



VANTAAN KAUPUNKI,  
MAANKÄYTÖN, RAKENTAMISEN JA  
YMPÄRISTÖN TOIMIALA  
TILAKESKUS

OHJEET

6.10.2015

## KESTÄVÄ RAKENTAMINEN - lähes nollaenergiarakennuksen suunnitteluohje





## Sisälllys:

|   |    |
|---|----|
| 1. KESTÄVÄ RAKENTAMINEN.....  | 3  |
| 2. LÄHES NOLLAENERGIARAKENTAMISEN TAVOITE VANTAALLA.....                  | 4  |
| 3. SUUNNITTELUOHJEET .....  | 5  |
| 3.1 Yleistä.....  | 5  |
| 3.2 Energiaselvitykset .....  | 6  |
| 3.4 Arkkitehtisuunnittelu.....  | 7  |
| 3.5 Rakennesuunnittelu: .....   | 9  |
| 3.6 LVIA- suunnittelu:.....   | 11 |
| 3.7 Sähkötekniinen suunnittelu:.....                                      | 12 |
| 4. TOTEUTUSVAIHE .....  | 14 |
| 5. HUOLTOKIRJAN JA ERILLISTEN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEIDEN LAATIMINEN ..... | 14 |
| 6. YLLÄPITOVAIHE / TAKUUAIKA .....  | 14 |

## Työryhmä:

### Vantaan kaupunki / MATO / TIKE:

Merja Ryytty rakennuttaja-arkkitehti  
Katri Olli, rakenneinsinööri  
Timo Sippola, LVI- insinööri  
Per Andersson, LVI- insinööri  
Yrjö Jaakkola, sähköinsinööri  
Marita Tamminen, projektipäällikkö  
Anne Valkeapää, suunnittelija / puhtauspalvelut  
Juha Vuorenmaa, rakennuttajapäällikkö

### Green Net Finland ry:

Kari-Matti Sahala, kehityspäällikkö



## 1. KESTÄVÄ RAKENTAMINEN

Vantaa kaupunki on sitoutunut energian käytön ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen useilla eri sopimuksilla, joista tärkeimpiä ovat Työ- ja elinkeinoministeriön kanssa tehty Kuntien energiatehokkuussopimus (KETS), EU-tasoinen kaupunginjohtajien ilmasopimus (Covenant of Mayors) sekä kaupungin sitova tavoite rakentaa uudisrakennukset lähes nollaenergiatasoon.

Vantaan kaupungin toimitilahankkeissa tavoitellaan kestävästä kehitystä tukevia, energia- ja ekotehokkaita ratkaisuja. Ekotehokkuus kattaa energia- ja materiaalitehokkuuden (=resurssitehokkuus) sekä ympäristövaikutukset. Tavoitteena on pitkäikäiset, tehokkaat, turvalliset ja muuntojoustavat tilat. Tätä suunnitteluohjetta noudatetaan uudisrakennushankkeissa ja sovelletaan peruskorjaushankkeissa.

Rakennus suunnitellaan kokonaisuutena kaikki suunnittelualat yhteen sovittaen.

Kestävän rakentamisen sisältöä määritellään sekä kansainvälisissä ISO-standardeissa että eurooppalaisissa CEN-organisaation standardeissa. Näiden standardien laatimisen tavoitteena on, että rakennusalan toimijat ympäri maailman ymmärtäisivät kestävästä rakentamisen tavoitteen samalla tavalla.

Vantaalla kaupungin hankkeissa toimitilarakentamisen kestävyttä tarkastellaan ISO-standardin (21929-1) näkökulmista, joita ovat:

1. **Päästöt** - vaikutus ilmastomuutokseen (kasvihuonekaasupäästöt) ja vaikutus otsonikatoon
2. **Uusiutumattomien luonnonvarojen käyttö** – uusiutumattomien luonnonvarojen kulutuksen määrä eriteltynä lajeittain
3. **Puhtaan veden kulutus** – puhtaan veden kulutuksen määrä
4. **Jätteen muodostuminen** – jätteen muodostumisen määrä jakeittain
5. **Maankäytön muutos** – rakentamisen aiheuttama muutos maankäytössä; arvioidaan erikseen määriteltävien kriteerien perusteella
6. **Palvelujen saatavuus** – palvelujen saatavuus palvelualueittain; arvioidaan erikseen määriteltävien kriteerien perusteella
7. **Esteettömyys** – rakennuksen ja rakennuspaikan esteettömyys; arvioidaan erikseen määriteltävien kriteerien perusteella
8. **Sisäolosuhteet ja sisäilman laatu** – useammasta indikaattorista muodostuva kokonaisuus, joka osoittaa mitattavien parametrien avulla ilman laatua ja sisäolosuhteiden osatekijöitä
9. **Muuntojoustavuus** – joustavuus, muunneltavuus (toiseen käyttötarkoitukseen) ja sopeutumiskyky ilmastomuutokseen; arvioidaan erikseen määriteltävien kriteerien perusteella



