

Tiina Andersson

Koulurakennuksen ympäristövaikutukset

Elinkaarianalyysi

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (ylempi AMK) -tutkinto
Rakentaminen, talotekniikka
Opinnäytetyö
30.05.2011

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Tiina Andersson Koulurakennuksen ympäristövaikutukset - elinkaarianalyysi 57 sivua + 5 liitettä 30.5.2011
Tutkinto	insinööri (ylempi AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaaja(t)	erikoistutkija Sirje Vares yliopettaja Jukka Yrjölä
<p>Opinnäytetyö on koulurakennuksen ympäristövaikutukset – elinkaarianalyysi, kohteesta Martinlaakson yhtenäiskoulu. Työssä on määritetty opetusrakennuksen ympäristökuorma 70-luvun rakennusmateriaaleista aiheutuvine päästöineen, saneerauksen ja laajennuksen aiheuttamaan kuormaan. Rakenteiden päästöarvot on määritetty vanhojen ja uusien rakenne- ja arkkitehtisuunnitelmien perusteella. Saadut määrät on siirretty BeCost ympäristölaskentaohjelmaan, josta on saatu rakenteiden ympäristöprofiilitiedot. Näiden perusteella on laskettu rakennuksen aiheuttamat ympäristökuormat sekä muunneltu tulokset kasvihuone- (IPCC), happamoiviin (Ekoindikaattori -95) ja valokemiallisiin (DAIA) päästöihin.</p> <p>Rakennuksen ikä on nyt 40 vuotta, tulevaisuuden käyttöäksi on arvioitu 100 vuotta. Rakennuksen eri vaiheiden ympäristöpäästöjä on verrattu lämmitysenergian kulutuksen päästöihin, jotta on saatu tuntumaa vaikutusten suuruusluokkaan. Saneerauksen aiheuttamia päästöjä on verrattu seuraavan 100 vuoden ennustettuun lämmitysenergian kulutukseen. Näistä on määritetty mm. milloin säästynyt lämmitysenergiapäästö kattaa saneerauksen päästöt.</p> <p>Työssä ilmeni massiivisten rakenteiden suuri vaikutus päästöjen määrään, energiatehokkaan rakentamisen, energiaa säästävän rakennesuunnittelun ja ympäristölähtöisen suunnittelun merkitys. Lisäksi ilmeni tarve saada valmistajilta yksityiskohtaisempaa tietoa tuotteiden ympäristöprofiileista. Korjausrakentamisen aliedustus ympäristövaikutusten tutkimisessa ilmeni myös työn edetessä.</p>	
Avainsanat	ympäristövaikutus, elinkaarianalyysi, kasvihuoneilmiö, happamoituminen, energiatehokkuus, saneeraus

Author(s) Title Number of Pages Date	Tiina Andersson Environmental impact of the education building - life cycle analysis 57 pages + 5 appendices 30 May 2010
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructor(s)	Sirje Vares, Senior Researcher Scientist Jukka Yrjölä, Principal Lecturer
<p>The case studied in the final year project was a school building from the 1970's. The study evaluated the environmental load caused by emissions from the building materials, renovations, and enlargement of the building. Emissions from the structures were calculated on the basis of all structural and architectural plans. The data was then fed into BeCost accounting software to derive the environmental profile for the structures. Responses were used to estimate greenhouse gas, acidifying, and photochemical emissions.</p> <p>The environmental emissions at various stages of the lifetime of the 40-year-old building were compared to the emissions caused by its heating energy consumption to have an idea of the magnitude of the effects. The emissions caused by a renovation were compared to the predicted consumption of heating energy during the estimated lifetime, 100 years. The comparison showed e.g. when the decrease in heating energy emissions covers the emissions caused by the renovations.</p> <p>The final year project revealed the major impact that massive structures, environmental planning, energy-efficient construction and design have on the amount of emissions. Reconstruction is under-represented in studies looking into environmental impacts. In addition, a need for manufacturers to give more detailed information about the environmental profile of their products was noticed.</p>	
Keywords	environmental impact, life cycle analysis, greenhouse effect, acidification, energy efficiency, renovation

Alkusanat

Lopputyö on osa Metropolia ammattikorkeakoulun Talotekniikan insinööri (ylempi AMK) -tutkintoa, KCYM07S1. Työn tilaaja on Vantaan kaupungin tilakeskuksen hankepalvelut, kohde Martinlaakson yhtenäiskoulu, aihe koulurakennuksen ympäristövaikutukset – elinkaarianalyysi. Tilaajan edustajana toimii hankepalvelujohtaja DI Pekka Wallenius. Opinnäytetyön asiantuntijavalvojana toimii VTT erikoistutkija DI Sirje Vares ja Metropolia ammattikorkeakoulun opinnäytetyön valvojana TkT Jukka Yrjölä.

Haluan kiittää työni valmistumisesta erityisesti perhettäni, jotka ovat kiittävästi kestäneen opinnäytetyöntekijää työn eri valmistumisen vaiheissa. Ymmärrykseni opinnäytetyöni aiheen sisäistämiseksi on Sirje Varesen ansiota. Myös häntä kiitän pitkämielisyydestä valmistumisprosessissa. Käytännön asioissa koululla korvaamattomana apuna ovat toimineet Jukka Yrjölä, Tuulaliina Asumalahti ja Aija Saarinen. Myös Agricolankadun toimipisteen kirjaston informaatikko Tarja Tiilikainen on ollut suureksi avuksi. Kiitokseni heille. Suuri kiitos myös lehtori Erkki-Olavi Sainiolle! Hän sai muutamalla huomiolla ja ystävällisellä avullaan muutaman solmun työnedistymisessä aukeamaan uskomattoman helposti. Vantaan kaupungilta kiitän Pekka Walleniusta mielenkiintoisesta aiheesta arkkitehti ja Harri Johanssonia avusta materiaalin saamisesta ja ymmärtämisestä.

Suuri kiitos! koko Metropolia ammattikorkeakoulun henkilökunnalle hyvän koulutuksen ja opetusjärjestelyjen toteuttamisesta.

1 Johdanto

Suomessa oli vuoden 2009 lopussa 1 434 000 rakennusta, joista 0,6 % oli opetustar-koitukseen käytettyjä. Edellisvuodesta kasvua oli 13 000 rakennusta, kasvu alle prosen-tin. [1] Rakennuskannasta suurin osa on jo olemassa olevaa rakennuskantaa ja siksi on tärkeää, että saneerauskohteiden ympäristönäkökuuluihin tuodaan entistä enemmän huomiota. Uudisrakentamisessa rakentamista ohjeistavat säädökset ja määräykset, jotka eivät usein ulotu olemassa olevaan rakennuskantaan. Etenkin julkissektorin ra-kennuksissa käyttöikäennuste on pitkä ja tarvitaan kunnossapitoa ja suuria peruspa-rannuksia, joissa rakennusmateriaalien kulutus on huomattava. On toivottavaa, että myös saneeraustoimintaa varten asetetaan ohjeistusta ja mielellään "porkkanoita" en-nemmin kuin "keppiä", jotta päästään vähemmän ympäristöä ja energiaa kuluttaviin rakennuksiin ja rakennustapoihin.

Opinnäytetyön lähtökohtana on halu ymmärtää, mitä tarkoittaa ilmaston muutos, mitkä asiat vaikuttavat ympäristön kuormitukseen, mistä muodostuvat päästöt ilmaan ja mi-ten rakentaminen vaikuttaa tähän kaikkeen. Mitä materiaaleja ja kuinka paljon koulu-rakennus sisältää? Mitä materiaaleja kuluu rakentamisessa, korjauksessa, saneerauk-sessa? Kuinka paljon yksittäisillä materiaali- tai rakennustapavalinnoilla voidaan vaikut-taa rakentamisen päästömääriin? Vain tämän tiedon kautta syntyy ymmärrys, miten ympäristökuormaa voidaan vähentää.

Ympäristölaskennassa elinkaaren*kustannus* ei ole markkinahinta, eurot, vaan paljonko rakennus aiheuttaa ympäristökuormitusta elinkaarensa aikana. On toivottavaa, että ympäristökuormituksen merkitys valintoja tehtäessä tulee tulevaisuudessa lisäänty-mään. Suomen ilmasto-olosuhteet huomioon ottaen ei ole aina helppoa päätyä hyviin ratkaisuihin investoinneissa "ympäristö- ja ilmastokustannusten" suhteen. Kuitenkin juuri ilmastonmuutoksen vuoksi niihin on välttämätöntä kiinnittää erityistä huomiota.

Opinnäytetyössä tehdään perinteinen massalaskenta koulurakennuksen materiaali-mää-ristä. Saatujen massojen ja materiaalien ympäristöprofiilien perusteella lasketaan ky-seisen rakennuksen ympäristökuorma niin, että osa materiaaleista on tullut jo tiensä

päähän ja osa jatkaa matkaansa, kuten runko, oletettua 100 vuoden kestoikää kohden. Rakennuksen nykyinen ikä on noin 40 vuotta.

Rakennuksen lämmityskulutustietojen ja tulevan lämmitysenergiaennusteen perusteella lasketaan, mihin suuntaan saneerauksen ja laajennuksen jälkeinen lämmitysenergiakulutus muuttuu. Saatuja tuloksia verrataan materiaalien päästötasoon. Saatuja vertailutuloksia käytetään määrittämään kohtaa, jossa uudistetun rakennuksen säästyvä lämmitysenergia kattaa uudistettuun rakennukseen käytetyn päästömäärän tuoton.

Rakennuksessa on paljon tutkittavia materiaaleja, koska lähes kaikkiin rakennetyyppeihin tehdään muutoksia. Alkuperäiset rakenteet, joihin ei tehty muutoksia, ovat mukana laskennassa. Varsinaista vertailua eri rakennevaihtoehtojen välillä ei tehdä, koska rakennuksen suunnittelussa ei ole tehty materiaalien osalta vaihtoehtoisia suunnitelmia. Tästä syystä vertailua tehdään saneeraus / ei-saneeraus -vaihtoehtojen välillä. Muutoin materiaaleja ja lämmitysenergian käyttöä kartoitetaan ja lasketaan kulutus- ja päästötietojen saamiseksi. Näitä tietoja voitaneen käyttää tulevissa saneerauskohteissa vertailutietoina.

2 Koulurakennuksen elinkaarianalyysi

Opinnäytetyö tehdään Metropolia ammattikorkeakoulun Talotekniikan ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon osana. Opinnäytetyön aihe on tekijän työnantajan, Vantaan kaupungin tilakeskuksen, määrittämä kohde Martinlaakson yhtenäiskoulu. Koulurakennus on vuosina 1972 ja 1975 (2. rakennusvaihe) valmistunut nykyään yläastekäytössä oleva koulu. Koulurakennukseen ollaan aloittamassa saneerausta ja lisäosan rakentamista. [2] Opinnäytetyössä tehdään käytettyjen rakennusmateriaalien ympäristövaikutusten elinkaariarviointi. Laskenta suoritetaan eniten kiinteiden rakenteiden osalta: ala-, väli- ja yläpohjat, ulko- ja väliseinät, vesikatto, ovet ja ikkunat. Laskennassa ei huomioida sisäkattoja, akustointirakenteita, kalusteita eikä pintamateriaaleja tai -käsittelyjä. Myöskään LVISA-järjestelmien materiaalit eivät sisälly laskentaan.

2.1 Opinnäytetyön taustaa

Suomi on liittynyt YK:n ilmastopöytäkirjaan vuonna 1992 ja vuonna 1997 Kioton sopimukseen. Sopimuksilla pyritään ilmastopäästöjen vähentämiseen. Sopijamaat ovat velvollisia raportoimaan YK:n ilmasto- ja Kioton sopimukselle kasvihuonepäästöistään (CO₂, CH₄, N₂O, HFC- ja PFC-yhdisteet, SF₆). Lisäksi YK:n ilmastopöytäkirjalle taulukoidaan muita aiheuttavia päästöjä (CO, NO_x, SO₂, VOC). [3]

Rakennusmateriaalien elinkaaren aikana syntyy päästöjä materiaalin raaka-aineiden hankinnasta lähtien jätteen loppukäsittelyyn saakka. Elinkaariarvioinnilla pyritään selvittämään eri tuotteiden ja toimintojen aiheuttama ympäristökuorma. Käyttötarkoituksen ja arvioidun käyttöiän mukaan oikein valituilla rakennusmateriaaleilla voidaan vaikuttaa huomattavasti rakennusmateriaalien ympäristökuormittavuuteen.

Vantaan kauppalaan ja kaupunkiin (1974) on 1970-luvun muuttovuosina rakennettu runsaasti kiinteistöjä kaupungin tarjoamien palveluiden varmistamiseksi. Vantaan kaupunki omistaa useita projektissa tarkasteltavan kohteen kaltaisia kiinteistöjä, joissa käyttöikä alkaa olla siinä vaiheessa, että on mietittävä mittavia saneeraus- ja perusrannustoimenpiteitä. Toimenpiteitä suunniteltaessa tulisi myös huomioida käytettyjen materiaalien ja toimintojen ympäristövaikutukset. Valinnoilla voidaan vaikuttaa raken-

nuksen ympäristökuormittavuuteen, pidentää rakenneosien käyttöikää, vähentää materiaalikuormittavuutta tai synnyttää energiasäästöä.

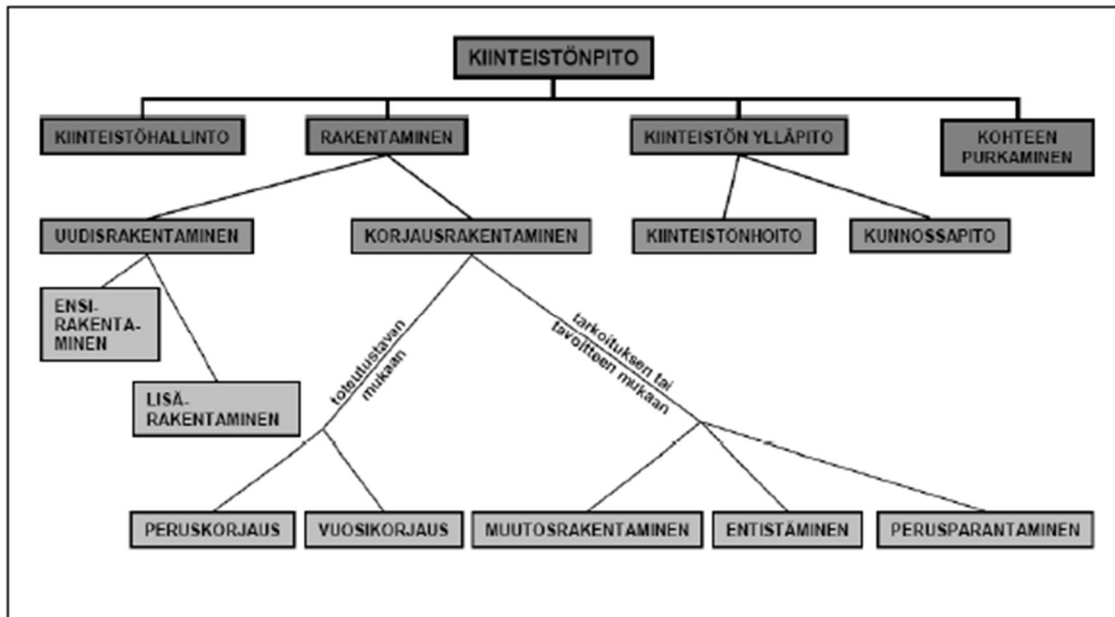
Usein 70-luvun kohteissa ei näitä näkökulmia juurikaan ajateltu. Rakennukset oli saatava valmiiksi nopeasti, koska muuttopaine pääkaupunkiseudulle oli kova. Näin valinnat painottuvat usein vain ajallisesti tehokkaaseen rakentamiseen. Rakennusmateriaalmääräykset olivat myös erilaiset. Kohteessa on käytetty mm. asbestia, jonka käyttö kiellettiin 70-lopulla, mutta jota vielä on rakennuksissa. Asbesti materiaalina on ongelmajätettä ja aiheuttaa erityisvaativuutta jätteiden loppukäsittelyn suhteen.

2.2 Opinnäytetyön tavoite

Kiinteistössä aloitetaan perusparannus ja rakennetaan laajennusosa. Perusparannuksen yhteydessä osa materiaaleista vaihdetaan uusiin, osa vanhoista jätetään. Elinkaariarviossa uusittavat rakenteet tulevat näin elinkaarensa päähän ja niiden elinkaaren kokonaisvaikutukset voidaan määrittää. Olemassa olevia säästettävien ja korjattavien materiaalien tulevaisuuden käyttöikää voidaan vain arvioida. Vantaan kaupungin kiinteistöissä ympäristövaikutusten elinkaariarvioita ei ole aiemmin tehty. Määrityksen avulla toivotaan saatavan tietoa käytettyjen materiaalien ympäristökuormittavuudesta. Toiseksi tavoitteena on pyrkiä ratkaisemaan materiaalivalintoja perusparannuksessa mahdollisimman ympäristöystävällisesti. Tähän tavoitteeseen kiinteistössä pyritään myös laajennusosan materiaalivalintojen osalta. Lisäksi määräyksestä voidaan saada hyötyä tulevaisuuden materiaalivalintoihin ympäristön säästön tehostamiseksi ja päästöjen vähentämiseksi.

2.3 Kiinteistön perusparannus

Kiinteistön perusparannus on osa kiinteistönpitoa. Kiinteistön pidolla tarkoitetaan kaikkia toimia, jotka kiinteistöön kohdistuvat sen koko käyttöiän eli elinkaaren aikana. Neljään osa-alueeseen jaettuna kiinteistön pito on kiinteistöhallinto, rakentaminen, ylläpito ja kohteen purkaminen. [4] Kuvassa 1 esitetty kunnossapidon osa-alueiden ryhmittely.



Kuva 1. Kiinteistönpidon osa-alueiden ryhmittely [4]

Projektikohteessa työ jakautuu rakentamisen kahteen osa-alueeseen: laajennuksen osalta uudisrakentamiseen (lisärakentaminen) ja saneerauksen osalta korjausrakentamiseen (peruskorjaus). Tietojen keruun ja suunnittelun osalta kysymyksessä on myös kiinteistöhallinto ja kiinteistön ylläpito. [5, s.219]

Julkissektorin rakennuksissa rakennuksen taloudellisuuden mittarina toimii usein käytöstä syntyvien kustannusten taso. Nämä on pyrittävä pitämään mahdollisimman alhaisina. [6, s. 30–48] Rakennuksen käytön kustannukset muodostuvat pääasiallisesti energiakustannuksista sekä ilmenevistä korjaus- ja muutostarpeista. Nämä aiheuttavat myös ympäristökuormaa.

Julkisen rakennuksen tehokas tilankäyttö on myös osa taloudellista kustannustehokkuutta ja siksi myös "ympäristökustannustehokkuutta". [5, s. 219] Korjauksista aiheutuneet kustannukset siirretään julkissektorilla ns. sisäisiin vuokriin. Sisäisellä vuokralla pyritään kohdentamaan käyttäjäkohtaiset kustannukset oikein ja voidaan ohjata käyttäjää optimoimaan tilantarpeensa. Näin toimin kukin käyttäjä maksaa oman osansa tilojen käytöstä ja tilankäyttöä voidaan tehostaa eri toimijoiden yhteiskäytössä (esim. koulutilojen iltakäyttö). [7, s. 15–17] Koska rakennuksen kustannusten jakaminen mahdollisimman monelle eri toiminnolle lisää käyttöastetehokkuutta, voidaan välttyä lisära-

kennustarpeelta ja tyhjen tilojen käyttökustannuksilta paremmin eli saada myös "ympäristökustannustehokkuutta".

2.4 Käyttöikä

Kai Tattari kirjoittaa julkaisussaan Materiaalien ympäristöprofiilit [8, s. 31] tuotteen käyttöiästä seuraavaa:

Teknisiin ominaisuuksiin voidaan lukea myös käyttöikä, joka vaikuttaa tuotteen tekniseen käyttöikään ja jonka merkitys on vertailuissa usein keskeinen. Tekninen käyttöikä voidaan määritellä jaksoksi, jonka aikana tuote säilyttää vaaditut ominaisuutensa käyttökohteessa. Suunnitellun käyttöiän saavuttaminen edellyttää useissa tapauksissa kunnossapito- ja huoltotoimenpiteitä, joilla voi myös olla suuri vaikutus koko elinkaaren aikaisin ympäristöpaineisiin.

