

Energiatehokkaan rakennuksen käsikirja

Cygnus ja Flow lähes nollaenergiatalon esimerkkeinä
Pientalon ekotehokkuuden esittely ytimekkäästi

Ari Käsäkoski

Miksi :-o

Rakennukset vievät kokonaisenergiankulutuksesta kehittyneissä maissa noin 50 %. Hiilidioksidipäästöistä osuus on noin 40 %.

Nykyteknologialla energiantuotannon saaminen hiilidioksidineutraaliksi tulee viemään kymmeniä vuosia. Ilmastonmuutoksen torjunnan kannalta aikaa ei ole riittävästi. Päästöjä olisi leikattava huomattavasti nopeammin.

Rakennusten energiatehokkuuden lisääminen on tutkimusten mukaan yli viisi kertaa halvempi tapa hiilidioksidipäästöjen alentamiseen kuin uuden puhtaan

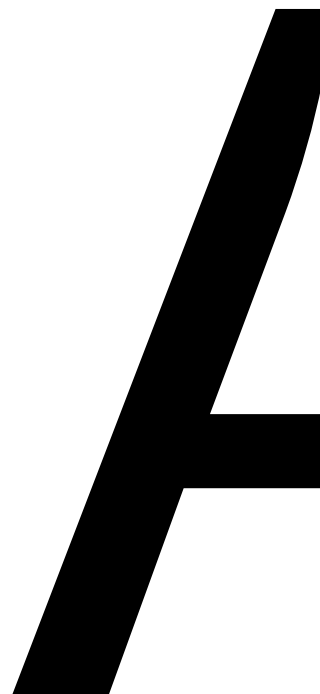
energiatuotannon rakentaminen. Molempien teknikoiden kehitys ja käyttöönotto on tärkeää.

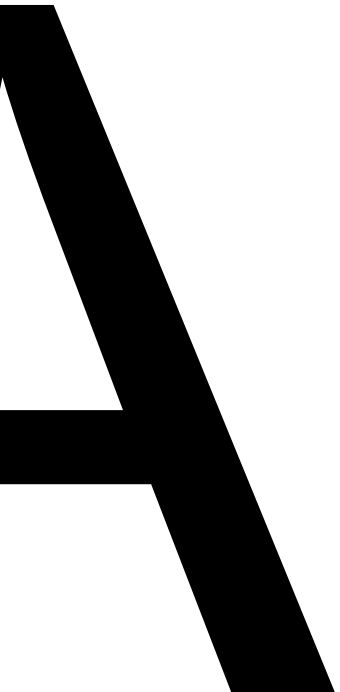
Hiilidioksidivapaiden rakennusten suunnitteluun ja rakentamiseen tarvittava osaaminen on jo olemassa. Rakennuskannan energiatehokkuuden parantaminen laajalla rintamalla on tällä hetkellä nopein mahdollinen tapa vaikuttaa globaaleihin, ilmastonmuutosta aiheuttaviin päästöihin.

Rakennukset ovat ilmastonmuutoksen vastaisen taistelun eturintamassa.



Ilmoitussivu aukeama





B



Cygnus lounaasta © Ari Känsäkoski.

Cygnus-talomalli toimii juttusarjassa energiatehokkuuden esimerkkinä,
Suunnittelu: Ari Känsäkoski www.baulog.fi

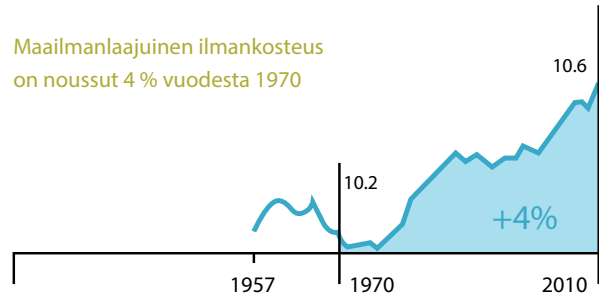
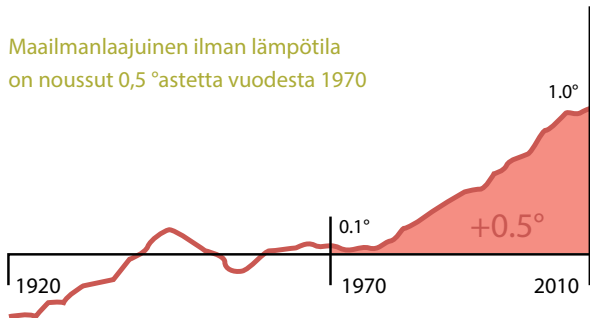
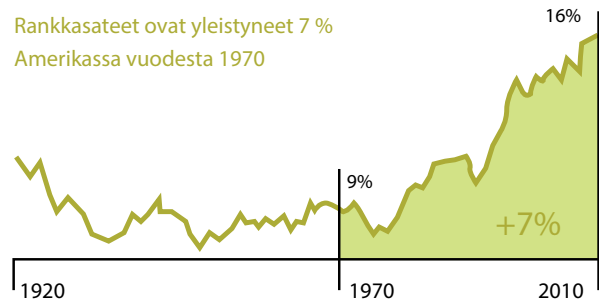
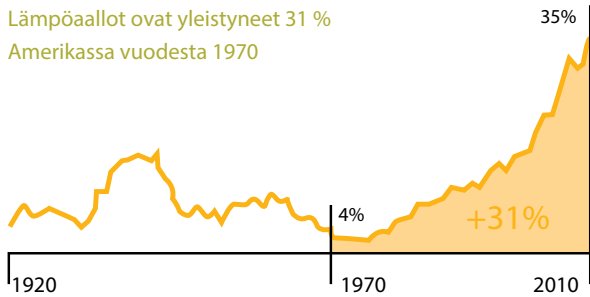
Sisällysluettelo

- 1: Perusteet
- 2: Rakennuspaikka ja arkkitehtuuri
- 3: Energia ja valo
- 4: Vesi ja ilma

Energiatehokkaan pientalon perusteet

Energiatehokas rakentaminen on paitsi ympäristöystävällistä, myös taloudellisesti järkevää: ekologinen pientalo on käyttö- kustannuksiltaan ”normitaloa” huomattavasti edullisempi ja oikein suunniteltuna myös rakennuskustannuksiltaan halvempi.

Rahansäästö on oiva porkkana energiatehokkaaseen rakentamiseen siirtymiseen, mutta taustalla vaikuttaa lisäksi ilmastonmuutos. Se tulee vaikuttamaan voimakkaasti lähitulevaisuuteemme ja koko nykyisen maailman olemassaoloon. Hiilidioksiditasojen voimakas nousu alkoi teollistumisen aikakaudella ja on jatkunut siitä eksponentiaalisella vauhdilla. Suuren nopeuden vuoksi muutos on maapallon historiaan suhteutettuna dramaattinen. Ilmastonmuutos on jo nyt lisännyt sään ääri-ilmiöitä noin 20 % ja nostanut merenpintaa 19 cm. Keskilämpötila on Suomessa noussut 2,1 astetta ja maailmanlaajuisesti 0,9 astetta. Eliölajeilla ei ole aikaa sopeutua, ja jopa 25% on vaarassa hävitä vuosikymmenten sisällä.



Ilman lämpeneminen ja ilmankosteuden nousu ovat lisänneet sään ääri-ilmiöitä noin 20 %.

Weather Cone Wild, National Geographic, lokakuu 2012

Samanaikaisesti suurin yksittäinen osa ihmisen tuottamasta hiilidioksidipäästökuormasta lepää länsimaissa rakennusten päällä. Tärkeintä on vähentää rakennuksen käytöstä syntyviä päästöjä. Rakentamisen osuus on noin 5 % ja rakennusten käytön osuus 40–50 % kokonaispäästöistä. Tämän takia rakennukset ja niiden käyttö ovat kaikkein tärkein sektori päästöjen vähentämiseen. Oikeanlaisella ohjaamisella ja kannustimilla muutos saataisiin aikaan laajalla rintamalla. Tästä seuraisi taattu polku myös Suomen taloudellisen tilanteen parantumiseen. Nykytilanteessa rakentamisen kannustimia on karsittu säästöjen nimissä.

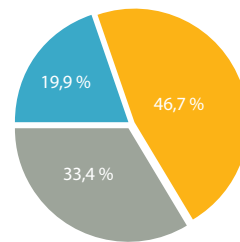
Uusia omakotitaloja valmistuu vuosittain tuhansia. Kapasiteettia vaikuttamiseen siltäkin saralla siis on. Oikealla suunnittelulla pientalon energiatehokkuus saadaan tasolle, jossa tekniikan määrää voidaan jopa vähentää ja rakennuksesta saadaan yksinkertainen. Arkkitehtuurin ja passiivisten tekniikoiden merkitys on tässä erittäin ratkaisevaa. Tämän takia energiatehokkuus tulisi huomioida jo projektin hankesuunnitteluvaiheessa. Myöhemmissä vaiheissa energiatehokkuuden lisääminen vaatii enemmän tekniikkaa ja nostaa täten koko projektin rakentamis- ja käyttökuluja. Karkeasti kulut nousevat myöhemmissä vaiheissa 10 % suunnitteluvaihetta kohti. Tampereen asuntomessuilla vuonna 2012 kaksi nollaenergiatasolle rakennettua pientaloa olivat neliohinnaltaan samalla tasolla muiden vastaavien rakennusten kanssa. Kyseisten rakennusten laskennallinen energiatase on nolla ja energiakustannukset täten myös hyvin lähellä nollaa. Normaalisti suunnitteluun käytetään karkeasti 1 % rakennuksen elinkaarikustannuksista. Suunnitteluvaiheessa tehdään kuitenkin noin 90 % elinkaarikustannuksiin vaikuttavista ratkaisuista. Asiantuntevaan suunnitteluun panostaminen onkin avain huomattaviin säästöihin.

