

Kestävä koti:

Opas hiilineutraalimpaan rakentamiseen

Lahden rakennusvalvonta 2021

Kirjoittanut: Sanna-Maria Partinen

Sisällön ohjaus: Juhani Pirinen & Jukka Vesanen

Tämä on ilmastoystävällisemmän rakentamisen opas pientalorakentajalle. Opas selventää ilmastoystävällisen rakentamisen käsitteitä ja faktoja, sekä esittelee keinoja, joilla voit rakennuttajana vaikuttaa omakotitalosi hiilijalanjälkeen.

Hiilijalanjäljen pienentäminen ei ole kallista tai vaikeaa. Kun pienennät uuden kotisi hiilijalanjälkeä, pienennät yleensä myös asumisen aikaisia kustannuksia.

Opas on osa [Lahti - Euroopan ympäristöpääkaupunki 2021](#)-vuotta ja tuotettu yhteistyössä Lahden hiilineutraalin rakentamisen kehityskeskukseen kanssa. Oppaan on rahoittanut Lahden kaupunki ja Päijät-Hämeen liitto.

Sisällys

Alkusanat	6
OSA 1: Unelmointi.....	7
Pysyvät arvot ja muuttuvat tarpeet	7
Kestävä rakentaminen.....	8
Rakennuksen elinkaari	8
OSA 2: Tontin valinta	12
Sijainti.....	12
Ilmasto.....	13
Maaperä	14
Maaperätutkimus.....	15
OSA 3: Suunnittelu.....	16
Pääsuunnittelu	16
Asemointi.....	16
Luonnokset.....	17
Muunneltavuus ja monikäyttöisyys	18
Muuntojoustavuus.....	19
Tilatehokkuus	21
Materiaalit	22
Puu.....	24
Betoni	24
Tiili.....	25
Teräs.....	26
Eristeet.....	27
Pääpiirustukset	28
Perustussuunnittelu	28

Rakennesuunnittelu	29
Alapohja	29
Ulkoseinät	30
Yläpohja eli katto	30
Energiatodistus	31
LVI eli lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtosuunnittelu	33
Lämmitysmuodon valinta	33
Tulisija	37
Viilennys	38
Lämmöntuotannon tulevaisuus	40
Veden kulutus	42
Ilmanvaihto	43
Koneellinen ilmanvaihto	43
Painovoimainen ilmanvaihto	45
Sähkösuunnittelu	46
Täydentävät energialähteet	46
Valaistus	47
Laitteet	47
Sähköauton lataus	47
OSA 4: Rakentamisen vuosi	49
Valvonta	49
Sääsuojaus	50
Siivous ja rakennusjätteet	50
OSA 5: Asuminen	52
Huoltokirja	52
Korjaukset	53

Alkusanat

Rakentamisessa jos missä pätee sanonta ”hyvin suunniteltu on puoliksi tehty”. Rakennuksen hiilijalanjälki syntyy suunnittelupöydällä. Varaa siis suunnitteluun riittävästi aikaa ja resursseja. Suunnitteluun käytetty aika korreloi suoraan lopputuloksen laatuun.

Kustannustehokkaimmat keinot vähähiilisen rakentamisen edistämiseksi uudisrakentamisessa ovat tilatehokkuus ja energiatehokkuuden lisääminen. Ilmasto-päästöjen pienentämisen ohella rakentaja hyötyy edullisemmista asumisen kustannuksista ja paremmasta asumismukavuudesta.

Ilmastoystävällinen koti on myös korjattavissa ja siten pitkäikäinen.

”Miksi tämä on pientalorakentajan asia?” Uuden rakentajalla on vastuu kestävästä rakennustavasta. Kestävä rakennustapa tarkoittaa sitä, että rakennus on suunniteltu pitkäikäiseksi. Se tarkoittaa myös sitä, että rakennus ei tuhlaa energiaa ja sen materiaalit on tuotettu luonnonvarojen rajallisuus ja ilmastopäästöt huomioiden. Tavoitteena on, että Suomi on hiilineutraali vuonna 2035 ja Lahti, Euroopan ympäristöpääkaupunki 2021, jo vuonna 2025.

Opas toimii informatiivisena ja ohjaavana työkalunasi rakentamisen eri vaiheissa ja konkreettisena apuna suunnittelun aikaisissa eteen tulevissa kysymyksissä ja valinnoissa aina siitä hetkestä, kun unelma oman kodin rakennusprojektista alkaa konkretisoitua.

OSA 1: Unelmointi



Pysyvät arvot ja muuttuvat tarpeet

Koti on arkielämän näyttämö ja keskipiste, ja arjen sujuvuus on asumisen pysyvä arvo. Missä lepää, ruokaillet ja rentoudut? Mieti, kuinka hyvin kotisi vastaa näihin perustarpeisiin.

Unelmointi on ihanaa ja sisustuslehdistä voi ammentaa ideoita. Mieti arkesi sujuvuutta nyt ja miten sitä voisi parantaa. Ole rehellinen itsellesi ja tunnista todelliset arjen tarpeesi ja arvota ne. Kodin ei tarvitse taipua aivan kaikkeen. Suuren juhlatilan vuokraaminen kerran 10 vuodessa on varmasti halvempaa kuin sellaisen rakentaminen ja jatkuva ylläpito omassa kodissa.

Joskus toiveet voivat olla myös ristiriidassa keskenään. Haaveet korkeasta, yläkertaan aukeavasta oleskelutilasta ja kodin hiljaisesta äänimaailmasta eivät välttämättä kohtaa. Jos perheenjäsenten arki on eritymistä, voi rajoittamaton äänenkulku kerrosten välillä hankaloittaa elämistä tai vaikeuttaa vaikkapa työntekoa, kun työrauhaa ei ole.

Hyvin suunniteltu koti säilyttää arvonsa ja mukautuu muuttuviin tarpeisiin. Suunnittele koti niin, että se palvelee eri ikäisiä ja kuntoisia asukkaita. Kerro tarpeesi ja toiveesi pääsuunnittelijalle, joka ratkoo ongelmat ja nivoo tarpeista ja haaveista sinulle ja perheellesi sopivan kokonaisuuden, jopa paremman kuin osasit unelmoida.

Kestävä rakentaminen

Mukautuva, hyvin suunniteltu rakennus vastaa muuttuviin asumisen tarpeisiin ja säilyttää arvonsa. Energiatehokkuus säästää ilmastoa ja asumisen kuluja. Kiinnitä huomiota rakenteiden pitkäikäisyyteen ja korjattavuuteen.

Sinä olet tulevan, uuden kotisi ensimmäinen asukas. Vaikka rakennatkin ensisijaisesti itsellesi tai omalle perheellesi sopivaa kotia, mieti myös nykyhetkeä pidemmälle. Jos talo on helposti huollettava ja korjattavissa, sen elinkaari voi olla jopa satoja vuosia. Koska rakentamisen hiilijalanjälki on suuri, ei rakennusta kannata rakentaa kestävään lyhyttä aikaa. Haluathan, että talolla on arvoa senkin jälkeen, kun asuntolaina on maksettu?

Energiatehokkuudella on suuri merkitys asumisen kustannuksiin ja rakentamisen ilmastopäästöihin. Uusiutuvien energiamuotojen hyödyntäminen on pitkällä tähtäimellä kannattavaa, ja se lisää rakennuksen arvoa.

Ihmisen asumisen tarpeet muuttuvat monta kertaa elämän aikana. Alussa ja lopussa korostuu turvallisuus. Siihen väliin mahtuu monenlaisia asumisen tarpeita. Mitä tämä tarkoittaa pientalon rakentajalle? Sitä, että koti on suunniteltu joustamaan eri elämäntilanteissa.

Rakennuksen elinkaari

Kun puhutaan rakennuksen elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista, huomioidaan kaikki vaiheet rakennusmateriaalien ja -tuotteiden valmistamisen ympäristövaikutuksista rakennuksen purkuun. Näiden väliin jää rakentamisvaihe ja aika, kun rakennusta käytetään.

Tavoite on, että kun rakennus pitkän käyttövaiheen jälkeen puretaan, purkumateriaaleilla olisi uusiokäyttöarvoa ja niitä voitaisiin hyödyntää muutenkin, kuin energiaksi polttamalla.



Hiilijalanjälki on tuotteiden hiilipäästöjen mittari. Rakennuksen hiilijalanjälki syntyy rakennuksen elinkaaren aikaisista materiaaleista ja kulutetusta energiasta sekä maan käytöstä.

Rakennuksen hiilijalanjälkeä voidaan pienentää esimerkiksi parantamalla energiatehokkuutta ja vaihtamalla energian lähde vähäpäästöisempään.

Näiden lisäksi valittujen materiaalien ja energialähteiden omalla hiilijalanjäljellä on olennainen merkitys. Perustavia valintoja tehdään suunnitteluprosessin kaikissa vaiheissa tilasuunnittelusta alkaen. Rakennuksen hiilijalanjälki kattaa rakennuksen koko elinkaaren rakennusmateriaalien valmistuksesta rakennuksen purkuun.

Rakennuksen hiilijalanjälki



Hiilikädenjälki tarkoittaa rakennushankkeen ilmastohyötyä, mitä ei saavutettaisi ilman rakennushanketta.

Ilmastohyöty on positiivinen ilmastovaikutus, mikä samalla kompensoi rakennuksen hiilijalanjälkeä. Rakennuksen tuottamaksi ilmastohyödyksi ja hiilikädenjäljeksi lasketaan Ympäristöministeriön määritelmän mukaan mm. hukkaenergian hyödyntäminen innovatiivisella tavalla tai uusiutuvan energian, kuten aurinkoenergian tuottaminen yli oman tarpeen esimerkiksi sähköverkkoon tai naapurirakennukselle hyödynnettäväksi tai lämmön tuottaminen kaukolämpöverkkoon toimitettavaksi.

Rakennusmateriaaleihin pitkäikäisesti sitoutunut **hiilivarasto** on hiilikädenjälki, eli ilmastohyöty. Rakentamisessa käytetty biopohjainen materiaali, esimerkiksi puu, on hiilivarasto. Ehtona on, että rakennusmateriaali on tuotettu kestäväällä tavalla, eli sen korjuulla ei ole pysyvästi heikennetty ekosysteemin kykyä sitoa hiiltä. Kestäväällä tavalla tuotetuksi puuksi katsotaan FSC- ja PEFC-

sertifioitu puu. Noin 90 % Suomessa tuotetusta puusta on PEFC- tai molemmat em. sertifikaatit. FCS-sertifioidun puun kriteerit ovat tiukemmat ja sitä on rakentajille tarjolla vähemmän. Kysyä kuitenkin kannattaa, sillä kysyntä kasvattaa tarjontaa.

Hiilivarasto säilyy ainakin niin kauan, kuin biopohjainen materiaali on rakennuksessa.

Ympäristöministeriö on esittänyt rakennuksen ilmastaselvityksen asetuksen luonnoksessaan, että kun hiilivaraston katsotaan pysyvän rakennuksessa 100 vuotta, se lasketaan hiilikädenjäljeksi.

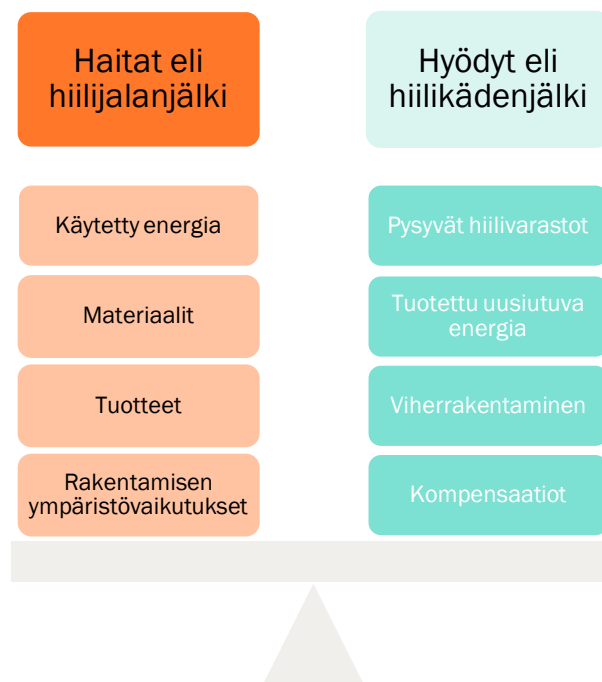
Mikäli tuote poltetaan elinkaaren loppuun, hiilivarasto vapautuu takaisin ilmakehään.

Rakentamisessa materiaalmäärät ovat suuria, jolloin uudelleenkäytettävillä ja kierrätetyillä tuotteilla saavutetaan merkittävä ilmastohyöty.

Tontille istutettava kasvillisuus poistaa hiiltä ilmakehästä, eli toimii **hiilinieluna**, kun ilman hiilidioksidia sitoutuu kasveihin yhteyttämisen kautta. Kasvillisuus ja puusto ovat hiilikädenjälkiä.

Puu on tunnetuin ja käytetyin hiiltä itseensä varastoiva rakennusmateriaali. Suosi rakentamisessa lähellä tuotettua, sertifioitua, suomalaista puuta.

Hiilineutraalin rakennuksen koko elinkaaren aikainen hiilijalanjälki on nolla.



Hiilineutraali rakennus on sellainen, jonka koko elinkaaren aikana aiheuttamat ilmastohaitat ja -hyödyt ovat yhtä suuret. Rakennusta voidaan kutsua vähähiiliseksi, jos se ei täytä hiilineutraaliuden määritelmää, mutta hiilijalanjälki alittaa määrätyn raja-arvon.

Tavoite on, että rakennusten aiheuttamat ilmastohyödyt olisivat suuremmat kuin ilmastohaitat. Kun rakennuksen hiilikädenjälki on suurempi kuin hiilijalanjälki, voidaan puhua **hiilinegatiivisesta** rakennuksesta. Suomen tavoite rakentamisen hiilinegatiivisuuden saavuttamisessa on 2040-luvulla.