Tekninen käyttöikä kuvaa aikaa, joka kuluu rakennuksen, sen osien tai ominaisuuksien loppuun kulumiseen (taulukkoita mm. RTS KH-korteissa). [9, s. 3; 10, s. 1] Taulukossa 1 esitetään suunnitteluikä tavanomaisimmille rakenteille. [11, s. 56]

Taulukko 1. Rakennusten ja niiden rakennemuodulien ohjeellisia suunnitteluikä vuosina

Moduuli	Käyttöikä-luokka 1	Käyttöikä-luokka 2	Käyttöikä-luokka 3	Käyttöikä-luokka 4	Käyttöikä-luokka 5
1. Rakennus	1-5	25	50 ³⁾	100 ³⁾	yli 100 ³⁾
2. Perustukset	1-5	50	100	150-200	rakennuksen käyttöikä +100
3. Kantava runko	25	50	100	150-200	rakennuksen käyttöikä +100
4. Ulkoseinät	5	25-50	50-100	100-150	rakennuksen käyttöikä
5. Vesikatto-rakenteet ²⁾	5	25	50-100	100	rakennuksen käyttöikä
6. Sisäseinät	5	25	50	50-100	50-100
7. Laitteistojen suoja- ja kannatin-rakenteet	5	10-25	50-100	50-100	50-100
8. Kiinteät kalust.	5	10 ³⁾ -25 ³⁾	25 ³⁾ -50 ³⁾	25 ³⁾ -50 ³⁾	50 ³⁾ -100 ³⁾
9. Vesi- ja kosteuseristeet					
- vesikatossa	5	15-50	15-50	15-50	15-50
- rakennuksen sis.	4	25-50	25-50	25-50	25-50
10. Ikkunat ja ulko-ovet	5	15-25	25-50	15-40	15-40
11. Ulkopinnoitteet	5	5-25	10-40	20-40	20-40
12. Sisäpinnoitteet	5	2-15	10-50	5-100	5-yli 100
13. Talotekniikka					
- LVI-laitteet	5	10 ³⁾ -25	10 ³⁾ -50	10 ³⁾ -50	10 ³⁾ -50
- Sähkölaitteet	5	15 ³⁾ - 25	15 ³⁾ -50	15 ³⁾ -50	15 ³⁾ -50
- Tietotekniset lait.	2-5	2 ³⁾ -30	2 ³⁾ -30	2 ³⁾ -30	2 ³⁾ -30
- Jätehuoltolaitteet	5	20 ³⁾ -40	20 ³⁾ -40	20 ³⁾ -40	20 ³⁾ -40

1) käsittää vaurioitumisen ja vanhanaikaistumisen

2) käsittää kantavat kattorakenteet ilman vesikatetta

3) vanhanaikaistuminen määrää tavallisesti rajan

Martinlaakson koulun saneerauksen ja laajennuksen käyttöikäksi on määritetty 100 vuotta. Tämä toteutuu silloin, kun nyt asennetaan uusia tai uusitaan rakenteita ja nämä ovat käytössä vielä sadan vuoden kuluttua. On kuitenkin oletettavaa, että osaa rakenteista joudutaan uusimaan jo aikaisemmin (mahdollisesti useampaan kertaan) ja osa olisi käyttökuntoista vielä 100 vuoden kuluttuakin. 100 vuotta on siis estimaatti, keskiarvo näistä rakenteista, ja tarkastelu voidaan todentaa vasta jakson lopussa. Nyt purettavissa rakenteissa jakson pää onkin tullut vastaan ja käyttöikäksi on osoittautunut noin 40 vuotta (1972–2012). Tällöin käyttöikäkerroin on merkitty taulukoissa 2,5:ksi, koska rakenne on kestänyt 40 vuotta ja näin jatkuen voidaan olettaa vaihtokauden esiintyvän 2,5 kertaa 100 vuodessa ($2,5 \cdot 40 \text{ a} = 100 \text{ a}$). Toki on toivottavaa, että nyt asennettavat materiaalit kestäisivät pidempään, ainakin joiltain osin, kuin 40 vuotta. Toisaalta osa rakenteista jatkaa käyttöikänsä vielä tulevaisuudessa, eli käyttöikäksi tulee 140 vuotta, jos estimaatti toteutuu. Vanhoissa rakenteissa, jotka jäävät käyttöön tulevaisuudessakin (taulukossa: jäävä/oleva) on taulukoissa käytetty merkintää 0,7. Rakenne on siis kestänyt jo 40 vuotta ja kestänee vielä 100 vuotta ($0,7 \cdot 140 \text{ a} = 100 \text{ a}$). Näin ollen taulukoissa merkitty pienempi kerroin on käyttöiän kannalta parempi.

3 Martinlaakson yhtenäiskoulu



Kuva 2. Martinlaakson yhtenäiskoulun kaakkoispuolen julkisivu

Martinlaakson yhtenäiskoulu sijaitsee Vantaan Martinlaaksossa. Koulurakennus on vuosina 1972 ja 1975 (2. rakennusvaihe) valmistunut, nykyään yläastekäytössä oleva koulu. Koulun pinta-ala on 9 998 brm², josta hyötyala on 6781 m² ja tilavuus 41000 m³. [2] Rakennustyyliiltään ja materiaaleiltaan se edustaa 70-luvulle tyypillisiä piirteitä (kuva 2).

Rakennuksen hankesuunnittelu aloitettiin 2007. Hankesuunnittelussa vertailtiin rakennuksen purkamisesta ja uudisrakentamista perusparannuksen erilaisiin vaihtoehtoihin. Lisäksi Vantaan museon kanta oli, että rakennus on osa rakennushistoriaa ja tulisi säilyttää osana Martinlaakson lähiötä. Hankkeeseen liittyi kaikissa vaihtoehtoissa toisen alueella sijaitsevan koulurakennuksen (alakoulu) purkaminen ja tämän koulun toimintojen yhdistäminen Martinlaakson yhtenäiskoulun kiinteistöön. Toinen koulukiinteistö oli todettu siinä määrin huonokuntoiseksi, ettei sitä kannata korjata. Martinlaakson yhtenäiskoulun todettiin olevan tyydyttävässä kunnossa ja olevan korjaukelpoisen kunhan väärät rakenneratkaisut ja rakenteelliset puutteet (mm. kosteus- ja tiiviysongelmat), energiankulutus ja lämmöneristysvaatimukset saatettaisiin tämän päivän vaatimusten tasolle. Martinlaakson yhtenäiskoulun keskeisempi sijainti vaikutti päätökseen. Selvitysten perusteella Vantaan kaupungin tilakeskus päätyi jatkamaan perusparannus- ja lisärakentamis-vaihtoehdolla. Tämä vaihtoehto todettiin 20 % toista, purku- ja uudisrakennus-vaihtoehtoa, edullisemmaksi rahallisilta kustannuksiltaan. Hankesuunnittelussa ei vertailtu ympäristövaikutuksia.

3.1 Saneerauksen aloittamisen perusteita

Koulurakennuksen saneerauksessa on otettava huomioon asioita, jotka vaikuttavat sen kannattavuuteen. Millainen rakennus kannattaa saneerata kuntansa vuoksi? Mikä on saneerauksen oikea ajankohta? Milloin on kannattavampaa purkaa kuin korjata?

On myös tarpeen selvittää alueelliset valmiudet toimia kyseessä olevan rakennuksen tarpeiden mukaisessa toiminnassa: Millaiset liikenneyhteydet alueella ovat? Mikä on alueellinen tarve rakennukselle? Onko rakennuksella olemaan riittävä käyttötehokkuus ko. tarkoitukseen? Millainen on alueen muun rakennuskannan tyyppi? Onko alueen tie-, vesi-, viemäri-, tieto- ja lämpöverkot soveltuvat tällaiseen toimintaan? Onko rakennukselle tarvetta myös tulevaisuudessa (esim. käyttöikä tavoite 50/100 vuotta)? Sopiiko rakennus ympäristöönsä vielä saneerauksen jälkeenkin?

Rakennukseen saattaa liittyä myös ominaisuuksia, joiden kannalta sitä voidaan pitää alueelle ja sen rakennushistorialle tärkeänä. Tällöin rakennuksen saneeraukseen saatavat myös vaikuttaa viranomaisten halu säilyttää ja säästää rakennus, vaikka se olisi tekniseltä iältään vaikeasti korjattavissa. Joissain tapauksissa korjattavuus voi olla ehdollinen nykyiseen käyttötarkoitukseensa, koska rakennusvaatimukset ja esimerkiksi rakennuksen muuttumattomana pysyminen ovat ristiriidassa. Voikin olla, ettei rakennusta voida ottaa saneerauksen jälkeenkään aikaisempaa käyttötarkoitukseensa.

Rakennuksen olemassa oleva rakenne saattaa aiheuttaa esteen järkevälle käytölle, jos "aika on ajanut ohi" rakennuksen alkuperäisen käyttötarkoituksen toiminnoissa. Joskus saattaa olla parempi valita rakennukselle uusi järkevämpi käyttötarkoitus. Usein on järkevää miettiä myös, pystytäänkö rakennus saattamaan sellaiseen tekniseen kuntoon, että rakennusmääräykset ja normistot täyttyvät ja että rakennuksen elinkaarilaa-tu, energiatehokkuus ja toimivuus saadaan aikaan saneerauksen avulla. Ennen saneerausta kannattaa kartoittaa rakennuksen korjaushistorian ja käyttäjältä saatujen tietojen pohjalta rakennuksen nykytilaa, tutkituttaa sisäilmasto ja teettää kuntoarvio, jotta välttyttäisiin mahdollisuuksien mukaan ikäviltä yllätyksiltä.

Jokainen kohde on tutkittava yksityiskohtaisesti. Kuitenkin yleisesti vaaditaan tiettyjä ominaisuuksia, jotta rakennus kannattaa saneerata. Rakennuksen rungon tulee olla

kestävä (tai ainakin korjattavissa sellaiseksi), jänneväliden, kuormitettavuuden ja kerroskorkeuksien tulee olla riittävät. Rakennus tulee voida saattaa taloteknisesti vaatimuksia vastaavalle tasolle. Arkkitehtuurin, talo- ja rakennustekniikan puolesta ympäristö-, kustannus- ja energiatehokkaan rakennuksen tulee olla muunneltavissa (muutosjoustavuus) helposti ja edullisesti mahdollisten muutosten ja käyttötarkoituksen mukaan. Talon toiminnan kannalta tärkeiden toimintojen, korjausten, huoltotoimien ja käyttömuunnon on tapahduttava helposti ja turvallisesti.

3.2 Nykyisen koulurakennuksen korjaustarve

Martinlaakson yhtenäiskoulun hankesuunnitelmassa on listattu kiinteistössä tehtyjä korjauksia, vikoja ja puutteita sekä ennen hankesuunnitteluvaihetta tehtyjä tutkimuksia kiinteistön kunnosta. [2]

Martinlaakson yhtenäiskoulun I vaihe valmistui 1974, II vaihe (läntinen reuna) 1976. Vuonna 2003 laaditun kuntoarvion mukaan kiinteistö on ikäisekseen tyydyttävässä kunnossa. Rakennusta ei ole aiemmin peruskorjattu kokonaisuudessaan. Vuosien varrella on koulussa tehty useita korjauksia ja muutoksia:

- 1976 pohjakerroksessa luokkamutoksia
- 1980 kirjastosta erotettiin opetustila OT3, 60 m²
- 1986 ikkunaelementtien uusiminen
- 1990 vesikatto korotettu ja korjattu
- 1996 teknisen työn tilojen korjaus, purunpoistotilan rakentaminen
- 1999 salaojien korjaus, alustatilojen korjaus
- 2000 vahtimestarin asunnon korjaus
- 2001 talonmiehen asunnon korjaus
- 2002 luonnontieteiden luokkien korjaus ja muutos
- 2002 lämmönvaihdin uusittu
- 2003 uusi painesäiliö lämmönjakohuoneeseen, termostaattiventtiilit uusittu osittain, lämpölinjat säädetty
- 2004 uusia opetustiloja pohjakerroksen käytävälle, pienryhmätila varastoon, uusi aulaluokka (esu)
- 2004 uusi inva-WC sisäänkäyntiaulan yhteyteen
- 2004–05 alustatilat korjattu, asennettu tuuletettuun alustatilaan valaistus ja peltiluukut kulkuaukkoihin
- 2004 liikuntasalin lattiapinnoitteen uusiminen, valaistusta lisätty
- 2005 viemärien pesu ja kuivaus
- 2006 kotitalousluokkien kaappeja uusittu
- 2006 kosteusvaurioita korjattu
- 2007 hammashoidon tilat uusittu, ilmanvaihtoa parannettu.

Kyseiset toimenpiteet ovat pienehköjä eikä niitä ole huomioitu laskelmissa. Lisäksi kiinteistössä on suoritettu kunnossapito- ja korjaustöitä tarpeen ja käyttäjän esittämien toiveiden mukaisesti. [2]

Kiinteistössä havaittuja rakennusteknisiä vikoja ja puutteita ovat:

- yläpohjan katto- ja ilmapuodot
- ulkoseinien puurakenteiden ilmatiiveys, pesubetonien pakkasrapaumat, eri materiaalien liitoskohtien tiiveysongelmat, rakenteelliset kylmäsilat ja lämmöneristyksen puutteet, perusmuurien rapautuminen ja näkyviin tulleet teräkset
- maavaraisissa lattioissa kosteusongelmia ja välipohjissa vesivuotoja
- käyttötarkoituksesta johtuvat tilamuutosvaatimukset
- kalusteet vanhentuneita ja huonokuntoisia
- lattia-, seinä- ja kattopinnat nuhruisia ja kuluneita
- halkeamia betonisissa sisäseinissä
- asbestia putkieristeissä, lattiaklinkkereiden ja seinälaatoituksen kiinnitys- ja saumaustaasteissa, sisäverhouslevyissä sekä akustovillojen kiinnityslaastissa.

Kiinteistön taloteknisiä puutteita ovat:

- riittämätön ilmanvaihto käytävä- ja aulatilissa sekä myöhemmin opetuskäyttöön rakennetuissa tiloissa
- IV-järjestelmän lämmöntalteenotto puuttuu
- IV-tuloilmakoneissa osin kiertoilmakäyttö (nyk. uudisrakentamisessa kielletty)
- IV-kanavisto pääosin alkuperäistä
- automatiikka on pääosin alkuperäistä (nyk. normaali käyttöikä 15-20 vuotta)
- vesijohdot pääosin alkuperäisiä (kylmä galvanoituja terästä ja Cu, lämmin Cu)
- jäte/sadevesipohjaviemärit muovisia, paikallisia painumia ja korjausta vaativia putkiliitoksia
- pääosa viemäreistä sijaitsee alapohjan alapuolella, jossa ei ole alustatilaa
- ulkopuoliset viemärit ovat suurelta osin alkuperäisiä betoniputkia
- vesikalusteet pääosin alkuperäisiä
- laajan lämpöjohtoverkoston (kaukolämpö) säätämisessä ongelmia, lämpö ei kaikissa olosuhteissa riitä
- lämmitysverkoston pohjajohdot, nousulinjat ja pattereiden lämpöjohdot ovat pääosin alkuperäisiä teräsputkia
- uusitaan kaikki patteriventtiilit termostaattiventtiileiksi
- valaistuksen puutteita, uusitaan
- paloilmotuskeskus ja paloilmamaisimet uusittava
- ovimerkki- ja turvavalistus uusittava.

Ennen saneeraus päätöstä kiinteistössä on tehty selvityksiä ja tutkimuksia, kiihtyvällä tahdilla. Suoritettuja tutkimuksia ovat muun muassa: [2]

- vuonna 2007: maanvaraisten rakenteiden kosteustutkimukset, betonipilareiden lujuustutkimus, julkisivuelementtien kuntotutkimus, lämpökuvaus, PCB- ja lyijyselvitys
- vuonna 2006: opetustilojen tarkastus (Ympäristökeskus), työpaikkakäynti (Työsuojelu), asbestikartoitus
- vuonna 2005: radon-selvitys, pohjaviemäreiden sisäpuolinen TV-kuvaus
- vuonna 2003: rakennustekniikan kuntoarvio, RLVISA-kuntoarvio
- vuonna 2002: putkikanaalin kartoitus, alustatilan kuntoselvitys
- vuonna 1998: salaojien kuvaus.

3.3 Saneeraus ja laajennus

Perusrakennuksessa koko rakennus korjataan perusteellisesti: korjataan rakenteelliset viat ja kosteusongelmat sekä talotekniikka (LVIAS) uusitaan. Tilojen toiminnot tulevat säilymään pääosin ennallaan (mm. huonejako, hammashoitolan tilat, keittiö). Koulun kaksi asuntoa muutetaan opetustiloiksi. Rakennukseen tehdään lisätiloja koulun tarpeisiin, nuorisotilalle ja sen väestönsuojatilan lisäykselle.

Suurimmat muutostyöt sijoittuvat rakenne- ja taloteknisiin töihin. Kattorakenteiden yläpinta puretaan ja uusitaan yläpohjan TT-laatastoon asti, katolle ja pohjakerrokseen tehdään uudet IV-konehuoneet, pesubetonikuoret ja lämmöneristeet uusitaan, peltijulkisivujen sadeveden johtaminen uusitaan, perusmuurit kunnostetaan ja uusitaan vedeneristys maapinnan alapuolella, maavaraiset laatat uusitaan pääosin, katokset uusitaan, ikkunat ja puujulkisivut uusitaan sekä talotekniikka uusitaan pääosin. Lisäksi levyrakenteisista väliseinistä uusitaan noin 20 %, pintamateriaalit uusitaan, lasit vaihdetaan turvalaseiksi ja sisäovet uusitaan 90 %:sesti.

3.4 Tilajako

Taulukko 2. Martinlaakson koulun tilajako saneerauksen ja laajennuksen jälkeen

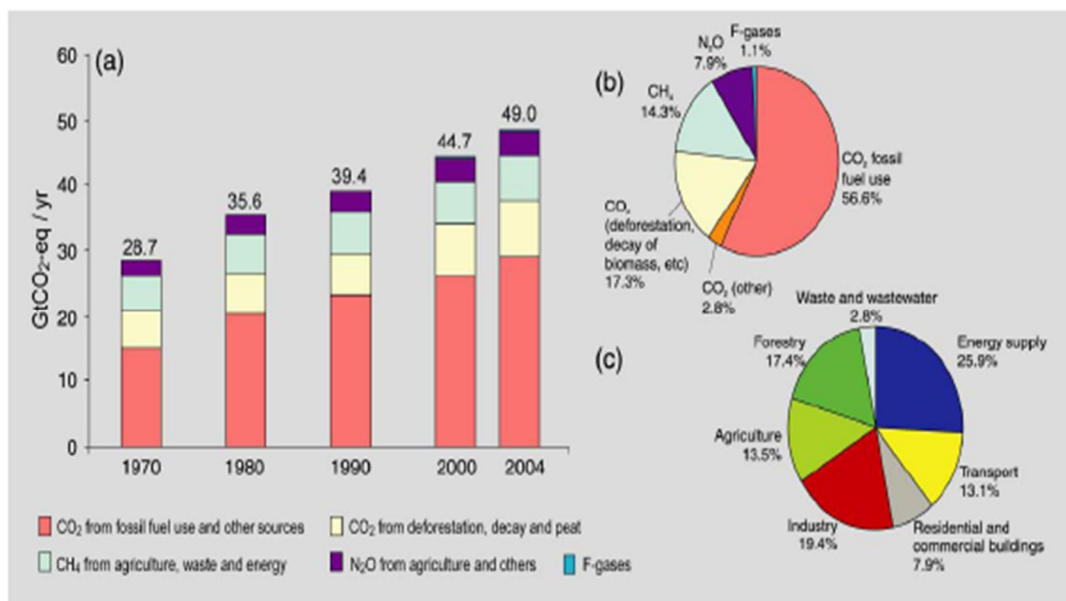
Martinlaakson koulu	Bruttoala [brm ²]	Hyötyala [m ²]	Tilavuus [m ³]
Nykyiset tilat	9 998	6 781	41 000
Laajennus	1 090	700	4 500
Asukas- ja nuorisotilat	720	522	3 850
Perusparannus ja laajennus yhteensä:	11 808	8 003	49 350

Martinlaakson koulun perusparannus ja laajennus käsittää tulevaisuudessa taulukossa 2 mainitut tilat. Koulurakennukseen sijoitetaan Laajavuoren koulun toimintoja 5360 brm² (3360 m², 21200 m³). Laajavuoren koulu purettaneen. Purettavan koulun tiloja ei ole huomioitu laskennassa. [2]

4 Ympäristövaikutukset

Hallitusten välinen ilmastopaneeli (IPCC) esitteli neljännessä arviointiraportissaan Ilmastomuutos 2007 päätöksen tekijöille seuraavaa [12]:

Ilmastojärjestelmän energiatasetta muuttavia tekijöitä ovat ilmakehän kasvihuonekaasujen ja aerosolien pitoisuuksien muutokset, maankäytön muutokset sekä auringon aktiivisuuden vaihtelut. Ihmisen toiminnasta johtuvat maailmanlaajuiset kasvihuonekaasupäästöt ovat kasvaneet esiteollisesta ajasta lähtien. Kasvu oli 70 % vuosien 1970 ja 2004 välillä.



