

PLEASE NOTE! THIS IS PARALLEL PUBLISHED VERSION / SELF-ARCHIVED VERSION OF THE OF THE ORIGINAL ARTICLE

This is an electronic reprint of the original article.

This version *may* differ from the original in pagination and typographic detail.

Author(s): Huovinen, Jani

Title: Rakennuksen vähähiilisyden arviointi – lähtötietojen merkitys ja arviointiprosessin kehittäminen

Version: final draft

Please cite the original version:

Huovinen, J. (2022). Rakennuksen vähähiilisyden arviointi – lähtötietojen merkitys ja arviointiprosessin kehittäminen. Pulssi-portaali 22.4.2022.

<https://karelia.fi/2022/04/rakennuksen-vahahiilisyden-arviointi-lahtotietojen-merkitys-ja-arviointiprosessin-kehittaminen>

HUOM! TÄMÄ ON RINNAKKAISTALLENNE

Rinnakkaistallennettu versio *voi* erota alkuperäisestä julkaistusta sivunumeroiltaan ja ilmeeltään.

Tekijä(t): Huovinen, Jani

Otsikko: Rakennuksen vähähiilisyden arviointi – lähtötietojen merkitys ja arviointiprosessin kehittäminen

Versio: final draft

Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Huovinen, J. (2022). Rakennuksen vähähiilisyden arviointi – lähtötietojen merkitys ja arviointiprosessin kehittäminen. Pulssi-portaali 22.4.2022.

<https://karelia.fi/2022/04/rakennuksen-vahahiilisyden-arviointi-lahtotietojen-merkitys-ja-arviointiprosessin-kehittaminen>

Rakennuksen vähähiilisyyden arviointi – lähtötietojen merkitys ja arviointiprosessin kehittäminen

Tausta

Tämä artikkeli on kirjoitettu Vähähiilinen ja energiatehokas korjausrakentaminen -projektin yhteydessä tehdyn asuinkerrostalon elinkaariarvioinnin pohjalta. Kyseinen arviointi tehtiin samaan rakennukseen kolmella erilaisella arviointitapauksella. Arviointitapaukset erosivat toisistaan käytetyn päästötietokannan ja/tai niiden yhdistelmän osalta. Tarkoituksena oli arvioida rakennuksen elinkaaren ilmastovaikutukset sekä vertailla arviointitapauksissa käytettyjen päästötietojen välisiä eroja.

Arviointimenetelmänä käytettiin ympäristöministeriön arviointimenetelmää (2019) julkaisun 2019:22 Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä mukaisesti. Vuonna 2019 ympäristöministeriön julkaiseman menetelmän tarkoituksena oli rakennuksen vähähiilisyyden arvioinnin testaus uudisrakennuskohteissa ja laaja-alaisissa korjauksissa. Testausvaiheen tavoitteena oli kehittää menetelmää niin, että rakennusten elinkaaren vähähiilisyys olisi mahdollista sisällyttää osaksi rakennusmääräyksiä vuoteen 2025 mennessä [1] [2].

Ympäristöministeriön arviointimenetelmän testausvaiheen ja siihen liittyvän lausuntokierroksen jälkeen, julkaisi ympäristöministeriö vuonna 2021 asetusluonnoksen rakennuksen ilmastaselvityksestä sekä luonnoksen rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmästä [2]. Näitä säädösvalmistelussa olevia muutoksia ei huomioitu tässä artikkelissa kuvatussa elinkaariarvioinnissa.

Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmän ohjeluonnoksessa 2021 esitetään käytettäväksi kansallista päästötietokantaa arvioinnissa. Kansallisena päästötietokantana toimisi Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämä ja kehittämä CO2data -päästötietokanta. Myös rakennustuotteiden ympäristöselosteita voitaisiin käyttää, mikäli tuote on määritelty suunnitelmissa [3].

