

Talotekniikan tulevaisuuden elinkaari palvelut



Talotekniikan elinkaari palvelut

Mervi Kajaala, TKK LVI

Mika Vuolle, TKK LVI

Jarek Kurnitski, TKK LVI

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO (MV)	3
2	TALOTEKNIIKAN ELINKAARIPALVELUT (MV)	6
2.1	TALOTEKNIIKAN ELINKAARIPALVELUT	6
2.2	PALVELUTASOJEN TODENTAMISEN JA VARMENTAMISEN SUUNNITTELU	8
2.3	ELINKAARIPALVELUT	8
2.4	PALVELUTASOT.....	9
2.4.1	Olosuhdepalvelut.....	9
2.4.2	Järjestelmäpalvelut	9
2.4.3	Käyttäjä- ja tukipalvelut	10
2.5	PALVELUJEN TODENTAMINEN JA VARMENTAMINEN.....	10
3	PALVELUTASOJEN MÄÄRITTÄMISEN EDELLYTYKSET (MV)	11
3.1	KÄYTTÖ JA KÄYTTÖAIKA.....	11
3.2	SÄÄTIEDOT JA YMPÄRISTÖ	11
3.3	VAIPAN OMINAISUUDET	12
3.3.1	U-arvot ja pinta-alat	12
3.3.2	Vaipan tiiviys ja kylmäsillat.....	12
3.3.3	Auringonsäteilyn läpäisy	12
3.4	ASETUSARVOT	12
3.5	MUUT ELINKAARIPALVELUIHIN KUULUMATTOMAT ASIAT	13
3.6	MUUTOKSET SUUNNITELMIIN NÄHDEN.....	13
4	LÄHDELUETTELO	13

ALKUSANAT

Tämä raportti on tehty osana Talotekniikan tulevaisuuden elinkaaripalvelut (CUBENet) – tutkimushanketta. CUBENet –hanke toteutettiin Tekesin CUBE – Talotekniikan teknologiaohjelman strategisena tutkimuskokonaisuutena, joka kehitti uusia toimintamalleja ja työkaluja talotekniikan elinkaaripalveluiden hankintaan. Hankkeen erityisenä haasteena oli kehittää sellaisia ratkaisuja, toimintamalleja, palveluja ja työkaluja, joiden avulla elinkaariedullisuuden perustuva päätöksentekoa voidaan hyödyntää hyvinkin erityyppisissä uudis- ja korjaushankkeiden toteutusmuodoissa. Hankkeen keskeisiä tuloksia ovat talotekniikkapalvelujen määritykset osana tilapalveluja, uusien elinkaarimallien ja elinkaaritoteutuksen työkalujen kehittäminen. Näitä työkaluja ovat mm. elinkaarilaskenta hankintamallien, suunnitteluratkaisujen ja tarjousten vertailuun, olosuhdepalvelujen todentamisen tehtävät ja menetelmät sekä riskien hallintatyökalut.

Hankkeen tutkimusosapuolina ovat toimineet Teknillisen korkeakoulun LVI-tekniikka ja Rakentamistalous, VTT ja Motiva Oy. Hankkeen rahoituksesta ovat vastanneet Tekes ja hankkeessa mukana olleet yritykset:

ABB Current Oy	Pöyry Building Services Oy
Are Oy	Skanska Oy
Helsingin Energia	SOK Kiinteistötoiminnot
HKR-Rakennuttaja	SRV Yhtiöt Oyj
HUS-Kiinteistöt Oy	TAC Finland Oy
ISS-Palvelut Oy	Turun kaupunki
Kiinteistön Tuottoanalyysit Oy	Uponor Suomi Oy
Puzair Oy	YIT Kiinteistötekniikka Oy

Hankkeen toteutusta on valvonut johtoryhmä puheenjohtaja Eero Nuutisen ja varapuheenjohtaja Ulla Soitinahon johdolla. Muut johtoryhmän jäsenet olivat Pekka Metsi, Kalevi Hyvärinen, Antti Siipola, Juha Tammivuori, Jarmo Heinonen, Jarek Kurnitski, Seppo Silvonen ja Eva Häkkä-Rönholm.

