C/2025/6439

18.12.2025

KOMISSION TIEDONANTO

Komission delegoituun asetukseen (EU) 2025/2273 liittyvät ohjeet kustannusoptimaalisten tasojen laskennan tarkistetun menetelmäkehyksen soveltamisen helpottamiseksi

(ETA:n kannalta merkityksellinen teksti)

(C/2025/6439)

Sisältö

1. TAVOITTEET JA SOVELTAMISALA 3

2. MÄÄRITELMÄT 3

3. VERTAILURAKENNUSTEN MÄÄRITTELY 4

4. ENERGIATEHOKKUUSTOIMENPITEIDEN, UUSIUTUVIIN ENERGIALÄHTEISIIN PERUSTUVIEN TOIMENPITEIDEN TAI TÄLLAISTEN TOIMENPITEIDEN KOKONAISUUKSIEN JA MUUNNOSTEN MÄÄRITTELY KULLEKIN VERTAILURAKENNUKSELLE 7

4.1 Mahdollisia huomioon otettavia energiatehokkuustoimenpiteitä ja uusiutuviin energialähteisiin perustuvia toimenpiteitä (ja niiden kokonaisuuksia ja muunnoksia) 8

4.2 Menetelmät yhdistelmien ja samalla myös laskelmien vähentämiseksi 10

4.3 Sisäympäristön laatu ja muut viihtyvyyteen liittyvät näkökohdat 11

5. TOIMENPITEIDEN JA TOIMENPIDEKOKONAISUUKSIEN SOVELTAMISESTA VERTAILURAKENNUKSEEN AIHEUTUVAN PRIMÄÄRIENERGIAN KOKONAISKÄYTÖN JA PÄÄSTÖTEHOKKUUDEN LASKEMINEN 12

5.1 Elinkaarenaikaisen ilmakehän lämmitysvaikutuspotentiaalin (GWP) huomioon ottaminen 17

6. KOKONAISKUSTANNUSTEN LASKEMINEN NETTONYKYARVONA KULLEKIN VERTAILURAKENNUKSELLE 18

6.1 Kustannusoptimaalisuuden käsite 18

6.1.1 Makrotaloudellisten laskelmien ja ulkoisvaikutusten lisänäkökohdat 20

6.2 Kustannusten luokittelu 22

6.3 Kustannustietojen kerääminen 24

6.4 Diskonttokorko 24

6.5 Perusluettelo rakennusten ja rakennusosien alkuperäisten investointikustannusten laskennassa huomioon otettavista kustannustekijöistä 25

6.6 Jaksoittaisten jälleenhankintakustannusten laskenta 27

6.7 Laskentajakso ja arvioitu elinkaari 27

6.8 Pitoajan alku 29

6.9 Jäännösarvon laskenta 29

6.10 Kustannusten kehitys 29

6.11 Jälleenhankintakustannusten laskenta 29

6.12 Energiakustannusten laskenta 29

6.13 Verojen, tukien ja syöttötariffien huomioon ottaminen laskelmissa 30

6.14 Energiantuotannosta saatavien tuottojen huomioon ottaminen 30

6.15 Jätehuoltokustannusten laskeminen 31

6.16 Moninaiset hyödyt 31

6.16.1 Yksinkertaistettu menetelmä energiatehokkuustoimenpiteiden joidenkin terveys- ja talousvaikutusten rahallisen arvon määrittämiseksi 32

6.16.2 Yksinkertaistetun menetelmän vaiheet ja sovellettu esimerkki 35

6.16.3 Moninaisia hyötyjä koskevat lisätiedonlähteet 38

7. ENERGIATEHOKKUUDEN KUSTANNUSOPTIMAALISEN TASON JOHTAMINEN KULLEKIN VERTAILURAKENNUKSELLE 39

7.1 Kustannusoptimaalisuuden käsite 39

7.2 Vertailu jäsenvaltioiden voimassa oleviin vaatimuksiin 41

8. HERKKYYSANALYYSI 42

1. TAVOITTEET JA SOVELTAMISALA

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (EU) 2024/1275 ([1]) 6 artiklan ja liitteen VII mukaisesti komission delegoidulla asetuksella (EU) 2025/2273 ([2]) täydennetään kyseistä direktiiviä vertailumenetelmäkehyksen perustamiseksi ja tarkistamiseksi rakennusten ja rakennusosien energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaalisten tasojen laskentaa varten.

Komission delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 vahvistetussa menetelmässä täsmennetään, miten energiatehokkuustoimenpiteitä, uusiutuviin energialähteisiin perustuvia toimenpiteitä ja tällaisten toimenpiteiden kokonaisuuksia vertaillaan niiden energia- ja päästötehokkuuden sekä niiden toteuttamiseen liittyvien kustannusten osalta. Lisäksi siinä määritellään, kuinka näitä toimenpiteitä ja toimenpidekokonaisuuksia on sovellettava valittuihin vertailurakennuksiin energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaalisten tasojen määrittämiseksi.

Direktiivin (EU) 2024/1275 liitteen VII mukaan komission on annettava vertailumenetelmäkehykseen liitettävät ohjeet, joiden avulla jäsenvaltiot voivat toteuttaa tarvittavat toimet. Nuo direktiivin (EU) 2024/1275 liitteessä VII tarkoitetut ohjeet annetaan tässä asiakirjassa. Ohjeet eivät ole oikeudellisesti sitovia, mutta niissä annetaan jäsenvaltioille hyödyllisiä lisätietoja ja kuvataan delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 vahvistettuihin kustannuslaskelmiin liittyvät hyväksytyt periaatteet. Ohjeiden tarkoituksena on ainoastaan helpottaa kyseisen delegoidun asetuksen soveltamista. Vain delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 teksti on oikeudellisesti sitova, ja sitä sovelletaan sellaisenaan jäsenvaltioissa.

Jotta tätä asiakirjaa olisi helpompi käyttää, näiden ohjeiden rakenne noudattelee delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I vahvistetun menetelmäkehyksen rakennetta. Ohjeita voidaan tarkastella säännöllisesti uudelleen, kun sekä jäsenvaltiot että komissio ovat saaneet kokemusta menetelmäkehyksen soveltamisesta.

2. MÄÄRITELMÄT

Jotkin delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 2 artiklassa annetut määritelmät saattavat tarvita lisäselvennystä.

Kokonaiskustannusten määritelmä ei sisällä tonttikustannuksia. Jos jäsenvaltio kuitenkin haluaa, alkuperäisiin investointikustannuksiin ja siten myös kokonaiskustannuksiin voidaan sisällyttää tietyn toimenpiteen toteuttamiseen tarvittavan hyötypinta-alan kustannukset. Näin toimenpiteet voidaan asettaa järjestykseen sen mukaan, kuinka paljon tilaa ne vaativat.

Vuotuisten kustannusten laskennan osalta komission esittämään menetelmään ei sisälly erityistä kustannuslajia, joka kattaisi pääomakustannukset, sillä niiden katsotaan tulleen otetuksi huomioon diskonttokorossa. Jos jäsenvaltio haluaa nimenomaisesti ottaa huomioon koko laskentajakson aikana suoritettavat maksut, se voi esimerkiksi sisällyttää pääomakustannukset vuotuisiin kustannuksiin sen varmistamiseksi, että myös ne diskontataan.

Vertailupinta-alan (määritelty direktiivin (EU) 2024/1275 2 artiklan 52 kohdassa) laskentamenetelmä on määriteltävä kansallisella tasolla. Se olisi ilmoitettava selkeästi komissiolle.

Kustannusoptimaalisuuden arvioinnissa pääasialliseksi mittariksi katsotaan kokonaisprimäärienergia (sekä sen uusiutumattomat että uusiutuvat osat). Rakennuksen primäärienergialla tarkoitetaan energiaa, joka on tuotettu rakennukseen ostoenergian aikaansaamiseksi. Se voidaan laskea ostoenergiasta ja muualle vietävästä energiasta kokonaisprimäärienergian muuntokertoimia käyttäen. Primäärienergian (muunto)kertoimet on vahvistettava kansallisella tasolla.

Toimenpiteet voivat olla joko yksittäisiä tai toimenpidekokonaisuuksia. Täydellisimmässä muodossaan toimenpidekokonaisuus muodostaa rakennuksen muunnoksen (eli sellaisten toimenpiteiden tai toimenpidekokonaisuuksien täydellisen sarjan, jotka tarvitaan rakennuksen energiatehokkaan energiahuollon toteuttamiseen; siihen sisältyy rakennuksen vaippaan kohdistuvia toimenpiteitä, passiivisia tekniikoita, rakennuksen järjestelmiin kohdistuvia toimenpiteitä ja/tai uusiutuviin energialähteisiin perustuvia toimenpiteitä).

([1]) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/1275, annettu 24 päivänä huhtikuuta 2024, rakennusten energiatehokkuudesta (EUVL L, 2024/1275, 8.5.2024, ELI: http://data.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj).

([2]) Komission delegoitu asetus (EU) 2025/2273, annettu 30 päivänä kesäkuuta 2025, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (EU) 2024/1275 täydentämisestä siltä osin kuin on kyse vertailumenetelmäkehyksen vahvistamisesta rakennusten ja rakennusosien energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaalisten tasojen laskentaa varten (EUVL L, 2025/2273, 6.11.2025, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg_del/2025/2273/oj).

Energiakustannuksiin sisältyvät kaikki kustannukset, jotka liittyvät kaikkiin direktiivin (EU) 2024/1275 soveltamisalaan kuuluviin energian tavanomaisiin käyttötarkoituksiin rakennuksissa. Laitteissa käytettyä energiaa (ja sen kustannuksia) ei siis tarvitse ottaa huomioon, mutta jäsenvaltiot saavat ottaa sen huomioon soveltaessaan delegoitua asetusta (EU) 2025/2273 kansallisesti.

3. VERTAILURAKENNUSTEN MÄÄRITTELY

Direktiivin (EU) 2024/1275 liitteen VII ja delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteen I mukaisesti jäsenvaltioiden on määriteltävä vertailurakennuksia kustannusoptimaalisuutta koskevaa menetelmää varten.

Vertailurakennuksen päätarkoituksena on edustaa tietyn jäsenvaltion **tyypillistä, keskimääräistä** rakennuskantaa, koska jokaisen yksittäisen rakennuksen kustannusoptimaalisuutta on mahdotonta laskea. Määriteltyjen vertailurakennusten olisi siis heijastettava jäsenvaltion todellista rakennuskantaa mahdollisimman tarkasti, jotta menetelmällä voitaisiin saada edustavia laskentatuloksia.

Vertailurakennukset suositellaan määriteltävän jommallakummalla seuraavista tavoista:

1) valitaan todellinen esimerkki, joka edustaa tietyn luokan tyypillisintä rakennusta (käyttömuoto ottaen huomioon vertailukäyttötapa, lattia-ala, rakennuksen kompaktius ilmaistuna vaipan pinta-alan ja tilavuuden suhteena, rakennuksen vaipan rakenne ja vastaava lämmönläpäisevyys (U-arvo), rakennuksen tekniset järjestelmät sekä energiamuodot ja niiden osuus energiankäytöstä)

2) luodaan 'virtuaalirakennus', joka sisältää yleisimmin käytetyt materiaalit ja järjestelmät kunkin merkityksellisen parametrin (ks. 1 kohta) osalta.

Valinta olisi tehtävä muun muassa asiantuntijakyselyjen ja tilastotietojen saatavuuden perusteella. Eri rakennusluokille voidaan käyttää erilaisia menetelmiä. Jäsenvaltioiden olisi raportoitava, kuinka rakennusluokan vertailutapaus on valittu (ks. myös delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä III esitetyn raportointimallin 1 jakson 4 kohta).

Kunkin jäsenvaltion tehtävänä on määritellä paras tapa luokitella rakennuskantansa kustannusoptimaalisuuslaskelmia varten sekä perusparannusten että uudisrakentamisen osalta. Jäsenvaltiot voivat katsoa vertailurakennusten määritelmät edellisestä kustannusoptimaalisuutta koskevasta ilmoituksestaan pitäen mielessä, että näitä on ehkä päivitettävä, jotta rakennuskannan kehitys tulee otetuksi huomioon asianmukaisesti. ([3])

Jäsenvaltiot voivat vapaasti käyttää ja mukauttaa olemassa olevia vertailurakennusten luetteloja ja tietokantoja kustannusoptimaalisuuslaskelmissaan. Syöttötietoina voidaan käyttää myös Älykäs energiahuolto Euroopassa -ohjelmassa, Horisontti 2020 -puiteohjelmassa ja Horisontti Eurooppa -puiteohjelmassa toteutettujen hankkeiden tuloksia, erityisesti seuraavia:

— **EU:n rakennuskannan seurantakeskuksen tietokanta** – tietoja vertailurakennusten materiaaleista ja rakennusosien lämpöteknisistä ominaisuuksista https://building-stock-observatory.energy.ec.europa.eu/database/

— **TABULA** – *Typology approach for building stock energy assessment*: http://www.building-typology.eu/tabula/download.html.

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 mukaan jäsenvaltioiden on määriteltävä vähintään yksi vertailurakennus uusille rakennuksille ja vähintään kaksi vertailurakennusta olemassa oleville rakennuksille, joille tehdään laajamittainen korjaus. Vertailurakennukset on määriteltävä seuraaville luokille:

1) omakotitalot

2) kerrostalot / moniasuntoiset rakennukset

3) toimistorakennukset

4) muut direktiivin (EU) 2024/1275 liitteessä I olevassa 6 kohdassa luetellut muiden kuin asuinrakennusten luokat, joille on vahvistettu erityiset energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset.

([3]) Lisätietoja siitä, miten jäsenvaltiot ovat määrittäneet vertailurakennukset ja tehneet kustannusoptimaalisuuslaskelmansa, on saatavilla seuraavista julkaisuista: Zangheri, P., D'Agostino, D., Armani, R., Maduta, C. & Bertoldi, P. (2023), Progress in the Cost-Optimal Methodology Implementation in Europe: Datasets Insights and Perspectives in Member States, *Data 8*(6), 100, 10.3390/data8060100; Zangheri, P., D'Agostino, D., Armani, R. & Bertoldi, P. (2022), Review of the Cost-Optimal Methodology Implementation in Member States in Compliance with the Energy Performance of Buildings Directive, *Buildings 12*, 1482, 10.3390/buildings12091482.

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 mukaan jäsenvaltiot voivat joko

— määritellä vertailurakennukset (yksi uusille ja kaksi olemassa oleville rakennuksille) kaikille muiden kuin asuinrakennusten luokille erikseen – vähintään niille luokille, joille on vahvistettu energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset tai

— määritellä vertailurakennukset muille muiden kuin asuinrakennusten luokille siten, että yksi vertailurakennus edustaa kahta tai useampaa luokkaa, mikä vähentäisi laskelmien määrää ja siten hallinnollista taakkaa. Tällöin saattaisi jopa olla mahdollista johtaa kaikki muiden kuin asuinrakennusten alan vertailurakennukset samasta toimistorakennusten perusvertailurakennuksesta.

Toisin sanoen jos jäsenvaltio määrittelee toimistorakennukset siten, että niitä voidaan soveltaa kaikkiin muihinkin muiden kuin asuinrakennusten luokkiin, kyseisen jäsenvaltion olisi määriteltävä yhteensä yhdeksän vertailurakennusta. Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 1 jakson 3 kohdan mukaan tämä lähestymistapa on perusteltava analyysillä, joka osoittaa, että vertailurakennus, joka edustaa useita rakennusluokkia, on rakennuskantaa edustava kaikkien kyseisten luokkien osalta. Jos valitaan toinen lähestymistapa, vertailurakennusten määrä on luonnollisesti suurempi.

HUOM. Direktiivin (EU) 2024/1275 liitteen VII ja delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 1 jakson mukaisesti jäsenvaltioiden ei tarvitse määritellä alaluokkia vaan ainoastaan vertailurakennukset. Rakennusluokan jakaminen alaluokkiin voi kuitenkin olla välivaihe kaikkein edustavimpien vertailurakennusten määrittelyssä.

Erilaiset rakennuskannat saattavat tarvita erilaista luokittelua. Yhdessä jäsenvaltiossa luokittelu voidaan tehdä rakennusmateriaalien, toisessa taas rakennuksen iän perusteella. On tärkeää, että komissiolle toimitettavassa raportissa perustellaan selvästi, miksi valitut kriteerit takaavat realistisen kuvan saamisen rakennuskannasta. Olemassa olevan rakennuskannan osalta painotetaan keskimääräisten ominaispiirteiden merkitystä.

Rakennusluokkien alaluokitteluun sovellettavista kriteereistä voidaan esittää seuraavat huomiot:

Ikä	Tämä kriteeri voi olla järkevä maassa, jossa vain pieni osa olemassa olevasta rakennuskannasta on peruskorjattu ja rakennuksen alkuperäinen ikä on edelleen hyvä viite sen energiatehokkuudesta. Maissa, joissa rakennuskanta on jo suurelta osin peruskorjattu, ikäryhmistä on tullut niin hajanaisia, ettei pelkkä rakennuksen ikä riitä niiden kuvaamiseen.
Koko	Kokoluokat ovat merkityksellisiä siltä osin kuin ne edustavat sekä energiaominaisuuksien että kustannuksiin liittyvien ominaisuuksien alaluokkia.
Ilmasto-olosuhteet	Useissa maissa kansalliset vaatimukset vaihtelevat eri ilmastovyöhykkeiden tai -alueiden mukaan. Tällaisessa tapauksessa on suositeltavaa, että vertailurakennukset edustavat tiettyjä ilmastovyöhykkeitä tai -alueita ja että vertailurakennusten energiankulutus lasketaan kullekin ilmastovyöhykkeelle erikseen. Ilmasto-olosuhteet olisi kuvattava ja niitä olisi käytettävä standardin EN ISO 15927 (joka koskee rakennusten lämpö- ja kosteusteknistä käyttäytymistä sekä säätietojen laskentaa ja esittämistä) mukaisesti joko maan keskiarvona tai ilmastovyöhykkeittäin, jos tällaista erottelua käytetään kansallisissa rakennusmääräyksissä. Lämmitys- ja jäähdytystarveluvut ovat saatavilla Eurostatista. Olisi suositeltavaa ottaa tarvittaessa huomioon myös jäähdytystarveluku (ilmoittamalla laskelmassa käytetyt peruslämpötila ja aika-askel).

Sijainti, suuntaus ja varjostus	Rakennuksen geometriasta ja ikkunoiden jakautumisesta tai suuntauksesta riippuen rakennuksen suuntauksella ja (viereisten rakennusten tai puiden aiheuttamalla) varjostuksella voi olla merkittävä vaikutus energiantarpeeseen. Tälle on kuitenkin vaikeaa määritellä ”keskimääräistä” tilannetta. Voi olla järkevää määritellä erilaiset ”todennäköiset” tilanteet maaseudulla sijaitsevalle rakennukselle ja kaupunkialueella sijaitsevalle rakennukselle, jos tämä kriteeri otetaan huomioon kansallisissa vähimmäisvaatimuksissa. Vertailurakennuksen tyypillinen sijainti olisi otettava huomioon myös esimerkiksi suuntauksen, auringon lämpösaantojen, varjostuksen, keinovalaistuksen tarpeen ja rakennuksen vaipan ilmatiiviyden vaikutuksissa. Lisäksi rakennusten tekniset järjestelmät ja niistä aiheutuvat kustannukset voivat olla huomattavan erilaisia maaseutu- ja kaupunkialueilla. Näitä erilaisia tilanteita voidaan tarkastella erillään, kun hyödynnetään kustannusoptimaalisuutta koskevaa menetelmää.
Rakennuksen vaipan rakennustuotteet, kantavat rakenteet	Rakennuksen vaipan rakennustuotteet vaikuttavat rakennuksen lämpöteknisiin ominaisuuksiin ja energiantarpeeseen. Esimerkiksi rakennuksen suuri massa voi vähentää jäähdytyksen energiantarvetta kesällä. On todennäköistä, että vertailurakennusten määrittelyssä on tehtävä ero erityyppisten rakennusten välillä (esimerkiksi rakennukset, joilla on suuri terminen massa / kevyet rakenteet, täysin lasinen julkisivu / osittain lasista rakennettu julkisivu, kehikkorakenteet / kantavat seinä- tai paneelirakenteet), jos niitä esiintyy kyseisessä maassa kohtuullinen määrä.
Pääasialliset lämmityslaitteet	Myös käytetyn energiajärjestelmän tyyppi ja energialähde voisivat tietyissä tilanteissa olla vertailurakennusten määrittelyssä käytettäviä kriteerejä.
Suojellut rakennukset	Jäsenvaltiot, jotka haluavat mukauttaa energiatehokkuutta koskevia vähimmäisvaatimuksia suojeltujen rakennusten osalta (direktiivin (EU) 2024/1275 5 artiklan 2 kohta), voivat määritellä alaluokkia, jotka edustavat tyypillisten suojeltujen rakennusten ominaispiirteitä.

Yleisenä sääntönä voidaan olettaa, että mitä suurempi määrä vertailurakennuksia (ja alaluokkia) on, sitä realistisemman kuvan ne antavat rakennuskannasta, mutta on luonnollisesti löydettävä tasapaino laskelmista aiheutuvan hallinnollisen taakan ja tulosten edustavuuden välillä. Jos rakennuskanta on kirjava, tarvitaan luultavasti useampia vertailurakennuksia.

Uusien ja olemassa olevien rakennusten osalta vertailurakennukset määritellään periaatteessa samalla tavalla lukuun ottamatta sitä, että olemassa olevien rakennusten osalta vertailurakennuksen kuvauksessa annetaan täydellinen kvalitatiivinen kuvaus tyypillisestä rakennuksesta ja sen tyypillisistä järjestelmistä. Uusien rakennusten osalta vertailurakennuksen kuvauksessa puolestaan määritellään ainoastaan rakennuksen perusgeometria, tyypillinen toiminnallisuus ja tyypillinen kustannusrakenne kyseessä olevassa jäsenvaltiossa sekä rakennuksen maantieteellinen sijainti ja sisä- ja ulkoilmasto-olosuhteet. Tämä olisi otettava huomioon delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä III esitetyn mallin asiaa koskevissa taulukoissa (taulukot 3–5) ilmoitettavissa tiedoissa.

Jäsenvaltioille jätetään joustovaraa raportointimalliin sisällytettävissä tiedoissa ([4]) ja laskelmien tulosten ilmoittamistavassa, kunhan ne toimittavat kaikki tarkoitukseen sopivat tiedot. Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 vertailurakennuksia koskevassa liitteessä III olevassa 1 jaksossa annetaan tietoja asiasta.

([4]) Esimerkiksi jos vertailurakennuksessa otetaan huomioon vain painovoimainen ilmanvaihto, taulukosta 3 voidaan poistaa ilmanvaihtojärjestelmien suorituskykyyn viittaavat kentät tai jättää ne tyhjiksi. Sama koskee taulukkoa 5, jossa ilmoitetaan toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten tulokset.

Toimintatapa voidaan valita sen mukaan, miten jäsenvaltiot määrittävät uusien rakennusten laskelmat. Esimerkiksi joissakin tapauksissa eri alaluokkien uusien rakennusten vertailurakennukset erotetaan toisistaan ainoastaan lämmitysjärjestelmän perusteella – geometria ja rakennuksen vaipan ominaisuudet eivät muutu (esimerkiksi aiemman arvioinnin vuoksi, jossa on vähennetty muunnosten määrää). Tällaisissa tapauksissa geometriaa ja rakennuksen vaippaa koskevat tiedot voidaan antaa taulukossa 3 vain kerran, kun taas eri lämmitysjärjestelmien tulokset voidaan ilmoittaa saman taulukon eri sarakkeissa (kuten delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä III olevan 1 jakson 9 kohdassa esitetään). Jos vertailurakennuksissa on eroa myös rakennuksen vaipan ominaisuuksien osalta, erot voidaan esittää taulukossa 3 samalla tavalla. Näissä tapauksissa vertailurakennusten eroja ei pidetä toimenpiteinä/kokonaisuuksina/muunnoksina, joten ne voidaan ilmoittaa delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä III olevassa taulukossa 3. Mahdolliset lisätoimenpiteet/-kokonaisuudet/-muunnokset voidaan ilmoittaa kyseisen liitteen taulukoissa 4 ja 5.

Toinen mahdollinen toimintatapa voisi olla ilmoittaa uusien rakennusten vertailurakennuksen ominaisuudet voimassa olevien vaatimusten mukaisesti delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä III olevassa taulukossa 3 ja aloittaa kyseisen liitteen taulukoissa 4 ja 5 ilmoitettavien toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten määrittäminen sen pohjalta.

4. ENERGIATEHOKKUUSTOIMENPITEIDEN, UUSIUTUVIIN ENERGIALÄHTEISIIN PERUSTUVIEN TOIMENPITEIDEN TAI TÄLLAISTEN TOIMENPITEIDEN KOKONAISUUKSIEN JA MUUNNOSTEN MÄÄRITTELY KULLEKIN VERTAILURAKENNUKSELLE

Direktiivin (EU) 2024/1275 liitteen VII ja delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 2 kohdan mukaisesti jäsenvaltioiden on määriteltävä vertailurakennuksiin sovellettavat energiatehokkuustoimenpiteet. Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 3 jakson 2 kohdan mukaisesti jäsenvaltioiden olisi sisällytettävä laskelmiin myös uusiutuviin energialähteisiin perustuvat toimenpiteet yhdenmukaisuuden varmistamiseksi muiden direktiivien (esimerkiksi Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (EU) 2018/2001 ([5])) mukaisesti asetettujen tavoitteiden ja vaatimusten kanssa. Nämä toimenpiteet voivat kattaa direktiivin (EU) 2024/1275 johdanto-osan 22 kappaleessa mainitut teknologiat, kuten aurinkolämmön, maalämmön, aurinkosähkön, lämpöpumput, vesivoiman ja biomassan, mutta myös uusiutuvan energian yhteisöjen tuottaman uusiutuvan energian, tehokkaan kaukolämmityksen ja -jäähdytyksen sekä muista hiilettömistä lähteistä peräisin olevan energian.

Lisäksi toimenpiteet, jotka koskevat yhtä rakennusosaa (joka tarkoittaa rakennuksen teknistä järjestelmää tai rakennuksen vaipan osaa sellaisena kuin se on määritelty direktiivin (EU) 2024/1275 2 artiklan 17 kohdassa), voivat vaikuttaa jonkin toisen rakennusosan energiatehokkuuteen. Esimerkiksi vaipan eristystaso vaikuttaa rakennuksen järjestelmien kapasiteettiin ja mittoihin. Tämä eri toimenpiteiden välinen vuorovaikutus olisi otettava huomioon toimenpidekokonaisuuksia ja muunnoksia vahvistettaessa.

