

ELINKAARISUUNNITTELUOHJE

3.7.2023

Elinkaarisuunnitteluohje on Tampereen Tilapalveluiden laatima ohje uudisrakentamiseen. Suunnitteluohje on työkalu rakennushankkeeseen osallistuvilla suunnittelijoilla ja tilaajalla/rakennuttajalla. Ohjetta käytetään koko rakentamisprosessin ajan – tarveselvityksestä takuu-aikaan.

Elinkaarisuunnitteluohjeen keskeinen sisältö:

- rakennushankkeen vaatimukset
- elinkaarisuunnittelun tavoitteet ja tehtävät
- suunnittelualakohtaiset ohjeet
- lähtötiedot ja ohjeet laskelmien tekoon

Ohjeen tarkoituksena on avata elinkaarisuunnittelun taustoja, käytäntöjä ja periaatteita kaikille hankkeen osapuolille.

Elinkaarisuunnitteluohje on laadittu Tampereen Tilapalveluiden ja Swecon välisenä yhteistyönä.

Muutoshistoria:

Päivämäärä	Kuvaus
3.7.2023	Päivitetty hiilijalanjäljenlaskentaohje (kohta 4.4.). Ohje päivitetty uudempaan asiakirjapohjaan.
17.6.2022	Elinkaarisuunnitteluohje julkaistu

SISÄLLYSLUETTELO

1.	Johdanto.....	3
1.1.	Tausta.....	3
1.2.	Elinkaarisuunnitteluohjeen tarkoitus.....	3
2.	Suunnitteluprosessi.....	4
2.1.	Yleiset periaatteet.....	4
2.2.	Vaatimukset hankkeille.....	6
2.3.	Päätehtävät eri suunnitteluvaiheissa.....	7
3.	Vaatimuksia hankeosapuolille.....	8
3.1.	Tilaaaja / Rakennuttaja.....	8
3.2.	Arkkitehti / Pääsuunnittelija.....	9
3.3.	LVIA-suunnittelu.....	10
3.4.	Sähkösuunnittelu.....	11
3.5.	Rakennesuunnittelu.....	12
4.	Ohjeita laskelmien suorittamiseen.....	13
4.1.	Työpaja ja lähtötiedot.....	13
4.2.	E-lukulaskelmat ja energiaselvitys.....	13
4.3.	Tavoite-energiälaskelma.....	15
4.4.	Hiilijalanjälki.....	16
4.5.	Olosuhteet.....	17
4.6.	Elinkaarikustannukset.....	19
4.7.	Monitavoiteoptimointi.....	21
4.8.	Ympäristöluokitukset.....	22
4.9.	Kysyntäjousto.....	22

1. JOHDANTO

1.1. Tausta

Tampereen kaupungin tavoitteena on olla hiilineutraali vuonna 2030. Tavoite on tarkoitus saavuttaa vähentämällä kasvihuonekaasupäästöjä 80 % ja kompensoimalla loput. Merkittävimpiä päästöjen aiheuttajia ovat rakennusten lämmitys, sähkönkäyttö ja liikenne. Energiankäytön osalta tavoitteena on pienentää kaukolämmön kulutuksen päästöjä 89 % ja sähkön kulutuksen päästöjä 68 % vuosina 1990–2030.

Elinkaarisuunnitteluohje vastaa erityisesti Hiilineutraali Tampere 2030 -tiekartan toimenpidekokonaisuuksiin 3.1. (Kestävä rakentaminen; Uudisrakentaminen kaupungin kiinteistöissä) ja 4.3 (Kestävä energia; Hajautettu uusiutuva energia). Niiden mukaisesti rakennushankkeiden elinkaaren hiilijalanjälki ja elinkaarikustannukset lasketaan sekä niitä vertaillaan osana kaupungin palvelurakennusten hankesuunnittelua panostaen vähähiilisiin materiaalivalintoihin. Lisäksi uusiutuvan energian käyttömahdollisuudet tutkitaan rakennuskohteissa mahdollisuuksien mukaan ja toteuttamiset päätetään tapauskohtaisesti.

Kestävyyšnäkökulmasta rakentamista ohjaavat myös seuraavat sitoumukset, joissa Tampereen kaupunki on mukana:

- Energiatehokkuussopimus
- Kaupunginjohtajien energia- ja ilmastopopimus (Covenant of Mayors for Climate and Energy)
- Green City Accord

1.2. Elinkaarisuunnitteluohjeen tarkoitus

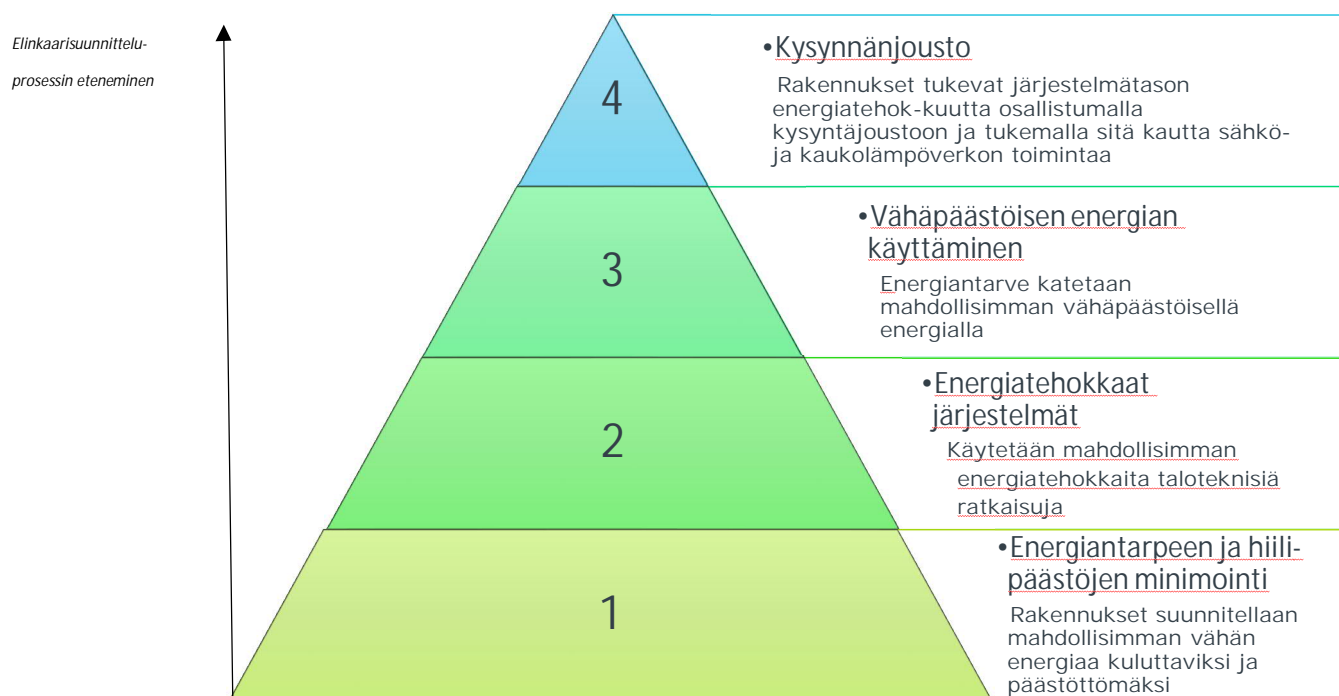
Tämä ohje tiivistää energiaterhokkuusvaatimukset ja ohjeet, jotka Tilapalvelut on asettanut omille uudisrakennushankkeilleen. Elinkaarisuunnitteluohje toimii työkaluna rakennushankkeeseen osallistuvilla suunnittelijoilla ja tilaajalle/rakennuttajalle. Sitä tulee noudattaa yhdessä muiden kaupungin suunnitteluohjeiden kanssa.

- Tarkoituksena selventää suunnitteluprosessia ja eri osapuolien velvoitteita
- Elinkaariasiantuntijan tehtävien ja vaiheiden selkeytys
- Laskentojen yhtenäistäminen ja vertailukelpoisuuden varmistaminen

2. SUUNNITTELUPROSESSI

2.1. Yleiset periaatteet

Rakennus on kokonaisuus, jonka elinkaarisuunnittelun ratkaisut tulee aina optimoida energiatehokkuus, elinkaarikustannukset ja hiilivaikutukset huomioiden loppukäyttäjää palvelevana kokonaisuutena. Kaikissa rakennushankkeissa noudatetaan periaatteita, jotka on havainnollistettu kuvassa 1.