Rakennusten elinkaari

Pitkälle elinkaarelle jaettu laadukas rakennus on ekologinen ja kustannustehokas. Elinkaariajattelussa tulisi lähteä liikkeelle mieluiten yli kahdestasadasta vuodesta. Avainasemassa ovat laadulliset tekijät. Rakennus tulisi suunnitella mahdollisimman ajattomasti ilman lyhytaikaisten trendien vaikutuksia, ja sen tulisi myös olla mahdollisimman muutosjoustava ilman suuria rakenteellisia muutoksia. Tämä johtaa helppoon huollettavuuteen ja ylläpitoon.

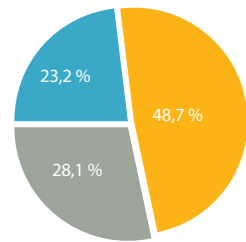
Rakennuksen elinkaari jaetaan kolmeen osaan: rakentaminen, käyttö ja käytöstä poisto. Näiden kaikkien vaiheiden tuottamaan hiilidioksidilastin suuruuteen pystytään vaikuttamaan merkittävästi.

USA:n hiilidioksidipäästöt Architecture 2030



Rakennukset 46,7 %
Liikenne 33,4 %
Teollisuus 19,9 %

USA:n energiankulutus Architecture 2030



Rakennukset 48,7 %
Liikenne 28,1 %
Teollisuus 23,2 %

Elinkaari 100+ vuotta

Rakentaminen:

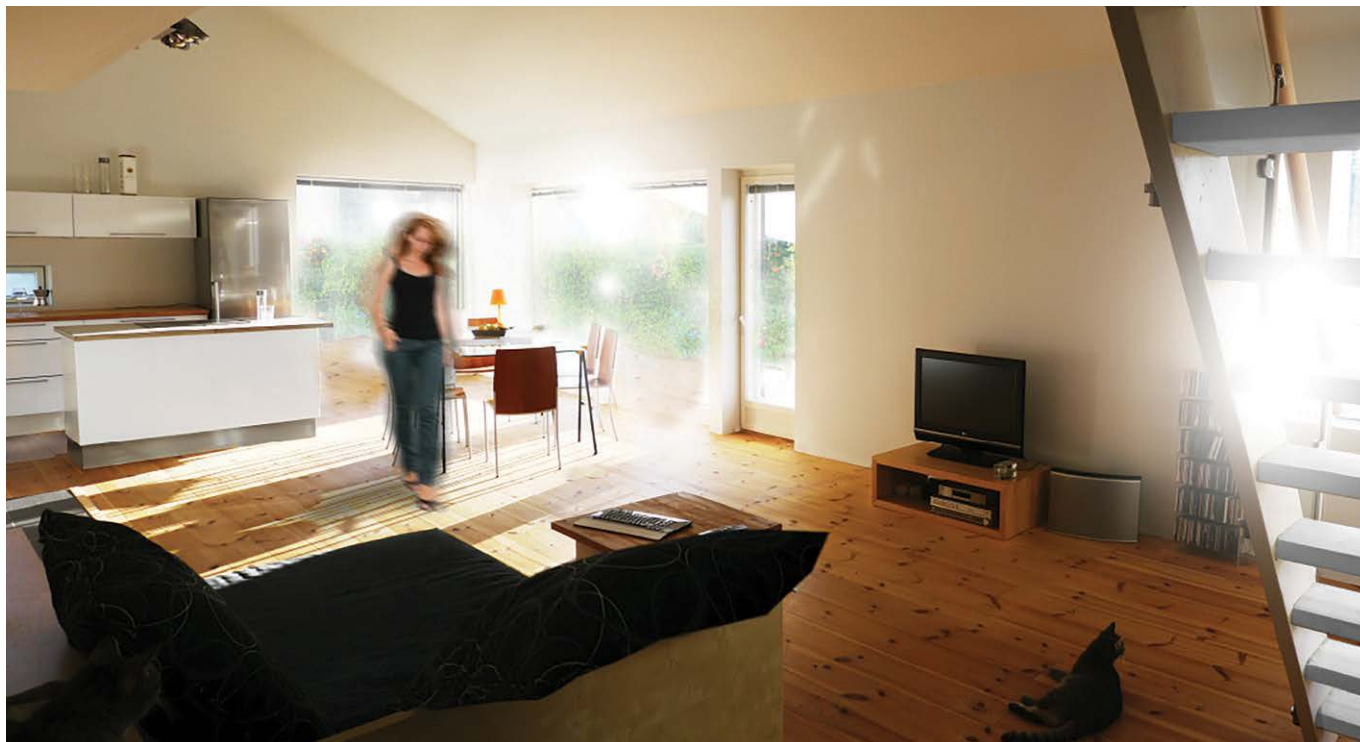
- lyhyet materiaalien kuljetusmatkat
- lyhyt materiaalien jalostusaste
- laadukkaat, luonnolliset ja myrkyttömät materiaalit
- laadukas työ
- lyhyet työvoiman matkat
- lyhyt rakennusaika selkeillä rakenteilla
- lyhyet jätteiden kuljetusmatkat

Käyttö:

- pitkä käyttöikä, yli 200 vuotta
- hyvä energiatehokkuus
- kestävät energiaratkaisut
- laadukas, aikaa kestävä suunnitelma
- elinkaaren ajan kestävä muutosjoustavuus
- kestävät materiaalit
- helppo huollettavuus

Käytöstä poisto:

- hyvä muutosjoustavuus
- lyhyet kierrätysmatkat
- helppo rakennusosakierrätys
- helppo materiaalikierrätys
- lyhyet jätteiden kuljetusmatkat

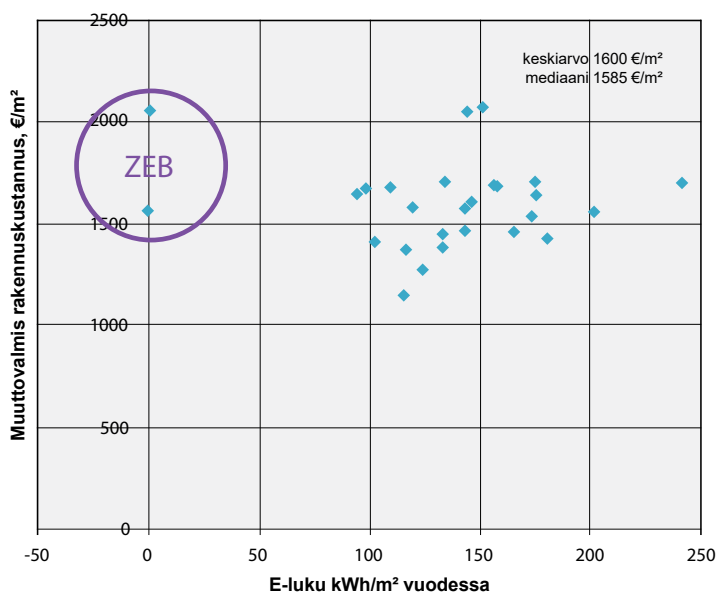


Cygnuksen olohuone-keittiö © Ari Käsäkoski

Yhdessä kohti parempaa

Euroopan unioni on asettanut tavoitteeksi uudisrakennusten energia-
tehokkuudelle lähes nollaenergiatason vuoteen 2020 mennessä. Lähes
nollaenergiataso tarkoittaa rakennusta, jonka energian kulutuksen ja
tuoton erotus on hyvin pieni. Täysin nollaenergiatalossa erotus on nol-
la. Vaatimustasona tämä ei ole aina järkevää, koska energiaa kannattaa
tuottaa tuulella, auringolla ja muilla uusiutuvilla energialähteillä siellä,
missä se on tehokasta. Lähes nollaenergiataso (NZEB eli nearly zero
energy building) tuottaa rakennuksia, joiden minimaalinen energian-
kulutus on helppo korvata uusiutuvilla energialähteillä.

Suomi oli pitkään pahasti jälkijunassa rakennusten energiatehok-
kuudessa. Vuodesta 2007 lähtien rakennusmääräyksiä on kuitenkin
kirstetty voimakkaasti muun muassa rakenteiden, ilmastoinnin vaa-
timustason ja laskennallisen energiatehokkuuden osalta. Tämän ansi-
osta olemme rakennusmääräysten vaatimustasossa nykyään Euroopan
kärkimaiden joukossa. Lähes nollaenergiataso tulee olemaan norma-
lia rakentamista vuonna 2020 – voimme kuitenkin aloittaa jo tänään.



Tampereen asuntomessut nZEB-talot. Jarek Kurnitski. SITRA. 25.10.2012

Avainsanana tehokkuus

Energiatehokkuuden mittarina käytetään E-lukua, joka määrittelee
rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen kilowattitunteina neliötä
kohti vuodessa (kWh/m²). Mistä sitten tietää, mikä rakennus on ener-
giatehokas? Rakennuksen laskettu kulutus kerrotaan energiamuodon
kertoimella, joka sähköllä on 1.2; fossiilisilla 1; kaukolämmöllä 0.5, kau-
kojäähdytyksellä 0.28 ja uusiutuvilla energialähteillä 0.5.

1. Aurinkokeräimet: Käyttö- ja lämmitysveden lämmitys auringolla
2. Aurinkopaneelit: Oma käytösähkön tuotanto
3. Tuuliskuoppi: Painovoimainen ja tuulivahvistettu ilmastointi
4. Savupiippuvaraaja: Savukaasujen lämmön talteenotto
5. Sadeveden keräys hulevesialtaaseen: WC:n huuhtelu ja kaste-
lukäyttöön
6. Viherhuone: Oma ruuantuotanto
7. Varjostuslamellit: Jäähdytys varjostamalla



Cygnus-muutosmalli Flow, www.bauolog.fi

Suunnittelu: Ari Käsäkoski, visu alisointi: Maiju Korpelainen



Cygnuksen kylpyhuone © Petri Österlund

Energiatehokkaita rakennuksia ovat alenevassa järjestyksessä lueteltuina

1. Plusenergiatalo: Tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa.
2. Nollaenergiatalo: Tuottaa yhtä paljon kuin kuluttaa. Määritelmiä useita. Esimerkiksi fossiilisten käytön korvaaminen omalla uusiutuvalla tuotannolla.
3. Lähes nollaenergiatalo: E-luku pientalon koosta riippuen on noin 120–204 kWh/m² vuodessa (FinZEB 2015).
4. Passiivitalo: Pääosin passiivisilla menetelmillä lämmitettävä talo, jonka E-luku on 75–85 kWh/m² vuodessa.
5. Matalaenergiatalo: Nykyisillä rakennusmääräysten minivaatimuksilla kaikki uudisrakennukset ovat jo lähellä matalaenergiataloja.