10. **Kustannukset** – elinkaarikustannukset
11. **Ylläpidettävyys** – ylläpidettävyys/huollettavuus suhteessa käyttöikäarvioon; arvioidaan erikseen määriteltävien kriteerien perusteella tai asiantuntija-arvioinnin avulla
12. **Turvallisuus** – arvioidaan turvallisuuden osatekijöiden suhteessa simulaatiotuloksiin tai turvallisuutta koskevien rakentamismääräysten toteutumisen avulla
13. **Käytettävyys** – käytettävyttä arvioidaan erikseen yksilöitävien kriteerien perusteella tai käyttöaikaisessa arvioinnissa
14. **Esteettinen laatu** – esteettistä laatua arvioidaan suhteessa alueellisten määräysten/vaatimusten toteutumiseen tai osallisten arviointimenettelyn avulla

Lisäksi, erityisesti koulu- ja päiväkotihankkeissa, on osoittautunut tarkoituksenmukaiseksi arvioida kestävyyttä pienilmaston näkökulmasta huomioiden rakennuspaikan melu, ilman laatu, tuulisuus sekä aurinkoenergiapotentiaali.

Näiden 15 näkökulman painoarvo vaihtelee eri hankkeissa.

## 2. LÄHES NOLLAENERGIARAKENTAMISEN TAVOITE VANTAALLA

Vantaan kaupungin lähes 0-energiarakentamisen ohjeistus laadittiin Etelä-Suomena aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman innovatiivisuutta julkisiin investointeihin (IJI)-hankkeen osaprojektina. Tämä ohje perustuu Vantaan kaupungin lähes nollaenergiapäiväkodin konseptiin, jonka laati Arkkitehtitoimisto Kimmo Lylykangas Oy suunnitteluryhmineen yhteistyössä tilakeskuksen kanssa.

Lähes nollaenergiapäiväkodin konseptia varten laadittiin Leinelän 2. päiväkodin esisuunnitelma, josta tehtiin dynaaminen olosuhde- ja energiasimulaatio erilaisilla energiatehokkuustasoilla, hiilijalanjälkilaskelma kahdella eri runkomateriaalivaihtoehdolla, rakennevaihtoehtojen rakennusfysikaalisen toimivuuden arviointi sekä koko rakennuksen kestävyuden arviointi standardin ISO 21929-1 mukaisesti. Vantaan lähes nollaenergiakonsepti esitellään omana julkaisunaan Vantaan kaupungin nettisivuilla [www.vantaa.fi](http://www.vantaa.fi).

Konseptin mukaan lähes nollaenergiarakennus vastaa ensisijaisesti käytön toiminnallisiin vaatimuksiin. Rakennus sopii ympäristöönsä, on teknisesti toimiva ja helposti huollettavissa. Tilat ovat muuntojoustavia ja rakennuksen käyttötarkoituksen muutokseen varaudutaan, mikäli mahdollinen tuleva käyttötarkoitus on tiedossa. Rakennus täyttää energiatehokkuudelle ja ekotehokkuudelle asetetut vaatimukset.

Lähes nollaenergiarakennusta tavoitellaan yksinkertaisilla ja toimintavarmilla keinoilla. Rakennuksen järjestelmät, laitteet ja varustus harkitaan tarkoituksenmukaisiksi. Päällekkäiset järjestelmät eivät ole sallittuja.



Lähes nollaenergiatavoitteen saavuttamien edellyttää omavaraisenergian kuten aurinko- tai maalämmön hyödyntämistä. Sisäiset lämpökuormat hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti ja jäähdytysenergian tarve minimoidaan.

Rakennus suunnitellaan huolellisesti huomioiden rakennettavuus. Energiankulutusta simuloidaan suunnittelun kuluessa sekä mitataan rakennuksen valmistuttua ja käytön aikana. Urakkaneuvotteluissa eikä rakentamisen aikana hyväksytä muutoksia, jotka heikentävät energiavoitteen saavuttamisen.

Ohjeistuksen alussa kohdassa ”yleistä” annetaan tilaajan määrittelemiä reunaehtoja. Seuraavaksi luetellaan kullekin suunnittelualalle omia tavoitteita sekä keinoja tavoitteiden saavuttamiseksi. Suunnittelualakohtaisesti esitetyistä ohjeista huolimatta suunnittelussa huomioidaan rakennus kokonaisuutena.

