [ kg CO <sub>2</sub> e/kg ]	Kädenjälki per kg [ kg CO <sub>2</sub> e/kg ]	Mater.määrä [ kg ]
suojaus	laskettu toisaalla					
Kevyiden väliseinien purku	1,5	ei materiaaleja				
Uudet väliseinät	2,2152	Tiili	1 500	0,22	0	3 323
Uudet väliseinät	0,5538	Muurauslaasti	1 307	0,14	0	724
Uudet ovet (2 kpl) väliseinään	-	Ovi x2		0,78	-1,5	159
Uusi ovi porrashuoneeseen	-	Ovi		0,78	-1,5	80
Puulattian purku (AP6) 66 m <sup>2</sup>	-	ei materiaaleja				
Mosaiikkibetonilattia 66 m <sup>2</sup>	-	Raudoitus	7 850	0,67	0	150
Mosaiikkibetonilattia 66 m <sup>2</sup>	6,6	Täyttövalu	2 353	0,12	0	15 530
Mosaiikkibetonilattia 66 m <sup>2</sup>	1,32	Betoni + muu	1 927	0,0625	0	2 543
Uudet pinnat seinissä (eteis+porras)	4,044	Rappauslaasti	1 840	0,29	0	7 441
Uudet pinnat seinissä (eteis+porras)		Maali	1360	2,6		34
Välisumma						29 983

#### Sisäportaikko ja hissi

Toimenpide, jolle materiaalit	tilavuus [ m <sup>3</sup> ]	Materiaali	tiheys [ kg/m <sup>3</sup> ]	A1 - A3 Päästö per kg [ kg CO <sub>2</sub> e/kg ]	Kädenjälki per kg [ kg CO <sub>2</sub> e/kg ]	Mater.määrä [ kg ]
suojaus	laskettu toisaalla					
Välipohjan (1. krs.) aukotus	-	ei materiaaleja				
Porras, 0-1. krs	-	Raudoitus	7 850	0,67	0	60
Porras, 0-1. krs	-	Betoni		0,12	0	3 000
Hissi ("nostin") 0-1. krs	-	-	-	3,6	-0,59	1 436
Välisumma						4 496

#### Mediatila 103

Toimenpide, jolle materiaalit	tilavuus [ m <sup>3</sup> ]	Materiaali	tiheys [ kg/m <sup>3</sup> ]	A1 - A3 Päästö per kg [ kg CO <sub>2</sub> e/kg ]	Kädenjälki per kg [ kg CO <sub>2</sub> e/kg ]	Mater.määrä [ kg ]
suojaus	laskettu toisaalla					
Uudet äänieristetyt ovet (2 kpl)		Pariovet		0,78	-1,5	212
Uudet äänieristetyt väliseinät ovien luo	1,872	Tiili	1 500	0,22	0	2 808
Uudet äänieristetyt väliseinät ovien luo	0,468	Muurauslaasti	1 307	0,14	0	612
Uudet äänieristetyt väliseinät ovien luo	0,72	Rappauslaasti	1 840	0,29	0	1 325
Uudet äänieristetyt väliseinät ovien luo		Maali	1360	2,6	0	6
Vanhan oven ummistus (portaan kohdalla)	0,52	Tiili	1 500	0,22	0	780
Vanhan oven ummistus (portaan kohdalla)	0,13	Muurauslaasti	1 307	0,14	0	170
Vanhan oven ummistus (portaan kohdalla)	0,2	Rappauslaasti	1 840	0,29	0	368
Vanhan oven ummistus (portaan kohdalla)		Maali	1360	2,6	0	2
Välisumma						6 282