Systemaattisesti tavoitteeseen

Yksittäisen ihmisen suurimmat hiilidioksidipäästöt tulevat asumisen energiankulutuksesta. Asunnon sähkösopimuksen vaihtaminen uusiutuvalla energialla tuotettuun sähköön leikkaa jo suurimman osan hiilidioksidipäästöistä. Samalla lähetetään myös voimakas viesti energia-yhtiöille.

Paitsi energiamuotoon, myös rakennuksen lämmittämiseen liittyviä ekologisia keinoja on useita. Aurinkokeräinten avulla käyttö- ja lämmitysvettä saadaan lämmitettyä puhtaasti. Aurinkopaneelien avulla voidaan tuottaa huomattava osa rakennuksen käyttö sähköstä, ja tuuliskuuppi puolestaan tekee mahdolliseksi painovoimaisen ja tuulivahvistetun ilmastoinnin yhdistämisen. Lisäksi talteenottohormilla savukaasujen lämpöä saadaan talteen, sadevesi voidaan kerätä hulevesialtaaseen puutarhan kastelua ja WC-huuhtelua varten, viherhuonetta hyödyntää omaan ruoantuotantoon ja varjostuslamelleja rakennuksen jäähdytykseen. Mahdollisuuksia on siis monia.

Seuraavassa osassa keskitytään lähemmin energiatehokkaan pientalon rakennusprojektin ensiaskelisiin: optimaalisen rakennuspaikan valintaan ja arkkitehtuurin mahdollisuuksiin.



Cygnus-pystyelementtitalo, www.baulog.fi

Visualisointi: Maiju Korpelainen

C

D

E

E

C

F

G

G

H

H

H



Toisessa osassa käydään läpi rakennusprojektin ensiaskeleita: optimaalista rakennuspaikan valintaa ja arkkitehtuurin mahdollisuuksia.

Osa 1: Perusteet

Osa 2: Rakennuspaikka ja arkkitehtuuri

Osa 3: Energia ja valo

Osa 4: Vesi ja ilma

Talomalli: Kasnäs, vwe.fi, Ari Käsäkoski. Visualisointi: Maiju Korpelainen.

Rakennuspaikka ja arkkitehtuuri

Tontin valinta. Talomallin valinta. Tilasuunnittelu, passiiviset ratkaisut, muutosjoustavuus. Kun rakennuksen elinkaarihuomioidaan kokonaisuutena ja halutaan toteuttaa laadukas sekä energiatehokas pientalo, on monia asioita, joihin pystyy vaikuttamaan – eikä oikein suunniteltu ekologinen pientalo tule vastaavaa ”normirakennusta” kallemmaksi.

Rakennuspaikan merkitys projektissa

Rakennuspaikan valinnalla on suuri merkitys monella eri osa-alueella, ja jo sen sijainti tulisi päättää käyttäjien toiminnan mukaan: Työpaikkojen, harrastusten ja muiden elämän osa-alueiden välinen liikenne muodostaa suuren osan asumisen päästöistä ja kustannuksista. Liikennevirrat tulisi optimoida

mahdollisimman lyhyiksi ja helpoiksi ja pyöräilyä sekä jalankulkua painottaa. Myös julkisen liikenteen tehokas käyttö tulisi ottaa huomioon.

Rakennuksen sijoitus tontille

Rakennuksen tontille sijoittamisen perussääntö on yksinkertainen: se suunnitetaan avoimeksi etelään ja suojattuna pohjoiseen. Etelä-

puolella lehtipuut varjostavat ja viilentävät luonnollisesti kesällä ja antavat auringon lämpösäteilyn tulla sisään talvella. Tämän ansiosta myös luonnonvaloa saadaan käytettyä hyvin tehokkaasti. Passiivisena suojauksena pohjoiseen toimivat puolestaan tontin maastonmuodot, muut rakennukset sekä kasvilisuus. Pohjoispuolella tulisikin suosia havupuita, jotka suojaavat tehokkaasti ympäri vuoden. Rinnetontilla talon paras sijainti on etelärinteessä.

Kylmä ilma seisoo paikallaan maaston painanteissa ja laaksoissa, ja näihin rakentamista tulisikin välttää. Niin kutsutut kylmän ilman järvet lisäävät lämmitysenergian kulu- tusta jopa 15%.

Työmaan jälki – kädenojennus vai uhka tulevalle?

Rakennuspaikka voi tarjota mahdollisuuksia ekologiseen ja taloudelliseen rakentamiseen.



SELVÄÄ SÄÄSTÖÄ

Cygnuksen perustuksissa tontin luonnolliset muodot on säilytetty paalupe-
rustuksen avulla. Maamassojen siirrot
on näin minimoitu viiteen kuormaan.
Taloudellinen säästö on yli kymmenen-
tuhatta euroa.



Tämän takia tonttia tulisi käsitellä mahdollisimman pitkälle sen muotojen ehdoilla. Maamassojen siirrot saadaan näin pidettyä minimissä. Yksi neljänkymmenen kuution kuorma maksaa noin 400–500 euroa. Ilman optimointia normaalilla työmaalla kuormia voi kulua jopa kolmekymmentä. Tarvittavat maansiirrot tulisi myös tehdä lähialueelta.

Suojaamattoman työmaan maasto tuhoutuu nopeasti. Tämän takia maaston ja säilytetävän kasvillisuuden suojaus tulee tehdä ensimmäisten toimenpiteiden joukossa. Uusien

varjostavien tai suojaavien puustojen kasvataminen kestää jopa kymmeniä vuosia. Työmaalla liikkuu rakennusprojektin aikana suuria koneita, joiden reitit tulee ennakoida, ja rakennustarvikkeiden säilytykselle varattavat alueet merkitä.

Arkkitehtuurin osuus suunnittelutyössä

Energiatehokkaan rakennuksen arkkitehtuuria ohjaavat selkeät suuntaviivat. Rakennuksen muoto, tilajärjestelyt ja toiminnallisuus

määrittelevät rakennuksen tehokkuuden suuret linjaukset.

Tehokkuus jaetaan kolmeen kokonaisuuteen:

- kuutiotehokkuus
- vaipan alan tehokkuus
- neliötehokkuus.

Tehokas rakennus on käyttötarkoitukseensa suhteutettuna edullinen. Kaikkien tehokkuuden osa-alueiden lähtökohta onkin rakennuksen ja tilojen tarkoituksenmukainen mitoittaminen ilman hukkatilaa.

Kuutiotehokkuus tarkoittaa sitä, että rakennuksen kokonaistilavuus hyödynnetään maksimaalisesti. Turhia ja avoimia tilatiloja – esimerkiksi useaan kerrokseen avoimia oleskelutiloja ja ylikorkeita huoneita – tulisi välttää. Rakennusmääräysten mukaan asuinhuoneiden korkeudeksi riittää 2500 mm. Avoimissa oleskelutiloissa katon lappeiden suuntauksella ja muotoilulla voidaan pyrkiä luomaan avara tunnelma kuutiotehokkuudesta tinkimättä.

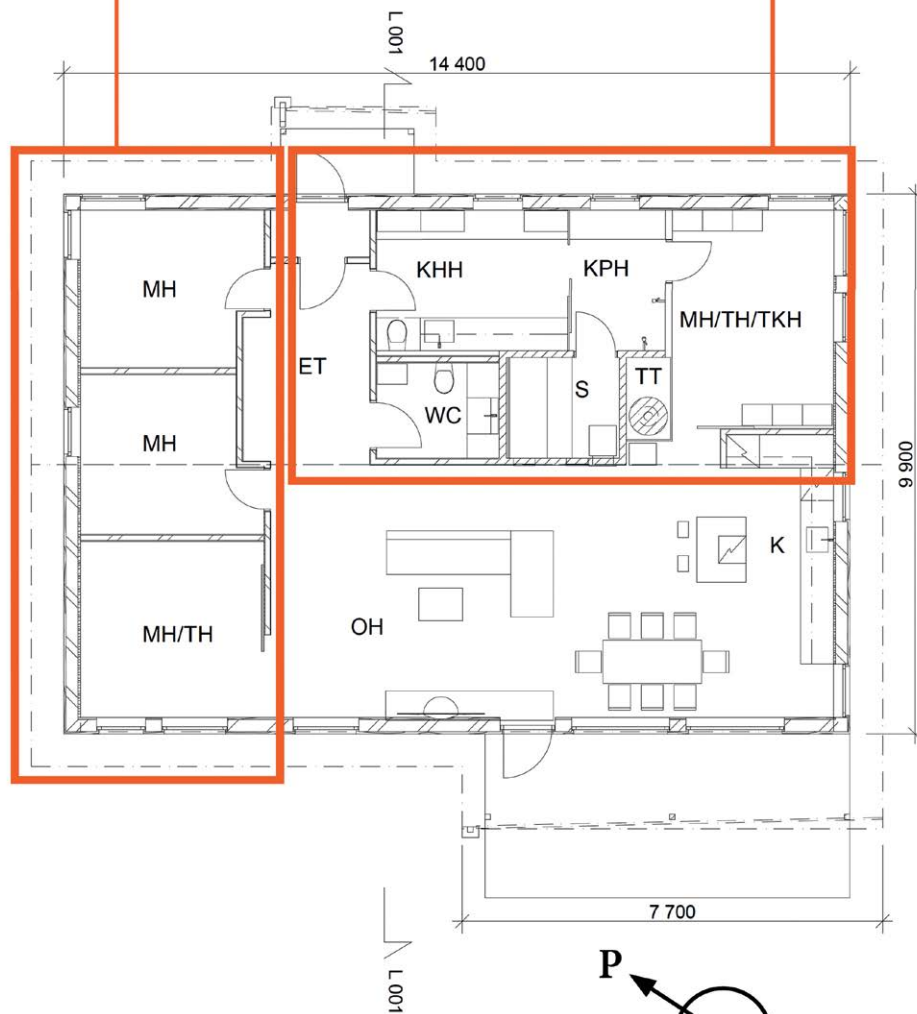
Vaipan alan tehokkuus tarkoittaa rakennuksen seinien sekä ylä- ja alapohjan muodostaman, eristetyn ulkovaipan pinta-alan suhdetta rakennuksen tilavuuteen. Yleisesti rakennuksen optimaalinen muoto olisi pallo. Rakenteellisesti siitä kuitenkin muodostuisi kallis ja monimutkaisesti toteutettava. Näin ollen kustannustehokkain ratkaisu on yleensä neliö tai suorakaide. Kaikki ylimääräiset kulmat ja ulokkeet rakennuksessa alentavat vaipan alan tehokkuutta, lisäävät rakenteiden rungosta tulevia kylmäsiltoja ja nostavat rakennuskustannuksia: jokainen ylimääräinen kulma pientalossa maksaa noin 500–1500 euroa.