Espoossa elokuussa 2007

Jarek Kurnitski

Teknillinen korkeakoulu

1 JOHDANTO

Käytön aikaisilla kustannuksilla on oleellinen vaikutus rakennuksen elinkaarikustannuksiin. Käytönaikaisten kustannusten painoarvo vaihtelee tilaajittain ja kohteittain, mutta erityisesti pitkäaikaista omaa käyttöä varten rakennuttavat tilaajat näkevät tämän yhä tärkeämpänä. Suunnitteluvaiheessa tehdyt ratkaisut ja valinnat määrittävät pitkälti elinkaarikustannusten ja käytönaikaisten kustannusten tason. Toisaalta tilaajat vaativat rakentamisessa yhä kattavampia kokonaispalveluita, jotka ulottuvat myös rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon. Palveluntuottajilta odotetaan suurempaa vastuuta rakennusten ja tuottamiensa palveluiden toimivuudesta sen elinkaaren aikana. Nämä vaatimukset koskevat talotekniikka toisaalta hyvän sisäilmaston ja taloteknisten järjestelmien toimivuuden sekä toisaalta elinkaaritalouden osalta.

Talotekniikan elinkaarimalleilla tarkoitetaan mm. taloteknisten järjestelmien hankintamuotoa, jossa toteuttaja vastaa järjestelmistä perinteistä takuuajasta pidemmällä ja laajemmalla vastuulla. Yleensä toteuttajan vastuisiin elinkaarimalleissa sisältyy vähintään taloteknisten järjestelmien suunnittelu ja toteutus sekä vastuu järjestelmien ylläpidosta ja kunnossapidosta erikseen sovittavan ajan pituudelta. Elinkaaripalveluita sisältävät toteutusmuodot mahdollistavat kokonaistaloudellisuuden huomioon ottamisen, kun tarjouskilpailu kohdistuu palveluntuottajan tekniseen osaamiseen, taloteknisten järjestelmän elinkaaritalouteen ja laatuun pelkän järjestelmän toimittamisen sijaan.

Taloteknisten järjestelmien hankinta elinkaarimallilla poikkeaa totutuista hankintamalleista monilta osin. Suunnittelun, rakentamisen ja talotekniikkapalveluiden tuottamisen vastuun siällyttäminen yhteen sopimuskokonaisuuteen tarjoaa lähtökohtaisesti aiempaa paremmat mahdollisuudet tavoiteltaessa edullisia ratkaisuja ja palveluja. Näitä vaikutusmekanismeja voidaan kuvata seuraavien periaateratkaisujen yhteisvaikutuksena:

- *Tehtävien yhdistäminen.* Perinteisissä urakoissa tilaaja hankkii talotekniset järjestelmät ja talotekniikkapalvelut kiinteistön elinkaarella monilla erillisillä sopimuksilla, jolloin eri osapuolten tavoitteiden yhteensovittaminen on vaikeaa ja usein yksittäisen osapuolen tavoitteet ajavat hankkeen ja tilaajan kokonaisedun edelle. Yhdistämällä eri tehtävät, palveluntuottajalla on mahdollisuus poistaa eri toimijoiden välisiä toiminnallisuuden rajoja ja niissä olevia epäjatkuvuutta sekä kehittää tarjottavaa palvelukokonaisuutta monin tavoin.
- *Tavoitekeskeinen ajattelu.* Talotekniikan toimivuuteen keskittyvän tilaajan vaatimusmäärittely tarjoaa talotekniikkapalvelujen tuottajille suuremmat vapaudet suunnitteluratkaisuiden valinnassa ja palvelukokonaisuuksien valmistelussa kuin perinteiset toteutusmuodot, joissa tilaaja määrittelee tekniset vaatimukset ja usein myös tekniset ratkaisut yksityiskohdittain. Lähestymistapa mahdollistaa ja kannustaa palveluntuottajaa tuottamaan palvelut elinkaariedullisesti sekä kehittämään palveluihin liittyviä innovaatioita.
- *Hankintamenettelyt.* Tavoitteellisten hankinta- ja kilpailumenettelyiden avulla varmistetaan hankittavalle talotekniikkapalvelulle hyvä hinta-laatu-suhde, koska tilaaja voi valita useammasta vaihtoehdoisesta tarjouksesta laadullisesti parhaimman ja elinkaariedullisimman vaihtoehdon. Kilpailun kautta hyödynnetään merkittävä osa siitä potentiaalista, joka

perustuu suunnittelun, rakentamisen ja rakennuksen käytön aikaisten talotekniikkapalvelujen yhdistämiseen ja joka on mahdollistettu mm. keskittymällä palvelutasovaatimusten asettamiseen.