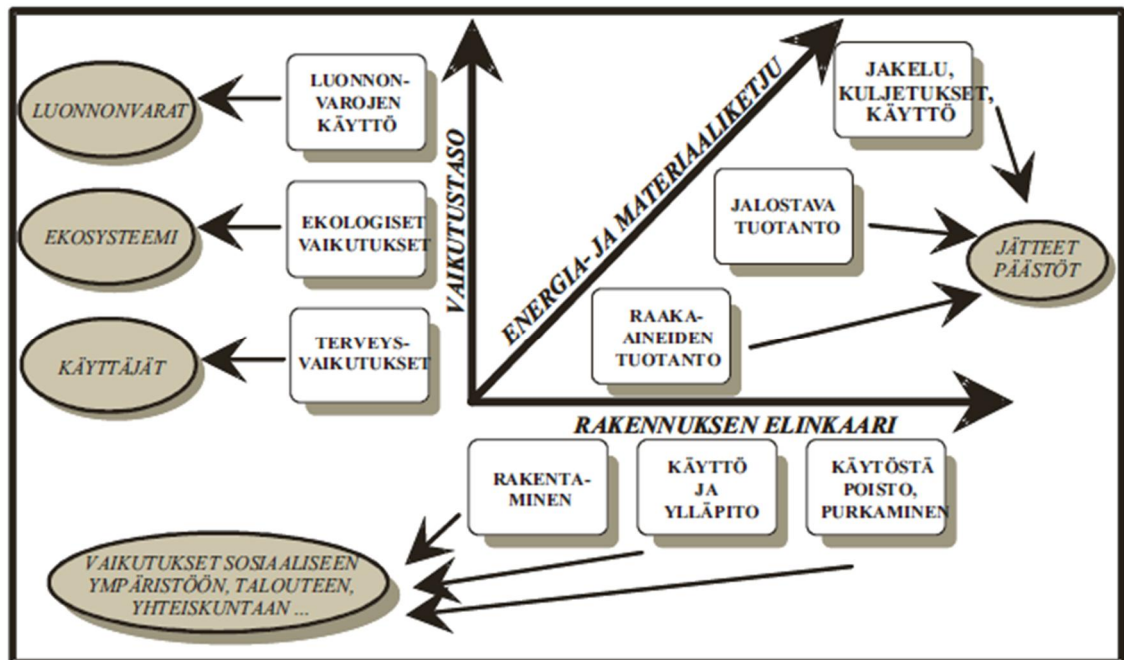
Hiilidioksidi (CO₂) on tärkein ihmisen toiminnasta johtuva kasvihuonekaasu. Sen vuotiset päästöt kasvoivat noin 80 % jaksolla 1970–2004. Pitkän ajan hiilidioksidin laskeva trendi kääntyi nousuun vuoden 2000 jälkeen. Ilmakehän hiilidioksidin, metaanin (CH₄) ja dityppioksidin (N₂O) pitoisuudet ovat kasvaneet merkittävästi ihmisen toiminnan seurauksena vuoden 1750 jälkeen. Ne ovat nykyään kaukana esiteollisista pitoisuuksista, jotka on määritetty mannerjäätiköiden kairausten perusteella vuosituhsien ajalta.

4.1 Ympäristövaikutusten laskenta

4.1.1 Luokittelu

Elinkaariarvioinnin vaikutusarviointiin kuuluu kerätyn datan luokittelu. Kuvassa 3 on havainnoitu energia- ja materiaaliketjun vaikutuksia ympäristöönsä. Elinkaariarvioinnin ympäristövaikutukset jaetaan kolmeen pääluokkaan:

1. luonnonvarojen, alueen ja energian käyttö
2. terveysvaikutukset
3. ekologiset vaikutukset.



Kuva 3. Rakennuksen energia- ja materiaaliketjun vaikutuksia [13, s. 18]

Rakentamisessa merkittäviä vaikutusluokkia ovat ilmastonmuutos, happamoituminen, otsonin muodostuminen ilmakehässä, ekotoksisuus, raskasmetallit, syöpää aiheuttavat aineet ja monimuotoisuuden väheneminen. Suomalaisessa rakennusmateriaali- ja tuoteteollisuudessa ei käytetä ponnekaasuja, joten yläilmakehän otsonin väheneminen ei ole rakentamisen tai rakennuksen käytön kannalta merkittävää.[14, s. 75] Työssä käsitellään näistä kolmea ensimmäistä.

Ilmastonmuutos eli ns. kasvihuoneilmiö ei ole paikkasidonnainen vaan globaali ilmiö. Ilmastonmuutos uhkaa koko ekosysteemin toiminta- ja elinmahdollisuuksia. Happamoitumisella tarkoitetaan luonnon vastustuskyvyn heikkenemistä happamoivaa laskeumaa vastaan ts. kykyä neutraloida vetyioneja. Tämä puskurikyky vaihtelee alueittain. Suomi ja Pohjoismaat ovat tässä suhteessa erittäin herkkiä alueita. Alailmakehän otsoni muodostuu fotokemiallisessa prosessissa, jossa typen oksideja sisältävässä ilmassa muodostuu oksidantteja auringon säteilyn vaikutuksesta. Otsonin muodostus kasvaa, kun ilmamassassa on myös orgaanisia yhdisteitä. Otsoni on haitallista kasvillisuudelle ja ihmisen terveydelle. Suomessa havaitaan keskikorkeita otsonipitoisuuksia, mutta suurkaupungeille tyypillisiä erittäin korkeita pitoisuuksia ei ole havaittu. Otsonin muodostumista voidaan tarkastella alueellisena ongelmana, vaikka Suomessa havaitut korkeimmat otsonipitoisuudet liittyvät kaukokulkeutumiseen. [14, s. 76]

4.1.2 Luonnehdinta

Luonnehdinta (karakterisointi) tarkoittaa ympäristöstandardin mukaista määrittelyä, jossa kerätty data mallinnetaan vaikutusluokkiin. Karakterisointiprosessissa ympäristömuuttujien arvot muutetaan yhteismitalliseksi kyseisen vaikutusluokan sisällä kertomalla kuormitusmuuttujan arvo ns. karakterisointikertoimella. Muunnettuna ilmastonmuutoksen karakterisointikertoimella eri aineiden päästökertoimet voidaan laskea yhteen CO₂-ekvivalenttimääränä. Tämän luonnehdinnan mukaan esimerkiksi metaani on 25-kertainen hiilidioksiidiin verrattuna (vrt. kaava 1). Happamoivien päästöjen karakterisointi Ekoindikaattori 95 -menetelmällä ilmoitetaan SO₂-ekvivalenttimääränä (kaava 2). Alailmakehän otsonia pilaavia fotokemiallisia päästöjä karakterisoidaan POCP-arvoiksi, DAIA-menetelmällä (kaava 3). Kuvassa 4 esitetään ympäristövaikutuksia ja niiden muodostumistekijöitä. [14, s. 76–77]

Kasvihuonekaasujen hiilidioksidiekvivalentin (CO₂-ekv) laskennassa käytetään seuraavaa IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) mukaista painotusta ympäristövaikutusten vakavuuden mukaan:

$$\text{CO}_2 \text{ ekv} = 1 \cdot \text{CO}_2 + 25 \cdot \text{CH}_4 + 298 \cdot \text{N}_2\text{O}^{15} \quad [15] \quad (1)$$

Ekoindeksi 95 -menetelmä on Hollannissa kehitetty ja se perustuu pääasiassa nykyisen tilan ja tavoitetason väliseen eroon. Menetelmä on joustava; sitä voidaan soveltaa eri maiden tarkoituksiin. Menetelmässä arvioidaan ekosysteemiä tai terveyttä vahingoittaviin tekijöihin. [14, s. 82] Happamoitumiseen vaikuttavat päästöt lasketaan kaavalla 2 Ekoindeksi 95 -menetelmän mukaan:

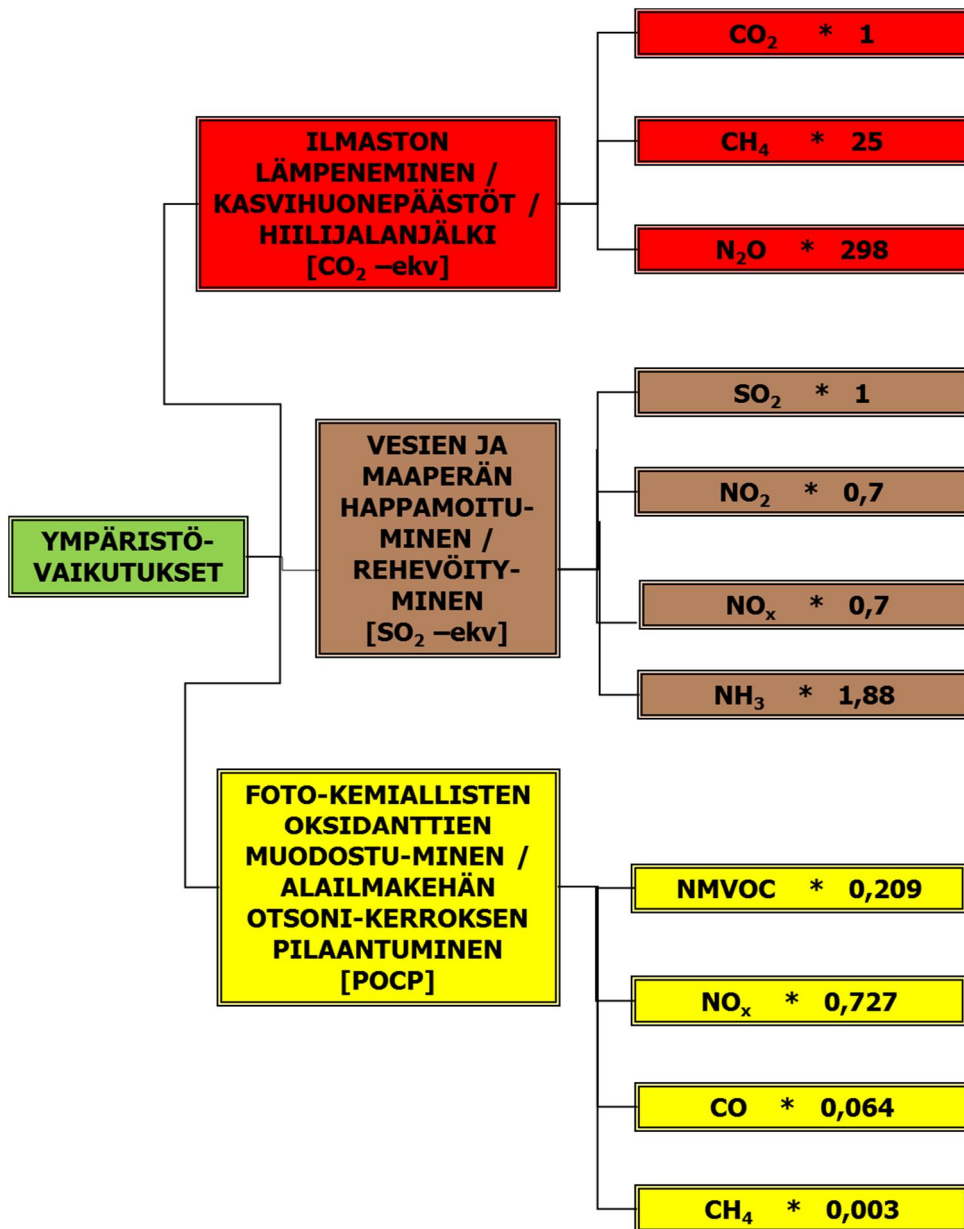
$$\text{SO}_2 \text{ ekv} = 1 \cdot \text{SO}_2 + 0,7 \cdot \text{NO}_2 + 0,7 \cdot \text{NO}_x + 1,88 \cdot \text{NH}_3 \quad [15] \quad (2)$$

(+ 1,07 · NO + 0,88 · HCl + HF · 1,6; näitä arvoja ei käsitelty laskennassa)

DAIA-menetelmä (Decision Analysis Impact Assessment; vaikutusarviointimalli) huomioi karkeasti Suomen olosuhteet. DAIA-menetelmässä teoreettisen ekvivalenttikertoimen tulos kerrotaan kulkeutumisen- ja vaikutuskertoimilla. DAIA-karakterisointikertoimia voidaan käyttää vain Suomessa. [14, s. 82] Fotokemiallisten oksidanttien muodostuminen lasketaan kaavalla 3 DAIA-menetelmän mukaan:

$$\text{POCP} = 0,209 \cdot \text{NMVOC} + 0,727 \cdot \text{NO}_x + 0,064 \cdot \text{CO} + 0,003 \cdot \text{CH}_4 \quad [15] \quad (3)$$

(NMVOC muut VOC-päästöt, ei metaani [CH₄])

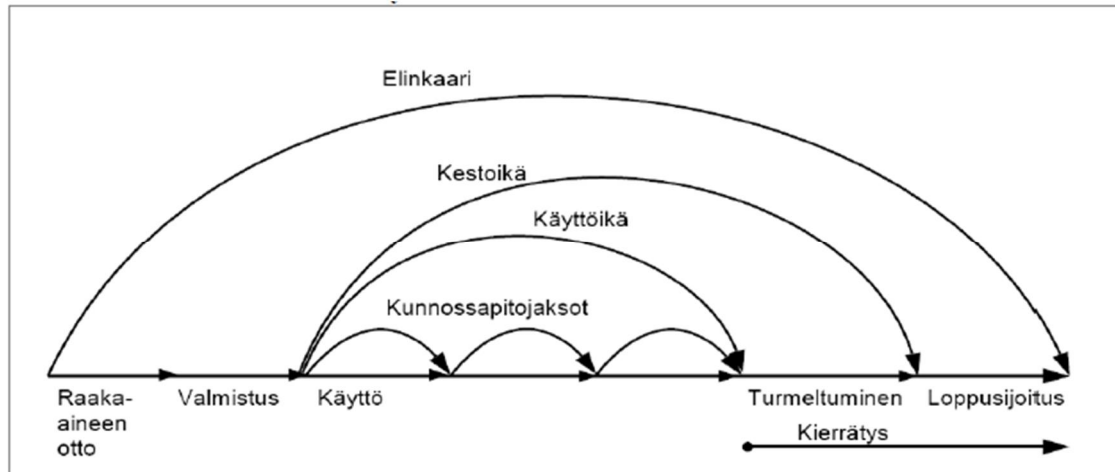


Kuva 4. Ympäristökuormitustekijöitä ja karakterisointikertoimia

4.2 Elinkaari

Elinkaaritarkasteluja tehdään yleensä rakennusten elinkaarikustannusten tai sen ympäristövaikutusten suhteen. Rakennuksen elinkaari laajana käsitteenä alkaa raaka-aineiden hankinnasta ja päättyen raaka-aineiden loppusijoitukseen purun jälkeen. Tällaista laajaa käsitystä käytetään varsinkin ympäristövaikutusten arvioinnissa. Tällöin materiaalin "ympäristökustannusten" laskenta alkaa jo materiaalin valmistamiseen tar-

vittavien raaka-aineiden hankinnasta ja ”ympäristökustannus” seuraa tuotetta koko elinkaaren ajan loppusijoitukseen, tai mahdolliseen uusiokäyttöön, saakka. Ympäristövaikutuksista käytetään usein myös nimitystä LCA (Life Cycle Assessment). Elinkaari-kustannusten määrittelyssä käytetty vastaava termi on LCC (Life Cycle Cost). [16, s. 19–22]



Kuva 5. Rakennustuotteen käyttöikäkäsitteitä [17, s. 15]

Elinkaaren eri vaiheita ovat raaka-aineen ja energian hankinta, kaikki osa-aineet, tuotteet ja apuaineet valmistusprosessissa, tuotteen kaikki kuljetukset ja työstöt tuotteen tai sen raaka-aineen valmistamiseksi (raaka-aineet, osat, toimitus jne.), asennus ja rakentaminen, huolto- ja ylläpito sekä uusio-, kierrätyskäyttö tai loppusijoitus. [18, s. 17–18] Kuvassa 5 on liitetty mukaan myös elinkaarenaikainen kunnossapito. Kunnossapitoa ei tarkastella tässä työssä materiaalikuluttajana, mutta sen vaikutus olisi hyvä ottaa huomioon ympäristöstävällistä kunnossapito-ohjelmaa suunnitellessa.

4.3 Ympäristöseloste

Rakentamiseen liittyviä ympäristöselosteita on eritasoisina. RT-ympäristöselosteet koskevat yksittäisiä rakennustarvikkeita. Rakennustietosäätiön sivuilla on tietoa selosteen rakentamisesta: www.rts.fi. Laadintaohje on julkaisusta <http://www.rts.fi/Ymparistoselosteet.pdf>. Taulukossa 3 näkyy esimerkki rakennustuotteen ympäristöselosteen laadintaan vaadittavista tiedoista. Kyseinen malli ei ole enää käytössä, mutta se toimii esimerkkinä tarvittavista tiedoista. Laadinnassa on hyvä käyt-

tää samaa metriikkaa läpi järjestelmän, jotta tuotteiden vertailtavuus ja yhteisvaikutusten vertailu helpottuu.