Talomalli: Cygnus, Ari Käsäkoski. Kuva: Petri Österlund

Pohjoisen suljettava puskurivyöhyke

Koillisen puskurivyöhyke



Cygnuksen puskurivyöhykkeet

Cygnuksen puskurivyöhykkeet on jaettu pohjoiseen ja koilliseen. Pohjoispuoleinen väliseinä on eristetty. Sisäovilla jaetun puskurivyöhykkeen lämpötila saadaan näin pidettyä noin 5 °C viileämpänä.



Talomalli: Cygnus

Kun rakennuksen muotoilu on kompakti ilman ylimääräisiä ulokkeita, kuutiotehokkuus, vaipan alan tehokkuus ja neliötehokkuus saadaan optimoitua. Etelän lappeen kulma mahdollistaa paneelien helpon asennuksen ja luo sisätilojen oleskeluun korkean tilan vaikutelman kuutiotehokkuudesta tinkimättä. Samalla tilat elävät asukkaiden kulloisenkin elämäntilanteen mukaan:

- Yläkerran huonejako on vapaasti käyttäjän päättävissä.
- Matalia neliöitä saadaan käyttöön lisää jatkamalla välipohjaa avoimeen tilaan.
- Alakerran makuuhuone toimii myös työhuoneena, vierashuoneena ja takahuoneena.
- Pellettikamiina voidaan asentaa myös takkahuoneen puolelle tai korvata toisella tulisijalla.
- Yläkerran avoin työhuone voidaan sulkea erilliseksi makuuhuoneeksi.
- Avoimen oleskelutilan saa kalustettua usealla eri tavalla.
- Rakennusvaiheessa avoimen oleskelutilan olohuone ja keittiö voidaan sijoittaa myös toisinpäin.



Talomalli: Kasnäs, Ari Käsäkoski. Visualisointi: Maiju Korpelainen.

Muunto- ja muutosjoustavuus osana elinkaariajattelua

Rakennuksen elinkaaren kannalta muutosjoustavuuden suunnittelu jo projektin alkuvaiheessa on ensiarvoisen tärkeää. Tiloja pitäisi voida muuttaa käyttäjien elämäntilanteen mukaan. Suunnittelemalla tiloille jo lähtökohtaisesti useita käyttötarkoituksia voidaan niitä jatkossa muokata jopa täysin ilman rakenteellisia muutoksia. Rakenteellisissa toimenpiteissä muutokset tulisi voida tehdä keveillä ja helposti toteutettavilla ratkaisuilla kuten puurakenteilla.

Kun rakennuksen tilat jaetaan lämpötilan mukaan vyöhykkeisiin, saadaan eri lämpötiloja ja hallittua ja energiaa säästettyä. Vyöhykkeisiin jako kannattaa huomioida myös väliseinien eristämisessä: tavallisella sisäovella voidaan tiloja jakaa jopa viiden asteen lämpötilaeroihin.

Lämpövyöhykkeet luovat tehokkaan tavan avata rakennusta etelään ja suojata pohjoiseen. Pohjoispuoleiseen puskurivyöhykkeeseen sijoitetaan viileämpiä pidettäviä tiloja, esimerkiksi taloon kytketty autotalli, varastot, harrastetilat, tekniset tilat sekä makuuhuoneet. Koska makuuhuoneiden optimaalinen lämpötila on 18–20 °C, varastotilojen 5–15 °C ja autotallin vieläkin viileämpi, on jär-



Talomalli: Cygnus

kevää suunnata kyseiset tilat pois päin aurin-gosta pohjoisen puolen puskurivyöhykkeeseen. Sen sijaan oleskelutilat, kuten olohuone, ruokailu- ja työtilat sekä keittiö, on hyvä suunnata etelään. Oleskelutilojen normaali lämpötila on 20–22 °C.

Vertikaalisessa puskuroinnissa tiloja järjestellään mahdollisuuksien mukaan siten, että viileämmät tilat ovat alakerrassa, koska lämpö nousee ylöspäin. Oleskelun ja keittiön sijoittaminen yläkertaan ei ole aina toiminnallisesti käytännöllistä – paitsi esimerkiksi rinne-

tontilla, jossa sisäänkäynti voidaan toteuttaa nimenomaan yläkertaan.

Seuraavassa osassa paneudutaan energian ja valon osuuteen suunnittelussa sekä eri rakenneosiin.

LYHYESTI

Ajaton, laadukas ja muutosjoustava rakennus palvelee edullisesti ja ekologisesti pitkälle tulevaisuuteen.

Älykkäällä Enervent-ilmanvaihtojärjestelmällä
terve, mukava ja energiatehokas koti

enervent

www.enervent.fi



BAULOG.fi
helpoin tapa rakentaa
the easiest way to build

HIRSI- JA ELEMENTTI- RAKENTAMISEN PARHAAT PUOLET

- Painumattomat, kevyet elementit
- Nopea ja helppo pystyttää
- Sopii itserakentajille
- Tehdasvalmis pintakäsittely
- Määräystenmukainen, tehokas eristys
- Ekologinen, kotimainen tuote

markku.juutilainen@baulog.fi
+358 40 544 8824

 **VWELEMENT**

Ilmoitussivu



Kolmannessa osassa paneudutaan energian ja valon osuuteen suunnitellussa sekä eri rakenneosiin.

Osa 1: Perusteet

Osa 2: Rakennuspaikka ja arkkitehtuuri

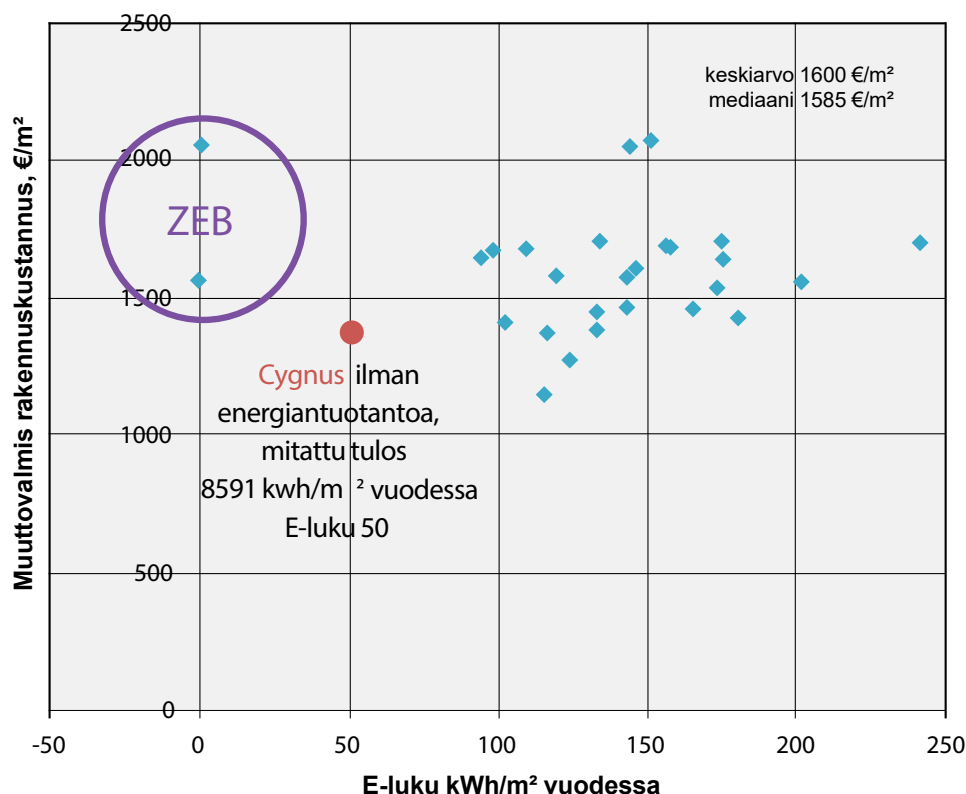
Osa 3: Energia ja valo

Osa 4: Vesi ja ilma

Talomalli: Talomalli: Cygnus, www.baulog.fi. Suunnittelu: Ari Käsäkoski. Kuva: Maiju Korpelainen

Energia ja valo

Energiatohkeassa rakentamisessa energia ja lämpö kulkevat käsi kädessä: oikein suunnitellussa rakennuksessa ulkopuolelta tulevat energiavirrat hyödynnetään mahdollisimman monipuolisesti, jolloin lämmöstä tulee energiaa.

