

RIUSKA-OHJELMAN KÄYTTÖ JA ARVIOINTI

Jari Näränen
Opinnäytetyö
21.3.2011
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma
Talotekniikka

Opinnäytetyö
Insinööriyö

Sivuja + Liitteitä
58 + 13

Työn tilaaja
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Työn tekijä
Jari Näränen

Työn nimi
Riuska-ohjelman käyttö ja arviointi

Asiasanat
Energiälaskenta, Riuska, Room

Opinnäytetyön tavoitteena oli simuloida Oulun Kaukovainiolla sijaitsevan Oulun seudun ammattiopiston liiketalouden yksikön energiakäyttämistä Riuska-ohjelmalla. Kohteen laskennan ja käyttökokemuksien pohjalta arvioitiin Riuska-ohjelman soveltuvuutta energialaskennassa ja käytiin läpi ohjelman toimintoja.

Riuska on Olof Granlund Oy:n DOE 2.1E -simulointiohjelman pohjalta kehittämä energialaskentaohjelma, jonka kolme pääasiallista simulointityyppiä ovat energiasimulointi, olosuhdesimulointi ja lämpöhäviölaskenta. Simuloinnit perustuvat käyttäjän tekemiin laite-, kuorma-, aikataulu- ja rakenneratkaisuihin ja määritteliin. Simulointien pohjalta saadaan tietoa kohteen ja sen tilojen lämpöteknisestä käyttäytymisestä, sisäilman laadusta sekä kohteen ja järjestelmien energiankulutuksista. Riuska-ohjelman käyttö vaatii kohteesta IFC-muodossa olevan kolmiulotteisen mallinnuksen, joka kyseisessä opinnäytetyössä tehtiin MagiCAD Room -ohjelmalla.

Saatuja tietoja voitiin käyttää kohteen sää- ja kuormitustilanteiden vertailuissa sekä materiaali- ja laitevalintojen tekemisessä. Riuska osoittautui monipuoliseksi ohjelmaksi niin alustavien suunnitelmien ja laskelmien tekemiseen kuin jo olemassa olevien rakennusten, kuten saneerauskohteiden käyttöön. Parhaan hyödyn ohjelmasta saa tehdessä laajaa kohdetta, josta halutaan monipuolisia ja mahdollisimman tarkasti todellista tilannetta vastaavia tietoja.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO..... | 7 |
| 2 KOHDETIEDOT..... | 9 |
| 2.1 U-arvot..... | 10 |
| 2.1.1 Ulkoseinät ja perusmuuri..... | 10 |
| 2.1.2 Alapohjat..... | 11 |
| 2.1.3 Yläpohjat..... | 11 |
| 2.1.4 Ikkunat, ovet ja lasiseinät..... | 12 |
| 2.1.5 Ilmanvaihtokoneet..... | 13 |
| 2.1.6 Ilmanvaihtokoneiden käyntiajat..... | 14 |
| 2.1.7 Talotekniset järjestelmät..... | 14 |
| 3 ROOM..... | 15 |
| 3.1 Yleistä..... | 15 |
| 3.2 Roomin käyttäminen..... | 15 |
| 4 RIUSKA..... | 17 |
| 4.1 Yleistä..... | 17 |
| 4.2 Riuskan toiminnot..... | 19 |
| 4.3 Säätiiedot..... | 20 |
| 4.4 Asetukset..... | 20 |
| 4.5 Järjestelmät..... | 21 |
| 4.6 Kirjastot..... | 22 |

| | |
|---|----|
| 4.6.1 Rakennekirjastot..... | 22 |
| 4.6.2 Ikkunakirjasto..... | 25 |
| 4.6.3 Aikataulukirjasto..... | 27 |
| 4.6.4 Tilatyypikirjasto..... | 29 |
| 4.6.5 Lämpökuormat..... | 30 |
| 4.7 Tilatietopankki..... | 31 |
| 4.8 Ilmanvaihdon palvelualueet..... | 33 |
| 4.9 Ilmanvaihtokoneen osat ja asetukset..... | 34 |
| 4.10 Simuloinnit ja laskentatulokset..... | 37 |
| 4.10.1 Lämpöhäviölaskenta..... | 37 |
| 4.10.2 Energiasimulointi..... | 39 |
| 4.10.3 Olosuhdesimulointi..... | 40 |
| 4.10.3.1 Viihtyisyyslaskenta..... | 40 |
| 4.10.3.2 Työn tehotaso..... | 42 |
| 4.10.3.3 Vaatteiden lämmönvastus..... | 43 |
| 4.10.3.4 Operatiivinen lämpötila..... | 44 |
| 4.10.3.5 PMV-arvo ja PPD-viihtyisyysindeksi..... | 45 |
| 4.11 Laskentatulokset..... | 46 |
| 4.11.1 Laskentatapausten ja tilojen vertailu..... | 47 |
| 4.11.2 Teemakartat..... | 48 |
| 4.11.3 Ilmavirta, jäähdytys ja lämmitys..... | 48 |
| 4.11.4 Energia..... | 49 |
| 4.11.5 Lämpöhäviöt..... | 50 |
| 4.11.6 Vuoden päivittäiset huipputehot..... | 51 |
| 4.11.7 Laskentatulosten dataosiot..... | 51 |

| | |
|-------------------------|----|
| 5 KÄYTÖN ARVIOINTI..... | 52 |
| 6 POHDINTA..... | 55 |
| LÄHTEET | |
| LIITTEET | |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on simuloida Oulun Kaukovainiolla sijaitsevan Oulun seudun ammattiopiston liiketalouden yksikön energiakäyttäytymistä Olof Grönlund Oy:n Riuska -olosuhde- ja energiasimulointiohjelmalla. Kohteen laskennan ja käyttökokemuksien pohjalta arvioidaan Riuska-ohjelman soveltuvuutta rakennusten energialaskentaan ja käydään läpi ohjelman tarjoamia toimintoja ja käytettävyyttä.

Opinnäytetyön aiheena energialaskenta on juuri nyt ajankohtainen. Yleisen suuntauksen mukainen energiankulutuksen vähentämiseen tähtäävä rakentaminen, teknisten järjestelmien kehittäminen ja energiankulutuksen pienentämiseen ohjaavat lait ja määräykset ovat osaltaan lisänneet energialaskennan, sitä suorittavien ohjelmien ja niiden käyttöä osaavien henkilöiden kysyntää. Energian nousujohteinen hintakehitys on pakottanut niin suunnittelijat, rakentajat kuin kohteesta riippuen sen käyttäjätkin kiinnittämään huomiota energiankulutukseen ja panostamaan aiempaa parempien ratkaisujen kehittämiseen. Lisäksi 2000-luvun havahtuminen ilmastonmuutoksen kriittisiin kysymyksiin on lisännyt eettisen näkökulman niin rakentamiseen, suunnitteluun kuin asumiseenkin.

Myös tämän opinnäytetyön laskentakohteena olevan Oulun seudun ammattiopiston (OSAO) liiketalouden yksikön tavoitteena on osana Oulun seudun koulutuskuntayhtymän (OSEKK) kiinteistöjä energiankulutuksen tarkastelu kiinteistöissään ja kulutuksen vähentämiseen johtavien ratkaisujen löytäminen. OSEKK on sitoutunut Kauppa- ja teollisuusministeriön kanssa vuonna 2007 tehdyssä sopimuksessa vähentämään kiinteistöjensä energiankulutusta 9 % vuosien 2008–2016 aikana.

Ennen laskennan aloittamista saatiin kohteena olevasta OSAO:n liiketalouden yksiköstä varsin kattavat pohjatiedot. Rakennusselvityksen, pohjapiirustusten ja ilmavirtojen mitoitustietojen lisäksi kohteeseen ja sen tiloihin tutustuttiin Oulun Kaukovainiolla.

Jotta Riuskaa voidaan käyttää, täytyy sen simuloiteja ja laskentaa varten tehdä kolmiulotteinen mallinnus kohteesta. Tässä opinnäytetyössä mallinnus on tehty kohteen pohjapiirustusta ja rakennusselvityksen tietoja apuna käyttäen MagiCAD Room -ohjelmalla. Valmis mallinnus lähetetään Riuska-ohjelmaan IFC-tiedostona (International foundation classes), jossa kohteen lämmitys-, jäähdytys- ja sähköenergiankulutukseen vaikuttavat tekijät määritellään.

Kun kaikki energialaskennan kannalta oleelliset tiedot on saatu tarkoitustaan vastaaviksi, voidaan suorittaa ohjelman simuloinnit. Riuskan simuloinneissa on kolme päätyyppiä: energiasimuloinnit, olosuhdesimuloinnit ja lämpöhäviölaskelmat. Lisäksi olosuhdesimuloinnin yhteydessä voidaan suorittaa tilojen viihtyvyyslaskelmat. Tärkeimpien simulointien lisäksi saatujen tulosten pohjalta voidaan kohteen lämpötekniistä käyttäytymistä tarkastella monipuolisesti erilaisien tilojen ja laskentatapausten vertailujen avulla.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään Riuska-ohjelman käyttämiseen ja käyttökokemusten pohjalta tehtävään arviointiin. Kohteen simuloinneista saatujen tulosten analysointiin keskittyy opinnäytetyössään Jussi Jaakola (2010), Rakennuksen simuloitun energiankulutuksen vertaaminen toteutuneeseen.

2 KOHDETIEDOT

Opinnäytetyön energialaskennassa käytetty kohde on kuvassa 1 näkyvä OSAO:n liiketalouden yksikkö. Rakennus sijaitsee osoitteessa Kotkantie 2 Oulun Kaukovainiolla. Kohteessa on kolme maanpäällistä kerroksesta ja kellarikerros, joiden yhteinen kerrosala on 5 020 m² ja tilavuus 21 200 m³. Tilat ovat pääasiassa erilaisia ATK-luokkia, opetus- ja sosiaalitiloja sekä väestönsuoja kellarikerroksessa. Liiketalouden yksikkö on rakennettu vuonna 2003. Rakennuksen runko on teräsbetonia ja julkisivuverhoilu on käytetty teräspöimulevyä. Oppilaita ja henkilökuntaa koulussa on yhteensä noin 750 henkilöä (1, s. 4).



KUVA 1. Oulun seudun ammattiopiston liiketaloudenyksikkö (2)

2.1 U-arvot

U-arvo eli lämmönläpäisykerroin kuvastaa rakenteen tai materiaalin lämmöneristyskykyä. U-arvon yksikkö on $[W/m^2K]$. Mitä pienempi U-arvo materiaalilla on, sitä parempi sen lämmöneristyskyky on.

2.1.1 Ulkoseinät ja perusmuuri

Taulukossa 1 on esitelty OSAO:n liiketalouden yksikön ulkoseinien ja perusmuurin pinta-alat ja U-arvot.

TAULUKKO 1. Ulkoseinien ja perusmuurin pinta-alat ja U-arvot (1, s. 21)

| Seinä | Pinta-ala, m ² | U-arvo $[W/m^2K]$ |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------|
| US 1, ei-kantava ulkoseinä | 461,06 | 0,28 |
| US 1.1, ei-kantava ulkoseinä | 158,07 | 0,28 |
| US 2, ei-kantava ulkoseinä | 147,65 | 0,26 |
| US 3, kantava ulkoseinä | 552,97 | 0,26 |
| US 4, ulkoseinä VSS:n kohdalla | 96,72 | 0,28 |
| PM 1, perusmuuri 0-1 m syvyydessä | 41,56 | 0,26 |
| PM 1, perusmuuri 1-2 m syvyydessä | 108,02 | 0,20 |
| PM 2, perusmuuri 0-1 m syvyydessä | 37,49 | 0,26 |
| PM2, perusmuuri 1-2 m syvyydessä | 82,47 | 0,20 |

2.1.2 Alapohjat

Taulukossa 2 on esitelty OSAO:n liiketalouden yksikön alapohjien pinta-alat ja U-arvot.

TAULUKKO 2. Alapohjan maanvaraisen teräsbetoni-laatan pinta-alat ja U-arvot (1, s. 19)

| Alapohja | Pinta-ala, m ² | U-arvo [W/m ² K] |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Maanvarainen laatta, reuna-alue | 129 | 0,26 |
| Maanvarainen laatta, sisäalue | 597,10 | 0,20 |
| Väestönsuojan alapohja | 562,10 | 0,20 |
| Yhdyskäytävän alapohja | 34,90 | 0,26 |

2.1.3 Yläpohjat

Taulukossa 3 on esitelty OSAO:n liiketalouden yksikön yläpohjien pinta-alat ja U-arvot.

TAULUKKO 3. Yläpohjan pinta-alat ja U-arvot (1, s. 33)

| Yläpohja | Pinta-ala, m ² | U-arvo [W/m ² K] |
|---------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Yläpohja yleensä | 1232,26 | 0,15 |
| Ilmanvaihtokonehuoneen yläpohja | 165,84 | 0,22 |
| Yhdyskäytävän yläpohja | 34,77 | 0,15 |

2.1.4 Ikkunat, ovet ja lasiseinät

Taulukossa 4 on esitelty OSAO:n liiketalouden yksikön ikkunoiden ja ovien pinta-alat ja U-arvot.

TAULUKKO 4. Ikkunoiden, ovien ja lasiseinän U-arvot (1, s. 26)

| Tyyppi | Pinta-ala, m ² | U-arvo, W/m ² K |
|--------------------|---------------------------|----------------------------|
| Ikkunat, etelä | 476,58 | 1,4 |
| Ikkunat, pohjoinen | 233,35 | 1,4 |
| Ikkunat, länsi | 16,65 | 1,4 |
| Ikkunat, itä | 34,90 | 1,4 |
| Ovet | 36,22 | 1,4 |
| Lasiseinä | 373,16 | 1,1 |

2.1.5 Ilmanvaihtokoneet

Taulukossa 5 on esitelty OSAO:n liiketalouden yksikön ilmanvaihtokoneiden ja huippuimureiden ilmavirrat sekä lämmöntalteenoton hyötysuhteet.

TAULUKKO 4. ilmanvaihtokoneiden ja huippuimureiden ilmavirrat sekä lämmöntalteenoton hyötysuhteet (1, s. 26)

| Laitetunnus | Tuloilmavirta, m ³ /s | Poistoilmavirta, m ³ /s | Lto:n hyötysuhde, % |
|-------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| TK01 | 5,5 | 5,5 | 73 |
| TK02 | 9,8 | 9,8 | 73 |
| PK03 | | 0,35 / 0,18 | |
| PK04 | | 0,17 / 0,09 | |
| PK05 | | 0,49 / 0,24 | |
| PK06 | | 0,03 | |

2.1.6 Ilmanvaihtokoneiden käyntiajat

Taulukossa 6 on esitelty OSAO:n liiketalouden yksikön ilmanvaihtokoneiden ja huippuimureiden käyntiajat.

TAULUKKO 6. Ilmanvaihtokoneiden käyntiajat (1, s.26)

| Laitetunnus | Opiskeluaika | Loma-aika | Käyntiaika [vrk/viikko] |
|-------------|--------------|--------------|-------------------------|
| TK01 | 6.30 – 21.00 | 8.00 – 15.00 | 5 |
| TK02 | 6.30 – 21.00 | 8.00 – 15.00 | 5 |
| PK03 | 0.00 – 24.00 | | 7 |
| PK04 | 0.00 – 24.00 | | 7 |
| PK05 | 0.00 – 24.00 | | 7 |
| PK06 | 0.00 – 24.00 | | 7 |

2.1.7 Talotekniset järjestelmät

Kohteessa on kaukolämmitys ja lämmitysjärjestelmänä vesiradiaattorijärjestelmä. Lisäksi osassa kellarikerrosta on vesikiertoinen lattialämmitys. Kohteen ilmanvaihtoa varten on kaksi ilmastointikonetta TK01 ja TK02 sekä neljä huippuimuria PK03, PK04, PK05 ja PK06, joilla hoidetaan likaisten tilojen poistoilmanvaihto. Laskentaa varten oli käytössä myös ilmavirtojen mitoitussarvot ja kohteen rakennuselitys.