Siksi suositellaan, että toimenpiteet yhdistetään toimenpidekokonaisuuksiksi ja/tai muunnoksiksi, koska toimenpiteiden järkevät yhdistelmät voivat luoda synergiavaikutuksia, jotka johtavat yksittäisiä toimenpiteitä parempiin tuloksiin (kokonaiskustannusten ja energiatehokkuuden osalta). Muunnokset on määritelty delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 2 artiklan 21 kohdassa.

Toimenpidekokonaisuutta ja muunnosta voi siis olla vaikea erottaa yksiselitteisesti toisistaan, mutta on kuitenkin selvää, että muunnos viittaa sellaisten ratkaisujen täydelliseen sarjaan, jotka ovat tarpeen rakennusten korkeaa energiatehokkuutta koskevien nykyisten vaatimusten täyttämiseksi. Muunnoksiin voi sisältyä vakiintuneita konsepteja, joita käytetään esimerkiksi sertifioitujen, ympäristömerkittyjen rakennusten tai passiivienergiatalojen rakentamisessa, tai mikä tahansa muu toimenpiteiden sarja, joka on määritelty erittäin korkean energiatehokkuuden saavuttamiseksi. On kuitenkin syytä huomata, että kustannusoptimaalisuutta koskevan menetelmän tarkoituksena on varmistaa tasapuolinen kilpailu eri teknologioiden välillä eikä se siis rajoitu jo vakiintuneiden ja koeteltujen kokonaisuuksien ja muunnosten kokonaiskustannusten laskemiseen.

Toimenpidekokonaisuuteen tai muunnokseen voi sisältyä kustannustehokkaiden energiatehokkuustoimenpiteiden ohella sellaisia toimenpiteitä, jotka eivät vielä ole kustannustehokkaita mutta jotka voivat vaikuttaa merkittävästi koko rakennuskonseptin primäärienergian käytön ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen. Koko toimenpidekokonaisuuden hyötyjen on edelleen oltava kustannuksia suuremmat rakennuksen tai rakennusosan elinkaaren aikana.

([5]) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/2001, annettu 11 päivänä joulukuuta 2018, uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä (EUVL L 328, 21.12.2018, s. 82, ELI: http://data.europa.eu/eli/dir/2018/2001/oj).

Mitä useampia kokonaisuuksia tai muunnoksia (sekä arvioitavaan kokonaisuuteen sisältyvien toimenpiteiden muunnelmia) käytetään, sitä tarkempi on laskettu saavutettavissa olevan energiatehokkuuden optimaalinen taso.

Lopullisesti valittavien kokonaisuuksien tai muunnosten määrittely on luultavasti iteratiivinen prosessi, jossa ensimmäinen valittuja kokonaisuuksia tai muunnoksia koskeva laskelma paljastaa, onko laskelmaan tarpeen lisätä uusia kokonaisuuksia, joiden avulla voidaan selvittää tarkasti, missä kohdissa kokonaiskustannukset hypähtävät äkkinäisesti ja miksi näin tapahtuu. Siksi voi olla tarpeen määritellä ylimääräinen kokonaisuus sen selvittämiseksi, mikä teknologia on syypää korkeampiin kokonaiskustannuksiin.

Kunkin kokonaisuuden ja muunnoksen kuvaamiseksi tarvitaan tiedot energiatehokkuudesta. Delegoidun asetuksen 2025/2273 liitteessä III olevan raportointimallin taulukossa 3 esitetään perusjoukko teknisiä parametreja, jotka ovat tarpeen energiatehokkuuslaskelman tekemiseksi. On tärkeää korostaa, että taulukossa 3 viitataan ainoastaan vertailurakennusta koskevaan laskelmaan, minkä vuoksi arvioiduista toimenpiteistä/kokonaisuuksista/muunnoksista ei tarvitse ilmoittaa kaikkia taulukon 3 parametreja, kuten näiden ohjeiden 3 luvussa mainitaan. Toimenpiteistä, kokonaisuuksista tai muunnoksista esitetään yhteenveto taulukossa 5. Kuten delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä III mainitaan, raportointi voidaan rajata tärkeimpiin toimenpiteisiin tai kokonaisuuksiin, mutta iteraatioiden kokonaismäärä olisi ilmoitettava.

Kun jäsenvaltiot vahvistavat kansallisen laskentamenetelmänsä, olisi suositeltavaa varmistaa, ettei toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten järjestys määritä tulosta ennakkoon. Jäsenvaltioiden olisi siksi vältettävä sellaisten sääntöjen vahvistamista, joiden mukaan ensin sovelletaan aina rakennuksen vaippaan kohdistuvaa toimenpidettä ja vasta sen jälkeen voidaan sallia rakennuksen johonkin järjestelmään kohdistuva toimenpide.

4.1 **Mahdollisia huomioon otettavia energiatehokkuustoimenpiteitä ja uusiutuviin energialähteisiin perustuvia toimenpiteitä (ja niiden kokonaisuuksia ja muunnoksia)**

Kun määritellään toimenpiteitä, kokonaisuuksia ja muunnoksia laskelmia varten, lähtökohtana voidaan pitää monia toimenpiteitä. Jäljempänä esitetty luettelo ei ole kattava. Ei myöskään voida olettaa, että kaikki toimenpiteet soveltuisivat yhtä hyvin erilaisiin kansallisiin ja ilmasto-olosuhteisiin.

Kun otetaan huomioon direktiivin (EU) 2024/1275 11 artikla ja siinä annettu päästöttömän rakennuksen määritelmä, laskelmissa on tarpeen tarkastella myös uusiutuviin energialähteisiin perustuvia toimenpiteitä. Päästöttömästä rakennuksesta ei saa aiheutua fossiilisten polttoaineiden hiilidioksidipäästöjä paikan päällä, ja sen käytöstä syntyvissä kasvihuonekaasupäästöissä on noudatettava jäsenvaltion tasolla vahvistettua enimmäiskynnysarvoa. Tämä on otettava huomioon kustannusoptimaalisuuslaskelmissa, erityisesti määriteltäessä uusia rakennuksia koskevia toimenpiteitä. Esimerkiksi fossiilisia polttoaineita käyttävän lämmityskattilan asennusta ei voida ottaa huomioon uusien päästöttömien rakennusten kustannusoptimaalisuuslaskennassa, koska se ei ole mainitun direktiivin 11 artiklassa säädettyjen vaatimusten mukainen.

Lisäksi rakennusten elinkaarenaikaisen ilmakehän lämmitysvaikutuspotentiaalin (GWP) huomioon ottaminen edistää sellaisia rakennus- ja tuotevaatimuksia, jotka perustuvat myös kestävyyden ja kiertotalouden periaatteisiin, vaikka GWP-laskenta ei olekaan kustannusoptimaalisuuslaskennassa pakollista. Jäsenvaltioiden on direktiivin 7 artiklan 5 kohdan mukaisesti julkaistava ja annettava komissiolle tiedoksi viimeistään 1. tammikuuta 2027 etenemissuunnitelma, jossa esitetään yksityiskohtaisesti, miten kaikkien uusien rakennusten kumulatiivista elinkaarenaikaista ilmaston kokonaislämmitysvaikutuspotentiaalia koskevat raja-arvot otetaan käyttöön, ja asetettava tavoitteet uusille rakennuksille vuodesta 2030 alkaen ottaen huomioon asteittain laskeva suuntaus. Tämä saattaa vaikuttaa tapaan, jolla uusien rakennusten vertailurakennukset ja niistä seuraavat toimenpiteet/kokonaisuudet/muunnokset määritetään kustannusoptimaalisuuslaskennassa. Toisin sanoen vertailurakennusten ja niistä johtuvien toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten olisi ihannetapauksessa oltava yhdenmukaisia elinkaarenaikaista GWP:tä koskevien raja-arvojen ja tavoitteiden kanssa.

Uudet vaatimukset on otettava huomioon teknologiakokonaisuuksissa ja toimenpiteissä, joita kustannusoptimaalisuuslaskelmissa arvioidaan esimerkiksi aurinkoenergian käyttöönoton (direktiivin (EU) 2024/1275 10 artikla) ja sisäympäristön laadun (joka sisältää sisätilojen lämpöviihtyvyyden [6]) sekä kesällä että talvella ja sisäilman laadun) osalta.

[6] Esimerkiksi ylilämpenemiseen liittyvät kysymykset on otettava huolellisesti huomioon teknologiakokonaisuuksia arvioitaessa ja vaatimuksia asetettaessa. Jotkin rakennusmääräykset voidaan laatia pitämään lämpö sisällä ja kylmyys ulkona. Kun otetaan huomioon ilmaston lämpeneminen, saattaa kuitenkin olla tarpeen ottaa käyttöön uusia elementtejä. Tämä liittyy myös vaatimukseen, jonka mukaan vertailumenetelmäkehyksessä on otettava huomioon ulkoiset ilmasto-olosuhteet ja niiden tulevat muutokset parhaiden käytettävissä olevien – myös helle- ja pakkasaallot huomioon ottavien – ilmastoennusteiden mukaisesti.

Kokonaisuuksien määrittelyssä voitaisiin ottaa huomioon elementtiratkaisut, jolloin ne olisi otettava huolellisesti huomioon myös asianomaisten kustannusluokkien arvioinnissa.

Seuraavassa luettelossa esitetään mahdollisia toimenpiteitä, joita voidaan harkita.

Rakennuksen vaippa ja rakenne:

— Uusien rakennusten koko seinärakenne tai olemassa olevien seinien lisäeristys ([7])

— Uusien rakennusten koko kattorakenne tai olemassa olevien kattojen lisäeristys

— Kaikki uusien rakennusten erityksseen liittyvät pohjalaatan osat tai olemassa olevien pohjalaattojen lisäeristys

— Kaikki alapohjarakenteen ja perustuksen osat (jotka poikkeavat vertailurakennuksen rakenteesta) tai olemassa olevan lattiarakenteen lisäeristysjärjestelmä

— Lämpöhitauden lisääminen käyttämällä rakennusten sisätiloissa rakennusmateriaaleja, joiden lämpömassa on suuri

— Ovien ja ikkunoiden energiatehokkuuden parantaminen (kuten paremmat ovien ja ikkunoiden puitteet tai alhaisempi U-arvo esimerkiksi kaksois- tai kolmoislasituksella, jossa on alhaisen emissiivisyyden kerroksia)

— Parempi aurinkovarjostus ylilämpenemisen riskin lieventämiseksi kesällä (kiinteä tai siirrettävä, manuaalinen tai automaattinen, ikkunoihin kiinnitettävät kalvot)

— Parempi ilmatiiviys (parasta saatavilla olevaa teknologiaa vastaava suurin ilmatiiviys)

— Rakennuksen suuntaus ja auringonvalon määrä (vain uudet rakennukset)

— Muutos läpinäkyvien tai läpikuultavien pintojen osuudessa (lasitetun pinta-alan ja julkisivupinta-alan suhteen optimointi)

— Aukot yötuuletusta varten (läpituuletus tai hormituuletus)

Järjestelmät:

— Lämmitysjärjestelmien asentaminen (esimerkiksi uusiutuvan energian tuotantoon perustuvat järjestelmät, kuten lämpöpumput, aurinkolämpö, bioenergia tai kaukolämmitys- ja kaukojäähdytysjärjestelmät)

— Lämmitysjärjestelmien parantaminen (myös alhaisempien käyttölämpötilojen mahdollistamiseksi)

— Matalalämpötilaisten lämmönjakojärjestelmien asentaminen

— Valvonta- ja mittauslaitteet sisätilojen ja veden lämpötilan säätöä varten

— Käyttöveden lämmitysjärjestelmän asentaminen tai parantaminen

— Ilmanvaihtojärjestelmän asentaminen tai parantaminen (koneellinen lämmön talteenotolla, painovoimainen, koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, poistoilmanvaihto, entalpialämmönvaihtimet)

— Aktiivisen tai hybridijäähdytysjärjestelmän asentaminen tai parantaminen (esimerkiksi maalämmönsiirrin, jäähdytin)

([7]) Eristyksen paksuutta muutetaan yleensä asteittain ja vähitellen. Rakennusosalle on yleensä olemassa suurin sovellettava paksuus. Asiassa olisi otettava huomioon kansallisessa lainsäädännössä vaadittu ja kansallisissa teknisissä standardeissa suositeltu U-arvo. Eristys voidaan asentaa sisä- tai ulkopuolelle tai molemmin puolin seinien eri osiin (höyryn tiivistymisen riskiä rakenteen sisään tai pinnoille olisi pienennettävä mahdollisimman paljon). Myös kylmäsiltojen minimointiin olisi kiinnitettävä huomiota.

— Tehokas valaistusjärjestelmä

— Automaattiset valaistuksen säätölaitteet (esimerkiksi sopivat vyöhykkeet, liiketunnistimet, päivänvalon tunnistus)

— Energianvarastointijärjestelmien asentaminen

— Aurinkosähköjärjestelmien asentaminen tai parantaminen myös yhdessä energianvarastointi- ja ohjausjärjestelmien kanssa, jotta voidaan maksimoida sekä tuotetun sähkön käyttö paikan päällä että kysyntäpuolen joustavuus

— Järjestelmän energiamuodon muuttaminen

— Pumppujen ja puhaltimien muuttaminen

— Putkien eristys

— Rakennusten automaatio- ja ohjausjärjestelmät

— Suorat vedenlämmittimet tai eri energiamuodoilla lämmitetyn veden epäsuora varastointi, mahdollisesti aurinkolämpöön yhdistettynä

— Aurinkolämmityslaitteet (ja -jäähdytyslaitteet)

— Tehokas yöilmanvaihto (muissa kuin asuinrakennuksissa, joissa on raskaita rakenteita, ja vain tietyissä ilmastooloissa)

— Pienimuotoinen sähkön ja lämmön yhteistuotanto

— Tärkeää: lähistöllä tuotettu uusiutuva energia (esimerkiksi sähkön ja lämmön yhteistuotannon, kaukolämmön ja kaukojäähdytyksen avulla) voidaan ottaa huomioon vain, jos energiantuotannon ja tietyn rakennuksen energiankulutuksen välillä on vahva yhteys

Vakiintuneet muunnokset:

— Olemassa olevat kokonaisuudet tai muunnokset, kuten kansalliset ympäristömerkit, ja muut vakiintuneet matalaenergiatalot, esimerkiksi passiivienergiatalo

4.2 **Menetelmät yhdistelmien ja samalla myös laskelmien vähentämiseksi**

Yksi suurimmista laskentamenetelmään liittyvistä haasteista on varmistaa, että huomioon otetaan kaikki toimenpiteet, joilla voi olla vaikutusta rakennuksen primääri- tai loppuenergian kulutukseen ja tarvittaessa päästötehokkuuteen, ja että samalla pidetään laskentaprosessi hallittavana ja oikeasuhtaisena. Useiden muunnosten soveltaminen useisiin vertailurakennuksiin voi nopeasti johtaa tuhansiin laskutoimituksiin. Komission tekemät testilaskelmat kuitenkin osoittavat, että kunkin vertailurakennuksen osalta laskelmat olisi tehtävä vähintään kymmenestä kokonaisuudesta tai muunnoksesta sekä vertailutapauksesta (ennen kokonaisuuksien tai muunnosten soveltamista).

Laskelmien määrää voidaan rajoittaa eri tekniikoilla, kuten käyttämällä digitaalisia työkaluja ja tekoälyä. Yksi tapa on suunnitella energiatehokkuustoimenpiteitä koskeva tietokanta toimenpiteiden matriisiksi, joka jättää tarkastelun ulkopuolelle toisensa pois sulkevat teknologiat. Näin laskelmien lukumäärä voidaan minimoida. Esimerkiksi sisätilojen lämmitykseen käytettävää lämpöpumppua ei tarvitse arvioida yhdessä kaukolämpöjärjestelmän kanssa, koska vaihtoehdot sulkevat toisensa pois eivätkä täydennä toisiaan. Mahdolliset energiatehokkuustoimenpiteet ja uusiutuviin energialähteisiin perustuvat toimenpiteet (ja niiden kokonaisuudet tai muunnokset) voidaan esittää matriisina, ja toteuttamiskelvottomat yhdistelmät voidaan poistaa.

Ensin luetellaan yleensä tietyssä maassa tiettyä vertailurakennusta parhaiten edustavat teknologiat. Yleisen energiatehokkuustason täyttäviä koeteltuja muunnoksia olisi tässä pidettävä ratkaisukokonaisuutena, jolla odotettu tavoite voidaan saavuttaa. Se ilmaistaan täytettävien kriteerien joukkona, johon sisältyvät myös uusiutuvista ja uusiutumattomista lähteistä tuotettu kokonaisprimäärienergia sekä päästötehokkuus.

Energiatehokkuuslaskelmien stokastisia menetelmiä voidaan käyttää tehokkaasti tiettyjen toimenpiteiden ja niiden yhdistelmien vaikutusten esittämiseen. Tästä voidaan johtaa rajallinen määrä kaikkein lupaavimpien toimenpiteiden yhdistelmiä.

4.3 **Sisäympäristön laatu ja muut viihtyvyyteen liittyvät näkökohdat**

Kuten delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 2 jakson 6 kohdassa säädetään, laskelmissa käytettävien toimenpiteiden on täytettävä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EU) 2024/3110 ([8]) säädetyt rakennustuotteita ja direktiivin (EU) 2024/1275 2 artiklan 66 kohdassa määriteltyä sisäympäristön laatua koskevat perusvaatimukset. Lisäksi kustannusoptimaalisuuslaskennan prosessi olisi suunniteltava siten, että sisäympäristön laatueroista (lämpötila, kosteus, ilmanvaihtokerroin ja epäpuhtauksien esiintyminen) tehdään läpinäkyviä. Toimenpide voidaan myös sulkea pois kansallisista laskelmista ja vaatimusten asettelusta, jos sillä on vakavia haitallisia vaikutuksia sisäympäristön laatuun tai muihin osa-alueisiin.

Sisäilman laadun osalta määritellään yleensä esimerkiksi vähimmäisilmanvaihtokerroin. Asetettu ilmanvaihtokerroin voi riippua ilmanvaihtotyypistä (painovoimainen ilmanvaihto tai koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto) ja vaihdella sen mukaan. Sen on lisäksi vastattava direktiivin (EU) 2024/1275 5 artiklan 1 kohdassa, 7 artiklan 6 kohdassa ja 8 artiklan 3 kohdassa asetettuja vaatimuksia.

Maapallon lämpötilan noustessa sisälämpötilojen laskeminen suunnitteluratkaisujen avulla (esimerkiksi julkisivujen suuntaaminen suoran auringonvalon vähentämiseksi sekä ulkoisten varjostusjärjestelmien ja painovoimaisen ilmanvaihdon käyttäminen) on yhä tärkeämpää. Näillä tekijöillä on merkittävä vaikutus sisäolosuhteisiin ja siten sisäympäristön laatuun. Kesäkauden viihtyvyystason osalta varsinkin eteläisissä ilmasto-olosuhteissa on suositeltavaa ottaa nimenomaisesti huomioon passiivinen jäähdytys, joka voidaan saada aikaan rakennuksen oikealla suunnittelulla. Laskentamenetelmä suunnitellaan siten, että siinä otetaan huomioon ylilämpenemisen riski ja aktiivisen jäähdytysjärjestelmän mahdollinen tarve kunkin toimenpiteen, kokonaisuuden tai muunnoksen osalta. Passiivisten ja aktiivisten jäähdytysjärjestelmien valintaa, toteutusta, käyttöönottoa ja käyttöä koskevia neuvoja viihtyvyyden ja energiatehokkuuden ylläpitämiseksi annetaan esimerkiksi IEA:n EBC-ohjelman Annex 80 -julkaisussa ([9]) ja REHVAn julkaisemissa ohjeissa ([10]).

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä II viitataan Eurostatin vuosittain julkaisemiin tietoihin lämmitys- ja jäähdytystarveluvuista ([11]) sekä komission laatimiin lämmitys- ja jäähdytystarvelukuennusteisiin, joita jäsenvaltiot voivat käyttää laskelmissaan ottaakseen huomioon ulkoiset ilmasto-olosuhteet ja niiden tulevat muutokset parhaiden käytettävissä olevien, myös helle- ja pakkasaallot huomioon ottavien ilmastoennusteiden mukaisesti. Myös muita asiaa koskevia lähteitä voidaan käyttää. Jäsenvaltioilla on joustovaraa sen suhteen, sisällyttävätkö ne ilmastotietoja koskevat ennusteet laskelmiinsa ja millä tavoin ne sen tekevät. ([12]) Ilmaston tulevien muutosten vaikutusta laskelmiin voidaan arvioida herkkyysanalyysin avulla.

Komission ohjeet rakennuksen teknisistä järjestelmistä, sisäympäristön laadusta ja tarkastuksista ([13]) sisältävät tietoa siitä, miten helleaalto määritellään ja miten äärimmäiset ilmastotapahtumat huomioidaan rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Ne sisältävät myös passiivisen selviytymiskyvyn indikaattoreita helleaaltoja ja äärimmäistä ilman saastumista vastaan. Suunnitteluvaiheessa voidaan käyttää lämpöviihtyvyysmittareita, jotta rakennus voidaan optimoida passiivisin keinoin (joita ovat esimerkiksi aurinkosuojaus, luonnollinen ilmanvaihto ja suodatus). Jos raja-arvot eivät kuitenkaan täyty suunnittelun aikana, rakennuksella ei ehkä ole passiivista kykyä kestää ääri-ilmiöitä ja se voi tarvita aktiivisia toimenpiteitä (esimerkiksi aktiivisia jäähdytysjärjestelmiä, puhaltimia ja ilmanpuhdistusta) äärimmäisiä ulkoilmaolosuhteita vastaan. Nämä näkökohdat voidaan ottaa huomioon myös yksilöitäessä niitä toimenpiteitä tai kokonaisuuksia, jotka on arvioitava kustannusoptimaalisuuslaskelmissa vaaditun sisäympäristön laadun varmistamiseksi.

([8]) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2024/3110, annettu 27 päivänä marraskuuta 2024, rakennustuotteiden kaupan pitämistä koskevien sääntöjen yhdenmukaistamisesta ja asetuksen (EU) N:o 305/2011 kumoamisesta (EUVL L, 2024/3110, 18.12.2024, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2024/3110/oj).

([9]) Kansainvälinen energiajärjestö, *Resilient Cooling of Buildings Technology Profiles Report (Annex 80)*, Energy in Buildings and Communities Technology Collaboration Programme, toukokuu 2024.

([10]) *Resilient Cooling Design Guidelines*, REHVA.

([11]) https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_chdd_a/default/table?lang=en&category=nrg.nrg_chdd.

([12]) Ennustetiedoista voidaan esimerkiksi laskea keskiarvoja analysoitujen rakennusten arvioidun eliniän tai lyhyemmän tulevaisuuteen suuntautuvan jakson perusteella.

([13]) Komission tiedonanto uudelleenlaaditun rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EU) 2024/1275 uusia ja merkittävästi muutettuja säännöksiä koskevista ohjeista, liite 10 (EUVL C, C/2025/6438, 18.12.2025, ELI: http://data.europa.eu/eli/C/2025/6438/oj).

5. TOIMENPITEIDEN JA TOIMENPIDEKOKONAISUUKSIEN SOVELTAMISESTA VERTAILURAKENNUKSEEN AIHEUTUVAN PRIMÄÄRIENERGIAN KOKONAISKÄYTÖN JA PÄÄSTÖTEHOKKUUDEN LASKEMINEN

Laskentamenettelyn tavoitteena on määrittää vuotuinen kokonaisenergiankulutus kokonaisprimäärienergiana, johon sisältyy lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon, lämpimään käyttöveteen ja valaistukseen käytetty energia. Tärkein viiteteksti on direktiivin (EU) 2024/1275 liite I, jota sovelletaan kokonaisuudessaan myös kustannusoptimaalisuutta koskevaan menetelmäkehykseen. Jäsenvaltiot voivat viitata myös energiatehokkuuden laskentamenetelmää koskeviin ohjeisiin muun muassa läpinäkyviä rakennusosia koskevien laskelmien osalta. ([14])

Jäsenvaltioille suositellaan rakennusten energiatehokkuutta koskevien keskeisten eurooppalaisten standardien – eli standardien (EN) ISO 52000-1, (EN) ISO 52003-1, (EN) ISO 52010-1, (EN) ISO 52016-1, (EN) ISO 52018-1, (EN) ISO 52120-1, (EN) 16798-1 ja (EN) 17423 – tai ne korvaavien asiakirjojen käyttöä.

Näissä ohjeissa käytetään seuraavia termejä ja määritelmiä:

Standardissa (EN) ISO 52000-1 käytetyt energiatehokkuuteen liittyvät määritelmät:

— **Energialähde:** lähde, josta hyödynnettävää energiaa voidaan siirtää tai ottaa talteen joko suoraan tai muunnettuna tai muuntuneena.

— **Energiamuoto:** aine tai ilmiö, jota voidaan käyttää tuottamaan mekaanista työtä tai lämpöä tai ylläpitämään kemiallista tai fysikaalista prosessia.

— **Järjestelmärajat:** rajat, joiden sisään kuuluvat kaikki ne rakennukseen liittyvät alueet (sekä rakennuksen sisä- että ulkopuolella), joissa energiaa kulutetaan tai tuotetaan.

— **Lämmityksen tai jäähdytyksen nettoenergiantarve:** lämpö, joka toimitetaan ilmastoituun sisätilaan tai poistetaan sieltä ja jonka tarkoituksena on ylläpitää haluttuja lämpöoloja tilassa tietyn ajanjakson aikana.

— **Lämpimän käyttöveden nettoenergiantarve:** lämpö, joka toimitetaan nostamaan käyttöveden tarvittavan määrän lämpötilaa kylmävesiverkon lämpötilasta kulutuspisteessä määriteltyyn lämpimän käyttöveden lämpötilaan.

— **Ilmanvaihdon energiankulutus:** ilmanvaihtojärjestelmään syötetty sähköenergia, joka käytetään puhaltimiin ja lämmöntalteenottolaitteisiin (ei sisällä ilman esilämmitykseen tarvittavaa energiaa).