Taulukko 3. Rakennustuotteen ympäristöseloste [19, s. 9]

YMPÄRISTÖSELOSTE
perustuu elinkaartselvitykseen
ISO 14040 ja ISO 14041
Selosteen voimassaoloaika

Tuotteen nimi ja valmistaja

Tuote
Tuotenimi
Käyttötarkoitus (Rakennusosa ja menekki)
Tuotedimensiot
Tiheys
Koostumus
k-arvo
RT-tarvikekortin numero

Käyttöikä
Odotettavissa oleva käyttöikä
Edellytykset ja rajoitukset

Energia ja raaka-aineet
Uusiutumaton energia (MJ/kg)
Uusiutuva energia (MJ/kg)
Uusiutumattomat raaka-aineet (kg/kg)
Uusiutuvat raaka-aineet (kg/kg)

Päästöt
Kasvihuonekaasut (g CO₂ ekv / kg)
Tuotteeseen varastoitunut CO₂ (g / kg)
Happamoittavat päästöt ilmaan (SO₂ ekv / kg)
Oksidantteja muodostavat päästöt (g eteeni ekv / kg)

Emisiot sisäilmaan
Ei merkitystä
Pintamateriaalien luokittelu (M1, M2 tai M3)

Kierrätys
Tuotteen kierrätys
Energiaikäyttö. Tuotteen energiasisältö (MJ / kg)
Pakkauksen kierrätys

Tiedon laatu

Vitteet:

Paikka ja aika

Allekirjoitukset

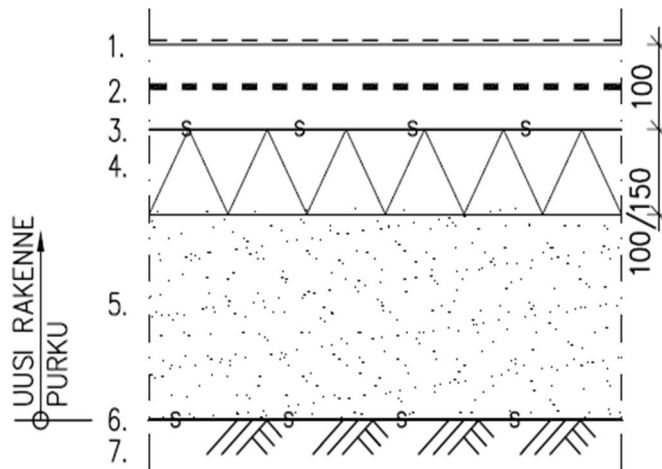
Tällä hetkellä voimassa olevia elinkaariarviointia käsitteleviä standardeja on viisi. ISO 14040 määrittää elinkaariarvioinnin periaatteet ja pääpiirteet. ISO 14044 asettaa elinkaariarvioinnin vaatimukset ja suuntaviivat. Englanninkielisinä saatavia täsmentäviä standardeja ovat ISO / TR 14047 (life cycle impact assessment), ISO / TR 14048 (life cycle assessment, data documentation format) ja ISO / TR 14049 (life cycle assessment, ex. of app. of ISO 14041). [20]

5 Uusittavat ja uudet rakenteet

Saneerauksen ja laajennuksen yhteydessä rakennesuunnittelija on määrittänyt kiinteistön rakennetyypit, joista tyypillisimpiä kuvataan seuraavana. Laskennassa on käytetty kaikkia saatuja tietoja, tässä esitellään niitä tyypillisimmillään. Rakennesuunnittelijan rakennetyyppien lisäksi tietoja on kerätty laskentaa varten arkkitehdin määräyksistä. Vanhojen rakenteiden tietoja on kerätty 70-luvun suunnitelmista, joissa (löytyneistä) ne on määritetty lähinnä tekstimuodossa, mutta pääosin riittävän yksityiskohtaisesti. Osaan vanhoista rakenteista ei ole pystytty löytämään ympäristöpäästöarvoja, mutta ne ovat pääosin pienehköjä määriä kutakin materiaalia, eikä niillä ole laskennallista merkitystä.

5.1 Alapohja

Rakennuksessa on sekä kantavaa, että maavaraista alapohjaa. Etenkin maavaraeisessa alapohjassa on esiintynyt kosteusongelmia. Näiltä osin alapohjaa puretaan ja uusitaan. Seuraavassa esitellään tällainen rakenne, AP1. Muilta osin muutokset alapohjan suhteen rajoittuvat pääasiassa pintalaatan purkuun, vedeneristeiden lisäykseen tai vain pintamateriaalin vaihtoon (ei mukana laskennassa). Kuvassa 6 näkyy tyypillinen alapohjarakenne, AP1 ja taulukossa 4 sen materiaalit ja massat:

AP 1:Purku:

Pintamateriaali
 TB-laatta 80 mm
 Muovikalvo
 Kevytsorabetoni 30 mm
 Kevytsora 200 mm
 Salaojasora 200 mm

Uusi rakenne:

1. pintamateriaali
 2. TB-laatta, 100 mm
 3. suodatinkangas
 4. polystyreeni XPS, 100/150 mm
 5. salaojasepeli, 300 mm
 6. suodatinkangas
 (7. perusmaa)

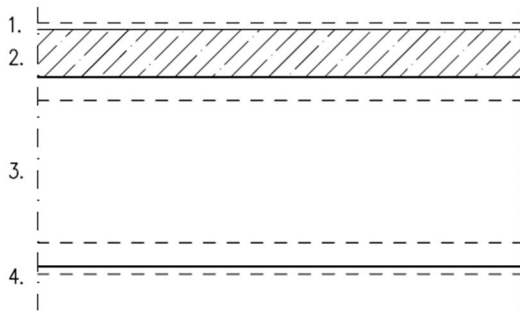
Kuva 6. Alapohjarakenne AP1

Taulukko 4. AP1-rakenteen materiaalit ja massat

Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]
AP 1: Uusittava maavarainen alapohjarakenne			
TB-laatta	2425	100	242,5
Suodatinkangas	950	0,2	0,2
Polystyreeni	20	150	3,0
Salaojasepeli	1900	300	570,0
Suodatinkangas	950	0,2	0,2
Uusi AP1 -rakenne yhteensä/m²:		550,4	815,9
Uusi AP1 -rakenne kokonais-m²		1 668	1 360 tn
Uusi AP-rakenne kokonais-m²		2 709	1 844 tn

5.2 Välipohja

Rakennuksen välipohjissa on monenlaisia kantavia rakenteita: TT-, ontelo- ja teräsbetonilaattoja. Kuvassa 7 on laajennusosan uusi rakenne VP1, taulukossa 5 sen materiaalit ja massat:

VP 1:Uusi rakenne:

1. pintamateriaali
2. pinta-betoni, 60 mm
3. esijännitetty ontelolaatta, 320/400 mm
4. pintamateriaali

Kuva 7. Välipohjarakenne VP1

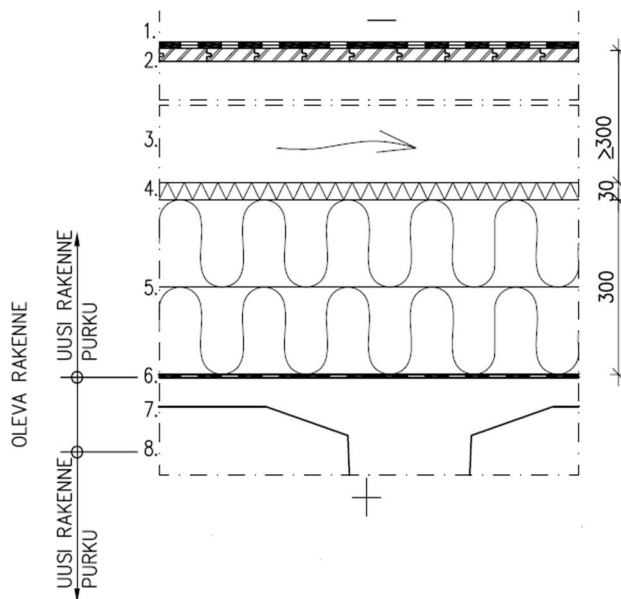
Taulukko 5. VP1-rakenteen materiaalit ja massat

Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]
VP 1: Uusittava laajennuksen välipohja			
Pintabetoni	2400	60	158,4
Ontelolaatta	1320	400	528,0
Uusi VP1 -rakenne yhteensä/m²:		460,0	686,4
Uusi VP1 -rakenne kokonais-m²		333	229 tn
Uusi VP-rakenne kokonais-m²		1 225	753 tn

5.3 Yläpohja ja vesikattorakenne

Rakennuksessa tyypillinen yläpohjarakenne on puukoolattu bitumihuopakatto kantavan TT-laatan päälle. Tällaista rakennetta on saneerauksesta ja laajennuksesta noin 80 %. Kuvassa 8 on vanhan osan yläpohjarakenne YP 1, taulukossa 6 sen materiaalit ja massat:

YP 1:

Purku:

Oleva rakenne puretaan TT-laatan yläpintaan asti (puinen vesikattorakenne, mineraalivilla, höyrysulku)

Oleva rakenne:

7. oleva kantava TT-laattarakenne

Uusi rakenne:

1. vedeneristys, hitsattava pintakermi + aluskermi
2. raakaponttilauta, 23 mm
3. tuuletettu ilmatila, ≥ 300 mm
4. tuulensuojamineraalivilla, 30 mm
5. mineraalivilla, 300 mm
6. höyrysulku
-
8. olevan sisäkattopinnan käsittelyt (ei laskennassa)

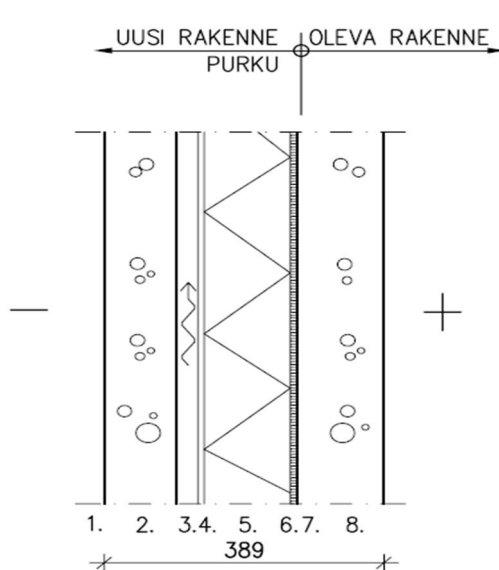
Kuva 8. Yläpohjarakenne YP1

Taulukko 6. YP1-rakenteen materiaalit ja massat

Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]
YP 1: Uusi yläpohja, vesikatto, vanha osa			
Vedeneristys (hitsattava bitumikate)	1250	4,4	6,2
Raakaponttilauta	520	23	4
Tuuletettu ilmatila	520	300	13,5
Tuulensuojamineraalivilla	90	30	2,8
Mineraalivilla	35	300	10,9
Höyrynsulku	950	0,2	0,2
Uusi YP 1 -rakenne yhteensä/m²:		657,6	37,6
Uusi YP1 -rakenne kokonais-m²		5 080	191 tn
Uusi YP-rakenne kokonais-m²		7 543	664 tn

5.4 Ulkoseinä

Rakennuksessa tyypilliset ulkoseinärakenteet ovat Sandwich-seinä, teräsbetonipintaiset seinät ja puurunkoiset, metallipintaiset, ikkunaseinäkkeet. Nämä kaksi ulkoseinätyyppiä muodostavat valtaosan julkisivun seinistä. Sandwich-seinät puretaan teräsbetonista sisäelementtiä myöten ja uusitaan. Ikkunaseinät uusitaan kokonaan. Kuvassa 9 on vanhan osan ulkoseinärakenne US 1, taulukossa 7 sen materiaalit ja massat:

US 1:Purku:

Ulkokuori (sandwich), 70 mm
Mineraalivilla, 100 mm

Oleva rakenne:

8. oleva TB-sisäkuori
(Sandwich-elementin sisäkuori)

Uusi rakenne:

1. pintamateriaali
2. TB-kuorielementti, 100 mm
3. tuuletusväli
4. tuulensuoja, 9 mm (liimataan tehtaalla PU-eristeeseen) mekaaniset kiinnikkeet
5. PU-lämmöneriste, 120 mm
6. mineraalivilla, 20 mm
7. pohjatasoite, kolojen oikaisu (ei laskennassa)

Kuva 9. Ulkoseinärakenne US1

Taulukko 7. US1-rakenteen materiaalit ja massat

Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]
US 1: Uusi ulkoseinäelementtirakenne			
TB-kuorielementti	2500	100	250,0
Tuuletusväli	520	30	1,1
Tuulensuojakipsilevytys	690	9	6,8
PU-lämmöneriste	35	120	4,2
mineraalivilla, pehmeä	30	20	0,6
Uusi US1 -rakenne yhteensä/m²:		279,0	262,7
Uusi US1 -rakenne kokonais-m²		1 503	395 tn
Uusi US-rakenne kokonais-m²		5 188	996 tn
Uusi US-rakenne kokonais-m² (lasi, ovi)		1 819	

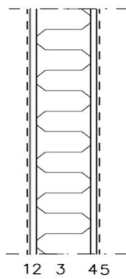
5.5 Väliseinä

Rakennuksessa tyypillinen väliseinärakenne on metallirankainen kipsilevyseinä. Rakennesuunnitelmassa on mainittu kuitusementtilevy (luja A tai vast.), mutta se voidaan vaihtaa kipsilevyksi tietyin edellytyksin. Laskennassa on käytetty kipsilevyä, koska siitä oli saatavissa luotettavampaa tietoa ympäristöprofiilista (VTT:n BeCost-ohjelma), jota kuitusementtilevystä ei tuntunut löytyvän mistään. Seinä on tyyppisiä VS1, VS2, VS3 ja VS4. Uusissa seinissä on myös kahta eripaksuista tiiliseinää, joista tyyppi VS4 tiedot

puuttuvat rakenneselosteen rakennetyypeistä. Vanhoissa väliseinissä on myös erilaisia väliseinärakenteita, joiden arvot on laskettu vanhoista arkkitehtisuunnitelmista saatujen tietojen mukaisesti. Myös uusissa suunnitelmissa näkyvät kantavat teräsbetoniseinät (mm. VSS-tilat) on laskettu suoraan uusista arkkitehtikuvista, koska niiden purkamisesta ei ole mainintaa. Uudet väliseinät muuttavat paikkojaan huomattavasti, joten niiden määrät on tarkistusmitattu arkkitehtikuvista. Suurin osa vanhoista purettavista seinistä on VS1:n kaltaista kipsilevyseinää. Kuvassa 10 on väliseinärakenne VS1 ja taulukossa 8 sen materiaalit ja massat:

VS 1:

Uusi rakenne:



1. pintamateriaali ja käsittely huoneselostuksen mukaan
2. kuitusementtilevy, 12 mm (laskennassa 13 mm kipsilevy)
3. väliseinäranka, 95 mm + mineraalivilla
4. kuitusementtilevy, 12 mm (laskennassa 13 mm kipsilevy)
5. pintamateriaali ja käsittely huoneselostuksen mukaan

Kuva 10. Väliseinärakenne VS1

Taulukko 8. VS1-rakenteen materiaalit ja massat

Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]
VS 1: YHTEENSÄ			
Kipsilevy (13+13)mm	690	26	19,7
Teräs väliseinäranka R95	7800	95	0,9
Mineraalivilla	30	95	1,6
Uusi VS1 -rakenne yhteensä/m²:		121,0	22,2
Uusi VS1 -rakenne kokonais-m²		333	229 tn
Uusi VS-rakenne kokonais-m²		3 122	213 tn
Uusi VS-rakenne kokonais-m² (lasi, ovi)		982	

6 Ympäristöprofiilien laskenta ja tulokset

6.1 Lähtötiedot ja oletukset

Laskennassa on pääasiassa käytetty VTT:n laskentaohjelmaa BeCost. Materiaalit, joita ei ohjelmasta löytynyt ovat:

- kevytsorabetoni; Rakennustieto Oy:n RT-kortista
- polyuretaanieriste; www.spu.fi/ymparistoprofiili (5.3.2011)
- yläpohjan Siporex-elementti; www.rts.fi/ymparistoselose/ys026.htm (5.3.2011)
- ulkokatosten lasikuitukate; Talotekniikan LCA-laskentaohjelman käsikirja - 28.3.2003
- runkorakenneteräkset ja Delta-palkit; massat Ruukki Oy, joista suhteutettu BeCost-ohjelmalla
- lasilankkuseinä profiileineen, teräslasiseinä, teräslasiovi; Rakennustietosäätiön julkaisu: Saari, Arto; Rakennusten ja rakennusosien ympäristöselosteet. Helsinki 2001. s. 67
 - laskenta tehty CO₂- ja SO₂-ekvivalenttisilla päästöarvoilla
- vanha, purettava puuikkuna; Rakennustietosäätiön julkaisu: Saari, Arto; Rakennusten ja rakennusosien ympäristöselosteet. Helsinki 2001. s. 71
 - laskenta tehty CO₂- ja SO₂-ekvivalenttisilla päästöarvoilla
- uusi, puu-alumiini-ikkuna; Rakennustietosäätiön julkaisu: Saari, Arto; Rakennusten ja rakennusosien ympäristöselosteet. Helsinki 2001. s. 74
 - laskenta tehty CO₂- ja SO₂-ekvivalenttisilla päästöarvoilla
- sisäovet; Rakennustietosäätiön julkaisu: Saari, Arto; Rakennusten ja rakennusosien ympäristöselosteet. Helsinki 2001. s. 85
 - laskenta tehty CO₂- ja SO₂-ekvivalenttisilla päästöarvoilla
 - Laskelmissa kaikki ovet on laskettu tavallisina puuvovina. Laskelmissa ei ole huomioitu esim. dB- tai laminointipintaisten ovien ominaisuuksia.

Lämmitysenergian kulutusvertailuissa käytettiin ominaisympäristöprofiilia Vantaan kaukolämpö 1998, joka saatiin lähteestä:

- Talotekniikan LCA-laskentaohjelman käsikirja - 28.3.2003 (päivitetty), VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. 2000.

Mukaillen muista materiaaleista muokattuja päästöarvoja:

- TT-laatta laskettu ontelolaatan päästöarvoista
- hiekka laskettu soran päästöarvoista tiheydellä korjattuna
- teräskasetti mitoitusta suhteutettuna teräsansaan paksuuteen
- purettavat IV-konehuoneen seinät uusien rakenteiden mukaan

Muuta huomioitavaa:

- katolla olevien IV-konehuoneen teräskehärakenne (kantava) päästöarvot laskettu ulkoseinärakenteisiin
- portaiden päästöarvot laskettu välipohjarakenteisiin
- portaisiin ei ole laskettu teräskierreportaita eikä kaiderakenteita vajavaisten laskentatietojen vuoksi
- purettavan kattoterassin 70-luvun vaahtolasi-rakenneosalle ei löytynyt päästöarvoja, ei huomioitu laskennassa
- katolla olevan IV-konehuoneen ulkoseinän asfaltoitu expamet verkolle ei löytynyt päästöarvoja, ei huomioitu laskennassa

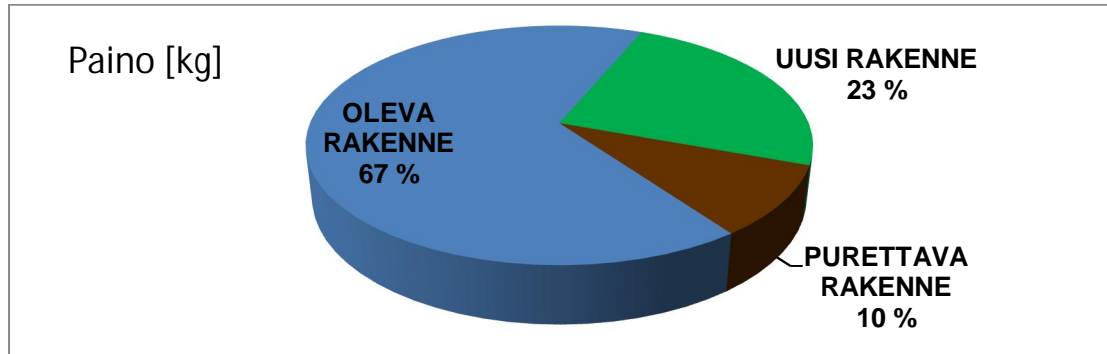
6.2 Tulokset

6.2.1 Massa

Rakennus on kookas julkinen rakennus, ja sen massa on yhteensä vanhan rakennuksen osalta noin 15 000 tn (15 milj. kg), laajennus lisää massaa noin 2 000 tn (2 milj. kg) ja saneerattu rakennus ja laajennus osa yhteensä yli 17 000 tn (17 milj. kg). Vanhan rakennuksen materiaalien jakauma rakennustilavuuteen on vanhan rakennuksen osalta 0,36 tn/rm³, laajennuksen 0,46 tn/rm³, perusparannuksen ja laajennuksen osalta 0,35 tn/rm³. Neliömetreille materiaalmassa jakautuvat nykyisessä rakennuksessa 1,47 tn/brm² ja 2,16 tn/m², laajennuksessa 1,90 tn/brm² ja 2,96 tn/m², saneeraus ja laajennus ovat yhteensä 1,48 tn/brm² ja 2,19 tn/m². Saneerauksessa otetaan teknisiä ja VSS-tiloja aktiivikäyttöön; asukas- ja nuorisotiloiksi.

