

Rakennusteollisuus RT ry

Kestävän Rakentamisen Kriteerit - KeKri

Rakennuksen hiilijalanjäljen epävarmuustarkastelu Monte Carlo menetelmällä
sekä suhde EN-standardeihin

Ecobio Oy | Neea Huttunen ja Henrik Österlund | WP1 raportti 14.07.2020

TAUSTAA

RAKENNUSTEN HIILIJALANJÄLJEN MERKITYS

- Rakennusten hiilijalanjäljen arviointi on tärkeää, jotta erilaisten vähähiilisyyttä edistävien päätösten tueksi saadaan riittävän tarkkaa tietoa.
- Se, mitä päätöksiä tiedon perusteella on tarkoitus tehdä, määrää tarkkuustason, läpinäkyvyyden ja jäljitettävyyden vaatimukset.

ILMASTOSELVITYS RAKENNUSLUPAEHTOIHIN?

- Ympäristöministeriö suunnittelee maankäyttö- ja rakennuslain kokonaisuudistuksen yhteydessä vähähiilisyyden arvioinnin ja siihen liittyvien uudisrakennusten **rakennustyyppikohtaisten hiilijalanjäljen raja-arvojen** sisällyttämistä säännöksiin.
- **Avoimia kysymyksiä** ovat mm. millaisella tarkkuudella ilmastaselvitys tulisi laatia sekä mikä olisi tuloksille sallittu epävarmuuden taso ja miten epävarmuus esitettäisiin.

ILMASTOSELVITYS RAKENNUSLUPAEHTOIHIN?

- Miten ja kenen toimesta suunnitelmien mukaisesti laaditun ilmastaselvityksen toteutuminen rakentamisen yhteydessä todennettaisiin?
- Mitkä olisivat jatkotoimenpiteet tilanteissa, joissa ilmastaselvitys ei vastaa rakentamislupavaiheessa ilmoitettua ja raja-arvovaatimus ylitetään?

MIKÄ OLISI SALLITTU EPÄVARMUUDEN TASO ILMASTOSELVITYKSESSÄ?

- Eri osapuolten välistä avointa keskustelua ilmastaselvityksen sallitusta epävarmuuden tasosta on käyty kovin vähän. Sen edistämiseksi RT ja Ecobio Oy ovat selvittäneet epävarmuuden lähteitä ja tasoa rakennusten hiilijalanjälkilaskelmissa.
- Elinkaariarviointiin perustuvassa hiilijalanjäljen laskennassa on paljon oletuksia, skenaarioita sisältävää arviointia ja epätarkkuutta tuloksiin tuottavaa laskentaa.