OSA 2: Tontin valinta



Hyvällä tontin valinnalla voi säästää kymmeniä tuhansia euroja ja pienentää samalla rakentamisen hiilijalanjälkeä.

Tontin valinnalla on suuri merkitys paitsi rakennuksen hiilijalanjälkeen, myös rakentamisen kustannuksiin. Siksi on tärkeää perehtyä tonttitietoihin ja käydä myös paikan päällä tutustumassa tontin ominaisuuksiin. Kun mukaan ottaa pääsuunnittelijan, pystyy hän haarukoimaan jo perustamistapaa.

Mitä vähemmän maata tarvitsee muokata, maa-aineksia vaihtaa ja raivata tonttia kaatamalla puustoa ja louhimalla maaperää, sitä pienemmäksi jää hiilijalanjälki rakennuksen perustamisen osalta ja sitä pienemmät ovat myös perustamisen kustannukset.

Sijainti

Vähiten asumisen aikaisia ympäristöhaittoja syntyy tontista, mikä on hyvien kulkuyhteyksien päässä ja lähellä palveluita. Tontin sijainti vaikuttaa myös rakennuksen arvon säilymiseen.

Mitä palveluita sinä ja perheesi käytätte usein? Kuinka pitkä matka tontilta on näiden palveluiden luokse? Ovatko palvelut saavutettavissa kävellen, pyöräillen vai autolla? Miten työmaakuljetukset järjestyvät tontille?

Kun pyritään rakentamisen hiilijalanjäljen pienentämiseen, ei ole samantekevää, minne kodin perustaa. Vaikka arjen toimintojen synnyttämää hiilijalanjälkeä ei lasketa rakennuksen hiilijalanjälkeen, on omia elintapojaan ja -tottumuksiaan välillä hyvä pohtia. Vähähiilisyiden näkökulmasta tontin sijainti on hyvä silloin, kun arjen palvelut ovat saavutettavissa kävellen tai pyörällä.

Se, että viihtyy kodissaan ja asuinympäristössään, vähentää tarvetta muuttaa pois tulevaisuudessa. Kun kodin paikan valitsee huolella, se lisää myös kodin jälleenmyyntiarvoa. Hyvä koti, hyvällä sijainnilla on todennäköisesti parempi tulevaisuuden investointi, kuin hyvä koti huonommalla sijainnilla.

Ilmasto

Pienilmastolla tarkoitetaan paikallisia ilmasto-olosuhteita. Pienilmastoon vaikuttaa paikan tuuli- ja lämpöolosuhteet sekä aurinkoisuus.

Pienilmasto voi vaikuttaa rakennuksen energiankulutukseen jopa 20 %.

Mieti, voisiko pienilmastoa hyödyntää energian tuottamisessa nyt, tai tulevaisuudessa?

Suomen ilmastoa leimaa suuret lämpötila- ja kosteusvaihtelut. Tulevaisuudessa tuulet ja sateet lisääntyvät, samoin myrskyt ja tulvat.

Jokaisella tontilla on omanlaisensa ympäristöolosuhteet, ns. pienilmasto. Siihen vaikuttavat tontille puhaltavat tuulet, maaston muodot, vesistöjen läheisyys ja tonttia varjostavat ja tuulisuutta hillitsevät elementit, mm. puusto, sekä tontin aurinkoisuus.

Tontin valinnalla voi olla suuri merkitys rakennuksen energiankulutuksen kannalta. Alavilla, aukeilla paikoilla pakkaneen on useita asteita kireämpi kuin puuston keskellä ja vuoden keskilämpötila monta astetta matalampi, kuin vaikkapa etelärinteessä. Toisaalta jos varjostavia elementtejä ei ole, voi kesäisen jäähtyksen tarve nostaa energian kulutusta merkittävästi ilmaston yhä lämmitessä.

Jotta voisit hyödyntää aurinkoenergiaa, tulisi auringon paistaa siten että aurinkopaneelien tai keräimien edessä ei ole varjostavia elementtejä, esimerkiksi säilytettävää puustoa.

Kun tontteja tulee myyntiin kiinnostavalta alueelta, käy paikan päällä useampaan kertaan ja tutustua tonttivaihtoehtoihin hyvällä ja huonommalla säällä, mielellään eri vuorokauden ja vuodenaikoina. Ota käyttöön kaikki aistit ja katsele samalla mieluisia näkymiä, mitä haluaisit ikkunoista näkyvän.

Piharakennuksilla, aidoilla ja istutuksilla pystytään jonkin verran vaikuttamaan tontin tuuli- ja aurinko-olosuhteisiin.

Maaperä

Maaperä vaikuttaa suuresti rakennuksen ja pihan perustamiskustannuksiin.

Maaperään tai vesistöön sitoutuneen lämmön hyödyntäminen uusiutuvan lämmitysenergian lähteenä pienentää merkittävästi rakennuksen käytön aikaista hiilijalanjälkeä ja asumiskustannuksia.

Maaperä vaikuttaa rakennuksen perustustapaan. Rakentamisen hiilijalanjäljen ja myös rakentamisen kustannusten kannalta ihanteellisin tontti on sellainen, missä ei ole runsaasti maakosteutta ja mikä on muokattavissa ilman järeämpää louhintaa, kuten mittavia räjäytyksiä. Kallioisella tontilla räjäytykset kasvattavat paitsi hiilijalanjälkeä, myös rakentamisen kustannuksia.

Toisaalta jos kallio on tasaista ja hyvälaatuista, rakennuksen perustaminen suoraan kalliolle pilareiden varaan voi olla edullinen ja vähähiilinen ratkaisu. Lämpökaivon poraaminenkin on helppoa, jos kallio on näkyvässä tai lähellä maanpintaa. Lämpökaivon poraamisen ehtona on, että tontti ei sijaitse pohjavesialueella.

Tutustu pohjavesialueisiin [Lahden kaupungin karttapalvelussa](#).

Jos tontti on matalalla mäkien notkelmassa ja maaperä on kostea pohja- tai hulevesistä, vaatii rakentaminen paljon muokkausta, maa-aineiden vaihtoa, soratäyttöä ja eristämistä, ennen kuin sille voidaan rakentaa laadukas ja terveellinen koti. Kellarikerroksen rakentaminen tällaiselle tontille ei yleensä ole kustannustehokasta tai edes järkevää. Toisaalta savi- tai hiesumaa mahdollistaa pihan alle vaakatasoon kaivetun maalämpöputkiston käytön, mikäli tontti ei sijaitse pohjavesialueella.

Maalämpöputkistolla tuotettu lämmitysenergia on vähäpäästöistä ja pienentää energiankäytön hiilipäästöjä.

Lahdessa on paljon soraharjuja. Sora läpäisee hyvin kosteutta, joten soraharjulle rakennettuja taloja ei yleensä vaivaa maaperästä nouseva kosteus. Kuiva sora ei varaa kovin hyvin lämpöä, ja jos sorapatja on paksu ja kallio syvällä, saattaa energiakaivon poraaminen olla hankalaa ja kustannukset nousta korkeiksi. Soraharjut ovat myös radonaluetta.

[GTK:n karttasivuilta](#) voi tarkastella maaperän laatuja alueellisesti. Zoomaa kartta Lahden alueelle, ruksi karttatasoista päälle ”maaperä” ja klikkaa haluamaasi tonttipaikkaa, niin kartta kertoo, mitä maalajia siellä pääasiallisesti on.

Maaperätutkimus

Perustamisen hiilijalanjälkeen ja kustannuksiin vaikuttaa suuresti maaperä.

Maaperätutkimus kannattaisi epäselvissä kohteissa teettää jo ennen tontin hankkimista.

Maaperä- eli pohjatutkimus on rakennuslupaan tarvittava liite. Perustamistapalausunto perustuu tähän tutkimukseen ja antaa rakennesuunnittelijalle lähtökohdat perustusten suunnitteluun. Maaperätutkimus olisi kannattavaa tehdä jo ennen tontin ostotarjouksen tekemistä, etenkin jos tontti on rinteessä, tai jos maastotarkastelun avulla ei voida päätellä rakennuspaikan maaperän koostumusta.

OSA 3: Suunnittelu



Pääsuunnittelu

Asemointi

Rakennusten paikkaa on vaikea, ellei mahdoton, muuttaa. Älä hyväksy heti ensimmäistä ehdotusta, pyydä pääsuunnittelijalta vaihtoehtoja.

Käy tontilla luonnosten kanssa. Asemoi rakennukset ja terassi paikalleen esimerkiksi kepeillä ja merkintänauhoilla. Mieti, mistä aurinko paistaa, mitä haluat ikkunoista katsella ja missä olisi pihan paras oleskelupaikka.

Varaudu aurinkoenergian hyödyntämiseen. Etelän suuntaan asennetut paneelit tuottavat sähköä tehokkaimmin, mutta jos sähköä käytetään enemmän illalla, hyöty voi olla isompi lounaaseen suunnatuilla paneeleilla.

Pääsuunnittelijan ensimmäinen tehtävä on tutustua rakentamisen lähtökohtiin, tonttiin ja rakennusmääräyksiin. Kaavamääräyksissä tai rakennusjärjestyksessä ilmoitetaan mm. rakennusoikeuden määrä. Aukkaan tarpeet määrittelevät sen, kuinka paljon rakennusoikeutta on lopulta tarpeen käyttää. Jokaisella rakennetulla neliöllä on hiilijalanjälki.

Pääsuunnittelija miettii rakennusten paikan yhdessä talon rakennuttajan kanssa. Olennaista on miettiä tontille kulkua, ikkunanäkymiä, sekä oleskelupihan ja terassien paikkaa päivänvalo ja pienilmasto huomioiden. Paras terassinpaikka ei välttämättä ole tontin paahteisin tai tuulisin paikka. Jos tontille tulee useampi rakennus, kuten autokatos tai ulkovarasto tai vaikkapa sauna, voidaan näiden rakennusten sijoittelulla jonkin verran vaikuttaa esimerkiksi oleskelupihan tai terassin tuuliolosuhteisiin. Näkymiäkin voi rajata piharakennuksilla, näkösuoja-aidoilla ja kasvillisuudella. Oikein sijoitetut varjostavat elementit vähentävät myös lämpökuormaa.

Jos tontilla on puustoa, jonka toivoisit säilyvän, tulee rakennukset sijoittaa riittävän kauas niistä, jotta puiden juuret eivät perustamisvaiheessa vahingoitu. Haaveiletko kasvihuoneesta tai viljelystä? Asemoinnissa on hyvä huomioida kaikki pihatoiveet ja huomioida myös hulevesien käsittely.

Aurinkoenergian hyödyntämiseen on järkevää varautua. Monilla energiayhtiöillä, kuten Oomilla, on sivustoillaan [aurinkolaskuri](#), millä voi kartoittaa, soveltuuko aurinkosähköjärjestelmä tontille ja minkä kokoinen järjestelmä olisi sopivin.

Se, että rakennukset on asemoitu tontille parhaalla mahdollisella tavalla ilmansuunnat, näkymät ja pihan toiminnot huomioiden, on myös merkittävä viihtyvyystekijä. Viihtyvyys on asumisen laatutekijä, mikä osaltaan pidentää rakennuksen käyttöikää, sillä viihtyisästä kodista pidetään huolta.

Luonnokset

Tunnista omat asumisen tarpeet ja kerro ne pääsuunnittelijalle.

Huomioi erityisesti tilojen keskinäinen sijoittelu ja toiminnallisuus.

Mieti, miten päivänvalo ja äänet kulkevat tiloissa.

Katso suunnitelmia kriittisesti ja kysy, jos et ymmärrä jotain tai olet epävarma.

Luonnossuunnittelussa pääsuunnittelija paneutuu tarkemmin yksilöllisiin asumisen tarpeisiin.

On tärkeää, että suunnitelmat ovat ymmärrettäviä ja pystyt hahmottamaan, kuinka koti toimii ja kuinka sinä ja perheesi toimitte siellä. Muutokset ovat edullisia luonnosteluvaiheessa, kalliita

rakennusvaiheessa ja vielä kalliimpia sitten, jos huomaat muutostarpeet vasta kun jo asut uudessa kodissasi. Muutostyöt kasvattavat myös rakennuksen hiilijalanjälkeä.

Nykyisten tarpeiden ohella on hyvä miettiä myös tulevaisuuden tarpeita.

Muunneltavuus ja monikäyttöisyys

Hyvin suunniteltu koti muuntuu ja mukautuu monenlaisiin tarpeisiin. Siellä on tilaa yhdessäoloon ja omaan tekemiseen, erilaisiin arjen toimintoihin. Tämä ei tarkoita lisää asuinneliöitä, vaan toimivia, tarpeenmukaisia, helposti muunneltavia tiloja.

Helposti muunneltavat monikäyttötilat pienentävät rakennettavien asuinneliöiden tarvetta.

Jokainen suunnitelmista karsittu turha neliö säästää keskimäärin 2000 € rakennuskustannuksista ja pienentää rakentamisen hiilijalanjälkeä. Säästöt kertautuvat asumisen aikana.

Löytyykö kodista hiljaista tilaa rauhoittumiseen tai etätöiden tekemiseen? Mukautuvatko oleskelutilat harrastamiseen? Jos huoneita tarvitaan lisää, onko tilat jaettavissa tai voiko kotia laajentaa? Toimiiko koti lapsiperhearjessa ja voitko elää siellä vanhana tai liikuntarajoitteisena?

Mieti, missä tiloissa nykyisessä kodissasi viihdyt. Onko tilaa kodin eri toimintoihin sopivasti, liikaa tai liian vähän? Onko toimintoja, jotka nyt ovat erillisissä tiloissa, mutta voisivat yhtä hyvin olla samassa tilassa? Esimerkiksi ruokailu on yleensä arjen tilanne, jossa perhe on koolla. Voisiko ruuanlaitto ja ruokailu tapahtua oleskelutilojen yhteydessä? Tällöin yksi avarampi tila korvaisi olohuoneen, keittiön ja ruokailutilan.