Vähähiilisen rakentamisen säädösvalmistelu on osa käynnissä olevaa lakiuudistusta, jossa uusi kaavoitus- ja rakentamislaki korvaisi nykyisen maankäyttö- ja rakennuslain [4].

Rakennuksen lähtötiedot

Elinkaariarvioinnin kohteena oli luonnossuunnitteluvaiheessa oleva betonirunkoinen 8-kerroksinen asuinkerrostalo. Arvioinnin lähtötietoina toimivat luonnosvaiheen tietomalli (Revit natiivimalli ja IFC), rakennetyyppiluettelo sekä asuinkerrosten pohjapiirustuksen sisältämä DWG -tiedosto. Lisäksi kohteesta oli määritetty laskennallinen ostoenergiankulutus Riuska -energiasimulointiohjelmistolla.



Kuva 1. Kohteen IFC-malli.

Elinkaariarvioinnin työkaluna käytettiin itse tehtyä Excel -laskentataulukkoa arviointitapauksissa 1 ja 2. Arviointitapauksessa 3 käytettiin ympäristöministeriön rakennusten hiilijalanjäljen arviointilaskurin versiota 9.12.2019. Arviointijaksona kaikissa kolmessa arviointitapauksessa oli 50 vuotta.

Arviointiprosessissa suunnitelmista muodostettiin alustavien rakennetyyppien mukaiset geometria, rakennusosatiedot sekä materiaalitiedot sisältävä laskentamalli määrälaskentaa varten. Määrälaskenta tehtiin laskentamallista Archicad 25 -ohjelmiston tietomallilaskennan työkaluilla ja tietoja täydentävällä Excel -taulukkolaskennalla.

Arvioinnissa käytetyt päästötietokannat arviointitapauksittain.

Elinkaaren vaihe	Arviointi 1	Arviointi 2	Arviointi 3
A1-A3 Tuotteiden valmistus*	CO2data	CO2data	YM laskuri
A4 Kuljetukset työmaalle	CO2data	YM laskuri	YM laskuri
A5 Rakentaminen	CO2data	YM laskuri	YM laskuri
B3-B4 Korjaukset ja vaihdot**	CO2data	YM laskuri	YM laskuri
B6 Energian käyttö	CO2data	YM laskuri	YM laskuri

Käytön jälkeen, C	CO2data	YM laskuri	YM laskuri
Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset, D	CO2data	YM laskuri	YM laskuri
Arviointityökalu	Excel	Excel	YM laskuri

*Betoniportaiden päästötieto kaikissa arviointitapauksissa YM:n laskurin mukainen.

** Tuotevaiheessa (A1-A3) käytettävät päästötiedot vaikuttavat arvioinnissa myös B4 suuruuteen.

Arviointitapauksessa 2 on käytetty myös talotekniikan osien vaihdon CO2data taulukkoarvoa B4 kohdassa.

Taulukko 1. Elinkaariarvioinnissa käytetyt päästötietokannat ja arviointityökalu arviointitapauksittain.

Merkittävimmät kasvihuonepäästöjä aiheuttavat rakennuksen elinkaaren vaiheet

Arvioidun rakennuksen massa muodostuu pääosin betonirakenteista. Tuotevaiheen päästöistä valtaosa muodostuuakin kantavien rakenteiden ja ulkovaipan teräsbetonirakenteista. Rakennuksen elinkaaren kokonaispäästöistä yli puolet syntyy ennen käyttöä eli tuote- ja rakentamisvaiheessa. Energian käyttö rakennuksen käyttövaiheessa on seuraavaksi eniten päästöjä aiheuttava elinkaaren vaihe. Käyttövaiheen energiankulutuksen osuus arviointijakson kokonaispäästöistä on noin 40 prosenttia.