EPÄVARMUUS ELINKAARILASKELMISSA

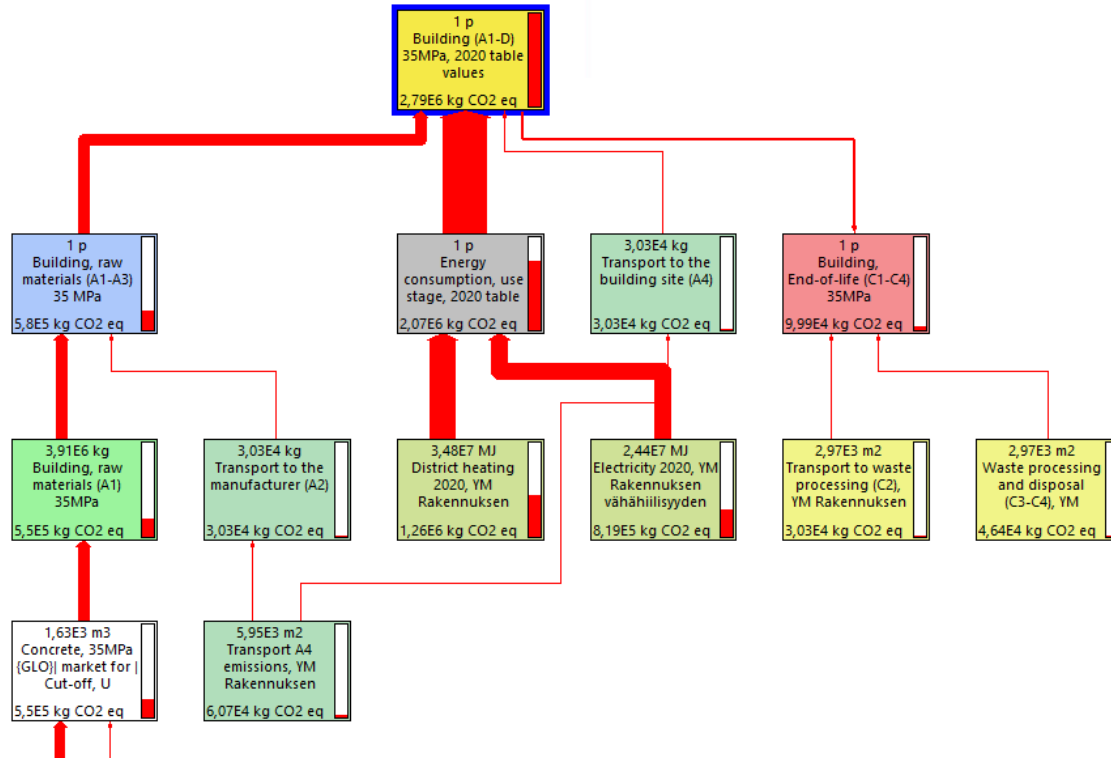
EPÄVARMUUS ELINKAARIARVIOINNIN MALLINNUKSESSA

- Elinkaariarvioinnin laskentamalli koostuu suuresta määrästä eri tietoja
- Tiedoissa on vaihteluvälejä, joita voi yksinkertaistaa käyttämällä laskuissa keskiarvoja, mutta tämä aiheuttaa laskelmien todenmukaisuuteen epävarmuutta
- Tulosta voi arvioida tekemällä mallille epävarmuusanalyysi
- Yksi suosituimmista menetelmistä laskennalliseen epävarmuusanalyysiin elinkaariarvioinnissa on Monte Carlo –simulaatio

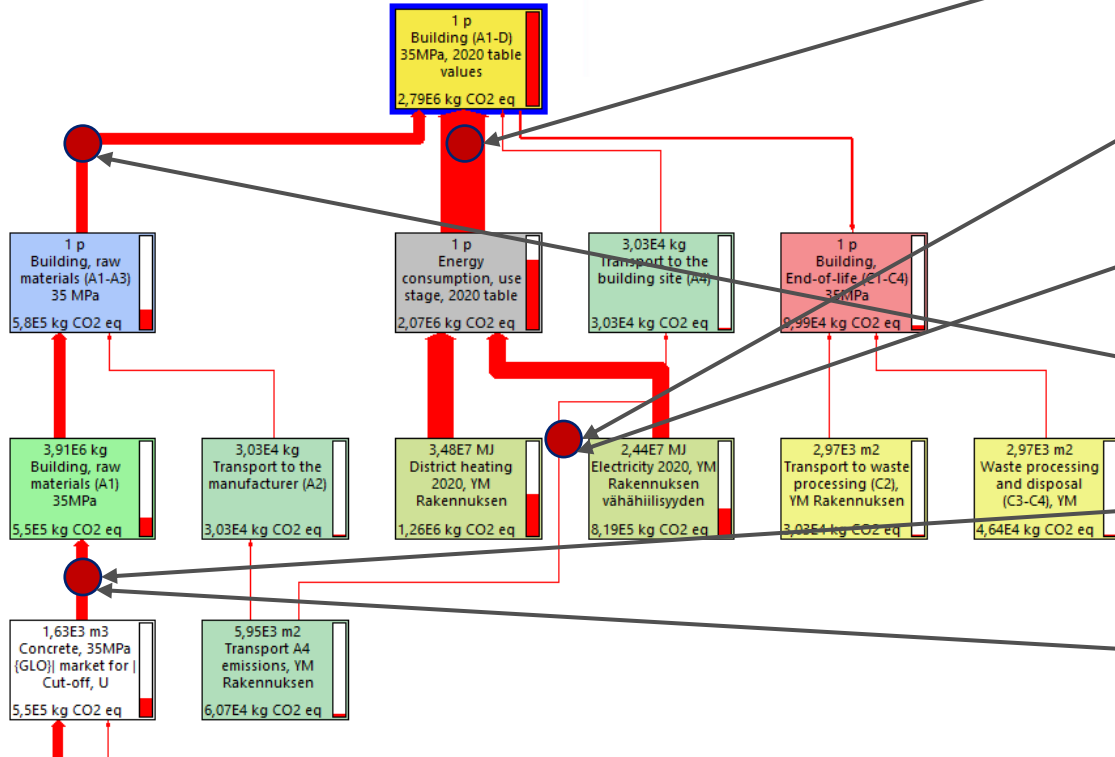
MONTE CARLO -SIMULAATIO

- Monte Carlo –simulaatio on numeerisen mallintamisen menetelmä, joka soveltuu monimutkaisen, laskentamallin kokonaisuvarmuuden analysointiin
- Menetelmä antaa tietoa tuloksen vaihteluvälistä ja suurimmista epävarmuuden lähteistä
- Simulointiin syötetään laskennan tietojen vaihteluvälejä ja todennäköisyysjakaumia, joiden mukaan arvot jakautuvat vaihteluvälille
- Monte Carlo –algoritmi luo suuren määrän eri skenaarioita, eli arpoo erilaisia skenaarioita todennäköisyysjakaumien perusteella, yleensä noin 1000-10 000 kpl