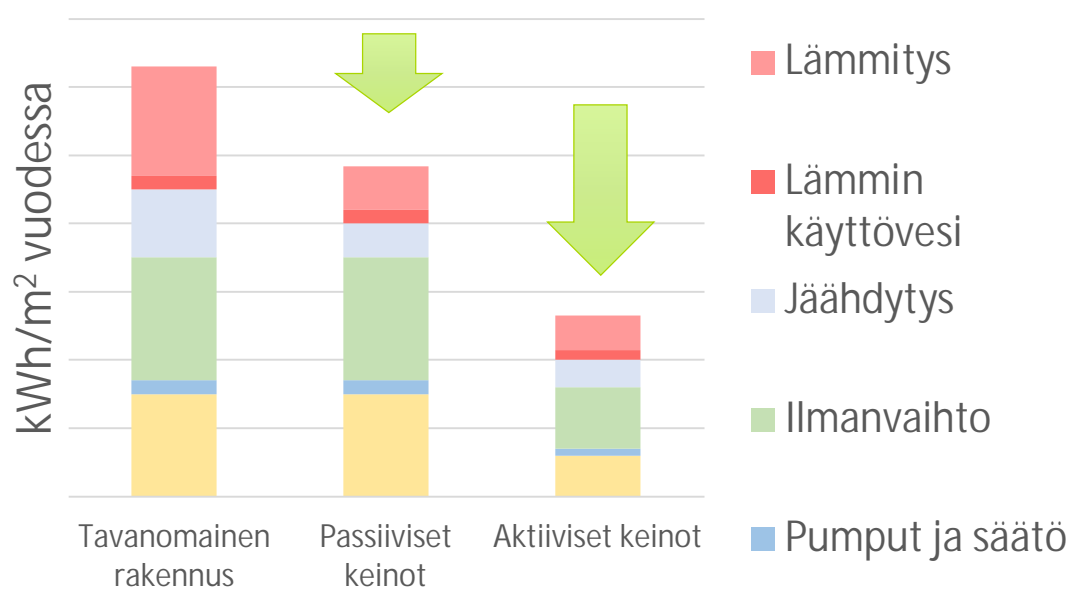


KUVA 1: ELINKAARISUUNNITTELUOHJEEN MUKAINEN TOIMENPITEIDEN TOTEUTUSJÄRJESTYS

1. Energiantarpeen minimointi tehdään vaikuttamalla rakennuksen energiankulutukseen, projektin tavoitteisiin ja lopulliseen käyttöön sopivin passiivisin menetelmin. Passiivisia menetelmiä ovat esimerkiksi rakennuksen suuntaus, vaippa, massoittelu, lämpökapasiteetti ja materiaalivalinnat. Lisäksi energiantarvetta pienennetään tilojen sijoittelulla ja julkisivusuunnittelulla, joilla vaikutetaan lämpöhäviöihin, päivänvaloon ja aurinkosuojaukseen. Hiilipäästöjen minimointiin vaikutetaan energiantarpeen vähentämisen lisäksi mahdollisimman vähäpäästöisillä rakennusmateriaalivalinnoilla.
2. Energiankulutusta pienennetään edelleen rakennuksen teknisillä järjestelmillä, jotka suunnitellaan mahdollisimman energiatehokkaiksi ja tarkoituksenmukaisiksi.

- Jäljelle jäänyt energiantarve katetaan mahdollisimman vähäpäästöisillä energialähteillä. Hankekohtaisesti määritetään optimaalinen kokonaisuus, jossa huomioidaan kaukolämmön ja kortteli-/rakennuskohtaisen uusiutuvan energian tehokas yhteiskäyttö.
- Rakennukset suunnitellaan siten, että ne tukevat tulevaisuuden lämpö- ja sähköverkkojen toimintaa joustavalla tehonhallinnalla.

Vaiheiden 1 (passiiviset keinot) ja 2 (aktiiviset keinot) vaikutusmahdollisuuksia on havainnollistettu esimerkkikuvassa 2. Ensin vähennetään tilojen lämmitys- ja jäähdytystarvetta. Sen jälkeen pienennetään energiankulutusta tehokkaiden taloteknisten järjestelmien avulla.



KUVA 2: PASSIIVISTEN JA AKTIIVISTEN KEINOJEN VAIKUTUKSET RAKENNUKSEN ENERGIANKULUTUKSEEN.

2.2. Vaatimukset hankkeille

Tässä osiossa käydään läpi rakennushankkeille asetettavat vaatimukset, jotka ohjaavat hankkeen elinkaariasiantuntijaa.

Elinkaariasiantuntijan päätehtävänä on ohjata hanketta niin, että kokonaisratkaisu on energiatehokkuuden, elinkaarikustannusten ja hiilijalanjäljen kannalta optimaalinen. Tehtävä koostuu monesta osatekijästä ja sen saavuttaminen edellyttää hyvää yhteistyötä hankeosapuolten välillä.

Tiivistetysti elinkaariasiantuntija:

- toimii hankkeen parhaana asiantuntijana energiatehokkuudessa, uusiutuvan energian hyödyntämisessä, olosuohdehallinnassa ja vähähiilisydessä
- vertailee vaihtoehtoisia suunnitteluratkaisuja kannattavuuden ja päästövaikutusten näkökulmasta
- ohjaa muuta suunnitteluryhmää
- varmistaa laskelmin, että asetetut energia-, hiilijalanjälki- ja olosuohdetavoitteet saavutetaan

Varsinaiset tavoitteet ja ohjeet laskemien tekoon on määritetty luvuissa 3 ja 4 sekä tavoiteasetantalomakkeessa.

Elinkaariasiantuntija vastaa seuraavien laskelmien laatimisesta ja dokumentoinnista sekä osallistuu näiden laskelmien tavoitteiden asetantaan:

- E-lukulaskelma
- Tavoite-energiankulutuslaskelma
- Hiilijalanjälkilaskelma
- Hiilikädenjälkilaskelma
- Elinkaarikustannuslaskelmat ja mahdolliset vertailuvaihtoehdot
- Uusiutuvan energian kannattavuuden ja toteutettavuuden arviointi
- Olosuohdetarkastelut
- Kysynnänjousto

2.3. Päätehtävät eri suunnitteluvaiheissa

Prosessikaavion kohdat tarkemmin sekä elinkaarisuunnittelun vaikutus suunnittelualueihin tarkemmin osiossa 3.