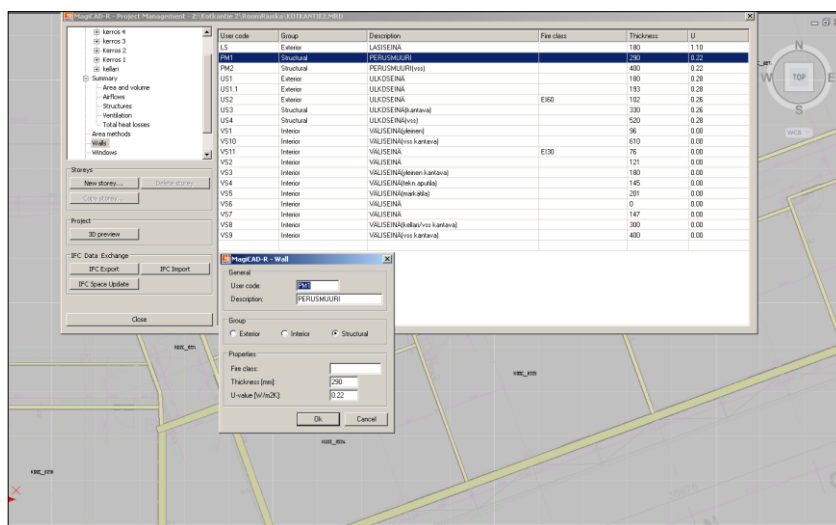
3 ROOM

3.1 Yleistä

MagiCAD Room on Progman Oy:n kehittämä sovellus rakennusten kolmiulotteista mallintamista varten. Kohteen rakennusteknisten tietojen pohjalta tehty tilamalli toimii tietokantana ja perustana laajemmille laskelmille ja analyyseille.

3.2 Roomin käyttäminen

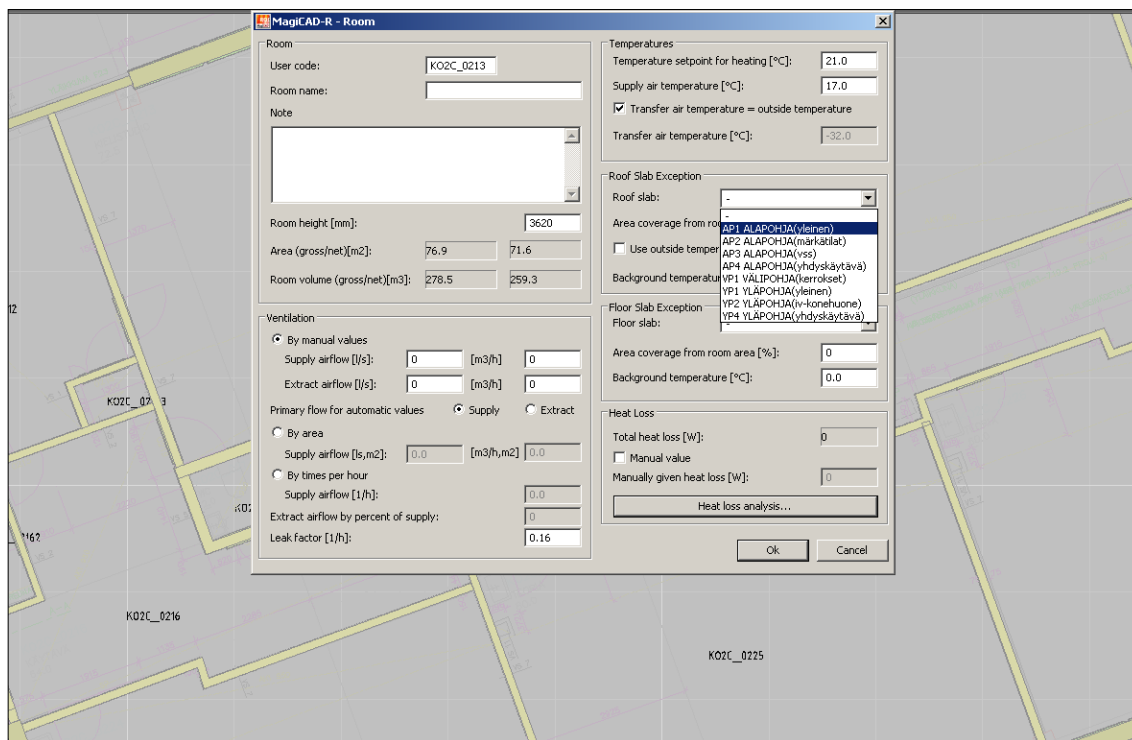
MagiCAD Room -ohjelmalla luodaan kolmiulotteinen mallinnus Riuska-ohjelman simuloitteja varten. Erilaiset seinä-, alapohja- ja yläpohjatyytit, ovet ja ikkunat sekä muu piirustusten kannalta oleellinen piirretään Room-ohjelmalla kohteen pohjapiirustusten ja rakennusteknisten tietojen mukaisesti. Kaikki projektissa käytetyt rakenteet nimetään ja niiden tietoihin määritellään energialaskennassa käytettävät U-arvot ja ainevahvuudet (kuva 2).



| User code | Group | Description | Fix class | Thickness | U |
|-----------|------------|-----------------------|-----------|-----------|------|
| L1 | External | LÄSTENÄ | | 190 | 1.10 |
| PH1 | Structural | PERUSMUUR(ies) | | 150 | 0.22 |
| PH2 | Structural | PERUSMUUR(ies) | | 400 | 0.22 |
| US1 | External | ULKISENÄ | | 190 | 0.28 |
| US1.1 | External | ULKISENÄ | | 193 | 0.28 |
| US2 | External | ULKISENÄ | ERG | 102 | 0.28 |
| US3 | Structural | ULKISENÄ(kantava) | | 300 | 0.28 |
| US4 | Structural | ULKISENÄ(ies) | | 520 | 0.28 |
| VS1 | Internal | VÄLISENÄ(ies) | | 96 | 0.00 |
| VS10 | Internal | VÄLISENÄ(ies kantava) | | 610 | 0.00 |
| VS11 | Internal | VÄLISENÄ | E300 | 76 | 0.00 |
| VS2 | Internal | VÄLISENÄ | | 121 | 0.00 |
| VS3 | Internal | VÄLISENÄ(käynnäntä) | | 180 | 0.00 |
| VS4 | Internal | VÄLISENÄ(käynnäntä) | | 145 | 0.00 |
| VS5 | Internal | VÄLISENÄ(istukka) | | 291 | 0.00 |
| VS6 | Internal | VÄLISENÄ | | 0 | 0.00 |
| VS7 | Internal | VÄLISENÄ | | 147 | 0.00 |
| VS8 | Internal | VÄLISENÄ(istukka) | | 390 | 0.00 |
| VS9 | Internal | VÄLISENÄ(ies kantava) | | 400 | 0.00 |

KUVA 2. Seinärakenteiden U-arvot, Room-ohjelma

Kaikille kohteessa oleville tiloille luodaan tilatietopankki (kuva 3), jonka avulla tiloille määritellään huonekoodi, tilan korkeus, ilmanvaihtotiedot, lämpötilatiedot ja ylä- ja alapohjien tiedot. Annettujen tietojen pohjalta Room-ohjelma suorittaa tilojen lämpöhäviölaskelmat.



KUVA 3. Tilatietopankki, Room-ohjelma

Kun kaikki tarvittavat tiedot on annettu, lähetetään tiedosto IFC-tiedostomuodossa Riuska-ohjelmaan, jossa tietoja voidaan yhä tarkentaa tai muokata. Room-ohjelmalla tehty 3D-malli sisältää lämpöhäviölaskelmat ja toimii perustana tuleville laskelmille. Room-ohjelman käyttö on helppoa, ja ohjelman ja sen valikoiden käytön oppii nopeasti, etenkin jos MagiCAD-ohjelmiston käyttäminen on ennestään tuttua.

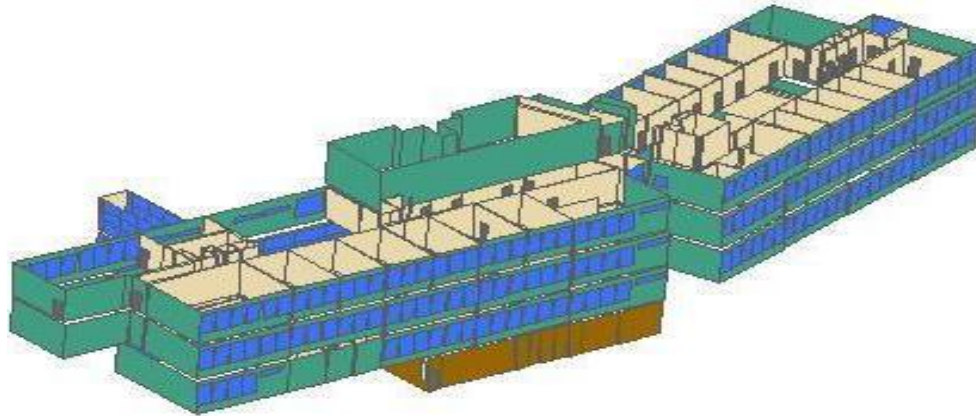
4 RIUSKA

4.1 Yleistä

Riuska on insinööritoimisto Olof Granlund Oy:n kehittämä olosuhde- ja energiasimulointiohjelma. Laskenta perustuu DOE 2.1E -simulointiohjelmaan, ja itse ohjelma on kehitetty yhteistyössä Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) kanssa, joka on DOE-ohjelman kehittäjä (3).

Riuskaa myydään Comfort & Energy -pakettina yhdessä edellä mainitun MagiCAD Roomin kanssa. Ohjelmien myynnistä ja teknisestä tuesta vastaa Progman Oy (4). Tässä opinnäytetyössä on käytetty Riuskan versiota 4.5.14. Riuska on monipuolinen olosuhde- ja energiasimulointiohjelma, joka on suunniteltu apuvälineeksi erilaisten suunnittelu-, materiaali- ja laitevaihtoehtojen vertailuun, järjestelmien mitoitukseen sekä energiankulutuksen laskemiseen. Riuska-ohjelmalla voidaan laskea ja tarkastella rakennuksien ja niiden tilojen lämpötekniistä käyttäytymistä muuttuvissa sää- ja kuormitustilanteissa sekä suorittaa tilojen viihtyvyys- ja lämpöhäviölaskelmia.

Ohjelman käyttäminen vaatii simuloitavasta kohteesta tehtyä kolmiulotteista mallinnusta (kuva 4), joka tuodaan ohjelmaan IFC-tiedostomuodossa. Riippuen ohjelmasta, jolla kolmiulotteinen mallinnus on tehty, myös muuta informaatiota siirtyy Riuskaan. Kyseisessä laskentatapauksessa rakennuksen kolmiulotteinen mallinnus tehtiin MagiCAD Room -ohjelmalla, jolloin mallista siirtyi IFC-tiedoston mukana rakenteille määritetyt lämpöhäviölaskennan U-arvot ja huoneiden tilatiedot huonekoodeineen, mikä nopeutti itse Riuska-ohjelman käyttöä.



KUVA 4. Kohteen 3D-malli, Riuska-ohjelma

Riuskan toiminta ja simuloinnit perustuvat käyttäjän kohteesta tekemiin määritelmiin. Energiankulutuksen kannalta olennaiset osa-alueet muokataan vastaamaan todellista kohdetta mahdollisimman tarkasti. Käyttäjä määrittelee myös kohteen rakenteet ja niiden tekniset tiedot, tiloissa olevat kuormitukset, ilmanvaihtojärjestelmien toiminnot sekä energialaskentaan vaikuttavien tekijöiden aikataulut.

Riuska-ohjelmisto on tarkoitettu niin alustavien suunnitelmien ja laskelmien tekemiseen kuin saneerauskohteidenkin käyttöön (5). Jo olemassa olevien kohteiden laskennassa tulee kuitenkin kiinnittää erityistä huomiota kohteesta saatavien lähtötietojen ja muiden laskentaan vaikuttavien tekijöiden määrään ja laatuun. Esimerkiksi tämän opinnäytetyön laskentakohteena olevan koulurakennuksen laskenta osoittautui varsin haastavaksi, vaikka oleellimmat tiedot, kuten kohteen pohjapiirros, rakennusselitys sekä ilmavirtojen mitoitus-tiedot olivatkin saatavilla. Lopullisissa simulointien tuloksissa oli eroavaisuuksia esimerkiksi lämmitysenergian- ja sähköenergiankulutuksen osa-alueilla verrattuna toteutuneisiin energiankulutusarvoihin. Tämän perusteella arvioisin, että jo olemassa olevan kohteen simuloiminen voi olla hyvin hankalaa, mikäli kohteessa on paljon laskentaan vaikuttavia muuttujia, kuten aikataulujen, sähkönkulutuksen, lämpökuormien tai koneiden käyntiaikojen muutoksia, joista ei ole tarkkaa historiaa.

4.2 Riuskan toiminnot

Kun Riuska-ohjelmisto avataan, täytyy ensimmäisenä etusivun projekti-valikosta tuoda IFC-muodossa oleva rakennuksen 3D-malli, jonka jälkeen saadaan näkyville projektin etusivu projektin sisältämine tietoineen. Sivun on jaoteltu niin että vasemmalla puolella nähdään kohteen kerros-, järjestelmä- sekä geometriatiedot ja oikealla puolella tilojen ja rakenteiden tiedot. Projektin kirjastot, asetukset ja laskentatuloksien hallinta tapahtuu sivun yläosan valikoiden kautta. Riuskan toiminnot on saatu varsin kompaktiin muotoon yhdelle sivulle, ja ne ovat loogisia ja nopeasti opittavissa. Ennen varsinaisen laskennan aloittamista kannattaa valikoihin, kirjastoihin ja muihin toimintoihin perehtyä ajan kanssa. Riuskan versio 4.5.14. sisältää myös englanninkielisen manuaalin ja demo-projektin, jossa voi tutustua jo valmiiksi määriteltyyn kohteeseen.