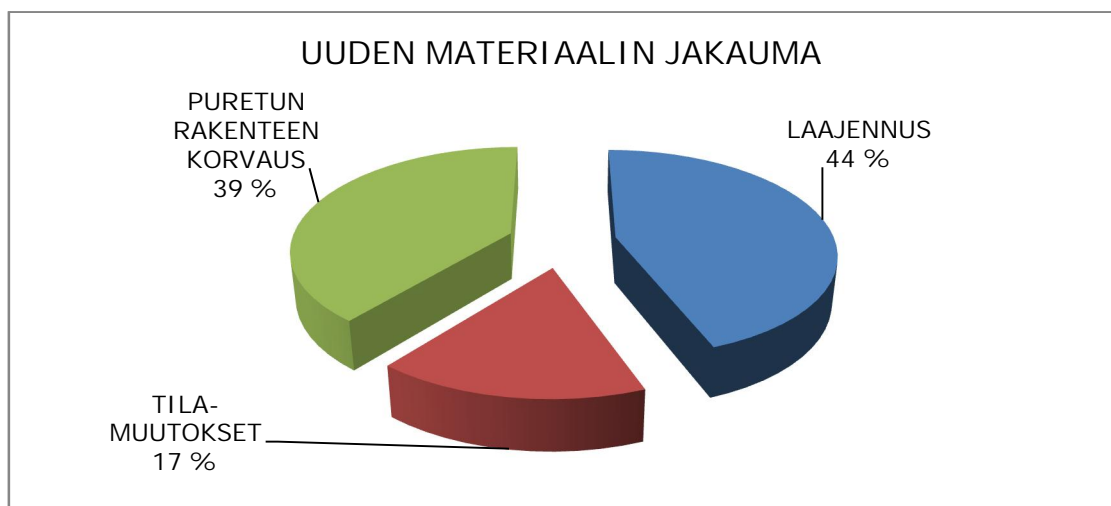
On selvää, että tällainen massa erilaisia rakennusmateriaaleja tuottaa elinkaarensa aikana myös suuren määrän päästöjä. Vaikka rakennuksen taloudelliset kustannukset

olivat "vain" 20 % edullisemmat, voidaan olettaa, että "ympäristökustannusten" osalta päästöjä syntyy enemmän. Kuvassa 11 näkyy painon osalta suuntaviivoja, kuinka paljon vanhoja rakenteita on voitu säilyttää.



Kuva 11. Rakennuksen painojakauma eri käyttöikävaiheessa olevien rakenteiden suhteen (yhteensä 19 332 tn)

Kuvassa 12 on erotettu kuvan 11 UUSI RAKENNE -osuus (23 %). Tämä jakautuu painonsa osalta laajennuksen (44 %), tilamuutosten (17 %) ja puretun tilalle rakennetun rakenteen (39 %) massaun. Suuri osa tilamuutoksista koostuu kevyiden väliseinien siirroista, siksi prosentuaalinen osuus on pienehkö, vain 17 prosenttia.



Kuva 12. Uuden rakenteen materiaalien jakautuminen eri käyttötarkoituksiin (yhteensä 23 % rakennuksen painosta; 4682 tn)

Painavimmat materiaalit alapohjassa ovat TB-laatat ja salaojasepeli (taulukko 9). Nämä vastaavat 98,4 % koko rakenteen massasta. Välipohjassa kaksi pääkäyttömateriaalia,

ontelo- ja TB-laatat, vastaavat käytännössä 100 %:a massasta. Pelkästään ontelolaattojen osuus on 86 % massasta.

Taulukko 9. Rakennetyyppien massajakauma päämateriaalien suhteen ala- ja välipohjassa

Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]
Uusittava alapohjarakenne			
TB-laatta	2425	100	242,5
Salaojasepeli	1900	300	570,0
TB-laatta ja salaojasepeli, kokonais-m²		2 233	1 814 tn
Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]
Uusittava välipohjarakenne			
Ontelolaatta (1225 m ²)	1320	400	528,0
TB-laatta (556 m ²)	2425	80	194,0
Ontelo- ja TB-laatta, kokonais-m²		1225/556	755 tn

Yläpohjarakenteissa suurin massa osuus on ontelolaatat, puurakenteet, mineraalivilla ja hitsattava bitumikate (taulukko 10). Nämä kattavat 83 % kaikesta materiaalmassasta. Huomioitavaa on, että pinta-alaltaan suhteellisen pieni ontelolaattarakenne (laajennukset) kattaa 44 % materiaalmassasta, kun taas suurimman pinta-alan bitumikate vain 7 %. Myös puu- ja mineraalivillarakenteiden osuus on pinta-alassa suuri, mutta kuitenkin näiden uusien vesikattorakenteiden paino-osuus on yhteensä vajaa 40 %. Ontelolaatan osuus on noin kymmenes vesikattopinta-alasta, mutta painoltaan se vastaa lähes puolta yläpohjarakenteen uusittavasta kokonaismassasta.

Taulukko 10. Rakennetyyppien massajakauma päämateriaalien suhteen yläpohjassa

Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]	Rak.tyypin massa [tn]
Uusi YP				
Ontelolaatta (689 m ²)	1320	320,0	422,4	291
Puurakenteet (7569 m ²)	520	23/300	4/13,5	117
Mineraalivilla (6669 m ² /556 m ²)	35/90	30/130/300	1,1/2,8/4,7/10,9	95
Hitsattava bitumikate (7477 m ²)	1250	4,4	6,2	46
Uusi YP-rakenne kokonais-m²				549 tn

Ulkoseinärakenteessa teräsbetonirakenteet vastaavat 75 %:a koko rakennetyypin massasta, taulukko 11. Tästä suurin osa on julkisivuissa vaihdettavia sandwich-elementtien TB-kuorielementtejä. Noin kolmen massaprosentin osuus on ilmanvaihtokonehuoneiden (teräs)runkorakenteissa, puuelementtiseinien puurakenteissa ja julkisivujen tuulensuojakipsilevyissä.

Taulukko 11. Rakennetyyppien massajakauma päämateriaalien suhteen ulkoseinissä

Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]
Uusi US-rakenne			
TB-kuorielementti (1879 m ²)	2500	80/100	250,0
TB-seinä (paikallavalu) (648 m ²)	2500	180	450,0
Uudet TB-pilarit 2 x 4000 x 300 x 300	2 500	8 kpl	225 kg/kpl
Teräsrunkorakenne, IV-KH(t) katolla	7 800		Kok. 30 772 kg
Uusi US-rakenne kokonais-m²			775 tn

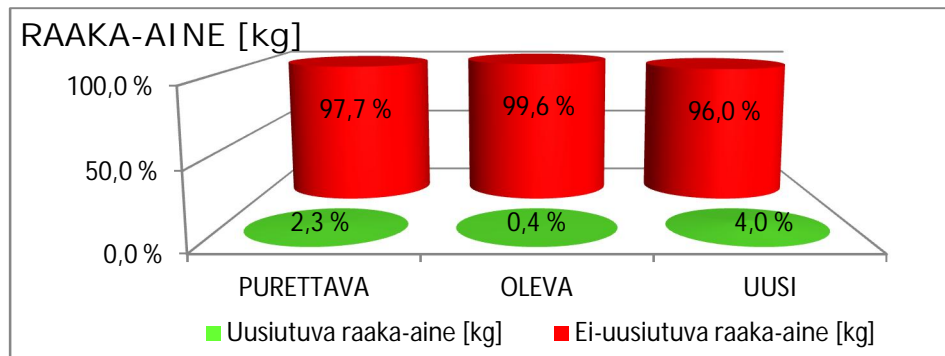
Väliseinien rakenteista 54 % massasta koostuu muurauksesta. Kipsilevytysten massa on noin 22 % väliseinien massasta (taulukko 12). Näin on vaikka suurin osa uusittavista ja uusista seinistä on kipsilevy-teräsrankaseiniä.

Taulukko 12. Rakennetyyppien massajakauma päämateriaalien suhteen väliseinissä

Materiaali	Tiheys [kg/m ³]	Paksuus [mm]	Massa [kg/m ²]
Uusi väliseinä			
Muuraus (+ laasti) (732 m ²)	1500	85/130	133,9/204,8
Kipsilevy (13+13)mm (2286 m ²)	690	26	9,8
Uusi VS-rakenne kokonais-m²			3 018
			162 tn

6.2.2 Uusiutuvan ja ei-uusituvan raaka-aineen käyttö

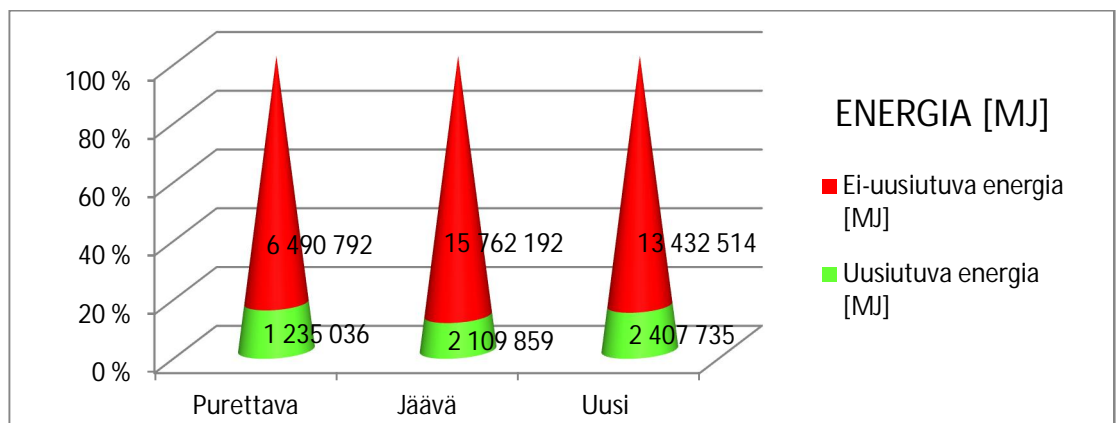
Rakennus on pääosin teräsbetonista tai muuta kiviainespohjaista rakennetta, näin uusituvan raaka-aineen määrän voidaan olettaa olevan vähäinen. Kuvan 13 kaaviosta voidaan todeta, että suunta on kohti uusiutuvaa raaka-ainetta, mutta matkaa on vielä.



Kuva 13. Raaka-aineiden jako uusiutuvien ja ei-uusiutuvien suhteen

6.2.3 Uusiutuvan ja ei-uusiutuvan energian käyttö

Rakennuksen materiaalien jakauma uusiutuvaan ja ei-uusiutuvaan energiaan on tasainen vanhan ja uusitun rakennuksen osalta. Uusiutuvan käyttö on 13,1 – 13,4 % välillä, ei-uusiutuvan ollessa 86,2 – 86,9 %. Vanhan rakennuksen tilajakauma uusiutuvan energian suhteen on 0,08 GJ/rm³, 0,33 GJ/brm², 0,49 GJ/m² ja ei-uusiutuvan energian 0,54 GJ/rm³, 2,23 GJ/brm², 3,28 GJ/m². Saneeratussa ja laajennetussa rakennuksessa vastaavat arvot ovat 0,09 GJ/rm³, 0,38 GJ/brm², 0,56 GJ/m² ja ei-uusiutuvan energian 0,59 GJ/rm³, 2,47 GJ/brm², 3,65 GJ/m² (kuva 14).



Kuva 14. Rakenteiden jako uusiutuvan ja ei-uusiutuvan energian suhteen

6.2.4 Päästöarvot taulukkona

Koko rakennuksen elinkaaren aikana uudesta rakennuksesta 70-luvulla nyt suoritettavaan saneeraukseen ja laajennukseen aiheutuneet päästöt on esitetty taulukoissa 13 kokonaismäärinä. Taulukossa "purettava" tarkoitetaan alkuperäistä 70-luvun rakennetta, joka nyt puretaan pois käytöstä ja jonka tilalle useimmissa tapauksissa rakennetaan vastaava tai toinen rakenne. "Oleva" tarkoittaa vanhaa rakennetta, joka jää käyttöön, jatkaa elinkaartaan, vielä saneerauksen jälkeen. "Uusi" on saneerauksessa uusittava, korjattava tai laajennuksessa lisättävä rakennusmateriaali. "Yhteensä" -rivillä kaikki edellä mainitut arvot on laskettu yhteen. Taulukossa 13 olevat luvut kuvaavat näiden määreiden mukaista painoa, käyttökertoja 100 vuodessa, raaka-aineiden ja materiaalien energiankulutusta.

Taulukko 13. Rakennukseen saneerauksen ja laajennuksen jälkeen rakennukseen käytettyjen materiaalien paino, uusiutuvan/ei-uusiutuvan raaka-aineen osuudet ja uusiutuvan/ei-uusiutuvan energian käyttö materiaalin valmistuksessa

RAKENTEET YHTEENSÄ	Paino [tn]	käyttökerrat 100 vuodessa	Uusiutuva raaka-aine [tn]	Ei-uusiutuva raaka-aine [tn]	Uusiutuva energia [GJ]	Ei-uusiutuva energia [GJ]
Purettava	1 834	2,5	49	2 061	1 235	6 491
Oleva	12 816	0,7	55	13 690	2 110	15 762
Uusi	4 682	1,0	209	4 973	2 408	13 433
YHTEENSÄ	19 332		313	20 724	5 753	35 685

Taulukoissa 14, 15 ja 16 esitetään rakennuksen tähänastisen käytön päästöt (kasvihuonepäästöt, happamoivat päästöt, oksidoivat päästöt). Taulukossa 17 on määritetty raskasmetalli- ja hiukkaspäästöt.

Taulukko 14. Rakennukseen saneerauksen ja laajennuksen jälkeen rakennukseen käytettyjen kasvihuonepäästöjä aiheuttavien päästöjen arvot ja niiden perusteella lasketut kasvihuonekaasujen CO₂ ekvivalenttiarvot

RAKENTEET YHTEENSÄ	CO ₂ ekv [tn]	CO ₂ [tn]	CH ₄ [tn]	N ₂ O [tn]
Purettava	539	522	0,6	0,003
Oleva	1 875	1 653	2,5	0,531
Uusi	1 074	1 006	1,6	0,092
YHTEENSÄ	3 487	3 182	4,7	0,626

Taulukko 15. Rakennukseen saneerauksen ja laajennuksen jälkeen rakennukseen käytettyjen happamoitumista aiheuttavien päästöjen arvot ja niiden perusteella lasketut SO₂ ekvivalenttiarvot

RAKENTEET YHTEENSÄ	SO ₂ ekv [tn]	SO ₂ [tn]	NO _x [tn]	NH ₃ [tn]
Purettava	2,3	1,4	1,2	0,086
Oleva	4,8	1,4	4,9	0,004
Uusi	4,5	2,4	2,5	0,220
YHTEENSÄ	11,6	5,2	8,6	0,310

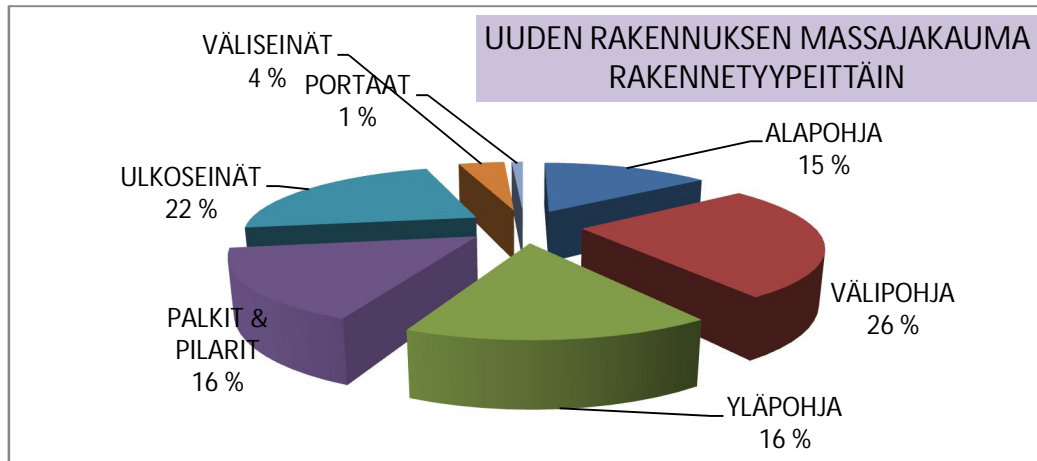
Taulukko 16. Rakennukseen saneerauksen ja laajennuksen jälkeen rakennukseen käytettyjen materiaalien alailmakehän otsonia pilaavat päästöt ja niiden perusteella laskettu fotokemialliset päästöt

RAKENTEET YHTEENSÄ	POCP [tn]	NMVOOC [tn]	NO _x [tn]	CO [tn]	CH ₄ [tn]
Purettava	1,4	0,347	1,2	7,2	0,632
Oleva	3,9	0,296	4,9	4,4	2,517
Uusi	3,0	0,773	2,5	16,7	1,592
YHTEENSÄ	8,3	1,416	8,6	28,3	4,741

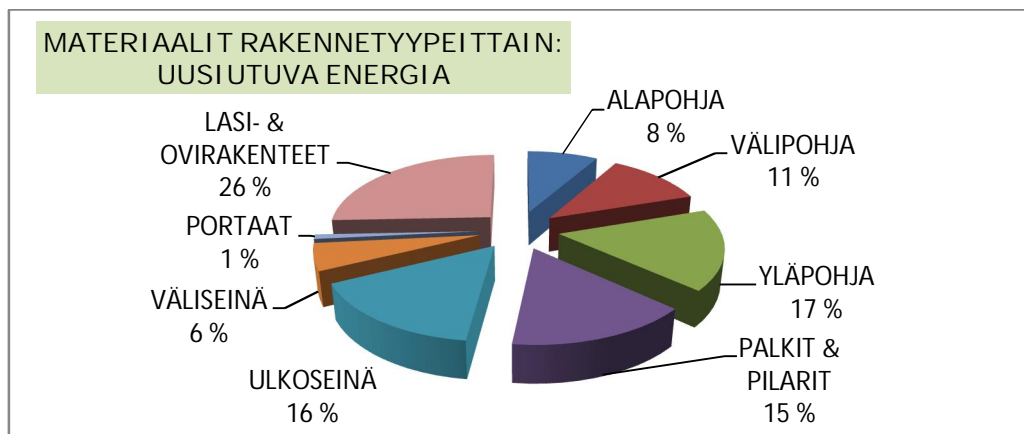
Taulukko 17. Käytettyjen rakennusmateriaalien aiheuttamat raskasmetallit ja hiukkaspäästöt

RAKENTEET YHTEENSÄ	Raskasmetallit RM [kg]	Hiukkaspäästöt PM10 [kg]
Purettava	0,000	1 168
Oleva	2,133	2 240
Uusi	0,343	1 943
YHTEENSÄ	2,475	5 351

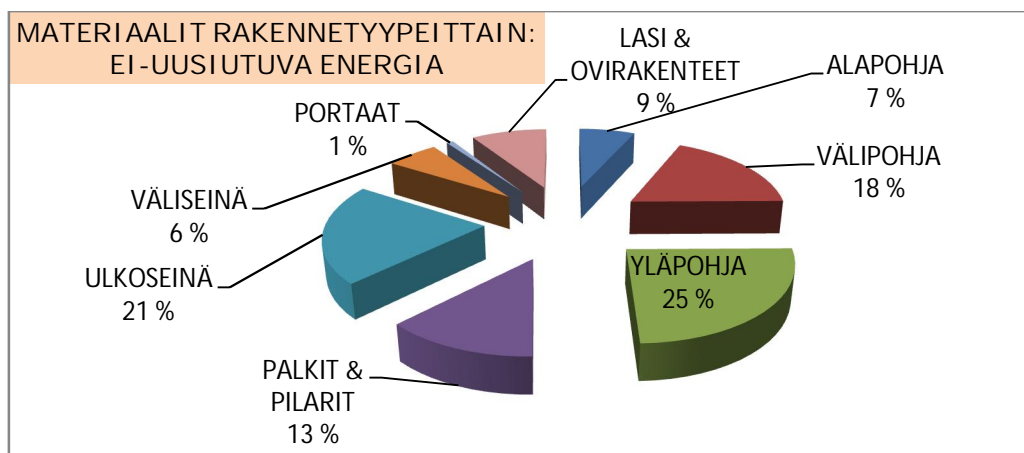
Seuraavissa ympyräkaavioissa on pyritty kuvaamaan uuden, saneeratun ja laajennetun, rakennuksen aiheuttamaa ympäristövaikutusta rakennetyypeittäin. Laskenta-arvoissa on mukana vanhoja rakenteita siltä osin, kun niitä on voitu säilyttää ja joiden elinkaari jatkuu, olettaen vielä 100 vuotta (yhteensä noin 140 vuotta) sekä uusia rakenteita uusittavien, muutettavien ja laajennuksen materiaalien osalta. Kuvassa 15 on jakauma materiaalimassan suhteen, kuva 16 uusiutuvan ja kuva 17 ei-uusiutuvan energiankulutuksen mukaan. Kuvassa 18 ovat yhdistetyn (uusiutuva ja ei-uusiutuva) energiankulutuksen jakosuhteet. Kuva 19 osoittaa CO₂-päästöjen suuruutta uudistetussa rakennuksessa. Kuvista voidaan todeta, että päästöt ja energiankulutus noudattelevat melkoisen tarkkaan kunkin rakenteen massajakaumaa.