— **Valaistuksen energiankulutus:** valaistusjärjestelmään syötetty sähköenergia.

— **Uusiutuvista lähteistä peräisin oleva energia:** uusiutuvista muista kuin fossiilisista lähteistä peräisin oleva energia, kuten tuuli-, aurinko-, ilmalämpö-, geoterminen, hydroterminen ja valtamerienergia, vesivoima, biomassa, kaatopaikoilla ja jätevedenpuhdistamoissa syntyvä kaasu sekä biokaasut.

— **Ostoenergia:** energia (ilmaistuna kullekin energiamuodolle eriteltynä), joka toimitetaan rakennuksen teknisiin järjestelmiin niiden rajojen kautta tyydyttämään järjestelmän huomioon otetut tarpeet (kuten lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto, lämmin käyttövesi, valaistus ja laitteet) tai tuottamaan muualle vietävää energiaa.

— **Muualle vietävä energia:** energia (ilmaistuna kullekin energiamuodolle eriteltynä), joka toimitetaan taloteknisestä järjestelmästä sen rajan kautta ja kulutetaan järjestelmän rajan ulkopuolella.

— **Primäärienergia:** Energia, joka ei ole ollut muuntamis- tai muuntumisprosessin kohteena. Primäärienergia käsittää sekä uusiutumattoman että uusiutuvan energian. Jos molemmat on otettu huomioon, puhutaan kokonaisprimäärienergiasta.

— **Hiilidioksidin päästökerroin:** Kunkin energiamuodon osalta ilmakehään päästetyn hiilidioksidin määrä toimitettua energiayksikköä kohti. Hiilidioksidin päästökerroin voi sisältää myös muiden kasvihuonekaasujen (esimerkiksi metaanin) vastaavat päästöt.

([14]) Komission tiedonanto uudelleenlaaditun rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EU) 2024/1275 uusia ja merkittävästi muutettuja säännöksiä koskevista ohjeista, liite 10 (EUVL C, C/2025/6438, 18.12.2025, ELI: http://data.europa.eu/eli/C/2025/6438/oj).

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 3 jakson mukaan energiatehokkuutta laskettaessa lasketaan ensin lämmityksen ja jäähdytyksen loppuenergiantarve, tämän jälkeen kaikkien energian käyttötarkoitusten loppuenergiantarpeet ja kolmanneksi kokonaisprimäärienergian kulutus. Laskelman ”suunta” on siis tarpeista lähteeseen (eli rakennuksen energiantarpeista primäärienergiaan). Sähköjärjestelmät (kuten valaistus, ilmanvaihto ja apujärjestelmät) ja lämpötekniset järjestelmät (kuten lämmitys, jäähdytys ja lämmin käyttövesi) otetaan huomioon erikseen rakennuksen rajojen sisällä. Lopuksi lasketaan päästötehokkuus.

Paikan päällä tapahtuva energiantuotanto, jossa käytetään paikallisesti saatavilla olevia uusiutuvia energialähteitä (kuten ympäristön lämpöenergiaa, geotermistä lämpöä, aurinkolämpöä tai aurinkosähköä) ([15]), korvaa verkosta saatavaa energiaa, jota muutoin käytettäisiin, ja vähentää rakennuksen vaikutusta energiaverkkoon. Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 3 jakson 3 kohdassa säädetään, että rakennusten energiatehokkuuteen liittyviin palveluihin – direktiivin (EU) 2024/1275 2 artiklan 56 kohdan mukaisesti – paikan päällä omaan käyttöön tuotettua uusiutuvaa energiaa ei oteta huomioon primäärienergian käytön laskennassa. Tätä varten primäärienergian käyttöä laskettaessa paikan päällä käytettävien uusiutuvien energialähteiden primäärienergiakerroin voidaan kertoa nollalla. Tämä käytäntö on direktiivin (EU) 2024/1275 liitettä I koskevien ohjeiden mukainen. ([16]) Näin uusiutuvan energian paikan päällä tapahtuvan käytön edut voidaan tuoda esiin sekä yksittäisen rakennuksen että laajemman energiajärjestelmän osalta. Ympäristön lämpöenergian osalta tässä huomioidaan myös, että kyseessä on ilmainen, haitaton primäärienergian käyttö ja että siihen liittyvät mahdolliset tehottomuudet otetaan huomioon lämpöpumpun käyttämiseen tarvittavassa primäärienergiassa.

Kustannusoptimaalisuutta koskevassa menetelmässä tämä lähestymistapa mahdollistaa myös sen, että kaikki energian käyttötarkoitukset voidaan ilmaista yhdellä primäärienergian kokonaismittarilla. Tämän seurauksena uusiutuviin energialähteisiin perustuvat aktiiviset teknologiat kilpailevat suoraan kysyntäpuolen ratkaisujen kanssa, mikä vastaa kustannusoptimaalisuuslaskelman tarkoitusta eli kokonaiskustannuksiltaan alhaisimman ratkaisun määrittämistä syrjimättä tai suosimatta mitään tiettyä teknologiaa.

Jos jäsenvaltio haluaa selvästi välttää riskin, että aktiiviset uusiutuviin energialähteisiin perustuvat laitokset (kuten aurinkosähköjärjestelmän asentaminen) korvaisivat energiankysynnän vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet (kuten rakennuksen vaipan parantamisen tai tehokkaampien teknisten järjestelmien asentamisen rakennukseen) energiatehokkuus etusijalle -periaatteen mukaisesti, kustannusoptimaalisuuslaskelma voidaan tehdä asteittain ja järjestelmän rajoja (energiantarve, ostoenergia ja kokonaisprimäärienergia) laajentaa vähitellen. Tällä tavoin käy ilmi, millä tavoin kukin toimenpide tai kokonaisuus vaikuttaa rakennuksen energiahuoltoon kustannusten ja energian kulutuksen osalta.

Verkkoon vietävä uusiutuva energia voidaan vähentää primäärienergian kokonaiskäytöstä direktiivin (EU) 2024/1275 liitteen I mukaisesti. Kun verkkoon vietävä energia vähennetään primäärienergian kokonaiskäytöstä, primäärienergiakertoimeksi (PEF) suositellaan enintään 1:tä mutta mieluiten kerrointa, jossa otetaan huomioon verkon jakeluhäviöt (esimerkiksi 0,95 tai 0,90). Saman primäärienergiakertoimen käyttö sähköverkolle yliarvioi rakennuksen verkkoon viemän energian ja johtaa epätasa-arvoiseen kohteluun.

Paikan päällä tapahtuva energiantuotanto tarjoaa etuja, vaikka tuotettua energiaa ei käytettäisi rakennuksen omiin energiatehokkuuteen liittyviin palveluihin. Kustannusoptimaalisuutta koskevan menetelmän olisi mahdollistettava tällaisten hyötyjen huomioiminen. Näin ollen rakennuksen tiloissa muuhun paikan päällä tapahtuvaan käyttöön (kuten laitteisiin, erilaisiin liitännäisiin kuormituksiin tai sähköajoneuvojen latauspisteisiin) kulutettu energia voidaan ottaa huomioon kokonaisprimäärienergian laskennassa direktiivin (EU) 2024/1275 liitteen I ohjeiden mukaisesti. Laskennassa voidaan laskea paikan päällä tuotettu ja muuhun kuin rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaiseen käyttöön käytetty energia vietäväksi energiaksi, vaikka jäsenvaltiot voivatkin soveltaa primäärienergiakerrointa tai painotuskerrointa, jossa otetaan huomioon verkon jakeluhäviöiden puute (eli primäärienergiakerrointa 1, eikä sähkön vientiin käytettävää primäärienergiakerrointa 0,90). Paikan päällä tuotetun, muuhun kuin rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaiseen käyttöön käytettävän energian voitaisiin myös katsoa antavan realistisemman kuvan paikan päällä tuotettavan uusiutuvan energian (esimerkiksi aurinkosähkön tuotannon) tosiasiallisesti omaan käyttöön käytettävissä olevasta osuudesta ja vietävän energian osuudesta. Energiakustannusten säästö (ks. näiden ohjeiden 6.12 kohta), joka syntyy sellaisen sähkön vähentämisestä, joka on toimitettu verkosta muuhun paikan päällä tapahtuvaan käyttöön, voidaan ottaa huomioon myös paikan päällä toteutettavaan uusiutuvien energialähteiden tuotantojärjestelmään (esimerkiksi aurinkosähköjärjestelmään) tehdyn (täysin huomioon otetun) investoinnin taloudellisissa hyödyissä.

([15]) Uusiutuvan energian tuotanto paikan päällä voi koostua ympäristön lämpöenergiasta lämpöpumppujen osalta, aurinkolämpö- ja aurinkosähköenergiasta tai muista ratkaisuista (esimerkiksi rakennukseen asennetuista tuuli- tai mikrohydroturbiineista saatavasta energiasta, vaikka nämä ratkaisut ovatkin melko harvinaisia). On huomattava, että paikan päällä olevista bioenergiaan perustuvista tuotantolaitoksista peräisin oleva energia on sekundäärienergiaa, koska primäärienergia (esimerkiksi kiinteä biomassa, biokaasut tai biopolttoaineet) toimitetaan rakennuksen ulkopuolelta.

([16]) Komission tiedonanto uudelleenlaaditun rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EU) 2024/1275 uusia ja merkittävästi muutettuja säännöksiä koskevista ohjeista, liite 10 (EUVL C, C/2025/6438, 18.12.2025, ELI: http://data.europa.eu/eli/C/2025/6438/oj).

Jotta voidaan määrittää paikan päällä tapahtuva uusiutuvan energian tuotanto realistisesti, mukaan lukien oman kulutuksen ja vietävän energian osuudet, delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 edellytetään joko tuntitasoa tiheämpää, tuntikohtaista tai kuukausittaista mallinnusta (jälkimmäinen esimerkiksi kuukausittaisilla korjauskertoimilla mukautettuna). Tuntitason tai sitä tiheämmät laskentavälit katsotaan parhaaksi vaihtoehdoksi niiden suuremman tarkkuuden vuoksi. Jos kuitenkin käytetään kuukausittaista laskentamenetelmää, sitä on mukautettava tuntikohtaisissa laskelmissa ilmenevien dynaamisten vaikutusten huomioon ottamiseksi (esimerkiksi tuntikohtaisten vertailulaskelmien tuloksena saatujen kuukausikohtaisten kalibrointikertoimien avulla).

Luotettavien tulosten saavuttamiseksi suositellaan seuraavaa:

— Laskentamenetelmä määritellään selvästi, myös suhteessa kansalliseen lainsäädäntöön ja määräyksiin.

— Energiatehokkuuden arviointia varten määritellyn järjestelmän rajat määritellään selvästi.

— Laskelmat suoritetaan jakamalla vuosi laskenta-askeliin (esimerkiksi kuukausiin tai tunteihin); askelma suoritetaan kullekin laskenta-askeleelle käyttäen laskenta-askeleesta riippuvia arvoja ja laskemalla sitten yhteen kaikkien laskenta-askelten energiankulutus vuoden ajalta.

— Lämpimän käyttöveden nettoenergiantarve arvioidaan standardin (EN) 12831-3:2017 mukaisesti.

— Valaistuksen energiankulutus arvioidaan standardissa EN 15193-1:2017+A1:2021 ehdotetulla nopealla menetelmällä tai yksityiskohtaisemmalla laskentamenetelmällä (tapauksen mukaan).

— Standardia EN 16798-5-1+2:2017 käytetään viitemenetelmänä ilmanvaihdon energiankulutuksen laskennassa.

— Tarvittaessa otetaan huomioon integroitujen, useita järjestelmiä yhdistävien säätöjen vaikutus standardin EN 52120 mukaisesti.

Lämmityksen ja jäähdytyksen energiantarpeen osalta menetelmän perusta on rakennuksen ja sen järjestelmien energiatase. Standardin EN ISO 52016-1 mukaisesti laskentamenetelmä koostuu seuraavista vaiheista:

1) valitaan laskentamenetelmän tyyppi

2) määritellään rakennuksen rajat ja termiset vyöhykkeet

3) määritellään sisäolosuhteet ja ulkoiset syöttötiedot (sää)

4) lasketaan energiantarve kullekin aika-askeleelle ja vyöhykkeelle

5) vähennetään energiantarpeista talteen otetut järjestelmähäviöt

6) otetaan huomioon vyöhykkeiden ja/tai järjestelmien välinen vuorovaikutus.

Ensimmäisen ja viimeisen vaiheen osalta CEN-standardeissa esitetään useita valinnaisia menetelmiä:

1) täysin määritelty kuukausittainen näennäisen vakiotilan laskentamenetelmä

2) täysin määritelty yksinkertainen tuntikohtainen dynaaminen laskentamenetelmä.

Jotta kustannusoptimaalisuuslaskelmasta saadaan luotettavia tuloksia, on suositeltavaa, että

— laskelmat tehdään käyttäen dynaamista menetelmää tai tuntikohtaista dynaamista laskentamenetelmää

— laskentamenetelmien mukaiset rajaolosuhteet ja viitekulutusrytmit määritellään yhdistetysti kaikille tiettyä vertailurakennusta koskeville laskentasarjoille

— ilmoitetaan käytettyjen säätietojen lähde ja käytetään ilmastotietoja koskevia ennusteita

— lämpöviihtyvyys määritellään käyttäen sisäilman operatiivista lämpötilaa (esimerkiksi 20 °C talvella ja 26 °C kesällä), kosteustasoa ja vähimmäisilmanvaihtokerrointa sekä tavoitteita, jotka on asetettu kaikille tiettyä vertailurakennusta koskeville laskentasarjoille.

Muita ehdotuksia tulosten luotettavuuden parantamiseksi:

— tarkastellaan rakennuksen ja sen järjestelmien vuorovaikutusta kokonaisvaltaisesti

— varmennetaan luonnonvalon käyttöstrategioiden vaikutukset dynaamisilla simulaatioilla

— ilmoitetaan sähköenergian muu paikan päällä tapahtuva käyttö, esimerkiksi laitteissa, pistokekuormissa ja tarvittaessa sähköajoneuvojen latauksessa, erityisesti paikan päällä tapahtuvan uusiutuvan energian tuotannon yhteydessä, ja otetaan huomioon siihen liittyvät edut

— ilmoitetaan paikan päällä sekä omaan käyttöön että muualle vietäväksi (myös varastoitavaksi) tuotetun energian määrä

— huomioidaan mahdollisesti käytössä olevien kaksisuuntaisen latauksen ja verkon joustavuuden edut.

Sisätilojen lämmityksen ja jäähdytyksen ja lämpimän käyttöveden energiankulutuksen sekä uusiutuviin energialähteisiin perustuvan energiantuotannon (lämmön ja sähkön) laskemiseksi on tarpeen kuvata järjestelmien kausittaiset tehokkuudet tai käyttää dynaamista simulaatiota. Viitemenetelminä voidaan käyttää seuraavia standardeja:

— sisätilojen lämmitys: (EN) 15316-1, (EN) 15316-2-1, (EN) 15316-4-1, (EN) 15316-4-2

— lämmin vesi: (EN) 15316-3

— ilmastointijärjestelmät: (EN) 16798-9+13+14

— uusiutuvista lähteistä tuotettu lämpöenergia: (EN) 15316-4-3

— yhteistuotantojärjestelmät: (EN) 15316-4-4

— kaukolämmitys ja suuren volyymin järjestelmät: (EN) 15316-4-5.

Kaukolämmitystä ja -jäähdytystä ja hajautettua energiahuoltoa voidaan käsitellä samalla tavoin kuin järjestelmän rajojen ulkopuolelta toimitettua sähköä, jolle olisi annettava oma primäärienergiakerroin. Näiden primäärienergiakerrointen vahvistaminen ei kuulu näiden ohjeiden soveltamisalaan, ja ne olisi määritettävä erikseen.

Uusiutuvan ja uusiutumattoman primäärienergian laskennassa olisi käytettävä uusimpia kansallisia muuntokertoimia. Muuntokertoimien olisi oltava tulevaisuuteen suuntautuvia direktiivin (EU) 2024/1275 liitteessä I olevan 2 kohdan mukaisesti.

Laskentaesimerkki:

Tarkastellaan Brysselissä sijaitsevaa toimistorakennusta, jonka vuotuiset energiantarpeet ovat seuraavat:

— 20 kWh/m²/vuosi sisätilojen lämmitykseen

— 5 kWh/m²/vuosi käyttöveden lämmitykseen

— 35 kWh/m²/vuosi sisätilojen jäähdytykseen.

Rakennuksen vuotuinen energiankulutus on seuraavanlainen:

— 7 kWh/m²/vuosi ilmanvaihdon sähköön

— valaistuksen sähkönkulutus 10 kWh/m²/vuosi.

Rakennus on liitetty kaukolämpöjärjestelmään (joka vastaa sisätilojen ja käyttöveden lämmityksestä), jonka kausittainen kokonaistehokkuus on 95 %. Kesällä käytetään koneellista jäähdytysjärjestelmää. Koko jäähdytysjärjestelmän (tuotanto, jakelu, luovutus ja säätö) kausittainen tehokkuus on 250 %. Asennetut aurinkolämpökerääjät tuottavat lämpöenergiaa käyttöveden lämmitykseen 3 kWh/m²/vuosi, ja aurinkosähköjärjestelmä tuottaa 15 kWh/(m²/vuosi), josta 6 kWh//m²/vuosi käytetään rakennuksessa energiatehokkuuteen liittyviin palveluihin ja 9 kWh/m²/vuosi viedään verkkoon. Kokonaisprimäärienergiakertoimeksi oletetaan 1,8 verkkosähkön osalta, 1,0 vietävän sähkön osalta ja 1,1 kaukolämmön osalta. Näiden lisäksi hiilidioksidin päästökertoimeksi oletetaan kaukolämmön osalta 220 g/kWh ja sähkön osalta 180 g/kWh.

Kun paikan päällä omaan käyttöön tuotettua aurinkosähköä pidetään primäärienergian laskennassa ostoenergiana, primäärienergiakerroin olisi kerrottava korjauskertoimella 0 siten, että k × PEF = 0.

Esimerkki energialaskelman tuloksista:

— energian kulutus sisätilojen lämmitykseen on 21 kWh/m2/vuosi: 20/0,95

— paikan päällä tuotetusta aurinkolämmöstä saatavan lämpimän käyttöveden energiankulutus on 3 kWh/m²/vuosi

— kaukolämmöstä saatavan lämpimän käyttöveden energiankulutus on 2,1 kWh/m²/vuosi: (5 – 3)/0,95

— sähköenergian kulutus sisätilojen jäähdytykseen on 14 kWh/m²/vuosi: 35/2,5

— ostettu kaukolämpöenergia on 23,1 kWh/m²/vuosi: 21 + 2,1

— verkosta ostettu sähkö on 25 kWh/m²/vuosi: 7 + 10 + 14 – 6

— paikan päällä tuotetusta aurinkosähköstä paikan päällä käytetty sähkö on 6 kWh/m²/vuosi

— kokonaisprimäärienergia (ilman muualle vietävää energiaa) on 70,4 kWh/m²/vuosi: 23,1 × 1,1 + 3 × (1 × 0) + 25 × 1,8 + 6 × (1 × 0)

— verkkoon vietävään energiaan liittyvä primäärienergia on 8,1 kWh/m²/vuosi: 9 × 0,9

— nettokokonaisprimäärienergia (sisältäen muualle vietävän energian) on 62,3 kWh/m²/vuosi: 70,4 – 8,1

— kasvihuonekaasupäästötehokkuus on 7,96 kg/(m²/vuosi): 23,1 × 220 + (25–9) × 180.

Esimerkki, johon sisältyy muu käyttö paikan päällä:

aurinkosähköjärjestelmä tuottaa 15 kWh/m²/vuosi, josta 10 kWh/m²/vuosi käytetään rakennuksessa (6 energiatehokkuuteen liittyviin palveluihin ja 4 muissa käyttökohteissa) ja 5 kWh/m²/vuosi viedään verkkoon

— verkkoon vietävään energiaan liittyvä primäärienergia on 4,5 kWh/m²/vuosi: 5 × 0,9

— nettokokonaisprimäärienergia on 61,9 kWh/m²/vuosi: 70,4 – 4 – 4,5.

Laskelmissa olisi huomioitava tulevaisuuteen suuntautuva primäärienergia ja painotuskertoimet, jotta nämä energiajärjestelmien kehityspolut voidaan ottaa asianmukaisesti huomioon kansallisten energia- ja ilmastosuunnitelmien mukaisesti. ([17]) Johdonmukaisuuden vuoksi suositellaan myös tulevaisuuteen suuntautuvia kasvihuonekaasujen päästökertoimia. Jäsenvaltioilla on joustovaraa siinä, miten ne ottavat huomioon näiden kerrointen tulevaisuuteen suuntautuvan näkökulman tai suhteen kansallisiin energia- ja ilmastosuunnitelmiin. Kertoimet olisi määriteltävä asianmukaisesti laskentajakson perusteella, esimerkiksi laskemalla keskiarvo, jossa otetaan huomioon laskelman alkuvuoden tilanne ja odotettu edistyminen rakennuksen koko käyttöiän ajan. ([18])

([17]) Tämä noudattaa myös direktiivin (EU) 2024/1275 liitettä I, jossa edellytetään, että primäärienergian laskenta perustuu säännöllisesti päivitettäviin, tulevaisuuteen suuntautuviin primäärienergiakertoimiin tai painotuskertoimiin energiankantajaa kohden. Lisätietoa näistä kertoimista on uudelleenlaaditun rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EU) 2024/1275 uusia ja merkittävästi muutettuja säännöksiä koskevista ohjeista annetun komission tiedonannon liitteessä 12 (EUVL C, C/2025/6438, 18.12.2025, ELI: http://data.europa.eu/eli/C/2025/6438/oj).

([18]) Tämä noudattaa myös direktiivin (EU) 2024/1275 liitettä I, jossa edellytetään, että primäärienergian laskenta perustuu säännöllisesti päivitettäviin, tulevaisuuteen suuntautuviin primäärienergiakertoimiin tai painotuskertoimiin energiankantajaa kohden. Lisätietoa näistä kertoimista on direktiivin (EU) 2024/1275 uusia ja merkittävästi muutettuja säännöksiä koskevista ohjeista annetun komission tiedonannon liitteessä 12 (EUVL C, C/2025/6438, 18.12.2025, ELI: http://data.europa.eu/eli/C/2025/6438/oj).

Jäsenvaltiot voivat päättää, miten näitä elementtejä sovelletaan, esimerkiksi seuraavilla tavoilla:

— Jäsenvaltiot voivat päättää soveltaa PEF-kertoimia, joissa otetaan huomioon niiden kansallisten energia- ja ilmastosuunnitelmien mukaiset viiden vuoden ennusteet. Tämä arvo mahdollistaisi lyhyen ja keskipitkän aikavälin muutosten huomioon ottamisen eri PEF-kertoimien arvossa, mikä vaikuttaa käytettävien järjestelmien valintaan.

— Jäsenvaltiot voivat päättää soveltaa PEF-kertoimia, joissa otetaan huomioon niiden kansallisten energia- ja ilmastosuunnitelmien mukaiset pidemmän tähtäimen (esimerkiksi 20 vuoden) ennusteet. ([19]) Tämä arvo voisi olla hyödyllinen eri PEF-kertoimien arvojen pitkäaikaisten muutosten huomioimisessa rakennuksen elinkaaren aikana. Keskiarvon (esimerkiksi aritmeettisen tai painotetun keskiarvon) laskeminen on näissä tapauksissa erittäin suositeltavaa, jotta voidaan epäsuorasti huomioida rakennusalan vaikutus energian kysynnän ja siihen liittyvien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen pitkällä aikavälillä.

Eri vaihtoehtojen vaikutusten arviointiin ja soveltuvimman menettelytavan määrittämiseen voidaan käyttää myös herkkyysanalyysiä.

5.1 **Elinkaarenaikaisen ilmakehän lämmitysvaikutuspotentiaalin (GWP) huomioon ottaminen**

Direktiivin (EU) 2024/1275 6 artiklan 2 kohdan mukaan jäsenvaltiot voivat energiatehokkuutta koskevia vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaalisia tasoja laskiessaan ottaa huomioon elinkaarenaikaisen ilmakehän lämmitysvaikutuspotentiaalin, jäljempänä 'elinkaarenaikainen GWP'. Tätä varten ne voivat käyttää unionin kehyksen mukaista laskentamenetelmää, joka vahvistetaan direktiivin (EU) 2024/1275 7 artiklan 3 kohdan mukaisessa delegoidussa säädöksessä (joka annetaan viimeistään 31. joulukuuta 2025) ja joka on tarkoitettu uusien rakennusten GWP:n laskemiseen. Laskeakseen elinkaarenaikaisen GWP:n suhteessa olemassa oleviin korjattaviin rakennuksiin jäsenvaltiot voivat vapaasti mukauttaa menetelmää tai käyttää omia laskentamenetelmiään asiaa koskevien standardien mukaisesti.

Uusien rakennusten osalta on erittäin suositeltavaa käyttää unionin kehystä, mutta se voi edellyttää mukautuksia. Koska tarkastelun kohteena on esimerkiksi toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten vertailu (eikä vertailurakennuksen koko elinkaarenaikaisen GWP:n arviointi), GWP-laskelmasta voidaan jättää pois ne elementit, jotka ovat samoja kaikille tietyn vertailurakennuksen osalta arvioiduille toimenpiteillekokonaisuuksille/muunnoksille (kuten maansiirtotyöt ja perustukset sekä portaiden ja hissien kustannukset). Tämä on näiden ohjeiden 6.2 kohdassa esitettyjen näkökohtien mukaista.