The screenshot displays the Riuska software interface. On the left, there is a tree view of the building structure, including floors (Kerros 1-5), systems (e.g., PKGDIFF01, PKGDIFF02), and electrical space groups. The main area shows a 3D perspective view of the building model. On the right, a large table lists the space data for various rooms.

| Storey | Code | Name | m ² | m ² /s max | del/s min | del/s m ² max | del/s m ² min | W | W/m ² | 1/h | °C/m | Type | IQ level | ... |
|--------|-----------|-----------|----------------|-----------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|------|------------------|-----|------|------|-----------------|-------|
| 12000 | JNU | KO2a_0401 | 130,7 | 601,2 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Läiskät | Penus |
| 12000 | JNU | KO2a_0402 | 20,6 | 74,1 | 10 | 10 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Pörsähuone | Penus |
| 12000 | KO | Khome | 4,1 | 13,0 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,15 | 0,00 | VSS-lä | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0301 | ? | 83,0 | 300,6 | 500 | 500 | 6,0 | 6,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Koukutuilla | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0302 | ? | 15,0 | 52,7 | 20 | 20 | 1,1 | 1,1 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Varasto | Penus |
| 8000 | KO2C_0303 | ? | 14,9 | 54,0 | 15 | 15 | 1,0 | 1,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Varasto | Penus |
| 8000 | KO2C_0304 | ? | 1,4 | 5,1 | 20 | 20 | 14,3 | 14,3 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Viesti V/C | Penus |
| 8000 | KO2C_0305 | ? | 1,9 | 7,0 | 20 | 20 | 10,5 | 10,5 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Viesti V/C | Penus |
| 8000 | KO2C_0306 | ? | 27,9 | 101,1 | 60 | 60 | 2,1 | 2,1 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Koukutuilla | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0307 | ? | 14,9 | 54,0 | 30 | 30 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0308 | ? | 30,5 | 110,3 | 60 | 60 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Koukutuilla | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0309 | ? | 20,9 | 75,5 | 100 | 100 | 4,8 | 4,8 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Koukutuilla | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0310 | ? | 72,4 | 262,1 | 30 | 30 | 1,2 | 1,2 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamistokäytävä | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0311 | ? | 128,2 | 464,2 | 250 | 250 | 1,9 | 1,9 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamistokäytävä | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0312 | ? | 60,4 | 219,6 | 460 | 460 | 7,6 | 7,6 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | ATK-koukutuilla | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0313 | ? | 29,9 | 108,3 | 60 | 60 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Koukutuilla | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0314 | ? | 30,0 | 109,5 | 60 | 60 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Koukutuilla | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0315 | ? | 30,0 | 109,5 | 60 | 60 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Koukutuilla | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0316 | ? | 29,9 | 108,2 | 60 | 60 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Koukutuilla | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0317 | ? | 30,0 | 109,7 | 60 | 60 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0318 | ? | 29,9 | 108,4 | 60 | 60 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0319 | ? | 62,6 | 226,5 | 130 | 130 | 2,1 | 2,1 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0320 | ? | 28,5 | 96,1 | 13 | 13 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Pörsähuone | Penus |
| 8000 | KO2C_0321 | ? | 14,9 | 53,9 | 30 | 30 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0322 | ? | 22,8 | 82,4 | 60 | 60 | 2,6 | 2,6 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0323 | ? | 22,9 | 82,6 | 60 | 60 | 2,6 | 2,6 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0324 | ? | 15,1 | 54,5 | 30 | 30 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0325 | ? | 15,0 | 54,2 | 30 | 30 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0326 | ? | 15,1 | 54,8 | 30 | 30 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0327 | ? | 30,5 | 110,5 | 60 | 60 | 2,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamisto | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0328 | ? | 41,9 | 151,6 | 225 | 225 | 5,4 | 5,4 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Neuvotteluhuone | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0329 | ? | 19,2 | 67,7 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamistokäytävä | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0330 | ? | 10,1 | 36,5 | 40 | 40 | 4,0 | 4,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Välitiskialue | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0331 | ? | 11,9 | 43,2 | 40 | 40 | 3,4 | 3,4 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Kopertihuone | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0332 | ? | 122,4 | 443,0 | 200 | 200 | 1,6 | 1,6 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamistokäytävä | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0333 | ? | 1,7 | 6,1 | 20 | 20 | 11,9 | 11,9 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Viesti V/C | Penus |
| 8000 | KO2C_0334 | ? | 1,7 | 6,0 | 20 | 20 | 12,0 | 12,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Viesti V/C | Penus |
| 8000 | KO2C_0335 | ? | 2,3 | 8,2 | 20 | 20 | 8,8 | 8,8 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Sivuhuone | Penus |
| 8000 | KO2C_0336 | ? | 21,7 | 78,5 | 0 | 0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Tamistokäytävä | Hyvä |
| 8000 | KO2C_0337 | ? | 9,2 | 33,5 | 5 | 5 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Pörsähuone | Penus |
| 8000 | KO2C_0338 | ? | 79,2 | 273,9 | 200 | 200 | 4,0 | 4,0 | 0 | 0,0 | 0,16 | 0,00 | Välitiskialue | Hyvä |

Below the table, there are sections for 'Space constructions' and 'Doors and windows of the construction', each with a table of details. The 'Space constructions' table lists slabs and their properties like library type, space, area, and slope. The 'Doors and windows' table lists various door and window types with their respective properties.

KUVA 5. Etusivunäkymä, Riuska-ohjelma

4.3 Sää tiedot

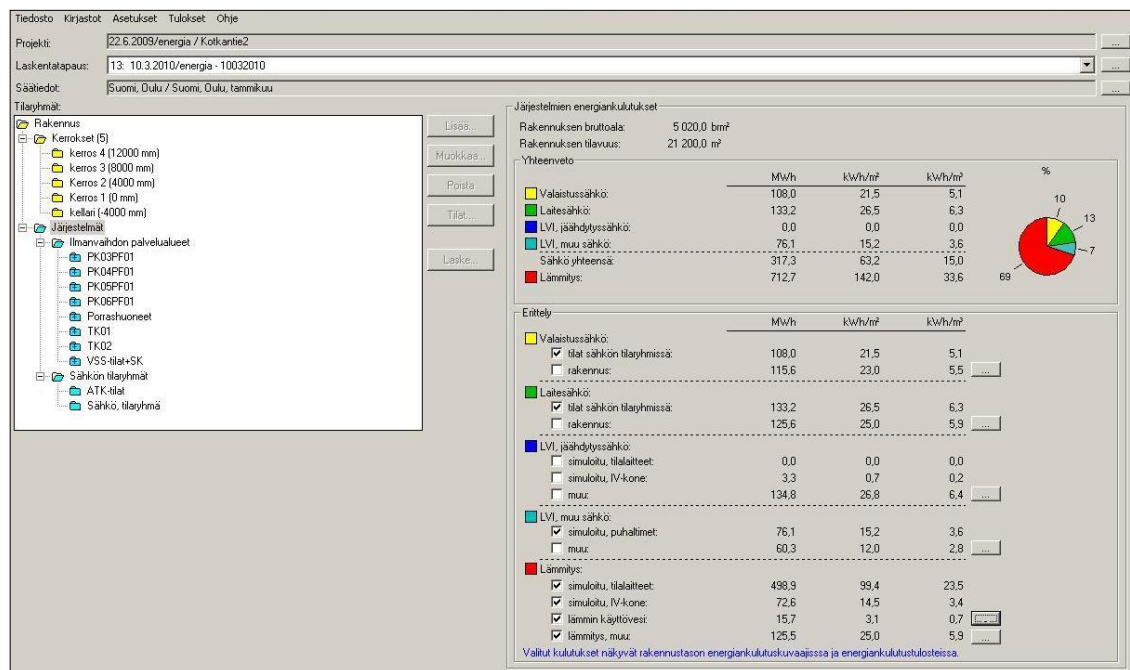
Sää tiedot-valikosta määritellään projektissa käytettävät sää-, maa- ja alue tiedot, esimerkiksi kyseisen projektin mukaisesti Suomi, Oulu, tammikuu. Näitä tietoja Riuska käyttää myöhemmin tehtävässä laskennassa. Lisäksi laskennassa käytettäviä ulkoilman ominaisuuksia ja auringon lämpösäteilyn vaikutuksia voidaan tarkastella koko vuoden osalta tuntikohtaisella tarkkuudella. Myös lämpöhäviölaskennassa käytettävä ulkolämpötila määritellään Sää tiedot-valikossa.

4.4 Asetukset

Asetuksista voidaan määritellä projektissa käytettävä lämpö- ja sähköenergian hinta [EUR/MWh], jäähdytyksen kylmäkerroin, lämpötilarajat joiden mukaan tila huomioidaan joko lämpimänä tai puolilämpimänä tilana, projektissa käytettävä valuutta sekä ilmapirrasta käytetty yksikkö [dm^3/s] tai [m^3/h]. Myös tilojen lämpöhäviöiden korjauskertoimia voidaan muuttaa Asetukset-valikossa, mikäli joidenkin tilojen laskenta sitä vaatii. Asetukset-valikosta voidaan tarkistaa myös SRMK 2008 eli Suomen rakennusmääräyskokoelman mukaiset U-arvot. Lämpöhäviölaskennan tuloksista nähdään käyttäjän tekemien määritelmien lisäksi SRMK 2008:n mukaisilla arvoilla saadut tulokset lasketusta kohteesta.

4.5 Järjestelmät

Järjestelmät-kohdasta voidaan seurata projektin energiankulutuksia osaluueittain sekä valita, mitä kuormia laskelmissa huomioidaan. Simulointien tai tilaryhmiin määriteltyjen kuormien lisäksi voidaan sähkön, jäähdytyksen tai lämmityksen energiankulutuksiin lisätä simuloinnin ulkopuolisia kuormia, jotka laskennassa halutaan huomioida. Kohteen lämpimän käyttöveden kulutustiedot voidaan määrittellä järjestelmät valikon kautta. Lisäksi tilojen lämmitysjärjestelmän, käyttöveden lämmitysjärjestelmän sekä käyttöveden kiertopiirin lämpö- ja lämmitysenergiat voidaan määrittellä Asetukset-valikon kautta.



KUVA 6. Järjestelmät-sivu, Riuska-ohjelma

4.6 Kirjastot

Riuska-ohjelmisto sisältää työskentelyä nopeuttavia kirjastoja eli tietokantoja, joissa on valmiita tietopohjia rakenne-, ikkuna-, aikataulu- ja tilatyypinratkaisuille. Kirjastojen malleja apuna käyttäen voidaan nopeasti asettaa huoneille tietynlaisen tilatyypin tai tilaan sopivan aikataulun profiili, jonka mitoitus- ja kuormitustietoja käytetään laskennassa.

Kirjaston valmiita pohjia voidaan helposti muokata tai tarkentaa haluttuun suuntaan. Kirjasto on hyvä apuväline, jolla vältetään turhaa työtä ja nopeutetaan projektin etenemistä. Etenkin suurissa kohteissa, jotka sisältävät paljon samanluonteisia tiloja, on hyödyllistä panostaa kirjastojen määritelmiin.

4.6.1 Rakennekirjastot

Rakennekirjastoon muokataan rakennuksen seinät, yläpohjat, alapohjat, ovet ja muut rakenteet vastaamaan laskentakohdetta teknisiltä tiedoiltaan. Roomissa jokaiselle rakennetyypille on jo annettu oma koodi, jolle Riuska-ohjelmassa määritellään tarkemmat materiaalikerrokset ja ominaisuudet, joista muodostuvat lopulliset rakennekokonaisuudet ja niiden U-arvot.

Rakenteet voidaan joko määritellä tekemällä seinärakenne oikeilla materiaaleilla ja vahvuuksilla, jolloin lämmönläpäisykerroin määrittyy Riuskan kyseisille materiaaleille antamien tietojen pohjalta, tai valitsemalla valmis, U-arvoltaan kohdetta vastaava rakenne kirjaston tietokannasta. Opinnäytetyön laskentakohdetta määriteltäessä ei ollut tiedossa, että kaikki Room-ohjelmassa tehdyt määritelmät eivät siirry identtisinä IFC-tiedoston mukana Riuska-ohjelmaan, vaan seinärakenteiden U-arvot olivat muuttuneet ohjelmien välillä. U-arvot rakennettiin vastaamaan rakennusselityksen mukaisia arvoja muokkaamalla materiaalien vahvuuksia rakennekirjastossa.

Jos Riuskaa halutaan käyttää pelkästään lämpöhäviöiden mitoitukseen, rakenteita ei tarvitse muokata, koska Riuska pystyy käyttämään jo Room-ohjelmalla rakenteille määriteltyjä U-arvoja lämpöhäviölaskennassa. Eri rakennetyypeille on runsaasti vaihtoehtoja Riuskan valmiissa kirjastoissa, joten kaikkia rakenteita ei tarvitse tehdä materiaalikohtaisesti. Seinärakenteita tarkasteltaessa saadaan näkyviin luettelo kaikista projektin sisältämistä ja projektiin luoduista rakenteista. Värikoodeista nähdään, sijaitseeko rakenne ulkona, sisällä vai maan alla.

The screenshot shows the 'Project construction library' window. It features a 'Constructions' section with a dropdown menu set to 'External wall'. Below this is a table listing various construction types with their properties. An 'Edit material layer' dialog box is open, showing a list of materials and their properties, with 'Tuulensuojalevy' selected.

| Code | Name | Thickness [mm] | U-calculated [W/m ² .°C] | U-heat loss [W/m ² .°C] | Weight [kg/m ²] | Cond. to ground [W/m ²] | Default const... |
|------|---------------------------|----------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------|
| LS | LASISEINÄ | 49 | 1,14 | 1,14 | 54 | 0,00 | |
| LSA | Aaltopeltiseinä | 156 | 0,25 | 1,10 | 14 | 0,00 | |
| PM1 | PERUSMUURI1 | 400 | 0,27 | 0,27 | 657 | 0,00 | |
| PM2 | PERUSMUURIVSS | 400 | 0,20 | 0,20 | 522 | 0,00 | |
| US1 | Ulkoseinä ei kantava | 203 | 0,28 | 0,28 | 11 | 0,00 | x |
| US11 | Ulkoseinä ei kantava | 198 | 0,28 | 0,28 | 21 | 0,00 | |
| US2 | Ulkoseinä, ei kantava ... | 253 | 0,26 | 0,26 | 27 | 0,00 | |
| US3 | Kantava ulkoseinä | 368 | 0,26 | 0,26 | 462 | 0,00 | |
| US4 | Ulkoseinä VSS:n koh... | 665 | 0,28 | 0,28 | 1 304 | 0,00 | |
| US5 | Ulkoseinä VSS:n koh... | 596 | 0,24 | 0,24 | 1 014 | 0,00 | |

| Name | Thickness [mm] | Resistance [m ² .°C/W] | Heat conductivity [W/m.°C] | Heat capacity [J/kg.°C] | Density [kg/m ³] |
|------------------|----------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Pintamateriaali | 2,0 | | 0,050 | 840 | 150 |
| Mineraalivilla 2 | 120,0 | | 0,050 | 840 | 17 |
| Tuulensuojalevy | 30,0 | 0,15 | 0,040 | 1 210 | 120 |
| Ilmaväli, 10 mm | 50,0 | | | | |
| Teräslevy | 0,6 | | 14,900 | 477 | 7 900 |

| Name | Resistance [m ² .°C/W] | W/m.°C | J/kg.°C | kg/m ³ |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------|---------|-------------------|
| Polystyreeni, ulkoseinä & alapohja | 0,04 | 0,04 | 1210 | 20 |
| Polystyreeni, yläpohja & välipohja | 0,04 | 0,04 | 1210 | 16 |
| Puu | 0,14 | 0,14 | 1360 | 460 |
| Rappaus | 1,00 | 1,00 | 840 | 1600 |
| Solumuovi (Finnfoam) | 0,04 | 0,04 | 1210 | 20 |
| Tasottemateriaali | 1,20 | 1,20 | 840 | 1600 |
| Teräslevy | 14,90 | 14,90 | 477 | 7900 |
| Tiili (reikä) | 0,38 | 0,38 | 900 | 1325 |
| Tiili (lumpitiili) | 0,95 | 0,95 | 840 | 1900 |
| Tuulensuojalevy | 0,04 | 0,04 | 1210 | 120 |

KUVA 7. Rakennekirjasto, Riuska-ohjelma

Rakenteista nähdään koodi, vahvuus [mm], U-arvot [$W/m^2, ^\circ C$] sekä massa [kg/m^2]. Valitsemalla haluttu rakenne, nähdään minkälaisista materiaaleista kyseinen rakennekokonaisuus koostuu. Yksittäisten materiaalien arvoja voidaan muuttaa halutuiksi tai materiaaleja voidaan poistaa tai korvata rakennekirjastossa olevilla materiaaleilla. Näin rakenne saadaan tehtyä osa kerrallaan vastaamaan haluttua tilannetta, jos rakennekirjaston valmiissa kokonaisuuksissa ei ole projektiin sopivaa valmista mallia

Ylä- ja alapohjat, sisä- ja ulko-ovet ja katot rakennetaan vastaavalla tavalla kuin seinärakenteetkin. Lisäksi kattorakenteelle määritellään erikseen suuntaus ($0...360^\circ$), kaltevuus ($0...135^\circ$) sekä koko katon pinta-ala.