RAKENNUKSEN LCA-LASKELMAN VISUALISOINTI



ERÄITÄ LCA-LASKELMAN EPÄVARMUUSTEKIJÖITÄ



Epävarmuus **käytönaikaisen energian** määrälle elinkaaren aikana

Käytönaikaisen energian vaihtoehtoiset ominaispäästöarvot

Käytönaikaisen energian valittujen ominaispäästöarvojen sisäinen epävarmuus

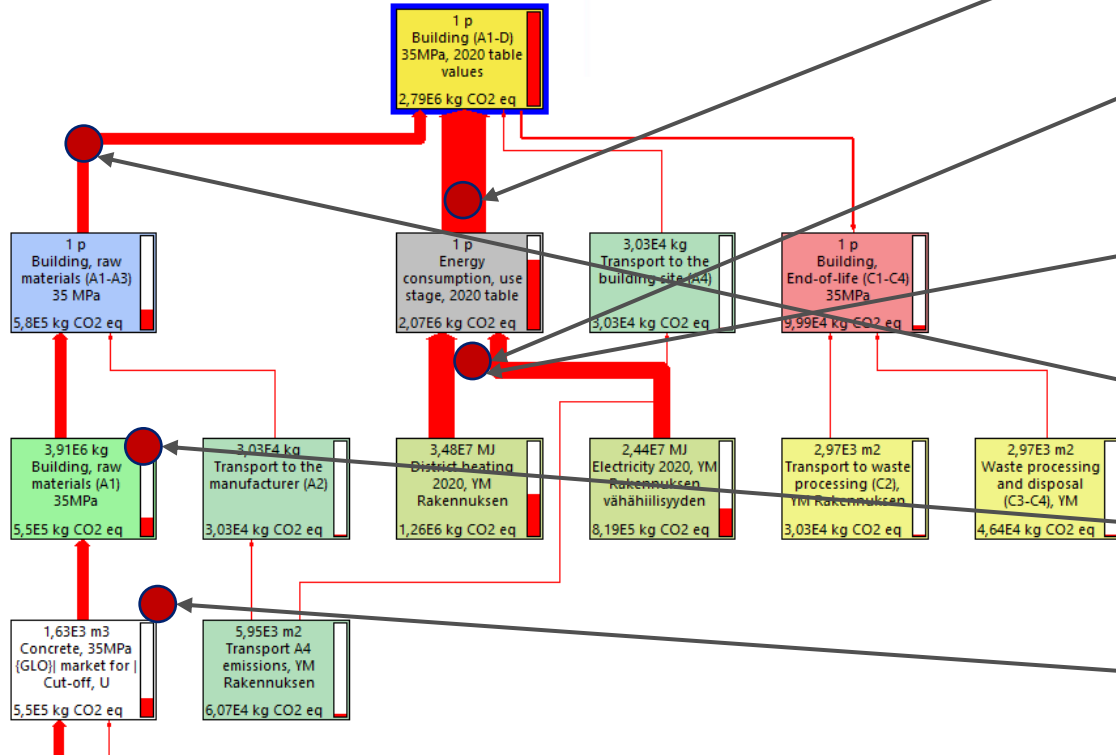
Betonin määrän ja laadun epävarmuus laskentamallissa

Betonin vaihtoehtoiset ominaispäästöarvot eri lähteissä

Betonin valittujen ominaispäästöarvojen sisäinen epävarmuus

EPÄVARMUUS ELINKAARILASKELMISSA - ESIMERKKEJÄ MONTE CARLO SIMULOINNISTA

EPÄVARMUUDEN ESIMERKKILASKELMA VERSIO 1.00



Epävarmuus käytönaikaisen energian määrälle elinkaaren aikana (ei mukana)

Käytönaikaisen energian kolme vaihtoehtoista lähdettä ominaispäästöille

Käytönaikaisen energian valittujen ominaispäästöarvojen sisäinen epävarmuus (ei mukana)