Kokonaisprimäärienergia on säilytettävä tärkeimpänä indikaattorina energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaalisten tasojen määrittämisessä. Kustannusoptimaalisuuslaskelman tarkoituksena onkin asettaa etusijalle toimenpiteet, joilla tuetaan parasta energiatehokkuutta ja alhaisimpia kokonaiskustannuksia yksittäiselle sijoittajalle (rahoitusnäkökulma) ja yhteiskunnalle (makrotaloudellinen näkökulma). Jos jäsenvaltiot kuitenkin päättävät ottaa huomioon elinkaarenaikaisen GWP:n kustannusoptimaalisten tasojen laskemista varten, eri toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten päästötehokkuudesta rakennuksen elinkaaren aikana tulee merkityksellistä, esimerkiksi rakennuksen koko elinkaaren aikaista tehokkuutta koskevien lisävaatimusten määrittämisessä ja/tai kustannusoptimaalisten tasojen määrittämisessä. ([20])

Jotta toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten määrä pysyy hallittavana ja painopiste säilyy suositusten mukaisesti energiatehokkuudessa, jäsenvaltiot voivat valita vain ne vaihtoehdot, jotka kuuluvat kustannusoptimaalisuuden vaihteluväliin (ks. esimerkiksi kaavio 4), ja aloittaa ylimääräisen, vapaaehtoisen elinkaarenaikaisen GWP-laskennan niistä. Myös muita parametreja, jotka eivät varsinaisesti vaikuta rakennuksen käytön energia- ja päästötehokkuuteen mutta jotka kuitenkin vaikuttavat rakennuksen elinkaarenaikaiseen GWP:hen (esimerkiksi määritetyn kustannusoptimaalisen tason saavuttamiseen käytetyn materiaalin tyyppi ja määrä, materiaalien alkuperä, niiden tuotantoon ja hävittämiseen käytetyt resurssit sekä kierrätys- ja uudelleenkäyttömahdollisuudet), voidaan arvioida. Tämän lisävaiheen tulokset voivat auttaa muodossa $kgCO^2ekv./(m^2)$ ilmaistujen lisävaatimusten asettamisessa myös elinkaarenaikaisen GWP:n osalta sekä kustannusoptimaalisella vaihteluvälillä yksilöityjen ratkaisujen jatkoluokittelussa.

([19]) Näissä tapauksissa odotetaan painotettujen keskiarvojen käyttöä, koska pelkän viimeisen vuoden odotetun PEF-arvon soveltaminen aiheuttaa riskin tulosten vääristymisestä ja siitä, että ensimmäisten vuosien kehitys jätettäisiin huomiotta.

([20]) Kuten näiden ohjeiden 4.1 kohdassa mainitaan, jäsenvaltiot voivat johdonmukaisuuden varmistamiseksi ottaa huomioon elinkaarenaikaisen GWP:n kustannusoptimaalisia tasoja koskevissa laskelmissaan, erityisesti direktiivin (EU) 2024/1275 7 artiklan 2 ja 5 kohdan osalta.

Makrotaloudellisessa laskelmassa on mahdollista ottaa huomioon myös koko elinkaaren aikaiset hiilidioksidikustannukset kokonaiskustannusten yhtälössä: yhtälössä viitataan käytöstä syntyviin päästöihin, mutta jos jäsenvaltio päättää ottaa huomioon elinkaarenaikaisen GWP:n kustannusoptimaalisten tasojen laskennassa, kasvihuonekaasupäästöjen kustannuksia voidaan laajentaa sisältämään myös se. Tässä tapauksessa jäsenvaltioiden voi olla tarpeen tehdä lisätoimia kustannusten määrittämiseksi, jotta ne voivat määrittää koko elinkaaren aikaisten päästöjen rahallisen arvon, mutta ne voivat käyttää samoja kustannuksia kuin käytöstä syntyvien päästöjen rahallisen arvon määrittämisessä. Kokonaiskustannusten laskentajakson erot – kustannusoptimaalisuuslaskelmien jakso on vähintään 20 tai 30 vuotta, GWP-laskelmien jakso taas 50 vuotta – olisi otettava tarkoin huomioon tässä rahallisen arvon määrittämisessä. **Rahoituslaskelmassa** voidaan ottaa huomioon myös mahdolliset tuet sellaisille rakennuksille ja rakennusosille, joiden sitoutuneet päästöt ovat vähäiset.

6. KOKONAISKUSTANNUSTEN LASKEMINEN NETTONYKYARVONA KULLEKIN VERTAILURAKENNUKSELLE

Direktiivin (EU) 2024/1275 liitteen VII ja delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 4 jakson mukaisesti kustannusoptimaalisuutta koskeva menetelmäkehys perustuu nettonykyarvoa (kokonaiskustannuksia) käyttävään menetelmään.

Kokonaiskustannusten laskennassa otetaan huomioon alkuperäiset investointikustannukset, kunkin vuoden vuotuisten kustannusten summa, jäännösarvo sekä tarvittaessa käytöstäpoistokustannukset, jotka on kaikki laskettu pitoajan alun arvoon.

Makrotaloudellisen kustannusoptimaalisuuden laskennassa kokonaiskustannukset sisältävät kasvihuonekaasupäästöjen kustannukset, joilla tarkoitetaan rakennuksen energiankulutukseen liittyvien hiilidioksidipäästöjen aiheuttamien ympäristövahinkojen rahallista arvoa. Energiankäytön ympäristöön ja terveyteen kohdistuvien ulkoisvaikutusten kustannukset kuvastavat lisäksi muiden energiankäyttöön liittyvien ympäristöepäpuhtauksien (eli pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) ja typen oksidien (NOx)) määrällisiä, rahallisia ja diskontattuja käytöstä syntyviä kustannuksia. Vaikka jäsenvaltio ei käyttäisi makrotaloudellista laskentaa kustannusoptimaalisten tasojen asettamiseen, sen avaama laajempi näkökulma tarjoaa tärkeitä tietoja, joita voidaan käyttää lisävaatimusten (esimerkiksi päästöjen osalta) ja laajempien politiikkatavoitteiden asettamiseen.

Kokonaiskustannuslaskelmien tuloksena saadaan määritellyn laskentajakson aikana aiheutuneiden kustannusten nettonykyarvo. Huomioon otetaan myös niiden laitteiden jäännösarvot, joiden käyttöikä on laskentajaksoa pidempi. Energiakustannuksia ja korkotasoa koskevat ennusteet voidaan rajoittaa laskentajaksoon.

Kokonaiskustannusmenetelmän etuna on se, että se – toisin kuin annuiteettimenetelmä – mahdollistaa yhdenmukaisen laskentajakson käytön (siten, että pitkäikäiset laitteet otetaan huomioon niiden jäännösarvon muodossa). Lisäksi siinä voidaan hyödyntää elinkaarikustannusten laskentaa, joka myös perustuu nettonykyarvolaskelmiin.

Termi ’kokonaiskustannukset’ on otettu standardista (EN) 15459-1:2017 ja vastaa sitä, mitä kutsutaan kirjallisuudessa yleensä ’elinkaarikustannusanalyysiksi’.

Delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 säädetty kokonaiskustannusmenetelmä ei sisällä muita kuin energiakustannuksia (esimerkiksi vesikustannuksia), koska se noudattaa direktiivin (EU) 2024/1275 soveltamisalaa. Kokonaiskustannusten malli ei myöskään täysin vastaa täydellistä elinkaariarviointia, jossa otettaisiin huomioon kaikki elinkaarenaikaiset ympäristövaikutukset, kuten rakentamiseen kuluva harmaa energia. Jäsenvaltiot voivat kuitenkin vapaasti laajentaa menetelmää kaikkien elinkaarikustannusten laskentaan. Ne voivat tätä varten myös harkita standardeja (EN) ISO 14040, 14044 ja 14025 sekä rakennusten elinkaarikustannuslaskentaa koskevia erityisstandardeja (EN) 15459 ja (EN) ISO 15686-5.

6.1 Kustannusoptimaalisuuden käsite

Direktiivin (EU) 2024/1275 mukaisesti jäsenvaltioiden on vahvistettava energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaaliset tasot. Menetelmä on tarkoitettu kansallisille viranomaisille (ei investoijille), eikä kustannusoptimaalista tasoa lasketa jokaiselle tapaukselle erikseen – tarkoituksena on kehittää yleisesti sovellettavat kansalliset säännöt. Tosiasiassa erilaisille investoijille tulee olemaan lukuisia kustannusoptimaalisia tasoja riippuen yksittäisestä rakennuksesta sekä investoijan omasta näkökulmasta ja odotuksista sen suhteen, minkälaiset ovat hyväksyttävät investointiolosuhteet. Siksi on tärkeää korostaa, että määritellyt kustannusoptimaaliset tasot eivät välttämättä ole kustannusoptimaalisia kaikille rakennus-investoijayhdistelmille. Soveltamalla johdonmukaista lähestymistapaa vertailurakennusten määrittelyyn jäsenvaltiot voivat kuitenkin varmistaa, että voimassa olevat vaatimukset soveltuvat suurimmalle osalle rakennuksista.

Samalla, kun olisi pidettävä mielessä vuokrarakennusten erityistilanne, esimerkiksi ristiriitaisten kannustimien ongelma tai tilanteet, joissa vuokra on kiinteä eikä sitä voida korottaa määrätyn rajan yli (esimerkiksi sosiaalipoliittisista syistä), ei ole suotavaa, että eri rakennuksiin sovelletaan eri vaatimuksia sen mukaan, ovatko ne vuokrattuja vai eivät, koska asukkaan asema ei ole riippuvainen rakennuksesta, josta laskelma tehdään.

Voi kuitenkin olla tiettyjä investoijaryhmiä, jotka eivät voi täysin hyödyntää kustannusoptimaalista investointia. Jäsenvaltioiden on tarkasteltava tätä kysymystä, jota usein kutsutaan 'omistaja–vuokralainen-ongelmaksi', osana laajempia energiatehokkuuteen liittyviä ja sosiaalipoliittisia tavoitteita eikä kustannusoptimaalisuutta koskevan menetelmän puitteissa. Laskentamenettely voi kuitenkin antaa jäsenvaltioiden viranomaisille tietoja tiettyjä investoijaryhmiä koskettavasta rahoitusvajeesta ja samalla tausta-aineistoa politiikan muotoiluun. Esimerkiksi makrotaloudellisen tason kustannusoptimaalisuuden ja rahoituksellisen tason kustannusoptimaalisuuden välinen ero voi antaa viitteitä siitä, kuinka paljon rahoitustukea vielä tarvittaisiin, jotta energiatehokkuuteen tehtävät investoinnit olisivat houkuttelevia investoijien näkökulmasta.

Erilaisia näköaloja ja investointiodotuksia on olemassa mahdollisesti hyvinkin lukuisia, mutta tästä huolimatta on pohdittava, kuinka laajasti kustannuksia ja hyötyjä olisi otettava huomioon. Makrotaloudellisen tason laskelmien tarkoituksena on valmistella yleisesti sovellettavien energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten asettamista ja antaa tietoa sitä varten. Niihin sisältyy laajempi yleisen edun näkökulma, jossa energiatehokkuuteen tehtäviä investointeja ja niihin liittyviä kustannuksia ja hyötyjä arvioidaan suhteessa politiikkavaihtoehtoihin ja jossa otetaan huomioon ulkoisvaikutukset ([21]). Tällainen laajempi näkökulma investointeihin sopii myös varsin hyvin yhteen sen kanssa, että kokonaisprimäärienergiaa käytetään energiatehokkuuden mittarina (minkä lisäksi päästötehokkuuslaskelmista voidaan saada tärkeitä lisätietoja), kun taas puhtaasti yksityisistä investoinneista lähtevässä näkökulmassa mittarina voidaan käyttää joko kokonaisprimäärienergiaa tai ostoenergiaa.

Käytännössä ei kuitenkaan ole mahdollista ottaa huomioon kaikkia energiatehokkuustoimenpiteiden ja uusiutuviin energialähteisiin perustuvien toimenpiteiden suoria ja välillisiä vaikutuksia, koska jotkin niistä ovat vaikeasti määriteltäviä tai mahdottomia kvantifioida tai niiden rahallista arvoa ei voida määrittää. Merkittävälle osalle näistä vaikutuksista on kuitenkin olemassa tunnustettuja kustannusten ja hyötyjen kvantifioinnin sekä kustannuslaskennan menetelmiä, joiden avulla ne voidaan ottaa huomioon. Jäsenvaltiot voivat esimerkiksi ottaa kustannusoptimaalisuuslaskelmissaan huomioon energiatehokkuustoimenpiteiden ja uusiutuviin energialähteisiin perustuvien toimenpiteiden lisähyödyt, kuten energiatehokkuustoimenpiteiden yksityisten ja julkisten terveyskustannusten vaikutukset bruttokansantuotteeseen (BKT). Näiden ohjeiden 6.16 kohdassa on kuvattu yksinkertaistettu menetelmä näiden moninaisten hyötyjen arvioimiseksi. Se sisältää oletustietoaineistot, selityksin varustetun esimerkin ja kirjallisuusviitteitä. Jäsenvaltiot voivat vapaasti käyttää myös omia menetelmiään moninaisten hyötyjen rahallisen arvon määrittämiseen edellyttäen, että kaikki arvioinnissa käytetyt oletukset ja lähteet ilmoitetaan selvästi. Näiden ohjeiden 6.16.3 kohdassa on esitetty yksityiskohtainen kirjallisten lähteiden ja lähdeviitteiden luettelo sellaisten jäsenvaltioiden tueksi, jotka päättävät ottaa kustannusoptimaalisuuslaskelmissaan huomioon myös muita energiatehokkuustoimenpiteiden ja uusiutuviin energialähteisiin perustuvien toimenpiteiden moninaisia hyötyjä.

Mikroekonominen näkökulma paljastaa investoijaa koskevat rajoitukset; esimerkiksi tiukemmat energiatehokkuusvaatimukset voivat olla suotavia yhteiskunnallisesta näkökulmasta mutta eivät olekaan kustannustehokkaita investoijan kannalta.

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 mukaan jäsenvaltioiden on laskettava kustannusoptimaalinen taso kerran makrotaloudellisella tasolla (ilman kaikkia sovellettavia veroja, kuten arvonlisäveroa, ja kaikkia sovellettavia tukia ja kannustimia mutta ottaen huomioon hiilidioksidikustannukset sekä ympäristöön ja terveyteen liittyvät ulkoisvaikutukset) ja kerran rahoituksellisella tasolla (ottaen huomioon loppukäyttäjän maksamat hinnat, kuten verot ja soveltuvin osin tuet, sekä kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien kustannukset rakennusten polttoaineiden poltosta aiheutuvien päästöjen uuden päästökauppajärjestelmän mukaisten energiakustannusten osana mutta ei kasvihuonekaasujen vähentämiskustannuksia, jotka lasketaan makrotaloudellisella tasolla nykyisen päästökauppajärjestelmän mukaisesti).

Mahdollinen kaksinkertainen laskenta, jota voisi esiintyä makrotaloudellisessa laskelmassa, voitaisiin käsitellä hiilidioksidikustannusten määrittelyssä kansallisen energian hintarakenteen perusteella.

([21]) Kustannusoptimaalisuuslaskelmissa ulkoisvaikutukset otetaan huomioon vain makrotaloudellisella tasolla, koska ne määritellään kustannuksiksi tai hyödyiksi, jotka yksi osapuoli aiheuttaa toiselle osapuolelle.

HUOM. Kun molemmat laskelmat on tehty, jäsenvaltio voi päättää, kumpaa laskelmaa kustannusoptimaalisuuden kansallisena vertailutasona käytetään.

Yksityisen investoijan rahoitukselliseta näkökulmasta tehtävässä laskelmassa olisi yleensä otettava huomioon voimassa olevat tukijärjestelmät (verojen ja kaikkien saatavilla olevien avustusten ohella), jotta todellinen rahoitustilanne kävisi ilmi, mutta koska tällaiset järjestelmät vaihtuvat usein nopeasti, jäsenvaltiot voivat tehdä laskelman myös ilman tukia. Lisäksi rahoitustason laskelmaa voidaan yksinkertaistaa jättämällä arvonlisävero (alv) kokonaan huomioimatta kokonaiskustannuslaskelman kaikissa kustannuslajeissa, jos jäsenvaltiossa ei ole käytössä alv-pohjaisia tukia tai tukitoimenpiteitä. Jäsenvaltion, jolla on jo käytössä tai joka aikoo ottaa käyttöön alv-pohjaisia tukitoimenpiteitä, olisi otettava vero huomioon kaikissa kustannuslajeissa, jotta tukitoimenpide voitaisiin sisällyttää laskelmaan.

Vakaa, ennakoitavissa oleva jäsenvaltion tason rahoituskehys olisi erittäin suositeltava. Jäsenvaltiot toimittavat komissiolle vuoden 2026 loppuun mennessä ensimmäiset direktiivin (EU) 2024/1275 3 artiklan mukaiset kansalliset rakennusten perusparannussuunnitelmansa. Suunnitelmat antavat tietoja jäsenvaltiossa toteutetuista ja suunnitelluista politiikoista ja toimenpiteistä sekä investointitarpeista, rahoituslähteistä ja hallinnollisista resursseista, joilla varmistetaan sekä julkisten että yksityisten asuinrakennusten ja muiden kuin asuinrakennusten kansallisen kannan perusparantaminen erittäin energiatehokkaaksi, hiilivapaaksi rakennuskannaksi vuoteen 2050 mennessä.

6.1.1 *Makrotaloudellisten laskelmien ja ulkoisvaikutusten lisänäkökohdat*

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 mukaan makrotaloudellisesti kustannusoptimaalisen tason laskenta edellyttää kasvihuonekaasupäästöjen kustannusten huomioon ottamista kertomalla vuotuisten kasvihuonekaasupäästöjen summa kasvihuonekaasujen päästöoikeuksien oletetulla hinnalla hiilidioksidiekvivalenttitonnia kohti jokaiselta vuodelta, jolle päästöoikeuksia on myönnetty, ottaen huomioon komission kansallisia ennusteita varten suosittelemien päästökauppajärjestelmän mukaisten hiilen hinnan kehityspolkujen ([22]) mukaiset kustannukset, joita on mukautettava laskenta-ajankohdan ja valitun menetelmän mukaan. Päivitetyt suositukset olisi otettava huomioon aina, kun kustannusoptimaalisuuslaskentaa tarkistetaan, mutta niiden käyttö on vapaaehtoista.

Jäsenvaltioiden on lisäksi laajennettava kokonaiskustannusten makrotaloudellista laskentaa siten, että siinä otetaan huomioon energiankäytön terveyteen ja ympäristöön liittyvät ulkoisvaikutukset. Tätä varten niiden olisi otettava huomioon rakennusten energiankäyttöön liittyvien, rakennuksen käytöstä syntyvien ilman epäpuhtauspäästöjen, erityisesti ainakin pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) ja typen oksidien (NOx), rahalliset vaikutukset. Jäsenvaltiot voivat sisällyttää laskelmiinsa myös muita Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (EU) 2016/2284 ([23]) 1 artiklassa lueteltuja ilman epäpuhtauksia: rikkidioksidin (SO_2), muut haihtuvat orgaaniset yhdisteet kuin metaanin (NMVOC-yhdisteet) ja ammoniakin (NH_3) ([24]). On tärkeää huomata, että kaikkeen energiankäyttöön ei liity suoria tai epäsuoria $PM_{2.5}$- tai NOx-päästöjä. $PM_{2.5}$-hiukkaset ovat merkittävämpiä bioenergiaan ja fossiilisiin polttoaineisiin perustuvien kiinteän polttoaineen kattiloiden kuin nestemäisten polttoaineiden osalta. NOx-päästöt ovat merkittävämpiä nestemäistä ja kaasumaista polttoainetta käyttävien lämmityslaitteiden osalta. Energiantuotannolla (myös kaukolämmön tuotannolla) on myös välillinen vaikutus, joka on otettava huomioon. $PM_{2.5}$-hiukkasten huomioon ottaminen mahdollistaa esimerkiksi

([22]) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2018/1999, annettu 11 päivänä joulukuuta 2018, energiaunionin ja ilmastotoimien hallinnosta, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetusten (EY) N:o 663/2009 ja (EY) N:o 715/2009, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivien 94/22/EY, 98/70/EY, 2009/31/EY, 2009/73/EY, 2010/31/EU, 2012/27/EU ja 2013/30/EU, neuvoston direktiivien 2009/119/EY ja (EU) 2015/652 muuttamisesta sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) N:o 525/2013 kumoamisesta (EUVL L 328, 21.12.2018, s. 1, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2018/1999/oj).

([23]) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2016/2284, annettu 14 päivänä joulukuuta 2016, tiettyjen ilman epäpuhtauksien kansallisten päästöjen vähentämisestä, direktiivin 2003/35/EY muuttamisesta sekä direktiivin 2001/81/EY kumoamisesta (EUVL L 344, 17.12.2016, s. 1, ELI: http://data.europa.eu/eli/dir/2016/2284/oj). Kyseisessä direktiivissä vahvistetaan kullekin jäsenvaltiolle kansalliset päästövähennysvelvoitteet vuosiksi 2020–2029 ja vielä kunnianhimoisemmat velvoitteet vuodesta 2030 alkaen. Tavoitteet koskevat ilman epäpuhtauksia, jotka aiheuttavat merkittäviä haittoja ihmisten terveydelle ja ympäristölle. Puhdasta ilmaa Euroopalle -ohjelman tavoitteena on vähentää ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksia vuoteen 2030 mennessä puolella vuoteen 2005 verrattuna.

([24]) NH_3-saasteet liittyvät enimmäkseen maatalousalaan, joten niiden ei katsota olevan merkityksellisiä kustannusoptimaalisuuslaskelmien kannalta, sillä nämä koskevat pääasiassa rakennusalaa sekä sen energiakysyntää ja päästötehokkuutta.

fossiilisten polttoaineiden ja bioenergian ([25]) polton terveys- ja ympäristövaikutusten huomioimisen kokonaiskustannuslaskelmassa. Bioenergian käytön osuus pienhiukkaspäästöistä ($PM_{2.5}$) on EU:ssa kaikkiaan noin 50 prosenttia, ja koska $PM_{2.5}$-hiukkaset ovat ilmansaasteiden terveysvaikutusten tärkein aiheuttaja, bioenergia on ilmanlaatupolitiikassa ensisijainen kysymys. ([26])

Eri energialähteiden epäpuhtauspäästöjen (g/kWh polttoainetta) viitearvot edellä mainittujen ulkoisvaikutusten laskemista varten löytyvät EMEPin ja EEA:n ilman epäpuhtauksien päästökartoituksen ohjekirjasta ([27]) ja siihen liittyvästä päästökerrointietokannasta. Lisää tuotekohtaisia tietoja laskelmia varten on saatavilla ekosuunnittelua koskevista säädöksistä:

— komission asetus (EU) N:o 813/2013, annettu 2 päivänä elokuuta 2013, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanemisesta tilalämmittimien ja yhdistelmälämmittimien ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta ([28])

— komission asetus (EU) N:o 814/2013, annettu 2 päivänä elokuuta 2013, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanemisesta vedenlämmittimien ja kuumavesisäiliöiden ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta ([29])

— komission asetus (EU) 2015/1185, annettu 24 päivänä huhtikuuta 2015, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanemisesta kiinteää polttoainetta käyttävien paikallisten tilalämmittimien ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta ([30])

— komission asetus (EU) 2015/1189, annettu 28 päivänä huhtikuuta 2015, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanemisesta kiinteän polttoaineen kattiloiden ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta ([31])

— asiaan liittyvistä ohjeista: https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/document/download/ce43bba7-70a1-4d6f-8c69-5e146ec7973c_en?filename=guidelinesspacewaterheaters_final.pdf.

Esimerkiksi asetuksessa (EU) 2015/1189 vahvistetaan tilojen lämmityksen päästövaatimukset $PM_{2.5}$-hiukkasten ja typen oksidien osalta biomassaa ja fossiilisia polttoaineita polttaville kattiloille. Nämä tiedot näkyvät myös tällaisten tuotteiden tuotetiedoissa.

Vuosittain raportoitavista päästöinventaarioista ja direktiivin (EU) 2016/2284 10 artiklan 2 kohdan mukaisesti kahden vuoden välein raportoitavista päästöennusteista saadaan helmikuussa tietoja eri energialähteiden maakohtaisista epäpuhtauspäästöistä. Ennustettuja päästöjä voidaan verrata vuosien 2020–2029 ja 2030 päästövähennysvelvoitteisiin sen määrittämiseksi, onko ympäristöön liittyvien ulkoisvaikutusten laskentaan syytä sisällyttää ei-pakollisia epäpuhtauksia, sekä tulevan kehityksen selvittämiseksi. Esimerkiksi rikkidioksidisaasteet aiheutuvat pääasiassa rikkiä sisältävien fossiilisten polttoaineiden, kuten kivihiilen, öljyn ja dieselin, poltosta. Jos kivihiili on merkittävä tekijä maan energiasektorilla, voi olla syytä sisällyttää sen vaikutukset terveyteen liittyvien ulkoisvaikutusten arviointiin.

([25]) Vaikka asiasta ei säädetä EPBD-direktiivissä, bioenergiasta peräisin olevien, käytöstä syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen määrästä voidaan päätellä, mitä korjuutarpeita ja niihin liittyviä maankäytön, maankäytön muutoksen ja metsätalouden päästöjä siitä aiheutuisi. ”Hiilen poistuminen on kuitenkin vähentynyt huolestuttavalla vauhdilla viime vuosina, ja se vähenee edelleen [maankäytössä, maankäytön muutoksessa ja metsätaloudessa (LULUCF)]. *Tämän kielteisen suuntauksen taustalla on enimmäkseen metsiin liittyvien poistumien väheneminen, mikä johtuu pääasiassa puunkorjuun lisääntymisestä […] Myös ilmastonmuutoksella on yhä suurempi vaikutus […].* Monet merkit viittaavat siihen, että ilmastonmuutoksen takia EU:n metsiin liittyvien poistumien kestävyys tulevaisuudessa on kaikkea muuta kuin taattu.” (Euroopan komissio, 2024, Vuoden 2024 kertomus EU:n ilmastotoimista, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52024DC0498).

([26]) Euroopan komissio: Ympäristöasioiden pääosasto, *Increasing policy coherence between bioenergy and clean air policies and measures – Final Project Report*, Euroopan unionin julkaisutoimisto, 2024, https://data.europa.eu/doi/10.2779/94296. Tutkimuksessa ehdotetaan myös yksinkertaistettua mittaria rakennusten käytöstä syntyvien $PM_{2.5}$-päästöjen laskemiseksi EMEPin ja EEA:n ilman epäpuhtauksien päästökartoituksen ohjekirjan perusteella.

([27]) EMEPin ja EEA:n ilman epäpuhtauksien päästökartoituksen ohjekirja (2023), jossa on linkki päästökerrointietojen katseluohjelmaan, on saatavilla osoitteessa https://www.eea.europa.eu//publications/emep-eea-guidebook-2023.

([28]) EUVL L 239, 6.9.2013, s. 136, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2013/813/oj.

([29]) EUVL L 239, 6.9.2013, s. 162, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2013/814/oj.