## 3. SUUNNITTELUOHJEET

### 3.1 Yleistä

Lähes nollaenergiarakentaminen vaatii koko suunnittelutyöryhmältä tiivistä yhteistyötä ja vahvaa sitoutumista lähes nollaenergiarakentamiseen. Suunnittelussa pääperiaatteita ovat:

- kestävästä rakentamisesta tarkastellaan kokonaisvaltaisesti
- rakennusta tarkastellaan osana kaupunkirakennetta ja infrastruktuuria
- pääpaino toimivuudella, turvallisuudella, terveellisyydellä, elinkaarikustannuksilla ja ympäristövaikutuksilla
- ostoenergiaa, hiilijalanjälkeä ja kestävyyttä koskevien tarkastelujen, energiasimuloinnin, tulokset ohjaavat suunnittelua ja ne tehdään mahdollisimman varhaisessa vaiheessa
- lisäksi ennakoitaan tulevaa kehitystä.

Ensisijaisena tavoitteena on energiankäytön optimointi rakennuksessa, hyvästä laadusta ja olosuhteista tinkimättä.

- Uudisrakennuksissa E-luvun tulee olla maksimissaan puolet rakentamismääräysten mukaisesta uudisrakennukselle asetetusta E-lukuvaatimuksesta. Korjauskohteissa E-lukutavoite määritellään tarveselvityksen yhteydessä.
- Mahdollisimman alhainen ilmanvuotoluku  $q_{50}$ , uudisrakennuksissa korkeintaan 1 ( $m^3/hm^2$ ), korjausrakennuskohteissa  $q_{50}$ -luku määritellään aina erikseen.
- Sisäilmastoluokka, suunnitellaan S2:n mukaan, poikkeuksena sisälämpötila, jossa sisäilmastoluokka on S3 (sisäilmastoluokitus 2008).
- Sähkön ostoenergian vuotuinen maksimi tavoitekulutus ( $kwh/m^2/a$ )-määritetään rakennustyyppin ja käyttötarkoituksen perusteella suunnittelun aikana.



- Korjausrakentamiskohteissa tavoitteena on ensisijaisesti pienentää olemassa olevan kohteen energiakulutusta ja hiilijalanjälkeä.
- Paikalla tuotettavaa uusiutuvaa energiaa tuottavat energiajärjestelmät mm. aurinkosähköjärjestelmä mitoitetaan siten, että koko tuotto saadaan käytettyä tässä rakennuksessa ja / tai muissa Vantaan kaupungin omistamissa lähialueen rakennuksissa.
- Rakennuksen rakenneratkaisut suunnitellaan toimiviksi, toteutuskelpoisiksi ja riskittömiksi.
- Terminen viihtyvyyden tarkastelu suoritetaan kokonaisuutena (kaikki suunnittelu- alat yhdessä).
- Hankkeiden taloudellisuuden ohjaus toteutetaan elinkaarikustannusten avulla.

Esimerkki suunnitteluarvoista, joilla Vantaan lähes nollaenergiapäiväkotikonseptin mukaan päästään toivottuun lopputulokseen:

| q50<br>m <sup>3</sup> /(h,<br>m <sup>2</sup> | Ikk.<br>U<br>W/<br>m <sup>2</sup> K | g<br>% | suojaus           | seinäU<br>W/<br>m <sup>2</sup> K | KattoU<br>W/<br>m <sup>2</sup> K | Alap.U | Ilma-<br>virta  | Valaistus                | SFP<br>kW/<br>(m <sup>3</sup> /s) | LTO<br>hs |
|--|-------------------------------------|--------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|-----------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------|
| 0,60   | 0,70                                | 31,5   | ylälippa<br>etelä | 0,1                              | 0,08                             | 0,09   | D2<br>tarp.muk. | Tarp.muk<br>päivänv.ohj. | 1,3                               | 80<br>%   |

## 3.2 Energiaselvitykset ja simuloinnit

Mikäli suunnittelu tehdään tietomallipohjaisena, tulee tietomallia hyödyntää myös energia- ja olosuhdesimuloinneissa.

Uudisrakennushankkeissa E-lukutavoite asetetaan hankesuunnitelmassa ja sitä seurataan vähintään seuraavissa vaiheissa:

1. Luonnos / esisuunnitteluvaiheessa tehdään alustavia energia- ja olosuhdesimulointeja sekä tuotetaan tietoa suunnitteluryhmälle lopullisia valintoja varten
2. Pääpiirustusvaiheessa tehdään rakennuslupaa varten tarvittava lopullinen energiaselvitys. Energiaselvityksen tulee sisältää seuraavat tarkastelut:
  - lasketaan rakennuksen kokonaisenergiankulutus (E-luku)
  - tulostetaan energialaskennan lähtötiedot
  - tehdään kesäaikaisen huonelämpötilan tarkastelu ja määritellään mahdollinen jäädytysteho
  - osoitetaan rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuus
  - lasketaan rakennuksen lämmitysteho mitoitustilanteessa
  - tehdään rakennuksen energiatodistus