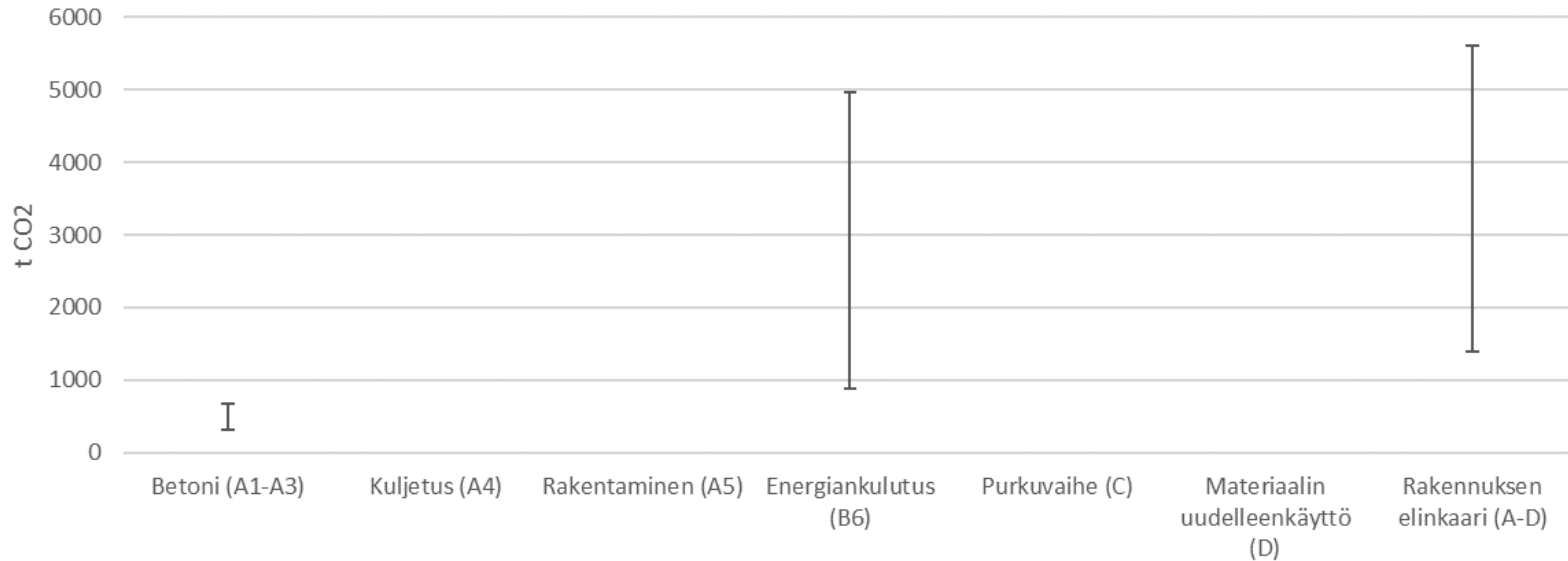
Betonin määrän ja laadun epävarmuus laskentamallissa (ei mukana)

Betonin neljä vaihtoehtoista ominaispäästöarvojen lähdettä

Betonin valittujen ominaispäästöarvojen sisäinen epävarmuus

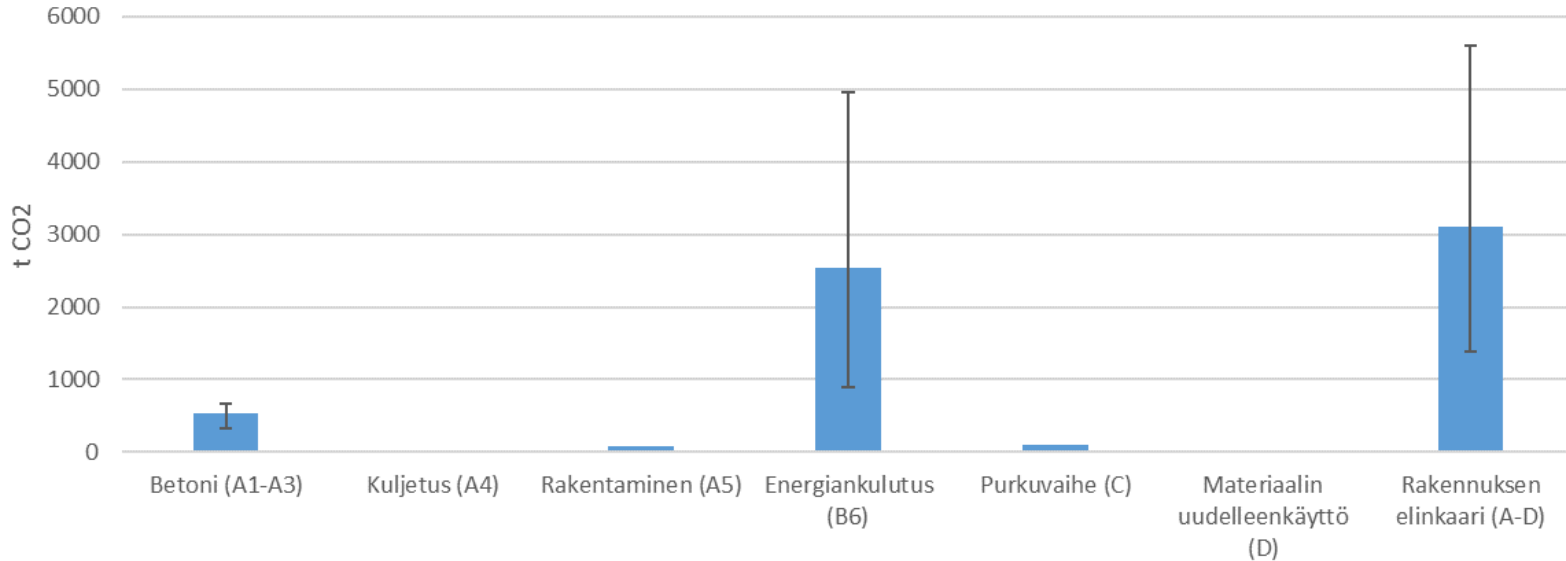
MONTE CARLO –SIMULAATIO VERSIO 1.00

Rakennuksen elinkaaren CO₂ekv.-päästöt epävarmuusrajoineen 95% luottamusvälillä, Monte Carlo -simulaatio 2000 kierroksella