([30]) EUVL L 193, 21.7.2015, s. 1, ELI: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2015/1185/oj.

([31]) EUVL L 193, 21.7.2015, s. 100, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2015/1189/oj.

Komissio asettaa laskelmaa varten saataville suositellut kustannukset, jotka ilmaistaan euroina epäpuhtauspäästöjen yksikköä kohti, ja niitä päivitetään, jos uusia tietoja on saatavilla. Epäpuhtauspäästöjen kustannusten rahallinen arvo määritetään erityisesti liikennealalla ottamalla huomioon niiden vaikutukset terveyteen, viljelykasvien ja biologisen monimuotoisuuden häviämiseen sekä aineellisiin vahinkoihin. ([32])

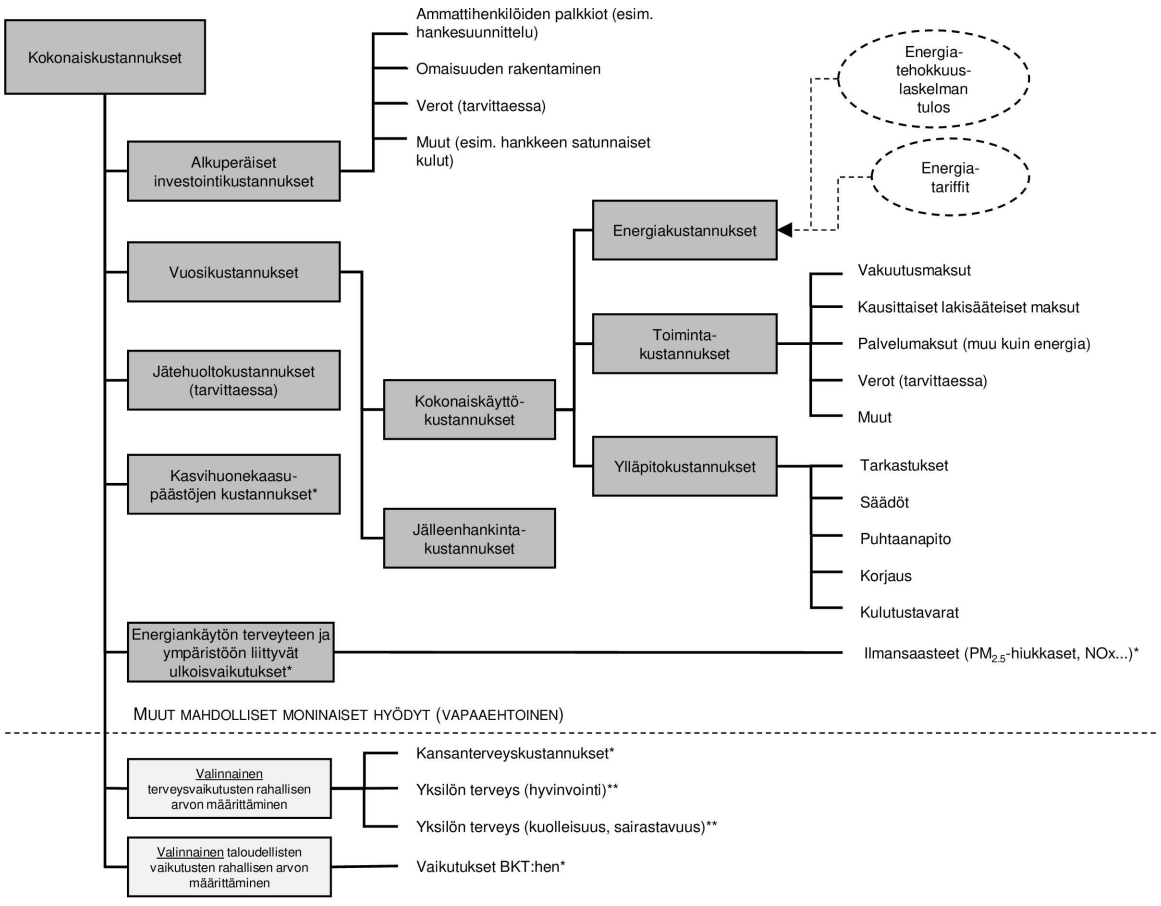
6.2 **Kustannusten luokittelu**

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 4 jakson 1 kohdan mukaisesti jäsenvaltioiden on käytettävä seuraavia peruskustannuslajeja: alkuperäiset investointikustannukset, vuotuiset kustannukset (mukaan lukien energiakustannukset ja jaksoittaiset jälleenhankintakustannukset) sekä tarvittaessa jätehuoltokustannukset. Myös kasvihuonekaasupäästöjen ja muiden merkityksellisten ympäristöepäpuhtauksien kustannukset (energiankäytön terveyteen ja ympäristöön liittyvien ulkoisvaikutusten osana) otetaan huomioon makrotaloudellisen tason laskelmissa.

Koska energiakustannuksilla on tässä yhteydessä suuri merkitys, ne on lueteltu erillisenä kustannuslajina, vaikka ne tavallisesti luetaan osaksi kiinteistönhoidon kustannuksia. Lisäksi jälleenhankintakustannuksia ei pidetä osana ylläpito- ja korjauskustannuksia (kuten muissa kustannusrakenteissa joskus tehdään), vaan ne luetaan erilliseksi kustannuslajiksi. Tämä energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaalisten tasojen laskennassa käytettävä kustannusluokittelu perustuu standardiin (EN) 15459-1:2017. Seuraavassa kaaviossa esitetään yhteenveto sovellettavista kustannuslajeista:

Kaavio 1

Menetelmäkehyksen mukainen kustannusluokittelu



* Ainoastaan makrotaloudellisen tason laskelmassa.
** Ainoastaan rahoitustason laskelmassa.

([32]) Euroopan komissio: liikenteen ja liikkumisen pääosasto, van Essen, H. ym., *Handbook on the external costs of transport – Version 2019 – 1.1*, julkaisutoimisto, 2020, https://data.europa.eu/doi/10.2832/51388. Tämä julkaisu sisältää myös kustannukset, joiden perusteella hiilidioksidipäästövahinkojen rahallinen arvo voidaan määrittää.

Delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 annettujen kustannuslajien luettelo on kattava. Jos kuitenkin on myös muita kustannuslajeja, joita pidetään tärkeinä energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaalisten tasojen laskennassa, myös ne voidaan ottaa huomioon. Delegoidussa asetuksessa ei ole myöskään määritelty erillistä kustannuslajia energiatehokkuusinvestointien rahoittamiseen tarvittavan pääoman kustannuksille. Jäsenvaltiot voivat kuitenkin sisällyttää nämä kustannukset esimerkiksi vuotuisiin kustannuksiin sen varmistamiseksi, että myös ne diskontataan.

Energiakustannukset perustuvat kulutukseen, rakennuksen kokoon, nykyisiin hintoihin ja hintaennusteisiin, ja ne ovat suoraan sidoksissa energiatehokkuuslaskelman tulokseen. Tämä tarkoittaa, että energiakustannukset riippuvat rakennuksen järjestelmän ominaispiirteistä. Useimmat muut kustannuserät, kuten investointikustannukset, ylläpito- ja korjauskustannukset tai jälleenhankintakustannukset, liittyvät suurelta osin tiettyihin rakennusosiin. Tästä syystä kokonaiskustannukset on laskettava siten, että rakennus on jaettu riittävän moneen erilliseen rakennusosaan, jotta toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten erot tulevat kokonaiskustannuslaskelman tuloksessa esiin.

Polttoaineisiin liittymättömiä kiinteistönhoidon kustannuksia ja ylläpito- ja korjauskustannuksia on usein muita kustannuksia vaikeampaa arvioida, koska rakennusten käyttöajat vaihtelevat. Jopa samaan luokkaan kuuluvien rakennusten välillä on suuria eroja. Voi siis olla tarpeen kerätä ja seuloa tietoja, jotta tietyille luokille ja alaluokille voidaan määritellä järkevät keskimääräiset kustannukset neliömetriä kohti.

Delegoidussa asetuksessa 2025/2273 säädetään periaatteessa kokonaiskustannuksiin perustuvasta lähestymistavasta sekä uusille että laajamittaisten korjausten kohteena oleville rakennuksille. Tämä tarkoittaa, että kunkin vertailurakennukseen sovelletun arvioidun toimenpiteen, kokonaisuuden tai muunnoksen osalta olisi laskettava kaikki rakentamisen (tai laajamittaisen korjauksen) ja sitä seuraavan rakennuksen käytön kustannukset. Koska laskentamenettelyn päätarkoituksena on kuitenkin toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten vertailu (eikä investoijan ja rakennuksen käyttäjän kokonaiskustannusten arviointi), seuraavat kustannuserät voidaan jättää laskelmasta pois:

1) rakennusosiin liittyvät kustannukset, jotka eivät vaikuta rakennuksen käytön aikaiseen energia- ja päästötehokkuuteen, kuten lattiapäällysteiden kustannukset ja seinien maalauskustannukset (jos energiatehokkuuslaskelma ei tuo esiin mitään eroja tässä suhteessa)

2) kustannukset, jotka ovat samat kaikissa tietyn vertailurakennuksen osalta arvioiduissa toimenpiteissä/kokonaisuuksissa/muunnoksissa (siinäkin tapauksessa, että tähän liittyvät rakennusosat vaikuttavat tai voivat vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen) – koska nämä kustannuserät eivät vaikuta toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten keskinäiseen vertailuun, niitä ei tarvitse ottaa huomioon – esimerkiksi

   — uusien rakennusten osalta muun muassa maansiirtotyöt ja perustukset sekä portaiden ja hissien kustannukset, jos nämä kustannuserät ovat samat kaikissa arvioiduissa toimenpiteissä/kokonaisuuksissa/muunnoksissa

   — laajamittaisten korjausten osalta muun muassa rakennustelineiden kustannukset ja purkukustannukset – edelleen sillä ehdolla, ettei näissä kustannuserissä esiinny vaihtelua arvioiduissa toimenpiteissä/kokonaisuuksissa/muunnoksissa.

Delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 ei sallita ns. lisäkustannusten laskentaan perustuvaa toimintatapaa. ([33]) Lisäkustannusten laskentaan perustuva lähestymistapa ei sovellu energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaalisten tasojen laskentaan seuraavista syistä:

— Standardirakennuksen ominaispiirteet vaikuttavat arvioinnin tuloksiin.

— Lähestymistavassa ei voida täysin ottaa huomioon arvioitavien toimenpiteiden, kokonaisuuksien tai muunnosten koko laajuutta, sillä monet energiatehokkuustoimenpiteet ovat erottamaton osa rakennuksen suunnittelua. Tämä pätee erityisesti toimenpiteisiin, jotka liittyvät erilaisiin tapoihin hyödyntää passiivista jäähdytystä, kuten ikkunapinta-alan osuuden valintaan ja ikkunoiden sijoitteluun rakennuksen suuntautumisen mukaan, termisen massan hyödyntämiseen ja yöjäähdytykseen liittyviin toimenpidekokonaisuuksiin. Lisäkustannusten laskentaan

([33]) Lisäkustannusten laskentaan perustuvassa lähestymistavassa lähtökohtana on standardirakennus (esimerkiksi rakennus, joka vastaa senhetkisiä vähimmäisvaatimuksia), jota täydennetään lisätoimenpiteillä (esimerkiksi parempi eristys, varjostus tai lämmön talteenotolla varustettu ilmanvaihto). Kustannusvertailu perustuu lisäinvestointikustannuksiin ja kokonaiskäyttökustannusten eroihin.

perustuvassa lähestymistavassa on vaikea osoittaa rakennuksen tiettyjen ominaispiirteiden välistä keskinäistä riippuvuutta, kuten sitä, että tietyntyyppisen julkisivun valinnalla on tiettyjä staattisia ennakkoedellytyksiä, tai sitä, että lämmityksen ja jäähdytyksen lämpöaktiiviset rakennusjärjestelmät edellyttävät tiettyä nettoenergiakysynnän tasoa. Kaikkien näiden mahdollisten keskinäisten kytkentöjen huomioon ottaminen lisäkustannusten laskentaan perustuvassa lähestymistavassa tekisi laskennasta sekavaa ja vaikeasti seurattavaa.

— Lisäkustannusten laskentaan perustuva lähestymistapa edellyttää kustannusten yksityiskohtaista jakamista vakiokorjauksen kustannuksiin ja täydentäviin energiatehokkuustoimenpiteisiin liittyviin kustannuksiin. Niiden erottelu voi joskus olla vaikeaa.

6.3 **Kustannustietojen kerääminen**

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 mukaan kustannustietojen on oltava markkinaperusteisia (esimerkiksi markkina-analyysistä saatuja) sekä ajallisesti ja paikallisesti johdonmukaisia investointikustannusten, kokonaiskäyttökustannusten, energiakustannusten ja tarvittaessa jätehuoltokustannusten osalta. Tämä tarkoittaa, että kustannustiedot on kerättävä jostakin seuraavista lähteistä:

— arvioidaan tuoreita rakennushankkeita

— analysoidaan rakennusyritysten vakiotarjouksia (jotka eivät välttämättä liity toteutuneisiin rakennushankkeisiin)

— käytetään olemassa olevia kustannustietokantoja, jotka on koottu markkinapohjaisia tietoja keräämällä.

On tärkeää, että kustannustietojen lähteet vastaavat jaottelutasoa, joka tarvitaan erilaisten toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten vertaamiseksi tietyn vertailurakennuksen osalta. Kustannusoptimaalisuuslaskelmissa ei voida käyttää ylhäältä alas -vertailutietokantoja, kuten BKI ([34]) tai SIRADOS ([35]), joita käytetään yleisesti rakennusten investointikustannusten ja kiinteistönhoidon kustannusten karkeaan arviointiin, koska niiden tiedot eivät liity riittävän läheisesti rakennuksen energiatehokkuuteen. Jaottelutaso on liian karkea, jotta sen perusteella voitaisiin saada esiin eri toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten väliset kustannuserot.

6.4 **Diskonttokorko**

Diskonttokorko ilmaistaan reaalisesti, eli siinä ei oteta huomioon inflaatiota. Jäsenvaltio määrittää makrotaloudellisessa ja rahoituslaskelmassa käytettävän diskonttokoron tehtyään ensin herkkyysanalyysin vähintään kahdelle korkoprosentille kussakin laskelmassa. Makrotaloudelliseen laskelmaan liittyvässä herkkyysanalyysissä on käytettävä 3 prosentin korkoa reaalisesti ilmaistuna, ja myös alhaisemmat korot (0–3 % inflaatio pois lukien) olisi otettava huomioon. Tämä vastaa komission tämänhetkistä vaikutustenarviointivälinettä, jossa yhteiskunnalliseksi diskonttokoroksi esitetään 3 prosenttia.

Korkeampi diskonttokorko – tyypillisesti yli 3 prosenttia inflaatio pois lukien ja mahdollisesti eriytettynä asuinrakennuksille ja muille kuin asuinrakennuksille – heijastaa puhtaasti kaupallista lyhyen aikavälin lähestymistapaa investointien arvottamiseen, mitä ei suositella. Alhaisempi korko – tyypillisesti 0–3 prosenttia inflaatio pois lukien – heijastaa tarkemmin hyötyjä, joita energiatehokkuusinvestoinnit tuovat rakennuksen käyttäjille investoinnin koko elinkaaren aikana. ([36]) Siksi on suositeltavaa arvioida energiatehokkuustoimenpiteille ja uusiutuviin energialähteisiin perustuville toimenpiteille keskimääräistä alhaisemmat diskonttokorot herkkyysanalyysien yhteydessä.

Eri jäsenvaltioissa käytetään eri diskonttokorkoa, koska se heijastaa (makrotaloudelliseen laskelmaan liittyvien) poliittisten painopisteiden lisäksi jossakin määrin erilaisia rahoitusolosuhteita ja lainansaantiedellytyksiä.

([34]) Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern (BKI): Statistische Kostenkennwerte für Gebäude.

([35]) SIRADOS Baudaten, 2024, www.sirados.de.

([36]) Buildings Performance Institute Europen (BPIE) vuonna 2024 tekemässä tutkimuksessa todetaan, että alhaisemmat diskonttokorot paitsi korostavat useiden rakennusten perusparannusten hyötyjen merkitystä myös tukevat rakennusten perusparannushankkeita ja edistävät pitkälle meneviä perusparannuksia. BPIE (2024), *From cost savings to societal gains: rethinking the cost-optimal methodology*. Saatavilla osoitteessa https://www.bpie.eu/publication/from-cost-savings-to-societal-gains-rethinking-the-cost-optimal-methodology/.

Diskonttokoron soveltamiseksi on yleensä johdettava diskonttaustekijä, jota voidaan käyttää kokonaiskustannusten laskennassa. Diskonttokorkoon r perustuva vuoden i diskonttaustekijä Rd(i) lasketaan seuraavasti:

$$R_d(p) = \left(\frac{1}{1 + r/100}\right)^p$$

Kaavassa p on vuosien lukumäärä pitoajan alusta ja r on reaalinen diskonttokorko.

Rahoituslaskelman periaatteen seurauksena kokonaiskustannukset ovat suuremmat alhaisempaa diskonttokorkoa sovellettaessa, koska tulevat kustannukset (pääasiassa energiakustannukset) diskontataan alhaisemmalla prosentilla, mikä johtaa kokonaiskustannusten suurempaan nykyarvoon.

6.5 Perusluettelo rakennusten ja rakennusosien alkuperäisten investointikustannusten laskennassa huomioon otettavista kustannustekijöistä

Seuraava luettelo ei välttämättä ole kattava tai ajan tasalla, ja se onkin tarkoitettu pelkästään esimerkiksi huomioon otettavista tekijöistä:

Rakennuksen vaippa	
Rakennuksen vaipan lämmöneristys: — eristystuotteet — lisätuotteet erityksen kiinnittämiseksi rakennuksen vaippaan (kuten mekaaniset kiinnikkeet ja liimat) — suunnittelukustannukset — eristyksen asennuskustannukset (mukaan lukien höyrysulku, sääkalvot, ilmatiiviyden varmistavat toimenpiteet ja kylmäsiltojen vaikutusta vähentävät toimenpiteet) — muiden rakennusmateriaalien energiaan liittyvät kustannukset (tarvittaessa) — muut rakennukseen liittyvät toimenpiteet, jotka vaikuttavat lämpöteknisiin ominaisuuksiin, esimerkiksi ulkoiset varjostuslaitteet, auringonvalon säätöjärjestelmät ja passiiviset järjestelmät, jotka eivät sisälly muihin kohtiin. Teknisiä tuotteita ja järjestelmiä kuvataan esimerkiksi standardeissa, jotka on laadittu teknisissä komiteoissa CEN/TC 88 – Lämmöneristysmateriaalit ja -tuotteet ja CEN/TC 89 – Rakennusten ja rakennusosien lämpötekniset ominaisuudet.	**Ikkunat ja ovet:** — lasitus ja/tai lasituksen parantaminen — karmit — tiivisteet — asennuskustannukset. — Teknisiä järjestelmiä, tuotteita ja rakennusosia kuvataan esimerkiksi standardeissa, jotka on laadittu teknisissä komiteoissa CEN/TC 33 – Ovet, ikkunat, kaihtimet, heloitus ja kevytulkoseinät ja CEN/TC 89 – Rakennusten ja rakennusosien lämpötekniset ominaisuudet.
Rakennuksen järjestelmät	
Sisätilojen lämmitys: — tuotanto- ja varastointilaitteet (kattila, varaajasäiliö ja lämmöntuotannon säätö) — jakelu (kiertovesipumppu, venttiilit ja jakelun säätö) — luovuttimet (radiaattorit, lattia- ja kattolämmitys, puhallinkonvektorit ja luovutuksen säätö) — suunnittelukustannukset — asennuskustannukset.	**Lämmin käyttövesi:** — tuotanto ja varastointi (mukaan lukien aurinkolämpöjärjestelmät, kattila, varaajasäiliö ja lämmöntuotannon säätö) — jakelu (kiertovesipumppu, venttiilit tai sekoitusventtiilit ja jakelun säätö) — luovuttimet (hanaventtiilit, lattialämmitys ja luovutuksen säätö) — suunnittelukustannukset — asennuskustannukset (mukaan lukien järjestelmän ja putkien eristys).

Teknisiä järjestelmiä kuvataan esimerkiksi standardeissa, jotka on laadittu teknisissä komiteoissa CEN/TC 228 – Rakennusten lämmitysjärjestelmät ja CEN/TC 57 – Keskuslämmityskattilat. Vertailuviihtyvyystason osalta olisi otettava huomioon standardi (EN) 16798-1:2019 ”Rakennusten energiatehokkuus. Rakennusten ilmanvaihto. Sisäympäristön lähtötiedot rakennusten energiatehokkuuden suunnitteluun ja arviointiin ottaen huomioon ilman laatu, lämpöolot, valaistus ja äänitekniset ominaisuudet” tai vastaava.	Teknisiä järjestelmiä kuvataan esimerkiksi standardeissa, jotka on laadittu teknisissä komiteoissa CEN/TC 228 – Rakennusten lämmitysjärjestelmät, CEN/TC 57 – Keskuslämmityskattilat ja CEN/TC 48 – Kotitalouksien kaasukäyttöiset vedenlämmittimet.
Ilmanvaihtojärjestelmät: Myös koneellisten ilmanvaihtojärjestelmien investointikustannukset on arvioitava. Painovoimaisen ilmanvaihdon mahdollisuudet sisältyvät vertailurakennuksen määrittelyyn. Investointikustannuksiin olisi sisällytettävä — lämmön tuotanto- ja talteenottolaitteet (lämmönsiirrin, esilämmitin, lämmöntalteenottoyksikkö ja lämmöntuotannon säätö) — jakelu (puhaltimet, kiertopumput, venttiilit, suodattimet ja jakelun säätö) — luovuttimet (kanavat, poistojärjestelmät ja luovutuksen säätö) — suunnittelu — asennus — sisäilman laadun seurantaan ja sääntelyyn tarkoitetut mittaus- ja valvontalaitteet. Teknisiä järjestelmiä kuvataan esimerkiksi standardeissa, jotka on laadittu teknisessä komiteassa CEN/TC 156 – Rakennusten ilmanvaihto. Ilmanvaihdon vertailuviihtyvyystason ja vaatimusten osalta olisi otettava huomioon standardi (EN) 16798-1:2019 tai vastaava.	**Jäähdytys:** Miellyttävän sisälämpötilan varmistamiseksi huomioon on otettava ilmasto-olosuhteista riippuen joko passiiviset tai aktiiviset jäähdytystoimenpiteet tai niiden yhdistelmä (joka vastaa jäljelle jäävästä jäähdytystarpeesta). Tämä luokka kattaa aktiivisten jäähdytysjärjestelmien kustannukset. Passiiviset jäähdytystoimenpiteet on joko katettu vertailurakennuksen valinnassa (esimerkiksi rakennuksen massa) tai sisältyvät luokkaan ”Lämmöneristys” (esimerkiksi katon eristys jäähdytystarpeen vähentämiseksi) tai luokkaan ”Muut rakennukseen liittyvät toimenpiteet, jotka vaikuttavat lämpöteknisiin ominaisuuksiin” (esimerkiksi ulkoinen varjostus). Aktiivisten jäähdytysjärjestelmien kustannuksiin sisältyvät — tuotanto- ja varastointilaitteet (generaattori, lämpöpumppu, varastosäiliö ja lämmöntuotannon säätö) — jakelu (kiertovesipumppu, venttiilit ja jakelun säätö) — luovuttimet (katto/lattia/palkit; puhallinkonvektorit, luovutuksen säätö) — suunnittelu — asennus — automaattisten varjostuslaitteiden mittaus- ja valvontalaitteet. Teknisiä järjestelmiä kuvataan esimerkiksi standardeissa, jotka on laadittu teknisessä komiteassa CEN/TC 113 – Lämpöpumput ja ilmastointilaitteet. Vertailuviihtyvyystason osalta olisi otettava huomioon standardi (EN) 16798.
Valaistus: Myös keinovalaistuksen aktiivisten järjestelmien tai päivänvalon hyödyntämistä lisäävien sovellusten investointikustannukset on arvioitava. Rakennuksen vaipan suunnitteluun ja geometriaan liittyvät toimenpiteet (ikkunoiden koko ja sijoittelu) sisältyvät vertailurakennuksen valintaan. Investointikustannuksiin olisi sisällytettävä — valonlähteiden ja valaisimien tyyppi — säätöjärjestelmät — päivänvalon hyödyntämistä lisäävät sovellukset — asennus.	**Rakennusautomaatio ja säätö:** Investointikustannuksiin olisi sisällytettävä — kiinteistönhallintajärjestelmät, joissa on valvontatoimintoja (järjestelmässä otetaan huomioon erillisten järjestelmien säätö) — tekninen tiedonkeruu ja keskusohjaus — säätö (tuotanto, jakelu, luovutus ja kierto) — toimilaitteet (tuotanto, jakelu ja luovutus) — tiedonsiirto (johdot ja lähettimet) — suunnittelu

Vertailuviihtyvyystason ja vaatimustasojen osalta olisi otettava huomioon standardi (EN) 12464 ”Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Osa 1: Sisätilojen työkohteiden valaistus”. Valaistusjärjestelmien energiatehokkuusvaatimukset kuvataan standardissa 15193.	— asennus ja ohjelmointi — uusiutuvista energialähteistä paikan päällä tapahtuvan energiantuotannon (esimerkiksi aurinkosähkön) ja oman käytön (myös sähköajoneuvojen latauksen) säätöjärjestelmä, varastointi akkuihin ja vienti verkkoon. Teknisiä järjestelmiä kuvataan esimerkiksi standardeissa, jotka on laadittu teknisessä komiteassa CEN/TC 247 – Rakennusten mekaanisten järjestelmien säätö.
Liitäntä energiahuoltojärjestelmiin (verkko tai varasto): Investointikustannuksiin olisi sisällytettävä — alkuperäinen liitäntä energiaverkkoon (esimerkiksi kaukolämpö tai aurinkosähköjärjestelmä) — polttoaineiden varastosäiliöt — tarvittavat asennukset — lämmön ja sähkön varastointi.	**Uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käyttöön perustuvat hajautetut energiahuoltojärjestelmät:** Investointikustannuksiin olisi sisällytettävä — tuotanto — jakelu — varastointi — latausinfrastruktuuri (esimerkiksi sähköajoneuvoja varten) — ohjauslaitteet — asennus.