3. Luovutusvaiheen tarkistus, korjataan energiatodistus toteutuksen mukaiseksi.

Korjaus- ja muutostöissä valitaan seuraavista energiatehokkuuden parantamisvaihtoehto:

1. Rakennusosakohtaisiin U-arvoihin perustuva vaihtoehto
2. Rakennukseen standikäyttöön perustuvan energiankulutuksen vaihtoehto
3. Rakennuksen standardikäyttöön perustuvan kokonaisenergiankulutuksen vaihtoehto

Mikäli teknisiin järjestelmiin tehdään muutoksia, on myös selvitettävä korjattavan järjestelmän energiatehokkuutta parantava vaikutus.

Tilaaaja voi asettaa myös korjaus- ja muutostöissä määräyksiä tiukempia energiatehokkuustavoitteita

Arkkitehti - pääsuunnittelija huolehtii ja vastaa tavoitteiden saavuttamisesta. Pääsuunnittelija huolehtii myös suunnitteluryhmän yhteistyön onnistumisesta. Energiaselvitykset ja olosuhdesimuloinnit tekee lvi-suunnittelija omien ja muiden suunnittelijoiden antamien lähtötietojen pohjalta.

Mikäli sähkö- ja/tai LVI-suunnittelijalla ei ole riittävää kokemusta aurinkoenergiajärjestelmistä, käytetään järjestelmien suunnitteluun aurinkoenergia-asiantuntijaa. Hankkeella voi myös olla erillinen tekninen pääsuunnittelija, joka toimii varsinaisen pääsuunnittelijan alaisuudessa.

## 3.4 Arkkitehtisuunnittelu

### Oleellisimmat keinot

1. **Rakennuspaikka:** Rakennus sijoitetaan tontilla mahdollisimman edullisesti pienilmasto-olosuhteet analysoiden. Huomioitavia seikkoja ovat mm. tontin aurinkoisuus, ympäristön varjostus, tuuliolosuhteet, piha-alueen meluisuus ja tieliikenteen aiheuttamat hiukkaspäästöt sekä piha-alueen viihtyisyys ja turvallisuus, korkeussuhteet ja kasvillisuus.
2. **Rakennuksen muoto, massoittelu ja tilatehokkuus:** Rakennuksen arvioinnissa käytetään tunnuslukuna painotettua muotokerrointa (A ulkovaippa/ A ohjelma-ala). Rakennuksen painotetun muotokertoimen tulee olla mahdollisimman pieni, toiminnan kuitenkin kärsimättä.
3. **Pohjaratkaisu:** Rakennuksesta suunnitellaan toimiva, kompakti, hyvä tilatehokkuudeltaan, muuntojoustava ja helposti huollettava sekä tiloiltaan, pinnoiltaan että



laitteiltaan. Energiahävikkiä vähennetään käyttämällä tuulikaappeja ja puolilämpimiä tiloja ulko-ovien yhteydessä.

4. **Aurinkosuojaus:** Aurinkosuojaus toteutetaan ensisijaisesti mekaanisin keinoin, mm. pitkät räystäät sekä vaaleiden pintojen hyödyntäminen lämpösäteilyn torjunnassa.
5. **Kestävät, huollettavat ja toimivat materiaalivalinnat rakennuksen ulko- ja sisäpuolella:** Rakennussuunnittelussa huomioidaan rakentamisen materiaalitehokkuus.





## Painotettu muotokerroin

Rakennusosilla on erilainen painoarvo, kun ajatellaan ulkovaipan lämpöhäviöitä.

- **A** ulkovaippa/ **A** ohjelma-ala, jossa ulkovaipan osien pinta-aloja painotetaan niiden lämmönläpäisykertoimia vastaavilla kertoimilla.
- Kun ulkovaipan pinta-ala verrataan muotokerrointa laskettaessa ohjelma-alaan, huomioi tunnusluku tilankäytön tehokkuuden.
- Muotokerroin toimii myös indikaattorina tilojen lämmitystarpeen arvioinnissa.
- Painotettua muotokerrointa laskettaessa voidaan hyödyntää esim. rakennusmääräyskokoelma D3:n liitteenä olevaa tasauslaskinta.