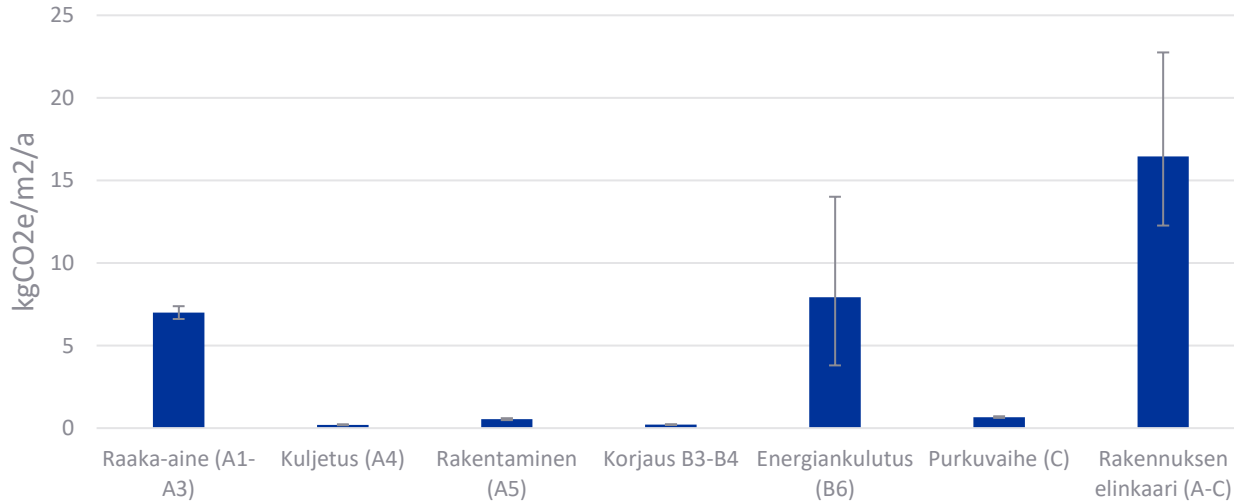
MONTE CARLO –SIMULAATIO VERSIO 1.00

Rakennuksen elinkaaren CO₂ekv.-päästöt epävarmuusrajoineen 95% luottamusvälillä, Monte Carlo -simulaatio 2000 kierroksella



MONTE CARLO –SIMULAATIO VERSIO 18.5.2020

50v. rakennuksen elinkaaren CO₂ekv.-päästöt epävarmuusrajoineen 95% luottamusvälillä, Monte Carlo -simulaatio 1000 kierroksella



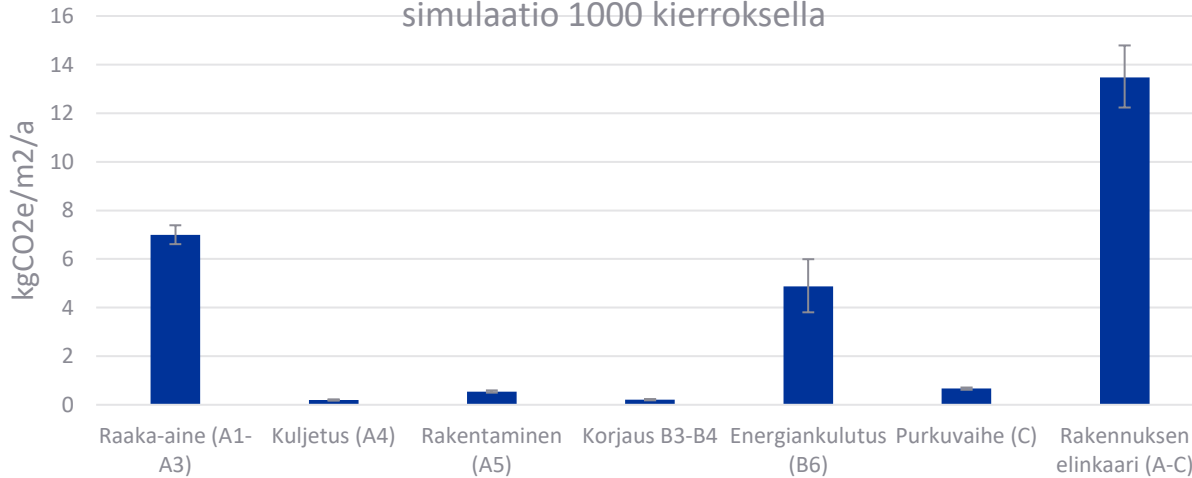
50 v käyttöikä. Käytönaikaisen energiantuotannon ominaispäästöarvot vaihtelevat. Mukana skenaariot: (1) **YM 2020 tuotanto**, (2) YM 2020-2070 skenaario, (3) Energiateollisuus 2020-2070 (vuodet 2060 ja 2070 ekstrapoloitu käyttämällä vuoden 2050 ominaispäästöjä)