Arvioinnissa käytettävä arviointijakso 50 vuotta ja rakenneratkaisut (teräsbetoni) vaikuttavat siihen, että kohteessa tuotevaiheen päästöt ovat käyttövaiheen energian käyttöä suuremmat. Myös arvioinnissa käytettävät päästötietokannan energiaskenaarioihin perustuvat energian päästökertoimet vaikuttavat olennaisesti käyttövaiheen energian käytön päästöihin. Päästötietokantojen energiaskenaarioissa oletetaan energian päästöjen pienentyvän tulevaisuudessa. Käytetty arviointijakso on ympäristöministeriön menetelmän mukainen ja pidemmissä arviointijaksoissa voisi epävarmuus esimerkiksi energiantuotannon päästötietojen paikkansapitävyyden osalta kasvaa.

Arviointitapausten vertailu

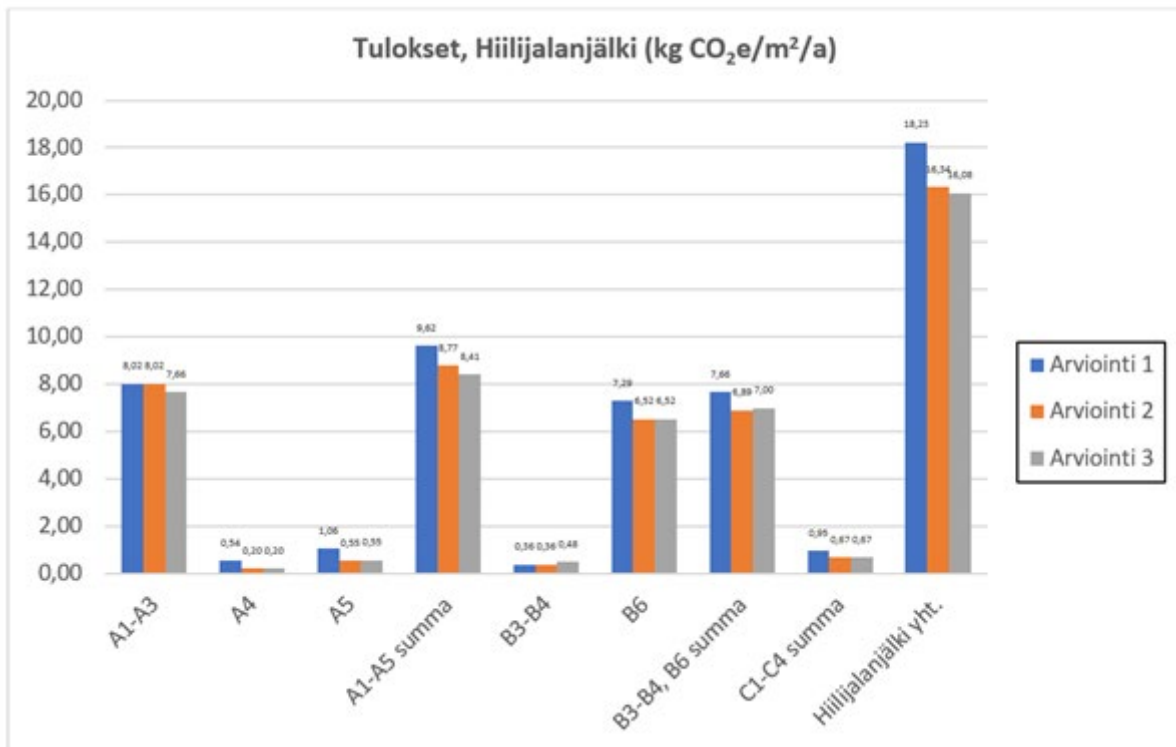
Suurin kokonaishiilijalanjälki muodostui arviointitapauksessa 1, jossa käytettiin elinkaarivaiheiden arvioinnissa CO2data päästötietokannan arvoja. Ero arvioidun hiilijalanjäljen suuruudessa arviointitapauksen 1 ja 3 välillä oli n. 13,3 %. Arviointitapauksessa 3, joka tehtiin kokonaan ympäristöministeriön laskuria ja sen päästötietoa käyttäen, oli hiilijalanjälki kaikista arviointitapauksista pienin. Erot arviointitapausten välillä muodostuivat erityisesti eroista käytettyjen päästötietokantojen taulukkoarvoissa mm. talotekniikan, energian, ikkunoiden ja ovien sekä kuljetuksen ja rakentamisen päästöissä.