Perinteiset tupakeittiöt olivat todellisia asumisen monikäyttötiloja, niissä myös työskenneltiin ja nukuttiin. Pohdi tilajakoa yhteisten oleskelutilojen ja hiljaisten lepo- ja työskentelytilojen näkökulmasta.

Muunneltavuus ja monikäyttöisyys ovat sitä, että koti mukautuu erilaisiin tilanteisiin ilman talon rakenteisiin tehtäviä muutoksia. Esimerkiksi tv:n katselutilasta tulee kuntoilutila, kun siirretään sohvapöytä syrjään ja tuodaan tilalle soutu-laite. Muunneltavuuden edellytys on tarpeiden mukainen tilamitoitus. Pääsuunnittelija/arkkitehti on tässä avainasemassa.

Monikäyttötila on tila, joka nimensä mukaisesti toimii monissa eri käyttötarkoituksissa. Hyvin suunniteltu monikäyttötila on materiaalitehokas, verrattuna siihen, että eri toiminnoille olisi omat tilansa. Väliseiniä ja ovia tarvitaan vähemmän, valaisimiakin säästy, samoin ilmastointiin ja lämmitykseen liittyviä laitteita ja komponentteja, esimerkiksi termostaatteja ja venttiilejä. Helposti

muunneltavat monikäyttötilat pienentävät rakennettavien asuineliöiden tarvetta. Ilmasto- ja kustannushyödyt kulkevat käsi kädessä.

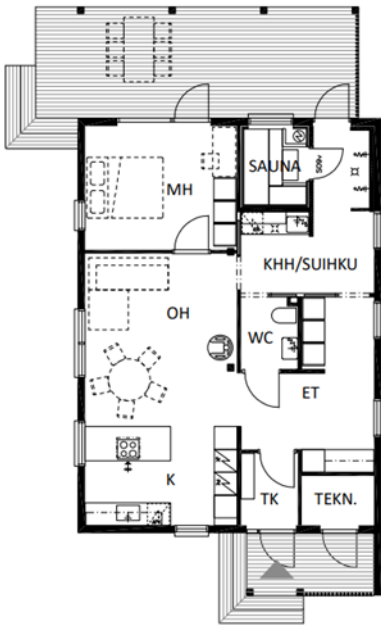
Muuntojoustavuus

Kuinka koti mukautuu, jos perhekoko kasvaa tai pienenee?

Muuntojoustavuudella tarkoitetaan rakennuksen tai rakenteen kykyä mukautua käytön aikaisiin toiminnallisiin, teknisten järjestelmien tai käyttötarkoituksen muutoksiin.

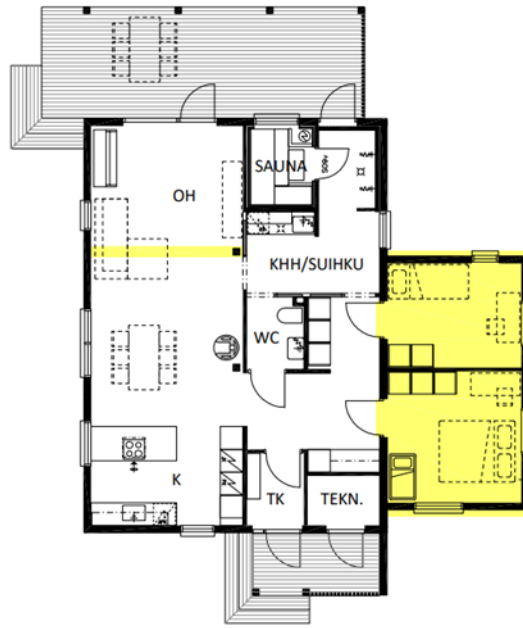
Muuntojousto on ehkä rakennussanastossa uusi, mutta itse asia on vanha. Perinteinen, suomalainen hirsirakennus on yksi hyvä esimerkki muuntojoustavuudesta.

200 vuotta sitten nuori perhe sai pienen talon sukutilan pihapiiristä tai isompi talo jaettiin sisarusten kesken uusien talojen rakentamista varten. Talossa saattoi alkuun olla pelkkä tupa, jossa nukuttiin, tehtiin ruokaa ja töitä. Kun perhe kasvoi, taloa laajennettiin. Jos muutettiin, saatettiin hirret merkata ja purkaa mukaan muuttokuorman ja kasata talo uuteen osoitteeseen. Suomessa on hirsitalorunkoja, jotka ovat palvelleet useassa osoitteessa ja käyttötarkoituksessa ja toimineet hiilinieluinä satoja vuosia. Miksei taloa voisi suunnitella näin tänäkin päivänä?



KEITTIÖ/OLESKELU + HUONE

kerrosala: 87 m²
huoneistoala: 80 m²

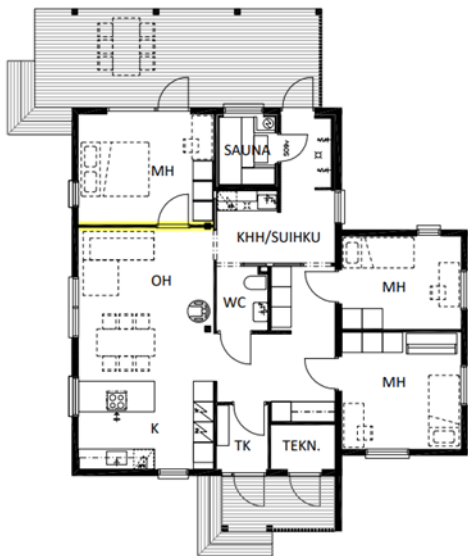


KEITTIÖ/OLESKELU + 2x HUONE

kerrosala: 113 m²
huoneistoala: 104 m²

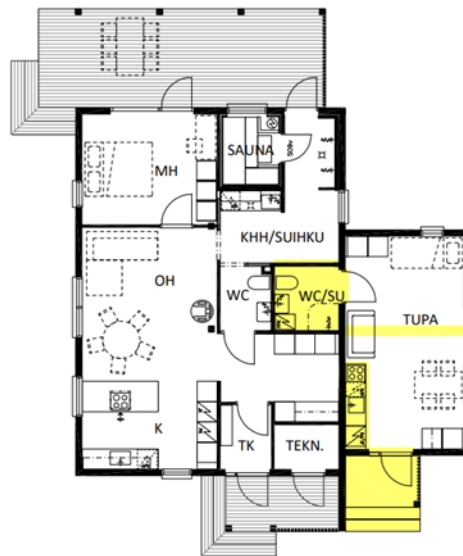
MUUTOS

Kotia ei tarvitse ylimitoitaa mahdollisia tulevaisuuden tarpeita ajatellen, jos suunnitteluvaiheessa huomioidaan, että kotia voi helposti kasvattaa sitten, jos tilatarpeet kasvavat. Vastaavasti kun perhekoko ja tilatarpeet elämänmuutosten myötä pienenee, kodin voi jakaa vaikka kahdeksi kodiksi.



KEITTIÖ/OLESKELU + **3x HUONE**
kerrosala: 113 m²
huoneistoala: 104 m²

MUUTOS



KEITTIÖ/OLESKELU + **HUONE**
+ SIVUASUNTO
kerrosala: 113 m²
huoneistoala: **76 m² + 26 m²**

MUUTOS

Tilatehokkuus

Jokainen suunnitelmista pois karsittu neliö tai kuutio on säästöä rakentamisen ja asumisen kustannuksissa, sekä rakennuksen hiilijalanjäljessä.

Tilatehokkuus on tilojen tehokkaan käytön maksimointia. Toisin sanoen pyritään siihen, että rakennuksen kaikki tilat ovat toiminnallisesti tehokkaita ja aktiivisessa käytössä, jolloin ns. hukkaneliöitä ei synny. Tilatehokkuutta haetaan suunnittelussa muunneltavuuden ja monikäyttöisyyden keinoin.

Vuonna 2020 keskivertotalo oli 165 m² nettoalaltaan (lattiatason kokonaisala). Keskimääräiset rakennuskustannukset olivat n. 2080 €/netto m² ammattilaisella teetettynä. Rakennusmateriaalien hinnat ovat nousussa. Jos haluat säästää kustannuksissa ja pienentää rakennuksen ympäristövaikutuksia, siivoa turhat neliöt suunnitelmista pois. Kalleimmat neliöt ovat yleensä keittiössä ja märkätiloissa.

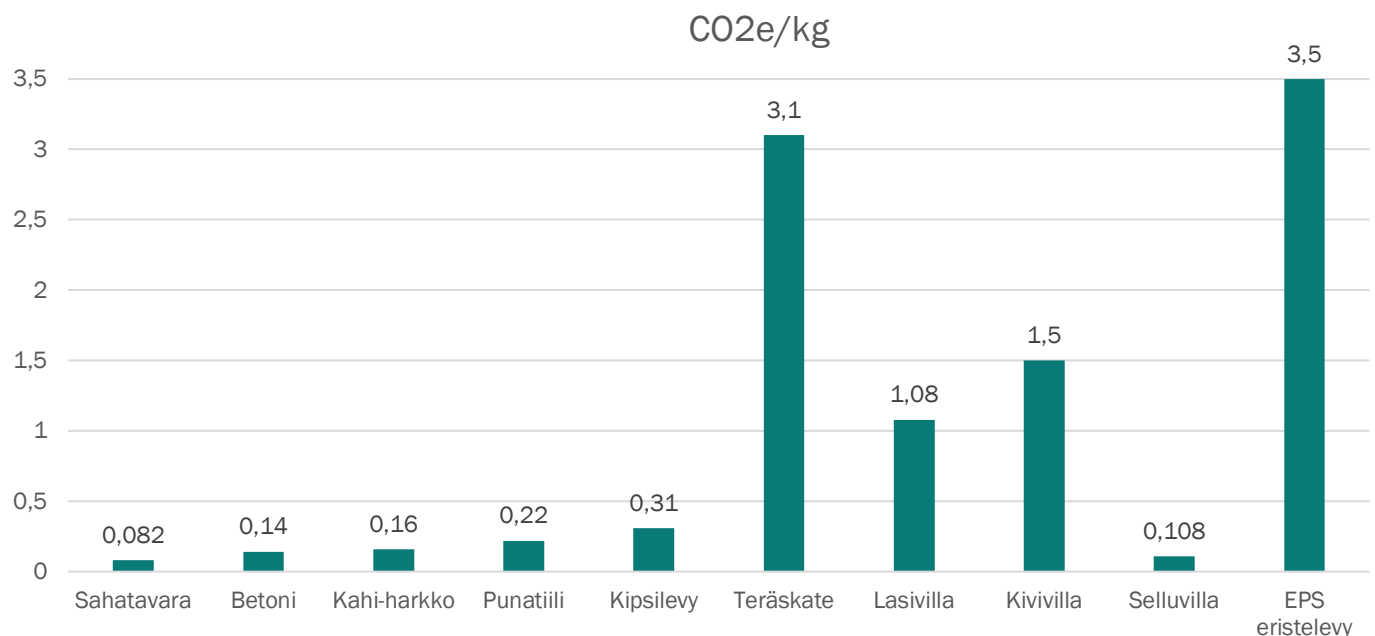
Materiaalit

Voisiko ominaisuuksiltaan yhtä toimivan, kestävän ja muuntojoustavan rakenteen tehdä käyttämällä ilmastoystävällisempiä materiaaleja?

Kestävyys, korjattavuus ja kierrätettävyys pienentävät materiaalin hiilijalanjälkeä.

Lähellä tuotetut materiaalit ja tuotteet ovat vähähiilisempiä, kuin vastaavat kauempana tuotetut, koska kuljetusten hiilijalanjälki on lähellä tuotetussa tuotteessa pienempi.

Kun lasketaan rakennukseen käytetyn materiaalin hiilijalanjälki, kerrotaan materiaalin hiilijalanjälki (co2e/kg) rakennukseen käytetyn materiaalin kg-määrällä.



Tutustu materiaalien hiilijalanjälkeen: [Rakentamisen päästötietokanta](#)

Rakennukset ja rakennettu ympäristö aiheuttavat elinkaarensa aikana n. 40 % globaaleista ilmastovaikutuksista. Rakennusten päästöistä vajaa puolet syntyy rakennusten käyttövaiheen energiankulutuksesta ja loput ovat tuotesidonnaisia eli syntyvät rakennusmateriaalien valmistusketjuista, kuljetuksista, rakentamisesta, huolloista ja niihin liittyvien jätteiden käsittelystä. Toisaalta rakennukset voivat myös tuottaa potentiaalisia ilmastohyötyjä esimerkiksi rakennusmateriaaleihin syntyvillä pysyvillä hiilivarastoilla tai tuottamalla uusiutuvaa energiaa muille toimijoille.

Mitä painavampi materiaali, sitä enemmän energiaa sen valmistamiseen ja kuljettamiseen tarvitaan ja mitä enemmän sitä määrällisesti käytetään, sen suuremmaksi materiaalin hiilijalanjälki muodostuu. Vaihtamalla materiaali mahdollisuuksien mukaan vähähiilisempään ja pyrkimällä materiaalitehokkuuteen, rakennuksen hiilijalanjälki pienenee.

Myös materiaalin elinkaaren pituus vaikuttaa sen hiilijalanjälkeen. Mitä kauemmin valittu materiaali palvelee tehtävässään, sitä pienemmäksi sen hiilijalanjälki kutistuu. Siksi kestävyys, korjattavuus ja kierrätettävyys ovat tärkeitä ominaisuuksia, kun halutaan valita vähähiilisiä materiaaleja ja tuotteita.

Oleennaista on suunnitella etenkin perustukset ja kantavat rakenteet sellaisiksi, että ne ovat myös materiaaleiltaan mahdollisimman pitkäikäisiä. Ulkokuoria ja pintoja on tarvittaessa helpompi korjata, huoltaa ja uusia.

Materiaalitehokkuudella pyritään minimoimaan rakentamiseen tarvittavan materiaalin määrä.