TAULUKKO 1 SUUNNITTELUPROSESSI JA OSAPUOLIEN KESKEISET TEHTÄVÄT

	ELINK	TILAAJA	Rakennusprosessi	ARK	LVI (+RAU)	SÄH	RAK
	<p>Projektikohtaisien lähtötietojen määrittäminen ja tavoitteiden asettaminen.</p> <p>Tavoitteiden ja suunnittelun aloituksen rajoitusten asetus suunnittelijoille.</p> <p>Työpaja hankkeen osapuolille.</p> <p>Alustavat laskelmat hankesuunnitelmaan (E-luku, tavoite-energia, hiili ja elinkaarikustannukset)</p>	<p>Asettaa tavoitteet ja ohjaa hankebudjettia</p> <p>Määrittää, kommentoi ja hyväksyy lähtötiedot</p> <p>Osallistuu työpajaan</p>	Tarveselvitys ja hankesuunnittelu	<p>Huomioi elinkaarisuunnittelun vaikutukset suunnitelmiin ja tietomalliin</p> <p>Osallistuu työpajaan</p> <p>Passiiviset suunnitteluratkaisut</p>	<p>Osallistuu työpajaan</p> <p>Määrittää alustavat järjestelmät ja rajoitteet projektille</p> <p>Kommentoi ja hyväksyy lähtötiedot</p> <p>Huomioi uusiutuvien energiaratkaisujen vaikutukset</p>	<p>Määrittää alustavat järjestelmät ja rajoitteet projektille</p> <p>Kommentoi ja hyväksyy lähtötiedot</p> <p>Huomioi uusiutuvien energiaratkaisujen vaikutukset</p>	<p>Osallistuu työpajaan</p> <p>Määrittää alustavat rajoitteet ja rakennusratkaisut</p> <p>Hiililaskentaan liittyvien tavoitteiden ja vaatimusten huomiointi ja kommentoi/hyväksyy lähtötiedot</p>
	<p>Suunnittelun ohjaaminen ja kokonaisuuden hallinta.</p> <p>Arkkitehtuuri, rakenne-, ja järjestelmäratkaisujen vaikutus energiankulutukseen, hiilijalanjälkeen elinkaarikustannuksiin, sisäolosuhteisiin ja kustannuksiin.</p> <p>Tavoitteiden vaatimat tekniset reunaehdot suunnittelualueille.</p> <p>Osapuolien aktivointi</p>	<p>Kommentoi lähtötietoja ja vaihtoehtoja</p> <p>Linjaa käytettävien ratkaisuvaihtoehtojen</p> <p>Ohjaa hankebudjettia</p>	Ehdotus - ja yleissuunnittelu	<p>Huomioi elinkaarisuunnittelun vaikutukset suunnitelmiin</p> <p>Rakennuksen päälinjojen lukitseminen</p>	<p>Kommentoi teknisten järjestelmien vaihtoehtojen toteutettavuutta ja vaikutuksia suunnitelmiin</p> <p>Toimittaa teknisten järjestelmien lähtötiedot energia- ja olosuhdelaskentaan</p>	<p>Kommentoi teknisten järjestelmien vaihtoehtojen toteutettavuutta ja vaikutuksia suunnitelmiin</p> <p>Toimittaa teknisten järjestelmien lähtötiedot energia- ja olosuhdelaskentaan</p>	<p>Toimittaa rakennetyypit</p> <p>Kommentoi teknisten järjestelmien vaihtoehtojen toteutettavuutta ja vaikutuksia suunnitelmiin</p>
	<p>Rakennusluvan energiaselvityksen tehtävät</p>	<p>Kommentoi ja linjaa käytettävät ratkaisut</p> <p>Ohjaa hankebudjettia</p>	Rakennuslupa	<p>Toimittaa lähtötiedot energiaselvitykseen</p>	<p>Toimittaa lähtötiedot energiaselvitykseen</p>	<p>Toimittaa lähtötiedot energiaselvitykseen</p>	<p>Toimittaa lähtötiedot energiaselvitykseen</p>
	<p>Alustavien laskelmien päivitys ja tavoitteidenmukaisuuden varmistaminen</p> <p>Suunnittelun seuraaminen</p>	<p>Kommentoi ja linjaa käytettävät ratkaisut</p> <p>Ohjaa hankebudjettia</p>	Toteutus suunnittelu	<p>Kommunikoi suunnitteluratkaisuja ja vaikutuksista tavoitteisiin</p>	<p>Tehomitoitus, toimivuustavoitteet</p> <p>Vaikutusten varmistaminen suunnitelmiin</p>	<p>Vaikutusten varmistaminen suunnitelmiin</p> <p>Toimivuustavoitteet</p>	<p>Vaikutusten varmistaminen suunnitelmiin</p> <p>Toimittaa hiililaskelmiin tarkat lähtötiedot</p>
	<p>Suunnitelmamuutosten varmistaminen</p>	<p>Kommentoi ja linjaa käytettävät ratkaisut</p> <p>Ohjaa hankebudjettia</p>	Rakentaminen	<p>Suunnitelmienmukaisuus ja poikkeamiin reagointi</p>	<p>Suunnitelmienmukaisuus ja poikkeamiin reagointi</p>	<p>Suunnitelmienmukaisuus ja poikkeamiin reagointi</p>	<p>Suunnitelmienmukaisuus ja poikkeamiin reagointi</p>
	<p>Energialaskelmien päivitys toteutuneen mukaisesti</p>	<p>Tilaa tiiveys- ja SFP-mittauksen</p>	Käyttöönotto	<p>Toimittaa ajantasaiset suunnitelmat elinkaarilaskelmiin</p>	<p>SFP-mittauksien tarkistus. Ajankohtaiset suunnitelmat energialaskentaan</p>	<p>Ajantasaiset suunnitelmat energialaskentaan</p>	<p>Ajantasaiset suunnitelmat energialaskentaan</p>
	<p>Kulutuksen seuranta ja vertailu laskennalliseen kulutukseen</p>	<p>Seuraa kulutusta ja reagoi poikkeamiin</p>	Takuu aika				

3. VAATIMUKSIA HANKEOSAPUOLILLE

Elinkaarisuunnittelu ei ole ainoastaan elinkaariasiantuntijan tehtävä, vaan elinkaaren kannalta paras lopputulos saavutetaan kaikkien suunnittelijoiden yhteistyöllä. Tässä osiossa on esitetty eri suunnittelualojen veloitteet elinkaarisuunnitteluun.

3.1. Tilaaja / Rakennuttaja

Tarveselvitys ja hankesuunnittelu

- Täyttää tavoiteasetantalomakkeen
- Osallistuu työpajaan
- Kommentoi ja hyväksyy lähtötiedot
- Ohjaa hankebudjettia

Ehdotus- ja yleissuunnittelu

- Kommentoi lähtötietoja ja vaihtoehtoja
- Kommentoi ratkaisuja ja linjaa käytettävän ratkaisuvaihtoehdon
- Ohjaa hankebudjettia

Toteutussuunnittelu

- Kommentoi ratkaisuja ja linjaa käytettävän ratkaisuvaihtoehdon
- Ohjaa hankebudjettia
- Rakentaminen
- Kommentoi ratkaisuja ja linjaa käytettävän ratkaisuvaihtoehdon
- Ohjaa hankebudjettia

Käyttöönotto

- Tiiveysmittauksen tilaaminen
- Tilaa IV-koneiden SFP-mittaukset

Takuuaika

- Seuraa kulutusta ja reagoi poikkeamiin

3.2. Arkkitehti / Pääsuunnittelija

Tarveselvitys ja hankesuunnittelu

- Huomioi elinkaariasiantuntijan asettamat energiatehokkuuden ja olosuhteiden reunaehdot suunnittelussa
 - Passiiviset suunnitteluratkaisut energiatehokkuuden ja olosuhteiden näkökulmasta
 - Ikkunoiden osuus, sijoittelu ja varjostukset
 - Energiatehokas geometria, massoittelu ja tilaohjelmassa määritettyjen toimintojen keskinäinen sijainti
 - Rakennuksen tilat pyritään ryhmittelemään käyttötavan mukaisesti, jotta talotekniikan tarpeenmukainen ohjaus helpottuu
 - Sijoittelu tontilla ja pienilmasto
 - Materiaalitehokkuus ja hiilivaikutus
 - Tilatehokkuus ja käyttöasteen maksimointi
 - Optimaalinen tilavaraus aurinkopaneeleille
- Kommunikoi aktiivisesti suunnitteluratkaisuista ja vaikutuksista tavoitteisiin
- Huomioi tietomallissa elinkaarisuunnittelun tarpeet (energiälaskennan ohjelmistosoveltuvuus ja hiililaskennan lähtötiedot)
- Osallistuu työpajaan
- Varmistaa suunnitelmamuutosten vaikutuksen elinkaarisuunnitteluun
- Kommentoi ja hyväksyy lähtötiedot
- Huomioi mahdollisten uusiutuvien energialähtöratkaisujen vaikutukset tilantarpeissa

Ehdotus- ja yleissuunnittelu

- Huomioi hiilijalanjälki-, energia- ja olosuhdevaatimukset suunnitelmissa
- Lukitsee päälinjat muodon, ulkovaipan, aukituksen, päätilojen ja toimintojen osalta
- Huomioi mahdollisten uusiutuvien energialähtöratkaisujen vaikutukset tilantarpeissa
- Varmistaa mahdollisten muutosten vaikutukset elinkaarisuunnitteluun

Toteutussuunnittelu

- Kommunikoi aktiivisesti suunnitteluratkaisuista ja vaikutuksista tavoitteisiin
- Varmistaa mahdollisten muutosten vaikutukset elinkaarisuunnitteluun

Rakentaminen

- Varmistaa rakentamisen suunnitelmienmukaisuuden ja reagoi poikkeamiin

Käyttöönotto

- Toimittaa ajantasaiset ARK-suunnitelmat elinkaariasiantuntijalle ja raportoi tiedossa olevat elinkaarisuunnitteluun vaikuttavat muutokset

3.3. LVIA-suunnittelu

Tarveselvitys ja hankesuunnittelu

- Osallistuu työpajaan
- Määrittää alustavat järjestelmät ja rajoitteet projektille
- Osallistuu tarvittaessa hankebudjetin laadintaan tekniikka-alansa osalta
- Kommentoi ja hyväksyy lähtötiedot
- Huomioi mahdollisten uusiutuvien energiaratkaisujen vaikutukset:
 - Teknisten tilojen tilavaraukset
 - Kytkenät ja toimintaperiaate
 - Energiakaivojen sijoittelu
 - Lämmönluovutusjärjestelmä ja lämpötilatasot
 - Akustiikka (äänilähteiden sijoittelu ja äänitaso)
 - Sääolosuhteet (mahdollisen ulkoyksikön sijoittelu ja maavara)