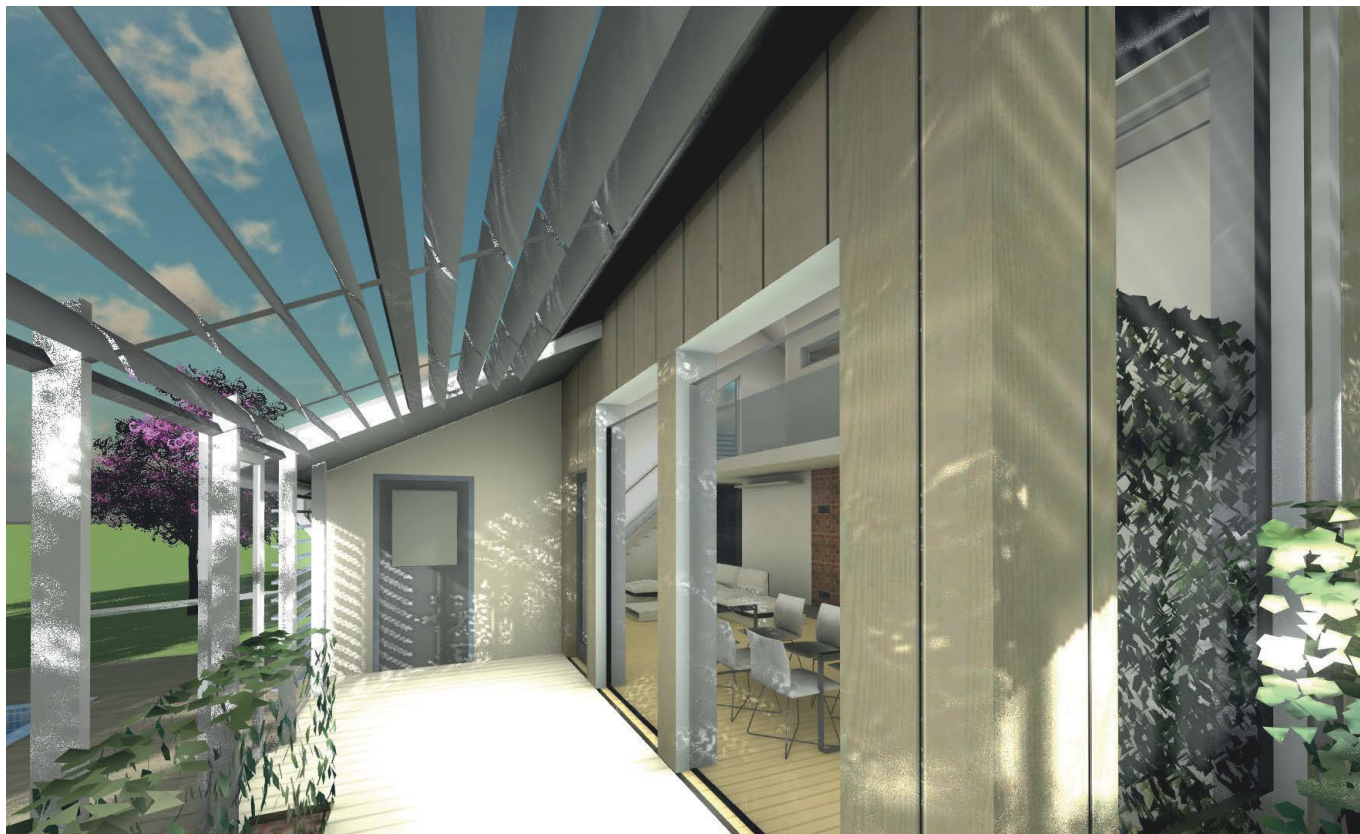


Yksittäisen ihmisen suurimmat hiilidioksidipäästöt syntyvät asumisen energiankulutuksesta. Näin ollen asunnon sähkösopimuksen vaihtaminen uusiutuvala energialla tuotettuun sähköön saa aikaan huomattavan päästöjen vähenemisen. Lisäksi vanhan asunnon lämmitysjärjestelmän vaihtaminen pellettiin, puuhun tai johonkin muuhun uusiutuvaan energianlähteeseen on myös taloudellisesti kannattavaa: fossiilisten polttoaineiden, kuten öljyn ja maakaasun, hinta tulee nousemaan.

Suunnittelussa eväät energiatohkeaseen rakentamiseen

Rakennuksen energiatohkeisuuden lähtökohdaksi on oikeanlainen suunnittelu: Hyvä arkkitehtuuri takaa parhaat mahdolliset ratkaisut. Hyvin eristetty passiivitasoinen ulkovaippa, tehokkaat ikkunat ja ovet, rakennuksen ilmastointi sekä lämmön talteenottava ilmastointi luovat optimaaliset perustat.

Tampereen asuntomessujen nollaenergiatalojen hinta ei ollut muita vastaavia rakennuksia korkeampi. Lisäksi energiakulut jäivät lähelle nollaa. Tampereen asuntomessut nZEB-talot. Jarek Kur-nitski. SITRA. 25.10.2012



Flow'n viherhuone toimii puskurina etelän suurille ikkunoille. Viherhuoneen katon automaattiset varjostuslamellit estävät talon yllämpenemisen kesäaikaan ja päästävät auringon lämpösäteilyn sisään talviaikaan. Talomalli: Flow, www.baulog.fi. RenderLights-virtuaalimalli ja suunnittelu: Ari Käsäkoski

Edellä mainituilla tavoilla toteutettu pientalo ei vaadi raskasta lämmitysjärjestelmää, vaan se tulee toimeen kustannuksiltaan murtu-osaan jäävillä lämmitysratkaisuilla. Lämmönjakojärjestelmäksi riittää esimerkiksi ilmastoinnin korvausilman esilämmitys yksinkertaisella lämpöpatterilla. Lisäksi erillistä teknistä tilaa keveiden ratkaisuiden rakennuksessa ei tarvita, mikä vapauttaa arvokkaita neliöitä muuhun käyttöön. Keveistä järjestelmistä ja selkeästä arkkitehtuurista syntyvillä säästöillä saadaan puolestaan katettua muita kustannuksia. Oikein suunniteltu energiatehokas pientalo ei siis ole tavanomaista minimitasoon tehtyä rakennusta kalliimpi – ja käytön aikaiset kustannukset ovat huomattavasti matalammat.

Kevein ja edullisin lämmitysmuoto on suora sähkölämmitys – luonnollisesti uusiutuvilla energiamuodoilla tuotettu –, vaikkakaan pelkän sähkölämmityksen käyttö ei sinällään ole suositeltavaa, koska siinä on huono primääri- eli alkuperäisenergian hyötysuhde. Suurimassa avainasemassa ovat siis passiiviset ratkaisut.

Passiiviset ratkaisut aktiiviseen käyttöön

Mitä sanovat rakennusmääräykset rakennusten sisälämpötilasta? Sisälämpötila ei asuinrakennuksissa saa ylittää 27 astetta ja muissa rakennuksissa 25 astetta kuin 150 astetuntia aikavälillä kesä-, heinä- ja elokuu. 30 asteen

lämpötila 4 tuntina vuodessa vastaisi 20 astetuntia ($30-25=5, 5 \times 4=20$ h).

Oikein suunnitellun pientalon lämmittämisen koostuu useasta pienestä osa-alueesta ilman pannuhuonetta ja kallista lämmitysjärjestelmää. Ohessa esimerkkejä Cygnus-talomallissa hyödynnetyistä ratkaisuista:

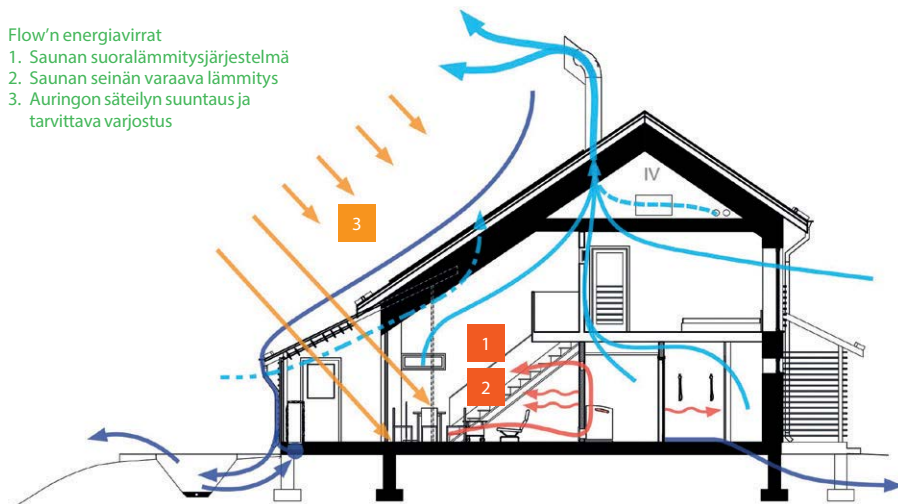
- Talon muotoilu ja aukotus suunnitellaan niin, että niiden ansiosta etelän passiivinen aurinkoenergia saadaan hyödynnettyä tehokkaasti. Etelän puolelle voidaan myös sijoittaa viherhuone, jossa ilma esilämpenee ja luo puskurin suurille lasipinnoille.
- Koska raskasta lämmönjakojärjestelmää ei tarvita, lattiamateriaalina käytetään puuta,