- *Riskien siirto.* Elinkaaripalveluita sisältävissä toteutusmuodoissa tilaaja siirtää monia riskejä itseltään valitsemalleen palveluntuottajalle. Osa riskeistä jaetaan tilaajan ja palveluntuottajan kesken. Tarkoituksenmukaisella riskien siirrolla tilaajalta palveluntuottajalle ja jakamisella saadaan hankkeisiin elinkaarikannusteita, jotka motivoivat palveluntuottajaa taloteknisten ratkaisujen ja palveluiden kehittämiseen.
- *Pitkäaikainen sopimus.* Talotekniikan elinkaarimallien sopimussuhteet ovat pääsääntöisesti 2-10 vuotta. Pitkäaikaisella sopimuksella turvataan osaltaan riskien siirtoa sekä mahdollistetaan palveluiden maksumekanismin toimivuus. Lisäksi pitkäaikaisen sopimussuhteen avulla taloteknisten järjestelmien huoltoon ja ylläpitoon haetaan palveluntuottaja, jolle tarjoutuu mahdollisuus kehittää talotekniikkapalveluja ja integroida järjestelmien suunnittelussa ja rakentamisessa syntyvät tieto käyttövaiheen toimintaan.

Tavoitteiden asettaminen hankkeen alkuvaiheessa talotekniikan palvelutasojen osalta tuo elinkaarihankkeille uuden ulottuvuuden, joka on palvelutasojen todentaminen ja varmentaminen. Puhtaimmillaan elinkaarihankkeessa palvelujen tilaaja asettaa hankkeen alkuvaiheessa palvelutasot ja niiden varmentamisen vaatimukset, laajuuden ja muut kriteerit. Näin palveluntuottajan vastuulle jää kaikkien muiden vaiheiden aikainen varmentaminen palvelutasojen saavuttamiseksi. Käytännössä palvelun tilaaja tai tilaajan edustaja osallistuu rakennushankkeen aikaiseen varmentamiseen esimerkiksi ToVa-kokousten kautta /1/.

Elinkaaripalvelut laajentavat ja pidentävät palveluntuottajan vastuuta kohteen toimivuudesta ja ylläpidosta. Tämä merkitsee uutta näkökulmaa myös liiketoiminnan suunnittelun kannalta. Elinkaaripalvelut vaikuttavat siten myös hankkeeseen osallistuvien organisaatioiden liiketoimintasuhteisiin. Tilaajan ja palveluntuottajien välinen liiketoimintasuhteesta erilaisia uusia yhteistyömuotoja käsittäväksi. Yhteistyömuotojen kehittymisen myötä perinteiset etäiset ja lyhytkestoiset liikesuhteet muuttuvat yhä useammin pitkäkestoisiksi, yhteistyöhön perustuviksi kumppanuussuhteiksi. Kumppanuussuhteissa palveluntuottajan ja tilaajan on kyettävä sovittamaan yhteen molempien osapuolten liikesuhteelle asettamat strategiset, pitkän tähtäimen tavoitteet sekä operatiiviset, lyhyemmän aikavälin tavoitteet.

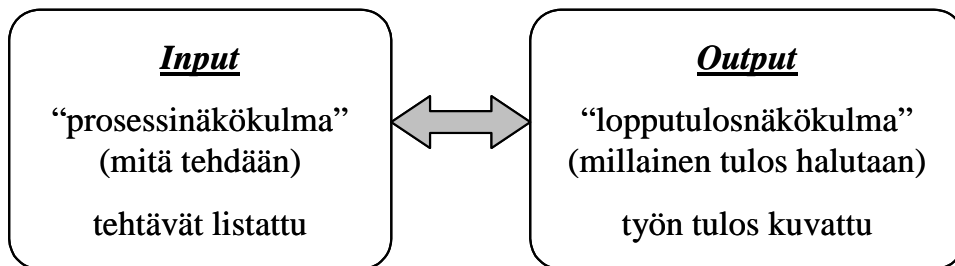
Tämä raportti on osa *Talotekniikan tulevaisuuden elinkaaripalvelut (CUBENet)* -hanketta. Raportissa esitetään talotekniikan palvelujen määrittelyt. Sisäilmasto- ja energiatehokkuustavoitteiden asettamisen menetelmät suunnitteluvaiheessa ja niiden todentaminen käyttövaiheessa on käsitelty CUBENet-hankkeen raportissa *Sisäilmasto- ja energiatehokkuustavoitteiden asettaminen, valvonta ja todentaminen elinkaarihankkeissa*.