4.6.2 Ikkunakirjasto

Riuska-ohjelman ikkunakirjasto (kuva 8) sisältää laajan valikoiman ikkunoita sekä erilaisia vaihtoehtoisia ikkunarakenteita ja niihin kuuluvia ratkaisuja. On tärkeää, että ikkunoiden tietojen muokkaus ja rakennevaihtoehdot ovat mahdollisimman laajat, koska ikkunoiden energiatalouden kannalta huonot ominaisuudet aiheuttavat monesti suurimmat lämpöhäviöt rakennuksissa verrattuna muihin rakenteisiin.

Ikkunakirjaston tietokannasta valitaan parhaiten projektiin soveltuva vaihtoehto. Kirjaston tietokannasta nähdään ikkunoiden ominaisuuksista lasityyppi, ikkunalasien lukumäärä, lasien vahvuudet, lasienvälinen täyteaine, U-arvot, lämpösäteilyn kokonaisläpäisy, näkyvän valon läpäisy ja suoran läpäisyn osuus sekä kokonaisläpäisy (6, s. 8).

Mikäli tietokannassa olevissa ikkunavaihtoehdoissa ei ole ominaisuuksiltaan projektin ikkunoita vastaavaa, on otettava yhteyttä ohjelmiston toimittajaan, jotta haluttu ikkunatyyppe saadaan lisättyä yleiseen ikkunakirjastoon (6, s. 8).

Projektin ikkunakirjasto

Ikkunavaihtoehdot

| Nimi | ID | Kor. | Leis. | Täytekaasu | Kokorais [m] | Suora [%] | Näkyvä [%] | U [W/m²·°C] | U-lämpö [W/m²·°C] |
|------------------------------------|------|------|-------|-------------|--------------|-----------|------------|-------------|-------------------|
| ZuClear + lowe, 6+6+6mm | 1027 | 3 | 6+6+6 | Argon+Argon | 50,9 | 36,9 | 66,1 | 1,39 | 1,40 |
| Coashle SKN172 + 1xClear, Krypton | 1029 | 2 | 6+6 | Krypton | 36,8 | 28,8 | 65,5 | 1,10 | 1,10 |
| Suncosol silver + ZuClear, 6+6+6mm | 1015 | 3 | 6+6+6 | Argon | 19,8 | 9,9 | 16,2 | 1,02 | 1,02 |
| SuncosolEP+ZuClear, Argon+Argon | 1084 | 3 | 4+4+4 | Argon+Argon | 40,9 | 32,1 | 60,4 | 0,96 | 0,96 |

Rakennetekniset on kuvattu järjestyksessä ikkunan ulkopuolelta sisäpuolelle

Kororais [m] = Lämpösäteilin kokonaisläpäisy [%] (=SHGC tai "p-arvo")
 Suora [%] = Suoran läpäisyn osuus [%] (=Tsol)
 Näkyvä [%] = Näkyvän valon läpäisy [%] (=Tvis)
 U = Lasiosan U-arvo [W/m²·°C]
 U-lämpö = Laitteen ominaisissa laakennissa tään mukaan.
 Näytettävä arvo on lämpöä (kokoalopulta, suut, asennon välellä) 0 °C, 6,71 m/s, 0 W/m²
 U-lämpö = Laitin ja pultteen yhteinen U-arvo staattisessa lämpöhäviöläaskennassa

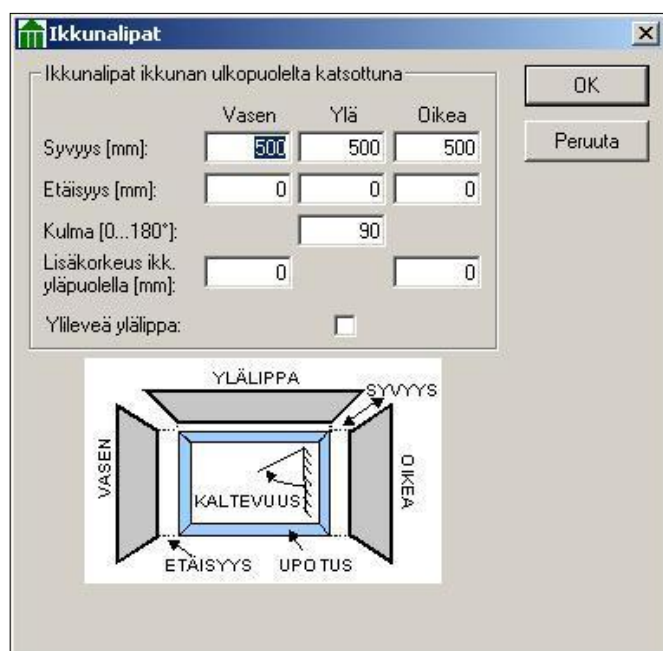
Pultterit

| Nimi | Materiaali | U [W/m²·°C] | Leveys [mm] |
|----------|----------------------|-------------|-------------|
| Pultti 1 | Alumiini monosak | 3,00 | 25 |
| Pultti 2 | Alumiini kennotakern | 1,50 | 50 |

KUVA 8. Ikkunakirjasto, Riuska-ohjelma

Lisäksi ikkunoille voidaan yksilöllisesti muokata seuraavia arvoja (6, s. 4):

- **ikkunoiden koko:** Oletusarvona ikkunoiden koot määräytyvät 3D-malliin syötettyjen tietojen pohjalta.
- **ikkunan upotus:** Ikkunarakenteelle voidaan määrittellä upotus, eli uloimmaisen lasipinnan etäisyys ulkoseinän pinnasta.
- **säleikaihtimet:** Laskentaa varten voidaan määrittellä sälekaihdinten peittoalue prosenttiosuutena lasipinnan koosta. Lisäksi valitaan kaihdinten sijainti. Kaihtimet voivat sijaita ikkunan ulkopuolella, sisäpuolella tai tietyn lasin välissä tai voidaan valita auringon säteilykuorman mukaan säätyvät kaihtimet. Säleiden kaltevuuskulmaksi tulee automaattisesti 45 astetta.
- **peittolevy:** Peittoaluetta ja läpäisevyyttä voidaan muokata. Oletusarvona on peittoalueelle 50 % ja läpäisevyydelle 20 %.
- **ikkunan puitteet:** Puitteiden koko vähennetään ikkunan koosta. Oletusarvona ikkunoissa ei ole puitteita. Kun ikkunarakenteelle määritellään puitteet, voidaan niiden U-arvoa sekä materiaalivahvuutta muokata halutunlaisiksi.
- **ikkunalipat:** Ikkunalippojen koko, etäisyys lasista ja lipan kulma voidaan määrittellä halutunlaisiksi kuvan 9 mukaisesti.

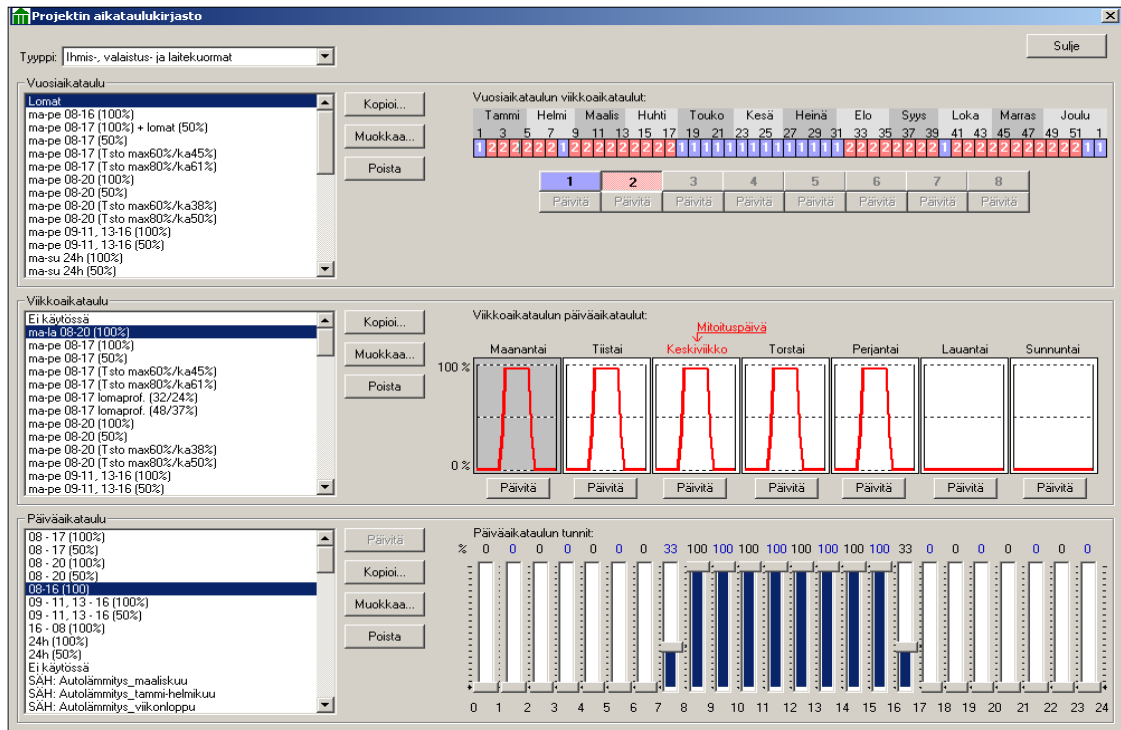


KUVA 9. Ikkunalippojen tiedot, Riuska-ohjelma

4.6.3 Aikataulukirjasto

Aikataulukirjasto on monipuolinen apuväline energialaskennan tekemiseen ja sen avulla voidaan tarkasti mukaila todellisen kohteen toimintaa. Aikataulukirjastoon (kuva 10) määritellään kohteen energiankulutukseen vaikuttaville tekijöille aikataulut. Kirjaston aikataulutyyppit ovat ihmis-, valaistus- ja laitekuorimat, ilmanvaihtojärjestelmän käyttöaika, ilmanvaihtojärjestelmän yötuuletuksen käyttöaika, tilan lämmityksen asetusarvo dT sekä vuotoilmakerroin.

Riuskan tietokannassa on paljon aikatauluvaihtoehtoja. Kirjaston valmiista pohjista löytyy tyypillisimmät koululaitosten ja työelämään sopivat aikataulut, joita muokkaamalla saadaan tehtyä laskentakohdetta vastaava aikataulu. Jos kohteen käyttö ja tämän myötä sen aikataulut ovat normaalista poikkeavia, voidaan aikataulut tehdä myös kokonaan itse.



KUVA 10. Aikataulukirjasto , Riuska-ohjelma

Aikataulujen määrittely aloitetaan tekemällä päiväaikataulut, joissa määritellään tuntikohtainen vaikutusaika päivän kaikille tunneille. Valmiiden päiväaikataulujen pohjalta kootaan halutut viikkoaikataulut ja näistä taas vuosiaikataulut (6, s. 9). Opinnäytetyön kohteen aikataulut tehtiin aikataulukirjaston valmiita koululaitokselle tarkoitettuja malleja mukaillen. Aikataulujen loma-aikoja sekä päiväaikataulujen tuntien tietoja muokattiin paremmin kohdetta vastaaviksi.

Aikataulukirjaston valmiiden mallien käyttäminen ja omien aikataulujen tekeminen tuntui aluksi vaivalloiselta ja sekavalta, koska vuosi- viikko- ja päiväaikataulujen rakentaminen on toteutettu niin, että jokainen valikko toimii erilaisella logiikalla. Peruseriaatteeltaan yksinkertaisten valikoiden käyttäminen tuntui tarpeettoman hankalalta, etenkin ohjelman muiden valikoiden käyttämiseen verrattuna.

4.6.4 Tilatyypikirjasto

Tilatyypikirjastossa (kuva 11) on paljon valmiiksi luotuja malleja erilaisista huonetiloista, joille on asetettu lämmityksen-, jäähdytyksen- ja ilmajertojen asetusravot. Lisäksi kaikista valittavista tiloista on kolme erilaista variaatiota laatutason mukaan.

Tilatyypien tietoja voidaan muokata halutunlaiseksi tai luoda omia tilatyypitiedostoja. Tilatyypit sisältävät myös tilalle määritetyt lämpökuormat. Kun tilaan lisätään esimerkiksi ATK-koulutustilamääritelmä, nähdään tilan kuormia tarkastelemalla että kyseisen tilatyypimääritelmän myötä tilassa on myös ihmisistä, valaistuksesta ja laitteista aiheutuvia lämpökuormia.

Tilatyypikirjasto on hyvä apuväline, kun suunnitellaan suurta kohdetta, josta tiedetään jo suunnitteluvaiheessa, että kohde tulee sisältämään paljon samantyyllisiä tiloja. Käyttämällä tilatyypikirjaston tietoja, ei tilojen olosuhteita tarvitse määrittellä tila kerrallaan vaan voidaan valmiiden määritelmien pohjalta asettaa tiloille niitä vastaavat olosuhteet ja kuormat. Tilatyypikirjaston tietoja käytettiin myös opinnäytetyön kohteen laskennassa, koska kohteen laitekuormista ei ollut tarkkoja pohjatietoja (6, s. 10).

The screenshot shows the 'Projektin tilatyypikirjasto' application. The main window has a list of room types on the left, including 'Ravintolasali ei tupak.', 'Ravintolasali tupak.', 'Ruokasali', 'Ryhmäyöbä', 'Siivoushuone', 'Suhkiu', 'Sähkökeskus', 'Toukioita', 'Tornisto', 'Tornistoläpikäyvä', 'Tupakkahuone', 'Tusikkasoppi', 'Työpöytätyövä', 'Valmistuskeittiö', 'Varasto', 'VSS-tila', and 'Vesio WC'. The central table shows air conditioning parameters for these room types. The 'Muokkaa sisäilman laatutason' dialog box is open, showing settings for 'Lämpötilat' (Temperature) and 'Ilmavirtat' (Airflow). The 'Lämpötilat' section includes 'Jäähdytyksen suunniteluarvo [°C]' (26.0), 'Jäähdytyksen asetusravo [°C]' (23.0), 'Lämmityksen asetusravo [°C]' (21.0), and 'Lämmityksen suunniteluarvo [°C]' (21.0). The 'Ilmavirtat' section includes 'Maksimi [dm³/s,m³]' (0) and 'Minimi [dm³/s,m³]' (3.9). The 'Lämpötilat' section also includes a formula: 'Lämmitys suunnittelu (= Lämmitys asetusravo - Jäähdytys asetusravo - Jäähdytys suunnittelu)'. The 'Muokkaa sisäilman laatutason' dialog box has 'OK' and 'Peruuta' buttons.

| Tilatyypit ja sisäilman laatuolos | Lämm. suunn. [°C] | Lämm. aset. [°C] | Jäähd. aset. [°C] | Jäähd. suunn. [°C] | min [dm³/s,m³] | max [dm³/s,m³] |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|----------------|----------------|
| Laatutaso | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 24,0 | 3,9 | - |
| Eiäntähyvä | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 26,0 | 3,9 | - |
| Hyvä | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 29,7 | 3,9 | - |
| Perus | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 29,7 | 3,9 | - |