Myös hiilikädenjälki muodostui CO2data päästötietokannan arvoja käytettäessä suuremmaksi kuin YM:n laskuria käytettäessä. Hiilikädenjälki koostuu pääasiassa päästötietokannoissa puutuotteille biogeenisestä hiilivarastosta. Arviointitapauksien välistä hiilikädenjäljen eroa selittää tietokantojen arvoissa olevien erojen lisäksi CO2data tietokannassa teräksen uudelleen käytön ja kierrätyksen (D1) hiilikädenjälki, jota ei ole YM:n laskurin materiaalien arvoissa esitetty.

Elinkaariarvioinnin tulokset

	Arviointi 1	Arviointi 2	Arviointi 3	
Elinkaaren hiilijalanjälki	2858,6	2562,1	2522,0	tn CO ₂ e
Elinkaaren hiilikädenjälki	-97,8	-97,8	-36,1	tn CO ₂ e
Päästövaikutukset ennen käyttöä (A1-A5)	9,62	8,77	8,41	kg CO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön aikana (B3-B4, B6)	7,66	6,89	7,00	kg CO ₂ e/m ² /a
Päästövaikutukset käytön jälkeen (C)	0,95	0,67	0,67	kg CO ₂ e/m ² /a
Hiilijalanjälki (A-C summa)	18,23	16,34	16,08	kg CO ₂ e/m ² /a
Hiilikädenjälki (D)	-0,62	-0,62	-0,23	kg CO ₂ e/m ² /a

Taulukko 2. Elinkaariarvioinnin tulokset arviointitapauksittain rakennuksen elinkaaren vaiheille.



Kuvio 1. Arviointitapausten hiilijalanjäljen tulokset.

Eri päästötietokannoista ei välttämättä löytnyt toisiaan vastaavia materiaalitietoja. Myöskään tietokantojen taulukkoarvot eivät ole kaikilta osin vertailukelpoisia keskenään niihin sisältyvien osien tai laskentaperiaatteiden eroista johtuen. Esimerkiksi talotekniikan arvioidut päästöt poikkesivat arviointitapauksissa tästä syystä melko paljon.

Merkittäviä eroja oli myös päästötietokantojen välillä energian käytön päästökertoimissa ja energiaskenaarion laskentaperiaatteessa arviointijaksolle. Energian käytön päästötietona käytettiin arviointitapauksissa 2 ja 3 YM:n laskurin tietoja. Arviointitapauksessa 1 energian käytön päästökertoimina käytettiin CO2data -päästötietokannan kertoimia.

Käytönaikaisen energiankulutuksen päästöjen osalta arvioinnissa käytettiin arviointitapauksen päästötietokannan mukaisia päästöarvoja kaukolämmölle ja sähkölle. Energian päästöjen pienentyminen tulevaisuudessa huomioitiin käytettyjen päästötietokantojen arviointiperiaatteiden mukaisesti.

Elinkaariarvioinnin luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä

Suunnitelmien tarkkuustaso vaikuttaa keskeisesti elinkaariarvioinnin luotettavuuteen. Esimerkiksi luonnosvaiheessa suunnitelmista saatavat arvioinnin lähtötiedot ovat usein vielä puutteellisia tai perustuvat oletuksiin, jotka vaikuttavat arvioinnin luotettavuuteen heikentävästi. Ennen materiaalmääritysten tarkentumista käytetään arvioinneissa tavallisesti päästötietokantojen taulukkoarvoja. Päästötietokantojen keskimääräisten arvojen käyttö voi johtaa poikkeamiin rakennettavan kohteen todellisista päästöistä.