2 TALOTEKNIIKAN ELINKAARIPALVELUT

2.1 Talotekniikan elinkaaripalvelut

Talotekniikan tuottamat palvelut kohdistuvat sisäympäristön laatuun, joka voidaan jakaa eri osa-alueisiin, kuten ilman laatu, lämpöolot, valaistus- ja akustiset olosuhteet.

Erilaiset palvelukuvaukset voivat olla perinteisesti joko tehtäväperusteinen input-malli, joka kuvaa suoritettavan toiminnan tai tehtävän, tai output-malli, jossa kuvataan haluttu lopputulos (Kuva 1).



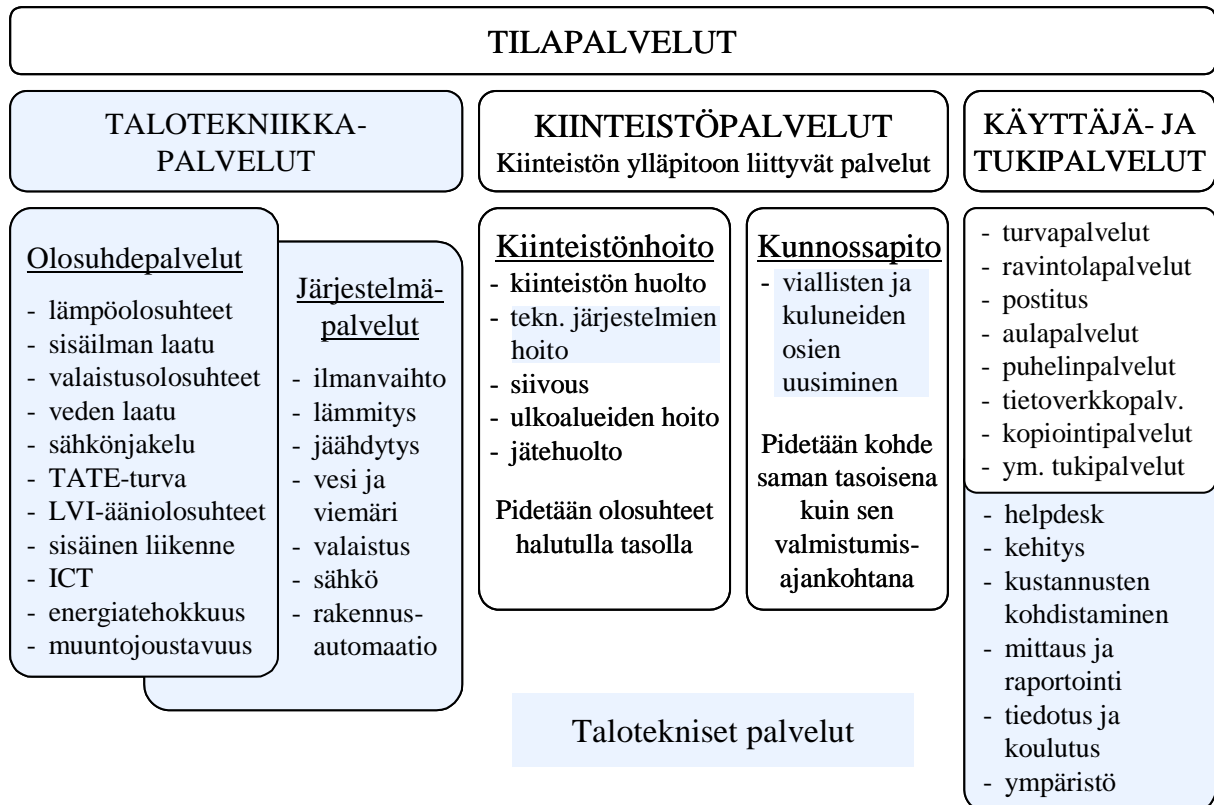
Kuva 1. Palvelukuvauksen kaksi mallia /2/.