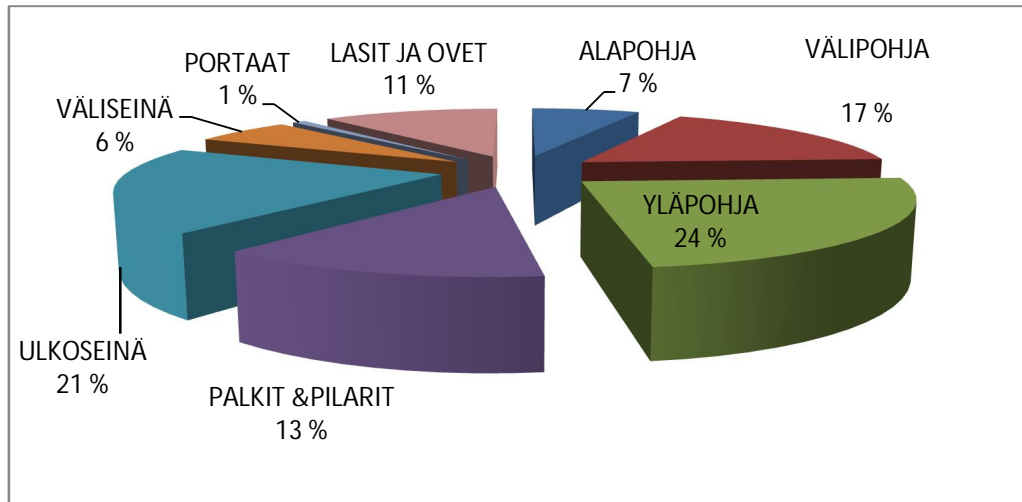
Kuva 15. Saneerauksen ja laajennuksen jälkeen koulurakennuksen painon jakauma rakennetyypeittäin (koko massa 17 500 tn)



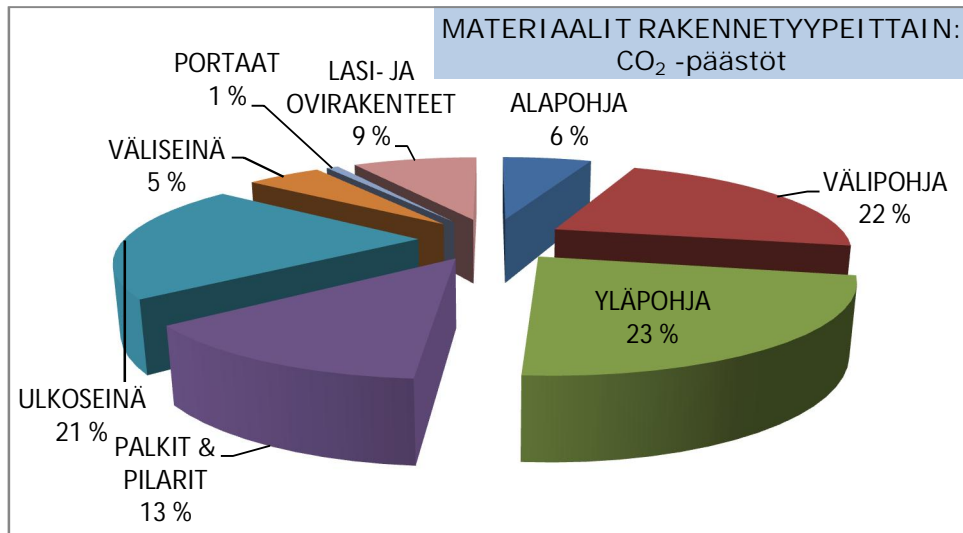
Kuva 16. Uusiutuvan energian käyttö materiaaleissa saneeratun ja laajennetun rakennuksen rakennetyypeittäin (uusiutuva energia materiaaleissa yhteensä 4 518 GJ)



Kuva 17. Ei-uusiuuvan energian käyttö materiaaleissa saneeratun ja laajennetun rakennuksen rakennetyypeittäin (ei-uusiuuva energia materiaaleissa yhteensä 29 195 GJ)



Kuva 18. Tuotteeseen varastoitunut energia materiaaleissa, saneerattu ja laajennettu rakennus (uusiutuva ja ei-uusiutuva energia yhteensä 33 712 GJ)



Kuva 19. Rakennusmateriaalien aiheuttamat CO₂ -päästöt saneeratun ja laajennetun rakennuksen rakennetyypeittäin (CO₂ -päästöt yhteensä 2 660 tn)

Taulukoissa 18 ja 19 ympäristökuormitustiedot on jaettu rakennuksen rakennetyyppien mukaan kunkin rakenteen bruttoneliömetrille. Arvoja voidaan mahdollisesti tulevaisuudessa käyttää 70-luvun normirakenteen vertailuarvona. Pylväiden ja pilareiden osalta ei ole suoritettu jakoa määrästä neliömetrille, koska jako rakennuksen eri osien suhteen on suurehko; vaihtelevina tekijöinä ovat muun muassa kuormat, sijoittelumahdollisuudet, rakennepaksuudet.

Taulukko 18. Raaka-aineiden ja materiaalien energiankulutusluvut (uusiutuvat/ei-uusiutuvat) bruttoneliometriä kohden saneeratusta/laajennetusta rakennuksessa

Saneerattu ja laajennettu rakennus	Uusiutuva raaka-aine [kg/brm ²]	Ei-uusiutuva raaka-aine [kg/brm ²]	Uusiutuva energia [MJ/brm ²]	Ei-uusiutuva energia [MJ/brm ²]
ALAPOHJA YHTEENSÄ	7	733	102	532
VÄLIPOHJA YHTEENSÄ	1	559	60	613
YLÄPOHJA YHTEENSÄ	10	208	55	528
PALKIT JA PILARIT YHTEENSÄ	0	0	0	0
ULKOSEINÄ YHTEENSÄ	5	495	88	767
VÄLISEINÄ YHTEENSÄ	1	131	42	302
PORTAAT YHTEENSÄ	11	1 659	359	1 964
LASIT JA OVET YHTEENSÄ	7	28	354	810

Taulukko 19. Kasvihuone-, happamoivat ja fotokemialliset päästöt bruttoneliometriä kohden saneeratusta/laajennetusta rakennuksessa

Saneerattu ja laajennettu rakennus	CO ₂ -ekv [kg/brm ²]	SO ₂ -ekv [g/brm ²]	POCP [g/brm ²]
ALAPOHJA YHTEENSÄ	47	173	132
VÄLIPOHJA YHTEENSÄ	79	207	157
YLÄPOHJA YHTEENSÄ	51	171	150
PALKIT JA PILARIT YHTEENSÄ	0	0	0
ULKOSEINÄ YHTEENSÄ	80	263	194
VÄLISEINÄ YHTEENSÄ	23	94	67
PORTAAT YHTEENSÄ	187	621	532
LASIT JA OVET YHTEENSÄ	70	325	0

7 Energiaselvitys

Vanhan rakennuksen energiankulutus on ollut kaukolämmön osalta vuosina 2002–2009 (ennen saneerauksen aloitusta) 1 256,7–1 445,1 MWh, keskiarvoinen käyttö 1 327,5 MWh. Rakennuksen bruttopinta-ala on 9 998 brm², joten kulutus neliötä kohden on 132,8 kWh/brm².

Martinlaakson yhtenäiskoulun rakennuksesta on tehty energiaselvitys, jossa rakennuksen energiatehokkuus, ET-luokka, määritettiin luokkaan C, 153 kWh/brm²/vuosi. Laskelmassa rakennuksen ala on 11 808 brm², laskennallinen kulutus 1 802 000 kWh/a, josta lämmitysenergiaan kuluu noin 80 %, kiinteistösähkön kulutuksen ollessa noin 20 %. Kaukolämmön energian kulutus on näin ollen (80 % · 153 kWh/brm²/a) 122,4 kWh/brm².

Uuden rakennuksen laskennallinen kaukolämpöenergiakulutus (lämmitys) on 11 808 brm²:lle 1 442 MWh/a ja vanhan rakennuksen 11 808 brm²:lle suhteutettu 1 568 MWh/a. Näistä laskettu vuosittainen säästö lämmityskuluissa olisi saneerauksen jälkeen 126 MWh/a, noin 8 %.

Saneeraukseen käytettyjen materiaalien raaka-aineille, materiaalien energiankulutusluville ja päästöille voidaan laskea teoreettinen aika, jolloin materiaalien aiheuttamat päästöt ovat vastaavat kuin lämmitysenergiansäästöstä saatu päästövähennys. Taulukossa 20 on esitetty tällaisten "kriittisten pisteiden" hetkiä vuosissa raaka-aineille ja materiaalien energiankulutusarvoille. Kaukolämmitykseen kuluvan raaka-aineen määrä on niin pieni, että aika nousee 487 vuoteen. Energiankulutuksen suhteen kriittinen hetki on kuitenkin vain 30 vuotta.

Taulukko 20. Jako uusiutuviin / ei-uusiutuviin raaka-aineiden ja energian kulutuksen suhteen sekä päästön ”kriittinen piste” vuosina saavutettuna pienemmällä lämmitysenergian kulutuksella

	Uusiutuva raaka-aine [tn]	Ei-uusiutuva raaka-aine [tn]	Uusiutuva energia [GJ]	Ei-uusiutuva energia [GJ]
KAIKKI YHTEENSÄ				
Kaikki uudet materiaalit	209	4 973	2 408	13 433
Energian säästö 126 MWh/a	0	10	0	441
Päästön palautuminen vuosina	0	487	0	30

Taulukossa 21 huomataan päästötaseajan ympäristöpäästöjen olevan alle rakennuksen arvioidun käyttöiän, 100 vuotta. Raskasmetallien ja hiukkaspäästöjen tilanne on myös tämä. Ei siis olle täysin mahdotonta, että rakennemuutoksia ja -korjauksia kannattaisi tehdä myös ympäristösyistä, energiatehokkuuden ja -säästön takia. Tämä ei ollut kuitenkaan tilanne rakennuksessa, vaan kosteus- ja muut rakenteelliset ongelmat, materiaalien vanheneminen ja siihen liittyvät tekijät.

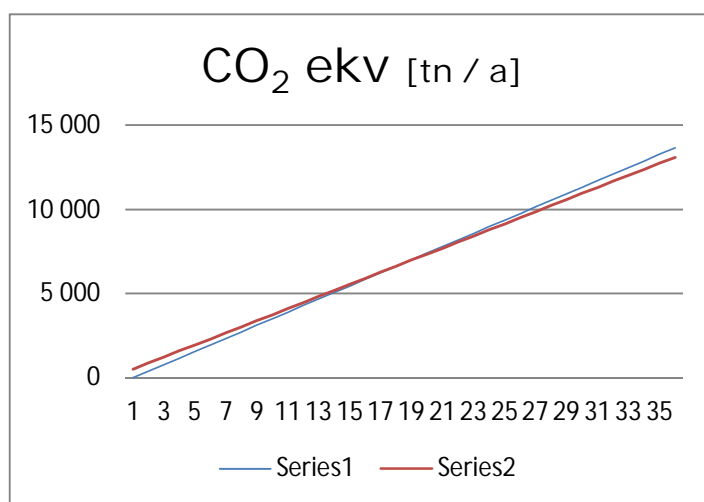
Taulukko 21. Päästöt ilmaan, happamoivat päästöt, oksidanttien muodostuminen, raskasmetallit, hiukkaspäästöt ja niiden ”kriittinen piste” vuosina saavutettuna pienemmällä lämmitysenergian kulutuksella

	CO ₂ -ekv [tn]	SO ₂ -ekv [kg]	POCP [kg]	RM [g]	PM10 [kg]
KAIKKI YHTEENSÄ					
Kaikki uudet materiaalit	1 074	4 605	3 020	343	1 943
Energian säästö 126 MWh/a	31	58	70	7	58
Päästön palautuminen vuosina	34	79	43	51	33

Kun uuden materiaalin määrästä poistettiin laajennuksen aiheuttamat materiaali-päästöt, putosivat materiaali-päästöjen ja lämmitysenergiäsäästöjen tasaantumispisteet (vuosissa) noin puoleen. Taulukosta 22 voidaan todeta tämä asia kasvihuone- (kuva 20), happamoivien (kuva 21) ja fotokemiallisten (kuva 22) päästöjen osalta.

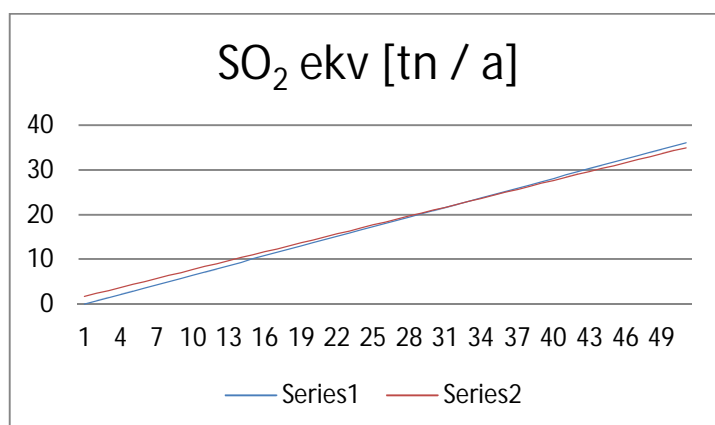
Taulukko 22. Uuden ja vanhan rakenteen lämmitysenergianpäästöjen määrä bruttoneliömetrille sekä saneerauksen päästöt bruttoneliömetrille ja "kriittinen piste" niiden välillä

SANEERAUS	CO ₂ -ekv [g]	SO ₂ -ekv [g]	POCP [g]
Energian käyttö ennen /brm ² /a	33 094	61	74
Uusi energian käyttö /brm ² /a	30 502	56	68
Säästö /brm ² /a	2 592	5	6
Saneeraus (ei laajennusta) /brm ²	43 759	148	95
Kriittinen piste vuosina	17 v.	31 v.	16 v.



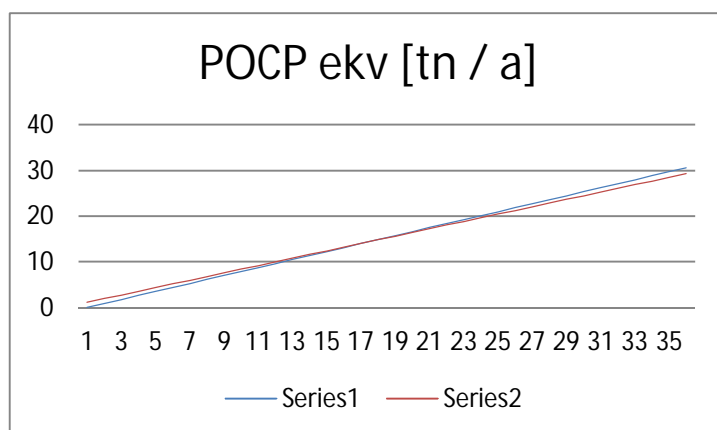
Kuva 20. Koko rakennuksen CO₂ ekvivalenttipäästöjen tasaantuminen: Sarja 1: ei-saneerattu rakennus; Sarja 2: saneerattu rakennus

tasaantuminen:



Kuva 21. Koko rakennuksen SO₂ ekvivalenttipäästöjen tasaantuminen: Sarja 1: ei-saneerattu rakennus; Sarja 2: saneerattu rakennus

tasaantuminen:



Kuva 22. Koko rakennuksen POCP ekvivalenttipäästöjen tasaantuminen: Sarja 1: ei-saneerattu rakennus; Sarja 2: saneerattu rakennus

7.1 Energiankulutus 100 vuoden käyttöiän aikana

Taulukosta 23 voidaan todeta, että rakennuksen aiheuttamat päästöt ovat pienet arvioidun 100 vuoden käyttöikään verrattuna. Saneerattuun rakennukseen on laskettu vanhan rakennuksen, saneerausmateriaalien ja laajennuksen päästöt.

Taulukko 23. Materiaalipäästöt saneeratussa, laajennetussa koulurakennuksessa ja lämmitysenergiankulutus seuraavalle 100 vuodelle

RAKENNUKSEN PÄÄSTÖT 100 VUODELLE	CO ₂ ekv [tn]	CO ₂ ekv %	SO ₂ ekv [tn]	SO ₂ ekv %	POCP [tn]	POCP %
Saneeratun rakennuksen päästöt	2 948	8 %	9	12 %	7	8 %
Lämmitysenergian kulutus 100 vuodessa	36 020	92 %	70	88 %	80	92 %
YHTEENSÄ	38 968	100 %	79	100 %	87	100 %

8 Tulosten tarkastelu

Lähes kaikkien käsiteltyjen rakenteiden, rakennetyyppien ja rakenneosien suhteen teräsbetonirakenteet nousivat suurimmaksi tekijäksi mitatuissa arvoissa. Näyttäisi jopa olevan, että teräsrakenteet voisivat olla parempi vaihtoehto hyvien rakenneominaisuuksiensa vuoksi (vrt. IV-konehuoneet katolla). Teräsrakenne on tiheydeltään suurempi, mutta sen käyttömäärä kokonaisuudessaan saattaa sittenkin tuottaa ympäristölle paremman lopputuloksen. Lisäksi teräksellä on teräsbetonia paremmat uusiokäyttöominaisuudet. Tämän todentaminen vaatii kuitenkin tässä työssä käsiteltyä enemmän rakennelaskentaa ja vertailua näiden kahden rakennetyypin välillä. Tässä työssä tällaista vertailua ei tehty, koska suunnitelmia erilaisten rakenteiden välillä ei ollut käytettävissä. Rakennuksessa teräsbetonirakenteet olivat suurelta osin jo olemassa, joten siihen ei voitu enää vaikuttaa. On vain hyvä, että TB-rakenteita pystyttiin käyttämään hyväksi korjatun rakennuksen runkona. Kun paljon päästöjä synnyttänyt rakenne on jo olemassa, käyttökuntoisena, olisi järjestöntä purkaa se vain, jotta se voitaisiin vaihtaa ympäristövaikutuksiltaan positiivisempaan tuotteeseen.

Rakennuksen yhteydessä teräsbetonirakenteet olivat pitkälti määräävä tekijä materiaalien ympäristökuluttavuuden kannalta. Muiden materiaalien valinnan vaikutukset jäivät kokonaisuudessa vähälle huomiolle, koska rakenteen TB-massa oli niin hallitseva. Tämä ei tietenkään tarkoita, ettei materiaalivalintoja tarkasteltaessa olisi väliä, millaisia ne ovat. Usein korjausrakentamiskohteissa runkorakenteisiin ei kosketa ollenkaan tai muutokset niissä ovat vähäiset. Tällöin esimerkiksi väliseinämateriaalivalinnat voivat olla suurin vaikuttava tekijä. Tai jos korjauskohteessa tehdään vain pintaremonttia, määrävin tekijä ympäristökustannusten kannalta saattavat olla pintamateriaalit, esimerkiksi lattiamatto tai -laatta valinnat. Saattaa olla mielekäästä tehdä yritykselle tai julkiselle sektorille laatukäsikirjoja, joihin valitaan materiaaleja juurikin ympäristökulutuksen mukaan tai ainakin kyseinen tieto otetaan huomioon tiedostoja kerätessä. Näin on hyvä tehdä siksikin, että vaikka yksittäisen pintaremontin ympäristökulutus olisi pienehkö, sen merkitys pitkällä aikavälillä voi olla merkittävä yleisyytensä ja usein tapahtuvan toistuvuutensa vuoksi. Näillä pidemmän aikavälin tarkasteluilla voidaan myös varmistaa rakenteen tai järjestelmän ympäristöystävällisyys ja vähäpäästöisyys. Materiaalina ympäristöraskas materiaali saattaa osoittautua pitkällä aikajaksolla ympäristöä vähemmän

kuluttavaksi kuin ekologinen tuote, joka vaatii jatkuvia huoltotoimenpiteitä ja aiheuttaa näin elinkaarensa aikana runsaasti ympäristöpäästöjä.