## Liite 12

Mediatilan työmaatoimintojen laskelmat ja tulokset

Mediatilan rakentaminen												
	Työstettävä ala [m <sup>2</sup> ]	lukarvo	yksikkö	selite	kone	Vaikeus- kerroin	Koneaika [h]	tarvittava akkumäärä	Kulutus [l / h]	Kone-energia [kWh]	A4 työmaatoiminto [ kgCO <sub>2e</sub> ]	C1 purkutyö [ kgCO <sub>2e</sub> ]
Uusi esteetön sisäänkäynti												
suojaus										laskettu toisaalla		
Ikkuna-aukon laajennus lattiantasoon		6500	W		Timanttileikkaus 6500 W		9	-	-	59	8,95	
Uusi ulko-ovi					Akkukoneet		4	1	-	0,09	0,01	0,01
Ulkoporrastasanteen valu ja maanrakennus					Kaivinkone (10 t)		20	-	10	-	532	106
Muut ulkoseinän liittyvät muutokset					Akkukoneet		10	4	-	0,36	0,06	
Välisumma											541,0	106
Eteistila o krs.												
suojaus										laskettu toisaalla		
Keyyiden väliseinien purku	15	0,45	tth/m <sup>2</sup>		Akkukoneet		3,375	2	-	0,18	0,03	
Uudet väliseinät		1300	W		Sekoituskone		3,3	-	-	4	0,66	0,98
Uudet ovet (2 kpl) väliseinään					Akkukoneet		4	2	-	0,18	0,03	0,03
Uusi ovi porrashuoneeseen					Akkukoneet		2	1	-	0,09	0,01	0,01
Puulattian purku (AP6) 66 m <sup>2</sup>	56	0,25	tth/m <sup>2</sup>		Akkukoneet		14	5	-	0,45	0,07	
Mosaiikkibetonilattia 66 m <sup>2</sup>					Akkukoneet		20	10	-	0,90	0,14	
Mosaiikkibetonilattia 66 m <sup>2</sup>					Pumppuauto		8	-	50	-	1064	15
Mosaiikkibetonilattia 66 m <sup>2</sup>		1300	W		Sekoituskone		7,9	-	-	10	1,58	
Mosaiikkibetonilattia 66 m <sup>2</sup>		5000	W		Lattiahiomakone		10	-	-	50	7,65	
Uudet pinnat seinissä (eteis+porras)		1300	W		Sekoituskone		24,3	-	-	32	4,83	
Uudet pinnat seinissä (eteis+porras)		1300	W		Sekoituskone		0,0	-	-	0	0,00	
Välisumma											1079,0	16
Sisäportaikko ja hissi												
suojaus										laskettu toisaalla		
Välipohjan (1. krs.) aukotus		1600	W		Piikkaus 1600 W	-	15	-	-	24	3,67	
Porras, o-1. krs					Akkukoneet	-	-	10	-	0,90	0,14	
Porras, o-1. krs					Akkukoneet	-	-	4	-	0,36	0,06	
Porras, o-1. krs					Pumppuauto		1	-	50	-	133,00	15
Porras, o-1. krs		5000	W		Lattiahiomakone		5	-	-	25	3,83	
Hissi ("nostin") o-1. krs					Teleskooppinosturiau	-	2	-	25	-	133,00	133
Välisumma											273,7	148
Mediatila 103												
suojaus										laskettu toisaalla		
Uudet äänieristetyt ovet (2 kpl)					Akkukoneet, (nostin?)		4	1	-	0,09	0,01	0,01
Uudet äänieristetyt väliseinät ovien luo		1300	W		Sekoituskone (muurauslaasti)		2,8	-	-	4	0,56	1,06
Uudet äänieristetyt väliseinät ovien luo		1300	W		Sekoituskone (rappaus)		4,3	-	-	6	0,86	-
Vanhan oven ummistus (portaan kohdalla)		1300	W		Sekoituskone (muurauslaasti)		0,8	-	-	1	0,16	-
Vanhan oven ummistus (portaan kohdalla)		1300	W		Sekoituskone (rappaus)		1,2	-	-	2	0,24	-
Välisumma											1,8	1,07
Mediatilan rakentaminen												
Summa											1 896	272

## Liite 13

Työmaa-aikaisen suojaamisen laskelmia

Lattian suojaus	100 m <sup>2</sup> lattiaa							
	kerrospaksuus (mm)	kerroin	ala [m <sup>2</sup> ]	tilavuus [m <sup>3</sup> ]	tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	kg	hjj/kg	hjj
Lastulevy 12 mm	12	1	100	1,2	700	840	0,47	395
Suojamuovi	0,2	1,05	105	0,021	925	19,425	3,10	60
Aaltopahvi	3	1,05	105	0,315	-	-	-	-
Kiinnikkeet	-	-	-	-	-	-	-	-
						859		455
<b>TAI</b>								
Lastulevy 12 mm	12	1	100	1,2	700	840	0,47	395
Pakkasmatto (polyeteeni 200 g/m <sup>2</sup> )	10	1	100	1	20	20	3,5	23,5
Kiinnikkeet	-	-	-	-	-	-	-	-
						860		418

Lattian suojaamisen vaikutuksen suuruusluokka (A1 - A3) per 100 m<sup>2</sup> lattiaa

500 kgCO<sub>2</sub>e

Seinien suojaus	2,5 m korkeuteen -		100 m <sup>2</sup> seinää					
	kerrospaksuus (mm)	kerroin	ala [m <sup>2</sup> ]	tilavuus [m <sup>3</sup> ]	tiheys [kg/m <sup>3</sup> ]	kg	hjj/kg	hjj
Lastulevy 3,2 mm	3,2	1	100	0,32	700	224	0,47	105
Runko 2x2"	-	1	100	0,62	474	292,3	0,09	26
Vaahtomuovi	25	1	100	0,81	20	16,2	3,50	20
						532		151

Seinän suojaamisen vaikutuksen suuruusluokka (A1 - A3) per 100 m<sup>2</sup> seinää

150 kgCO<sub>2</sub>e

Aukot, pilarit, tulisijat, ulokkeet jne.

Monimutkaiset tilat voivat kaksinkertaistaa seinien suojaamiselle lasketut päästöt

Seinänsuojayksikkö

leveys mm	1 200
korkeus mm	2 500
pinta-ala m <sup>2</sup>	3,00
runkopituus	7 400
runkoa per suojattu neliö, jmm	2 467
runkoa per suojattu neliö, m <sup>3</sup>	0,0062
vaahtomuovilevyä per yksikkö, m <sup>2</sup>	0,97
Vaahtomuovia per yksikkö, m <sup>3</sup>	0,024
Vaahtomuovia per suojattu neliö	0,008