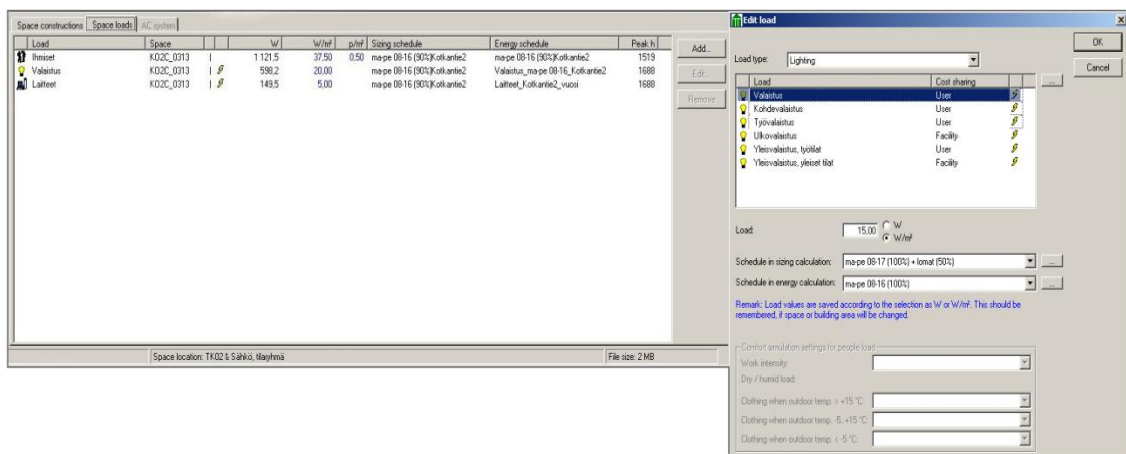
| Tilatyypit ja sisäilman laatuolos | Laatutaso | Lämm. suunn. [°C] | Lämm. aset. [°C] | Jäähd. aset. [°C] | Jäähd. suunn. [°C] | min [dm³/s,m³] | max [dm³/s,m³] | Tilaa |
|-----------------------------------|-----------|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|----------------|----------------|-------|
| Ahtalo | Perus | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 29,7 | 0,4 | - | 2 |
| ATK-konesali, miehittämön | Perus | 21,0 | 21,0 | 22,0 | 0,5 | - | - | 2 |
| ATK-koulutustila | Hyvä | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 26,0 | 5,0 | - | 8 |
| Aula | Hyvä | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 26,0 | 1,5 | - | 1 |
| Hissikonehuone | Perus | 17,0 | 17,0 | 23,0 | 32,0 | 17,0 | - | 1 |
| Hissikuulu | Perus | 17,0 | 17,0 | 23,0 | 32,0 | 4,0 | 8,0 | 1 |
| Kopiohuone | Hyvä | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 26,0 | 5,0 | - | 1 |
| Koulutustila | Hyvä | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 26,0 | 5,0 | - | 23 |
| Kurssisali | perus | 21,0 | 21,0 | 25,0 | 29,7 | 6,0 | 6,0 | 1 |
| Lähtäiset | Perus | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 29,7 | 10,0 | 20,0 | 1 |
| Neuvotteluhuone | Hyvä | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 26,0 | 5,0 | - | 1 |
| Pressahuone | Perus | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 29,7 | 1,5 | 3,0 | 2 |
| Pöytähuone | Perus | 17,0 | 17,0 | 23,0 | 29,7 | 0,5 | - | 8 |
| Pukuhuone | Perus | 22,0 | 22,0 | 23,0 | 29,7 | 4,0 | - | 5 |
| Ryhmäyöbä | Hyvä | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 26,0 | 5,0 | - | 1 |
| Siivoushuone | Perus | 21,0 | 21,0 | 23,0 | 29,7 | 4,0 | - | 5 |

KUVA 11. Tilatyypikirjasto, Riuska-ohjelma

4.6.5 Lämpökuormat

Tilan kuormat -kohdasta (kuva 12) käyttäjä voi muokata tiloihin ihmisistä, laitteista tai valaistuksesta aiheutuvia kuormituksia. Kuormitukset voidaan määrittellä itse tai käyttää Riuskan tietokannan valmiita kuormituksia. Kuormituksia muokkaamalla pyritään pääsemään mahdollisimman lähelle todellista tilannetta. Käyttäjän määrittelemien kuormitusten lisäksi lämpökuormiksi huomioidaan energiansäteily seinien, ikkunoiden, kerrosten ja kattojen lävitse (6, s. 10).

Lämpökuormia lisättäessä kuormituksen tyyppin lisäksi asetetaan myös kuormituksille aikataulut. Ihmisistä aiheutuvia kuormia lisättäessä tarkennetaan tilan kokonaisuuhmismäärä tai tilassa oleva ihmisten määrä neliöitä kohden, työn intensiteetti eli työn tehotaso sekä henkilöiden vaatetus eri lämpötiloissa. Luvuissa 4.10.3.2 ja 4.10.3.3 on tarkemmin kerrottu työn tehotasosta ja vaatetuksen vaikutuksista laskentaan (6, s. 10).



KUVA 12. Lämpökuormat, Riiska-ohjelma

4.7 Tilatietopankki

Jokaisella rakennuksessa olevalla huonetilalla on oma tilatietopankki (kuva 13), joka luodaan esimerkiksi Room-ohjelmalla. Tilatietopankki sisältää seuraavat tiedot:

- tilan nimi / huonekoodi
- tilan ala [m²]
- tilavuus [m³] tai tilan korkeus [m]
- lämpötila kerrostumisen tiedot [°C/m]
- vuotoilmakertoimen ja sille määriteltävän aikataulun
- minimi ja maksimi ilmavirrat [dm³/s]
- jäähdytyskapasiteetti [W]
- lämmityskapasiteetti [kW]
- tilatyyppi
- ilmanlaadun luokat: perus, hyvä tai erittäin hyvä.

Edit space data

Space data

Name: KO2C_0141

Area [m²]: 61.5

Volume [m³]: 222.6

Height [m]:

Temperature gradient [°C/m]: 0.00

Infiltration rate [1/h]: 0.16

Infiltration schedule: VJ0: ma-su 24h (100%)

Air flow rate: [dm³/s] / [dm³/s.m²] min/max [Help](#)

Cooling capacity: [W] [W/m²]

Heating capacity [kW]:

Heating setpoint schedule:

Space type and indoor air quality level

Space type: Koulutustila

Indoor air quality level: Hyvä

- cooling, setpoint/design value [°C]: 23.0 / 26.0 [Help](#)

- heating, setpoint/design value [°C]: 21.0 / 21.0

- air flow rate, min/max [dm³/s.m²]: 5.0 / -

Update the space air flow rate to the default value

Update space type specific default thermal loads (if found any)

Delete the space calculation results

KUVA 13. Tilatietopankki, Riuska-ohjelma

Tilatietopankissa olevia arvoja voidaan muokata halutunlaiseksi, mikäli yleiset asetukset eivät vastaa tilan toimintaa. Tilan koko ja tilavuus määrittävät kolmiulotteisen mallinnuksen tietojen pohjalta, mutta ne voidaan korvata halutuilla tiedoilla. Ilmavirtojen minimi- ja maksimitasot voidaan lisätä ilmanvaihtosuunnitelman mukaisesti tai ne voidaan päivittää vastaamaan tilalle määritellyjä huonetyypin ja ilman laatutason arvoja.

Tilatietopankin tiedoissa voidaan määritellä myös tilassa tapahtuva lämpötilan kerrostuminen. Lämpötilan kerrostuminen kuvastaa sitä, kuinka lämpötila muuttuu tilan lattian ja katon välillä. Laskennassa ominaisuutta tulisi käyttää ainoastaan korkeissa tiloissa kuten auditorioissa tai muissa avoimissa tiloissa. Kerrostuminen huomioidaan laskennassa niin, että tuloilman lämpötilaa lasketaan kompensoimaan kerrostumisen myötä lämmennyttä poistettavaa ilmaa. Kerrostumista laskettaessa oletetaan tuloilmalaitteiden olevan huoneen alaosissa ja poistoilmalaitteiden lähellä tilan kattoa. Lämpötilan kerrostuminen, esimerkiksi $0,5\text{ °C/m}$, huomioidaan vain tuloilman asetusarvon alarajaan saakka (6, s. 11).

Kesällä kun ulkoilma on lämmintä, on lämpötilan kerrostumisen vaikutus suurimmillaan, ja talvella ulkoilman viilentyessä kerrostumisen vaikutus pienenee. Jos ulkoilma on viileämpää kuin tuloilman asetusarvon yläraja, ei kerrostumaa huomioida lainkaan. Mikäli kohteessa on useita tiloja, joissa kerrostuminen halutaan huomioida, on parasta luoda tilalle oma ilmanvaihtojärjestelmä. Mikäli näin ei tehdä, ja samassa järjestelmässä on useita tiloja, joille kerrostuminen huomioidaan, muodostuu näille tiloille keskiarvo-olosuhteet. Kun laskennassa käytetään kerrostumisominaisuutta, on sen vaikutus aina lineaarista (6, s. 11.)

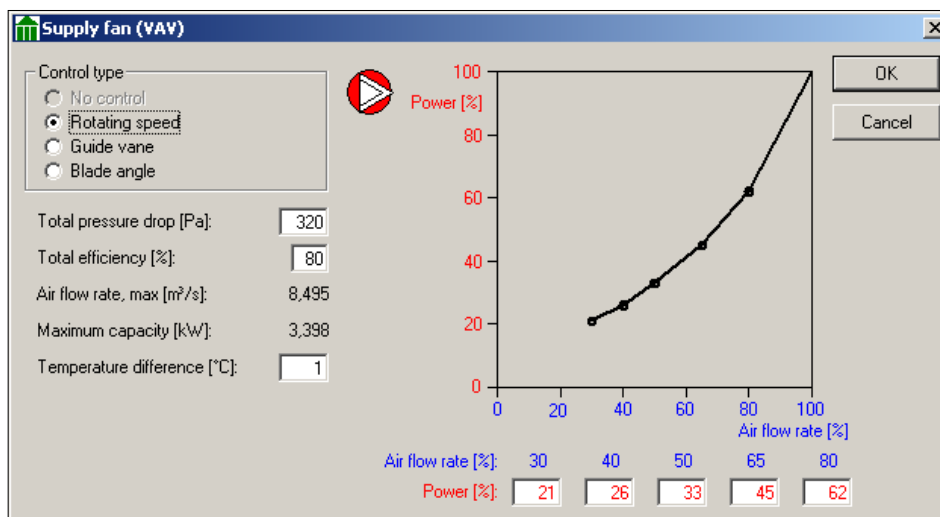
4.9 Ilmanvaihtokoneen osat ja asetukset

Ilmanvaihdossa käytettäviä konetyyppejä on neljä: vakioilmavirtainen, muuttuvilmavirtainen, jäähdytyspalkki tai suutinkonvektori. Kun haluttu tyyppi on valittu, voidaan kaikkia koneeseen kuuluvien osien tietoja muokata halutunlaisiksi tai poistaa koneen osia.

Oulun seudun ammattiopiston liiketalouden yksikön ilmanvaihtojärjestelmässä on neljä huippuimuria, joiden avulla hoidetaan osa rakennuksen poistoilmavaihdosta. Riuskan ilmanvaihtokoneen valikoissa ei kuitenkaan ole valittavana huippuimuria, eikä Riuskan manuaalissa ollut selkeää ohjetta, kuinka simulointiin lisätään huippuimuri. Olimme yhteyttä Progman Oy:n tukeen, josta neuvottiin, kuinka huippuimuri lisätään järjestelmään.

Kun kohteeseen lisätään huippuimuri, luodaan järjestelmälle normaalilla tavalla palvelualue sekä ilmanvaihtokone. Ilmanvaihtokoneesta kuitenkin poistetaan kaikki laitteet lukuunottamatta tulo- ja poistopuolen puhaltimia. Tämän jälkeen tuloilmavirta ja tuloilmapuhaltimen teho asetetaan pienimmäksi mahdolliseksi, jolloin tuloilmapuolen vaikutus jää niin pieneksi, ettei sillä ole vaikutusta laskentaan ja sen käyttäytyminen vastaa huippuimuria.

Puhaltimille (kuva 15) määritellään haluttu säätötapa, painehäviö, puhaltimen hyötysuhde sekä puhaltimen teho eri käyttöalueilla. Ilmavirrat ilmanvaihtokoneille määrittyvät niiden palvelualueille kuuluvien tilojen kokonaisilmavirroista ja ne nähdään puhaltimen tiedoissa (6, s. 5).

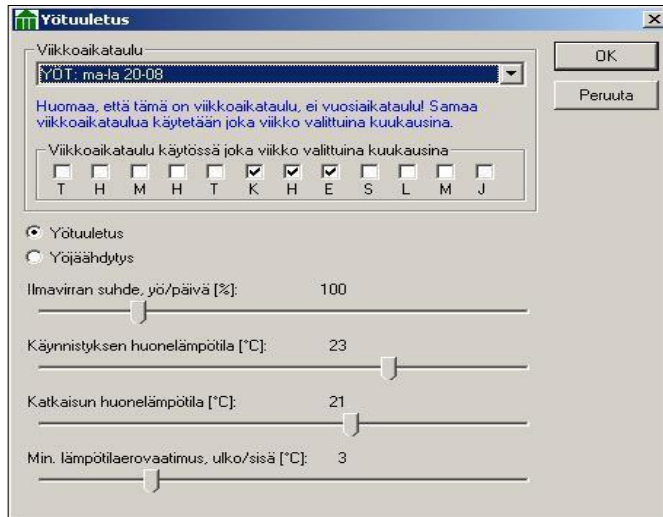


KUVA 15. Puhaltimen asetukset, Riuska-ohjelma

Ilmanvaihtokoneen **lämmityspatterin/jäähdytyspatterin** teho [W] merkitään kohteen laitetietojen perusteella. Riuska-ohjelman oletusarvona asettama teho 9999999,0, tarkoittaa jälkilämmityspatterin maksimitehoa laskennassa (6, s. 5).

Lämmöntalteenoton hyötysuhteeksi asetetaan prosenttimäärä, joka paluuilman energiasta saadaan talteen ja voidaan hyödyntää uudelleen tuloilman lämmittämisessä. Mitä suurempi lämmöntalteenoton hyötysuhde on, sitä pienemmät kustannukset tuloilman lämmittämisestä aiheutuu. Lämmöntalteenottoa ei huomioida simuloinnissa, jos poisto- ja tuloilman välinen lämpötilaero on alle 5.55 °C (6, s. 5).

Yötuuletus-kohdassa (kuva 16) määritellään yönaikainen ilmanvaihto tai jäähdytys. Toiminnolle asetetaan sen viikko- ja vuosiaikataulut, ilmavirran suhde prosentteina verrattuna päiväaikaisiin ilmavirtoihin, lämpötilojen ylä- ja alarajat sekä sisä- ja ulkoilman välinen minimilämpötilaero, joka on ylitettävä, jotta toiminta huomioidaan laskennoissa (6, s. 5).



KUVA 16. Yötuuletuksen tiedot, Riuska-ohjelma

Kohteelle voidaan asettaa myös **vapaajäähdytystoiminto**, jossa lämpötilalle asetetaan yläraja, jonka saavuttamisen jälkeen järjestelmän ilmastointikoneiden ei tarvitse käyttää energiaa ulkoilman viilentämiseen. Laskennassa tilojen tarvitsemasta jäähdytystehosta ei kerry tällöin kustannuksia. Lisäksi tuloilman lämpötilan asetusarvokäyrä-kohdasta voidaan muuttaa käytettäviä tulo- ja ulkoilman lämpötiloja kesä- ja talvitilanteessa (6, s. 5).

4.10 Simuloinnit ja laskentatulokset

Energiasimulointia, olosuhdesimulointia, viihtyvyys- tai lämpöhäviölaskelmia suoritettaessa saadaan tulokset tarkasteltaviksi Excel-muodossa. Tulokset sisältävät kulloiseltakin osa-alueelta graafisen tulossivun sekä luettelot tuloksiin vaikuttaneista arvoista ja olosuhteista.