Ehdotus- ja yleissuunnittelu

- Kommentoi teknisten järjestelmien vaihtoehtojen toteutettavuutta
- Huomioi tarpeen mukaan uusiutuvan energian tuottamisen suunnitelmiin
- Toimittaa teknisten järjestelmien suunnitteluhetken mukaiset lähtötiedot energia- ja olosuhdelaskentaan:
 - IV-koneajot ja palvelualueet sekä laiteluettelo
 - Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien toteutus ja lämpötilatasot
 - Tehomitoitukset (lämmitys- ja jäähdytys)
 - Tilatyypikohtaiset ilmamäärät

Toteutussuunnittelu

- Varmentaa suunnitelmamuutosten vaikutuksen elinkaarisuunnitteluun
- Vastaa tehomitoituksista energia- ja olosuhdelaskentaan (lämmitys- ja jäähdytys)
- Määrittää suunnitelmiin järjestelmien toimivuustavoitteet ja -takuun (uusiutuvan energian järjestelmät)
- Käyttää alalla hyväksi havaittuja ja tarkoituksenmukaisia suunnitteluratkaisuja
- Huomioi mittarointisuunnitelmassa energiavaatimukset

Rakentaminen

- Varmistaa rakentamisen suunnitelmien mukaisuuden ja reagoi poikkeamiin

Käyttöönotto

- Raportoi tiedossa olevat elinkaarisuunnitteluun vaikuttavat muutokset
- Tarkistaa ilmanvaihtojärjestelmän SFP-mittausten tulokset
- Toimittaa ajankohtaiset suunnitelmat elinkaariasiantuntijalle
 - Laitteistojen koneajot ja laiteluettelo
 - Ilmamäärät

- Varmistaa järjestelmien toiminnan toimivuustakuun mukaisesti (uusiutuvan energian järjestelmät)

3.4. Sähkösuunnittelu

Tarveselvitys ja hankesuunnittelu

- Osallistuu työpajaan
- Määrittää alustavat järjestelmät ja rajoitteet projektille
- Osallistuu tarvittaessa hankebudjetin laadintaan tekniikka-alansa osalta
- Kommentoi ja hyväksyy lähtötiedot
- Huomioi mahdollisten uusiutuvien energiaratkaisujen vaikutukset
- Määrittää tarvittavat tilavaraukset

Ehdotus- ja yleissuunnittelu

- Laatii alustavat teknisten järjestelmäratkaisut ja huomioi muiden suunnittelualojen vaikutukset
- Kommentoi teknisten järjestelmien vaihtoehtojen toteutettavuutta
- Toimittaa teknisten järjestelmien lähtötiedot energia- ja olosuhdelaskentaan
 - Valaistustehot ja ohjaustapa tilatyypeittäin
 - Kiinteistön sähkölaitteiden tehot ja käyttöajat
- Varmentaa mahdollisten muutosten vaikutukset suunnitelmiin

Toteutussuunnittelu

- Varmentaa suunnitelmamuutosten vaikutuksen elinkaarisuunnitteluun
- Määrittää suunnitelmiin järjestelmien toimivuustavoitteet ja -takuun (uusiutuvan energian järjestelmät)
- Käyttää alalla hyväksi havaittuja ja tarkoituksenmukaisia suunnitteluratkaisuja
- Huomioi mittarointisuunnitelmassa energiavaatimukset

Rakentaminen

- Varmistaa rakentamisen suunnitelmienmukaisuuden ja reagoi poikkeamiin

Käyttöönotto

- Raportoi tiedossa olevat elinkaarisuunnitteluun vaikuttavat muutokset
- Toimittaa ajankohtaiset suunnitelmat elinkaariasiantuntijalle
 - Valaistuksen tehontiheys ja ohjaustavat
 - Uusiutuvien energijärjestelmien tiedot
 - Kiinteistön sähkölaitteiden tehot
- Varmistaa järjestelmien toiminnan toimivuustakuun mukaisesti (uusiutuvan energian järjestelmät)

3.5. Rakennesuunnittelu

Tarveselvitys ja hankesuunnittelu

- Osallistuu työpajaan
- Määrittää alustavat rajoitteet rakenneratkaisuille ja projektille
- Osallistuu tarvittaessa hankebudjetin laadintaan tekniikka-alansa osalta
- Huomioi hiililaskentaan liittyvät tavoitteet ja vaatimukset
- Kommentoi ja hyväksyy lähtötiedot

Ehdotus- ja yleissuunnittelu

- Toimittaa rakennetyypit energialaskentaan
- Toimittaa hiililaskelmiin liittyvät lähtötiedot
- Kommentoi teknisten järjestelmien vaihtoehtojen toteutettavuutta
- Varmentaa mahdollisten muutosten vaikutukset suunnitelmiin

Toteutussuunnittelu

- Varmentaa mahdollisten muutosten vaikutukset suunnitelmiin
- Toimittaa hiililaskelmiin liittyvät tarkennukset ja muutokset
- Toimittaa hiililaskelmiin ajantasaisen tietomallin
- Käyttää alalla hyväksi havaittuja ja tarkoituksenmukaisia suunnitteluratkaisuja.

Rakentaminen

- Varmistaa rakentamisen suunnitelmienmukaisuuden ja reagoi poikkeamiin
- Toimittaa ja varmentaa hiililaskelmiin liittyvät lähtötiedot

Käyttöönotto

- Raportoi tiedossa olevat elinkaarisuunnitteluun vaikuttavat muutokset
- Toimittaa ajantasaiset suunnitelmat ja rakennetyypit elinkaariasiantuntijalle

4. OHJEITA LASKELMIEN SUORITTAMISEEN

Tässä osiossa annetaan ohjeet, miten rakennushankkeessa tehtävät laskelmat tulee suorittaa ja mitä velvoitteita niihin liittyy. Ohjeet toimivat erityisesti työkaluna rakennushankkeen elinkaariasiantuntijalle.

Projektille asetetut kohdekohtaiset tavoitteet on esitetty tavoiteasetantalomakkeessa.

4.1. Työpaja ja lähtötiedot

Hankesuunnitteluvaiheessa järjestetään elinkaarisuunnittelutyöpaja. Työpajassa käydään läpi projektin tavoitteet, keskeiset lähtötiedot ja tavoitteiden täyttymisen edellytykset. Työpajaan osallistuvat kaikki suunnittelijaosapuolet.

Työpajassa käsitellään vähintään seuraavat asiat:

- Elinkaarisuunnittelun tavoitteet ja tavoitteen täyttymisen edellytykset projektille sekä vaikutus muihin suunnittelualueisiin
- Projektissa käytettävät lähtötiedot tilatyypikohtaisesti
- Passiiviset energiansäästötavat ja olosuhteiden hallinta
- Uusiutuvien energioiden käyttömahdollisuudet ja vaikutukset muihin suunnittelualueisiin
- Hiilijalanjalan tavoitteet ja vaikutukset muihin suunnittelualueisiin
- Laadittavat elinkaarikustannusvertailut

Projektin lähtötiedot kirjataan (työpajamuistio) ja hyväksytetään hankkeen suunnittelijaosapuolilla. Lähtötietoja täydennetään/päivitetään aktiivisesti suunnittelun edetessä, mikäli niihin tulee muutoksia.

4.2. E-lukulaskelmat ja energiaselvitys¹

Energiaselvitys ja sen sisältämä E-lukulaskelma laaditaan rakennuslupavaiheessa rakennusvalvonnalle rakennuksen määräystenmukaisuuden osoittamiseksi. E-luku on energiatehokkuuden vertailuluku. E-luku on energiamuotokertoimilla painotettu rakennuksen vakioituun käyttöön perustuva ostoenergiankulutus lämmitettyä nettoalaa kohden.

¹ Rakentamismääräykset, energiatehokkuus, asetukset ja ohjeet: <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>

Energiaselvityksen liitteeksi laaditaan energiatodistus rakentamismääräysten² vaatimusten mukaan.

Määräystenmukaisuuden todentamisen lisäksi E-lukulaskelmalla varmistetaan projektikohtaisen tavoitteen täytyminen. Hankkeen alkuvaiheessa laaditun E-luvun perusteella määritetään hankkeelle reunaehdot, joilla E-lukutavoite täytetään ja varmistetaan muiden suunnittelualojen edellytykset hankkeen tavoitteidenmukaisuudelle. Hankkeen suunnittelun reunaehdot ja tavoiteasetantalomakkeen tavoitteet käydään projektiryhmän kanssa läpi työpajassa.