Koska talotekniikkaan liittyviä elinkaaripalveluja ei ole määritelty aikaisemmin, on workshopien perusteella luotu talotekniikan elinkaaripalveluja osaksi Kiinteistöliiton määrittelemiä tilapalveluja. Input- ja output-näkökulmien kattamiseksi talotekniikkapalvelut on jaettu olosuhde- ja järjestelmäpalveluihin. Elinkaarimallien luonnollisena osana on rakennuksen ja/tai sen järjestelmien ylläpito, joten se avaa mahdollisuuden uudentyyppisille palveluille. Hankkeen eri työryhmissä on kehitetty erilaisia elinkaaripalveluja, joita voidaan luontevasti liittää perinteisten talotekniikkapalvelujen rinnalle elinkaarimalleissa (Kuva 2).

Palvelutasosopimus (Service Level Agreement, SLA) tehdään palvelukuvauksen pohjalta tilaajan ja palvelun tuottajan välille. Sopimuksen tavoitteena on luoda lopullinen yhteisymmärrys osapuolten välille palvelussisällöstä ja aikaansaada tavoitteellisuutta palvelusopimukseen. FMA (Facilities Management Association) määrittelee palvelutasosopimuksen seuraavasti /2/:

”Tilaajan ja palveluntuottajan välinen sopimusasiakirja tuotettavan palvelun laatutasosta sekä ehdoista, joita sovelletaan palvelujen laatutason tuottamisessa ja kannustinjärjestelmän käyttämisessä.”

Palvelutasosopimuksessa määritellään käytettävät palvelun laatumittarit (Key Performance Indicators, KPI), joilla arvioidaan palveluntuottajan suoritusta. Laatumittarit tulee valita siten, että ne ilmaisevat mahdollisimman luotettavalla tavalla tuotettujen palvelujen laatua. Kaikkia palveluja ei kuitenkaan pystytä numeerisesti mittaamaan. Tällöin voidaan käyttää esimerkiksi aistinvaraista tai muuta laadun arviointitapaa.



Kuva 2. Talotekniikan elinkaari palvelut.

Kokemuksen perusteella hyvällä laatumittarilla on seuraavia ominaisuuksia /2/:

- informatiivisuus (päätöksenteon apuväline)
- tuloskeskeisyys (keskittyminen lopputuloksiin)
- merkityksellisyys (mitattavien asioiden liittyminen haluttuihin tietoihin)
- luotettavuus ja yksiselitteisyys (ei tulkinnan varaa)
- helppokäyttöisyys (tietojen helppo raportoitavuus)
- joustavuus (sopeutuu ympäristön muutoksiin)
- kannustavuus (taloudellisten kannustimien liittäminen mittareihin).

Palvelutasosopimuksessa laadunohjausjärjestelmään liitetään palkkio- ja/tai kannustinjärjestelmä. Tällöin palveluntuottaja saa joko palkkioita tai sanktioita sovitun laadun poikkeamista tavoitetasoon nähden. Laadunohjausjärjestelmän tavoitteena on varmistaa, että saatu palvelu vastaa sovittua laatua. Mutta lisäksi se luo edellytykset jatkuvalla laadun kehittämiselle. Tämän vuoksi laadunohjausjärjestelmän tulisikin perustua enemmän palkkioihin kuin sanktioihin. Hyvä yhteistyösuhte pohjautuu pitkäaikaiseen yhteistyöhön ja kumppanuuteen, jossa tavoitellaan molempien osapuolten menestystä /2/.

2.2 Palvelutasojen todentamisen ja varmentamisen suunnittelu

Elinkaaripalvelutavoitteet asetetaan tilaajan toimesta ennen tarjouspyyntöä, yleensä hanke-suunnitteluvaiheessa. Tällöin asetetaan vaatimukset myös elinkaaripalvelujen todentamiseen. Tarkempi todentamis- ja varmentamissuunnitelma voi myös sisältyä palveluntuottajan tarjoukseen. Rakennuksen suunnitteluun ja toteutukseen voi kuulua toimivuuden varmistaminen (ToVa), mikä tarkoittaa rakennuksen ja sen taloteknisten järjestelmien suunnittelun ja toteutuksen seuraamista ja sen tukemista. ToVa:ssa huolehditaan siitä, että itse rakennus ja sen talotekniset järjestelmät on suunniteltu omistajan tavoitteiden mukaisesti ja että rakennus on toteutettu ko. suunnitelmien mukaisesti. Oleellinen osa toimivuuden varmistamista on käyttöönottokokeet, joissa testataan, että rakennus toimii suunnitellusti.