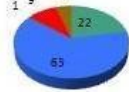
Excel-pohjaisia tuloksia saadaan pääsimulaatioiden lisäksi energiasimuloinnin aikatauluista ja käyttöasteista, ilmanvaihdon palvelualueyhteenvedosta, jäähdytystehoista ja ilmavirroista sekä tilaluetteloista. Nämä ovat liitteinä 1–4 opinnäytetyön lopussa. Myös simulointi- ja laskentatulokset ovat täysikokoisina liitteinä.

4.10.1 Lämpöhäviölaskenta

Lämpöhäviölaskelmasta (kuva 17) nähdään rakennuksen rakenteiden läpi ulkoilmaan siirtynyt lämpöenergia sekä vuotoilman aiheuttamat lämpöhäviöt. Laskentaan voidaan valita koko projektin kohde tai vain tietyt tilat, jolloin voidaan tarkastella huonekohtaisia häviöitä. Lämpöhäviölaskelmat Riuskalla tehtynä ovat niin sanottuja vakaan tilan lämpöhäviölaskelmia, jotka perustuvat halutulle ulkolämpötilalle. Lämpöhäviöihin vaikuttava ulkolämpötila määritellään säätiedot-valikosta. Lämpöhäviölaskelmat suoritetaan rakenteille määritettyjen U-arvojen, sisä- ja ulkolämpötilojen eron sekä lämpösäteilyn perusteella (6, s. 2).

Tuloksista nähdään, mistä kohteen lämpöhäviöt koostuvat. Rakennuksen seinät, ikkunat, ovet, katot ja lattiat on eritelty niin, että kunkin rakenteen kohdalla voidaan tarkastella kokonaislämpöhäviötä, prosenttiosuutta johtumislämpöhäviöstä sekä sitä, kuinka paljon lämpöhäviöitä tulee kyseisen rakenteen alaa ja tilavuutta kohden.

Johtumisesta ja vuotoilmasta aiheutuvien lämpöhäviöiden lisäksi nähdään myös projektissa käytettyjen korjauskertoimien vaikutukset kokonaislämpöhäviöihin sekä kaikkien rakenteiden lämpöhäviöt laskettuna SRMK 2008:n mukaisilla arvoilla. Näitä arvoja voidaan tarkastella Asetukset-valikosta.

|  | | LÄMPÖHÄVIÖLASKELMA RAKENNUKSEN YHTEENVETO | | | | | |
|---|--------------|--|---------------|--|------------|----------------|----------------|
| Kotkantie2 | | Asiakirja n:o | | | | | |
| | | Projekti n:o | | | | | |
| | | Pvm. | Laatija/Tark. | | | | |
| | | Viim. muutos | | | | | |
| | | Laadittu | 30.04.2010 | | | | |
| RAKENNUKSEN TIEDOT | | VAIPAN JA VUOTOILMAN LÄMPÖHÄVIÖT | | | | | |
| | | Häviöt käyttäjän määrittelemillä U-arvoilla | | | | SRMK 2008 | |
| | | W/m² | | W/brm² | | % | |
| Rakennuksen bruttoala: | 5 020 brm² | Seinät: | 1,3 | 5,4 | 16 | 26 318 | 24 289 |
| Rakennuksen tilavuus: | 21 200 m³ | Ikkunat: | 3,6 | 15,3 | 46 | 76 759 | 81 562 |
| Vaipan pinta-ala: | 5 855 m² | Ovet: | 0,1 | 0,3 | 1 | 1 539 | 1 658 |
| Keskimääräinen vaipan U-arvo: | 0,83 W/m², C | Katot: | 0,5 | 2,2 | 7 | 11 199 | 11 099 |
| Keskimääräinen vuotoilmakerroin: | 0,16 1/h | Lattiat: | 0,3 | 1,2 | 4 | 6 203 | 6 203 |
| Ikkunoiden osuus rakennuksen kerrosalasta: | 26 % | Johtuminen: | 5,8 | 24,4 | 73 | 122 616 | 124 789 |
| Ikkunoiden osuus ulkoseinästä: | 58 % | Vuotoilma: | 2,2 | 9,1 | 27 | 45 911 | 45 911 |
| Ulkolämpötila: | -32 °C | Yhteensä: | 7,9 | ## | 100 | 168 529 | 170 700 |
| Keskimääräinen lämpöhäviön korjauskerroin: | 1,000 | Yhteensä korjauskertoimen kanssa: | | | | | 168 529 |
| Vaippa = Rakenteet, jotka ovat ulkoilmaa tai maaperää vastaan. | | | | | | | |
| VAIPAN RAKENNETYYPI | | | | | | | |
| Osuudet vaipan alasta % | | | | Johtumislämpöhäviöt % | | | |
|  | | | |  | | | |
| Nimi (kirjastotyyppi) | | W/m², C | m³ | | | | |
| Seinät | | ## | 2 084 | | | | |
| US3 (US3) | | 0,26 | 695 | | | | |
| US11 (US11) | | 0,28 | 236 | | | | |
| US2 (US2) | | 0,26 | 164 | | | | |
| PM1 (PM1) | | 0,27 | 145 | | | | |
| PM2 (PM2) | | 0,20 | 130 | | | | |
| US4 (US4) | | 0,28 | 121 | | | | |
| Ikkunat | | 1,32 | 1 106 | | | | |
| F09 (2xClear + low-e, 6+6+6mm) | | 1,40 | 584 | | | | |
| F18 (Cool-lite SKNI72 + 1xClear, (Krypton) 6+6mm) | | 1,10 | 173 | | | | |
| F01 (Cool-lite SKNI72 + 1xClear, (Krypton) 6+6mm) | | 1,10 | 91 | | | | |
| F01 (2xClear + low-e, 6+6+6mm) | | 1,40 | 91 | | | | |
| F14 (2xClear + low-e, 6+6+6mm) | | 1,40 | 53 | | | | |
| F17 (2xClear + low-e, 6+6+6mm) | | 1,40 | 40 | | | | |
| Ovet | | 1,30 | 25 | | | | |
| U0 (UO 01) | | 1,30 | 15 | | | | |
| S02 (UO 01) | | 1,30 | 8 | | | | |
| S05 (UO 01) | | 1,30 | 2 | | | | |
| Katot | | 0,15 | 1 398 | | | | |
| Slab (YP 01) | | 0,15 | 1 208 | | | | |
| Slab (YP 02) | | 0,16 | 155 | | | | |
| Slab (YP 04) | | 0,16 | 35 | | | | |
| Lattiat | | ## | 1 241 | | | | |
| Slab (AP 01) | | 0,20 | 680 | | | | |
| Slab (AP 03) | | 0,19 | 526 | | | | |
| Slab (AP 04) | | 0,21 | 35 | | | | |

KUVA 17. Lämpöhäviölaskennan tulokset, Excel-ohjelma

4.10.3 Olosuhdesimulointi

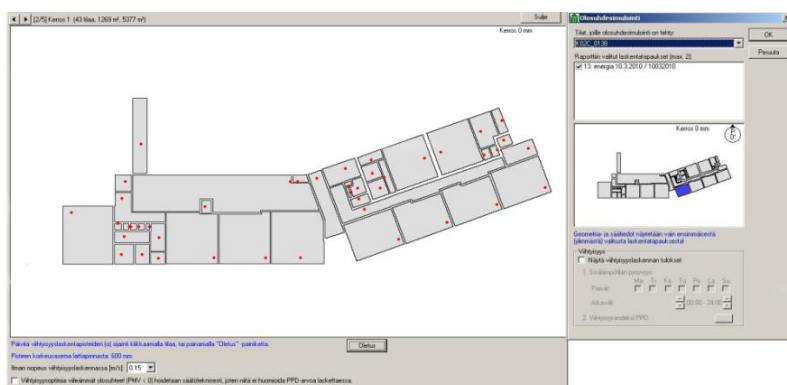
Olosuhdesimuloinnin avulla voidaan tarkastella nimensä mukaisesti tilan olosuhteita haluttuna ajankohtana. Simulointi voidaan suorittaa kahdella eri tavalla: simuloinnissa käytetään käyttäjän asettamia ilmavirtojen ja jäähdytyskapasiteetin määritelmiä, tai Riuska laskee tarvittavat ilmavirran ja jäähdytyksen määrät, joilla tilaan haluttu sisäilman laatu saavutetaan (6, s. 5).

Tilojen olosuhdesimulointi tehdään aina huone- tai tilakohtaisesti, mutta eri laskentatapauksia samasta tilasta voidaan yhdistää samaan simulointiin, jolloin tulosten vertailu on helpompaa. Olosuhdesimuloinnin tuloksista nähdään, millaiset olosuhteet tilassa on laskentapäivän aikana tietyillä ilmavirroilla ja lämmitys- tai jäähdytyskapasiteetilla. Tuloksista nähdään myös lämpökuormien muutokset simuloinnin aikana ja niiden vaikutus tilan olosuhteisiin sekä voidaan tehdä vertailuja erilaisten materiaali-, rakenne- sekä järjestelmäratkaisujen välillä (6, s. 5).

4.10.3.1 Viihtyisyyslaskenta

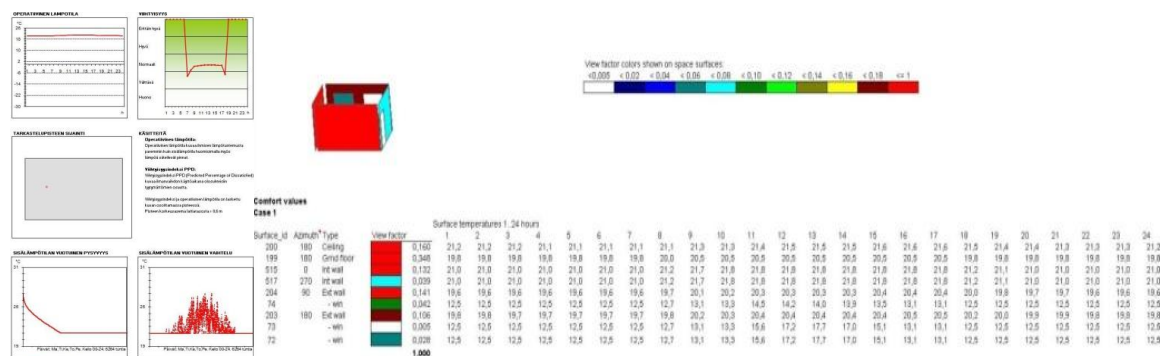
Olosuhdesimuloinnin yhteydessä voidaan suorittaa myös viihtyisyyslaskenta, jossa huomioidaan säteilevien pintojen lämpötilat ja tarkastellaan tilan olosuhteita suhteessa tilassa oleviin henkilöihin sekä sitä, kuinka henkilöt kokevat tilassa tapahtuvat muutokset (6, s. 12).

Viihtyisyyyslaskentaa varten ohjelma määrittelee automaattisesti laskennassa käytettävät tarkastelupisteet (kuva 19). Pisteet sijaitsevat 600 millimetrin korkeudessa tilan lattiapinnasta ja niiden sijaintia sekä laskennassa käytettävää ilmannopeutta tilassa voidaan muuttaa tarpeen mukaan (6, s. 12).



KUVA 19. Viihtyisyyyslaskenta ja tarkastelupisteet, Riuska-ohjelma

Viihtyisyyyslaskennan tuloksista (kuva 20) nähdään tilan operatiivinen lämpötila sekä tilassa olevien henkilöiden viihtyisyystaso. Lisäksi tilan pintojen lämpötilat, PMV-arvot ja PPD-viihtyisyysindeksi (4.10.3.5) nähdään tuntikohtaisella tarkkuudella. Näiden tietojen pohjalta voidaan arvioida tilojen ratkaisujen oikeellisuutta ja soveltuvuutta käyttötarkoitukseensa (6, s. 12).



KUVA 20. Viihtyisyyyslaskennan tulokset, Excel-ohjelma

4.10.3.2 Työn tehotaso

Kun kuormituksia käytetään tilojen olosuhdesimuloinnissa, määritellään tiloissa työskentelevien henkilöiden työn tehotaso eli Met-arvo (metabolic equivalent). Työn vaativuus määrittelee laskentaan vaikuttavan Met-arvon taulukon 7 osoittamalla tavalla. Mitä suurempi Met-arvo on, sitä enemmän lämpöenergiaa työtä tekevä henkilö tuottaa (6, s. 12).

TAULUKKO 7. Työn tehotasot (6, s. 12)

| | |
|------------------------|----------|
| Istuminen / lepääminen | 0,8 Met |
| Normaali toimistotyö | 1,0 Met |
| Kevyt teollisuustyö | 1,33 Met |
| Raskas teollisuustyö | 2,2 Met |

Laskettaessa yhden normaalia toimistotyötä (1 Met) tekevän henkilön tuottama lämpökuorma käytetään kaavaa 1. Yhtä henkilöä kohti saadaan pinta-alaksi 1,8 m², joka on laskennallinen pinta-ala 1,75 m pitkälle ja 75 kg painavalle henkilölle. 1 Met vastaa 58,2 W/m². Henkilön tuottamaan lämpöenergiaan vaikuttavat sekä Met-arvo että henkilön laskennallinen pinta-ala (6, s. 12).

$$\dot{Q} = \text{Met} \cdot A$$

KAAVA 1

\dot{Q} = henkilön tuottama lämpökuorma [W]

Met = työn tehotaso [W/m²]

A = henkilön pinta-ala [m²]

$$58,2 \text{ W/m}^2 \cdot 1,8 \text{ m}^2 = 104,76 \text{ W} \approx 105 \text{ W}$$

Näin lämpökuorma yhtä normaalia toimistotyötä (1 Met) tekevää henkilöä kohti on 105 W (6, s. 12).

4.10.3.3 Vaatteiden lämmönvastus

Myös vaatetuksen aiheuttama lämmöneristys voidaan huomioida ihmisistä aiheutuvia lämpökuormia laskettaessa. Laskennassa käytettävä vaatetustyyppi voidaan määrittellä seuraavien lämpötilarajojen mukaan:

- vaatetus, kun ulkolämpötila on +15 °C tai lämpimämpi
- vaatetus, kun ulkolämpötila on -5 °C...+15 °C
- vaatetus, kun ulkolämpötila on -5 °C tai kylmempi (6, s. 12).

Vaatetyppi, kuvaus sekä vaatetyypin aiheuttama lämmönvastus ja vaikutus laskennassa nähdään taulukosta 8.