## Huomioitavia seikkoja suunnittelussa

- Rakennuksen aurinkopaneelit ja -keräimet sijoitetaan niin, että ne varjostavat toisiaan mahdollisimman vähän eri vuorokauden aikoina. Tilanne simuloidaan aamulla, päivällä ja ilta päivän sekä eri vuodenaikojen oloissa. Aurinkosähköjärjestelmän paneelit asennetaan siten, että niillä tuotetaan sähköenergiaa mahdollisimman suurella vuosihyötysuhteella. Järjestelmän mitoitus optimoidaan niin, että kaikki aurinkoenergialla tuotettu sähkö voidaan hyödyntää rakennuksessa.
- Rakentamisessa tavoitellaan mahdollisimman pientä hiilijalanjälkeä. Yksikerroksinen rakennus voidaan suunnitella P3-paloluokkaan, jolloin sen rakenteet voivat olla vähäpäästöisempiä materiaaleja. Yksikerroksinen rakennusratkaisu ei eroa merkittävästi kaksikerroksiseen rakennukseen verrattuna hiilijalanjälki- tai energiatehokkuusnäkökulmasta.
- Lähtökohtaisesti kaikkiin ikkunoihin asennetaan sälekaihtimet puitteiden väliin.
- Kattoikkunat ovat sallittuja käytävä/eteistiloissa vain perustelluista syistä.
- Rakennus- ja sisustusmateriaaleiksi valitaan vähäpäästöisiä ja helposti puhdistettavia tuotteita.
- Luonnonvalon hyödyntämisen ja aurinkosuojauksen suunnittelu ovat oleellisia elementtejä energiatehokkaan ja hyvän sisäilman omaavan rakennuksen suunnittelussa. Luonnonvaloa hyödyntämällä vähennetään keinotekoisien valaistuksen tarvetta ja aurinkosuojauksella vältetään ainakin osittain kesäaikainen yllämpeneminen.

## **3.5 Rakennesuunnittelu:**

### **Oleellisimmat keinot**

- 1. Rakenneosien ja rakennuksen kokonaisuudessaan on toimittava rakennusfysikaalisesti oikein.** Tarkasteltavia asioita ovat mm. kosteuskäyttäytyminen, lämmöneristävyys, rakenteiden tuulettuvuus, ääniolosuhteet ja melu. Rakennerratkaisut valittava siten, että rakenteeseen päässeellä kosteudella on kuivumismahdollisuus.



- 2. Rakennemateriaalien ja rakenneratkaisujen tulee olla pitkäaikaiskestäviä.** Materiaalikestävyyden arviointiin käytetään esim. Haahtelan kunnostuskykkien ja uusintavälien arviointia
- 3. Ulkovaipan tiivistetyn sisäpinnan läpivientien määrä minimoidaan. Kaikkien lämmöneristystuotteiden läpivientien ja saumauksien tulee olla tiiviit.** Tiivistysdetaljien tulee olla toteutuskelpoisia. Kaikki ulkovaipan epäjatkuvuuskohdat ja mm. läpiviennit esitetään detaljisuunnitelmissa.

### Rakennusfysikaaliset seikat:

- Paikallisten kylmäsiltojen kohdasta tehdään lämpö- ja/tai kosteustekninen riskianalyysi.
- Alustatilallinen alapohjarakenne tuuletetaan koneellisesti. Kantava rakenne on alimmaisena ja tiivistetty liittyviin pystypintoihin sekä läpivienteihin. Lämmöneristys uivine pintalaattoineen on tämän päällä.
- Työmaan kosteuden hallintasuunnitelma vaaditaan suunnitelmissa laadittavaksi ja sen toteutumista seurataan. Kosteudenhallintasuunnitelmaan sisältyy mm. rakennusvaiheen sääsuojan käyttö, ulkovaipan ilmantiiveyden mittaaminen merkkiainekokeella sekä lämpövuotojen selvitys sekä korjaukset ja rakenneosien liittymien lämpökuvaus.

### U-arvot ja tiivistykset:

- Rakennetyypeissä pyritään minimoimaan rakennekerrosten lukumäärä.
- Käytettävien lämmöneristeiden lämmönjohtavuusarvojen ( $\lambda$  -arvo) tulee olla mahdollisimman pieniä. Lämmöneristeen määrän kasvatus ei lineaarisesti paranna rakenteen u-arvoa.
- Lämmöneristekerroksen paksuuden kasvaessa rakenteen kosteuskäyttäytymisestä ei ole pitkäaikaistutkimustuloksia, jolloin ulkovaipan sisäpinnan jatkuvan tiiveyden merkitys korostuu.
- Ulkovaipan tiivistykset ja tiiveyskorjaukset varmistetaan merkkiainekokeella.
- Läpivientien määrä ulkovaipan sisäpinnan läpi minimoidaan.
- Ontelolaattojen onteloiden vedenpoistoreiät tukitaan tiiviiksi vesien ja kosteuden poistamisen jälkeen, esim. betonipohjaisella tuotteella.
- Rakenneratkaisut ja detaljit valitaan siten, että mahdollisesti myöhemmin syntyvien ilmanvuotojen korjaaminen tiivistyskorjauksilla on mahdollista toteuttaa yhtenäisellä sisäpuolisella tiiviillä rakennekerroksella. Tämä tulee huomioida erityisesti puurakenteissa rakennuksissa.
- Tiivistysmassoja valittaessa on kiinnitettävä huomiota mm. elastisuuteen, pitkäaikaiskestävyyteen, säänkestävyyteen, paloeristävyyteen, homesuojaukseen, ympäröiviin materiaaleihin tarttumiseen. Polyuretaanisaumavaahdotusta tai vastaavaa käytetään osana tiivistystä tiivistysmassojen kanssa.
- Vedeneristeen ja höyrynsulun läpiviestyksissä käytetään kiristysrenkaallisia läpivientilaippoja limityksineen ja niiden joustavaa saumausta ympäröivään rakenteeseen.
- Ruuvien ja naulojen reiät saavat läpäistä höyrynsulun vain molemminpuolisen kiinteän pinnan kohdalla tiivistysmassoineen.