Todentamis- ja varmentamissuunnitelmalla taas tähdätään rakennuksen käytön aikaiseen taloteknisten järjestelmien toiminnan todentamiseen ja varmentamiseen. Todentaminen voi tapahtua kahdella tavalla, rakennusautomaation avulla tai erillismittauksin. Pääosin toiminnan todentaminen tapahtuu rakennusautomaation avulla, sillä erillismittaukset ovat suhteellisen kalliita verrattuna rakennusautomaatiomittauksiin. Osa todentamisesta tapahtuu laadullisin kriteerein.

2.3 Elinkaaripalvelut

Tutkimushankeen työryhmissä on luotu talotekniikan elinkaaripalveluista perinteisten palvelujen rinnalle. Palvelukuvaukset on esitetty seuraaville olosuhdepalveluille:

- lämpöolosuhteille
- sisäilman laadulle
- valaistusolosuhteille
- veden laadulle
- sähkönjakelulle
- TATE-turvalle
- LVI-ääniolosuhteille
- sisäiselle liikenteelle
- energiatehokkuudelle
- vedenjakelulle ja viemäroinnille
- catering valmiudelle

Järjestelmäpalvelukuvaukset on tehty seuraaville palveluille:

- ilmanvaihtojärjestelmälle
- lämmitysjärjestelmälle
- jäähdytysjärjestelmälle
- vesi- ja viemärijärjestelmälle

Olosuhde- ja järjestelmäpalveluiden lisäksi talotekniikan elinkaari palveluja on lisätty kiinteistöpalveluihin:

- taloteknisten järjestelmien hoito
- taloteknisten järjestelmien kunnostus

Palvelukuvausten mukaiset palvelut tulee todentaa, mikä edellyttää rakennuksen eri toimintojen mittaamista sovitulla tavalla. Palveluiden varmentamisessa todennettuja palveluja verrataan palvelutasokuvausten mukaisiin palveluihin ja päätetään jatkotoimenpiteistä vertailun perusteella.

2.4 Palvelutasot

2.4.1 Olosuhdepalvelut

Olosuhdepalveluille on asetettu kaksi- tai kolmiportainen tasoluokitus. Sisäilman laatu ja lämpöolosuhteet noudattavat Sisäilmaluokituksen mukaista S1/S2/S3-luokkajakoa. Valaistusolosuhteet on määritetty siten, että kahdessa ylimmässä luokassa on valaistuksen automaattinen ohjaus, joista ylimmällä tasolla häikäisy on poissuljettu kaikissa suunnissa ja toisella tasolla yleisessä katselusuunnassa. Kolmannessa luokassa on manuaalinen ohjaus.

Lämpimän käyttöveden ja viemäroinnin palvelutasot on määritetty Suomen RakMK:n mukaan, jolloin ylimmän tason mukainen taso on parempi kuin RakMK:n mukainen taso ja toinen taso on RakMK:n mukainen.

2.4.2 Järjestelmäpalvelut

Järjestelmäpalveluissa asetetaan tavoitteet järjestelmien toiminnalle. Järjestelmäpalveluja on tehty seuraaville järjestelmille:

- ilmanvaihto
- lämmitys
- vesi ja viemäri
- valaistus
- sähkö
- rakennusautomaatio

Järjestelmien sovitaan toimivan sovitulla tavalla sovituisissa olosuhteissa. Esimerkiksi ilmanvaihdon tilavuusvirtojen tulee olla arkipäiväisin klo 7 - 18 $3 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$.

2.4.3 Käyttäjä- ja tukipalvelut

Käyttäjä ja tukipalvelutasot on tehty

- Helpdeskiin
- Kehitykseen
- Kustannusten kohdistamiseen
- Mittaukseen ja raportointiin
- Tiedotukseen ja koulutukseen
- Muunneltavuuteen

Kehitystoimintaa suoritetaan ylimmällä palvelutasolla jatkuvasti, toisella ajoittain ja kolmannella ei ollenkaan. Kustannusten kohdistaminen tehdään palvelutasolla 1 huone- tai vyöhykekohtaisesti, tasolla 2 vyöhykekohtaisesti ja tasolla 3 kiinteistökohtaisesti. Taulukossa 1 esitetään käyttäjä- ja tukipalvelutasokuvaukset eri tasoilla.

Taulukko 1. Käyttö- ja tukipalvelut.