TAULUKKO 8. Vaatetyypien lämmönvastukset (6, s. 12)

| Vaatetyppi | Kuvaus | Clo [m ² K / W] |
|-----------------------------|--|-------------------------------|
| Alaston | Alaston | 0 |
| Trooppinen vaatetus | Shortsit, avoin lyhyt hihainen paita, sandaalit | 0,3 |
| Kevyt kesävaatetus | Lahkeelliset kevyet housut, avoin lyhythihainen paita, kevyet sukat ja kengät | 0,5 |
| Kevyt työvaatetus | Kevyet alusvaatteet, puuvillasta valmistettu pitkähihainen työpaita, työhousut, sukat ja kengät | 0,7 |
| Raskas työvaatetus | Alusvaatetus, pitkähihainen paita, takki, paksut sukat ja kengät | 1,0 |
| Erittäin raskas työvaatetus | Pitkähihaiset- ja lahkeiset alusvaatteet, paita, työtakki, liivi ja housut, villasukat ja raskaat kengät | 1,5 |

4.10.3.4 Operatiivinen lämpötila

Suunniteltaessa tiloja pyritään niihin saavuttamaan optimaalinen lämpötila. Tämä tarkoittaa tilannetta, jossa suuresta määrästä ihmisiä mahdollisimman moni on tyytyväinen tilan olosuhteisiin ja vastaavasti tyytymättömien määrä on mahdollisimman pieni. Optimaalisen lämpötilan suunnitteluun liittyy olennaisesti tilan operatiivinen lämpötila [T_o], johon vaikuttavat tilan lämpötila, ilmavirran nopeus suhteessa henkilöön sekä tilan pintojen keskimääräinen säteilylämpötila, johon voidaan vaikuttaa muuttamalla laskennassa käytettävän tarkkailupisteen sijaintia. Toisin sanoen operatiivinen lämpötila kuvastaa sitä, kuinka henkilö aistii tilan lämpötilan. Operatiivinen lämpötila lasketaan kaavan 2 osoittamalla tavalla (6, s. 12).

$$T_o = A * T_i + (1 - A) * T_s$$

KAAVA 2

T_o = operatiivinen lämpötila

T_i = ilman lämpötila [$^{\circ}\text{C}$]

T_s = tilan pintojen keskimääräinen säteilylämpötila [$^{\circ}\text{C}$]

A määräytyy ilmannonopeuden mukaan seuraavasti:

$A = 0,5$ kun ilmannonopeus = $>0,24$ m/s

$A = 0,6$ kun ilmannonopeus = $0,2 \dots 0,6$ m/s

$A = 0,7$ kun ilmannonopeus = $0,6 \dots 1,0$ m/s

$$T_s = T_1 * F_{0-1} + T_2 * F_{0-2} + T_3 * F_{0-3} + \dots + T_m * F_{0-m}$$

$$\sum_{m=1}^m F_{0-m} = 1$$

m = tilan pintojen lukumäärä

4.10.3.5 PMV-arvo ja PPD-viihtyisyysindeksi

PMV-arvo (predicted mean vote) kuvastaa sitä, millaiseksi tilassa olevat henkilöt aistivat tilan lämpötilan. Optimaalisessa lämpötilassa henkilön lämmön aistimisen tulisi olla neutraali. Tällöin PMV-arvo on 0 ja sitä vastaava PPD-arvo (predicted percentage of dissatisfied) eli lämpöolosuhteisiin tyytymättömien osuus olisi 5 %. Tämä tarkoittaa sitä, että tilassa olevista henkilöistä vain 5 % kokisi tilan liian lämpimäksi tai viileäksi, jolloin tilan olosuhteet saavuttaisivat erinomaisen PPD-luokituksen (6, s. 13).

TAULUKKO 9. PMV-arvo ja viihtyisyysindeksi (6, s. 13)

| PMV | LÄMMÖN AISTIMINEN | PPD[%] |
|-----|-------------------|--------|
| +3 | KUUMA | 100 |
| +2 | LÄMMIN | 75 |
| +1 | HIUKAN LÄMMIN | 25 |
| 0 | NEUTRAALI | 5 |
| -1 | HIUKAN VIILEÄ | 25 |
| -2 | VIILEÄ | 75 |
| -3 | KYLMÄ | 100 |

Viihtyisyysindeksiin eli PPD-arvoon vaikuttavia osa-alueita ovat työn tehotaso (intensiteetti), henkilön vaatetus, lämpötila, ilman suhteellinen kosteus, ilmannoisuus sekä henkilön sijainti tilassa (6, s. 13).

TAULUKKO 10. Viihtyisyysindeksi ja luokitus (6, s. 13).

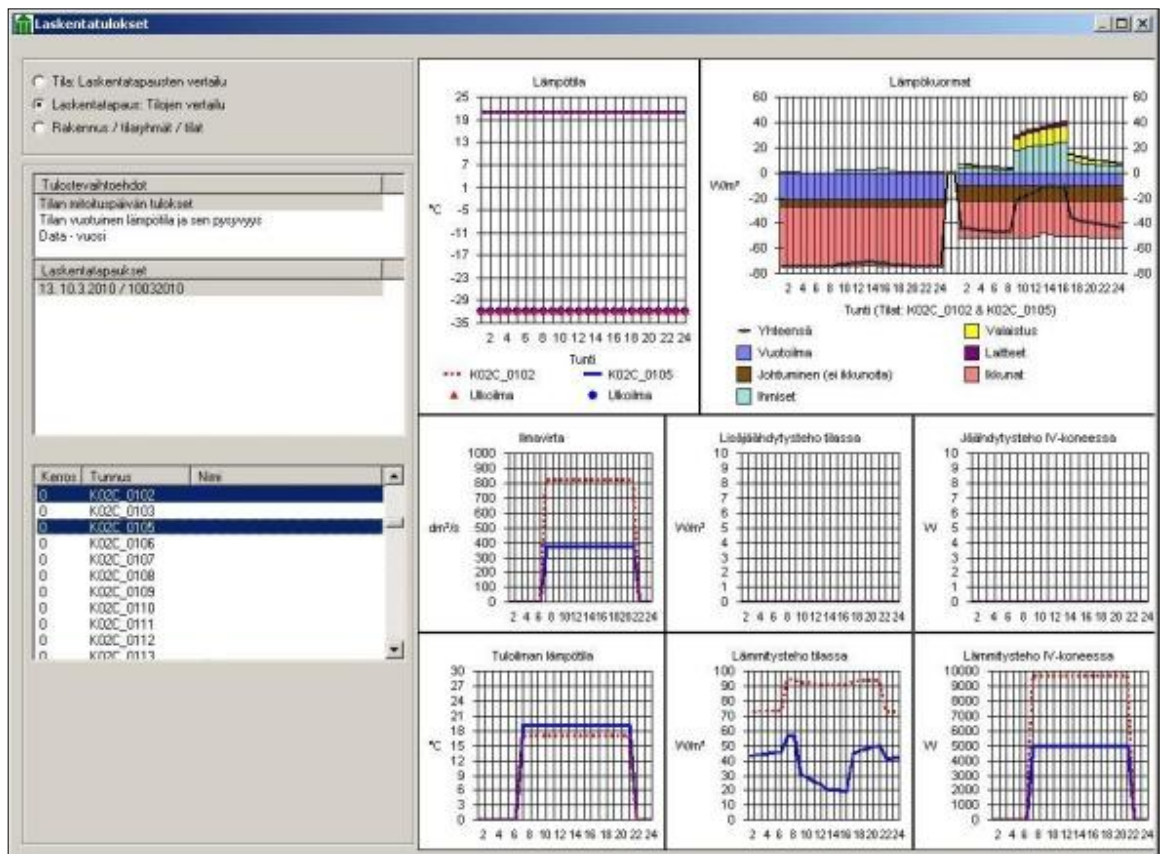
| PPD[%] | LUOKITUS |
|--------|-------------|
| 0-10 | ERINOMAINEN |
| 10-20 | HYVÄ |
| 20-30 | NORMAALI |
| 30-40 | TYYYDYTTÄVÄ |
| 40-50 | HUONO |

4.11 Laskentatulokset

Excel-muodossa olevien laskentatulosten lisäksi myös Riuskan sisäisiä tulosten tarkasteluja ja vertailuja on tarjolla monipuolisesti. Laskentatuloksista nähdään pääsääntöisesti samat tiedot hieman eri muodossa kuin Excel-tuloksistakin, mutta mukana on myös paljon sellaisia käyttökelpoisia tulosten tarkastelumalleja, joita ei Excel-muodossa ole saatavilla. Näistä esimerkkejä ovat teemakartat ja simulointien datat tuntikohtaisella tarkkuudella eri osa-alueilta. Kaikki Riuskan sisäiset tulokset ovat valmiina tulostusmuodossa.

4.11.1 Laskentatapausten ja tilojen vertailu

Laskentatulokset-osasta valittaessa **Tila: Laskentatapausten vertailu** tai **Laskentatapaus: tilojen vertailu** (kuva 21), voidaan kahden eri tilan tietoja vertailla keskenään tai saman tilan tietoja tarkastella eri laskentatapauksissa. Vertailussa voidaan tarkastella tilojen lämpötiloja, ilmavirtoja, jäähdytystehoja, tuloilman lämpötiloja, lämmitystehoja sekä lämpökuormia ja sitä, mistä ne muodostuvat.

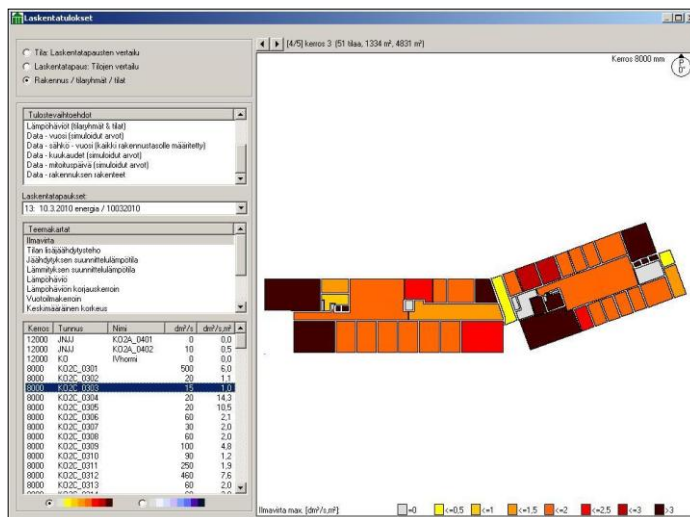


KUVA 21. Tilojen vertailu, Riuska-ohjelma

4.11.2 Teemakartat

Valitsemalla kohdan **Rakennus/tilaryhmät/tilat** voidaan tiloja tarkastella teemakarttojen avulla. Teemakartoissa voidaan tarkastella esimerkiksi tilojen jäähdytyksen- ja lämmityksen suunnittelulämpötiloja, lämpöhäviöitä ja ikkuna-pinta-alojen suuruuksia.

Esimerkiksi kuvan 22 teemakartasta nähdään ilmavirtojen suuruusluokka värikoodien avulla. Teemakarttojen avulla saadaan nopeasti laaja kuva suurenkin kohteen käyttäytymisestä eri osa-alueilla ja voidaan erottaa mahdolliset ongelmatilat kokonaisuudesta.



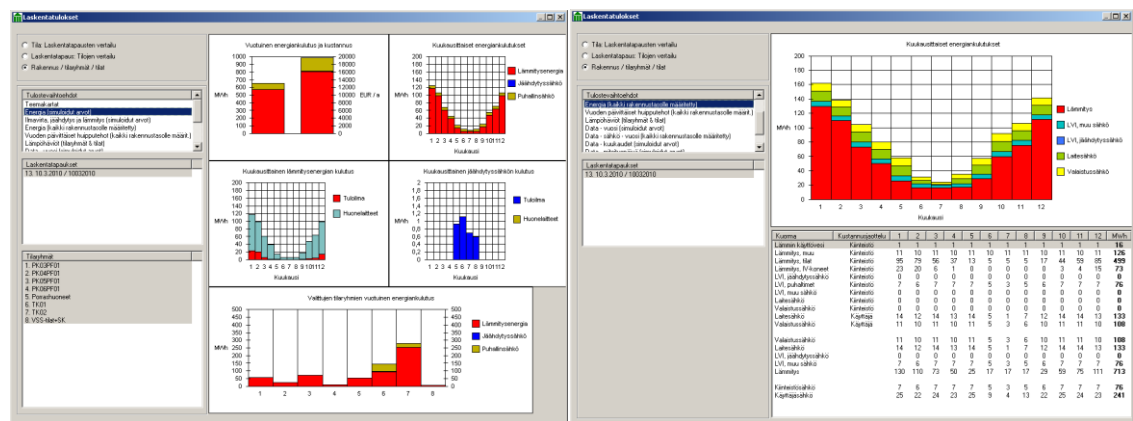
KUVA 22. Ilmavirtojen teemakartta, Riuska-ohjelma

4.11.3 Ilmavirta, jäähdytys ja lämmitys

Ilmavirta-, jäähdytys- ja lämmityskaavioista nähdään haluttujen tilaryhmien osalta mitoituspäivän ilmavirta, ilmanvaihtojärjestelmän ja tilojen jäähdytystehot sekä ilmanvaihtojärjestelmän ja tilojen lämmitystehot tuntitasolla. Lisäksi taulukoissa on esitetty ilmavirran, jäähdytystehon ja lämmitystehon vuotuinen pysyvyys.

4.11.4 Energia

Kohteen vuoden aikainen energiankulutus sekä siitä aiheutuvat kustannukset nähdään **Energia (simuloidut arvot)** -kohdasta. Lisäksi taulukoissa on esitetty kuukausitasolla tapahtuva energiankulutus, lämmitysenergiankulutus, jäähdytys­sähkön kulutus sekä tilaryhmien energiankulutukset vuositasolla (kuva 23).

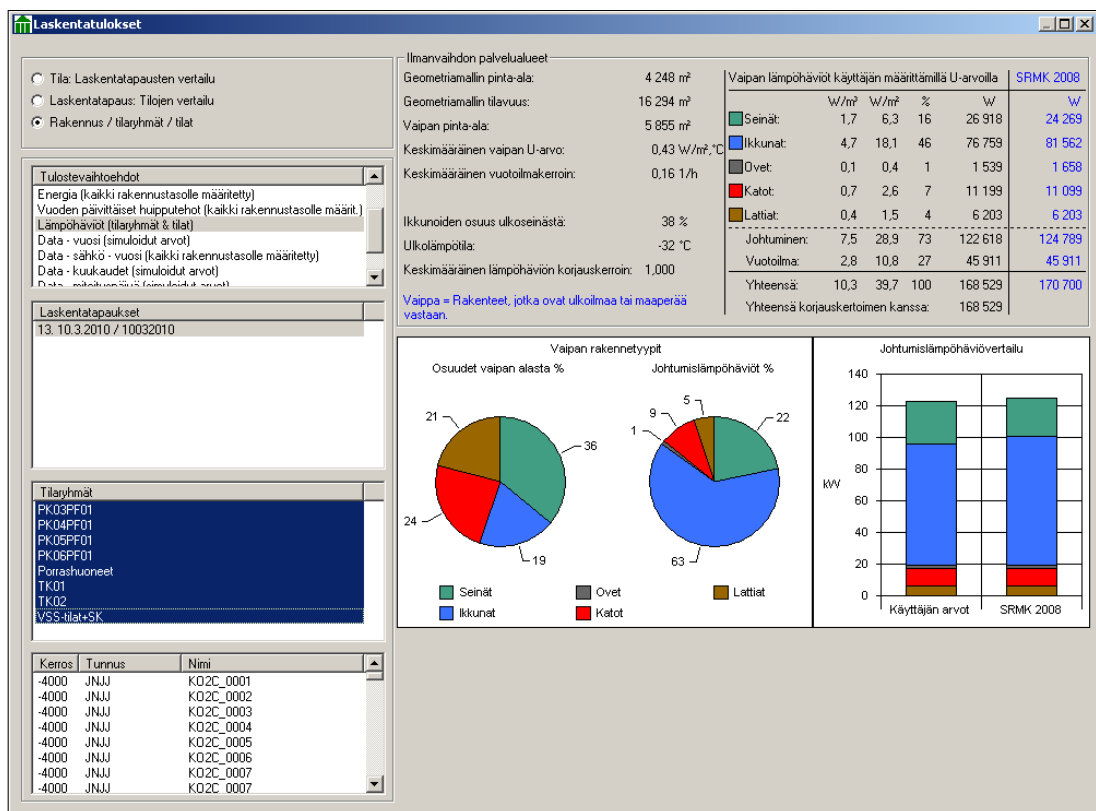


KUVA 23. Energiankulutuksen tulokset, Riuska-ohjelma

Energia (kaikki rakennustasolle määritetty) -osassa esitetään vastaavat energiankulutukset pylväsdiagrammin muodossa. Kulutus on eritelty **lämmitys-, LVI muu sähkö-, LVI jäähdytys­sähkö-, laitesähkö- ja valaistussähkö** -osiin. Lisäksi taulukossa esitetään eriteltyinä kuukausittaiset energiankulutukset.