Vaatimusten ja tavoitteiden saavuttamisen varmistamiseksi E-lukulaskelmat tehdään ja dokumentoidaan hankesuunnitteluvaiheesta eteenpäin tarvittaessa joka vaiheessa.

- Alustava laskelma tarveselvitys- ja/tai hankesuunnitteluvaiheessa
- Ehdotus- ja yleissuunnitteluvaiheessa laskelman päivitys rakennuslupaa varten
- E-lukuvaatimuksen täyttymisen varmentaminen rakentamisen aikana
- Energiaselvityksen ja E-lukulaskelman päivitys käyttöönottovaiheessa

E-luku lasketaan kaikissa kohteissa perustuen rakennuksen pääasiallisen käyttötarkoituksen vakioituun käyttöön asetuksen 1010/2017³ mukaisesti. Rakennuksen on täytettävä käyttötarkoitukseluokalle asetetut vaatimukset. Vaatimus koskee myös luokkaan 9 kuuluvia muita rakennuksia. Esimerkiksi siirtokelpoinen rakennus, jota käytetään opetusrakennuksena, tulee laskea E-luvun osalta opetusrakennuksena. Lisäksi kohteille, joita ei koske energiatodistusvelvoite, tulee laatia energiatodistus tai esittää E-lukulaskelman tulokset energiatodistuksen muodossa.

Rakentamisaikana tapahtuvat muutokset, kuten urakoitsijan laitevalinnat, tulee kirjallisesti varmentaa, jotta laiteratkaisu tai -tyyppi vastaa suunniteltua energiatehokkuutta.

Käyttöönottovaiheessa energiaselvitykseen ja -todistukseen päivitetään rakennusaikana tapahtuneet muutokset rakenteissa, teknisissä järjestelmissä ja arkkitehtuurissa. Lisäksi laskentaan päivitetään käyttöönottovaiheessa tehdyt mittaustulokset.

- Rakennuksen ilmanvaihtokoneiden SFP-luvut mitataan ja lasketaan Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP-oppaan⁴ mukaisesti.
- Ilmatiiveys mitataan käyttöönottovaiheessa pätevyityneen mittaajan toimesta. Tiiveysmittaus tulee suorittaa standardin ISO 9972:2015⁵ mukaisesti 50 Pa paine-erolla ulkoilmaan verrattuna.

² Laki rakennuksen energiatodistuksesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130050>

³ Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>

⁴ Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP-opas: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/LVI%2030-10529>

⁵ Standardi: <https://www.iso.org/standard/55718.html>

4.3. Tavoite-energiälaskelma

Tavoite rakennuksen energiankulutukselle määritetään hankkeen alkuvaiheessa tehdyn tavoite-energiankulutuslaskelman pohjalta yhteistyössä tilaajan kanssa. Projektikohtainen tavoite asetetaan tavoiteasetantalomakkeella.

Hankkeessa tehtävät kannattavuus- ja toteutettavuustarkastelut pohjautuvat ajantasaiseen tavoite-energiankulutuslaskelmaan. Alustava tavoite-energiakulutuslaskelma tehdään ensimmäisen kerran viimeistään hankesuunnitteluvaiheessa ja laskelmia päivitetään suunnitteluratkaisujen tarkentuessa. Laskennan vaaditut vaiheet:

- Alustava arvio hankesuunnitteluvaiheessa
- Päivitys toteutussuunnitteluvaiheessa
- Päivitys käyttöönottovaiheessa

Raportoinnissa tulee käydä ilmi eri suunnitteluvaiheiden laskelmien tulokset ja niissä tapahtuneet muutokset analysoinnin ja perusteluiden kera. Tarkkuutena laskelmissa käytetään 1 MWh tai 1 kWh/m² tai 0,1 kWh/m³, mutta kuitenkin siten, että ei voida ylittää lähtötietojen tarkkuutta.

Laskennassa käytettävät lähtötiedot dokumentoidaan sekä käydään tilaajan ja suunnittelijoiden kanssa läpi. Lähtötiedoissa tulee olla näkyvissä tilatyypikohtaisten arvojen lisäksi käytetyt teknisten järjestelmien lähtötiedot, käyttöajat ja -profiilit. Kohteen todelliseen käyttöön perustuva vuosaikataulu tulee olla rakennuksen käyttöä kuvaava ja esitetty lähtötietona lomakaudet huomioiden. Tilatyyppien käyttöasteina ja -aikoina käytetään liitteen 2 Finvacin tilatyyppien tavoitearvotaulukon⁶ mukaisia lämpökuormia, käyttöaikoja ja -asteita, jollei tilan käytöstä tai lämpökuormista ole tarkempaa tietoa. Käyttöasteet tulee olla olosuhdesimulointeja vastaavat.

Tavoite-energiälaskenta tulee laatia rakennuksen todellista kulutusta kuvaavalla mallinnuslaajuudella dynaamisella laskentamenetelmällä. Mallinnustaso voi olla tilakohtaista mallia karkeampi, jos voidaan varmistua, että tilojen yhdistämisellä tai pois jättämisellä ei ole merkittävää vaikutusta tuloksiin.

Rakennuksen energiantarvetta arvioitaessa tulee esittää herkkyystarkasteluna rakennuksen todellisen käytön vaihtelun vaikutus energiankulutukseen. Tällaisia ovat esimerkiksi käsikäyttöiset auringonsuojausratkaisut, tilakohtaiset olosuhteiden ohjausmahdollisuudet ja käyttäjän laitteiden lämpökuormat sekä tilojen käyttöaste ja -aika. Vertailutapauksia voi olla esimerkiksi:

⁶ Finvac tilojen tavoitearvotaulukko 4.2.2014

- Sälekaihtimet kiinni / auki / auki auringon säteilyn mukaan
- Tilakohtaiset asetuslämpötilat ohjauksen min. / max. asennoissa
- Tilojen laite- ja henkilökuormien käyttöaste: vajaa käyttöaste / käyttöprofiili / täysi käyttöaste
- Ilmanvaihdon käyttöajan päiväkäyttö / iltakäyttö / jatkuva käyttö

Tarkastelujen lukumäärä ja hankkeelle soveltuvat herkkyystarkastelut ja niiden mahdolliset yhdistelmät sovitaan projektikohtaisesti.

Tulokset tulee esittää kuukausikohtaisesti eriteltynä energiantarpeeseen ja ostoenergiankulutukseen. Kuukausitason ostoenergiankulutus tulee jaotella sähköön, kaukolämpöön ja -jäähdytykseen. Energiatarpeen kulutuksen jaottelu tulee vastata kohteelle laadittua mittarointisuunnitelmaa.

Uusiutuvien energioiden arvioitu tuotanto ja hyödyksi käytetty osuus tulee esittää raportoinnissa järjestelmäkohtaisesti kuukausitasolla. Lisäksi esitetään rakennuksessa hyödyksi käytettävän uusiutuvan energian prosentuaalinen osuus rakennuksen kokonaisenergiantarpeesta (omavaraisuusaste).

Tulokset tulee normeerata kuukausitasolla Tampereen normaalivuodelle⁷. Normeerauksella saadaan eri ajanjaksojen kulutukset keskenään vertailukelpoisiksi, huomioiden eri ajanjaksoina toteutunut ulkolämpötila. Korjaus tehdään käyttämällä Ilmatieteenlaitoksen kuukausittain eri vertailupaikkakunnille julkaisemia lämmitystarvelukuja.

Käyttöönottovaiheessa laskennan tulokset eritellään siten, että se tukee rakennuksen käyttöä ja ylläpitoa.

4.4. Hiilijalanjälki

Hiilijalanjälkilaskelma esittää kaikki rakennushankkeen elinkaaren ilmastovaikutukset hiilidioksidiekvivalentteina, eli kuin ne olisivat hiilidioksidipäästöjä. Elinkaaren hiilijalanjälki kattaa ilmastopäästöt tuotteiden valmistuksesta, rakentamisesta, rakennuksen käytöstä ja rakennuksen purusta. Tavoite rakennuksen hiilijalanjäljelle asetetaan tarveselvitysvaiheessa tehtävän ensimmäisen hiilijalanjälkiarvioinnin pohjalta. Projektikohtainen tavoite asetetaan tavoiteasetantalomakkeella.

Hiilijalanjälki arvioidaan ympäristöministeriön vähähiilisyden arviointimenetelmän⁸ mukaisesti. Lisätietona ilmoitetaan alueellisiin päästötietoihin pohjautuva hiilijalanjälki käyttäen

⁷ Kulutukset normitus: https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energiankaytto/kulutuksen_normitus

⁸ Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161761>

energiamuotojen päästökertoimina paikallisen energiayhtiön Tampereen Sähkölaitoksen päästökertoimia kaukolämmölle ja -jäähdytykselle.