6.6 **Jaksoittaisten jälleenhankintakustannusten laskenta**

Alkuperäisten investointikustannusten ja kokonaiskäyttökustannusten lisäksi keskeinen kustannustekijä ovat jaksoittaiset jälleenhankintakustannukset. Pienemmät korjaukset ja kulutustavarat sisältyvät yleensä ylläpito- ja korjauskustannuksiin. Jaksoittaiset jälleenhankintakustannukset puolestaan liittyvät kokonaisen rakennusosan korvaamiseen sen vanhentumisen vuoksi, ja tästä syystä niitä käsitellään erillisenä kustannuslajina.

Jaksoittaisen jälleenhankinnan ajankohta riippuu rakennusosan elinkaaresta. Elinkaaren lopussa tapahtuva jälleenhankinta on otettava huomioon kokonaiskustannuslaskelmassa.

Esimerkki: Jos lämmöntalteenottoyksikön arvioitu taloudellinen elinkaari on 15 vuotta ja laskentajakso on 30 vuotta, lämmöntalteenottoyksikön kustannukset on sisällytettävä kokonaiskustannuslaskelmaan kahdesti: kerran alkuperäisenä investointikustannuksena laskentajakson alussa ja toisen kerran jälleenhankintakustannuksena 15 vuoden päästä.

Jäsenvaltioiden on määriteltävä rakennusosien ja koko rakennuksen arvioitu taloudellinen elinkaari, mutta ne voivat käyttää tässä apuna (rakennusten energiajärjestelmiä koskevassa) standardissa (EN) 15459-1:2017 ja muissa standardeissa annettuja ohjeita. Laskelmissa käytettävien rakennusosien elinkaarien olisi joka tapauksessa oltava uskottavia. Jälleenhankintakustannukset ovat yleensä suunnilleen samat kuin alkuperäiset investointikustannukset (reaalihintoina). Jos kuitenkin hinnoissa voidaan odottaa tapahtuvan merkittäviä muutoksia (esimerkiksi mittakaavaetujen johdosta) seuraavien 10–15 vuoden kuluessa, delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 sallitaan jälleenhankintakustannusten mukauttaminen (ja myös kannustetaan tähän), jotta voidaan ottaa huomioon teknologian kypsymisen myötä odotettavissa oleva hintakehitys.

6.7 **Laskentajakso ja arvioitu elinkaari**

Laskentajakson käyttö osana nettonykyarvoon perustuvaa lähestymistapaa ei estä jäsenvaltioita määrittelemästä vapaasti rakennusten ja rakennusosien arvioituja taloudellisia elinkaaria. Arvioitu elinkaari voi olla joko pidempi tai lyhyempi kuin laskentajakso.

Jos olemassa olevien rakennusten vertailurakennusluokka määriteltäisiin siten, että vertailurakennuksen jäljellä oleva elinkaari olisi lyhyempi kuin laskentajakso, suurimmasta jäljellä olevasta elinajasta tulisi tässä tapauksessa laskentajakso.

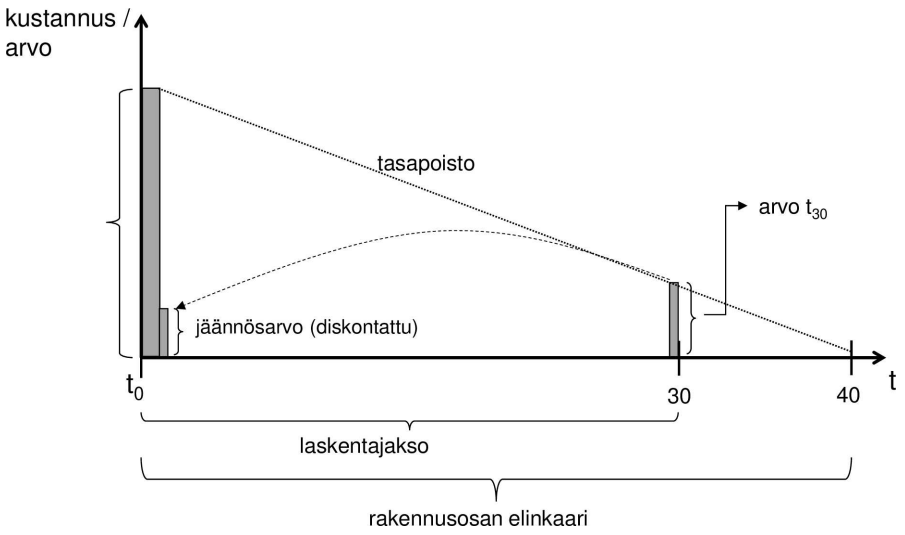
Itse asiassa rakennusosien teknisellä elinajalla on vain vähäinen vaikutus laskentajaksoon. Laskentajakson kannalta merkitsevä tekijä on pikemminkin rakennuksen ns. perusparannusjakso eli aika, jonka jälkeen rakennukselle tehdään laajamittainen korjaus. Tähän sisältyvät sekä koko rakennuksen parantaminen että sen mukauttaminen käyttäjien

muuttuneisiin vaatimuksiin (verrattuna pelkkään osien korvaamiseen). Laajamittaisen korjauksen syyt ovat yleensä moninaisia, ja rakennuksen keskeisten osien (kuten julkisivun) ikääntyminen on vain yksi niistä. Perusparannusjaksot vaihtelevat suuresti eri jäsenvaltioissa ja rakennustyypeissä (mistä syystä delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 on vahvistettu erilaiset vähimmäislaskentajaksot toisaalta asuinrakennuksille ja julkisille rakennuksille ja toisaalta muille kuin asuinrakennuksille ja liikerakennuksille), mutta ne eivät ole juuri koskaan lyhyempiä kuin 20 vuotta.

Kaaviossa 2 kuvataan tilannetta sellaisen rakennusosan tapauksessa, jonka elinkaari on laskentajaksoa pidempi (esimerkiksi rakennuksen julkisivu tai kantava rakenne). Kun oletettu elinkaari on 40 vuotta ja käytetään tasapoistoa, jäännösarvo 30 vuoden jälkeen (laskentajakson lopussa) on 25 prosenttia alkuperäisistä investointikustannuksista. Tämä arvo on diskontattava laskentajakson alkuun.

Kaavio 2

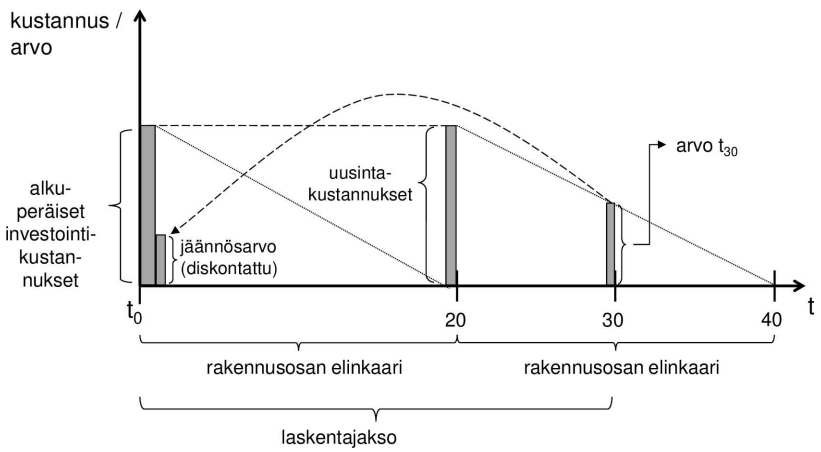
Jäännösarvon laskenta, kun rakennusosan elinkaari on laskentajaksoa pidempi



Kaaviossa 3 kuvataan jäännösarvon laskentaa tapauksessa, jossa rakennusosan elinkaari on laskentajaksoa lyhyempi (esimerkiksi lämmityskattila). Kun oletettu elinkaari on 20 vuotta, osa on vaihdettava tuon ajanjakson jälkeen. Osan uusimisen jälkeen alkaa uusi poistoaika. Tässä tapauksessa osan jäännösarvo on 30 vuoden jälkeen (laskentajakson lopussa) 50 prosenttia jälleenhankintakustannuksista. Tämä arvo on jälleen diskontattava laskentajakson alkuun.

Kaavio 3

Jäännösarvon laskenta, kun rakennusosan elinkaari on laskentajaksoa lyhyempi



6.8 **Pitoajan alku**

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 mukaan jäsenvaltioiden on käytettävä laskelmissa pitoajan alkuna vuotta, jona laskelma tehdään. Tämän tarkoituksena on pääasiassa varmistaa, että eri toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten kustannusoptimaalisuuslaskennassa käytetään nykyisiä hinta- ja kustannustasoja (siinä määrin kuin tietoja on saatavilla). On kuitenkin mahdollista, että jäsenvaltiot käyttävät laskennan perustana laskennan toteuttamisvuotta (esimerkiksi vuotta 2027 ensimmäisessä laskelmassa) mutta energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten vertailuarvoina vaatimuksia, jotka on jo vahvistettu ja jotka tulevat voimaan lähitulevaisuudessa (esimerkiksi vaatimuksia, joita aletaan soveltaa vuonna 2028).

6.9 **Jäännösarvon laskenta**

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 mukaan jäännösarvo sisällytetään kokonaiskustannusten laskentaan. Rakennuksen jäännösarvo laskentajakson lopussa on kaikkien rakennusosien jäännösarvojen summa. Rakennusosan jäännösarvo riippuu alkuperäisistä investointikustannuksista, poistoajasta (joka määräytyy kyseisen rakennusosan elinkaaren mukaan) ja tarvittaessa rakennusosan fyysisestä poistamisesta aiheutuvista kustannuksista.

6.10 **Kustannusten kehitys**

Delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 ei energiakustannusten ja jälleenhankintakustannusten lisäksi oteta huomioon muiden kustannusten reaalisia kasvuja tai nousuja. Se tarkoittaa, että muissa kustannuslajeissa (eli kiinteistöhoidon kustannuksissa ja ylläpito- ja korjauskustannuksissa) hintakehityksen oletetaan noudattavan yleistä inflaatiotasoa.

Kokemus on osoittanut, että uuden teknologian yleistyessä markkinoilla sen hinta voi laskea nopeasti. Koska suurin osa investoinneista tehdään ainoastaan vuonna 1, teknologian hintojen tulevalla laskulla ei ole suurta vaikutusta kustannuslaskelmiin. On kuitenkin erittäin tärkeää, että hintojen lasku otetaan huomioon, kun syöttötietoja tarkastellaan uudelleen ja päivitetään seuraavia laskelmia varten. Jäsenvaltiot voivat myös sisällyttää laskelmiinsa innovointi- tai mukautustekijän, jolla varmistetaan, että hintojen dynaaminen kehitys otetaan huomioon. Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä II komissio viittaa oletettuihin teknologiakustannuksiin, jotka on laadittu osana EU:n viiteskenaariota, joka on yksi komission keskeisistä analyysivälineistä energian, liikenteen ja ilmastotoimien aloilla. Tavoitteena on tarjota hyödyllistä tietoa, jota jäsenvaltiot voivat vapaasti käyttää arviointeihinsa.

Energia- ja hiilidioksidikustannusten kehityksen osalta delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä II esitetään tietoja, joita jäsenvaltiot voivat käyttää laskelmissaan – joskin ne voivat käyttää myös muita virallisia ennusteita. Jäsenvaltioiden on tämän ja muiden tietolähteiden perusteella laadittava omat hintakehitysskenaarionsa. Energiakustannusten kehitysennusteet on laadittava kaikista energiamuodoista, joita jäsenvaltiossa käytetään merkittäviä määriä. Näihin voivat sisältyä esimerkiksi bioenergia, kaukolämmitys ja -jäähdytys sekä sähkö.

Eri polttoainelähteiden skenaarioiden on korreloitava keskenään uskottavasti. Myös jäsenvaltion sähkön hintakehityksen olisi korreloitava uskottavasti yleisten kehityssuuntien kanssa eli sähköntuotannossa kansallisella tasolla käytettyjen pääasiallisten polttoaineiden kehityssuuntien kanssa. Tarvittaessa voidaan ottaa huomioon myös huippukuormitustariffien tai ajasta riippuvien tariffien hintakehitys. Sen merkitys kasvaa yhä enemmän hiilestä irtautuneella energia-alalla, jolla myös uusiutuvien energialähteiden osuus kasvaa.

6.11 **Jälleenhankintakustannusten laskenta**

Jälleenhankintakustannusten osalta alkuperäisiä investointikustannuksia (joiden pohjalta jälleenhankintakustannukset määritetään) voidaan mukauttaa valikoiduissa rakennusosissa, jos teknologian odotetaan kehittyvän merkittävästi tulevina vuosina.

6.12 **Energiakustannusten laskenta**

Energiakustannusten olisi vastattava sekä tarvittavan kapasiteetin että tarvittavan energian kustannuksia. Lisäksi, jos mahdollista, energiakustannusten olisi perustuttava loppukäyttäjän maksamien peruskuormitustariffien (muuttuva kustannus) ja huippukuormitustariffien (tavallisesti kiinteä kustannus) painotettuun keskiarvoon. Tämän olisi sisällettävä kaikki kustannukset, verot ja toimittajan katteet. Huomioon on otettava kaikki direktiivin (EU) 2024/1275 2 artiklan 56 kohdan ja liitteen I soveltamisalaan kuuluvat energian käyttötarkoitukset.

6.13 **Verojen, tukien ja syöttötariffien huomioon ottaminen laskelmissa**

Kustannusoptimaalisen tason laskennassa rahoitustasolla on huomioitava kaikki sovellettavat verot (alv ja muut), tukijärjestelmät ja kannustimet. Näitä ei oteta huomioon makrotaloudellisessa laskelmassa. Tämä koskee erityisesti – muttei yksinomaan – seuraavia:

— energiamuotojen energia- ja/tai hiilidioksidivero

— investointituet energiatehokkaiden teknologioiden ja uusiutuvien energialähteiden käytölle (tai niiden käytöstä riippuvat tuet)

— uusiutuvista lähteistä tuotetun energian säännellyt vähimmäissyöttötariffit.

Vaikka delegoidussa asetuksessa (EU) 2025/2273 edellytetään, että jäsenvaltiot ottavat rahoitustason kustannuslaskelmassaan huomioon asiakkaan maksamat verot, siinä annetaan jäsenvaltioille mahdollisuus jättää huomioimatta tuet ja kannustimet, koska nämä saattavat muuttua nopeasti. Tästä syystä sovellettavia kannustimia ja tukia ei voida ottaa huomioon koko siltä kaudelta, jonka osalta kustannusoptimaalisuuslaskelman on tarkoitus olla kansallinen vertailutaso. Vertailutasoja ei myöskään voida tarkistaa aina, kun tuet tai kannustimet muuttuvat. Jotta nykyisin voimassa olevaa tukijärjestelmää ei tarvitsisi jatkaa loputtomiin, jäsenvaltion voi olla hyödyllistä laskea todelliset yksityiset kustannukset ilman tukia. Näin voidaan määrittää ero ja siten ohjata tulevaa tukipolitiikkaa erityisesti tiettyjen ryhmien osalta, joiden rahoitusvajeita voitaisiin havaita laskelmien avulla. Tällaisia ryhmiä ovat muun muassa heikossa asemassa olevat kotitaloudet, energiaköyhyydestä kärsivät henkilöt ja sosiaaliperusteisissa asunnoissa asuvat henkilöt. On suositeltavaa, että jäsenvaltiot yhdistävät taloudelliset kannustimet ja verokannustimet saman vertailurakennuksen kustannusoptimaalisuuslaskelman tuloksen noudattamiseksi.

Jos jäsenvaltiot jättävät tuet huomioimatta rahoitustason laskelmassa, niiden olisi varmistettava, että huomioimatta jätetään tuotteisiin ja teknologiaan liittyvien tukien ja tukijärjestelmien lisäksi mahdollisesti käytössä olevat energian hintatuet.

Valtion puuttuminen hintoihin hätätilanteissa voi vääristää energian hintoja, mikä vähentää energiansäästön hyötyjä keinotekoisesti. Jäsenvaltioiden olisi varmistettava, että nykyisiä energian hintoja oikaistaan, jotta voidaan ottaa huomioon paitsi energian lyhyen aikavälin hintaennusteet (esimerkiksi energian hintamekanismien vaikutuksen huomioon ottamiseksi) myös uusiutuvan energian toimittamisesta aiheutuvat pitkän aikavälin kustannukset, kuten verkon laajennukset, energian varastointi, reservikapasiteetti ja muut investoinnit, joita järjestelmätason energiasiirtymä edellyttää. Tämä on erityisen tärkeää, koska energiatehokkuushyötyjen odotettu kesto on todennäköisesti energian hintasuojatoimenpiteiden ennakoitua kestoa pidempi.

6.14 **Energiantuotannosta saatavien tuottojen huomioon ottaminen**

Jos tuotetusta energiasta saadaan tuottoja, ne on vähennettävä vuotuisista kustannuksista. Tuotetusta energiasta saatavien tuottojen huomioon ottaminen merkitsisi luonnollisesti myös kaikkien muiden verojen, maksujen ja (soveltuvin osin) tukien huomioon ottamista, jotta saataisiin täydellinen kuva rahoituksellisesta näkökulmasta.

Jos uusiutuvan energian tuotanto paikan päällä on merkityksellistä, on suositeltavaa ottaa huomioon kaikki investointikustannukset ja kaikki ylijäämäsähkön verkkoon syöttämisestä saatavat tulot. Näin kustannukset ja hyödyt ovat oikeassa tasapainossa. Sähkön myynnistä verkkoon saatavat tulot olisi otettava huomioon vain, jos sähköä tosiasiallisesti toimitetaan ja vain niin kauan kuin tuloja odotetaan saatavan. Esimerkiksi kesäaikaisten tuotantohuippujen aikana, joiden merkitys kasvaa tulevaisuudessa, aurinkosähköjärjestelmät eivät ehkä saa syöttää kaikkea tuottamaansa sähköä verkkoon, joten tässä yhteydessä olisi otettava huomioon vain tosiasiallinen syöttö. Tämän mahdollisen ongelman huomioon ottamiseksi muualle vietävän energian osalta voidaan myös harkita enimmäismäärien asettamista. Tässä yhteydessä olisi arvioitava myös kokonaisuuksia, joissa paikan päällä tapahtuvaa uusiutuvan energian tuotantoa yhdistetään energiakysyntää vähentäviin toimenpiteisiin ja sähköistämisratkaisuihin sekä esimerkiksi varastointiin ja kysyntäpuolen joustavuuteen. Lisäksi laskennassa tulee ottaa huolellisesti huomioon syötetyn sähkön ja rakennukseen toimitetun sähkön hintaero.

Jos jäsenvaltio ottaa laskelmassa huomioon paikan päällä uusiutuvista lähteistä tuotetusta energiasta saatavat tuotot, sen olisi tarvittaessa pyrittävä ottamaan huomioon kaikki sovellettavat tuet ja tukijärjestelmät (sekä sähkön että lämmön tuotannolle ja myös uusiutuvalle energialle ja energiatehokkuudelle). Jos laskelmassa otettaisiin huomioon esimerkiksi vain tuotetun sähkön syöttötariffi, muut tuet ja tukijärjestelmät ja niistä hyötyvät teknologiat joutuisivat epäsuotuisampaan asemaan. Erityisesti olisi pyrittävä välttämään sähköntuotannon suosimista lämmityksen ja jäähdytyksen kysynnän vähentämisen kustannuksella.

6.15 **Jätehuoltokustannusten laskeminen**

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 mukaan jätehuoltokustannukset sisällytetään tarvittaessa kokonaiskustannusten laskentaan. Jäsenvaltiot voivat ottaa jätehuoltokustannukset huomioon, jos ne pitävät niitä merkityksellisinä ja pystyvät esittämään uskottavat arviot niiden määrästä. Jätehuoltokustannukset on diskontattava laskentajakson loppuun. Periaatteessa on olemassa kaksi tapausta, joissa jätehuoltokustannukset voidaan ottaa huomioon kokonaiskustannuslaskelmassa:

Ensinnäkin – ja useimmiten – ne voidaan ottaa huomioon rakennuksen käyttöiän päättyessä. Tällöin kustannuksia aiheuttavat purkaminen, uudelleenkäyttö, kierrätys ja materiaalien hävittäminen sekä rakennuksen käytöstä poistaminen (ks. standardi ISO 15686, jossa esitetään käyttöiän päättyessä aiheutuvien kustannuserien tarkemmat määritelmät). Käyttöiän päättyessä aiheutuvien kustannusten vaikutus riippuu kahdesta tekijästä: absoluuttisista kustannuksista ja – mikä vielä tärkeämpää – ajankohdasta, jolloin niiden oletetaan aiheutuvan. Tässä yhteydessä on tärkeää huomata, että käyttöiän päättyessä aiheutuvat kustannukset eivät aiheudu laskentajakson lopussa vaan rakennuksen käyttöiän lopussa. Siksi tarvitaan arvio koko rakennuksen (ei yksittäisten rakennusosien) käyttöiästä. Tämä voi riippua rakenteen tyypistä (esimerkiksi elementtirakenne vai massiivirakenne) ja käyttötavasta (esimerkiksi vähittäiskaupan kiinteistöillä on yleensä lyhyempi käyttöikä kuin asuinrakennuksilla). Jäsenvaltiot voivat valita rakennusten käyttöiät itse, mutta käytettyjen käyttöikien on oltava uskottavassa suhteessa eri rakennusluokkia vertailtaessa.

Toiseksi jätehuoltokustannukset voidaan ottaa huomioon jälleenhankintakustannusten yhteydessä, sillä vanhan rakennusosan purkaminen aiheuttaa kustannuksia. Näitä kustannuksia ei yleensä oteta huomioon, jos jälleenhankintakustannukset vahvistetaan samalle tasolle kuin alkuperäiset investointikustannukset (ei reaalista kustannusten kasvua eikä laskua). Siksi kokonaiskustannuslaskelmaan voidaan sisällyttää joitakin jälleenhankintatoimiin liittyviä ylimääräisiä kustannuksia.

Jätehuoltokustannusten huomioon ottamiseen liittyvä merkittävä haaste on luotettavien, markkinapohjaisten kustannustietojen hankkiminen. Yleensä nämä kustannukset otetaan rakennusalalla huomioon ainoastaan rakennuksen tilavuuteen perustuvana likiarvona, joka on eriytetty (joissakin tapauksissa) rakenteen tyypin mukaan.

HUOM. Jos rakennuksen oletettu käyttöikä on yli 50 tai 60 vuotta, jätehuoltokustannuksilla on diskonttauksen vuoksi vain marginaalinen vaikutus lopullisiin tuloksiin.

6.16 **Moninaiset hyödyt**

Näiden ohjeiden 6.1.1 kohdassa kuvattujen terveyteen ja ympäristöön liittyvien ulkoisvaikutusten sekä suorien energia- ja kustannussäästöjen lisäksi rakennusten energiatehokkuuden parannuksilla on useita muita myönteisiä vaikutuksia, jotka tunnetaan myös moninaisina hyötyinä (esimerkiksi sisäilmaston paraneminen, energiajärjestelmien parantaminen ja kiinteistöjen arvonnousu). Hyötyjen tunnistaminen ja sisällyttäminen kustannusoptimaalisuutta koskeviin menetelmiin voivat parantaa energiatehokkuustoimenpiteiden taloudellista kannattavuutta. ([37]) On kuitenkin tärkeää korostaa, että jäsenvaltioiden ei tarvitse ottaa näitä moninaisia hyötyjä huomioon kustannusoptimaalisuuslaskelmissaan, mutta voivat vapaasti tehdä niin, jos saatavilla on riittävästi tietoja ja resursseja.

Asianmukaisesti kvantifioidut moninaiset hyödyt voivat vaikuttaa sekä mikro- että makrotaloudellisen tason laskelmiin.

([37]) BPIE:n vuonna 2024 tekemässä tutkimuksessa käsitellään joitakin näistä moninaisista hyödyistä (parempi energiaturvallisuus, tuottavuushyödyt, energiaköyhyyden vähentäminen ja hyödyt verkolle) sekä esitetään mahdollisia tapoja niiden kvantifioimiseksi ja rahallisen arvon määrittämiseksi. BPIE (2024), *From cost savings to societal gains: rethinking the cost-optimal methodology*. Saatavilla osoitteessa https://www.bpie.eu/publication/from-cost-savings-to-societal-gains-rethinking-the-cost-optimal-methodology/.

6.16.1 *Yksinkertaistettu menetelmä energiatehokkuustoimenpiteiden joidenkin terveys- ja talousvaikutusten rahallisen arvon määrittämiseksi*

Tässä osiossa esitetään yksinkertaistettu menetelmä energiatehokkuustoimenpiteiden **yksilöiden terveyteen ja kansanterveyteen kohdistuvien vaikutusten** sekä **taloudellisten vaikutusten** – toisin sanoen bruttokansantuotteeseen kohdistuvien vaikutusten – laskemiseksi. ([38]) Jäsenvaltiot voivat ottaa sen huomioon kustannusoptimaalisuuslaskelmissaan. Jäsenvaltioille tarjotaan myös oletustietoja sen varalta, että maakohtaisia tietoja ei ole saatavilla.

Tässä yksinkertaistetussa menetelmässä mikro- tai yksityisvaikutuksilla tarkoitetaan rakennuksen tosiasialliseen käyttöön ja arvoon liittyviä vaikutuksia. Ne otetaan huomioon yksilön terveydessä (jolla tarkoitetaan kuolleisuutta, sairastavuutta ja hyvinvointia). Makro- tai yhteiskunnalliset vaikutukset puolestaan liittyvät koko yhteiskuntaan. Ne otetaan huomioon kansanterveyden luokassa. Taloudellista vaikutusta BKT:hen tarkastellaan vain makrotalouden tasolla. Esimerkkinä tästä luokasta ovat toimet, jotka lisäävät taloudellista toimintaa: tuotanto- ja rakennustoiminnan myönteiset vaikutukset, jotka liittyvät tietyn tuotteen tai järjestelmän valmistukseen tai asentamiseen, sekä sairauslomapäivien vähenemisen tuottama yhteiskunnallinen lisäarvo, joka on makrotasolla erotettava kansanterveyskustannuksista (esimerkiksi terveydenhuollon hoitokustannuksista).