Eri päästötietokantojen materiaalitiedot eivät välttämättä ole vertailukelpoisia keskenään. Myöskään täysin suunnitteluasiakirjoissa esitetyn mukaisia materiaaleja ei välttämättä päästötietokannoista löydy. Tällöin arvioinnin tekijä joutuu valitsemaan arviointiin parhaiten suunnitteluasiakirjoissa esitettyä materiaalia kuvaavan päästötiedon käytettäessä päästötietokantojen taulukkoarvoja. Arvioinnissa tehtävät yleistyksiset heikentävät tulosten tarkkuutta ja luotettavuutta.

Pohdinta

Rakennuksen elinkaaren vähähiilisyyteen vaikuttavat erityisesti rakenne- ja tilaratkaisut, energiatehokkuus, käytettävä päästötieto sekä arviointijakson pituus.

Elinkaaren vähähiilisyyden arvioinneissa on suositeltavaa käyttää suunnittelutietoihin perustuvaa mahdollisimman hyvin arvioitavan kohteen ominaisuuksia kuvaavaa saatavilla olevaa päästötietoa. Päästötietokantojen taulukkoarvojen käyttö on perusteltua silloin, kun materiaalitietoja ei ole vielä suunnitelmissa yksilöity tarkasti tai materiaalista ei ole saatavilla tarkempia päästötietoja.

Kun käytetään päästötietokantojen taulukkoarvoja on tarpeen ymmärtää mihin päästötiedon taulukkoarvo perustuu ja mitkä seikat ovat merkittäviä arviointituloksen kannalta. Samaan rakennukseen tehty päästötietokantojen vertailu on hyvä keino syventää ymmärrystä päästötietokantojen sisällöstä ja käytettävän päästötiedon vaikutuksista arvioinnin tuloksiin.

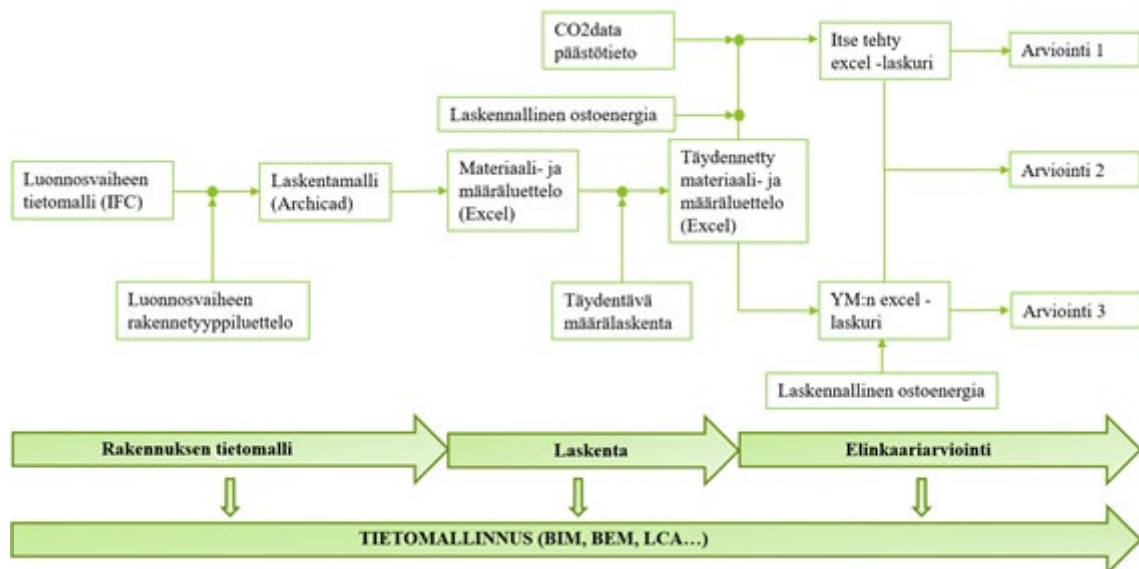
Arviointitulosten luotettavuutta heikentävät mahdolliset puutteet ja virheet materiaali-, määrä- ja päästötiedoissa. Virheitä näihin tietoihin arviointiprosessissa voivat aiheuttaa

esimerkiksi suunnitteluasiakirjojen virheellinen tulkinta, tietomallin tiedonsiirrossa tapahtuvat virheet tai tietomallissa piilevät puutteet, erillisten työkalujen käytön seurauksena lisääntyvät työvaiheet sekä inhimilliset virheet, jotka liittyvät manuaaliseen tiedonsiirtoon arviointiprosessissa.