Materiaalitehokkuus voi olla yksi rakennussuunnittelun lähtökohta, mikä ohjaa pää- ja rakennesuunnittelua perustussuunnittelusta alkaen. Oleennaista kuitenkin on, että valitaan kestävät ja tarkoitukseensa sopivat materiaalit ja huomioidaan korjattavuus, muuntojoustavuus ja myös materiaalien kierrätettävyys rakennuksen elinkaaren lopussa.

Puu

Yksi kuutio puuta sitoo keskimäärin 1000 kiloa hiilidioksidia itseensä.

Puu voi toimia hiilivarastona jopa satoja vuosia.

Ekologisin puu on lähellä tuotettua FSC-sertifioitua suomalaista puuta.

Puurunkoisten talojen osuus pientalorakentamisessa on suuri – tällä hetkellä se on noin 90 prosenttia. Näistä 20 % on hirsirunkoisia taloja, ja loput 10 % harkko-, betoni- tai tiilitaloja.

Puu on kevyt, sitkeä ja kuljetusta kestävä rakennusmateriaali. Puun työstäminen rakennustuotteiksi on kohtuullisen helppoa, eikä siitä koidu ilmastopäästöjä siinä määrin, kuin metalli-, betoni- tai tiilituotteista, joiden valmistus vaatii korkeita lämpötiloja ja paljon energiaa.

Puun pitkäikäinen käyttö rakentamisessa on suositeltavampaa, kuin puun käyttö lyhytikäisissä tuotteissa tai energiaksi. Mitä kauemmin hiili on varastoituna puumateriaaliin, sitä parempi se on ilmaston kannalta. Rakennuksessa puu voi toimia hiilivarastona jopa satoja vuosia.

Puu on materiaalina hygroskooppinen, mikä tarkoittaa sitä, että se sitoo ilmasta kosteutta itseensä ja luovuttaa sitä silloin, kun ilma on kuivaa. Sisustusmateriaalina puu tasaa sisäilman kosteusvaihteluja ja parantaa näin sisäilman laatua.

Puisia rakennusosia voidaan jossain määrin hyödyntää uudelleen ja uudelleenkäyttö lisääntyy tulevaisuudessa. Jopa kokonaisia puutaloja voidaan tarpeen vaatiessa siirtää paikasta toiseen. Asuinrakennusten siirtäminen ja rakennusmateriaalien uudelleenkäyttö on järkevää resurssien hyödyntämistä, osa suomalaista rakennusperinnettä ja ilmastoteko.

Rakennusteollisuus ja ympäristöministeriö eivät vielä ole yksimielisiä puun todellisesta hiilijalanjäljen suuruudesta. Suurin kysymys koskee biogeenistä hiilivelkaa. Hiilivelka tarkoittaa hakkuiden aiheuttamaa vähennystä metsän hiilinielulle. Ympäristöministeriö on esittänyt, että kun hiilivaraston katsotaan pysyvän rakennuksessa 100 vuotta, se lasketaan hiilikädenjäljeksi.

Betoni

Pientääksesi betonin hiilijalanjälkeä suosi ”vihreää betonia” ja vaihda raakabetoni mahdollisuuksien mukaan kevyempiin ja ympäristöystävällisempiin harkkotuotteisiin.

(Rakentamisen päästötietokanta)

Betoni on maailman yleisin rakennusaine, jota valmistetaan nykyään noin 10 miljardia kuutiota vuodessa. Tuolla määrällä rakennettaisiin joka vuosi viisi metriä leveä ja viisi metriä korkea silta Maasta Kuuhun. Jättimäisenä teollisuudenalana betoniteollisuus tuottaa noin 5 % maailman kaikista kasvihuonepäästöistä.

Betonin hiilidioksidipäästöt ovat noin 720 kg kuutiota kohti. Suurin osa betonin päästöistä syntyy sementin valmistuksessa. Valmis betonipinta sitoo pikkuhiljaa käytön aikana itseensä ilmasta hiilidioksidia. Tätä kutsutaan karbonatisoitumiseksi. Rakennuksen käytön aikana betoniin sitoutuvan hiilidioksidin määrä voi olla 15–30 % betonin valmistuksen aikana ilmakehään vapautuvan hiilidioksidin määrästä. Karbonatisoitumisen määrä riippuu betonin käyttötarkoituksesta, betonipinnan altistumisesta ilman hiilidioksidille ja rakennuksen käyttöiästä.

Betonin ilmastovaikutuksia pyritään innovaatioiden avulla pienentämään. Sementin poltossa käytettyä kivihiiltä korvataan kierrätys- ja biopolttoaineilla ja betonin seosaineena käytetään mm. terästeollisuuden sivutuotteena syntyvää masuunikuonaa ja hiilivoimaloissa syntyvää lentotuhkaa.

Betonille on paikkansa, eikä korvaavia tuotteita ole aina kohtuullisin kustannuksin saatavilla. Kysyminen ei kuitenkaan maksa mitään. Jos ympäristöystävällisempää materiaalivaihtoehtoa tai ”vihreää betonia” ei ole saatavilla, rakentaja säästää ilmastoa ja kukkaroaan parhaiten pyrkimällä materiaalitehokkuuteen.

Tiili

Tiili on pitkäikäinen rakennusmateriaali. Mitä vanhempi tiili, sitä pienempi hiilijalanjälki sillä on.

Tiilen hiilijalanjälki syntyy sen valmistuksesta. Suurimmat päästöt syntyvät saven ja hiekan louhinnasta, sekä tiilen poltosta korkeissa lämpötiloissa.

Tiilen vahvuus on sen kestävyys. Hämeen linnan vanhimmat tiiliosat ovat 1200-luvun lopulta ja Suomen vanhimmat tiilikartanot 1600-luvulta. Lahden vanhimpia tiilirakennuksia ovat Lahden kartano (1889) ja Lahden yhteiskoulu (1899). Satoja vuosia vanhoissa rakennuksissa tiilen hiilijalanjälki on jo aika pieni. Voitaisiinko tänä päivänä rakentaa tiilestä yhtä kestävästi, kuin menneinä vuosisatoina?

Tiili on myös paloturvallinen ja varaa hyvin lämpöä. Siksi sen soveltuu esimerkiksi varaaviin tulisijoihin ja hormeihin. Päästönäkökulmasta olennaista onkin, että tiilimuurattu tulisija suunnitellaan toimimaan siten, että palaminen olisi mahdollisimman puhdasta, jolloin päästöt ilmakehään ovat mahdollisimman pienet. Kun muuraustyö tehdään laadukkaasti, tulisija on pitkäikäinen.

Tiiltä voidaan käyttää uudelleen tai sitä voidaan varsinaisen käytön jälkeen hyödyntää esimerkiksi maantäyttöaineena. Kierrätettyä tiiltä voi hyödyntää myös pihalaattoina kulkureiteillä ym. piharakenteissa ja -rakennelmissa. Tiiltä kierrättämällä voidaan säästää jopa 90 % sen hiilijalanjäljestä.

Vastuu- ja suunnittelukäytäntöjen kehittymättömyydestä johtuen lainsäädäntö vaikeuttaa toistaiseksi kiertotalouden tehokasta hyödyntämistä rakentamisessa. Vähähiilisyteen kuitenkin pyritään, ja tulevaisuudessa kierrättäminen ja uusiokäyttö ovat yhä tärkeämmässä roolissa.

Teräs

Vähäpäästöinen teräs on kierrätettyä. Jos rakennustuote on vastuullisesti tuotettu, se on todennäköisesti mainittu valmistajan internet-sivustolla.

Noin 7 % kaikista hiilidioksidipäästöistä syntyy terästeollisuudesta. Noin 40 % teräksen tuotannosta käytetään rakentamiseen. Omakotitalon isoimmat teräsosat löytyvät yleensä vesikatolta ja maanvaraisen betonilaatan sisuksista raudoituksina.

Teräksen hiilijalanjälki muodostuu tuotannon alkupäässä louhinnasta ja sulattamisesta korkeissa lämpötiloissa. Kierrätyksellä on suuri merkitys, kun pienennetään terästuotteen hiilijalanjälkeä. Suomessa rauta- ja teräsromun kierrätys on tehokasta. Teräslajista riippuen jopa 90 % tehtaalla valmistettavasta teräksestä voi olla kierrätettyä.

Suurin Suomessa toimiva teräksen valmistaja SSAB aikoo tulevaisuudessa ottaa Raahen terästehtaassaan raudan pelkistyksen energialähteeksi vedyn. SSAB ottaa osaa ilmastotalkoisiin myös hyödyntämällä yhä enemmän kierrätysterästä.

Eristeet

Monikerroksisen rakenteen kosteusriski liittyy sen vaurioherkkyyteen, ei eristeen paksuuteen. Selluvilla on yleisesti käytetyistä, teollisesti valmistetuista eristeistä vähähiilisin. Kierrätystuotteena sillä on hiilikädenjälki.

Seinien, yläpohjan ja alapohjan lämmöneristyksellä on iso vaikutus rakennuksen energiatehokkuuteen ja siten lämmitysenergian hiilijalanjälkeen ja kustannuksiin.

Nykyisin ulkovaipan rakenteet ovat useimmiten monikerroksisia. Ulkoseinissä on ulkoverhous, mikä suojaa sateelta ja tuulelta ja estää kosteuden pääsyn rakenteisiin. Tuuletusrako ulkoverhouksen ja eristävän rakenteen välissä huolehtii niin ikään kosteuden haihtumisesta. Eristävä kerros käsittää tuulensuoja-levyn, kantavan rungon ja eristeet, sekä ilman- tai höyrynsulun lämpimän sisätilan puolella. Kun energiatehokkuutta lisätään eristevahvuutta kasvattamalla, saattaa herätä huoli kosteusvaurioista. Eristevahvuuden kasvattaminen ei sinällään ole riskitekijä, vaan monikerroksisen rakenteen vaurioherkkyys ja rakenteen sisäiset kylmäsillat, joissa kosteus saattaa tiivistyä.

Lasivilla tehdään lasikuidusta. Jopa 80 % käytetystä lasikuidusta tulee kierrätetystä lasista. Useimmilla valmistajalla, esimerkiksi Isoverilla, tuotteista löytyy EPD-ympäristöselosteet, joissa on mainittu mm. kierrätyslasin määrä kussakin tuotteessa.

Kivivillan valmistamisessa tarvitaan 1500 asteen lämpötilaa, minkä jälkeen se keskipakoisvoiman avulla kuidutetaan. Hiilijalanjälki on n. 1,5-kertainen lasivillaan verrattuna. Hiilijalanjälki on pienentynyt siirtymällä sähköiseen sulatukseen, uusiutuviin energialähteisiin ja entistä enemmän materiaalikierrätykseen. Esimerkiksi Parocilla on kivivillaeriste [Natura Lana](#), jonka elinkaaren aikainen hiilijalanjälki on noin puolet tavanomaisen kivivillaeristeen hiilijalanjäljestä. Jäljelle jäävä hiilijalanjälki on kompensoitu päästövähennysjärjestelmän kautta, jolloin tuote on sertifioitu hiilineutraaliksi

Puukuitueriste, eli yleensä **selluvilla**, valmistetaan valikoidusta, kierrätetystä sanomalehtipaperista. Sen hiilijalanjälki on n. 10 % lasivillan ja 7 % kivivillan hiilijalanjäljestä, kun vertaillaan puhallettavia eristystuotteita kilomääräisesti. Puupohjaisen selluvillan hiilikädenjälki on jopa 10-kertainen verrattuna sen hiilijalanjälkeen. Näin ollen se kompensoi muidenkin rakennustuotteiden hiilijalanjälkeä. Vähähiilisyysnäkökulmasta selluvilla on ylivoimaisesti paras teollisesti valmistettava eristemateriaali lasi- ja kivivillaan verrattuna. Myös kotimainen Ehta valmistaa puhallettavaa puueristettä. Tuote on kotimaista kuusta, hiilinegatiivinen ja kemikaaliton.

Pääpiirustukset

Pääpiirustuksissa suunnitteluratkaisut ja samalla rakennuksen hiilijalanjälki lyödään pääpiirteittäin lukkoon. Suunnitelmamuutokset rakennuslupan myöntämisen jälkeen lisäävät aina suunnittelun kustannuksia, mutta toki suunnitelmien korjaaminen on edullisempaa, kuin valmiiksi rakennetun muuttaminen.

Kun luonnoksista on jalostunut toteutuskelpoinen ratkaisu, rakennukselle haetaan rakennuslupaa. Pääsuunnittelija vastaa pääpiirustuksista, eli asemapiirustuksesta, pohjapiirustuksista, julkisivu- ja leikkauspiirustuksista. Myös perustussuunnitelmat, rakennesuunnitelmat, energiaselvitys, sekä vesi-, viemäri-, lämpö- ja ilmanvaihtosuunnitelmat, ja kosteudenhallintasuunnitelma tarvitaan rakentamisen alkaessa ja ne olisi hyvä olla valmiina rakennuslupaa haettaessa. Mukana taloprojektin tässä vaiheessa ovat siis kaikki suunnittelijat.

Perustussuunnittelu

Parhaan perustusratkaisun löytäminen suunnitteluvaiheessa voi mahdollistaa hiilineutraalin rakentamisen haastavammallakin rakennuspaikalla. Perustussuunnittelu tehdään tapauskohtaisesti, rakennuspaikan yksilölliset ominaisuudet huomioiden.

Perustusten suunnittelu tehdään maaperätutkimuksen ja siihen perustuvan perustamistapalausannon pohjalta. Vähähiilisyden kannalta olennaista on perustusten pitkäikäisyys ja energiatehokkuus. Myös materiaalitehokkuuteen voidaan pyrkiä, jos sillä ei heikennetä kestävyyttä ja energiatehokkuutta. Esimerkiksi pilariperustus on materiaalitehokas tapa toteuttaa perustukset, jos vain rakennuspaikka sen sallii.