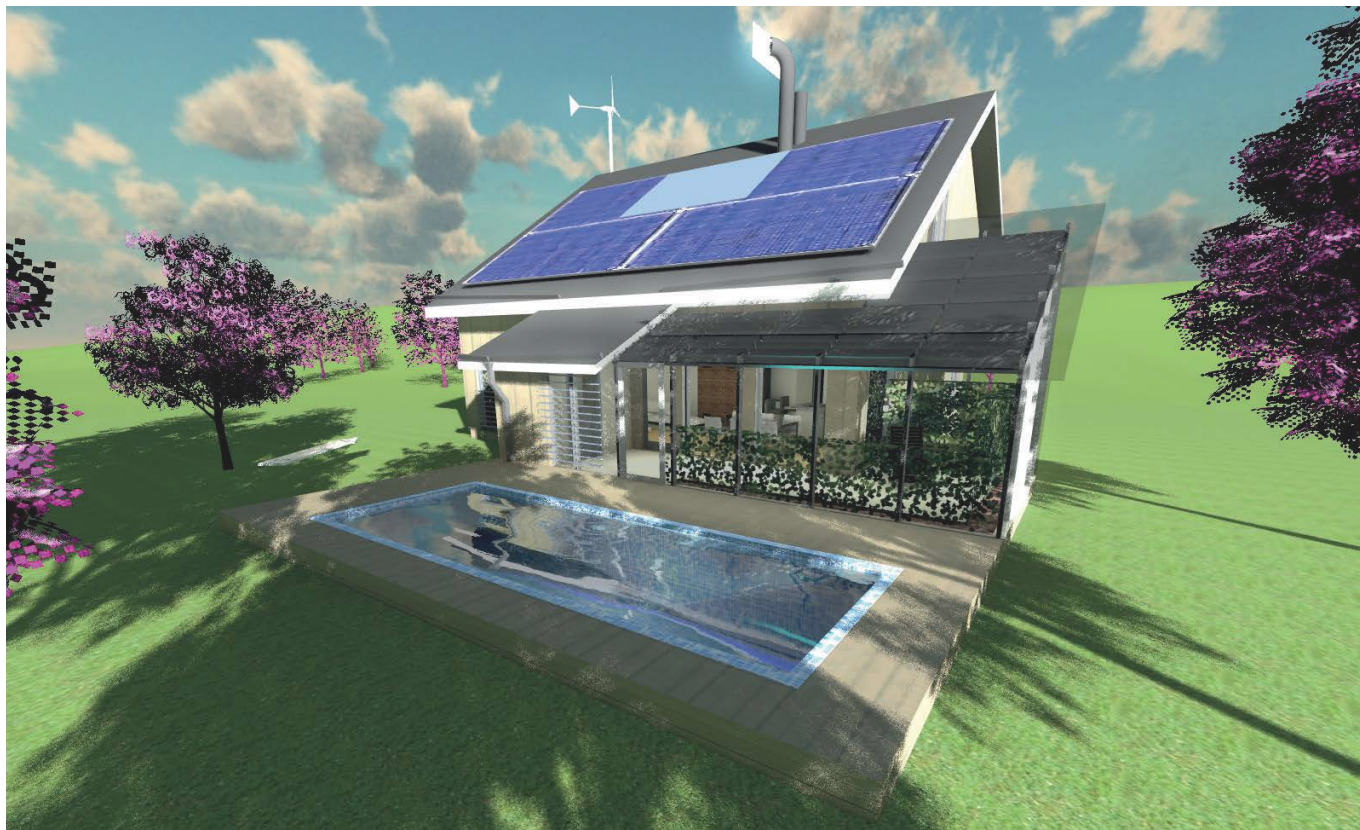
joka tuntuu jalkojen alla lämpöiseltä ilman lattialämmitystä.

- Rakennus tulee varustaa hyvin eristetyillä passiivitasoisilla ovilla, ikkunoilla ja vaipalla.
- Sauna sijoitetaan talon avoimen tilan keskelle, jossa se muodostaa lämmitettävän perusmuurin sekä suorälämmitysjärjestelmän. Oleskelutilan puolelta lämmitettävä, seinän läpi asennettu kiuas on mitoitettu koko rakennuksen lämmittämiseen. Saunan ollessa kuiva voidaan oleskelutilan puolelta muurin ylä- ja alaosan luukut avata, jolloin kuuma ilma pääsee virtaamaan avoimeen tilaan. Kun luukut suljetaan, varataan saunan lämpöä massiiviseen tiilimuuriin.

Flow'n energiavirrat

1. Saunan suorälämmitysjärjestelmä
2. Saunan seinän varaava lämmitys
3. Auringon säteilyn suuntaus ja tarvittava varjostus





Flow'n aurinkokennot ja -paneelit yhdistävät sähkön ja lämmön tuotannon. Katolle asennetaan pientuulivoimala tukemaan talviajan energiantuotantoa. Talomalli: Flow, www.baulog.fi. RenderLights-virtuaalimalli ja suunnittelu: Ari Käsäkoski.

- Savukaasujen hukkaenergiaa otetaan talteen savupiippuvaraajaan.
- Kiuas varustetaan vesikierrolla, joka kytetään varaajaan. Tämän ansiosta veden lämpötila saadaan nostettua nopeasti ennen saunomisen suurinta käyttöveden tarvetta.
- Märkätiloihin voidaan asentaa mukavuuslattialämmitys, joka myös kytetään varaajaan.
- Katolle asennetaan aurinkopaneeleja sekä aurinkokeräimiä, joita käytetään käyttöveden lämmityksessä. Aurinkopaneelien ylitheho hyödynnetään varaajan lämmittämiseen.
- Varalämmitysjärjestelmäksi kytetään savupiippuvaraajaan itsenäinen vesikiertoinen pellettikamiina, joka varustetaan siisäänrakennetulla siilolla.

Kun lämpöä on liikaa – varjostustekniikat

Rakennuksen jäähtyminen tulee järjestää riittävästi ilmanvaihdoilla sekä auringonsäteilyn optimoimalla varjostuksella. (Ilmanvaihtoa käsitellään lähemmin osassa 4.)

Ikkunapinta-alan koko, suuntaus ja varjostaminen on suunniteltava niin, että ylläampemistä ei pääse tapahtumaan. Suomessa pientaloissa jo suunnittelun lähtökohtana tulisi olla mekaanisen jäähtymisen tarpeen välttämisen. Rakennuksen eteläpuolella ikkunapinta-ala ei saisi ylittää julkisivusta 50 prosenttia – tyypillisesti se on 10-30 %.

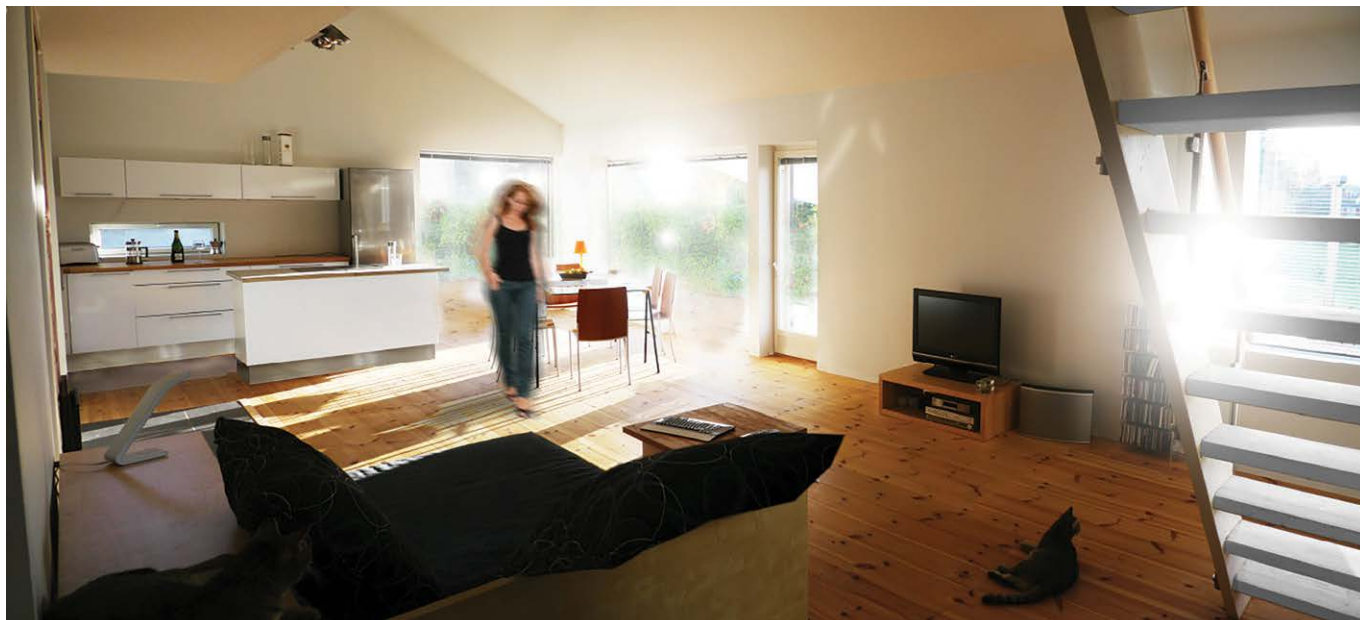
Suurten eteläikkunoiden kautta tuleva auringon energia lämmittää passiivirakennuksen huhtikuusta lokakuulle aurinkoisina päivinä nopeasti yli 25 asteen rajan. Tämä saadaan vältettyä ikkunoiden tehokkaalla varjostuksella. Lisäksi oikeisiin paikkoihin sijoitetut lehtipuut luovat luonnollisen varjon kesäaikaan ja päästävät lämpöä tuovan valon läpi talvikautena.

Rakennuksen omia varjostajia ovat yksinkertaisimmillaan räystäät ja terassikatokset. Ja koska Suomessa auringonkulma vaihtelee voimakkaasti eri vuodenaikoina – kesäkuussa se on Helsingissä keskipäivän aikaan 53,5 astetta

ja joulukuussa 6,5 astetta –, tulee räystäiden ja katosten pituudet jo suunnitteluvaiheessa optimoida oikeanlaisiksi. Passiivitalossa huhti-lokakuussa tulisi suuria eteläikkunoita etupäässä varjostaa ja marras-maaliskuun aikana auringon lämmittävä vaikutus ohjata rakennuksen sisärankenteisiin. Rakenteisiin sitoutuvaa lämpöä saadaan tehostettua lämpöä sitovilla, tummilla materiaaleilla, kuten tiilillä ja lattialetoilla. Paras, ympäri vuoden toimiva varjostuslopputulos saadaan esimerkiksi ArchiCADin varjoanalyysin avulla. Yliämpemisen aikajakso puolestaan saadaan simuloi-



Savupiippuvaraaja on koteloitavissa eikä vaadi teknistä tilaa. Kylkeen kytetään myös vesikiertoinen pellettikamiina. Talomalli: Flow, www.baulog.fi. RenderLights-virtuaalimalli ja suunnittelu: Ari Käsäkoski.



Cygnuksen olohuone. Talomalli: Cygnus. Suunnittelu: Ari Känsäkoski. Kuva: Petri Österlund.