Lopuksi

Oppimisen ja kehittämisen näkökulmasta kiinnostavia aiheita ovat elinkaariarviointiin liittyvien laskentojen automatisoinnin mahdollisuudet. Olisiko materiaalien määrittämistä, määrälaskentaa ja elinkaariarviointia mahdollista integroida enemmän tai jopa kokonaan tehtäväksi suunnitteluun käytettävän ohjelmiston sisäisillä toiminnoilla?

Tavoite rakennuksen vähähiilisyden arvioinnin sisällyttämisestä osaksi rakennusmääräyksiä lisännee tulevaisuudessa tarvetta esimerkiksi rakennussuunnittelun oheistuotteena syntyvälle elinkaariarvioinnille. Riippuen tietomallinnusohjelmistosta, on niissä jo tällä hetkellä erinäinen määrä toiminnallisuuksia, joiden avulla suunnittelija voi tarvittaessa muokata tietosisältöä elinkaariarvioinnin tarpeita vastaavaksi. Arviointiprosessin tehokkuutta ja tulosten luotettavuutta lisäksi suunnitteluohjelmistojen ja työtapojen kehittyminen siten, että elinkaariarviointi tai vähintäänkin siihen liittyvä määrälaskenta sisältyisi tietomallintamisen työnkulkuun.



Kuvio

2. Esimerkkikohteen elinkaariarvioinnin vaiheet ja prosessin kehitysskenaario. Tulevaisuudessa arviointiprosessin kytkeminen ja automatisointi tietomallinnuksen työvaiheisiin voisi sisällyttää elinkaariarvioinnin tietomalliin.

Rakennuksen vähähiilisyden arviointia kaavaillaan osaksi rakentamisen määräysten mukaisuuden osoittamista rakennuslupavaiheessa laadittavalla ilmastaselvityksellä. Rakennuksesta laadittava ilmastaselvitys yhdessä muiden rakennuslupavaiheen vaatimusten ja kasvavien tietomallinnustavoitteiden kanssa lisännee tarvetta käynnistää hankkeiden suunnittelu entistä varhaisemmassa vaiheessa ennen rakentamisen aloittamista.

Suunnittelijoiden osalta tulevat muutokset vaativat ainakin oman osaamisen ja työtapojen kehittämistä tulevia vaatimuksia vastaaviksi. Muutosten seurauksena suunnitteluprosessin

tehostamiselle muodostunee lisätarpeita, joka näkynee myös suunnittelutyökalujen kehittymisenä.

Lähteet

[1] Ympäristöministeriö. 2019. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmä.

[2] Ympäristöministeriö. n/d. Vähähiilisen rakentamisen tiekartta. Verkkosivu. Viitattu 20.4.2022. <https://ym.fi/vahahiilisen-rakentamisen-tiekartta>.

[3] Oikeusministeriö. 2021. Lausuntopyyntö: Ehdotus ympäristöministeriön asetukseksi rakennuksen ilmastoselvityksestä. Diaarinumero: VN/14758/2021. <https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposalId=0b297461-cdee-4657-9a4e-d2791315257d>.

[4] Ympäristöministeriö. 2021. Kaavoitus- ja rakentamislaki lausunnoille. Verkkosivu, tiedote 27.9.2021. <https://ym.fi/-/kaavoitus-ja-rakentamislaki-lausunnoille>.

Kirjoittaja:

Jani Huovinen, lehtori, Karelia-ammattikorkeakoulu