- Puurakenteisessa yläpohjarakenteessa käytetään lämmöneristyksessä yhtenä kerroksena yhtenäistä puhallusvillakerrosta. Lämmöneristeiden mahdolliset raot ja kolot täytetään sullotulla villalla.
- Kantavan puurakenteisen yläpohjan ja paloa levittävän julkisivupintamateriaalin yhdistelmää ei saa käyttää, tällöin räystäät varustetaan palokatkoilla ja yläpohjan tuuletus heikentyy riippuen kattomallista. Tällöin myös ontelotilan kosteusriski kasvaa ja lämmöneristyksen toimivuus heikentyy.
- Puurakenteisessa yläpohjarakenteessa höyrynsulkumuovin kuormitus estetään käyttämällä alapuolista rakennuslevyä, esim. puukuitulevy  $t = 6$  mm, jolla tiivistetään höyrynsulkumuovi lämmöneristettä vasten.
- Rakenteissa käytetään höyrynsulkumuovia,  $t_{\min} = 0,2$  mm, korjauskohteissa Euratex AL tai vastaava. Tiivistykseen käytetään kaksipuoleista butyyliiteippiä ja liitettävät materiaalit limitetään vähintään 200 mm kiinteän pinnan kohdalla.

## 3.6 LVIA- suunnittelu:

### Oleellisimmat keinot

1. Tekniset tilat sijoitetaan keskeisesti ja ne käytetään tehokkaasti huomioiden huolto- ja korjaustyöt. Iv-kojeiden palvelualueet suunnitellaan tarkoituksenmukaisiksi niin, että ne palvelevat hyvin kiinteistön käyttöä (tilojen jakaminen vyöhykkeisiin).
2. Valitaan vain energiatehokkaita laitteita. Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteessa pyritään vähintään 70 % tasoon, SFP- luvun tulee olla 1.7 tai pienempi. Suunnittelussa hyödynnetään nykyaikaisia tapoja energiatehokkaan rakennuksen aikaansaamiseksi. Vaihtelevasti käytettäviin tiloihin, kuten auditoriot ym. tulee suunnitella tarpeenmukainen ilmanvaihto. Ilmanvaihtoa voidaan tehostaa myös manuaalisesti lisäaika-säätimen avulla. Koko rakennukseen tulee suunnitella lämmöntalteenotto (myös keittiöt ja ns. likaiset poistot).

Ilmanvaihtojärjestelmän valinta on tärkeässä osassa hyvän sisäilman omaavan ja energiatehokkaan rakennuksen suunnittelussa. Järjestelmän tulee olla helposti huollettava ja **ilmanvaihtokoneissa** tulee olla mahdollisuus portaattomaan ilmavirtojen säätöön.

### Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät

- Lämmitysmuodoksi valitaan, mikäli mahdollista kaukolämpö. Jos kaukolämpöä ei ole järkevästi saatavilla tuotetaan sekä lämmitys- että mahdollinen jäähdytysenergia uusiutuvaan energiaan perustuvilla järjestelmillä. Lämmön tuottotavan lopullinen valinta perustellaan kannattavuuslaskelmin.
- Päiväkoteihin suunnitellaan pääsääntöisesti matalalämpöinen vesikiertoinen lattialämmitys.



- Lämpöä tuottavien laitteiden (keittiön kylmälaitteet ja teknisten tilojen laitteet) lämpö johdetaan alapohjaan tai muihin tiloihin, joissa lämpö voidaan hyödyntää.
- Jäähdytystä käytetään ainoastaan erityiskohteissa ja tilanteissa, joissa kesäaikaisen yllämmön ongelmaa ei saada muulla tavoin ratkaistua. Viilennys voidaan hoitaa esimerkiksi käyttämällä ilmanvaihdon yöjäähdytystä.
- Jos varsinaista jäähdytysenergiaa tarvitaan, tuotetaan se mahdollisimman energiatehokkaasti esim. vapaajäähdytys, kalliojäähdytys tms.