Hiilijalanjälkilaskennan tarkempi ohjeistus on esitetty erillisessä dokumentissa "Ohje elinkaaren hiilijalan- ja hiilikädenjäljen laskemiseen sekä tulosten raportointiin Tampereen kaupungin rakennushankkeissa"⁹.

Elinkaariasiantuntijan tulee ehdottaa hankkeelle vähähiilisiä vaihtoehtoja elinkaarikustannukset huomioiden. Vaihtoehtoisten ratkaisujen osalta laaditaan elinkaaren hiilijalanjäljen vertailu ja päätöksenteossa huomioidaan ratkaisujen vaikutus hiilijalanjälkeen. Yksittäisille tuotteille määritetään tarpeen mukaan rakennusosa/järjestelmä/tuotekohtainen hiilivaatimus suunnitelmiin, mikäli tavoitteiden täyttyminen niin vaatii.

4.5. Olosuhteet

Viihtyisät ja terveelliset olosuhteet ovat merkittävä osa rakennuksen suunnittelua. Huonelämpötilojen hallinnan suunnittelulla varmistetaan optimaaliset lämpötilat rakennuksen käyttöaikana, kuitenkin välttämättä turhaa energiankulutusta.

Rakennuksen tulee täyttää rakentamismääräysten vaatimukset uudelle rakennukselle asetusten 1010/2017³ ja 1009/2017¹⁰ mukaisesti. Määräystenmukaisuuden osoittaminen tehdään kesäajan huonelämpötilan vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen -oppaan¹¹ mukaisesti.

Määräystenmukaisuuden osoittamisen lisäksi rakennuksen oleskelutilojen todellisen käytön olosuhteita arvioidaan aina projektissa erikseen sovitulla suunnittelun lähtökohtana olevilla lähtötiedoilla. Lisäksi vaatimusten täyttyminen todennetaan myös tulevaisuuden säällä.

Projektikohtaiset tavoitteet on esitetty tavoiteasetantalomakkeessa.

Olosuhdesimuloinnit laaditaan ensimmäisen kerran projektin alkuvaiheessa ja tulosten perusteella ohjataan rakennuksen suunnittelua täyttämään rakentamismääräysten vaatimukset sekä projektikohtaiset tavoitteet.

⁹ Tilapalveluiden materiaalipankki: <https://tampereentilapalvelut.fi/materiaalipankki/>

¹⁰ Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>

¹¹ Kesäajan huonelämpötilan vaatimuksenmukaisuuden osoittaminen: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/D3-kesaajan-lampotilojen-laskentaopas-\(syyskuu-2012\)-7B8D0893_4715_4FD1_B685_D2B71D6A6559-31274.pdf/5483a775-be11-908e-8b88-a509f40b7706/D3-kesaajan-lampotilojen-laskentaopas-\(syyskuu-2012\)-7B8D0893_4715_4FD1_B685_D2B71D6A6559-31274.pdf?t=1603260237052](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/D3-kesaajan-lampotilojen-laskentaopas-(syyskuu-2012)-7B8D0893_4715_4FD1_B685_D2B71D6A6559-31274.pdf/5483a775-be11-908e-8b88-a509f40b7706/D3-kesaajan-lampotilojen-laskentaopas-(syyskuu-2012)-7B8D0893_4715_4FD1_B685_D2B71D6A6559-31274.pdf?t=1603260237052)

Olosuhdelaskennat laaditaan jokaisessa suunnitteluvaiheessa seuraavasti:

- Tarveselvitysvaihe
- Hankesuunnittelu
- Ehdotus- ja yleissuunnittelu
- Toteutussuunnittelu

Rakentamisvaiheessa mahdollisesti tapahtuvat muutokset varmennetaan laskelmin ja poikkeamiin puututaan.

Tarkkuutena laskelmissa käytetään 0,1 °C tai 1 °Ch (astetunti).

Olosuhteiden määräystenmukaisuus ja projektikohtainen vaatimusten täyttyminen tulee osoittaa dynaamisella laskentatyökälulla, joka huomioi rakenteiden lämmönvarauksen lisäksi ulkopuolisen varjostuksen vaikutukset, viereisten rakennusten ja ympäristön varjostavan vaikutuksen ja lämmönsiirron eri tilojen välillä. Mallinnus tulee suorittaa vähintään kriittiseksi arvioituille tyyppitiloille myös viereiset tilat huomioiden, joilla on vaikutusta tarkasteltavien tilojen lämpötiloihin. Tarkasteluissa tulee huomioida myös matalan käyttöasteen tilat, joilla on vaikutus tarkasteltaviin oleskelutiloihin. Näitä ovat esimerkiksi suurilla ikkunapinnoilla varustetut porrashuoneet ja aulatilat.

Määräystenmukaisuuden osoittaminen energiaselvitykseen

Laskennallinen kesäajan huonelämpötilan määräystenmukaisuus osoitetaan energiaselvityksen liitteeksi tehtävällä kesäajan astetuntitarkastelulla. Astetuntitarkastelussa todennetaan, ettei oleskelutilan jäädytysrajan ylittävä lämpötilan ja ajan tulo ylitä kesäjaksolla yli 150 astetuntia. Astetunti kuvaa lämpötilan ja ajan tuloa. Esimerkiksi kahden asteen ylitys viiden tunnin ajan on yhtä kuin 10 astetuntia (°Ch). Käyttötarkoituksen mukaiset jäädytysrajat on esitetty asetuksessa 1010/2017³.

Astetuntivaatimusten täyttyminen tarkastellaan ja todennetaan myös astetuntitarkastelua vastaavalla säävyöhykkeen tulevaisuuden säätiedostolla TRY2030¹².

Kesälämpötilan hallinta ja olosuhteet

Kesälämpötilan hallinnan ja todellisten olosuhteiden varmentamiseksi projektissa tulee tehdä asetuksen 1009/2017⁹ mukainen lämpötilan suunnitteluarvojen toteutumisen varmistava

¹² Energialaskennan testivuodet: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/energielaskenta-try2020>

huonelämpötilan tarkastelu. Lisäksi projektin tavoitteista riippuen tulee tarkastella sisäilmastoluokituksen¹³ mukainen operatiivisen lämpötilan pysyvyyštarkastelu.

Astetuntitarkastelusta poiketen todellisen käytön lämpötilojen hallinnan tarkastelut tehdään suunnittelun lähtötietoina olevilla lämpökuormilla ja käytöllä. Lisäksi laskelmassa käytetään rakennuspaikkakunnalle sopivia säätietoja ja sijaintitietoja. Olosuhteiden tavoitteet ja käytettävät lähtötiedot tulee määrittää hankkeen alkuvaiheessa projektin osapuolien kanssa yhteistyössä määritetyillä käyttöasteilla ja -ajoilla. Jos tarkempaa tietoa ei ole saatavilla käytetään liitteen 2 Finvacin tilatyypin tavoitearvotaulukon⁶ mukaisia lämpökuormia, käyttöasteita ja -aikoja. Olosuhtetarkastelut laaditaan keskittyen rakennuksen todelliseen käyttöaikaan, jossa huomioidaan esimerkiksi koulurakennuksissa kesälomat projektikohtaisesti sovitun käytön mukaisesti.

Tilojen käyttöä tulee kuvata realistisesti niin, että suunniteltu käyttöhetken mukaan vaihteleva käyttöprofiili vastaa suunniteltua käyttöastetta keskimääräisesti ja tilassa on myös vähintään tunnin täysi kuormitus tarkastelupäivän aikana. Todellista käyttöä kuvaavassa olosuhdemallinnuksessa ei tule käyttää käyttöaikana tasaista lämpökuormien käyttöprofiilia. Ehdotetut käyttöprofiilit dokumentoidaan ja poikkeamat lähtötietojen käyttöasteissa sovitaan projektikohtaisesti.

Lämpöolosuhteiden lisäksi tarkastelussa tarkastellaan sisäilman laadun (CO₂) tavoitteiden täyttyminen projektikohtaisten tavoitteiden mukaisesti.

Todellisen käytön lämpötilojen tulee myös täyttää tavoitteet rakennuspaikkakunnalle sopivalla tulevaisuuden säätiedostolla TRY2030¹².