Menetelmä perustuu tieteelliseen tutkimustietoon. Sen soveltuvuus yksittäisiin rakennuksiin on kuitenkin rajallinen. Kuten erilaisia oletustietoja lattia-alaa kohti (m^2) tarjoavasta menetelmästä käy ilmi, sitä voidaan soveltaa vain tyypillisiin vertailurakennuksiin, joilla on keskimääräinen lattiapinta-ala. Ulkoisvaikutusten yliarvioinnin välttämiseksi jäsenvaltiot voisivat ottaa suurten asuinrakennusten (joilla on tyypillistä vertailurakennusta huomattavasti suurempi lattiapinta-ala) osalta käyttöön tyypillisiin rakenteellisiin muuttujiin perustuvan ylärajan. Erityisesti muissa kuin asuinrakennuksissa, kuten toimistoissa, on otettava huomioon osa-aikainen käyttö ja tyhjilläänolo yöaikaan ja viikonloppuisin, koska rakennuksessa ei ole kyseisenä aikana käyttäjiä.

Maakohtaiset ja yksittäiset tiedot voivat poiketa merkittävästi oletustiedoista, koska tietojen saatavuuden rajallisuuden vuoksi ne on määritelty kaikkien jäsenvaltioiden ja rakennustyyppien keskimääräisiksi oletusarvoiksi EU:n tasolla.

Jäsenvaltiot voivat vapaasti käyttää omia menetelmiään terveysvaikutusten rahallisen arvon määrittämiseen edellyttäen, että kaikki arvioinnissa käytetyt oletukset ja lähteet ilmoitetaan selvästi. Jäsenvaltiot voivat myös lisätä menetelmään vaikutuksia, joita ne eivät ole ennen käyttäneet laskelmissaan. Tämän tueksi 6.16.3 kohdassa on esitetty yksityiskohtainen luettelo oletusarvojen perustana käytetyistä kirjallisista lähteistä ja lähdeviitteistä.

Seuraavassa taulukossa esitetään terveys- ja talousvaikutusten **rahallisen arvon määrittämistä koskevat oletustiedot**. ([39]) Taulukossa tehdään ero yksityisen ja julkisen sektorin välillä ja annetaan ala- ja ylärajan datapisteet euroina neliömetriä kohti vuodessa. Arvot on johdettu hiljattain julkaistuista tutkimuksista ja kirjallisuudesta, jotta voidaan osoittaa käytettävissä olevien kvantifiointien ja rahallisen arvon määrittämisen kaistanleveys ja herkkyys (esimerkiksi hyvinvoinnin osalta kaistanleveys on 0,5–2,7 €/m^2 vuodessa, mikä on huomattavasti suurempi kuin kansanterveyden kaistanleveys, joka on 1,0–1,8 €/m^2 vuodessa). Menetelmässä käytetään vaikutuksen ylärajaa, josta sitten vähennetään lisäoletuksia ja -tekijöitä laskentaprosessin aikana (ks. myös jäljempänä 6.16.2 kohdassa esitetyt esimerkit).

Taulukko 1

Terveys- ja talousvaikutusten oletustiedot

	Ulottuvuus	Laskentanäkökulma	Alaraja	Yläraja
$\mathbf{C_{a,\ HL}}$ (*)	Kansanterveyskustannukset	Makrotaloudellinen	1,0 €/m^2/vuosi	**1,8 €/m^2/vuosi**

([38]) Menetelmässä puhutaan tässä tapauksessa hyötyjen sijaan ”vaikutuksista”: se tarkoittaa, että terveys- ja talousvaikutukset lisätään aina kokonaiskustannuslaskelmaan sen sijaan, että ne vähennettäisiin ”hyötyinä”. Koska viimeksi mainittu lähestymistapa edellyttää vertailukohdan määrittelyä (joka on hyödyllinen korkeintaan perusparannusten osalta mutta ei uusissa rakennuksissa), ehdotukseen on sisällytettävä vaikutukset nollaviitearvoon verrattuna.

([39]) Taulukon 1 ylä- ja alarajojen arvojen lähteet ovat seuraavat: Euroopan komissio (2016), *The Macroeconomic and Other Benefits of Energy Efficiency*, saatavilla osoitteessa The Macroeconomic and Other Benefits of Energy Efficiency – Euroopan komissio; Copenhagen Economics (2012), *Multiple benefits of investing in energy efficient renovation of buildings*, Multiple benefits of investing in energy efficient renovation of buildings – Impact on Public Finances; Mzavanadze, N. (2018), Loppuraportti: *Quantifying energy poverty-related health impacts of energy efficiency*, D5.4 (final report), COMBI.

	Ulottuvuus	Laskentanäkökulma	Alaraja	Yläraja
	Yksilön terveys (hyvinvointi)	Mikrotaloudellinen/ rahoituksellinen	0,5 €/m²/vuosi	**2,7 €/m²/vuosi**
	Yksilön terveys (kuolleisuus, sairastavuus)	Mikrotaloudellinen/ rahoituksellinen	2,6 €/m²/vuosi	**5,6 €/m²/vuosi**
$\mathbf{C_{a,\ EC}}$ (*)	Talous (BKT)	Makrotaloudellinen	0,2 €/m²/vuosi	**0,4 €/m²/vuosi**

(*) Lisätään delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 4 jakson 3 ja 4 kohtaan sisältyviin kokonaiskustannusyhtälöihin.

Taulukossa 1 esitetään kunkin ulottuvuuden yleiset vaihteluvälit, mutta seuraavassa vaiheessa näihin ulottuvuuksiin suhteutetaan yksittäisten toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten vaikutus. Tämä tehdään käyttämällä taulukossa 2 esitettyjä **vaikutusten kvantifiointia** koskevia indikaatioita. Jotta kaikkien asiaankuuluvien toimenpiteiden (rivien) vaikutukset eri vaikutusluokkiin (sarakkeisiin) voidaan kvantifioida, toimenpiteet on koottu viiteen klusteriin. Klusterit ryhmittelevät toimenpiteet, jotka vaikuttavat

— rakennuksen vaipan energiatehokkuuteen

— rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuuteen

— ilmanvaihtojärjestelmän asentamiseen tai parantamiseen

— uusiutuvan energian käyttöönottoon lämmityksessä ja jäähdytyksessä

— valaistukseen.

Yleinen huomautus: Kaikki alla olevat prosenttiosuudet perustuvat laajan kirjallisuuskatsauksen tuloksiin. Prosenttiosuuksien sovellettavuudesta annetaan esimerkkejä, mutta kussakin yhteydessä on tehtävä erillisiä oletuksia. Jäsenvaltioilla on joustovaraa niiden toimenpiteiden valinnassa, joita ne pitävät merkityksellisinä terveysvaikutusten laskennassa tämän asiakirjan indikaatiosta alkaen.

Rakennuksen vaipan energiatehokkuuden klusteri käsittää kaikki toimenpiteet, jotka parantavat eristyksen laatua ja vähentävät lämmönjohtokykyä ja -läpäisevyyttä rakennuksen vaipan läpinäkymättömissä osissa, kuten julkisivussa, katossa, ylimmän kerroksen sisäkatossa tai kellarin katossa. Lisäksi tässä yhteydessä tarkastellaan läpinäkyvien rakennusosien (ikkunoiden ja kattoikkunoiden) laatua. Taulukon 2 enimmäisarvot (suuri vähennyspotentiaali) (kuten 30 %:n vaikutus kansanterveyteen tai 60 %:n vaikutus talouteen) vastaavat uutta rakennusta tai perusparannusta päästöttömän rakennuksen tasolle tulevaisuuden vaatimukset täyttävänä standardina. Kun kyse on vaiheittaisesta perusparannuksesta tai vain yksittäisten komponenttien vaihdosta, olisi harkittava pienempiä kertoimia, jotka vastaavat esimerkiksi korvattujen komponenttien prosenttiosuutta koko vaipasta. Muun muassa läntisen Euroopan maissa uusien rakennusten tyypilliset U-arvot ovat 0,12–0,15 W/(m²K) läpinäkymättömien rakennusosien, kuten julkisivujen tai kattojen, osalta ja alle 1,0 W/(m²K) ikkunoiden osalta. Perusparannuksissa arvot ovat yleensä hieman korkeampia. Ne vaihtelevat jäsenvaltioittain, joten tässä ei esitetä tarkkoja arvoja.

Rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuuden klusterissa esitetään yhteenveto kaikista soveltuvista toimenpiteistä, joilla parannetaan lämmitykseen, jäähdytykseen, käyttöveden lämmitykseen tai lisäenergian tuottamiseen käytettävien rakennuksen teknisten järjestelmien (esimerkiksi puhaltimien ja pumppujen) tehokkuutta. Esimerkkeinä voidaan mainita uusien lämmitysjärjestelmien tai jakelupumppujen asentaminen tai vanhan, tehottoman kattilan korvaaminen uudella, tehokkaammalla kattilalla. Vaikka järjestelmän energiatehokkuudella on hyvin vähäinen vaikutus kansanterveyteen tai kuolleisuuteen ja sairastavuuteen (pääasiassa se parantaa ulkoilman laatua), vaikutus yksilön hyvinvointiin on suurempi. Tehokkaammat, luotettavammat ja vakaammat lämmitysjärjestelmät voivat parantaa asukkaiden hyvinvointia merkittävästi. Näin ollen kaistanleveys nousee jopa 30 prosenttiin vaikutuksesta, mikä vastaa esimerkiksi hyvin vanhan, erillisen öljy-, kaasu- tai hiilikattilan, jolla ei voida taata tasaista sisälämpötilaa, korvaamista nykyaikaisella lämpöpumppujärjestelmällä, mihin sisältyy asianmukaisten matalan lämpötilan lämmönjakelu- ja ohjausjärjestelmien asentaminen.

Ilmanvaihtojärjestelmän klusteri sisältää kaikki toimenpiteet, jotka ensisijaisesti parantavat rakennuksen tai rakennusyksikön ilmanvaihtokerrointa homeen ja kosteuden torjumiseksi sekä sisäympäristön laadun parantamiseksi. Tehokkaampien ilmanvaihtopuhaltimien tai lämmöntalteenottojärjestelmän käyttöönoton aiheuttamat tehokkuuden parannukset olisi otettava huomioon rakennuksen teknisen järjestelmän energiatehokkuuden kokonaisuudessa. Sisäilman laadulla on tutkimuskirjallisuuden mukaan keskisuuri tai vähäinen vaikutus hyvinvointiin, mutta keskisuuri vaikutus kansanterveyskustannuksiin. Suurimmat vaikutukset ovat kuitenkin sairastavuuteen ja kuolleisuuteen (yksilön terveys) liittyviä sekä taloudellisia vaikutuksia. Useat tutkimukset osoittavat, että monia hengityselinsairauksia voitaisiin ehkäistä torjumalla hometta ja kosteutta rakennuksissa. Lisäksi ilmanvaihtojärjestelmillä on huolehdittava riittävästä puhtaan ilman määrästä (epäpuhtauksien suodatus), koska ilmatiivis vaippa pienentää ilman luonnollista vaihtumisnopeutta. Ilmanvaihtojärjestelmien asentamisella uusiin tai perusparannettuihin rakennuksiin on suurin vaikutus, jos sillä saavutetaan riittävä ilmanvaihtokerroin (ilmanvaihtoaste). Asuinrakennuksissa ilmanvaihtokerroin on yleensä 0,2–1,0 tunnissa (1/h) huoneesta ja käyttöprofiilista riippuen. Joissakin huoneissa (kuten kylpyhuoneessa ja keittiössä) voi olla muita huoneita korkeampi ilmanvaihdon tavoiteaste, mutta niissä myös vietetään vähemmän aikaa. Muiden kuin asuinrakennusten ilmanvaihtoaste voi olla huomattavasti korkeampi (esimerkiksi laboratorioissa, sairaaloissa tai verstaissa jopa 20 1/h).

Kaikki toimenpiteet, joilla lisätään uusiutuvan energian osuutta rakennusten teknisissä järjestelmissä (energiatehokkuuteen liittyvien palvelujen osalta), olisi otettava huomioon **uusiutuvaa energiaa käyttävien lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien** klusterissa. Tyypillinen esimerkki on lämpöpumpun asentaminen. Suurin vaikutus saavutetaan, kun hyvin vanha, erillinen öljy-, kaasu- tai hiilikattila, jolla ei voida taata tasaista sisälämpötilaa, korvataan nykyaikaisella lämpöpumppujärjestelmällä, mihin sisältyy asianmukaisten matalan lämpötilan lämmönjakelujärjestelmien asentaminen. Rakennuksen ja käyttöveden lämmitys uusiutuvalla energialla vähentää rakennuksen ulkoilmapäästöjä, minkä vuoksi sillä on pieni vaikutus kansanterveyteen, yksilön terveyteen (kuolleisuus, sairastavuus) ja talouteen. Uusiutuvien energialähteiden käytöllä voidaan kuitenkin parantaa yksilön hyvinvointia merkittävämmässä määrin, sillä asukkaiden elinolot paranevat perusparannusta edeltävään tilanteeseen verrattuna, jossa vanhat laitteet eivät pystyneet takaamaan tasaista sisälämpötilaa. Tässä yhteydessä olisi tarkasteltava mahdollisia päällekkäisyyksiä rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuutta koskevan klusterin kanssa: hyvinvointi liittyy tässä yhteydessä myös tasaisen lämpötilan tuottavaan lämmitysjärjestelmään ja mahdollisesti lämmönjakelujärjestelmän uusimiseen tai mukauttamiseen matalan lämpötilan lämmönjakelun varmistamiseksi, mikä tyypillisesti parantaa mukavuutta.

Valaistusklusterissa otetaan huomioon kaikki valaistukseen liittyvät energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet (kuten loistelamppujen korvaaminen LED-valaistuksella) sekä valaistusvoimakkuus. Tarkoituksenmukainen valaistus on olennaisen tärkeää näön heikkenemisen ja psyykkisten sairauksien ehkäisemisessä. Näin ollen vaikutuksia raportoidaan yksilön terveyden ja kansanterveyden aloilla (esimerkiksi korkeampien sairaanhoito- tai terveydenhuoltomenojen ja sairausvakuutuksiin liittyvien menojen muodossa). Suurin vaikutus saavutettaisiin korvaamalla työpaikan vanhat, valaistustasoltaan heikot pienloistelamput nykyaikaisella LED-valaistuksella, joka tarjoaa halutun valaistustason.

Taulukossa 2 esitetään kunkin ulottuvuuden osalta oletuskaistanleveys vaikutuksen vaihteluvälille kokonaisuutta kohti. Nämä vaihteluvälit on saatu kustannusoptimaalisuutta koskevan laskentamenetelmän tarkastelua koskevaan tekniseen taustatutkimukseen sisältyneestä kirjallisuuskatsauksesta.

Taulukko 2

Moninaisten vaikutusten kvantifiointi (vähennyspotentiaalin oletusvaihteluvälit klusteria kohti)

Soveltuvat toimenpiteet (klusteri)	Kansanterveyskustannukset	Yksilön terveys (hyvinvointi)	Yksilön terveys (kuolleisuus, sairastavuus)	Talous (BKT)
Rakennuksen vaipan energiatehokkuus	keskisuuri–pieni 10–30 %	keskisuuri–pieni 10–30 %	keskisuuri–pieni 15–35 %	keskisuuri 30–60 %
Rakennuksen teknisten järjestelmien asianmukainen energiatehokkuus	pieni 5–10 %	keskisuuri–pieni 10–30 %	pieni 5–10 %	pieni 5–10 %
Ilmanvaihtojärjestelmä	keskisuuri 30–40 %	keskisuuri–pieni 15–35 %	suuri–keskisuuri 30–60 %	suuri 40–60 %

Soveltuvat toimenpiteet (klusteri)	Kansanterveyskus-tannukset	Yksilön terveys (hyvinvointi)	Yksilön terveys (kuolleisuus, sairastavuus)	Talous (BKT)
Uusiutuvaa energiaa käyttävät lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät	pieni 5–10 %	keskisuuri–pieni 10–20 %	pieni 5–10 %	pieni 5–10 %
Valaistus, soveltuvin osin	keskisuuri 30–40 %	–	pieni 5–10 %	–

Vaikutusten kvantifiointi taulukon 2 mukaisesti on vaihe, jossa odotetaan esiintyvän maa- ja rakennuskohtaisia näkökohtia. Laskelmia tekeviä asiantuntijoita kehotetaan asettamaan yksilöidyille toimenpiteille ja toimenpidekokonaisuuksille painotuksia taulukossa 2 esitettyjen vaihteluvälien sisällä heidän vertailurakennusta koskevien tietojensa ja paikallisten erityispiirteiden tuntemuksensa perusteella. On esimerkiksi tärkeää mainita, että kaikilla rakennuksen teknisten järjestelmien energiatehokkuutta parantavilla toimenpiteillä ei aina ole terveysvaikutuksia. Tämä koskee myös vertailurakennusten ominaisuuksia.

Jos kokonaisuuden kaikki toimenpiteet tai suurin osa niistä toteutetaan, kokonaisuuden vaikutustenvähennyspotentiaali olisi asetettava kaistanleveyden yläpäähän, kun taas yksittäisten tai vaikutuksiltaan vähäisten toimenpiteiden osalta oletuksena on kaistanleveyden alapää. Lopullinen kvantifiointi riippuu jäsenvaltiosta, mutta taulukon 2 oletusvaihteluvälit antavat viitteitä viimeaikaisissa tutkimuksissa ja kirjallisuudessa esitetyistä johtopäätöksistä.

Kun kaikki vähennysmahdollisuudet (prosenttiosuudet) on otettu huomioon, ne on laskettava yhteen, jotta saadaan yleinen vähennyspotentiaali ulottuvuuksittain (kansanterveys, hyvinvointi, kuolleisuus ja sairastavuus sekä BKT). Oletettu kokonaisvähennyspotentiaali on kuitenkin rajattu 95 prosenttiin vaikutuksesta, koska jäljelle jäävät 5 prosenttia katsotaan oletusarvoisesti hävikiksi myös erittäin energiatehokkaissa rakennuksissa (esimerkiksi päästöttömissä rakennuksissa).

Laskelmalla on pienempi vaikutus kokonaiskustannuksiin (ja odotetut hyödyt ovat näin ollen suurempia), kun tarkastellaan useita toimenpiteitä yhdistäviä kokonaisuuksia yksittäisten toimenpiteiden sijasta. Tässä laskelmassa voitaisiin myös ottaa huomioon pienet erot sisäympäristön laadussa analysoitujen kokonaisuuksien välillä.

Arvioinnin ensimmäisessä vaiheessa on määritettävä **laskelman lähtötilanne** yksittäisen perusparannustoimen tai uuden standardirakennuksen vertailukohdaksi. Helppo tapa viitearvon asettamiseksi on määrittää rakennuksen kokonaisenergiatehokkuus, joka arvioidaan rakennuskannan kaikkein tehottomamman rakennuksen (jonka osuus moninaisista vaikutuksista on 100 %) ja tulevaisuuden vaatimukset täyttävän päästöttömän rakennuksen (jonka osuus moninkertaisista vaikutuksista on 5 %) väliltä. Näin määritetään yksilöllinen vähennyspotentiaali, joka toimenpiteillä voidaan saavuttaa. Koska tässä yksinkertaisessa lähestymistavassa ei oteta huomioon rakennusten yksilöllisiä ominaisuuksia (esimerkiksi sitä, onko niissä ilmanvaihtojärjestelmää ennen perusparannusta), voidaan käyttää yksityiskohtaisempaa menetelmää, jossa otetaan taulukon 2 mukaisesti huomioon yksittäiset komponentit ennen perusparannusta (tai uuden standardirakennuksen rakentamista) vaikutuksen kvantifiointia koskevan arvioinnin mukaisesti.

Seuraavassa kohdassa annetaan tarkempia ohjeita ja esitellään menetelmän soveltamista käytännön esimerkkien avulla.

6.16.2 *Yksinkertaistetun menetelmän vaiheet ja sovellettu esimerkki*

Terveys- ja talousvaikutusten rahallisen arvon määrittämiseksi sekä $C_{a,HL}$- ja $C_{a,EC}$-arvojen laskemiseksi delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 4 jakson 3 ja 4 kohdassa tarkoitetun kokonaiskustannusten yhtälön osalta on määritelty erilliset menetelmät perusparannuksia ja uusia rakennuksia varten.

Perusparannuksen osalta ensimmäinen vaihe (**A**) on lähtötilanteen määrittäminen vertailukohdaksi, johon perusparannuksen vaikutuksia verrataan.

Näin ollen olemassa olevan rakennuksen tila määritetään (vaihe **A.1**) sijoittamalla kansallisen rakennuskannan perusparantamaton vertailurakennus kaikkein tehottomimpien rakennusten (joiden osalta lähtötilanteeksi katsottaisiin 100 % moninaisista vaikutuksista) ja parhaan olemassa olevan rakennuksen, joka tyypillisesti olisi päästötön rakennus (jonka osalta otettaisiin huomioon vain 5 % moninaisista vaikutuksista), välille.

Sijoittaminen voisi perustua yksinkertaisesti rakennuksen energiatehokkuustasoon tai -luokkaan, jossa ei oteta huomioon kaikkia rakennuksen olennaisia ominaisuuksia (kuten ilmanvaihtojärjestelmää, joka voi vaikuttaa merkittävästi useista tekijöistä johtuvien vaikutusten laskentaan). Vaihtoehtoisesti sijoittaminen voisi perustua useista tekijöistä johtuvien vaikutusten kvantifiointiin taulukon 2 mukaisesti (tässä esimerkissä vaihe B). Kun prosentuaalinen arvo lähtötilanteessa on määritetty, sitä on sovellettava taulukon 1 ylärajan arvoon kunkin luokan osalta (vaihe **A.2**). Tulos määrittää perusparannuksen lähtötilanteen ja on perustana useista tekijöistä johtuvien vaikutusten tai ulkoisvaikutusten vähentämiselle perusparannustoimenpiteillä.

A. **Lähtötilanteen arviointi: vertailukohdaksi valitun olemassa olevan rakennuksen tila**

A.1. Vertailurakennuksen (perusparantamaton) sijoittuminen kaikkein tehottomimman rakennuksen (jonka osalta otetaan huomioon 100 % moninaisista vaikutuksista) ja rakennuksen, jonka osalta huomioidaan 5 prosenttia moninaisista vaikutuksista (eli lähes päästöttömän rakennuksen), välille

A.2. Prosenttiosuuden soveltaminen kaikkien moninaisten vaikutusten enimmäisarvoihin (kaistanleveyden yläosa), kuten taulukossa 1 on esitetty

A.3. Määritellään tulos 100 prosentiksi moninaisista vaikutuksista vertailurakennuksen osalta (ks. esimerkki jäljempänä) perusparannuksen lähtötilanteeksi

Esimerkki: Jos vertailurakennuksen sijoitus ”etäisyytenä” energiatehokkuudeltaan heikoimmasta ja päästöttömästä vertailurakennuksesta on 90 prosenttia, taulukon 1 ylärajan arvot kerrotaan 90 prosentilla ja lasketaan yhteen. Yhteenlasketut moninaiset vaikutukset ovat 9,4 €/(m²/vuosi) rakennuksen osalta ennen perusparannusta.

— Kansanterveyskustannukset	90 % × 1,8 = 1,6 €/(m²/vuosi
— Terveys (hyvinvointi)	90 % × 2,7 = 2,5 €/(m²/vuosi)
— Terveys (kuolleisuus, sairastavuus)	90 % × 5,6 = 5,0 €/(m²/vuosi)
— Talous (BKT)	90 % × 0,4 = 0,3 €/(m²/vuosi)
= kokonaisvaikutus ennen perusparannusta	= 9,4 €/(m²/vuosi)

Seuraavassa vaiheessa (**B**) määritetään **perusparannustoimenpiteiden vaikutus**. Tätä varten on yksilöitävä suunnitellut perusparannustoimenpiteet (vaihe **B.1**). Tämän jälkeen on määritettävä kunkin neljän vaikutusluokan painotusprosentit taulukon 2 mukaisesti (vaihe **B.2**). Tässä vaiheessa taulukoiden oletustiedot ja tässä osiossa esitetyt selitykset voivat auttaa määrittämään asianmukaiset oletusarvot tietylle vertailurakennukselle kansallisella ja paikallisella tasolla. Seuraavassa vaiheessa määritetään perusparannustoimenpiteen kokonaisvähennyspotentiaali (vaihe **B.3**). Tässä vaiheessa vaiheen B.2 yhteenlasketut prosenttiosuudet kerrotaan vaiheen A lähtötilanteella. Näin voidaan laskea toimenpiteisiin liittyvät mahdolliset säästöt vertailurakennukseen verrattuna, mikä on jäsenvaltioiden kannalta merkityksellinen tieto. Yksittäisten alakohtaisten vähennyspotentiaalien perusteella voidaan määrittää perusparannuksen jälkeiset moninaiset vaikutukset samalla tarkkuudella (vaihe **B.4**).

B. **Määritettyjen perusparannustoimenpiteiden vaikutusten arvioinnit**

B.1. Suunniteltujen perusparannustoimenpiteiden määrittäminen

B.2. Painotusprosenttien määrittäminen kullekin moninaisten vaikutusten luokalle (taulukko 2)

B.3. Perusparannuksen moninaisten vaikutusten vähennyspotentiaalin selvittäminen

B.4. Perusparannuksen jälkeisten moninaisten vaikutusten laskeminen

Esimerkki: Jos valitut toimenpiteet ovat ”rakennuksen vaipan energiatehokkuus” ja ”ilmanvaihtojärjestelmä”, tämä voi sijoittaa toimenpiteen vaikutukset 20 prosentin luokan keskivaiheille kansanterveyden osalta, kun taas ilmanvaihdon osalta toimenpide sijoittuisi 25 prosentin luokan alempaan päähän. Kaiken kaikkiaan kansanterveydellisiä vaikutuksia voidaan vähentää 45 prosenttia. Sama laskelma on tehtävä yksilön terveyteen ja talouteen kohdistuvien vaikutusten osalta.

— Kansanterveyskustannukset 20 % + 25 % = 45 %

— Terveys (hyvinvointi) 25 % + 45 % = 70 %

— Terveys (kuolleisuus, sairastavuus) 40 % + 50 % = 90 %

— Talous (BKT) 20 % + 35 % = 55 %

Esimerkiksi vaiheessa B.2 kansanterveyden osalta saadut 45 prosenttia kerrotaan vaiheen A kansanterveyttä koskevalla lähtötilanteella, joka on 1,6 €/(m²/vuosi). Sama laskelma on tehtävä yksilön terveyteen ja talouteen kohdistuvien vaikutusten osalta. Yksittäisen perusparannuskokonaisuuden kokonaisvähennyspotentiaaliksi saadaan 7,2 €/(m²/vuosi).