Huom! YM menetelmä* ei kerro käytönaikaisen energian ominaispäästöarvojen skenaarion epävarmuutta

*) Lähde: Ympäristöministeriö. 2019. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Julkaistu 30.8.2019. Mukana liitteenä lausuntopyynnössä VN/7786/2020, jonka vastausaika päättyi 16.6.2020.

MONTE CARLO –SIMULAATIO VERSIO 18.5.2020

50v. rakennuksen elinkaaren CO₂ekv.-päästöt epävarmuusrajoineen 95% luottamusvälillä, Monte Carlo -simulaatio 1000 kierroksella



50 v käyttöikä. Käytönaikaisen energiantuotannon ominaispäästöarvot vaihtelevat. Mukana skenaariot: (1) YM 2020-2070 skenaario, (2) Energiateollisuus 2020-2070 (vuodet 2060 ja 2070 ekstrapoloitu käyttämällä vuoden 2050 ominaispäästöjä)

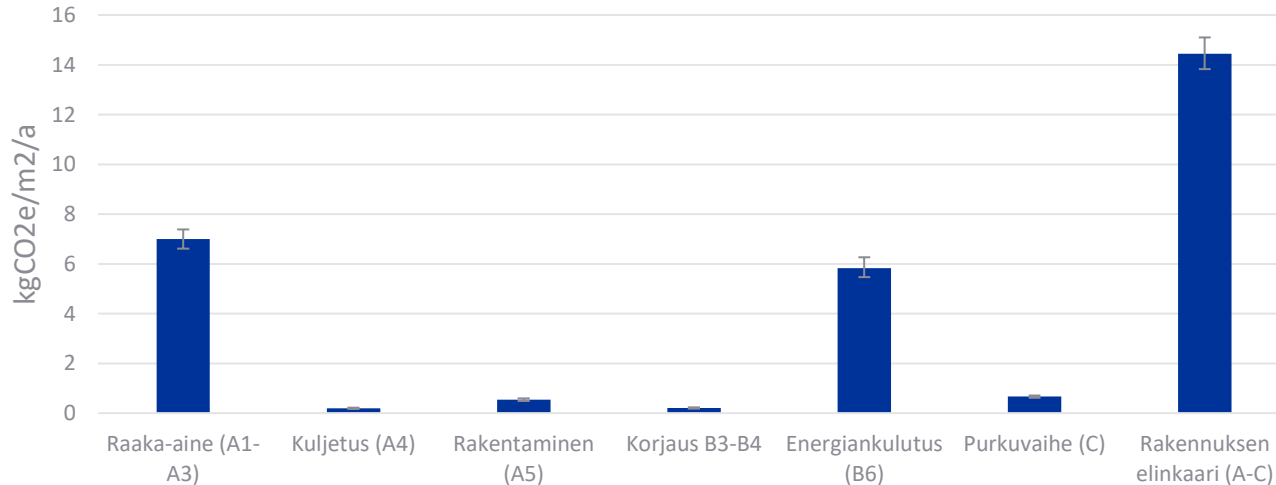
Huom! YM menetelmä* ei kerro käytönaikaisen energian ominaispäästöarvojen skenaarion epävarmuutta

*) Lähde:

Ympäristöministeriö. 2019. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Julkaistu 30.8.2019. Mukana liitteenä lausuntopyynnössä VN/7786/2020, jonka vastausaika päättyi 16.6.2020.

MONTE CARLO –SIMULAATIO VERSIO 18.5.2020

50v. rakennuksen elinkaaren CO₂ekv.-päästöt epävarmuusrajoineen 95% luottamusvälillä, Monte Carlo -simulaatio 1000 kierroksella



50 v käyttöikä.
Käyttöskenaario, jossa käytetään eri osuuksilla kaukolämpöä ja sähköä rakennuksessa YM 2020-2070 päästöskenaariolla. Mukana skenaarit: (1) 50%-50%, (2) 60%-40%, (3) 70%-30%.