	Taso 1	Taso 2	Taso 3
Kehitystä harjoitetaan	jatkuvasti	ajoittain	ei ollenkaan
Kustannusten kohdistaminen	huone / vyöhyke	vyöhyke	Kiinteistö
Mittaus- ja raportointi	kulutusta mitataan ja tarkkaillaan jatkuvasti	kulutusta tarkkaillaan ajoittain	kulutusta tarkkaillaan vuositasolla
Tiedostus ja koulutus	jatkuva tiedotus ja koulutus	tiedotus ja koulutus takuuajana	-
Muunneltavuus	erittäin hyvä muunneltavuus	hyvä muunneltavuus	-

2.5 Palvelujen todentaminen ja varmentaminen

Palvelujen todentaminen tulee perustua pääosin rakennusautomaatiomittauksiin ja vain siltä osin erillismittauksiin kuin rakennusautomaatiojärjestelmään ei ole kustannustehokasta asentaa pysyviä mittauksia.

Palvelujen todentaminen voi kohdistua joko olosuhdepalveluihin tai taloteknisiin järjestelmiin palvelusopimuksesta riippuen. Palveluiden varmentamisessa verrataan toteutunutta palvelua

sovittuun palveluun. Todentamis- ja varmentamissuunnitelmassa voi olla esimerkiksi viittaus rakennus- tai LVI-suunnitelmiin, Sisäilmastoluokitukseen tai rakentamismääräyskokoelmaan, josta tarkemmat vertailuarvot löytyvät.

Todentamis- ja varmentamissuunnitelmassa pitää myös asettaa reunaehdot, joiden mukaan palveluiden tuottaminen on sovittu. Reunaehdot esittävät olosuhteet, joilla todentaminen tehdään. Vaatimuksenmukaisuuden arviointi tehdään vertaamalla mittaustuloksia joko esimerkiksi Sisäilmastoluokituksen mukaisiin raja-arvoihin tai kalibroidun simulointimallin antamiin tuloksiin.

Luvussa 3 esitetään huonekortti, jolla sisäolosuhteet voidaan määrittellä eri palvelutasoilla. Samoin esitetään järjestelmäkortti, jolla järjestelmäominaisuudet voidaan määrittellä eri palvelutasoilla. Kortteja voidaan käyttää varmentamisen apuvälineenä ja ne perustuvat pitkälti Sisäilmastoluokitukseen /3/.

3 PALVELUTASOJEN MÄÄRITTÄMISEN EDELLYTYKSET

Rakennukselle ei voida antaa yksiselitteisiä energia- ja olosuhdetakuita, jos niitä ei sidota rakennuksen energia- ja olosuhdepalvelujen vaikuttaviin rakennuksen muihin ominaisuuksiin ja käyttöön.

3.1 Käyttö ja käyttöaika

Ihmisten lukumäärä eri käyttöaikoina eri tiloissa vaikuttaa energiankulutukseen ja sisäolosuhteisiin. Käytöstä tehdään suunnitteluvaiheessa oletuksia, jotka pitää dokumentoida.

Toimistolaitteiden ja valaistuksen sähkötehot ja niiden käyttöajat pitää myös määrittää tilakohtaisesti, jotta toteutuneiden sähkötehojen vaikutusta energiankulutukseen ja sisäolosuhteisiin voidaan käyttövaiheessa arvioida.

3.2 Sää tiedot ja ympäristö

Se, millä sää tiedoilla LVI-suunnitelmat on tehty, pitää dokumentoida. Sää tietoihin kuuluvat ainakin:

- ulkoilman lämpötila
- ulkoilman suhteellinen kosteus
- tuulen nopeus ja suunta
- auringon suora- ja hajasäteily

Mahdollisia sää tietoja ovat normaalivuoden sää, kun määritetään energiankulutusta. Vuoden kylmintä ja kuuminta ja aurinkoisista jaksoa tai synteettistä säätä käytetään, kun määritetään

huoneiden lämmitys- ja jäähdytystehoja. Kaikki laskelmissa käytetty säätieto pitää dokumentoida hyvin.

Myös varjostukset voivat vaikuttaa merkittävästi auringosta saataviin lämpöenergioihin, ja siten lämmityksen ja jäähdytyksen energiankulutukseen ja sisäilman lämpötilaan, joten laskelmissa käytetyt varjostukset pitää dokumentoida.

3.3 Vaipan ominaisuudet

Kaikki vaipan ominaisuudet pitää määrittää rakennesuunnitelmissa ja tulee dokumentoida todentamis- ja varmentamissuunnitelmaan.