## Ilmanvaihtojärjestelmät

- Ilmamääräsääteinen, tarpeenmukainen ilmanvaihto vakiopaineikanavin suunnitellaan isoihin tiloihin, joiden käyttökuormitukset ovat vaihtelevia tai käyttöajat poikkeavia (ilta/viikonloppukäyttö).
- Kanavistolla tulee olla hyvä tiiviysluokka – RakMK, osan D2 mukaan vähintään luokka C.
- Kanavat sijoitetaan ulkovaipan (ulkoseinät, katto ja alapohja) sisäpinnan sisäpuolelle. Ryömintätilat varustetaan koneellisella tuuletuksella, jonka toimintatapa ja ohjaus ratkaistaan tapauskohtaisesti.

## Vesi- ja viemärijärjestelmät

- Päävesimittarin yhteyteen suunnitellaan paineenalennusventtiili vedenkulutuksen vähentämiseksi ja vesikalusteiden ja putkiston käyttöiän pidentämiseksi.
- Vedenkulutuksen seurantaan suunnitellaan lämpimän käyttöveden mittari ja keittiön kv/lv- alavesimittarit, silloin kun se on järkevää.
- Käsienpesualtaiden vesikalusteiksi valitaan vedensäästösyistä kosketusvapaita hanoja. Hanojen käyttö ratkaistaan kohdekohtaisesti (esim. päiväkodeissa wc-tilat, keittiöiden käsienpesualtaat ja terveydenhoitajien huoneet).
- Uimahalleissa ja muissa vastaavissa rakennuksissa tulee tutkia mahdollisuus jätevesien lämmön hyödyntämiseen.

## Automaatiojärjestelmät

- Kiinteistöautomaatio suunnitellaan niin, että se voidaan liittää etäkäyttöön ja siihen voi lisätä helposti myöhemmin uusia toimintoja ja päivityksiä.
- Ilmanvaihtokojeisiin suunnitellaan tehostus – ja/tai lisäaikaohjaimet aikaohjelmien ja normaalin toiminta-ajan ulkopuolista käyttöä varten.

## **3.7 Sähkötekniinen suunnittelu:**

### **Oleellisimmat keinot**

Sähkötekniisten laitteiden valinta- ja hankintaperusteissa sekä ohjaustavoissa tavoitellaan energiatehokkuutta, kestävyyttä, helppokäyttöisyyttä ja laadukkuutta.



1. Energiatehokkaat valaisimet ja lamput (led) sekä muut sähkölaitteet
2. Tarpeenmukainen valaistus energiaa säästävillä ohjaustavoilla. Valaisimet sijoitetaan siten, että valoa saadaan sinne missä sitä tarvitaan ja tarpeenmukaisella valaistusvoimakkuudella.
3. Rakennuksen varustaminen paikallisella sähköntuotantojärjestelmällä, kuten aurinkosähköjärjestelmällä.
4. Seurantamittarointi ja käyttöhenkilökunnan opastus sekä ohjeistus.

## Ohjeet

Seuraavassa on esitetty sähkötekniisiä keinoja ja menetelmiä, joita soveltamalla yhdessä muun suunnitteluryhmän kanssa, tavoitteet voidaan saavuttaa:

- Rakennuksen sähkö- ja telejärjestelmien pääjakeluverkot (keskusyksiköiden sijoituspaikat, kaapeleiden poikkipinnat) suunnitellaan optimaalisesti.
- Rakennus varustetaan sähkökeskuksiin asennettavilla alamittareilla. Mitattavat kohteet sovitaan tapauskohtaisesti kussakin hankkeessa. Mitattavia kohteita voi olla mm. käyttäjäryhmät, keittiölaitteet, IV-laitteet, kiinteistösähkö, tilakohtainen mitaus, yms.
- Käytettäessä heti syttyviä ulkovalaisimia (Led), on mahdollista syttymistä ohjata osittain liiketunnistimilla ja/tai valoisuusantureilla huomioon ottamalla katuvalaistus sekä lähiseudun asutus.
- Valaistushajukset voidaan toteuttaa mm. soveltaen kiinteistöautomaation aikaohjauksia, valoisuusantureita, läsnäolotunnistimia ja järkevää valaistusryhmitystä. Joissakin huonetiloissa voidaan valaistukseen lisätä himmentimiä, jotka säätelevät tilakohtaisesti valaistusvoimakkuutta ulkoa tulevan päivänvalon mukaan.
- Suunnitteluratkaisuissa on vältettävä rakennuksen ulkopuolisia lämmityksiä/sulatuksia. Esimerkiksi kattokaivojen paikat suunnitellaan niin, että sulatustarvetta ei synny.
- Ulkopuolisia sähkölämmityksiä (räystäät, syöksytorvet, luiskat) asennetaan vain, jos henkilö- ja aineelliset turvallisuusperusteet sitä edellyttävät. Tällöin asennustarpeet ja mitoitusperusteet sekä ohjaustavat selvitetään perusteellisesti suunnitteluvaiheessa.
- Märkätilojen mukavuus- ja kuivatuslämmitys vältetään ja toteuttaa ne esim. vesikiertolämmityksenä, huomioiden kuivatustarve lämmityskauden ulkopuolella.
- Mahdolliset autolämmityspistorasiat varustetaan pääsääntöisesti pistorasiakohtaisella kellokytkimellä, huomioiden sähköautot, joilla latausaika on pidempi kuin 2 tuntia.