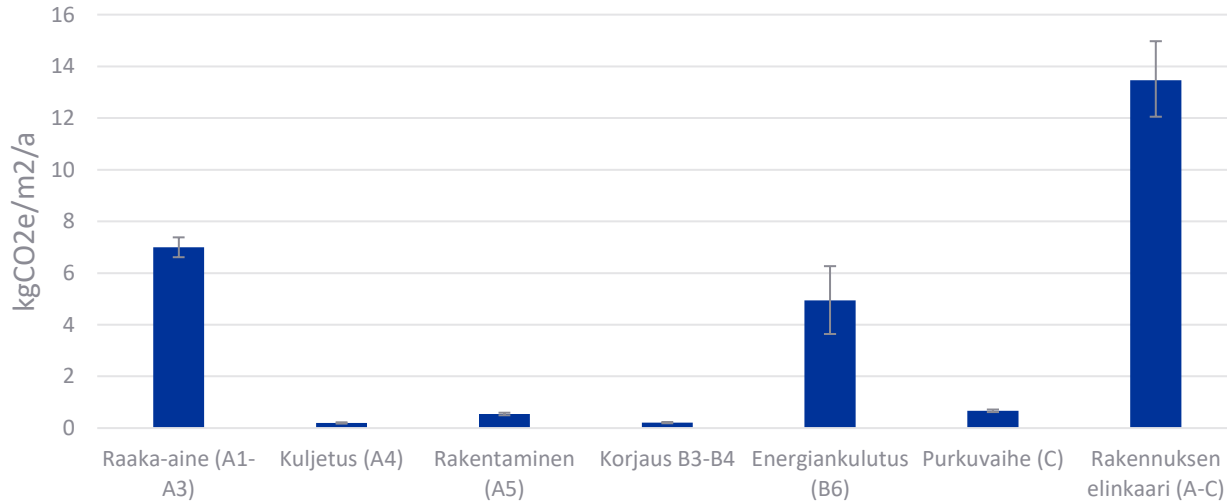
Huom! YM menetelmä* ei kerro käytönaikaisen energian ominaispäästöarvojen skenaarion epävarmuutta

*) Lähde:

Ympäristöministeriö. 2019. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Julkaistu 30.8.2019. Mukana liitteenä lausuntopyynnössä VN/7786/2020, jonka vastausaika päättyi 16.6.2020.

MONTE CARLO –SIMULAATIO VERSIO 18.5.2020

50v. rakennuksen elinkaaren CO₂ekv.-päästöt epävarmuusrajoineen 95% luottamusvälillä, Monte Carlo -simulaatio 1000 kierroksella



*) Lähde:

Ympäristöministeriö. 2019. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Julkaistu 30.8.2019. Mukana liitteenä lausuntopyynnössä VN/7786/2020, jonka vastausaika päättyi 16.6.2020.

50 v käyttöikä. Käyttöskenaario, jossa käytetään eri osuuksilla kaukolämpöä ja sähköä rakennuksessa. Mukana skenaariot: (1) 50%-50%, (2) 60%-40%, (3) 70%-30%.

50 v käyttöikä. Käytönaikaisen energiantuotannon ominaispäästöarvot vaihtelevat. Mukana skenaariot: (1) YM 2020-2070 skenaario, (2) Energiateollisuus 2020-2070

Huom! YM menetelmä* ei kerro käytönaikaisen energian ominaispäästöarvojen skenaarion epävarmuutta

ARVIO YM:n VÄHÄHIILISYYDEN MENETELMÄN SUHTEESTA STANDARDEIHIN

YM:N MENETELMÄLUONNOS VIITTAA EN- STANDARDEIHIN VÄLILLISESTI

- YM:n esittämässä rakennusten hiilijalanjäljen laskentamenetelmän taustaraportissa* viitataan standardeihin (mm. EN 15643 –sarja, EN 15978 ja EN 15804) välillisesti Level(s)-menetelmän kautta, joka on vielä kehitysvaiheessa.
- Viittaustapa standardeihin on ongelmallinen ainakin kahdesta syystä. Se ei ota suoraan kantaa onko mainittuja standardeja noudatettava vai ei. Lisäksi menetelmä vaikuttaa olevan paikoin ristiriidassa taustaraportissa mainittujen standardien kanssa.

*) Lähde:

Ympäristöministeriö. 2019. Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Julkaistu 30.8.2019. Mukana liitteenä lausuntopyynnössä VN/7786/2020, jonka vastausaika päättyi 16.6.2020. Viittaus standardeihin on sivulla 11.

HUOMIOT STANDARDEISTA

YM:n arviointimenetelmässä käytetty käytönaikaisen energiankulutuksen ominaispäästöjen pienentäminen ajan funktiona energiantuotannon jatkuvasti muuttuviin ja määrittelemättömiin tulevaisuustavoitteisiin perustuvien päästöskenaarioiden perusteella on standardien prEN 15643, EN 15978 ja EN 15804 periaatteiden ja vaatimusten vastaista.

HUOMIOT STANDARDISTA EN 15804

EN 15804:2012 + A2:2019, 6.3.9 Developing product level scenarios, s. 28

“Scenarios shall not include processes or procedures that are not in current use or which have not been demonstrated to be practical.”