3.3.1 U-arvot ja pinta-alat

Rakennuksen vaipan eri osien U-arvot ja pinta-alat vaikuttavat rakennuksen lämpöhäviöihin ja siten energiankulutukseen ja tehontarpeeseen. Vaipan eri pintojen U-arvot ja suhteelliset pinta-alat vaikuttavat myös operatiiviseen lämpötilaan.

3.3.2 Vaipan tiiviys ja kylmäsillat

Vaipan tiiviys vaikuttaa rakennuksen energiateknisiin ominaisuuksiin, sillä vuotoilmanvaihdon kasvaessa lämmitysenergiankulutus ja lämmityksen tehontarve lisääntyvät. Vuotoilmanvaihtoa on vaikea arvioida ilman tiiviysmittauksia, jolloin vuotoilmavirta mitataan tunnetulla paine-erolla ulko- ja sisäilman välillä. Vuotoilman osuus lämmitysenergiankulutuksesta voi olla merkittävä, jos rakennuksessa on tulo-poistoilmanvaihto ja tehokas lämmön talteenottojärjestelmä.

Myös muut rakenteelliset kylmäsillat voivat vaikuttaa merkittävästi energiankulutukseen ja sisälämpötilaan. Kylmien pintojen (kuten ikkunat) pinta-ala ja lämpötila vaikuttavat siihen, kuinka hyväksi lämpöolosuhteet koetaan varsinkin lämpimällä ja kylmällä säällä.

3.3.3 Auringonsäteilyn läpäisy

Ikkunoiden suoran ja epäsuoran auringonsäteilyn läpäisy vaikuttaa sisälle tulevaan auringon säteilyyn ja sitä kautta lämmityksen ja jäähdytyksen tarpeeseen. Ikkunan ominaisuuksista pitäisi olla dokumentoituna sekä kokonais- että suoran säteilyn läpäisyarvot.

3.4 Asetusarvot

Lämmityksen ja jäähdytyksen asetuservat eri käyttöaikoina vaikuttavat lämmitys- ja erityisesti jäähdytysenergian kulutukseen ja tehontarpeeseen. Tuloilman säätölämpötila tai säätökäyrä vaikuttaa lämmön talteenoton energiahyötysuhteeseen ja huonelämmityksen ja -jäähdytyksen tarpeeseen ja sitä kautta energiankulutukseen.

Sisälämpötilan asetusarvot koostuvat lämmityksen ja jäähdytyksen asetusarvoista, joiden välillä sekä lämmitystä että jäähdytystä ei käytetä huonetiloissa. Lämmityksen asetusarvo on tyypillisesti noin 20 - 21 °C, kun taas jäähdytyksen asetusarvo saattaa vaihdella huomattavasti suunnitteluvaiheessa valittujen sisäilmaolosuhteiden mukaan. Sekä lämmityksen että jäähdytyksen lämpötila-asetusarvot pitää siten dokumentoida.

3.5 Muut elinkaari palveluihin kuulumattomat asiat

Kaikkia elinkaari palveluihin kuulumattomia asioita ei voida ennalta määrittää, joten ne pitää huomioida tapauskohtaisesti.

3.6 Muutokset suunnitelmiin nähden

Suunnitelmiin tehdyt muutokset vaikuttavat energiankulutukseen ja sisäilmastoon. Todentamis- ja varmistussuunnitelmassa pitää määrittää, millä menetelmällä (simulointi, muu laskenta) muutosten vaikutusta tarkastellaan.

4 LÄHDELUETTELO

1. Kauppinen T., Kovanen K., Nykänen V., Nyman M., Paiho S., Peltonen J., Pietiläinen J., Pihala H., Kalema T. **ToVa-käsikirja: Rakennuksen toimivuuden varmistaminen energiatehokkuuden ja sisäilmaston kannalta.** Ilmestyy VTT Tiedotteita-sarjassa syksyllä 2007.
2. Heinimäki, S., Tuomela, A., Ventovuori, T., Puhto, J. 2003. **Ulkoistetut toimitilajohtamispalvelut.** Teknillisen korkeakoulun rakentamistalouden raportteja 213. TKK-RTA-R213. Espoo.
3. **Sisäilmastoluokitus 2000** (2001). Sisäilmastoyhdistys, julkaisu 5.