## 4. TOTEUTUSVAIHE

Ennen työmaan alkua laaditaan kosteudenhallintasuunnitelma. Työmaalle tulisi myös tehdä olosuhdesuunnitelma hyvissä ajoin jo hankevalmisteluvaiheessa. Sen tulee sisältää ainakin työmaan kosteuden- ja pölynhallintasuunnitelmat sekä rakenteiden kuivausajat. Suunnitelma tulee tehdä yhteistyössä rakennuttajan, urakoitsijan, suunnittelijan ja tarvittaessa kosteusteknisen asiantuntijan kanssa. Kosteudenhallintasuunnitelma sisältää mm. rakennusvaiheen sääsuojan käytön, ulkovaipan ilmantiiveyden mittaukset merkkiainekoikeilla sekä lämpövuotojen selvitykset ja rakenneosien liittymien lämpökuvaukset.

Valvotaan, että aiemmin esitetyt tavoitteet saavutetaan toteutuksessa. Sen toteutumista seurataan aktiivisesti,

## 5. HUOLTOKIRJAN JA ERILLISTEN KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEIDEN LAATIMINEN

Käyttövaiheessa huolehditaan kokonaisuuden hallinnasta. Käyttäjät perehdytetään rakennuksen toimintaan riittävällä tarkkuudella. Käyttöohjeiden tulee olla käyttäjäystävällisiä, selkeitä ja kattavia.

Kiinteistön käyttöön liittyvissä teknisissä ohjeissa käsitellään mm. vedenkäyttöä, lämmityksen käyttöä, valaistuksen säätämistä, huonetilojen tuulettamista, sälekaihtimien käyttöä, kunnossapitoa ja siivousta sekä ilmanvaihdon tehostustoimintojen käyttöä.

## 6. YLLÄPITOVAIHE / TAKUUAIKA

- Ylläpitovaiheeseen asetetaan velvoite suunnitteluvaiheessa annettujen tavoitteiden saavuttamiseksi.
- Rakennuksen todellinen ilmanpitävyysluku mitataan heti, kun rakennuksen ulkovaippa on ilmatiivis. Vastaanoton jälkeen tehdään lämpökuvaukset mahdollisten vuotokohtien paikallistamiseksi.
- Käytönaikaisilla huoltotoimenpiteillä ei saa heikentää hankkeelle suunnitteluvaiheessa asetettuja tavoitteita!
- Rakennusautomaatiourakoitsija koordinoi dokumentoidusti hankkeen valmistumisvaiheessa taloteknisten järjestelmien toimivuutta (koekäytöt, toimintakokeet, yms. testaukset). Kukin urakoitsija vastaa kuitenkin osaltaan omasta urakastaan ja siihen kuuluvista laitteista/niiden korjauksista.
- Tavoitteen mukaisesti varmistetaan, että kaikki asennetut talotekniset järjestelmät toimivat suunnitellusti, kun rakennus otetaan käyttöön sekä havaita mahdolliset toteutusvaiheen virheet niin, että virheet on löydetty ja korjattu.



- Rakennusautomaatiourakoitsija esittää takuutarkastusten yhteydessä dokumentoidusti, että urakkaan kuuluvat lopulliset ohjelma-asetukset ja RAU-huollot on tehty sekä sen, että kiinteistön LVIS- järjestelmät kokonaisuudessaan toimivat edelleen kuten on suunniteltu. Lisäksi varmistetaan, että käyttökunta osaa käyttää järjestelmää (=käytönopastukset). Asia selvitetään mm. tila- ja säätötietojen, energiankulutusarvojen analysoinnilla ja vertaamalla niitä suunniteltuihin arvoihin. Lisäksi mm. ilmanvaihdon toimivuutta testataan huonetiloissa tehtävin pistokokein.