- Skenaarion on perustuttava prosessiin, joka on käytössä tai joka on todistettu käytännölliseksi.
- YM:n energiamuotojen päästökertoimet perustuvat WEM-skenaarioon (With Existing Measures), jonka pitäisi olla saavutettavissa nykyisillä politiikkatoimilla.
 - WEM-skenaario ei kuitenkaan ole käytössä tai ota kantaa käytettyihin teknologioihin.

HUOMIOT STANDARDISTA EN 15978

15978:2011, Scenarios for Use stage (modules B1 to B7); 8.6.1 General, s. 33

“Scenarios should be based on the existing regulations, client’s requirements, or accepted code of practice.”

- Miten säännökset tai *accepted code of practice* tulkitaan: Kuka päättää tai hyväksyy, mitä dokumentteja voidaan käyttää skenaarioiden tekemisessä?

HUOMIOT STANDARDISTA EN 15978

15978:2011, 9.4 Type of data for the assessment; 9.4.1 General, s. 38

“Assessments should be made using data and information that most precisely represents the object of assessment and the time of the assessment.”

- Arvioinnin tulisi perustua tietoihin, jotka parhaiten edustavat arvioinnin ajankohtaa, eli sitä ajanhetkeä, jolloin arviointi suoritetaan.

HUOMIOT STANDARDISTA EN 15978

15978:2011, 10.3 Data quality, s. 42

“dataset for calculations should be based on one-year averaged data if relevant; reasons for a different assessment period shall be listed;”

- Datan tulisi perustua yhden vuoden keskiarvoon. Syyt pitää ilmoittaa, jos tästä poiketaan.

YHTEENVETO STANDARDEISTA

- Skenaarion on perustuttava prosessiin, joka on käytössä tai joka on todistettu käytännölliseksi.
- Datan tulisi edustaa arvioinnin ajankohtaa.
- Datan tulisi perustua yhden vuoden keskiarvoon. Syyt pitää ilmoittaa, jos tästä poiketaan.

- On standardien prEN 15643, EN 15978 ja EN 15804 periaatteiden ja vaatimusten vastaista, että käytönaikaisen energiankulutuksen ominaispäästöt perustuvat energiantuotannon jatkuvasti muuttuviin ja määrittelemättömiin tulevaisuustavoitteisiin perustuviin päästöskenaarioihin

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA HUOMIOITA

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA HUOMIOITA

- Tarvittaisiin selkeä määrittely ilmastaselvityksen vaaditusta tarkkuudesta, jotta laskentaa voisi soveltaa rakentamislupaan liitettävänä juridisena menettelynä.
- Sallittaisiinko esimerkiksi yhden, viiden vai kolmenkymmenen prosentin epävarmuustaso hiilijalanjäljen laskennallisessa arvossa?
- Vaadittava tarkkuustaso määrittää samalla myös sen, millainen hiilijalanjäljen laskennan metodin tulisi olla ja kuinka tarkkoja lähtötietoja laskentaan tarvitaan. Tästä lähtötietojen vaaditusta tarkkuudesta puolestaan seuraa hyvin käytännönläheinen yhteys siihen, missä vaiheessa rakennuksen suunnitteluprosessia riittävän tarkkoja tietoja on käytettävissä.

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA HUOMIOITA

- YM menetelmässä olisi syytä tuoda esiin myös käytönaikaisen energian ominaispäästöjen epävarmuuksia, koska sillä on suuri vaikutus kokonaistulosten epävarmuuteen
- YM menetelmässä otetaan kantaa muiden taulukkoarvojen epävarmuuteen, joten tämänkin vuoksi olisi johdonmukaista ottaa kantaa myös käytönaikaisten ominaispäästöskenaarioiden epävarmuuksiin
- Energian päästöjen epävarmuuksiin nähden muut epävarmuudet ovat merkitykseltään vähäisempiä, olettaen että esim. betoniin liittyvät epävarmuudet ovat oikeansuuntaiset

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ JA HUOMIOITA

- YM:n menetelmän taustaraportin viittaustapa standardeihin on ongelmallinen ainakin kahdesta syystä. Se ei ota suoraan kantaa onko mainittuja standardeja noudatettava vai ei. Tätä tulisi selkeyttää. Lisäksi menetelmä vaikuttaa olevan paikoin ristiriidassa taustaraportissa mainittujen standardien kanssa, mikä on syytä ottaa huomioon tulevilla kehitysvaiheilla.
- Yhteistä avointa keskustelua vähähiilisyyden keinoista tarvitaan vielä lisää.
- Positiivinen puoli asiassa on se, että vähähiilisydessä monet asiat, kuten epävarmuudet, voidaan selvittää ja laskea.



We help you balance business and nature.

Taru Halla | Managing Director | taru.halla@ecobio.fi | 020 756 9456

Henrik Österlund | Senior Consultant | henrik.osterlund@ecobio.fi | 020 756 9457