Perustusten hiilijalanjälki muodostuu maa-aineista, materiaaleista ja niiden kuljetuksesta. Samoista asioista koostuu myös perustamisen kustannukset. Maa-, pohja- ja pihatöiden kustannukset samankokoiseen omakotitaloon ovat hankalasti rakennettavalla tontilla jopa 3-kertaiset ja perustuskustannukset kaksinkertaiset verrattuna tonttiin, jossa rakentamiselle on hyvät edellytykset jo valmiina.

Rakennustutkimus RTS Oy:n [laskurissa](#) omakotitalon rakentamiskustannukset on jaettu 20 alakohtaan, joiden laatutasoa voidaan muuttaa. Laskuri sopii hyvin alkuvaiheen kustannusarvioiden laatimiseen.

Rakennesuunnittelu

Rakenteiden energiatehokkuus on olennaista vähähiilisessä rakentamisessa.

Toimivan, vähähiilisen ja kustannustehokkaan ratkaisun löytämiseksi keskustele rakennesuunnittelijan kanssa rakennevaihtoehtoista, niiden energia- ja materiaalitehokkuudesta, sekä runko- ja eristemateriaaleista.

U-arvo on lämmön läpäisykerroin, millä mitataan rakenteen läpi siirtyvää lämpövirtaa. Mitä pienempi u-arvo on, sitä vähemmän rakenteen läpi siirtyy lämpöä, eli sitä eristävämpi se on. Suomen rakennusmääräyksissä on raja-arvot lämmitetyn rakennuksen u-arvoista eri rakenteille. Rakennesuunnittelija huolehtii siitä, että rakenteet ovat rakennusmääräysten mukaiset.

Alapohja

Hyvin tehdyt perustukset ja alapohjan kestävä toteutus mahdollistavat rakennuksen pitkän elinkaaren.

Vaihtoehtoisia alapohjarakenteita on tavallisesti kaksi: Maavarainen betonilaatta-alapohja tai tuulettuva alapohja esimerkiksi pilariperustuksella.

Ilmastoystävällisin pientalon alapohjarakenne on tuulettuva liimapuupalkkialapohja, kun vertailussa ovat mukana paikallavalettu betonilaatta ja tuulettuva ontelolaatta-alapohja.

Alapohjan kosteustekninen suunnittelu ja toteutus tulee tehdä huolellisesti. Pitkäikäisyyden kannalta olennaista on pintavesien johtaminen pois rakennuksen vierestä ja alta. Maakosteuden nousu rakenteisiin on alapohjan vaurioitumisen suurin riski.

Alapohjan suunnittelussa tulee huomioida myös radonsuojaus.

Ulkoseinät

Ulkoseinissä olennaista on energiatehokkuus. Koska ulkoseinää on rakennuksessa paljon, sen kautta haihtuu myös paljon lämpöä ulos.

Rakenteiden korjattavuus pidentää rakennuksen elinkaaren pituutta. Pitkäikäisyyttä edesauttaa se, että rakenteet ovat huollettavissa ja suojattuja esimerkiksi jyräjyiltä.

Yksiaineisilla ulkoseinillä on Suomessa pitkä perinne ja paljon kokemusta. Näitä ovat mm. massiivihirsiseinät ja massiiviset, monikerroksiset tiiliseinät. Kun perustukset on tehty toimiviksi, nämä ulkoseinätyypit ovat kestäneet Suomen ilmasto-olosuhteissa jopa satoja vuosia.

Nykyään yleisempää on rakentaa talojen ulkoseinät monikerroksisilla rakenteilla. Tällöin seinässä on ulkoverhous, tuulettuva ilmarako, tuulensuojalevy, runko ja eristeet, ilmansulku ja sisäpuolen verhous. Monikerroksisen rakenteen ongelma on se, että jos rakenteen toimivuus jostain syystä pettää, sen huomaaminen voi olla hankalaa ja kun ongelma on piilossa, sen korjaaminen viivästyy.

Yläpohja eli katto

Ilmastoystävällinen yläpohja on energiatehokas ja pitkäikäinen. Viherkatto voi toimia hiilinieluna.

Yläpohjan energiatehokkuus syntyy lämmöneristävydestä, pitkäikäisyys kestävästä materiaaleista ja huollettavuudesta. Lisäksi valittujen materiaalien valmistuksen hiilijalanjäljellä on merkitystä.

[Päästötietokannassa](#) voi melko helposti vertailla eri materiaalien, myös vesikattemateriaalien, hiilijalanjälkiä.

Teräspeltikatteen hiilijalanjälki on suuri, mutta teräs on kierrätettävissä yhä uudestaan ja teräskatteille luvataan jopa 50 vuoden tekninen takuu. **Bitumikermikatteen** hiilijalanjälki on pienempi, toisaalta sen kierrätysmahdollisuudet eivät ole yhtä hyvät kuin teräksellä.

Tärkeää kattomateriaalin valinnassa on sen sopivuus valittuun kattomuotoon. Asemakaavassakin voi olla vesikatteen osalta määräyksiä. Olennaista on myös huollettavuus ja se, kuinka usein kattoa

olla valmiit huoltamaan ja korjaamaan. Kiinnitä huomio takuuajoihin ja huolto-ohjeisiin. Takuut raukeavat, mikäli kattoa ei huolla ohjeiden mukaisesti.

Viherkatto sitoo ilmasta hiilidioksidia ja toimii näin hiilinieluna. Viherkatto tarjoaa myös elintilaa pölyttäjille ja toimii visuaalisena luontoelementtinä.

Viherkatto pienentää jäähtymisen ja hulevesien käsittelyn tarvetta. Se on hiljainen, eristää lämpöä sekä suojaa kattoa uv-säteilyltä pidentäen katon käyttöikää

Viherkaton tyyppi ja kasvilajit tulee valita kasvupaikan mukaan, jotta esimerkiksi kastelu- ja hoitotarve minimoitaisiin. Viherkattoa voi joutua lannoittamaan ja kastelemaan, alussa myös kitkemään. Runsaslumisina talvina voi tulla tarve pienentää viherkaton lumikuormaa ja syksyisin katolta tulisi poistaa mahdollinen peittävä lehtikerros. Suunnitelmista tulee löytyä kulku katolle ja vesipiste kastelua varten. Viherkaton optimikaltevuus on 2–5 %.

Koska viherkatto on muita vesikatteita painavampi, vaatii se vahvemmat rakenteet. Tämän vuoksi toive viherkatosta tulisi huomioida suunnitelmissa alusta alkaen. Hyvin toteutettu ja hoidettu viherkatto on erittäin pitkäikäinen, vähintään 50 vuotta, mutta huonosti toteutettuna se on riskirakenne. Oikein rakennettuna katto ei vuoda, eikä sille jää vettä seisomaan. Kun viherkattotyöt teettää ammattirakentajalla, joka noudattaa saksalaista FLL-normia, voi luottaa hyvään työnjälkeen.

Kustannuksiltaan se on tavanomaisia vesikatteita kalliimpi, katon koosta, kaltevuudesta ja kasvilajeista riippuen hinta on 100–200 €/m². Viherkattoon vaaditaan aina kunnan rakennusviranomaisen lupa.

Energiatodistus

Energiatodistus on laskennallinen arvio rakennuksen käytön aikaisesta energian kulutuksesta. Energiatehokkuus ja uusiutuvan energian käyttö ovat olennaisia, kun pyritään vähähiilisyyteen.

Rakennusten energian käyttö aiheuttaa noin 30 % Suomen kasvihuonekaasupäästöistä.

Rakennusten energiatehokkuuden parantamisen taustalla on Kioton ilmastopöytäkirja sekä Suomen energia- ja ilmastostrategia, jonka tavoitteena on kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen.

Energiatodistus on laskelma, mikä kertoo talon energiatehokkuudesta. Energiatodistus on myös rakennuslupaliite, joka vaaditaan, että rakennusluvan voi saada. Energialuokka kertoo myös tulevista asumisen kustannuksista. Mitä parempi energialuokka, sitä vähemmän maksat talosi lämmityksestä.

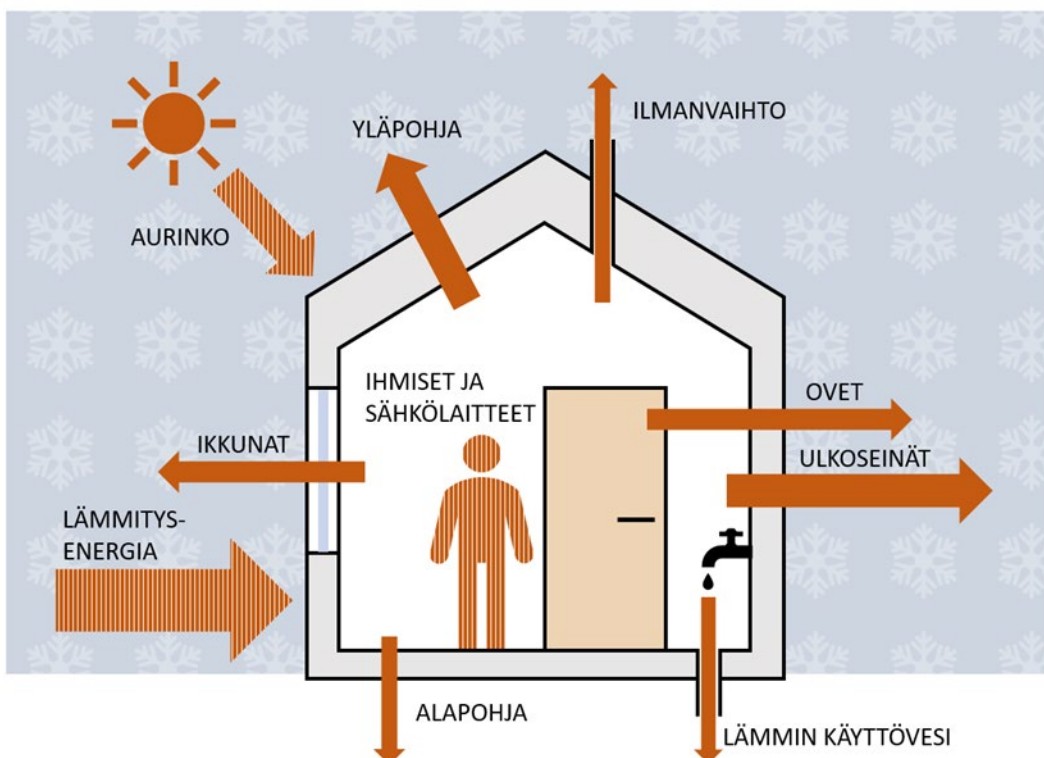
Eniten energiatehokkuuteen vaikuttavat ulkovaipan rakenteet. Toiseksi eniten vaikutusta on energiatehokkuudella ilmanvaihdolla, jossa on huomioitu lämmön talteenotto. Järjestelmässä poistuvasta sisäilmasta otetaan koneellisesti lämpö talteen, millä lämmitetään ulkoa tuleva, sisään puhallettava viileämpi korvausilma.

Lämpöhäviötä lisää

- Isot ikkunat, etenkin pohjoiseen
- Talon monimuotoisuus, nurkat ja kulmat
- Painovoimainen (luonnollinen) ilmanvaihto
- Massiivipuuseinä (nykyisillä vakiopaksuuksilla)

Lämpöhäviötä vähentää

- Eristevahvuuksien kasvattaminen
- Energiatodistuksen ikkunat ja ulko-ovet
- Ilmastoinnin lämmön talteenotto
- Tuulikaappi tai lasitettu terassi tms.



Jos rakennus ei kaikilta osin täytä suomen rakennusmääräyskokoelman raja-arvoja energiatehokkuudelle, syntyvä lämpöhäviö tulee tasata toisaalla, jotta määräysten mukainen lämpöhäviövaatimus täyttyy. Jos esimerkiksi ulkoseinissä käytettäisiin eristämätöntä massiivihirttä, tulisi lämpöhäviötä pienentää valitsemalla muut ulkovaipan osat vertailutasoa paremmiksi. Tämä onnistuu yläpohjan, alapohjan, ikkunoiden ja ulko-ovien u-arvoa parantamalla. Lämpöhäviön tasaus tehdään ja todistetaan suunnitteluajankausin laskelmin myös silloin, jos rakennuksesta puuttuu poistoilman lämmöntalteenottojärjestelmä tai rakennuksessa on poikkeuksellisen paljon ikkunapinta-alaa.

LVI eli lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtosuunnittelu

Lämmitysmuodon valinta

Suomessa rakennuksen käyttämää energiaa kuluu eniten lämmitykseen. Investointi uusiutuvaan lämmitysenergiaan maksaa kalliimman hankintahintansa takaisin edullisempina asumiskustannuksina. Ekologinen ja käyttökustannuksiltaan edullinen energijärjestelmä lisää rakennuksen arvoa.

Lämmitysjärjestelmän hiilipäästöt muodostuvat järjestelmän valmistuksesta ja käytön aikaisesta energiankulutuksesta, huollosta ja korjauksista, aivan kuten järjestelmän hintakin.

Ilmaston kannalta paras lämmitysenergian muoto on uusiutuva energia. Vähäpäästöisin uusiutuva energia on peräisin auringosta. Suoran säteilylämmön lisäksi auringon lämpöenergiaa varastoituu ilmaan, maaperään ja vesistöihin.

Käytön aikana edullinen ja vähäpäästöinen lämmitysmuoto on maalämpö, jossa lämpöenergia otetaan talteen kallioon poratusta kaivosta maalämpöpumpulla. Maalämpö ei kuitenkaan ole ainoa tehokas ja vähäpäästöinen lämmitysjärjestelmä. Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttaa moni asia.

1. Selvitä, mitkä lämmitysmuodot ovat tontilla mahdollisia.
2. Keskustele lvi-suunnittelijan kanssa vaihtoehtoista, kun rakennuksen sijainti ja koko on selvillä. Voit olla yhteydessä myös rakennusvalvontaan tai paikalliseen energianeuvojaan. Investointimahdollisuuksien mukaan valitse sinulle sopivin lämmitysmuoto.
3. Kiinnitä huomiota lämmitysjärjestelmän pitkäikäisyyteen ja sen muuntojoustavuuteen.