4.6. Elinkaarikustannukset

Elinkaarikustannuslaskentaa tehdään pääsääntöisesti rakennusosalle/järjestelmälle eri vaihtoehtojen vertailtavuuden ja päätöksenteon tueksi ottaen investoinnin lisäksi huomioon sen vaaditun tai suunnitellun käyttöiän aikana muodostuvat käyttökustannukset. Vaihtoehtoisesti voidaan myös laskea koko rakennuksen elinkaarikustannukset investoinnista purkukustannuksiin asti.

¹³ Sisäilmastoluokitus 2018: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2007-11299>

Elinkaarikustannuslaskennan yleiset ohjeet

Elinkaarikustannuslaskennan tukena käytetään pääsääntöisesti dokumentissa Rakennusten elinkaarimittarit 2013¹⁴ - dokumentissa esitettyjä ohjeita, joita on koottu alle kuitenkin muutamin poikkeuksin.

- Laskelmat tehdään käyttäen nettonykyarvomenetelmää, jossa kustannukset on diskontattu nykyhetkeen
- Diskonttauskorko eli sisäinen korko 3,00 %¹³
- Tarkkuustaso 1 000 € kuitenkin siten, että ei voi ylittää lähtötietojen tarkkuutta¹³
- Kaikki hinnat alv 0 %
- Laskelmissa huomioidaan kaikki valitulle tarkastelujaksolle tulevat kustannukset kuten investointi-, energia-, uusimis-, käyttö- ja ylläpitokustannukset.
- Kustannukset jaksotetaan rakennuksen/rakennusosan elinkaarelle kuitenkin siten, että isommat uusimis-/korjauskustannukset pyritään jaksottamaan oikeille vuosille. Vähäiset uusimiskustannukset voidaan jaksottaa tasan tarkastelujaksolle.
- Investointikustannuksissa huomioidaan rakennusosa-/järjestelmä-/rakennusinvestointi sisältäen suunnittelu- ja rakennuttamiskustannukset sekä myös tilakustannukset, mikäli vaihtoehtoinen järjestelmä vaatii esim. isomman teknisen tilan.
- Energiahinnan eskalaatio 4,60 %/vuosi³. Tarvittaessa voidaan myös käyttää eri energiahinnan nousua eri energialähteille (esim. sähkö ja kaukolämpö), mikäli perusteltavissa. Käytettäessä eri korkoja, on se sovittava tilaajan kanssa ennen laskelmien aloittamista.
- Sähkötalokustannukset (energia, siirto, kuukausimaksut, liittymäkustannukset) Tampereen Sähkölaitoksen voimassa olevan julkisen hinnaston mukaisesti. Huomioitava eri liittymäkokojen välillä liittymäkustannusten lisäksi sähkön kuukausimaksujen muutos.
- Kaukolämpökustannukset (energia, kuukausimaksut, liittymäkustannukset) Tampereen Sähkölaitoksen voimassa olevan julkisen hinnaston mukaisesti.
- Kaukojäähdytyskustannukset (energia, kuukausimaksut, liittymäkustannukset) Tampereen Sähkölaitoksen voimassa olevan julkisen hinnaston mukaisesti.
- Vesi- ja jätevesikustannukset Tampereen Veden voimassa olevan julkisen hinnaston mukaisesti.
- Huolto- ja ylläpitokustannusten hinnan nousu vuositason 2,00 %
- Energiakustannusten määrittämisessä pyritään hyödyntämään mahdollisen tavoite-energiakustannuslaskelman kulutuksia tai vastaavan kohteen toteutuneita kulutuksia.

Laskelmien osalta esitetään myös herkkyystarkasteluna suora takaisinmaksuaika ilman diskonttauskorkoa (reaaliarvo) ja vuosittaisia kustannusmuutoksia. Mahdollisissa energiatukihakemuksissa on käytettävä suoraa takaisinmaksuaikaa huomioiden vain investointikustannus ja vuosittainen energiansäästö.

¹⁴ Rakennuksen elinkaarimittarit 2013: https://figbc.fi/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/Rakennusten_elinkaarimittarit_2013.pdf

Lisätietoina laskelmien yhteydessä esitetään käytön hiilijalanjälkivaikutus ja investoinnin sisäisen pääoman tuotto eli IRR-%. Pääoman tuotto esitetään vain, jos laskennassa on useampia vaihtoehtoja.

Rakennusosan/järjestelmän elinkaarikustannuslaskenta

Tarkastelujaksona pyritään käyttämään rakennusosan/järjestelmän vaadittua tai suunniteltua käyttöikää siten, että tarkastelujaksolla rakennusosaa/järjestelmää ei ole tarve uusida täysin. Erilaisia teknisiä käyttöikätaivoitteita on esitetty esimerkiksi KH-kortti 90–00403 Tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot¹⁵.

Koko rakennuksen elinkaarikustannuslaskenta

Koko rakennuksen elinkaarikustannuslaskennan osalta tarkastelujaksona käytetään joko 50 vuotta tai 100 vuotta. Rakennukset suunnitellaan yleensä min. 50 vuoden tekniselle käyttöiälle, jolloin 50 vuoden tarkastelujaksoa käytettäessä ei ole tarve huomioida purkukustannuksia. Koko rakennuksen elinkaarikustannuksia laskettaessa noudatetaan Rakennusten elinkaarimittarit 2013-ohjeen¹³ luku 8. Elinkaaren vaiheina voidaan käyttää luvussa 8.3 esitettyjä rakennuksen käyttöiän vaiheita.

Yksittäisiä kustannustekijöitä voidaan jättää pois laskennasta, mikäli näin yhteisesti sovitaan. Tällaisia ovat esimerkiksi:

- Tontin vuokra
- Vakuutukset
- Kiinteistövero
- Toiminnallisista muutoksista johtuvat kustannukset
- Jäännösarvo

4.7. Monitavoiteoptimointi

Monitavoiteoptimoinnin tekeminen päätetään kohdekohtaisesti tavoiteasetantalomakkeella. Monitavoiteoptimoinnin tavoitteena on löytää valittujen muuttujien osalta optimaalinen kokonaisuus rakennushankkeen tavoitteiden täyttämiseksi. Monitavoiteoptimointi toimii työkaluna erityisesti hankesuunnitteluvaiheessa, kun haetaan keinoja päästä kustannustehokkaasti pieniin elinkaarikustannuksiin ja pyritään minimoimaan rakennushankkeen hiilijalanjälki.

¹⁵ Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2018-10922>

Monitavoiteoptimoinnissa rakennuksesta luodaan energiasimulointimalli, johon mallinnetaan rakenteet, talotekniikka ja käyttöprofiilit. Optimointialgoritmin avulla muutellaan valittuja muuttujia, joiden joukosta optimaaliset ratkaisut halutaan löytää. Tuloksena on tuhansia laskettuja kokonaisratkaisuja, joista voidaan valita parhaiten tavoitteet täyttävä ratkaisu.

Muuttujat valitaan tapauskohtaisesti. Niitä voivat olla esimerkiksi rakenteiden U-arvot, ilmanvaihdon LTO, lämmitysjärjestelmä, jäähdytysjärjestelmä ja uusiutuvat energiaratkaisut. Moni-tavoiteoptimointi tulee suorittaa rakennusten energiasimulointiin tarkoitettulla dynaamisella simulointityökalulla sekä Aalto-yliopiston ja VTT:n kehittämällä MOBO-työkalulla tai vastaavalla. Muuttujia ei tarkastella yksittäisenä, vaan rinnakkaisvaikutus tulee huomioida (esim. paremman ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vaikutus lämmöntuottojärjestelmän tehoon ja hintaan sekä kaukolämmön liittymä- ja perusmaksuihin).

4.8. Ympäristöluokitukset

Ympäristöluokituksia ei lähtökohtaisesti käytetä rakennushankkeiden suunnittelun ohjauksessa. Tilapalveluiden rakennushankkeissa ympäristövastuullisuus otetaan huomioon ensisijaisesti omien suunnitteluohjeiden avulla.

Ympäristösertifioinneilla voidaan tarvittaessa varmistaa, että kestävän kehityksen mukainen ajattelu otetaan huomioon koko rakennusprojektin ajan. Lisäksi ne ovat työkaluja kiinteistöjen ympäristötehokkuuden mittaamiseen, todentamiseen ja vertailtavuuden mahdollistamiseen. Keskeisimpiä sertifiointijärjestelmiä ovat LEED, BREAAAM, Joutsenmerkki ja RTS-luokitus. Mainituista sertifiointijärjestelmistä esim. RTS-luokitusta voidaan käyttää myös laadunvarmistuksen työkaluna.