Nyt tehdyn laskennan tulosten pohjalta voisi olla perusteita ajattelulle, jossa energiatehokkaampia rakenteita kannattaisi harkita ja mahdollisesti aikaistaa pelkästään säästävän lämmitysenergian kulutuksen vuoksi. Joka tapauksessa kyseisen laskennan tekeminen kohteissa, joissa rakenteissa on jo muutenkin havaittavissa materiaalin vanhentumista, pilaantumista tai soveltumattomuutta tarkoitukseensa, tällaisen tarkastelun tekeminen olisi aiheellista.

Ympäristöpäästöjen lisäksi energiaa tuhlaavat rakenteet tuhlaavat rahaa. Ympäristökuormitus ja taloudelliset kustannukset eivät ehkä ole samaa perhettä, mutta kuitenkin samaa sukua. Materiaalimäärien noustessa sekä ympäristöpäästöt, että taloudelliset kustannukset tapaavat nousta, varsinkin silloin, kun ympäristövaikutuksiin ei ole perehdytty suunnittelupöydällä.

Uusiutuvien materiaalien käytön osalta puurakenteet ovat vähemmän ympäristöä kuormittavia kuin teräsbetonirakenteet. Tämän ja uusiutuvan materiaaliominaisuuksien vuoksi voisi jopa ajatella, josko joitakin "sekundaarisia" tiloja voisi tehdä rakennuksen yhteyteen puurakenteisina. Käyttöikäennusteen ei tarvitsisikaan yltyä niin pitkään käyttöikään kuin teräsbetonirungolla. Lyhyemmän käyttöikätaivoitteen aikana käyttötarkoitus tai esimerkiksi käyttötehokkuustarpeet voivat muuttua ja näihin voitaisiin vastata käyttöiän lopun lähestyessä. Voisiko "sekundaarinen" tila olla vaikkapa varasto, juhlatiiliikuntasali? Olisiko nykyiseen liikuntasaliin paikalle voitu rakentaa vakituisemman käytön tiloja ja käyttää koko kerroskorkeus paremmin hyväksi ja tehdä uusi sali laajennukseen puurakenteisena?

Rakennuksessa on äärettömän hyvin saatu aikaan uutta korkean käyttöasteen tilaa entisistä teknisistä ja kellaritiloista. Näin keinoin laajennuksen osuus on saatu oleellisesti pienenemään. Tämä on tärkeää myös ympäristönäkökulmasta. Nuoriso- ja vapaaajankäyttötilojen sijoittelu niin, ettei tämän suurempaa laajennustarvetta ole ilmennyt, on suunnittelijalta sekä ympäristöä että kustannuksia säästävä oivallus. Lisäksi yhdistelemällä eriaikaisia toimintoja rakennuksen käyttöastetta voidaan parantaa ja vähentää lisärakentamispainetta. Tällä saattaa olla myös rakennusta suojaava vaikutus, esimer-

kiksi ilkvallan vähenemisen muodossa, koska aktiivikäyttöaika lisääntyy. Ilmastointikonehuoneiden sijoittaminen katolle olisi ympäristöteko.

Tilojen paremmalla hyötykäytöllä ja rakennuksen rakenteiden parantamisella on päästy parempaan energiatehokkuuteen. Pelkästään oletetun lämmityskulun säästöillä kate-taan melkein kaikilta osin saneerauksella ja laajennuksella aiheutettu ympäristökuorma. Päästöjen "kriittinen piste" vuosissa jäi yli sataan vuoteen vain raaka-aineeseen sitou-tuneen energiankulutuksen osalta yli oletetun käyttöajan. Vertailtaessa rakennusmate-riaaleja ja kaukolämpöä tämä lienee melko ymmärrettävää. Joiltakin osin "kriittinen piste" oli jo 30 vuoden kohdalla, mikä lienee melkoisen hyvä tulos semminkin, kun ympäristölaskelmia kohteesta ei ollut tehty suunnitteluvaiheessa ollenkaan.

9 Johtopäätökset

Materiaalien vertailua varten tarvittaisiin materiaalien valmistajilta tarkempaa tietoa kunkin tuotteen ympäristöprofiileista. Nykyisellään tuotekohtaisia tietoja materiaalivalintojen ja vertailujen tueksi on mahdotonta löytää. Voisi jopa todeta, että halukkuutta ympäristöystävällisiin valintoihin on, ainakin suunnittelupuolella, mutta tuote- tai edes tuoteryhmäkohtaista tietoa on lähes mahdotonta löytää. Korjausrakentamisen puolella pintamateriaalien ja sisätilatuotteiden vaikutus on erittäin suuri, mutta ko. tuotteiden ympäristöprofiilien löytämisen mahdollisuus on erittäin pieni. Positiivisia poikkeuksiakin yrityksistä löytyy, mutta tietoa on niin vähän, ettei se riitä esimerkiksi sisätilojen pintamateriaalien vertailuun.

Uusiutuvien raaka-aineiden, myös energian, rakennustuotteisiin toivoisi suurempaa osuutta. Tässä rakennuksessa niiden osuus jäi alle viiteen prosenttiin, tarkasteltiinpa uusia tahi vanhoja rakenteita. Puurakenteita rakennuksessa oli vesikattorakenteissa, ovissa, ikkunoissa ja ikkuna-puuelementtirakenteissa. Lähinnä puurakenteet koostuivat koolauksista ja tuulettuvan ilmatilan rakenteista. Uusiutuvan energian käytön osalta rakennusmateriaalien osuus oli 13 %:n luokkaa. Vantaan kaukolämpö 1998 -taulukossa ei ole annettu tietoa uusiutuvan raaka-aineen käytölle, joten tämä arvo ei ollut vertailtavissa.

Energiankulutuksessa laajennus ja saneerattu rakennus kulutti 8 % vähemmän lämmitysenergiaa verrattuna vanhaan rakennukseen. Muunnettuna kasvihuone- (IPCC), happamoiiviin (Ekoindikaattori 95) ja valokemiallisiin (DAIA) päästöihin, kaikki päästömäärät alittivat 100 vuoden käyttöikäennusteen vuosimäärän. Päästöarvoiltaan vähemmän kuluttava rakenne, kun laskennassa kaikki uusi materiaali, toisi energiapäästöjen vähenemisen takaisin materiaalipäästöjen kulutuksesta kasvihuonepäästöissä (CO₂-ekv) 17 vuodessa, happamoitumisessa (SO₂-ekv) 31 vuodessa ja alailmakehän otsonin muodostumista aiheuttavissa päästöissä (POCP) 16 vuodessa, kun uusien materiaalien määrästä vähennettiin laajennusosan materiaalien päästöt.

1970-luvun uuden rakennuksen, nyt saneerattavan ja laajennettavan rakennuksen aiheuttamat ympäristökuormat ovat noin kymmeneksen rakennuksen oletetun käyttöiän,

100 vuoden, lämmitysenergian aiheuttamista päästöistä. Tämän perusteella voidaan katsoa, että rakennuksen tehokkaan käyttöasteen, talotekniikka- ja ohjausjärjestelmien tulee olla mahdollisimman hyvin suunnitellut ja tarkoituksenmukaiset, jotta energiatehokkuusajattelu toteutuisi mahdollisimman hyvin.

Näyttäisi siltä, että saneeraus energiatehokkaampaan rakennukseen on ainakin suurelta osin kannattavaa. Kuitenkin ennen työhön ryhtymistä tulee erityisen tarkasti kartoittaa, mihin kannattaa satsata, ja varsinkin, miten satsaukset on viisainta tehdä. On erittäin harmillista, ettei ympäristökuormitustietoa ole helposti saatavilla; varsinkin arkkitehtien ja suunnittelijoiden käytettävissä. Tuote- ja työtapakohtaisten tietojen sekä järkevien laskentaohjelmien avulla voitaisiin jopa päästä tilanteeseen, jossa rakennusta suunniteltaessa voitaisiin aidosti valita, mihin päästöjä kannattaa "tuhlata" ja miten rakennus ja rakenteet voidaan tehdä energia- ja ympäristöystävällisesti.

10 Yhteenveto

Kiinteistöön ei ollut järjestetty mitään vaihtoehtoista talotekniikkajärjestelmää, jolla olisi voitu lisätä energiatehokkuutta ja tuottaa omaa käyttöenergiaa. Tällaisia voivat olla hybridi-ilmastointi, kaukojäähdytys, ilma- ja maalämpöpumput tai aurinkokennot esimerkiksi käyttöveden lämmitykseen. Tasakattoisessa kohteessa edulliset aurinkolämmityskennot olisi voitu helposti toteuttaa eivätkä ne olisi kustannuksiltaan olleet tämän kokoluokan kohteessa kovinkaan merkittäviä. Uusissa rakennuksissa pakollinen ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmä rakennukseen sentään suunniteltiin korvaamaan vanha (osittainen) ilmakierrätysjärjestelmä.

Keski-Euroopassa ympäristöpolitiikassa on useissa maissa "porkkanalla" saatu ihmisiä lisäämään ympäristöasioiden hallintaa ja ympäristövaikutuksensa päästöjen pienentämisessä (mm. Belgian tuet, myös yksityistalouksille, aurinkopaneeleista). Suomessa lienee enemmän sanktioita suosiva käytäntö. Oli toteutustapa mikä hyvänsä, ympäristötietoutta ja -vaikutusymmärrystä tulisi lisätä. Rohkeampi ja aktiivisempi ote ympäristönäkökulmien huomioon ottamiseen on tervetullut julkissektorilla, tiennäyttäjänä.

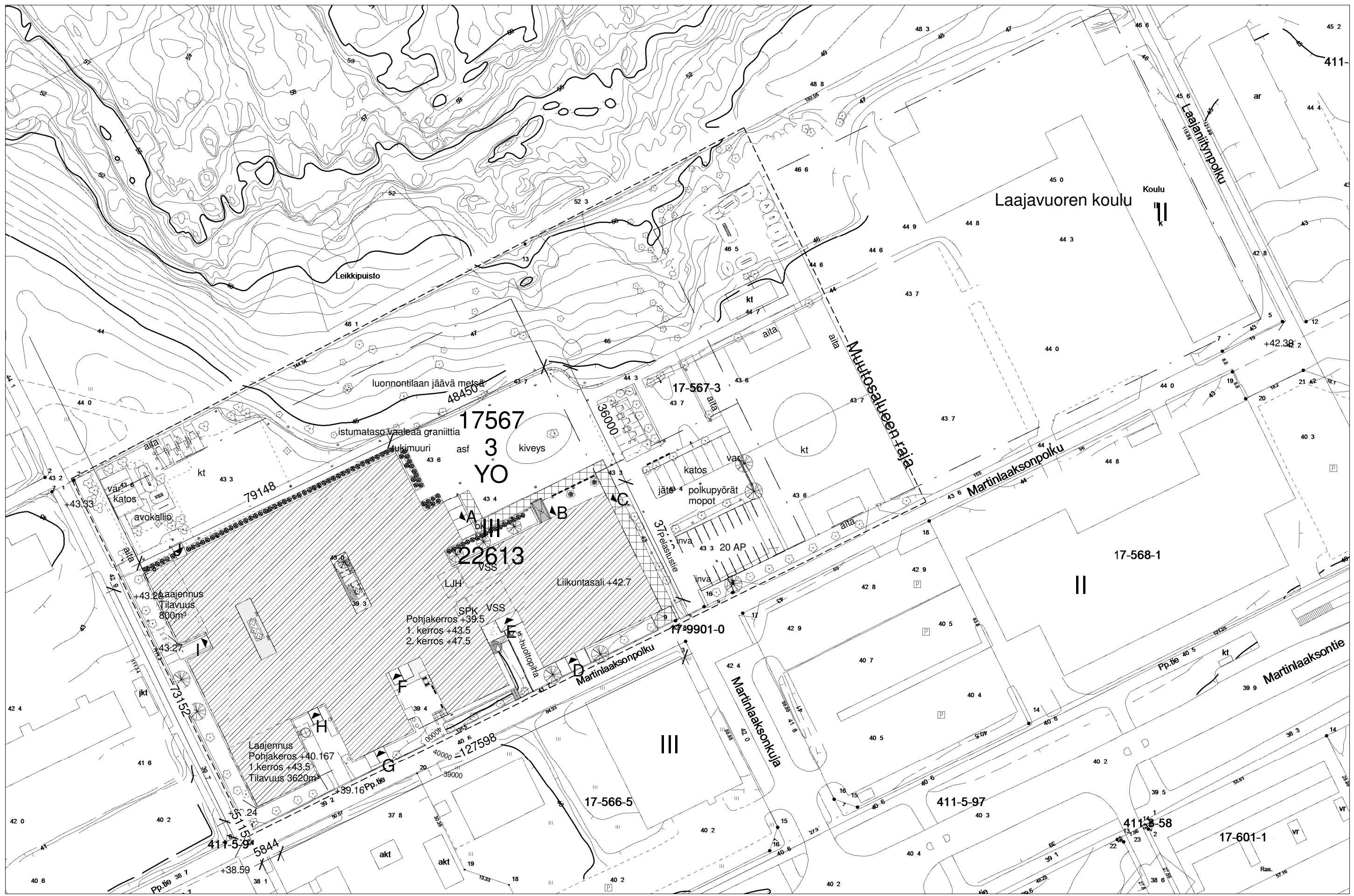
Yleisesti rakennussektoria koskien näkisin mielelläni kehittyvää tietoisuutta ja julkaisu-toimintaa ympäristöprofiilien suhteen. Myös ympäristökuormitusta kuvaavia mallinnusohjelmia toivoisin kehitettävän ja sulautettavan suomalaiseen rakennuskulttuuriin, -toimintatapoihin ja -materiaaleihin.

Julkissektorin ympäristöasioiden hallintaan on tulevaisuudessa panostettava, sisällytettävä se osaksi kaupungin strategiaa ja johtamiskulttuuria. Varsinkin Suomen suurimpiin kuuluvassa kaupungissa tulisi näin olla. Organisaatioon oma ympäristöstrategia ja näkemystä ympäristönäkökohtiin; rakentamisessa ylliedustettuna. Ympäristövaikutusten arviointi tulisi tehdä aina ennen lopullista päätöksentekoa. Tämä on järkevää, sillä suunnittelupöydällä ympäristösäästöjä on helpoin tehdä, ja se tämä tarkoittaa usein myös säästöjä kustannuksissa, materiaalien ja energiankulutuksessa.

Lähteet

- 1 Tarkoma, Jari (vastaava tilastonhoitaja). 2010. Rakennuskanta 2009: Rakennukset ja kesämökin 2009. Verkkotilasto. <www.stat.fi/til/rakke/2009/rakke_2009_2010-05-28_kat_002_fi.html>. Päivitetty 28.05.2010. Luettu 18.05.2011.
- 2 Vantaan kaupunki. Hankesuunnitelma. 2007. Martinlaakson yhtenäiskoulu
- 3 Suomen Ympäristökeskus. 2008. Eri tiedostoja verkkosivustossa: <www.ymparisto.fi/syke>. Luettu 01.09.2008.
- 4 Lindholm, Mika. 2009. Luentomonisteet. Korjausrakentamisen projektinhallinta.
- 5 Rakennusmateriaalien ja rakenteiden käyttöikäohjeet RIL 183-7-1996. 1996. Helsinki : Suomen rakennusinsinöörin liitto.
- 6 Kaivonen, Juha-Antti toim. 1994. Rakennusten korjaustekniikka ja talous. Helsinki: Rakennustieto: Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- 7 Isoniemi, Harri. 2002. Sisäisten toimitilavuokrien määrittäminen suurissa kaupungeissa. Licensiaattityö. Tampereen teknillinen korkeakoulu.
- 8 Tattari, Kai. 2001. Talotekniikan elinkaaritarkastelut; Talotekniikan Käsikirja 1. Liite 1: Materiaalien ympäristöprofiilit. Forssa: Suomen talotekniikan kehityskeskus Oy.
- 9 Hekkanen, Martti. 2005. JUKO – Ohjeistokansio, Kiinteistönpitostrategiat. Espoo: VTT
- 10 Kiinteistöjen tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot KH 90-00403. 2008. Helsinki: Rakennustieto
- 11 RIL 216-2001. Rakenteiden elinkaaritekniikka. 2001. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL r.y.
- 12 Hallitustenvälinen ilmastopaneeli (IPCC); Neljäs arviointiraportti; Ilmastonmuutos: yhteenvetoraportti; Tiivistelmä päätöksentekijöille. 2007. <www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=81566>. 2007. Luettu 01.05.2011.

- 13 Aho, Ilari. Talotekniikan elinkaaritarkastelut; Talotekniikan Käsikirja 1. Osa 1: Johdanto talotekniikan ympäristövaikutusten tarkasteluun. 2001. Forssa: Suomen talotekniikan kehityskeskus Oy.
- 14 Hara-Lindström, Eeva. Talotekniikan elinkaaritarkastelut; Talotekniikan Käsikirja 1. Osa 5.: Elinkaariarviointi – LCA. 2001. Forssa: Suomen talotekniikan kehityskeskus Oy.
- 15 Vares, Sirje. 2011. Erikoistutkija, VTT, Espoo. Sähköposti 02.05.2011.
- 16 Myyryläinen, Leevi. 2008. Elinkaariajattelu kiinteistönpidossa.
- 17 RIL 183-7-1996. Rakennusmateriaalien ja rakenteiden käyttöikäohjeet. 1996. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.
- 18 Häkkinen, Tarja; Ahola, Pirjo; Vanhatalo, Leila; Merra, Arja. 1999. Pintakäsitellyn ulkoverhouslaudan ympäristövaikutukset käytön aikana. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus
- 19 Vares, Sirje. Kerrostalon ympäristövaikutukset, LVIS-2001-tyyppikerrostalo. 2001. VTT:n tietotteita 2108. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus.
- 20 Antikainen, Riina (toim.), Elinkaarimetodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet; Suomen Ympäristökeskuksen raportteja 7/2010. 2010. Helsinki: Suomen ympäristökeskus (SYKE).