4. Varmista, että järjestelmän hyötysuhde on optimaalinen. Tällöin kulutuspiikit eivät nosta merkittävästi sähkön kulutusta. Suunnittelijan vastuulla on tehdä laskelmat ja mitoittaa järjestelmä oikein.
5. Mieti, kuinka vaivattoman järjestelmän haluat. Lämpöanturit ja automatiikka helpottavat lämpötilan säätämistä ja ohjaamista. Yhä yleisempää on, että voit ohjata talosi lämmitysjärjestelmää ja ilmastointia nettisovelluksen avulla, vaikka puhelimestasi.

Tonttia valitessa on hyvä selvittää, mitä uusiutuvan energian muotoja on käytettävissä. Onko tontti suojellulla pohjavesialueella, eli onko maalämpökaivon poraaminen mahdollista? Myös tontin maaperä vaikuttaa siihen, kuinka järkevää maalämpökaivon poraaminen on. Jos kallio on syvällä muun maa-aineksen alla, voi maalämpökaivon poraamisen kustannukset nousta kalliiksi. Toisaalta, jos maa-aines on savipitoista ja tontin koko sen sallii, voi tällaisessa tapauksessa harkita maapiirin asentamista noin metrin syvyyteen pihaa perustettaessa. Jos tontti on rannalla, voidaan selvittää olisiko lämmönkeruuputkisto mahdollista asentaa vesistön pohjalle. Tai ehkä joku muu lämpöpumppu olisi sopivampi.

Lahdessa on kattava kaukolämpöverkosto. Selvitä, onko tonttisi kaukolämpöverkon alueella. Lämpöenergian lähteet voivat vaihdella paljonkin eri kaukolämpöyhtiöillä, mutta Lahti Energialta luopui kivihiilen poltosta vuonna 2019. Lahti Energia myy ”Vihreää Lämpöä” mikä on hiilidioksidipäästötöntä. Tällä hetkellä (2/2024) Vihreä Lämpö maksaa kuluttajalle 0,99 €/MWh (sis. alv. 24 %) lisää. Jos talon kaukolämmön kulutus on 20 MWh/vuosi, niin tämä tarkoittaa noin 20 € lisämaksua kaukolämpölaskuun vuositasolla. Kun Lahti Energian hiilikerroin on 58,48 kg/MWh (6/2021), valitsemalla Vihreän Lämmön on mahdollista pienentää kotinsa lämmityksestä aiheutuvaa hiilipäästöä 1169 kg/vuosi edellä mainitulla kaukolämpöenergian kulutuksella. Se vastaa 8900 km ajoa vuodessa vähän kuluttavalla perheautolla.

Lämmitettävän rakennuksen koko vaikuttaa myös siihen, mikä lämmitysmuoto on vähäpäästöisin koko rakennuksen elinkaaren ajalla. Mitä isompi talo, sitä vähäpäästöisempi ja samalla kustannustehokkaampi maalämpö yleensä on verrattuna muihin lämmitysratkaisuihin. Pieni, alle 100 m², ja energiatehokas omakotitalo voi lämmitä varsin ekologisesti ja kohtuullisen edullisesti vihreällä sähköllä ja poistoilmalämpöpumpulla, hieman isompi talo puolestaan vihreällä sähköllä ja vesi-ilmalämpöpumpulla.

Jokainen talo on omanlaisensa. Perehdy sopivimman lämpöenergiamuodon valitsemiseen yhdessä pääsuunnittelijan ja lvi-suunnittelijan kanssa. Tärkeää on mitoittaa tekninen tila riittävän suureksi, jotta haluttu lämmityslaitteisto mahtuu sinne ja on myös muunneltavissa tai kasvatettavissa

esimerkiksi jäähdytyslaitteella. Kun valitsee luotettavan laitetoimittajan tai palvelutuottajan, on käytön ajan huolto ja varaosien saanti turvatumpaa.

Kaikissa lämmitysmuodoissa myös laitteistoa tulee uusia jossain vaiheessa, yleensä n. 30 vuoden välein. Jos sinulla on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, voit lämpöremontin yhteydessä päivittää lämmitysmuodon vaikka kokonaan toiseksi, mikäli se on järkevää. Kukaan ei osaa ennakoida kovin tarkkaan, mihin energiantuotanto kehittyy 30 vuodessa.

Käytä seuraavaa taulukkoa apuna lämmitysmuodon valinnassa.

	MAALÄMPÖ Lämmittää sisätilat ja käyttöveden	SÄHKÖ + ILMAVESILÄMPÖPUMPPU Lämmittää sisätilat ja käyttöveden	KAUKOLÄMPÖ Lämmittää sisätilat ja käyttöveden
Lämmönlähde	Auringon tuottama, maahan sitoutunut lämpö. 100 % uusiutuva.	Auringon tuottama lämpö ilmassa. 100 % uusiutuva.	Energiayhtiön käyttämät polttoaineet esim. maakaasu, puu- ja biopohjaiset polttoaineet, kierrätyspolttoaineet, öljy, biokaasu ym.
Toimintaperiaate	Tontille asennetusta lämpökaivosta tai lämmönkeruuputkistosta kerätään lämpöä, joka siirretään maalämpölaitteiston avulla kodin lämpöverkkoon.	Laitteisto ottaa lämmitysenergiaa ulkoilmasta ja siirtää sen vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Tarvitsee rinnalleen lisälämmönlähteen, kuten sähkön, kylminä aikoina.	Lämpö ostetaan paikalliselta kaukolämpöyhtiöltä (Lahti Energia), mistä se tekniseen tilaan sijoitettavalla kaukolämpölaitteistolla siirretään talon lämpöverkkoon.
Lämmönjakotapa	Vesikiertoinen lämmitystapa, yleensä lattialämmitys	Vesikiertoinen lämmitystapa, yleensä lattialämmitys	Vesikiertoinen lämmitystapa, yleensä lattialämmitys
Käyttömukavuus	Helppokäyttöinen. Vastaa laitteiston huollattamisesta.	Helppokäyttöinen. Vastaa laitteiston huollattamisesta.	Helppokäyttöinen ja huoleton. Kaukolämmön mukana ostat huoltopalvelun.
Varmista	Porakaivon ja laitteiston tarpeenmukainen mitoitus. Luotettavalta toimittajalta saa todennäköisemmin varaosia tulevaisuudessa.	Lämmitystehon mitoitus. Luotettavalta toimittajalta saa todennäköisemmin varaosia tulevaisuudessa.	Jos matkaa teknisestä tilasta kaukolämpöliittymään on yli 20 m, jokainen lisämetri maksaa 120 € (6/2021).
Ilmastovaikutukset	Jos tehomitoitus on tehty oikein, pelkkä laitteiston käyttämä sähkö voi riittää. Jos se on ”vihreää sähköä”, ilmastopäästöjä syntyy kaivon poraamisesta, laitteiston materiaaleista, valmistuksesta ja huollosta.	Riippuu ostetun sähkön tuotantotavasta. Jos käytetään ”vihreää sähköä”, ilmastovaikutukset syntyvät laitteiston materiaaleista, valmistuksesta ja huollosta.	Riippuu energiayhtiön käyttämästä energiasta. Lahti energia on pudottanut hiilipäästöjään alle kolmannekseen verrattuna vuoteen 1990. Kaukolämpöverkoston kasvattamisesta, ylläpidosta ja huollosta syntyy ilmastopäästöjä.
Hankinta-kustannukset	Riippuu porakaivon syvyydestä ja lämpöpumpun tehosta. Kalliimmat, kuin kaukolämmöllä.	Edullisemmat kuin maalämmöllä, koska porakaivoa ei tarvita.	Liittymismaksu n. 3600 € (6/2021), kun alueen asemakaavaan on lämmitysmuodoksi merkattu kaukolämpö.
Käyttökustannukset	Noin puolet kaukolämmön käyttökustannuksista (vuonna 2010 valmistunut 120 m ² omakotitalo).	15–20 % kalliimpi, kuin maalämpö. (vuonna 2010 valmistunut 120 m ² omakotitalo), 30–35 % edullisempi kuin kaukolämpö.	Perusmaksu + energiamaksu + mahdolliset muut palvelumaksut. Ks. Lahti Energian www-sivuilta lisätietoa.
Huomioi	Maaperä, pohjavesialueet, suojaetäisyydet rakennuksiin, tonttirajoihin ja naapurien kaivoihin	Huomioi laitteiston paikka, ilmavesilämpöpumppu on melko äänekäs.	Lahti Energian ”Vihreä lämpö”, ekologinen lämmitysenergiamuoto kaukolämpöverkon asiakkaalle, lisämaksu + 0,99 €/MWh (2/2024).

Tulisija

Hanki tutkittu, tehokas ja vähäpäästöinen tulisija, joka on mitoitettu tarpeisiisi. Muista käyttää tulisijaa valmistajan antamien käyttöohjeiden mukaan.

Käytä kuivaa polttopuuta lämmityksessä.

Opettele tehokkaat ja ympäristöystävälliset lämmitystavat huomioiden myös käytön terveys- ja viihtyvyystekijät. Huolla tulisijaa oikein, jotta sen lämmönvarauskyky säilyy ja paloturvallisuus on taattu.

Meillä Suomessa ulkolämpötilat vaihtelevat. Varaava tulisija tasaa lämpötilanmuutoksia nopeasti. Ilmastoystävällinen tulisija on myös lämpöhyödyltään tehokas ja vähäpäästöinen.

Sähköstä riippumaton tulisija tuottaa lämpöä myös sähkökatkon yllättäessä ja silloin kun lämpöpumppu toimii heikommalla hyötysuhteella. Varaava tulisija säästää lämmityssähköä pakkaskausilla.

Varaava tulisija tulisi sijoittaa keskeiselle paikalle, jotta lämpö leviäisi mahdollisimman tasaisesti kaikkiin huonetiloihin.

Koneellinen ilmanvaihto aiheuttaa asuntoon pienen alipaineen ja se vaikeuttaa tulisijan toimintaa. Palamisen tarvitsema ilma kannattaa ottaa erillisen korvausilmakanavan avulla tulisijaan hallitusti suoraan ulkoa. Näin tulipesään saadaan riittävästi ilmaa, eikä sitä tarvitse ottaa huoneilman kautta ikkunoita avaamalla. Korvausilmakanava tulisi olla pellin avulla suljettavissa, jolloin kylmä ulkoilma ei viilennä huoneilmaa silloin, kun tulisijaa ei käytetä.

Joihinkin valmistulisijoihin on mahdollista hankkia tehdasvalmisteinen paloilmajärjestelmä. Siihen kuuluu pätkä ilmakehää ja tulisijan alle integroitava ilmalaatikko pelteineen.

Korvausilmajärjestelmä ja -kanava tulee huomioida suunnitteluvaiheessa. Kanava kulkee sokkelin vierestä ulkoa alapohjan eristeiden alla oikeaan kohtaan tulisijan alle. Jälkikäteen sen asentaminen on vaikeaa.

Tulisija vaatii aina myös hormin. Kun tulisijatyyppi on valittu, valmistajalta saa tiedon sopivasta hormin koosta. Pääsuunnittelijan tehtävä on määrittellä hormin pituus toimivaksi ja määräysten

mukaiseksi. Mitä pidempi hormi, sen paremmin se vetää. Tiilihormi varaa myös lämpöä. Hormin pää tulee suojata palamattomalla piipun suojalla.

Mieti, kuinka usein arvelet lämmittäväsi uunia ja miten hankit ja säilytät polttopuut niin, että logistiikka on toimivaa.

Tulisijaan voi liittää myös vesivaraajan ja esimerkiksi puupellettitakka vesivaraajalla on ilmastoystävällinen vaihtoehto silloin, kun tulisija on pääasiallinen lämmönlähde.

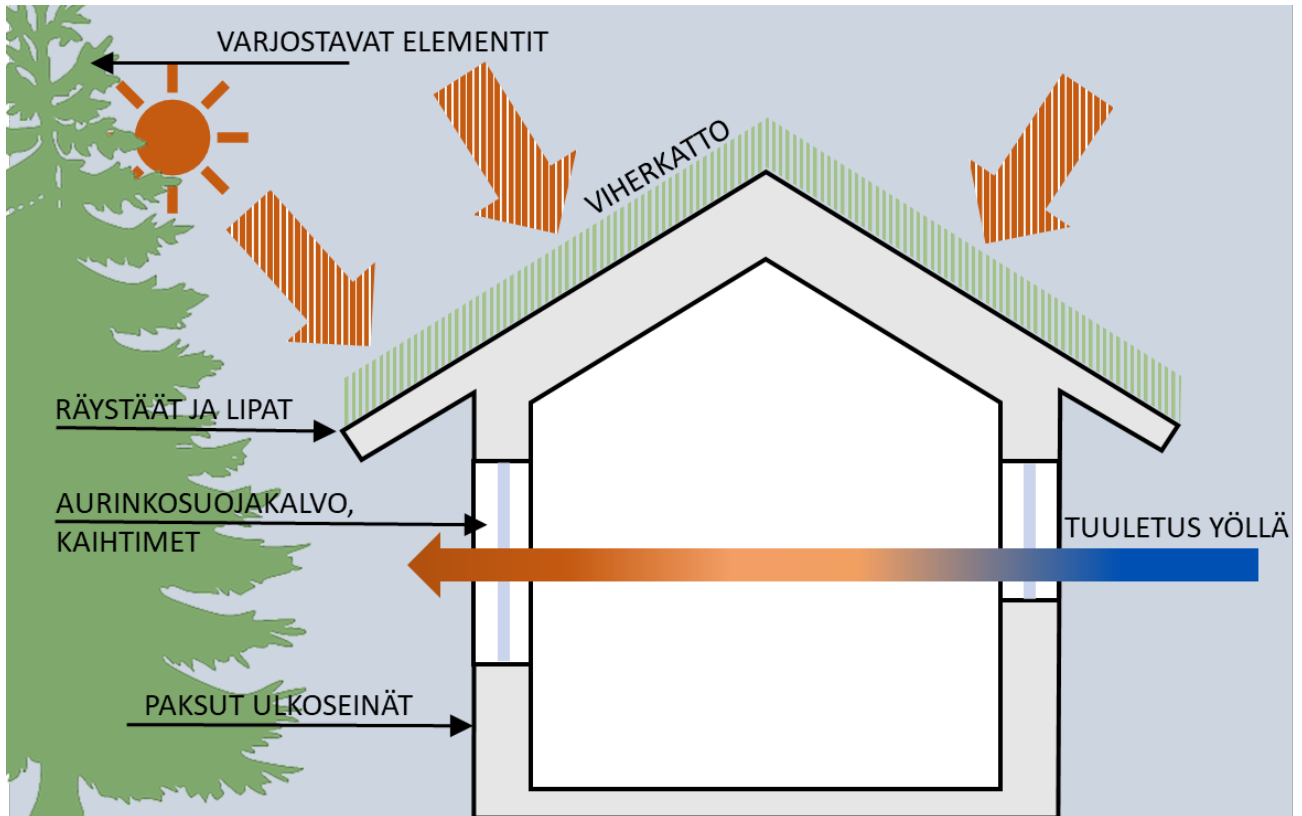
Viilennys

Varaudu jäähdytykseen, joka väistämättä tulee eteen seuraavan 10–20 vuoden aikana. Varaa tilaa jäähdytyslaitteistolle myös tekniseen tilaan. Jäähdytyksen tarvetta voi pienentää tehokkaasti rakenteellisin keinoin.