4.9. Kysyntäjousto

Kysynnänjousto voidaan hyödyntää sähkön ja kaukolämmön osalta.

Asetuksen 1010/2017³ §32 mukaisesti suunnittelussa on otettava huomioon mahdollisuuksia sähkön huipputehon tarpeen pienentämiseksi ja sähkötehon ohjattavuuden parantamiseksi. Sähkön kysynnänjousto voidaan tehdä molempiin suuntiin eli voidaan lisätä tai vähentää kiinteistön sähkökuormaa. Sähkön kysynnänjouston avulla saavutettavat ansaintamahdollisuudet ovat parhaimmillaan merkittävä tulonlähde.

Kaukolämmön osalta kysynnänjousto on lähinnä kulutuksen leikkaamista, mutta kaksisuuntainen kaukolämpö on myös mahdollista. Tällöin rakennuksen hukkalämpöjä siirretään kaukolämpöverkostoon jaettavaksi suoraan tai lämpöpumppujen avulla.

Sähkön kysynnänjousto

Sähkön kysynnänjousto on Suomen sähköverkkomarkkinoilla tapahtuvaa toimintaa, jota hallinnoi Fingrid. Sähkön kysynnänjoustop tarkoituksena on pyrkiä pitämään sähköverkko tasapainotilanteessa tuotannon ja kulutuksen osalta. Sähköverkko on tasapainossa, kun sähköverkon taajuus on 50 Hz. Kysynnänjoustolla on nykyään ja erityisesti tulevaisuudessa suuri merkitys sähköverkon vakauttamiseen, koska säädettävää lauhde- ja hiilivoimaa poistetaan käytöstä ja tilalle tulee vaikeammin ennustettavaa ja säädettävää aurinko- ja tuulivoimaa. Myös liikenteen sähköistyminen tuo haasteita tehotasapainon saavuttamiseksi. Kysynnänjousto vähentää tarvetta käyttää saastuttavampia vara- ja huippuvoimaloita sekä vähentää sähkönenergian maahantuontia.

Kiinteistön sähkökuormat, kuormien käyttöprofiilit ja kuormien ohjattavuus automaatiojärjestelmän kautta määrittävät soveltuvuuden kysynnänjoustop. Kysynnänjoustop toteuttaminen kiinteistössä yksinkertaistuu, kun kiinteistön kuormat ovat ohjattavissa yhden automaatiojärjestelmän kautta. Sähkökuormien määrä ja ohjauksen reagoitinopeus määrittävät soveltuvuuden eri kysynnänjoustopmarkkinapaikoille. Sähkökuormien vuositason pysyvyyden ja kuormanohjauksen suunnan (ylös/alas) eri markkinapaikoilla saadaan tutkimalla sähkökuormien käyttöprofiilia kiinteistössä.

Kysynnänjousto soveltuu kiinteistöön, jos se tuo tuottoja vaikuttamatta heikentävästi kiinteistön prosesseihin tai olosuhteisiin. Erityisen hyvin soveltuvia kuormia kiinteistöissä ovat käyttöprofiililtaan suurimman ajan puoliteholla käyvät laitteet, jolloin joustoa voi tarjota molempiin suuntiin. Myös hyvin merkittävän suuruiset kuormat, joita voi ohjata kokonaan päälle tai pois voivat soveltua monille markkinapaikoille. Tämän tyyppisiä kuormia ovat esimerkiksi ilmanvaihtokoneet, valaistus, vedenjäähdytyskoneet, lämpöpumput, varavoimakoneet ja akustot.

Akustot ovat erityisen toimivia kohteita osana joustoa, koska niiden käyttö on symmetristä, ohjaus välitöntä ja akuston käyttö ei lähtökohtaisesti vaikuta kiinteistön prosesseihin tai olosuhteisiin. Akustot voivat toimia myös kiinteistön huipputehoa tasoittavana reservinä ja purkaus/lataussyklejä voi optimoida kiinteistön oman aurinkosähkötuotannon ja sähkönmarkkinahinnan mukaisesti mahdollisimman kannattavaksi.

Haasteita kiinteistön kysynnänjoustop osallistumiseen voi tuoda pääseminen eri markkinapaikkojen pienimpään vaadittuun joustotehoon (100 kW). Ratkaisuna tähän on monen eri kiinteistön sähkökuormien yhdisteleminen ja ohjaaminen yhtenä isona kokonaisuutena joko itsenäisenä tasevastaavana tai palveluoperaattorin aggregoimana.

Kaukolämmön kysynnänjousto

Kaukolämmön kysynnänjousto on Tampereen Tilapalveluiden kiinteistöjen osalta paikallista toimintaa, jota hallinnoi paikallinen energiayhtiö Tampereen Sähkölaitos. Sen avulla on mahdollista pienentää kaukolämmön huipputehoja ja säästää lämmityskuluissa jopa 10 % (Älykäs kaukolämpö -palvelu). Peruseriaatteena on kaupungin kaukolämmön kulutuspiikkien aikana ohittaa tilalämmityssiirrin, jotta lämmityspiikkiä saadaan leikattua. Lämmityspiikin leikkaus pienentää kustannuksia energialaitoksen päässä ja samalla saadaan myös kiinteistön kaukolämmön tilausvesivirtaa mahdollisesti pienennettyä. Myös ilmavirtojen pienentäminen on mahdollista kuitenkin siten, että olosuhteet pysyvät hyvällä tasolla. Tämä vaatii olosuhdeanturien liittämisen energialaitoksen järjestelmiin olosuhdeseurantaa varten, jotta voidaan seurata, että tilojen olosuhteet eivät laske haluttujen raja-arvojen alle.

Poikkeuksellisissa ison lämpökuorman kohteissa voidaan kaukolämpöä tuottaa myös energialaitoksen suuntaan kaksisuuntaisen kaukolämpöverkoston kautta. Näitä ovat esimerkiksi teollisuuden kohteet, sairaalat ja konesalit.

Sähkön ja kaukolämmön kysynnänjouston hyödyntäminen päätetään kohdekohtaisesti tavoiteasetantalomakkeella.

LIITE 1 – Tavoiteasetantalomake

Tällä lomakkeella asetetaan energia-, hiilijalanjälki- ja olosuhdetavoitteet rakennushankkeelle sekä määritetään, mitä laskelmia hankkeessa tehdään.

Perustiedot

Rakennuskohde	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
Suunnitteluvaihe	Valitse kohde.
Päivämäärä	Kirjoita päivämäärä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

Hankkeen reunaehdot

Kaukolämpö päälämmitysmuoto	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Päälämmitysmuoto, jos ei kaukolämpö	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
Jäähdytys	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Kaukojäähdytys pääjäähdytysmuoto	<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei
Jäähdytyksen laajuus	Valitse kohde.

Hankkeen tavoitteet

Laskelma	Tavoite	Tarkennus
E-luku	Valitse kohde.	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
Hiilijalanjälki	Valitse kohde.	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
Hiilikädenjälki	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
Sisäilman laatu	Valitse kohde.	Viittaus ohjeeseen
Lämpötilaolosuhteet	Valitse kohde.	Viittaus ohjeeseen
Ilmanpitävyys q_{50} (tavoite)	Valitse kohde.	Viittaus ohjeeseen
Tavoite-energiankulutus	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

Muut laskelmat

Laskelma	Tehdään	Tarkennus
Elinkaarilaskelma	<input type="checkbox"/> Koko rakennuksen elinkaarikustannukset <input type="checkbox"/> Suunnitteluratkaisujen vertailulaskelmat	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
Paikallisen energiantuotannon potentiaalin tarkastelu	<input type="checkbox"/> Aurinkopaneelit <input type="checkbox"/> Aurinkokeräimet <input type="checkbox"/> Maalämpö <input type="checkbox"/> Vesi-ilmalämpöpumppu <input type="checkbox"/> Hukkalämmöt	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

	<input type="checkbox"/> Vedenjäähdytyskone <input type="checkbox"/> Maaviennys <input type="checkbox"/> Muu, mikä	
Monitavoiteoptimointi	<input type="checkbox"/> Elinkaari- ja investointikustannukset <input type="checkbox"/> Hiilijalanjälki ja investointikustannukset	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
Kysynnänjousto	<input type="checkbox"/> Sähkötehojen hallinta <input type="checkbox"/> Lämpötehojen hallinta <input type="checkbox"/> Osallistuminen kysyntäjoustopaikoille	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.
Ympäristösertifioinnit	<input type="checkbox"/> LEED <input type="checkbox"/> BREEAM <input type="checkbox"/> Joutsenmerkki <input type="checkbox"/> RTS-luokitus	Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.