— Kansanterveyskustannukset 45 % × 1,6 = 0,7 €/(m²/vuosi)

— Terveys (hyvinvointi) 70 % × 2,5 = 1,7 €/(m²/vuosi)

— Terveys (kuolleisuus, sairastavuus) 90 % × 5,0 = 4,5 €/(m²/vuosi)

— Talous (BKT) 55 % × 0,3 = 0,2 €/(m²/vuosi)

= perusparannuksen kokonaisvähennyspotentiaali = 7,2 €/(m²/vuosi)

Kansanterveyteen kohdistuvat kustannukset ovat 1,6 €/(m²/vuosi) ennen perusparannusta. Perusparannus vähentää niitä 0,7 €/(m²/vuosi), jolloin jäljellä olevat kustannukset ovat 0,9 €/(m²/vuosi). Sama laskelma on tehtävä yksilön terveyteen ja talouteen kohdistuvien kustannusten osalta. Perusparannuksen jälkeen jäljelle jäävät moninaiset vaikutukset ovat kaikkiaan 2,3 €/(m²/vuosi).

— Kansanterveyskustannukset 1,6 – 0,7 = 0,9 €/(m²/vuosi)

— Terveys (hyvinvointi) 2,5 – 1,7 = 0,8 €/(m²/vuosi)

— Terveys (kuolleisuus, sairastavuus) 5,0 – 4,5 = 0,5 €/(m²/vuosi)

— Talous (BKT) 0,3 – 0,2 = 0,1 €/(m²/vuosi)

= perusparannuksen jälkeen jäljelle jäävät vaikutukset = 2,3 €/(m²/vuosi)

Viimeinen vaihe on perusparannustoimenpiteiden moninaisten vaikutusten kohdistaminen mikro- ja makrotasoille alkaen taulukon 1 tiedoista. Kansanterveyteen ja talouteen liittyvät osa-alueet kuuluvat makrotaloudelliseen tasoon, kun taas yksilön terveys (hyvinvointi, kuolleisuus ja sairastavuus) kohdistetaan rahoitustasolle seuraavasti (vaihe **C**):

C. **Perusparannustoimenpiteiden moninaisten vaikutusten kohdistaminen rahoituksen ja makrotalouden tasoille**

Esimerkki:

Makrotaloudellinen laskelma: $C_{a,\ HL}$ = 0,9 €/(m²/vuosi);

$C_{a,\ EC}$ = 0,1 €/(m²/vuosi);

Rahoituslaskelma: $C_{a,\ HL}$ = 0,8 + 0,5 = 1,3 €/(m²/vuosi).

6.16.3 *Moninaisia hyötyjä koskevat lisätiedonlähteet*

Alla olevassa laatikossa esitetään yleiskatsaus moninaisten hyötyjen rahallisen arvon määrittämistä koskevista taustatutkimuksista ja -kirjallisuudesta. Niissä käsitellään myös taulukoiden 1 ja 2 oletustietojen perusteella arvioitujen terveys- ja talousvaikutusten rahallisen arvon määrittämistä. Koska oletustiedot esitetään ainoastaan unionin keskiarvona, jäsenvaltiot voisivat käyttää tietolähteitä yksittäisten maiden tietoja koskeviin jatkotutkimuksiin.

Alla olevassa laatikossa esitetään ei-tyhjentävä luettelo lähteistä mahdollisia kansallisia tietoaineistoja varten sekä luettelo lisätiedoista. Raportoidut tiedot voivat kuitenkin edellyttää jonkinlaista käsittelyä ennen kuin niitä voidaan käyttää kustannusoptimaalisuuslaskennassa (esimerkiksi tietojen jakamista asianmukaisiin yksiköihin). Lisäksi näiden oletustietojen esittäminen ei välttämättä takaa tarkkuutta tai sovellettavuutta, koska jotkin luetelluista lähteistä voivat olla hyödyllisiä vain tietyissä tapauksissa. Tietoja voidaan kuitenkin käyttää viitteenä.

Kaikkia seuraavassa laatikossa lueteltuja lähteitä käsitellään kustannusoptimaalisuuslaskennan menetelmän tarkistamista koskevassa teknisessä taustatutkimuksessa.

Co-benefits of energy related building renovation – Demonstration of their impact on the assessment of energy related building renovation (Annex 56) (Ferreira ym., 2017): Julkaisussa esitellään Kansainvälisen energiajärjestön (IEA) Energy in Buildings and Communities (EBC) -ohjelman Annex 56 -tulokset, jotka koskevat rakennusten perusparannukseen liittyvien liitännäishyötyjen tunnistamista. Bruttokansantuotteen osalta ilmoitetaan rahamääräiset arvot sekä kertaluonteiset ja pysyvät vuotuiset hyödyt.

COMBI D2.7: Final quantification report (Thema & Rasch, 2018): Raportissa annetaan kunkin jäsenvaltion osalta yhteenlasketut vaikutukset ja tulokset, jotka kuvaavat erilaisia hyötyjä, kuten vältettyjä kasvihuonekaasupäästöjä ja ilmansaasteita, BKT:n ja työllisyyden kasvua, valtion tulo- ja menoarviota koskevia hyötyjä, vältettyä kuolleisuutta sekä terveysvaikutuksia haittapainotettuina elinvuosina (DALY) ja aktiivisten päivien lisäyksenä ilmaistuina.

COMBI D3.4: Quantifying air pollution impacts of energy efficiency (Mzavanadze, 2018): Julkaisussa dokumentoidaan ilmansaasteiden vaikutuksia terveyteen.

COMBI D5.4: Loppuraportti: Quantifying energy poverty-related health impacts of energy efficiency (Mzavanadze, 2018): Raportissa kerrotaan eri terveyshyötyjä koskevista määrällisistä ja rahallisista arvoista jäsenvaltioittain. Kiinnostavia ovat erityisesti kylmälle sisäilmalle altistumisen vähenemisestä johtuvan vältetyn ennenaikaisen kuolleisuuden ja sisäilman kosteudelle altistumisen vähenemisestä johtuvan sairastavuuden vähenemisen rahalliset arvot jäsenvaltioittain (sikäli kuin tietoja on saatavilla). Kunkin jäsenvaltion osalta annetaan tilastollinen elinikäodote (VSL) ja menetettyjen elinvuosien arvo (VOLY) sekä kylmien sääolosuhteiden aiheuttaman ylikuolleisuuden vähennyspotentiaalin arvot, jotka liittyvät asuntojen laatuun ja peruskorjausten perusteellisuuteen.

COMBI D5.4a: Loppuraportti: Quantification of productivity impacts (Chatterjee & Ürge-Vorsatz, 2018): Raportissa esitetään jäsenvaltioittain erilaisia tuottavuus- ja terveysvaikutuksia koskevia tuloksia (kaaviot 7–12 ja taulukot 11–12).

COMBI D6.4: Macro-economy impacts of energy efficiency (Naess-Schmidt ym., 2018): Julkaisussa kvantifioidaan BKT:tä, työllisyyttä ja valtion tulo- ja menoarviota koskevia vaikutuksia sekä määritetään niiden rahalliset arvot jäsenvaltioittain.

Multiple Impacts Calculation Tool (MICAT) ([40]): Kyseessä on verkkotyökalu, joka mahdollistaa energiatehokkuuden moninaisten vaikutusten analysoinnin eri aloilla ja jäsenvaltioissa. Käyttäjä määrittää erilaisia parametreja, kuten aikavälin, ja yksilöi rakennukseen liittyviä parannuksia (esimerkiksi rakennuksen vaipan parannukset). Tämän jälkeen työkalu laskee määrälliset ja rahalliset arvot erilaisille sosiaalisille, ympäristöllisille ja taloudellisille vaikutuksille.

Untapping multiple benefits: hidden values in environmental and building policies (Shnapp ym., 2020): Tutkimuksessa annetaan määrälliset ja rahalliset arvot useille moninaisille hyödyille (joita ovat esimerkiksi lämpömukavuus, valaistus, sisäilman laatu, melu, ilmansaasteiden väheneminen, kasvihuonekaasuvaikutukset, työllisyysvaikutukset, BKT, valtion tulo- ja menoarvio, terveys ja hyvinvointi sekä tuottavuus) yhteenvetona muista merkittävistä tutkimuksista (esimerkiksi COMBI).

Multiple benefits of energy renovations of the Swedish building stock (Copenhagen Economics, 2016): Julkaisussa esitetään laskennallisia hyötyjä, kuten terveyttä, hiilidioksidipäästöjä, taloudellista toimintaa ja valtion tulo- ja menoarvioon kohdistuvia vaikutuksia koskevia tuloksia, jotka ovat merkityksellisiä Ruotsin kontekstissa.

([40]) https://micatool.eu/seed-micat-project-en/index.php.

Alleviating Fuel Poverty in the EU (BPIE, 2014): Raportissa esitetään esimerkkejä ja tapaustutkimuksia terveyttä, hyvinvointia, työllisyyttä ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä koskevista arvioista, joita voidaan käyttää vertailukohtina tapauskohtaisesti.

Poor indoor climate, its impact on child health, and the wider societal costs (RAND, 2019): Tutkimuksessa arvioidaan lasten altistumista erilaisille puutteellisille asuinoloille ja siihen liittyviä terveysvaikutuksia EU-SILC-tietokannasta ja Global Burden of Disease -tietokannasta saatuja, puutteellisia asuinolosuhteita koskevien tietojen perusteella. Myös sisätilojen kosteusaltistuksesta aiheutuva tautitaakka kvantifioidaan. Lopuksi esitetään rahalliset arvot kumulatiivisille ja keskimääräisille taloudellisille hyödyille, jotka liittyvät lasten kosteudelle ja homeelle altistumisen vähentämiseen, sekä ilmanvaihtokertoimien parantamisen BKT-vaikutuksille. Kaikki arvot ilmoitetaan jäsenvaltioittain.

The Macroeconomic and Other Benefits of Energy Efficiency (Euroopan komissio, 2016): Raportissa käsitellään BKT:tä, työllisyysvaikutuksia, valtioiden tulo- ja menoarvioita, rakennusomaisuuden arvoa, terveysvaikutuksia ja ympäristövaikutuksia. Skenaarioihin perustuvista erilaisista vaikutuksista esitetään arvioita koko EU:n tasolla ja monessa tapauksessa myös jäsenvaltioittain.

Multiple benefits of investing in energy efficiency renovation of buildings (Copenhagen Economics, 2012): Raportissa esitetään alhaisen ja korkean energiatehokkuuden skenaarioiden pohjalta työllisyyttä, julkista taloutta, BKT:tä ja terveysvaikutuksia koskevia tuloksia, jotka vastaavat investointikustannuksia ja joista raportoidaan yleisesti ottaen EU:n tasolla.

Poor indoor climate: its impact on health and life satisfaction, as well as its wider socio-economic costs (RAND, 2022): Tutkimuksessa kvantifioidaan meluun, valoon, ilmanlaatuun ja lämpömukavuuteen liittyviä arvoja sekä määritellään niiden rahallinen arvo EU-SILC-tietokannasta ja Maailman terveysjärjestöltä saatujen tietojen perusteella. Siinä esitetään erityisesti kosteissa tai pimeissä olosuhteissa asumisesta aiheutuvia terveydenhuoltokustannuksia sekä määritellään rahalliset arvot sisäilmastoriskeihin liittyvälle (yksilölliselle ja yhdistetylle) hyvinvoinnin heikkenemiselle. Kaikki arvot ilmoitetaan jäsenvaltioittain ja koko EU:n osalta.

Building 4 People: Quantifying the benefits of energy renovation investments in schools, offices and hospitals (Kockat ym., 2018): Tutkimuksessa esitetään yksityiskohtaisia tietoja sisäympäristön laadun terveys-, hyvinvointi- ja tuottavuusvaikutuksista kouluissa, toimistoissa ja sairaaloissa, myös määrällisinä arvoina.

Healthy and Efficient Retrofitted Buildings (HERB) ([41]): Kyseessä on Excel-pohjainen, rakennusten peruskorjausten ympäristö-, sosioekonomisten ja terveyshyötyjen arviointiin tarkoitettu mallinnustyökalu, jonka avulla voidaan tuottaa määrällisiä arvioita rakennusten peruskorjausinvestointien moninaisista hyödyistä.

Integrated seismic and energy renovation of buildings ([42]): Analyysi tarjoaa ohjeita ja tietoja, jotka kattavat i) perusparannusteknologioiden tarkastelun, ii) menetelmän, jolla arvioidaan yhdistetyn perusparannuksen hyödyt rakennuksen koko elinkaaren ajalta, iii) alueellisen vaikutusanalyysin, jossa otetaan huomioon energiatehokkuus, seisminen riski ja sosioekonomiset näkökohdat, iv) perusparannusskenaarioiden vaikutukset sekä v) täytäntöönpanotoimien ja hyvien käytäntöjen tarkastelun. Analyysi kattaa asuinrakennukset NUTS-3-tasolla kaikissa EU:n jäsenvaltioissa.

7. ENERGIATEHOKKUUDEN KUSTANNUSOPTIMAALISEN TASON JOHTAMINEN KULLEKIN VERTAILURAKENNUKSELLE

7.1 Kustannusoptimaalisuuden käsite

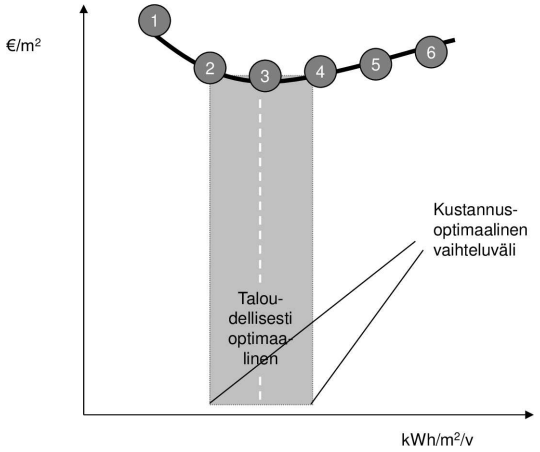
Primäärienergian käyttöä koskevien laskelmien (delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I esitetyn kustannusoptimaalisuutta koskevan menetelmäkehyksen vaihe 3) sekä määriteltyjen vertailurakennusten osalta arvioituihin (vaihe 1) toimenpiteisiin/kokonaisuuksiin/muunnoksiin (vaihe 2) liittyvien kokonaiskustannusten (vaihe 4) perusteella voidaan piirtää kunkin vertailurakennuksen osalta käyrät, jotka kuvaavat primäärienergian kokonaiskäyttöä (x-akseli: kWh primäärienergiaa/(vertailupinta-alan m^2 vuodessa) ja kokonaiskustannuksia (y-akseli: euroa/vertailupinta-alan m^2) eri ratkaisuissa.

([41]) https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Healthy-and-Efficient-Retrofitted-Buildings-Tool-HERB?language=en_US.
([42]) https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC132940; https://buildings-renovation-makerspace.jrc.ec.europa.eu.

Arvioitujen toimenpiteiden/kokonaisuuksien/muunnosten perusteella voidaan piirtää erityinen kustannuskäyrä (jota osoittaa eri muunnosten tietopisteiden merkitsemän alueen alempi raja).

Kaavio 4

Menetelmäkehyksen mukainen kustannusluokittelu ([43])



Käyrän alimman pisteen muodostaa kustannuksiltaan alhaisimpien kokonaisuuksien yhdistelmä (edellä olevassa kaaviossa kokonaisuus 3). Sen sijainti x-akselilla antaa automaattisesti energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaalisen tason.

Samoin voidaan piirtää käyrät myös päästötehokkuudesta (x-akseli: hiilidioksidipäästökilot/(vertailupinta-alan m² vuodessa) ja kokonaiskustannuksista (y-akseli: euroa/vertailupinta-alan m²) täydentämään kokonaisprimäärienergiaan liittyviä näkökohtia. Tällaisen käyrän avulla voidaan ottaa käyttöön käytöstä syntyviä päästöjä koskevia lisävaatimuksia, joita jäsenvaltiot voivat haluta ottaa käyttöön primäärienergiaan liittyvien näkökohtien täydentämiseksi (esimerkiksi sulkea pois ratkaisut, jotka asettuvat kustannusoptimaaliselle vaihteluvälille kokonaisprimäärienergian käyrällä mutta joiden kasvihuonekaasupäästöt ovat huomattavasti suuremmat kuin muilla kyseiselle vaihteluvälille asettuvilla ratkaisuilla).

Delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I olevan 6 jakson 2 kohdassa todetaan, että jos kokonaisuuksilla on samat tai hyvin samanlaiset kustannukset, lähtökohtana kustannusoptimaalisen tason määrittelyssä olisi mahdollisuuksien mukaan käytettävä kokonaisuutta, jossa primäärienergian kulutus on alhaisin (kustannusoptimaalisuuden vaihteluvälin vasen puoli).

HUOM. Investointitarpeet voivat vaihdella, vaikka energiatehokkuus olisi samanlainen, minkä vuoksi voidaan tarvita lisää kannustimia.

Rakennusosien osalta kustannusoptimaaliset tasot arvioidaan määrittämällä kaikki parametrit (vaihtoehto 1: alkaen kustannusoptimaaliseksi todetusta muunnoksesta ja vaihtoehto 2: alkaen eri muunnoksista ja käyttämällä saatujen arvojen keskiarvoa) sekä muuntelemalla tietyn rakennusosan tehokkuutta. Tämän perusteella voidaan laatia käyrät, jotka kuvaavat energiatehokkuutta (x-akseli, esimerkiksi W/(m²K) rakennuksen katon kaltaisista rakennusosista) ja kokonaiskustannuksia (y-akseli, euroa/hyötypinta-alan m²). Kustannuksiltaan alhaisimmat rakennusosan ominaisuudet määrittävät kustannusoptimaalisen tason. Jos erilaisilla rakennusosan ominaisuuksilla on samat tai hyvin samanlaiset kustannukset, kustannusoptimaalisen tason määrittelyn lähtökohtana olisi käytettävä sitä rakennusosan ominaisuutta, jossa primäärienergian kulutus on alhaisin (kustannusoptimaalisuuden vaihteluvälin vasen reuna) (mahdollinen suurempien alkuinvestointien tarve olisi otettava huomioon).

([43]) Lähde: Boermans, T., Bettgenhäuser, K., Hermelink, A. & Schimschar, S. (2011), *Cost optimal building performance requirements. Calculation methodology for reporting on national energy performance requirements on the basis of cost optimality within the framework of the EPBD*, ECEEE.

On tärkeää huomata, että kattiloiden ja muiden asennettujen laitteiden suorituskykyä koskevat vähimmäisvaatimukset vahvistetaan Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen (EU) 2024/1781 ([44]) ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY ([45]) nojalla hyväksyttyjen voimassa olevien toimenpiteiden mukaisesti.

7.2 **Vertailu jäsenvaltioiden voimassa oleviin vaatimuksiin**

Jäsenvaltioissa voimassa olevia vaatimuksia on verrattava kokonaisprimäärienergian osalta laskettuun kustannusoptimaaliseen tasoon. Tätä varten on sovellettava voimassa olevia määräyksiä vertailurakennukseen ja laskettava rakennuksen primäärienergian kokonaiskulutus delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 liitteessä I esitetyn laskentamenetelmäkehyksen vaiheessa 3 vahvistettujen sääntöjen mukaisesti.

Toisessa vaiheessa lasketaan nykyisen tason ja määritellyn kustannusoptimaalisen tason ero alla olevan laatikon mukaisesti.

Eron määrittäminen

Ero-% (vertailurakennuksen taso) = (nykyiset tehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset [kWh/m²/vuosi] – kustannusoptimaalinen taso [kWh/m²/vuosi]) / kustannusoptimaalinen taso [kWh/m²/vuosi]) × 100 %

Rakennusosien osalta ero lasketaan seuraavasti:

Ero-% (rakennusosien osalta) = (nykyiset tehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset [tehokkuusindikaattorin yksikkö ([46])] – kustannusoptimaalinen taso [tehokkuusindikaattorin yksikkö]) / kustannusoptimaalinen taso [tehokkuusindikaattorin yksikkö]) × 100 %

Energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten laskettujen kustannusoptimaalisten tasojen ja voimassa olevien tasojen ero olisi laskettava siten, että kaikkien voimassa olevien energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten keskiarvosta vähennetään kaikkien niiden laskettujen kustannusoptimaalisten tasojen keskiarvo, jotka on saatu kaikkiin käytettyihin vertailukelpoisiin vertailurakennuksiin ja rakennustyyppeihin sovelletuista muunnoksista. Jäsenvaltio voi määritellä painotuskertoimen, joka edustaa tietyn vertailurakennuksen (ja sen vaatimusten) suhteellista painoarvoa jäsenvaltiossa muihin rakennuksiin verrattuna. Tästä on kuitenkin raportoitava selvästi komissiolle.

Direktiivin (EU) 2024/1275 johdanto-osan 18 kappaleen mukaisesti kustannusoptimaalisuuslaskelman tuloksen ja jäsenvaltiossa nykyisin voimassa olevien vähimmäisvaatimusten välillä on merkittävä ero, jos viimeksi mainitut ovat vähintään 15 prosenttia kustannusoptimaalista tasoa tehottomammat. Esimerkiksi jos nykyinen tehokkuutta koskeva vähimmäisvaatimus on 120 kWh/m²/vuosi ja yksilöity kustannusoptimaalinen taso 100 kWh/m²/vuosi, ero on 20 prosenttia eli yli 15 prosenttia. Tämä tarkoittaa, että voimassa olevaa energiatehokkuuden vähimmäisvaatimusta on mukautettava. Jos nykyinen tehokkuutta koskeva vähimmäisvaatimus on 100 kWh/m²/vuosi ja määritetty kustannusoptimaalinen taso 120 kWh/m²/vuosi, ero on negatiivinen, joten muutoksia ei tarvita.

Direktiivin (EU) 2024/1275 6 artiklan 3 kohdassa säädetään, että jos jäsenvaltiossa voimassa olevat energiatehokkuutta koskevat vähimmäisvaatimukset ovat yli 15 prosenttia energiatehokkaampia kuin energiatehokkuutta koskevien vähimmäisvaatimusten kustannusoptimaaliset tasot, asianomaisen jäsenvaltion on mukautettava voimassa olevia energiatehokkuutta koskevia vähimmäisvaatimuksia 24 kuukauden kuluessa siitä, kun kyseisen vertailun tulokset ovat tulleet saataville. Määräaika on sama kuin kustannusoptimaalisuutta koskevan ilmoituksen toimituspäivä komissiolle.

([44]) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2024/1781, annettu 13 päivänä kesäkuuta 2024, kestävien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista, direktiivin (EU) 2020/1828 ja asetuksen (EU) 2023/1542 muuttamisesta sekä direktiivin 2009/125/EY kumoamisesta (EUVL L, 2024/1781, 28.6.2024, ELI: http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj).

([45]) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/125/EY, annettu 21 päivänä lokakuuta 2009, energiaan liittyvien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista (uudelleenlaadittu) (EUVL L 285, 31.10.2009, s. 10, ELI: http://data.europa.eu/eli/dir/2009/125/oj).

([46]) Esimerkiksi katon U-arvo (W/m²K).

8. **HERKKYYSANALYYSI**

Herkkyysanalyysi on vakiokäytäntö etukäteisarvioinneissa, jos niiden tulokset riippuvat sellaisia keskeisiä parametreja koskevista oletuksista, joiden tulevalla kehityksellä voi olla merkittävä vaikutus lopputulokseen.

Sen vuoksi jäsenvaltioiden on tehtävä herkkyysanalyysit delegoidun asetuksen (EU) 2025/2273 mukaisesti. Jäsenvaltioiden on tehtävä herkkyysanalyysi erilaisista energianhintojen kehitysskenaarioista kaikkien kansallisesti merkittävien energiamuotojen osalta sekä vähintään kahdesta makrotaloudellisessa ja rahoituksellisessa kustannusoptimaalisuuslaskelmassa käytettävästä diskonttokorosta.

Toisen makrotaloudellisen laskelman diskonttokoron herkkyysanalyysissä käytettävän diskonttokoron on oltava 3 prosenttia ([47]) reaalisesti ilmaistuna. Alhaisempia korkoja (0–3 %) suositellaan rakennusten perusparannushankkeiden tukemiseksi ja perusteellisten perusparannusten edistämiseksi. Jäsenvaltioiden on määritettävä kullekin laskelmalle sopivin diskonttokorko herkkyysanalyysin jälkeen. Tätä diskonttokorkoa käytetään laskelmassa.

Jäsenvaltioita kannustetaan tekemään herkkyysanalyysi myös muista syöttötekijöistä, kuten rakennusteknologioiden ja rakennusosien tulevien investointikustannusten ennakoidusta kehityksestä tai mistä tahansa muusta syöttötekijästä, jolla katsotaan olevan merkittävä vaikutus tulokseen (esimerkiksi primäärienergiakertoimet ja tulevat ilmasto-olosuhteiden muutokset).

Vaikka onkin totta, ettei tuleva hintakehitys vaikuta laskentajakson alussa aiheutuviin alkuinvestointikustannuksiin, arvioinnin tekeminen siitä, kuinka teknologioiden yleistyminen markkinoilla saattaa vaikuttaa niiden hintatasoon, tarjoaa poliittisille päätöksentekijöille erittäin hyödyllistä tietoa. Joka tapauksessa teknologioiden hintakehitystä koskevat tiedot ovat olennaisen tärkeitä kustannusoptimaalisuuslaskelmien uudelleentarkastelussa.

Sen lisäksi, että jäsenvaltiot tekevät herkkyysanalyysin näistä kahdesta keskeisestä parametrista, ne voivat vapaasti tehdä muita herkkyysanalyysejä etenkin tärkeimmistä laskelmissa yksilöidyistä kustannustekijöistä, kuten keskeisten rakennusosien alkuperäisistä investointikustannuksista tai rakennusten energiajärjestelmien ylläpitoon ja korvaamiseen liittyvistä kustannuksista.

([47]) Tällaista korkoa suositellaan komission vaikutustenarviointivälineessä (paremman sääntelyn välineistö 2023, väline nro 64, diskonttokertoimet) sosiaalisille diskonttokoroille, jotta taloustieteilijät voivat määrittää yhteiskunnallista hyötyä tuottavien hankkeiden tulevien kustannusten ja hyötyjen nykyarvon.