Koska viilennyksen tarve ilmaston lämmitessä lisääntyy, tulee pohtia, millä keinoin se toteutetaan ja kuinka vähennetään rakennukseen kesäisin kohdistuvaa lämpökuormaa.

Lämpökuormaa pienentävät rakenteellisesti

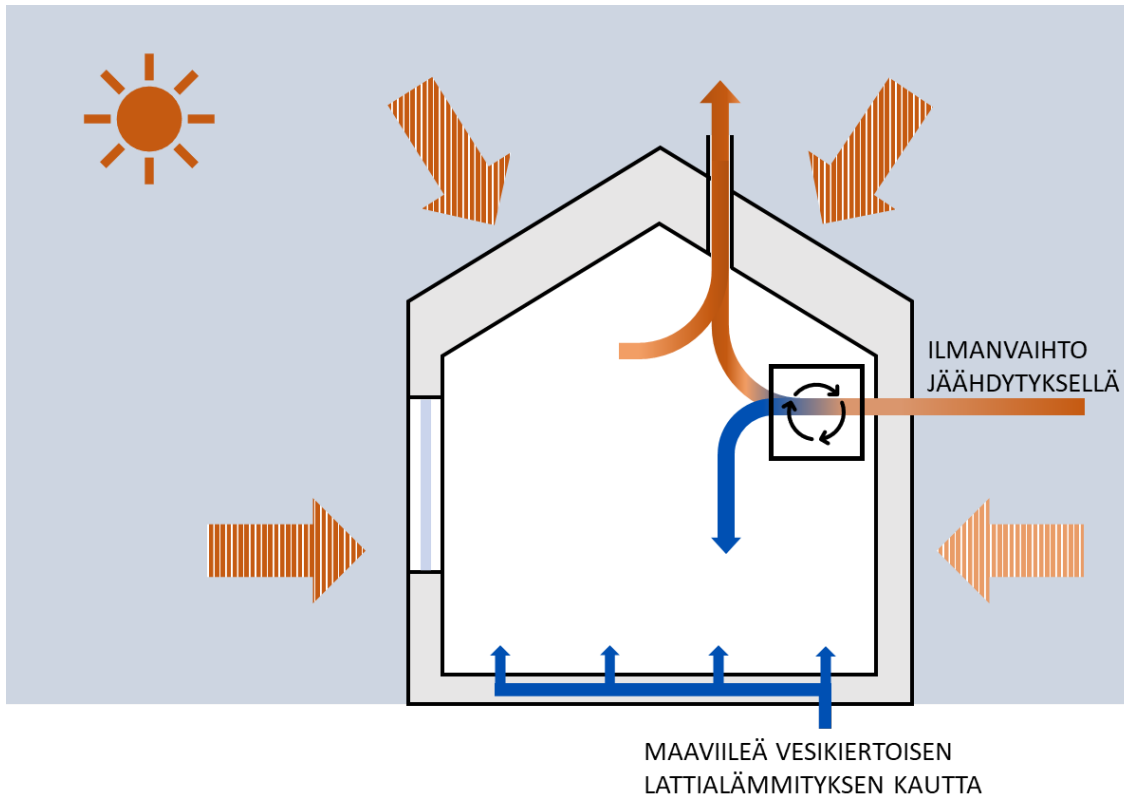
- varjostavat räystäät, lipat, katokset
- lämpösuojakalvot ja kaihtimet ikkunoissa
- varjostava puusto
- ulkovaipan materiaalit, joilla on hyvä lämmönvarauskyky tai lämmöneristävyys
- paksut seinät
- viherkatto



Pitkät räystäät suojaavat paitsi auringon paahteelta, myös sateelta ja pidentävät näin ulkoseinän pinnan huolto- ja korjausväliä.

Viherkatto viilentää kesällä ja eristää lämpöä talvella. Se sitoo aktiivisesti hiilidioksidia ilmasta ja hyödyntää sadevettä ja vähentää näin huleveden käsittelyn tarvetta tontilla. Viherkatto soveltuu loiville katoille. Se on yleensä kalliimpi, kuin muut vesikattorakenteet.

Useimpiin lämpöpumppujärjestelmiin saa liitettyä myös viilennyksen, joko tuloilman jäähdytyksellä tai erillisellä huonetilaan asennettavalla jäähdytyslaitteella. Jos jäähdytetään suoraan tuloilmaventtiilien kautta, tulee rakennusvaiheessa huomioida tuloilmakanavien eristämisestä, jotta kosteus ei tiivistyisi rakenteisiin ja aiheuttaisi vaurioita. Tulevaisuudessa kaukolämpöverkosta saadaan kaukoviileää myös pientaloihin.



Lämpökuormaa lisää:

- Isot ikkunat etelään ilman varjostavia elementtejä
- Ulkovaipan materiaalit, joilla on huono lämmönvarauskyky, kuten hirsi.

Vähäenergiisiä ratkaisuja viilennykseen:

- Maaviilä tms. lämmitys- tai ilmanvaihtojärjestelmään sidottu jäähdytysjärjestelmä. Tulevaisuudessa myös kaukoviilä kaukolämpöverkosta.

Lämmöntuotannon tulevaisuus

Ilmasto lämpenee ja fossiilisista polttoaineista luovutaan tulevaisuudessa. Lämpöä varastoidaan kylmien talvipäivien varalle ja hukkalämpöä hyödynnetään enemmän.

Keskilämpötilojen nousu tulee vuoteen 2050 mennessä lyhentämään lämmityskautta ja vähentämään lämmitysenergian tarvetta 15–25 prosenttia. Koska ilmaston vaihtelevuus kuitenkin säilyy, myös pakkasjaksoja tulee esiintymään. Jäähdytyksen ja ilmastoinnin energiankulutus kasvaa 2020 tasosta 10–30 prosenttia mutta pysyy edelleenkin vähäisenä suhteessa lämmitystarpeeseen.

Tulevaisuudessa rakennukset lämpiävät vähähiilisillä lämmönlähteillä: Auringolla, biomassoilla, lämpöpumpuilla, hukkalämmöllä (esim. jätevedet) ja vedyllä paikalliset erityispiirteet huomioiden. Kaukolämpöverkot tulevat olemaan matalalämpöverkkoja, josta kiinteistö voi tuottaa lämpöä omalla lämpöpumpulla. Fossiilisista polttoaineista luovutaan kokonaan. Lahti Energia on jo pitkällä tässä siirtymässä ja luopunut kivihiilen käytöstä.

Tulevaisuudessa lämpöä varastoidaan nykyistä enemmän ja tehokkaammin, mikä parantaa kysynnän joustoa. Toisin sanoen pakkasilla kesän ylijäämälämpöä otetaan käyttöön varastosta, sen sijaan että lisälämpö tuotettaisiin esimerkiksi sähköllä.

Suunnittelun merkitys korostuu, kun etsitään kestäviä, pitkäikäisiä ja muuntojoustavia lämmitysratkaisuja. Lämmityksen hybridimallit lisääntyvät.

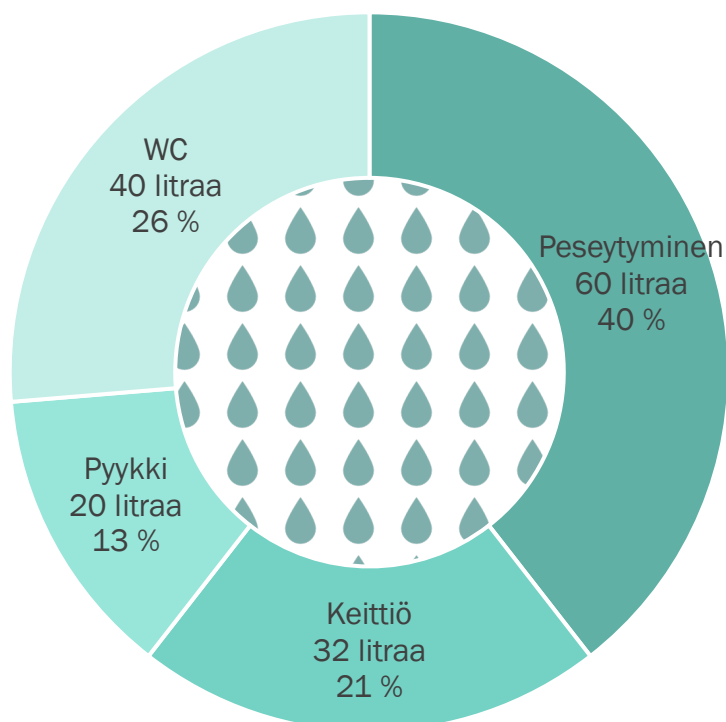
Veden kulutus

Noin viidennes asuinkiinteistöjen energiasta kuluu veden lämmittämiseen.

Puhdas vesi on arvokkaimpia luonnonvarojamme. Meillä Lahdessa riittää hyvää pohjavettä juotavaksi. Käytämme sitä myös vessan huuhtelemiseen ja nurmikon kasteluun. Koska maksamme jokaisesta käyttämästämme litrasta vesi- ja myös viemärimaksun, on järkevää pohtia, miten vedenkulutusta voisi pienentää.

Suomalaisten vedenkulutus on keskimäärin 155 litraa vuorokaudessa.

Suomalaisen keskimääräinen vedenkulutus vuorokaudessa



Lähde: [Ympäristöosaava - Vedenkulutus \(ymparistoosaava.fi\)](http://ymparistoosaava.fi)

Pientalossa jo wc-istuimen valinnalla on vaikutusta. Valitse istuin, joka käyttää vettä säästeliäästi. Jos valitsee vettä säästävän automaattihanauksen wc-tilaan, sen kytkeminen pistotulppamuuntajalla kodin sähköverkkoon säästää paristojen ostelulta.

Suihkuttelu kuluttaa paljon lämmintä vettä. Kun suihkupää on vettä säästävä ekomalli, säästyy myös veden lämmitykseen käytettävää energiaa. Jos haaveilee paljasta tai uima-altaasta, kannattaa vesi lämmittää aurinkolämmöllä tai jos tontille porataan maalämpökaivo talon lämmitystä varten, voi paljuun valita saman lämmitysmuodon. Hyvin lämpöä eristävä palju eristävine kansineen voi lämmitä kohtuullisin kustannuksin ja pienellä hiilijalanjäljellä sähköverkosta ostetulla vihreällä sähköllä.

Pihan kasteluun voi varautua sadevedenkeräysjärjestelmällä. Halvimmillaan se on syöksytorveen asennettava vedenkerääjä ja kannellinen tynnyri, mihin sadevesi johdetaan. Vedenkerääjän ja säiliön tulisi olla sellaiset, että kun säiliö on täysi, vesi valuu automaattisesti sadevesiviemäriin, eikä säiliön reunojen yli hallitsemattomasti seinän vierustalle. Koska kastelutarve varsinkin pihan perustamisvaiheessa voi olla suurikin ja kesäsateet saattavat olla harvassa, voi olla järkevää varautua useammallakin keräimellä. Tärkeää on muistaa tyhjentää säiliöt ennen pakkasia, että ne pysyvät ehjinä vuodesta toiseen. Kiinnitä huomiota myös pihasuunnitteluun ja kasvivalintoihin. Jos rakennetaan kuivalle kankaalle tai kalliolle, voi haave lehtomaisen rehevästä puutarhasta olla vettä kuluttava, työläs ja vaikea toteuttaa.

Tulevaisuudessa viemäriin valuvasta vedestä otetaan lämpö talteen ja ehkäpä kehitetään järjestelmä, jolla ns. harmaata vettä voidaan kierrättää rakennuksen sisällä, kunnes se poistuu viemärin kautta jätevedenpuhdistamolle.

Ilmanvaihto

Koneellinen ilmanvaihto

Automaatio tekee koneellisesta ilmanvaihdosta helppokäyttöisen ja varmatoimisen.

Koneellisen ilmanvaihdon lämmöntalteenotto säästää lämmitysenergiaa.

Koneellisen ilmanvaihdon hiilijalanjälki syntyy sen käyttämästä sähköenergiasta, sekä kanaviston ja laitteiston valmistuksesta ja huollosta. Huomioi, että tekniikka ja kanavisto tarvitsevat tilaa ja lisäävät rakennettavien kuutioiden määrää.