Parvelle luonnonvalo heijastuu vaaleista pinnoista. Talomalli: Cygnus. Suunnittelu: Ari Känsäkoski. Kuva: Petri Österlund.



Sisätiloissa vallitsevana valona toimii epäsuora hajavallo, joka heijastuu pinnoista, ja sen voimakkuutta voidaan lisätä tehokkaasti vaaleilla ja heijastavilla sisämateriaaleilla sekä erilaisilla pintakäsittelyillä.

Myös ikkunoiden koolla ja muodolla on merkitystä: Kun muotoilu on käyttötarkoitukseen ja sijaintiin nähden optimaalinen, pienetkin aukot saadaan paljon luonnonvaloa.

Esimerkiksi aukkojen viistoaminen valon suuntaisesti vähentää paksun rakenteen varjovaikutusta. Kun ikkuna-aukkojen reunat käsitellään vaaleilla ja heijastavilla materiaaleilla, valo hajoo tehokkaammin syvemmälle tilaan.

Aukkojen lisäksi luonnonvaloa saa ohjata erilaisilla heijastimilla, joita ovat heijastaviksi käsitellyt kaihtimet, pinnat, alakatot, aktiiviset automaattiset heijastimet sekä valoskuupit. Skuupit muodostuvat heijastavista valotunneleista, ja niiden avulla valoa saadaan ohjattua haastaviinkin paikkoihin.

Keinovaloa käytettäessä valaistuksen ohjauksella voidaan minimoida energiantarve. Valaistusta voidaan ohjata luonnonvalon, ajan, liikkeen ja oleskelun perusteella. Kehittyneessä valaistuksen ohjauksessa valaistus lisääntyy luonnonvalon vähentyessä ja pysyy päällä vain asetetun ajan liikkeen tai oleskelun perusteella. Oleskelu voi perustua myös tageihin tai esimerkiksi matkapuhelimeen.

Keinoja valon hyödyntämiseen on siis useita, ja kun ulkoa tuleva luonnonvalo saadaan hyödynnettyä, pienenee keinovalon tarve sekä rakennuksen lämmitystarve ja -kustannukset.

Seuraavan osan aiheena on vesi ja ilma: kuinka optimoida niiden käyttö jo pientalon suunnitteluvaiheessa.

tua ArchiCADin sisäisellä energialaskentalaajennuksella EcoDesignerilla.

Myös kaihtimet, purjeet, markiisit ja luo-
kut ovat tehokkaita varjostajia. Tässä yhteydessä tulee huomioida, että ikkunoiden sisäpuolella olevat kaihtimet tai verhot eivät ole hyviä varjostuksessa, koska niihin osuessaan lämpösäteily on jo rakennuksessa. Ulkopuoliset kaihtimet voivat sen sijaan sijaita joko suoraan ikkunapinta-alan edessä tai läpinäkyvien terassikatteiden alapinnalla. Lisäksi aktiiviset varjostuselementit ovat hyödyllisiä: ne seuraavat sisälämpötilaa ja säätyvät automaattisesti estäen tarvittaessa yllämpenemisen. Aktiivisina järjestelminä käytetään niin ikään markiiseja ja kaihtimia.

Valaistus

Valaistuksen suunnittelun lähtökohtana on tarvittavan energian ja kustannusten säästäminen. Tämä toteutetaan hyödyntämällä luonnonvaloa sekä käyttämällä energiatehokkaita valaisinratkaisuja. Keinovalossa tulee suosia LED-valoja, joiden energiankulutus jää parhaimmillaan jopa 5 %:iin hehkulampan kulutuksesta.

Luonnonvalo jakautuu ilmakehässä kahteen osaan: yleisvaloon ja suoraan auringonvaloon. Taivaalta heijastuvaa yleisvaloa saadaan rakennuksiin kaikista ilmansuunnista, myös pohjoisesta. Jatkuvaa jäädytystä vaativiin huoneisiin, kuten työhuoneisiin ja kone-saleihin, ei tulisi ohjata auringon lämpösäteilyä lainkaan, vaan luonnonvalo ohjataan joko pohjoisen puolelta tai epäsuorista pinnoista heijastuvasta valosta. Luonnollisesti nämä tilat tulee sijoittaa rakennuksessa pohjoispuolelle.

Asuinhuoneissa rakennusmääräysten mukaisesti ikkunoiden vähimmäispinta-ala on 10 % huoneen lattiapinta-alasta, ja rakennuksen pohjoispuolella tätä voidaankin pitää hyvänä lähtötasona. Suomen usein kylmissä oloissa ei ole järkevää kasvattaa ikkunapinta-alaa luonnonvalon lisäämiseksi, vaan ikkunoista tuleva luonnonvalo tulisi maksimoida muilla keinoin: Suurimmista eteläpuoleisista ikkunoista tuleva auringonvalo saadaan ohjattua syvemmälle rakennukseen avointen tilojen kautta. Pohjoispuolen huoneisiin voidaan ohjata luonnonvaloa myös avonaiseen tilaan avautuvilla, sisäseiniin sijoitetuilla lasiovilla ja ikkunoilla.

Ilmoitussivu

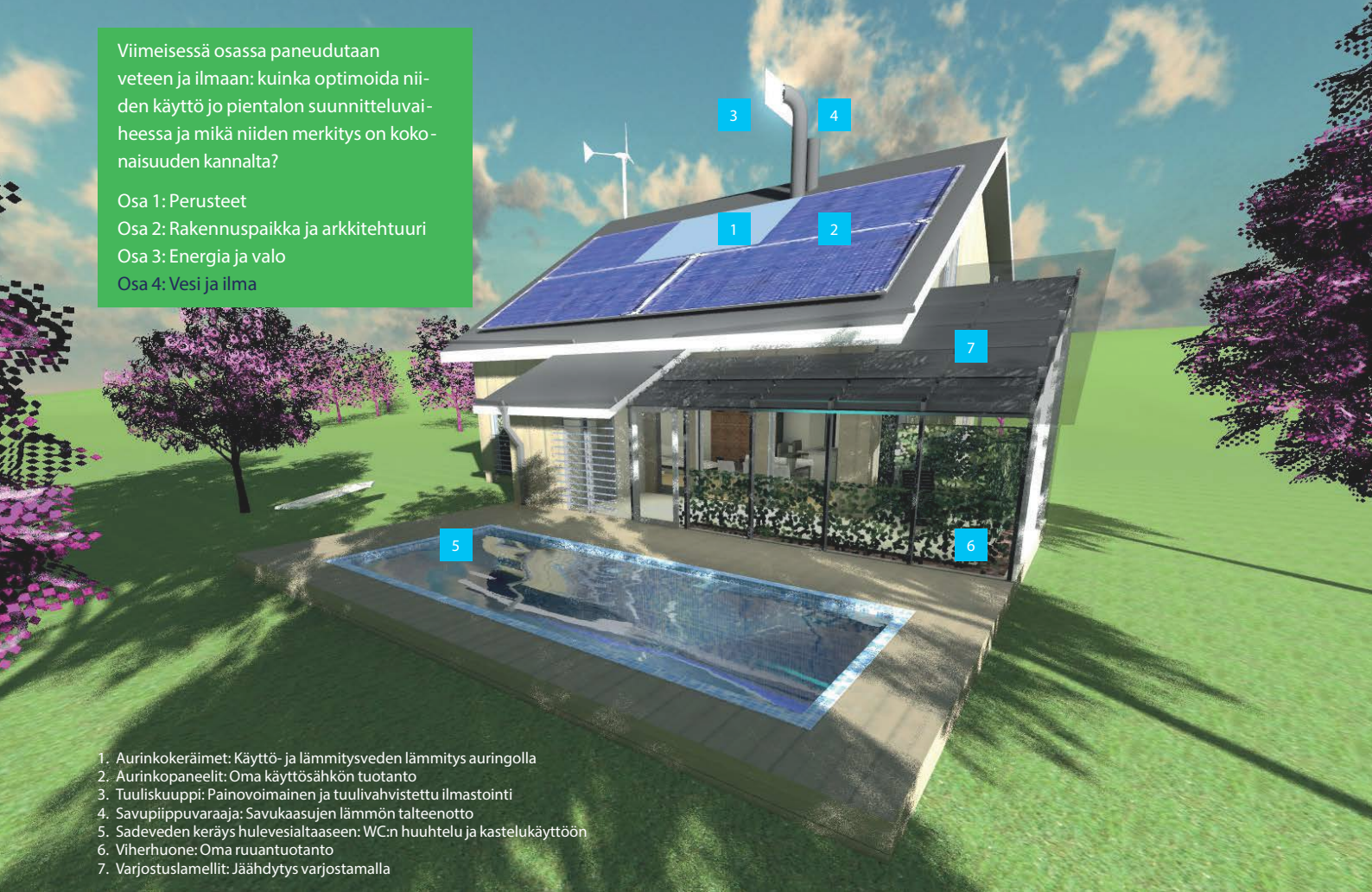
Viimeisessä osassa paneudutaan veteen ja ilmaan: kuinka optimoida niiden käyttö jo pientalon suunnitteluvaiheessa ja mikä niiden merkitys on kokonaisuuden kannalta?

Osa 1: Perusteet

Osa 2: Rakennuspaikka ja arkkitehtuuri

Osa 3: Energia ja valo

Osa 4: Vesi ja ilma

- 
1. Aurinkokeräimet: Käyttö- ja lämmitysveden lämmitys auringolla
 2. Aurinkopaneelit: Oma käyttösähkön tuotanto
 3. Tuuliskuoppi: Painovoimainen ja tuulivahvistettu ilmastointi
 4. Savupiippuvaraaja: Savukaasujen lämmön talteenotto
 5. Sadeveden keräys hulevesialtaaseen: WC:n huuhtelu ja kastelukäyttöön
 6. Viherhuone: Oma ruuantuotanto
 7. Varjostuslamellit: Jäähdytys varjostamalla

Vesi ja ilma

Kuinka hyödyntää viemäriin valuva kuuma vesi? Miten poistaa kosteus märkätiloista? Miten tuulettaa oikein? Passiivisten ratkaisujen hyödyntäminen veden säästämässä ja kierrätyksessä sekä ilmanvaihdon suunnittelu ympäristöystävälliseksi lisäävät asumismukavuutta ja tuovat huomattavat säästöt niin rakentajan kuin asujankin kukkaraan.