4.11.5 Lämpöhäviöt

Lämpöhäviöt (tilaryhmät ja tilat) –kohdassa (kuva 24) voidaan tarkastella, paljonko tiettyjen tilaryhmien, koko rakennuksen tai yksittäisen tilan lämpöhäviöt ovat ja mistä lämpöhäviöt koostuvat. Rakennuksen seinät, ikkunat, ovet, katot ja lattiat on eritelty niin, että kunkin rakenteen kohdalla voidaan tarkastella kokonaislämpöhäviötä, prosenttiosuutta johtumislämpöhäviöstä sekä sitä, kuinka paljon lämpöhäviöitä tulee kyseisen rakenteen alaa ja tilavuutta kohden. Johtumisesta ja vuotoilmasta aiheutuvien lämpöhäviöiden lisäksi nähdään myös projektissa käytettyjen korjauskertoimien vaikutukset kokonaislämpöhäviöihin sekä kaikkien rakenteiden lämpöhäviöt laskettuna SRMK 2008:n mukaisilla arvoilla.



KUVA 24. Lämpöhäviölaskennan tulokset, Riuska-ohjelma

4.11.6 Vuoden päivittäiset huipputehot

Vuoden päivittäiset huipputehot -kohdasta nähdään lämmityksen sekä sähkönkulutuksen päivittäiset huipputehot vuoden aikana. Samasta kohdasta voidaan tarkastella eri laskentatapausten kulutuksia.

4.11.7 Laskentatulosten dataosiot

Todella laajassa taulukossa **Data-vuosi** on eritelty ulkoilman olosuhteiden ja kohteen energiankulutuksen muutoksia koko vuoden ajalta kaikkina vuoden tunteina. Taulukosta nähdään tilojen lämmitys, ilmanvaihtokoneen lämmitysteho, puhallinsähkö, ilmavirrat, jäähdytyksen energiankulutus sekä ulkoilman lämpötila, absoluuttinen kosteus, suhteellinen kosteus, entalpia ja paine. Lisäksi ulkoilman olosuhteiden ja kohteen energiankulutuksen muutoksia kuukausi- ja vuorokausitasolla voidaan tarkastella **Data-kuukaudet-** ja **Data-mitoituspäivä -** taulukoista.

Kohteen sähkönkulutus on eritelty **Data-sähkö-vuosi**-taulukossa niin, että kaikkia vuoden tunteja ja niiden aikana tapahtuvaa kulutusta voidaan tarkastella erikseen laitesähkön, valaistussähkön, jäähdytyssähkön, puhaltimien sähkön sekä kokonaissähkön osalta. Kaikki projektin sisältämät rakenteet, niiden U-arvot sekä rakenteiden kokonaisneliömäärät nähdään **Data-rakennuksen rakenteet** -kohdasta.

5 KÄYTÖN ARVIOINTI

Riuskan käyttäminen on peruseriaatteeltaan kohteen tietojen kuten rakenteiden ja ilmanvaihtokoneiden käyntiaikojen määrittelemistä. Määrittelyn jälkeen ohjelman simuloinnit voidaan suorittaa.

Ohjelman määritelmien tarkkuuteen on panostettu paljon. Käyttäjä voi itse rakentaa seinä-, ovi-, katto-, ylä- ja alapohjarakenteet materiaali kerrallaan tai valita ohjelman valmiista rakenteista. Monipuolisten ikkunarakennemääritelmien avulla voidaan myös ikkunoista ja niihin liittyvistä ratkaisuista tehdä yksilölliset ja todellista kohdetta vastaavat. Energialaskennan kannalta on tärkeää, että juuri ikkunoiden tietojen muokaus- ja rakennevaihtoehdot ovat mahdollisimman laajat, koska usein suurin osa lämpöhäviöistä tapahtuu juuri ikkunoiden kautta. Lisäksi uuden kohteen suunnitteluvaiheessa voidaan Riuska-ohjelmalla helposti tehdä vertailuja erilaisten ikkunaratkaisujen kesken. Etenkin julkisen rakentamisen puolella sekä muissa suurissa kohteissa ovat ikkunat usein tärkeä osa julkisivusuunnittelua ja sisältävät energialaskennan kannalta merkittäviä ratkaisuja.

Riuskan monipuolisuus ja simulointien tarkkuus tarkoittaa sitä, että myös käyttämisen opetteleminen voi olla haastavaa. Riippuen siitä, kuinka paljon käyttäjällä on aiempaa kokemusta energialaskennasta tai vastaavista ohjelmista, kannattaa ohjelman toimintoihin ja käyttämisen harjoitteluun varata tarpeeksi aikaa. Tuntuma ohjelman käyttämiseen löytyy helposti ja varsinaiset simuloinnit saadaan nopeasti suoritettua, mikäli simulointia varten tehdyt määritelmät ovat tarkkoja. Jos määritelmät ovat jääneet vajavaisiksi tai kaikkia laskentaan vaikuttavia arvoja ei ole muokattu projektin tietojen mukaisiksi, voivat saadut tulokset olla tarkkuudeltaan todella kaukana siitä, mitä ne parhaimmillaan voisivat olla.

Ohjelman mukana tulevat demoprojekti ja manuaali, joiden läpikäyminen helpottaa simulointien tekemistä ja auttaa ymmärtämään ohjelman toimintaa. Kun ohjelman käyttäminen, toiminnot, aikataulupohjat laitteiden toiminnalle ja erilaisille kuormille tilatyypimääritelmiseen tulevat tutuiksi, on ohjelman käyttäminen ja tulosten analysointi nopeaa ja miellyttävää.

Riuskan visuaalinen ilme on käyttäjäystävällinen, ja laaja ohjelmisto on saatu selkeästi yhdelle pääsivulle, jossa valikot muodostavat loogisen kokonaisuuden. Lisäksi tilojen tarkastelu on miellyttävää ja kohteen kokonaisuuden hahmottaminen huomattavasti helpompaa, kun kohteesta voidaan tarkastella sen kolmiulotteista mallia.

Kohteen energiakäyttäytymistä voidaan tarkastella monipuolisesti saatujen tulosten pohjalta. Laskennan pohjalta nähdään vuosi-, kuukausi- tai tunti-kohtaisella tarkkuudella energialaskennan kannalta oleellisten osa-alueiden toiminta eri tilanteissa. Myös erilaiset teemakartat sekä tilojen ja laskentatapausten vertailut ovat hyvä tapa havainnollistaa tuloksia ja ratkaisuja esimerkiksi henkilöille, joille energialaskenta ei ole entuudestaan tuttua.

Parhaiten ohjelman vahvuudet tulevat esille suuressa uudisrakennuksessa, johon ohjelman avulla voidaan etsiä energiankulutuksen kannalta parhaita ratkaisuja, esimerkiksi vertailemalla erilaisia materiaali- ja rakennevaihtoehtoja ohjelman avulla. Mitä laajempi simuloitava kohde on, sitä suurempi hyöty Riuskan kirjastojen käyttämisestä saadaan.

Haastavaksi simulointikohteeksi voi muodostua opinnäytetyön kohteen kaltainen jo olemassa oleva rakennus, jonka sen hetkinen tilanne halutaan simuloida mahdollisimman tarkasti. Laskennassa käytetyn liiketalouden yksikön kohdalla-kin simulointien tuloksien ja toteutuneiden kulutustietojen kesken oli eroavaisuuksia eri osa-alueilla. Merkittävimmät erot tuloksissa olivat sähkö- ja lämmitysenergiankulutuksien välillä. Kohteen todellinen sähkönkulutus oli simuloinnista saatua sähkönkulutusta huomattavasti suurempi, kun taas todellinen läm-

mitysenergiankulutus jäi simuloitua pienemmäksi, vaikka tilamääritelmät olivat kohdetietoja vastaavat. Laskentatulosten pohjalta voidaankin päätellä, että kohteen tilojen käyttötarkoitus ja tämän myötä ihmisistä, laitteista tai valaistuksesta aiheutuvien kuormien määrät ovat lisääntyneet ajan myötä, eivätkä kohdetiedot ole enää ajantasalla. Tämänkaltaisessa tilanteessa simulointituloksia voidaan muokata todellista vastaaviksi lisäämällä tilojen lämpökuormia niin, että tulokset vastaavat toisiaan. Mikäli poikkeavuudet ovat suuria, vaatii tarkan ja todellisuutta vastaavan simuloinnin toteuttaminen kohteen tietojen tarkempaa kartoittamista.

6 POHDINTA

Opinnäytetyön aiheena oli simuloida Oulun Kaukovainiolla sijaitsevan OSAO:n liiketalouden yksikön energiakäyttäytymistä Riuska-ohjelmalla sekä arvioida simuloinnin ja käyttökokemusten pohjalta ohjelmaa ja sen toimintoja. Riuska vaatii kohteesta kolmiulotteisen mallin, ennen kuin sitä voidaan käyttää. Mielestäni olisi hyvä, jos ohjelmisto sisältäisi valmiita pohjia yleisimmistä rakennustyypeistä ja tiloista. Näiden avulla käyttäjä voisi vertailla erilaisten ikkunaratkaisujen, seinämateriaalien tai kuormitusten vaikutuksia.

Vuonna 2008 Suomessa voimaan tullut laki ja asetus rakennuksen energiatehokkuudesta velvoittaa tietyin varauksin uusilta rakennuksilta ja jo olemassa olevilta rakennuksilta niitä myytäessä tai vuokrattaessa energiatodistuksen. Lain ja asetuksen myötä energiatodistuksesta ja sen laatimisesta on tullut myös olennainen osa energialaskentaa. Energiatodistus on laskelma, jonka avulla voidaan selvittää erityyppisten rakennusten energiakulutuksen ja bruttoalan pohjalta laskettava energiatehokkuusluku. Energiatodistus pohjautuu Euroopan unionin direktiiviin rakennusten energiatehokkuudesta (7).

Energiatodistuksen vaatimat tiedot ja sen täyttämiseksi suoritettavat laskelmat voidaan tehdä Riuskan laskennan pohjalta, mutta itse todistusta ei voida tehdä pelkästään Riuska-ohjelmaa käyttäen. Todistus on täytettävä esimerkiksi osoitteissa www.ymparisto.fi tai www.motiva.fi. Itse energiatodistuksen laatimisen ja laskennan vaatima työ on vähäistä Riuskasta saatujen tietojen pohjalta, mutta mielestäni mahdollisuus energiatodistuksen valmiiksi tekemisestä Riuska-ohjelmalla lisäisi muuten kattavan energialaskentaohjelman yhtenäistä ilmettä sekä parantaisi sen markkinointiarvoa. Esimerkiksi CADSin laskentaohjelmasta tällainen mahdollisuus löytyy. Opinnäytetyön liitteessä 1 *Magicad: Riuska & Room energiatodistuksen laadinnassa* on ohjeet energiatodistuksen laadintaa varten.

Ohjelman heikohkona osa-alueena voisi pitää sen toimintojen oppimiseen varattua materiaalia. Riuskan versio 4.5.14. mukana tuleva manuaali on saatavilla vain englanninkielisenä. Jos käyttäjän englanninkielentaito ei ole hyvä, on teknisen sanaston ymmärtäminen vaikeaa. Ohjelman mukana tulee myös demoprojekti, jossa määritelmät ja oikeanlaiset asetukset demoprojektin kohteeseen ovat valmiina. Näin ollen määritelmiä ja asetuksia voidaan tarkastella ja niiden pohjalta nähdään esimerkiksi, millaisia kuomituksia ja aikatauluja projektissa on käytetty. Demoprojekti tarjoaa kuitenkin lähinnä mahdollisuuden tutustua ohjelman sisältöön ja laskentatuloksiin, ei niinkään neuvoja ohjelman käyttämiseen tai ongelmanratkaisuun.

Toisaalta voidaan olettaa, että energialaskentaohjelman käyttäjä tuntee jossain määrin energialaskennan ja siihen liittyvät ohjelmistot entuudestaan, eikä ohjeiden näin ajatellen tulisi ollakaan kaiken kattavia. Lisäksi Progman Oy tarjoaa teknisen tuen ohjelmistolle sekä erillisen koulutuksen Riuska-ohjelman käyttämiseen. Esimerkiksi 23.11.2010 Helsingissä järjestettiin Comfort & Energy -koulutus henkilöille, joilla ei ole aiempaa kokemusta ohjelmasta. Kurssi kesti yhden vuorokauden ja maksoi 350 euroa henkilöä kohden. Opinnäytetyötä työstettäessäkin turvauduttiin Progmanin neuvoihin puhelimitse ja sähköpostin välityksellä, ja palvelu oli poikkeuksetta kiitettävää.

Energialaskenta oli ajankohtainen ja omasta mielestäni erittäin mielenkiintoinen aihe opinnäytetyölle. Merkittävin haaste opinnäytetyön projektia aloittaessa oli se, ettei Riuska-ohjelma ollut ennalta käytössä OAMK:ssa, eikä koulun henkilökunnasta löytynyt ketään, jolla olisi ollut aiempaa kokemusta ohjelman käytöstä. Oma osaamiseni energialaskennassa perustui aiemmin CADSillä tehtyyn projektiin sekä D5:n mukaisesti tehtyyn laskentaan. Riuska osoittautui kuitenkin varsin käyttäjäystävälliseksi, ja ohjelman käyttämisestä jäi positiivinen kuva, joka vahvistui Riuskan parissa työskennellessä. Ohjelmaa käyttäessä ja sen toimintoihin tutustuessa myös oppi paljon uutta ja alkoi ymmärtää paremmin jo ennestään tietämäänsä.

LÄHTEET

1. Rakennusselitys, Oulun kauppaoppilaitoksen uudisrakennus. 2003.
Arkkitehtitoimisto Pekka Lukkaroinen Oy.
2. Oulun seudun ammattiopisto – Kaukovainion yksikkö, liiketalous.
Saatavissa: <http://www.osao.fi/index.php?1886>.
Hakupäivä 28.11.2010.
3. RIUSKA™ - Granlund. Saatavissa:
<http://www.granlund.fi/palvelut/granlund-ohjelmistot/riuska/>.
Hakupäivä 28.11.2010.
4. Progman – MagiCAD Comfort & Energy. Saatavissa:
<http://www.progman.fi/fi/magicad-fi/applications-fi/comfort-energy-fi>.
Hakupäivä 29.11.2010.
5. Energia- ja olosuhdesimuloinnit – Granlund. Saatavissa:
http://www.granlund.fi/palvelut/laskenta_ja_simulointi/energia-ja-olosuhdesimuloinnit/. Hakupäivä 28.11.2010.
6. RIUSKA Help – Energy and thermal simulation tool for buildings. 2010.
Granlund Oy.
7. Motiva – Energiatodistus. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiatodistus/.
Hakupäivä 28.11.2010.

LIITTEET

Liite 1. Rakennuksen energiasimulointi: Aikataulut ja käyttöasteet

Liite 2. Rakennuksen energiasimulointi: Ilmanvaihdon palvelualueyhteenveto

Liite 3. Rakennuksen energiasimulointi: Jäähdytystehot ja ilmavirrat

Liite 4. Tilaluettelo

Liite 5. Lämpöhäviölaskelma

Liite 6. Rakennuksen energiasimulointi

Liite 7. Viihtyisyyslaskennan tulokset

Liite 8. Laskentatulokset: Tilojen vertailu

Liite 9. Laskentatulokset: Ilmavirtojen teemakartta

Liite 10. Laskentatulokset: Energia (simuloidut arvot)

Liite 11. Laskentatulokset: Energia (kaikki rakennustasolle määritetty)

Liite 12. Lämpöhäviöt

Liite 13. MagiCad User's Guide: Riuska & Room energiatodistuksen laadinnassa