Martinlaakson yhtenäiskoulu

Martinlaaksonpolku 4, 01620 VANTAA

suunnittelija
Arto Aho, Tarmo Peltonen

piirustuslaji

suunnitteluala
ARK

piirustusnumero
PP001

muutos

piirustuksen sisältö

Asemapiirustus / pienennös

mittakaava

1 : 1000

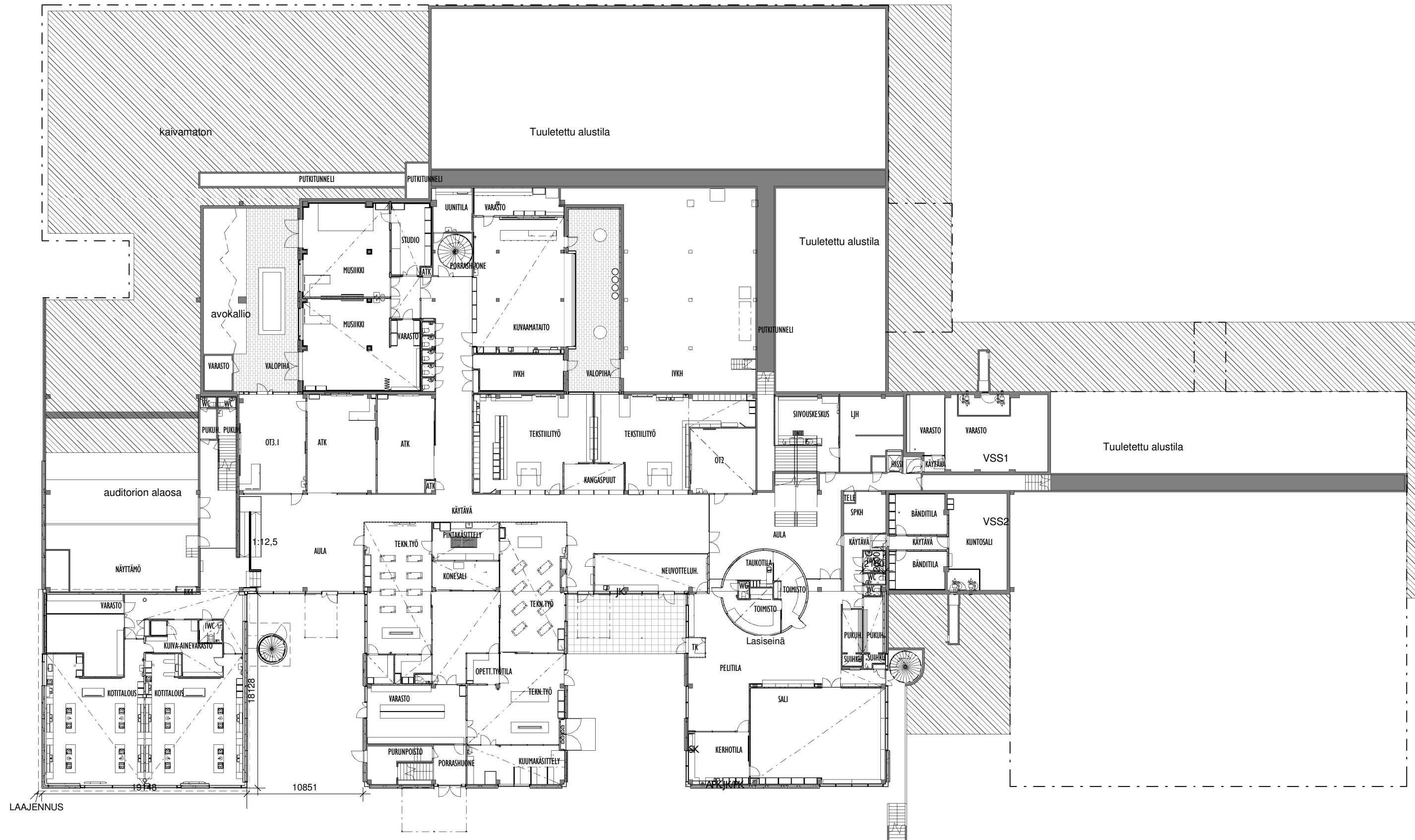
päiväys

27.08.2009

ARKKITEHTITOIMISTO LEHTO PELTONEN VALKAMA OY

PURSIMIEHENKATU 26B 31 00150 HELSINKI FINLAND TEL:+358 9 6877520 FAX:2609797 E-MAIL: HELSINKI@LPV.FI WWW.LPV.FI

Tekijänoikeus Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy. Tämän aineiston tai sen jonkin osan kopioiminen tai jäljentäminen valokopiolla, digitoimalla, tietojärjestelmään tai tietokantaan tallentamalla taikka mitä tahansa muuta tallennus- tai jäljentämistapaa käyttäen, samoin kuin aineiston tai sen osan myyminen, vuokraaminen, lainaaminen ja muu levittäminen tai aineiston välittämisen tietoverkon välityksin on sallittu vain Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy:n antaman etukäteen kirjallisen luvan nojalla ja luvan mukaiseen käyttötarjoukseen. Aineiston luvattomasta käytöstä seuraa tekijänoikeuslain (404/1961) mukainen vahingonkorvausvelvollisuus ja rangaistusvastuu.



Martinlaakson yhtenäiskoulu

Martinlaaksonpolku 4, 01620 VANTAA

suunnittelija
Arto Aho, Tarmo Peltonen

piirustuslaji

suunnittelualue
ARK

piirustusnumero
PP002

muutos

piirustuksen sisältö

Pohjakerros / pienennös

mittakaava
1 : 350

päiväys

27.08.2009

ARKKITEHTITOIMISTO LEHTO PELTONEN VALKAMA OY

PURSIMIEHENKATU 26B 31 00150 HELSINKI FINLAND TEL:+358 9 6877520 FAX:2609797 E-MAIL: HELSINKI@LPV.FI WWW.LPV.FI

Tekijänoikeus Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy. Tämän aineiston tai sen jonkin osan kopioiminen tai jäljentäminen valokopiolla, digitoimalla, tietojärjestelmään tai tietokantaan tallentamalla taikka mitä tahansa muuta tallennus- tai jäljentämistapaa käyttäen, samoin kuin aineiston tai sen osan myyminen, vuokraaminen, lainaaminen ja muu levittäminen tai aineiston välittäminen tietoverkon välityksin on sallittu vain Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy:n antaman etukäteisen kirjallisen luvan nojalla ja luvan mukaiseen käyttöä tarkoitukseen. Aineiston luvattomasta käytöstä seuraa tekijänoikeuslain (404/1961) mukainen vahingonkorvausvelvollisuus ja rangaistusvastuu.



25.8.2009 15.52.25

Martinlaakson yhtenäiskoulu

Martinlaaksonpolku 4, 01620 VANTAA

suunnittelija
Arto Aho, Tarmo Peltonen

piirustuslaji

suunnittelualue
ARK

piirustusnumero
PP003

muutos

piirustuksen sisältö
1.kerros / pienennös

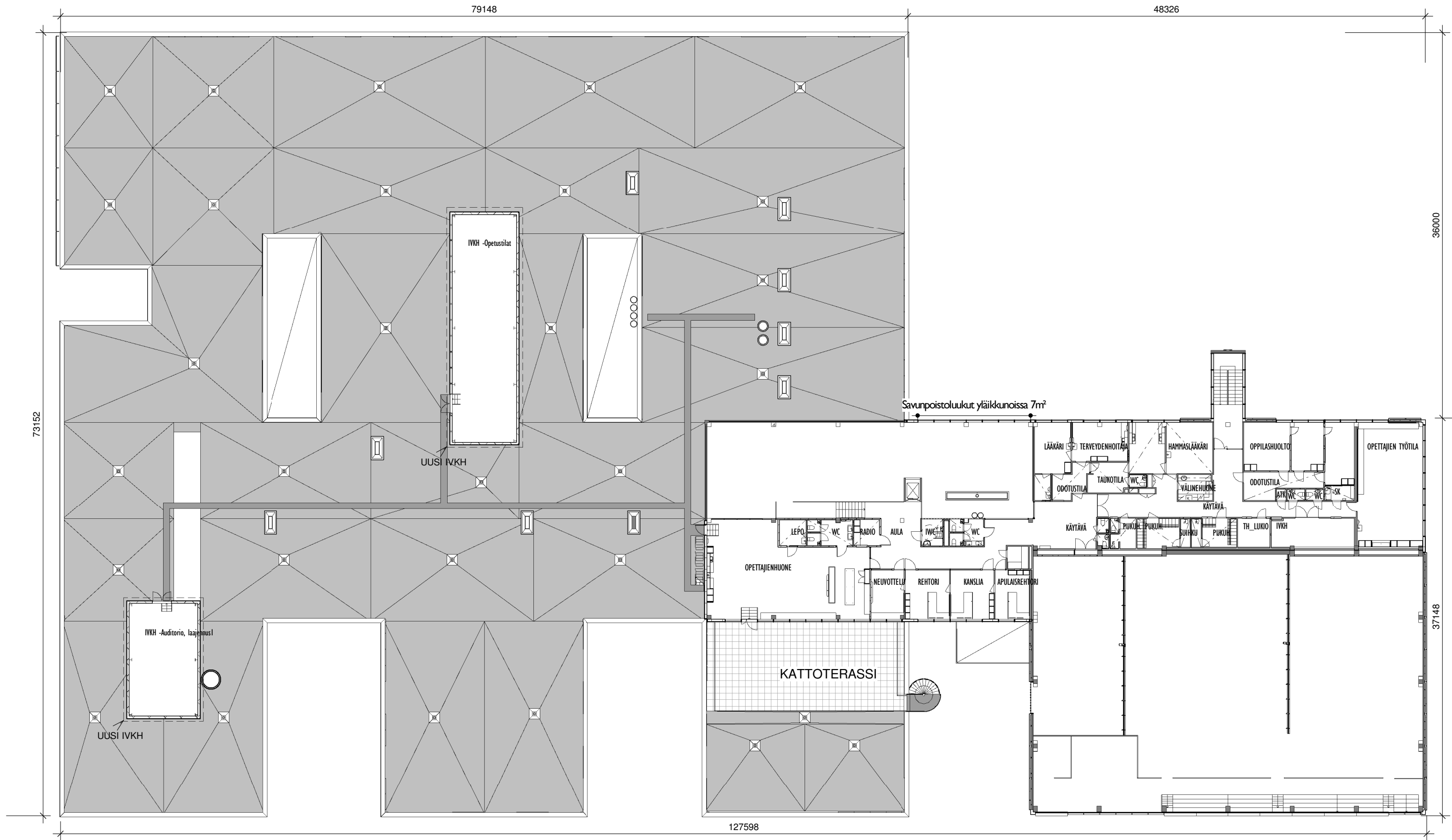
mittakaava
1 : 350

päiväys

27.08.2009

ARKKITEHTITOIMISTO LEHTO PELTONEN VALKAMA OY
PURSIMIEHENKATU 26B 31 00150 HELSINKI FINLAND TEL:+358 9 6877520 FAX:2609797 E-MAIL: HELSINKI@LPV.FI WWW.LPV.FI

Tekijänoikeus Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy. Tämän aineiston tai sen jonkin osan kopioiminen tai jäljentäminen valokopiolla, digitoimalla, tietojärjestelmään tai tietokantaan tallentamalla taikka mitä tahansa muuta tallennus- tai jäljentämistapaa käyttäen, samoin kuin aineiston tai sen osan myyminen, vuokraaminen, lainaaminen ja muu levittäminen tai aineiston välittämisen tietoverkon välityksin on sallittu vain Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy:n antaman etukäteisen kirjallisen luvan nojalla ja luvan mukaiseen käyttötarjoukseen. Aineiston luvattomasta käytöstä seuraa tekijänoikeuslain (404/1961) mukainen vahingonkorvausvelvollisuus ja rangaistusvastuu.



25.8.2009 12:53:07

Martinlaakson yhtenäiskoulu

Martinlaaksonpolku 4, 01620 VANTAA

suunnittelija
Arto Aho, Tarmo Peltonen

piirustuslaji

suunnitteluala
ARK

piirustusnumero
PP004

muutos

piirustuksen sisältö
2.kerros / pienennös

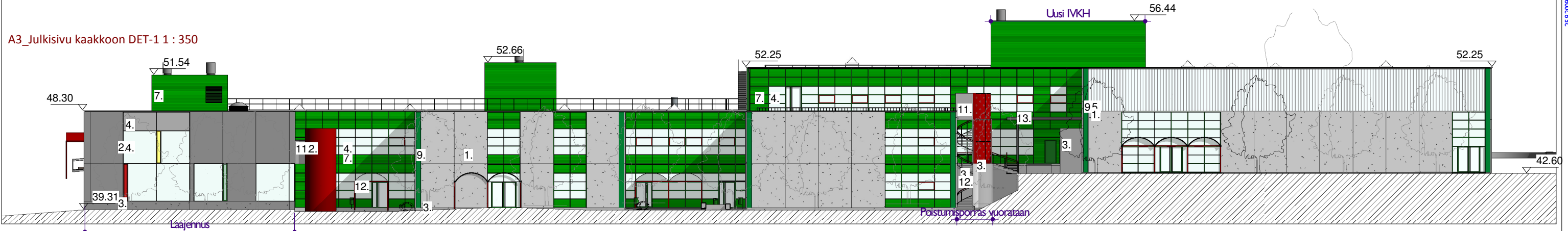
mittakaava
1 : 350

päiväys
27.08.2009

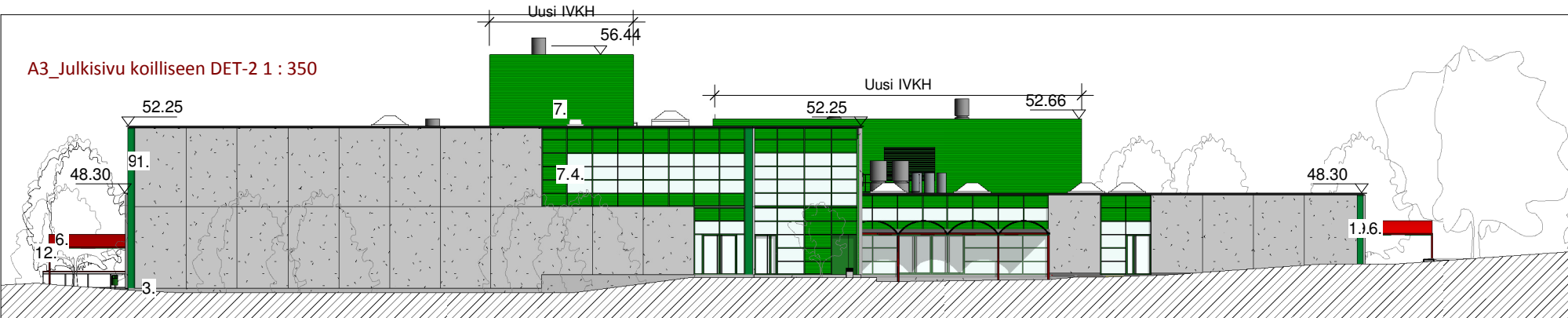
ARKKITEHTITOIMISTO LEHTO PELTONEN VALKAMA OY
PURSIMIEHENKATU 26B 31 00150 HELSINKI FINLAND TEL:+358 9 6877520 FAX:2609797 E-MAIL: HELSINKI@LPV.FI WWW.LPV.FI

Tekijänoikeus Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy. Tämän aineiston tai sen jonkin osan kopioiminen tai jäljentäminen valokopiolla, digitoimalla, tietojärjestelmään tai tietokantaan tallentamalla taikka mitä tahansa muuta tallennus- tai jäljentämistapaa käyttäen, samoin kuin aineiston tai sen osan myyminen, vuokraaminen, lainaaminen ja muu levittäminen tai aineiston välittäminen tietoverkon välityksin on sallittu vain Arkkitehtitoimisto Lehto Peltonen Valkama Oy:n antaman etukäteisen kirjallisen luvan nojalla ja luvan mukaiseen käyttötarokutukseen. Aineiston luvattomasta käytöstä seuraa tekijänoikeuslain (404/1961) mukainen vahingonkorvausvelvollisuus ja rangaistusvastuu.

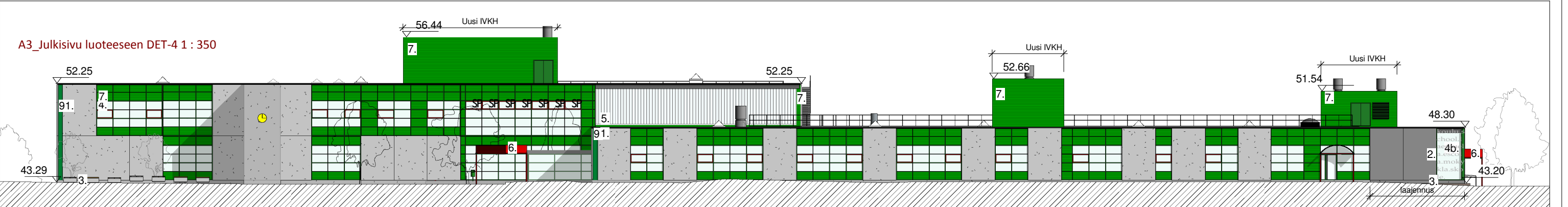
A3_Julkisivu kaakkoon DET-1 1 : 350



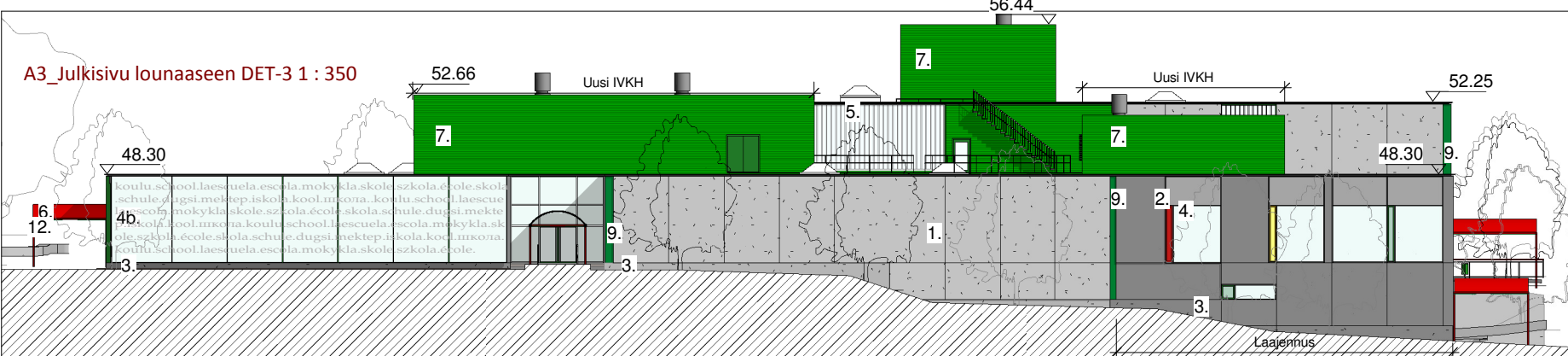
A3_Julkisivu koilliseen DET-2 1 : 350



A3_Julkisivu luoteeseen DET-4 1 : 350



A3_Julkisivu lounaaseen DET-3 1 : 350



Julkisivumateriaalit.

1.	Pesubetoni
2.	Lasuuribetoni
3.	Betoni
4.	Lasi, kirkas
4b.	Lasi, printti
5.	Profiililasi
6.	Lasikuitu, punainen
7.	Profiilipelti, vihreä
8.	Profiilipelti, harmaa
9.	Pelti, vihreä
10.	Reikäpelti, punainen
11.	Täyspuristeritiliä
12.	Teräs, punainen
13.	Teräs, harmaa
14.	Rappaus, harmaa

Martinlaakson yhtenäiskoulu

Martinlaaksonpolku 4, 01620 VANTAA

suunnittelija
Arto Aho, Tarmo Peltonen

piirustuslaji

suunnittelualue
ARK

piirustusnumero
PP005

muutos

piirustuksen sisältö
Julkisivut / pienennös

mittakaava
1 : 350

päiväys
27.08.2009

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Koulurakennuksen elinkaarianalyysi	3
2.1	Opinnäytetyön taustaa	3
2.2	Opinnäytetyön tavoite	4
2.3	Kiinteistön perusparannus	4
2.4	Käyttöikä	6
3	Martinlaakson yhtenäiskoulu	8
3.1	Saneerauksen aloittamisen perusteita	9
3.2	Nykyisen koulurakennuksen korjaustarve	10
3.3	Saneeraus ja laajennus	12
3.4	Tilajako	12
4	Ympäristövaikutukset	13
4.1	Ympäristövaikutusten laskenta	14
4.1.1	Luokittelu	14
4.1.2	Luonnehdinta	15
4.2	Elinkaari	17
4.3	Ympäristöseloste	18
5	Uusittavat ja uudet rakenteet	21
5.1	Alapohja	21
5.2	Välipohja	22
5.3	Yläpohja ja vesikattorakenne	23
5.4	Ulkoseinä	24
5.5	Väliseinä	25

6	Ympäristöprofiilien laskenta ja tulokset	27
6.1	Lähtötiedot ja oletukset	27
6.2	Tulokset	28
6.2.1	Massa	28
6.2.2	Uusiutuvan ja ei-uusiutuvan raaka-aineen käyttö	31
6.2.3	Uusiutuvan ja ei-uusiutuvan energian käyttö	32
6.2.4	Päästöarvot taulukkona	33
7	Energiaselvitys	38
7.1	Energiankulutus 100 vuoden käyttöiän aikana	41
8	Tulosten tarkastelu	42
9	Johtopäätökset	45
10	Yhteenveto	47
	Lähteet	49