Edullisen ja ympäristöystävällisen vedenkäytön kulmakivi on veden säästäminen. Puhtaan veden säästäminen puolestaan jakautuu kolmeen osaan: käyttöön, kierrätykseen sekä vaihtoehtoisten lähteiden, kuten sadeveden, hyödyntämiseen. Jokainen osa-alue on oma, tärkeä kokonaisuutensa.

Pienistä puroista iso joki

Etenkin kulutustottumuksiin jokainen ihminen voi vaikuttaa omalla panoksellaan ilman suurempia järjestelmiä tai vaivannäköä. Kulutustottumukset ovatkin suurin veden säästöä tuottava elementti: Viiden minuutin suihku vie

vettä noin kuusikymmentä litraa, ja ammekylpyyn vaadittava vesimäärä on noin kolmesataa litraa. Kun esimerkiksi puolen tunnin mittainen suihkussa käynti vaihdetaan vain tarvittavaan vesimäärään ilman turhaa juoksutusta, säästetään huomattavasti.

Pitkien etäisyyksien takia vesijohtoveden paine on Suomessa noin neljä baria. Tämän takia paine ja vedenjuoksu rakennuksissa ovat suurempia kuin tarve vaatisi. Vesijohtoveden paine tulisikin säätää paikkakohtaisesti optimaaliseksi kiinteistö- ja kalustekohtaisilla paineen alentajilla. Kustannustehokas tapa on säätää kuristamalla jakotukin venttiilien kautta.

Myös kylpyhuoneen suunnittelulla on suuri painoarvo: Vesikalusteiksi tulisi valita vettä säästävä malli, jolloin esimerkiksi yksiotehanoissa virtaama ei sekään ylitä neljää litraa minuutissa. Myös WC-istuimissa on malleja, jotka huuhtelevat alle mainitulla neljällä litrala. Huuhtelumäärän voi myös valita tilanteen mukaan, mikä on kaikkein hyödyllisintä.

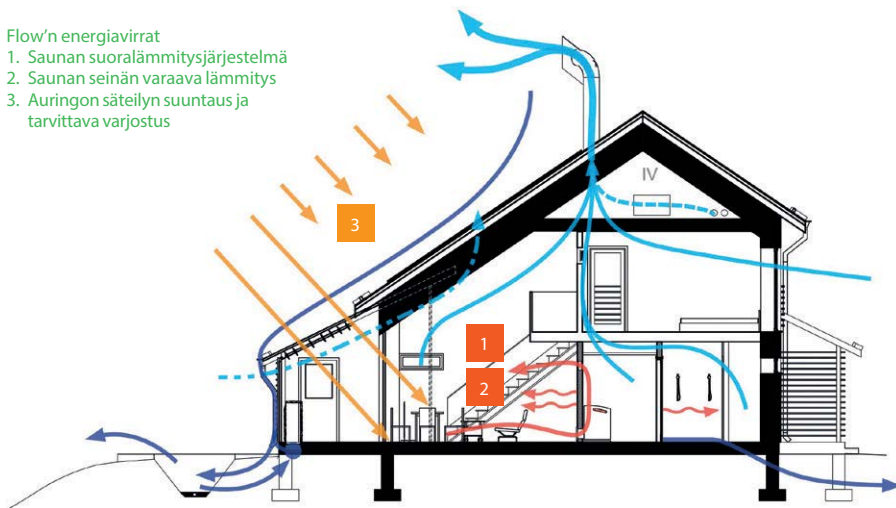
Kierrätettyä veden lämpöä

Jopa kaksikymmentä prosenttia energiankulutuksesta koostuu lämpimän veden käytöstä. Kyse on siis merkityksellisestä osa-alueesta.

Vesi kulkee putkistossa noin metrin sekuntivauhtia. Rakennusmääräysten mukaan lämmintä vettä tulisi saada hanasta kymmenessä sekunnissa. Tämän jäädessä toteutumatta järjestelmään voidaan sijoittaa lämpimän käyttöveden jatkuva kierto, joka kuitenkin kuluttaa ylimääräistä energiaa. Jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa lämminvesivaraajan paikka tulisi siis suunnitella niin, että putkivedot jäisivät alle kymmenen metrin mittaisiksi. Lisäksi kaikki rakennuksen lämpimän veden putkistot tulisi eristää hyvin.

Flow'n energiavirrat

1. Saunan suoralämmitysjärjestelmä
2. Saunan seinän varaava lämmitys
3. Auringon säteilyn suuntaus ja tarvittava varjostus



Cygnuksen kylpyhuone © Petri Österlund

Lämmin "hukkavesi" huuhtoutuu viemäriin esimerkiksi suihkun ja tiskauksen jälkeen ja vie mukanaan hyväksi käytettävää energiaa. Kannattavaa olisikin hyödyntää tämä energia lämmön talteenotolla: lämpimästä viemäriverdestä voidaan jopa puolet saada talteen, mikä vastaa vuositasolla lämmityskuluissa noin kymmenen prosentin säästöä.

Kiinteistökohtaisesti tämä voidaan toteuttaa viemärirunkolinjan lämmön talteenotomella. Talteen otettu energia voidaan siirtää joko sisään tulevan käyttöveden tai rakennuksen lämmittämiseen. Paikkakohtainen tehokas vaihtoehto on puolestaan lämmön talteenottava suihkuallas kaksoispohjalla: suihkualtaan kautta viemäriin valuva vesi lämmittää suihkuun tulevaa kylmää vettä – yksinkertaisesti, tehokasta ja ympäristöstä säästävää.

Myös veden kierrätys voidaan toteuttaa sekä kiinteistö- että paikkakohtaisesti. Kiinteistökohtaisessa kierrätyksessä vesi kerätään suihkusta ja pesualtaista teknisen tilan säiliöön. Siellä sille tehdään karkea suodatus, minkä jälkeen vettä voi käyttää kasteluun ja WC:n huuhteluun. Paikkakohtaisessa ratkaisussa puolestaan säiliö sijoitetaan esimerkiksi allaskaappiin, jolloin altaiden veden ohjaaminen siihen on helppoa.

Sadevedet saadaan talteen kourujen ja syöksyputkien avulla erilliseen säiliöön tai huivesialtaaseen. Näin talteen otettu vesi voidaan hyödyntää pesuvetenä, WC:n huuhtelussa sekä puutarhan ja viherkasvien kastelussa. Kaiken kaikkiaan veden kierrättäminen aikaansaisi merkittävät säästöt niin ympäristön kuin kukkaronkin kannalta.

Ilma

Asunnon ilmatilavuuden tulisi rakennusmääräysten mukaan vaihtua kahden tunnin välein. Jos lämmön talteen ottavaa ilmastointia ei käytetä, lämmityskaudella syntyy huomattava lämmönhukka. LTO-lyhenteellä (lämmön talteenotto) kuvattu järjestelmä onkin Suomessa pakollinen jokaiselle ympärivuotisessa käytössä olevalle rakennukselle. Tehokkaiden järjestelmien hyötysuhde on lähellä yhdeksäkymmentä prosenttia, mistä syntyy huomattava lämmityskulusäästö.

LTO:n pakollisuus ja pitkä lämmityskausi hidastavat passiivisten ilmastointijärjestelmien käyttöä Suomessa. Tärkeä huomio on se, että energiatehokkaassa rakennuksessa lämmityskausi on vain noin viisi kuukautta, minkä ansiosta vaihtoehtoisia passiivisia järjestelmiä voi käyttää lämmityskauden ulkopuolella.

Passiivisia ratkaisuja

Ilmanvaihdoissa yksinkertaisin passiiviratkaisu on tuuletus. Optimaalisin ja lämmityksen kannalta edullisin tuuletustapa on vaihtaa ilma nopeasti tuulettamalla rakennuksen läpi – näin ei menetetä lämpöä, joka on varastoitunut talon rakenteisiin. Tuuletuksessa tulisi myös huomioida vallitsevat tuuliolosuhteet: tuuletusikkunoita tulisi olla kaikissa asuintiloissa ja niitä tulisi voida avata enemmän rakennuksen suojan puolelta, jolloin ilma saadaan leviämään tilojen läpi tehokkaasti alipaineella ilman rakenteisiin painumista. Kaikkien ilmanvaihtotapojen taivotteena tulisi olla pieni alipaine talossa.

Vanhoissa rakennuksissa perinteinen ilmanvaihtotekniikka on passiivinen ilmanvaihto: katolle johdetuilla, korkeilla ilmanvaihtokanavilla saadaan aikaan painovoimainen poisto. Poiston tulisi toimia tiloissa, joissa syntyy kosteutta tai hajuja. Tällaisia tiloja ovat kylpyhuone, WC, sauna ja keittiö. Korvausilma on tavallisesti tuotu ikkunoiden yläpuolelta raon kautta, joka on jätetty tiivistäisiin. Nykyisin ikkunoihin saa korvausilmaventtiilejä samoihin paikkoihin. Venttiileihin voidaan myös liittää ulkoilman siitepölyt ja muut hiukkaset poistavat suodattimet.

Painovoimaista ilmanvaihtoa voidaan tehostaa joko tuuliskuupeilla tai tuulivoimaisilla piippuimureilla: tuulen avulla saadaan luotua tehostettu alipaine tai pyöritettyä potkuria, joka voimistaa ilmankiertoa.

Kaikkein (ympäristö)tehokkain ilmanvaihtoratkaisu on hybridi, joka tarkoittaa passiivisten ja muiden ratkaisujen yhdistämistä. Tavoite on luonnollisesti koneellisen ilmastoinnin tarpeen vähentäminen minimiin ja sen käyttö ylipäättään vain lämmityskaudella. Koneellinen ilmastointi puolestaan varustettaisiin tehokkaalla lämmön talteenottojärjestelmällä. Näin asumismukavuus on optimaalinen ja vaikutukset ympäristöön ovat silmin nähtävät.