Useimmiten uudet rakennukset varustetaan koneellisella ilmanvaihdolla. Syy tähän on helppokäyttöisyys, säästä ja vuodenajasta riippumaton toimivuus ja ilmanvaihtolaitteiston lämmön talteenotto-ominaisuus. Se tekee talosta energiatehokkaamman. Kun lämpöenergia otetaan talteen poistoilmasta, vähenee rakennuksen lämmitystarve. Energiasäästö on myös kustannussäästö.

Tulevaisuudessa ylimääräinen lämpöenergia voitaneen varastoida myöhempää käyttöä varten tai myydä palveluntarjoajan lämpöverkkoon muualla käytettäväksi.

Koneellinen ilmanvaihto vaatii tulo- ja poistoilmakanaviston, ilmanvaihtolaitteen ja toimiakseen se käyttää sähköä. Kuluja syntyy myös suodattimien vaihdosta, kanaviston nuohouksesta ja toisinaan tarvitaan myös muuta huoltoa.

Koneellisella ilmanvaihdolla pystytään vaivattomasti korjaamaan sisäilmaston laatua. Esimerkiksi suihkun jälkeen kostea ilma poistuu nopeasti ilmastointia tehostamalla. Koneellinen ilmastointi mahdollistaa hyvän ilmanvaihdon riippumatta siitä, minkä muotoinen tai kuinka korkea rakennus on. Kanavistolle suunnitellaan reititykset ja mikäli ilmanvaihtolaitteeseen liitetään viilennys, tulee tuloilmakanavat eristää, ettei kosteus pääse tiivistymään rakenteisiin aiheuttaen kosteusvaurioita.

Laitteisto pitää aina jonkin verran ääntä. Paras makuuhuoneen paikka ei välttämättä ole teknisen tilan seinän takana tai suoraan yläpuolella tai ainakin tulee huolehtia rakenteiden ääneneristävydestä. Keskustele tästä rakennesuunnittelijan kanssa.

Tulevaisuudessa pientaloissakin on tarpeenmukainen ilmanvaihto, joka vaihtaa ilmaa siellä missä tarvitaan. Esimerkiksi yöllä ilmanvaihtoa ei tarvita juuri muualla, kuin makuuhuoneissa. Pientalon tarpeenmukaisen ilmanvaihdon suunnitteluun ei toistaiseksi ole laadittu ohjetta, mutta hyvä suunnittelija osanee sen silti suunnitella.

Painovoimainen ilmanvaihto

Ilmaston yhä lämmitessä lämpökuorman pienentäminen rakenteellisin keinoin on järkevää ja lisää asumismukavuutta kesäisin.

Painovoimainen ilmanvaihto vaatii asukkaalta aktiivisuutta ja osaamista, jotta sisäilma pysyisi miellyttävänä läpi vuoden. Pääsuunnittelijan ja iv-suunnittelijan yhteistyö sekä kokemus painovoimaisen ilmanvaihdon suunnittelemisesta ovat olennaisia onnistuneen lopputuloksen kannalta.

Painovoimainen ilmanvaihto ei tarvitse sähköä toimiakseen. Siinä hyödynnetään hormi-ilmiötä, missä lämmin ilma nousee ylös, jolloin poistoilma kulkee luonnollisella vedolla poistohormin kautta ulos ja korvausilma otetaan sisään venttiilien kautta hallitusti. Tämä ns. luonnollinen ilmanvaihto vaatii siis poistoilmahormin ja tuloilmaventtiilit, joita asukas säätää tarpeen mukaan. Koneelliseen ilmanvaihtoon verrattuna painovoimainen ilmanvaihto on hiljainen ja sen huollon tarve on vähäinen.

Painovoimainen ilmanvaihto ohjaa suunnittelua alusta asti vaikuttaen rakennuksen muotoon, korkeuteen ja tilajakoon. Poistohormin yläpään ja korvausilman tulokohdan välisen korkeuseron tulee olla minimissään 4,5 m. Mitä isompi korkeusero on, sitä paremmin hormi-ilmiö toimii. Myös tuulen vaihtelut vaikuttavat siihen, miten hyvin ilma vaihtuu. Vetoa voidaan parantaa ns. hormihatuilla, mitkä parantavat ilman liikettä ja siten vetoa. Painovoimaiseen ilmanvaihtoon kuuluu olennaisesti myös tuulettaminen, etenkin silloin kun sisä- ja ulkoilman lämpötilaerot ovat pienet, eikä veto hormiston kautta ole riittävä. Tarvittaessa ilmanvaihtoa tehostetaan koneellisesti.

Painovoimaista ilmastointia suunnitellessa tulee huomioida myös ilmaston lämpeneminen. Jäähdytyksen tarvetta kannattaa vähentää rakenteellisin keinoin suunnittelun alusta alkaen. Ks. kohta Viilennys.

Tuulettamisen tarve ja lämmön talteenoton puuttuminen heikentävät painovoimaisen ilmanvaihdon energiatehokkuutta ja lämmitysenergian tarve kasvaa. Tällöin hiilijalanjälki kasvaa lämmityksen osalta. Siksi lämmitysmuodon valintaan, sen kustannuksiin ja ympäristövaikutuksiin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota.

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on raja-arvot rakennuksen energiatehokkuudelle. Jos lämmöntalteenotto poistoilmasta puuttuu, tulee näin syntyvä lämpöhäviö tasata muulla tavoin. Käytännössä se tapahtuu yleensä ulkovaipan, eli alapohjan, ulkoseinien ja yläpohjan lämmöneristystä parantamalla ohjearvoja paremmaksi niin, että suunnitteluratkaisu täyttää lämpöhäviövaatimuksen.

Jos toiveena on painovoimainen ilmanvaihto, kannattaa palkata suunnittelijat, joilla on kokemusta ja osaamista sellaisen suunnittelusta jo entuudestaan. Myös rakennusvalvontaan kannattaa olla yhteydessä hyvissä ajoin.

Sähkösuunnittelu

Vähähiilisen sähkösuunnittelun keskiössä on energian säästäminen. Energiaa voidaan säästää hyvällä suunnittelulla sekä energiatehokkaalla valaistuksella ja kodinkoneilla.

Selvitä edellytykset ja teetä varaukset aurinkoenergian hyödyntämiseen, vaikket heti aikoisikaan hankkia aurinkopaneelijärjestelmää.

Täydentävät energialähteet

Varaudu aurinkosähkön hyödyntämiseen, vaikka aurinkosähköä ei heti ottaisikaan käyttöön. Rakennusvaiheessa se on edullista. Kun tontin ilmasto-olosuhteet (ks. kohta Ilmasto) ja rakennuksen tai vaikkapa autokatoksen asemointi tontilla (ks. kohta Asemointi) mahdollistavat aurinkoenergian hyödyntämisen, on edellytykset kunnossa.

Teknisestä tilasta tulisi löytyä seinätilaa suunnilleen postilaatikon kokoiselle invertterille, jonne tehdään reititys aurinkopaneeleilta. Sähkösuunnittelijan tulee huomioida aurinkosähkö myös sähkökeskuksen mitoituksessa.

Varsinaisen aurinkopaneelijärjestelmän voi tilata lopputarkastuksen jälkeenkin, jolloin asentamisen työn osuus on kotitalousvähennyskelpoista. Lisätietoa aurinkopaneelijärjestelmistä löydät esimerkiksi [Oomin](#) verkkosivuilta.

Aurinkosähköjärjestelmän asentamisesta tulee olla yhteydessä rakennusvalvontaan, jossa selvitetään mahdollinen rakennusluvan tarve. Siitä tulee tehdä myös ilmoitus sähköverkkoyhtiölle.

Valaistus

Valaistuksen energiankulutus on led-valaisimilla pääsääntöisesti varsin kohtuullista.

Tarpeenmukainen, laadukas valaistussuunnittelu, mukaan lukien valaistusautomaatio, säästää energiaa. Harkitse etenkin ulkovalaistuksen osalta hämärä- tai liiketunnistimien hyödyntämistä. Aikahajalla ulkovalaistuksella voi varmistaa, että ulkovalot eivät pala tarpeettomasti yöllä.

Jos ei halua säätää jokaista valaisinta erikseen omista valokatkaisijoistaan, voi ohjausautomaation avulla luoda erilaisia valaistustilanteita. Monikäyttötiloissa, kuten olohuoneessa, voi olla kirkkaamman yleisvalaistuksen ohella ohjelmoituna himmeämpi iltavalaistussäätö tai säätö tv:n katseluun. Aamiaisella talviaikaan valaistus voi olla kirkas, jotta se herättää ja virkistää, mutta illalla riittää vähempikin valaistus. Jos et halua sijoittaa valaistusautomaatiikkaan, harkitse himmennettäviä yleisvalaisimia ja suunnittele tarpeen mukainen kohdevalaistus ainakin monikäyttötiloihin.

Jossain vaiheessa led-valaisinkin saavuttaa elinkaarensa lopun. Materiaalitehokasta ja ilmastoystävällistä on valita valaisimet, joissa led-valonlähde on helposti vaihdettavissa ilman, että koko valaisin on vaihdettava uuteen.

Laitteet

Kodeissa on paljon laitteita. Vähähiilisyiden kannalta on tärkeää, että ne laitteet mitä eniten käytetään, kuluttaisivat mahdollisimman vähän energiaa ja olisivat kestäviä. Laitteita valitessa kiinnitä huomiota energialuokkaan ja laitteen takuuajkaan. Puntaroi, mitä ja minkä kokoisia laitteita oikeasti tarvitset. Kuinka paljon tarvitset pakastintilaa, onko viinikaappi todella tarpeellinen ja minkä kokoinen televisio on tilaan sopiva ja riittävä?

Sähköauton lataus

Latauspisteen varauksen tekeminen on huomattavasti edullisempaa muun rakentamisen ohessa, kuin jälkikäteen tehtävinä muutostöinä.

Yhä useampi uutena ostettu auto on joko täyssähköauto tai hybridi ja sähköautoja voi myös vuokrata. Sähköautoilu yleistyy ja auton lataamiseen on hyvä varautua uutta rakennettaessa.

Useimmat sähköautojen latauspisteet ovat teholtaan 22 kW. Sillä teholla sähköauto latautuu parissa tunnissa. Tavallisesta pistorasiasta lataaminen ei ole suositeltavaa.

Sähköauton latausmahdollisuus tulee huomioida, kun mitoitetaan rakennuksen sähkön syöttö ja sähköliittymä. Varmista, että rakennukselle vedettävä kaapelointi on riittävä ja myös kaapelointi sähkökeskukselta varsinaiselle auton latauspaikalle. Keskustele sähkösuunnittelijasi kanssa.

Sähköauton voi ladata pihalla, katoksessa tai tallissa. Pakkasella lämpimän auton lataaminen autotallissa on hieman nopeampaa kuin kylmässä tilassa tai ulkona, koska akun herättelyyn ja esilämmitykseen ei kulu aikaa. Latauslaitetta hankittaessa tulee huomioida, että se soveltuu valitulle paikalle joko ulos, katokseen tai sisätilaan.

Latauslaitteissa on ylikuumenemissuoja. Jos kuitenkin haluaa varmistaa latauspisteen turvallisuuden, voi ylimääräisen paloturvajärjestelmän tarpeellisuutta pohtia sähkösuunnittelijan kanssa. Vakuutusyhtiöltä voi tiedustella, vaikuttaisiko se vakuutusmaksuihin alentavasti. Koti- ja palovakuutuksessa voi olla sähköauton lataukseen liittyviä ehtoja, joihin on hyvä tutustua ja varautua suunnitteluvaiheessa.

Varmista sähköurakoitsijalta, että latauskaapelin kotelo on oikeanlainen, välttyä mahdollisilta tietoliikennehäiriöiltä ja korjaustöiltä.

Näillä näkymin seuraavat 20–30 vuotta ovat sähköautoilun vuosikymmeniä. Autot kuitenkin kehittyvät edelleen. Sähköautoista seuraava askel voi olla vetyautot.

OSA 4: Rakentamisen vuosi



Pientalon rakentamiseen on hyvä varata aikaa noin vuosi. Koska yllätyksiä sattuu, jätä väljyyttä rakentamisen aikatauluun. Valmistumisen ajankohta on hyvä lukita, mutta ei niin tiukasti, että mahdolliset viivästykset rakennusaikana luovat kiirettä viimeistelyvaiheeseen työn laadun kustannuksella. Jos kaikki menee jouhevasti ilman yllätyksiä, ei muutama luppoviikko rakentamisessa haittaa.

Valvonta

Jos et itse ole rakentamisen ammattilainen, palkkaa hyvä valvoja. Siitä huolimatta käy myös itse työmaalla niin usein kuin ehdit ja pyri olemaan selvillä kustakin rakennusvaiheesta. Ota paljon kuvia ja tallenna ne omaan kansioonsa esimerkiksi pilvipalveluun. Niistä voi olla myöhemmin hyötyä. Kysy rakentajilta jos on jotain epäselvää ja varmista, että suunnitelmat ovat heille selkeät. Jos suunnitelmia pitää tarkentaa tai niissä on ristiriitoja, ole yhteydessä pääsuunnittelijaan. Hän vastaa siitä, että suunnitelmat ovat yhteensopivia.

Aina on parempi kysyä ja varmistaa kuin hiljaa toivoa parasta.

Sääsuojaus

Yleensä rakennusurakoitsijan vastuulla on rakennusaikainen sääsuojaus. Myrskyn tai rankkasateen yllättäessä hyvätkin sääsuojaukset voivat kuitenkin pettää ja jos ajoitus on keho, voi rakennus olla sään armoilla viikonlopun yli tai pidempäänkin. Ennen kuin rakenteet ovat ns. säältä suojassa, turvassa vesikatteen alla, on hyvä varautua siihen, että tontilla tulee käydä usein. Jos rakennustyömaa on kaukana, pyydä tai palkkaa joku lähistöltä varmistamaan, että pressut ja muovit ovat paikallaan.

Kun tilaat tuotteita tontille, vastuu sääsuojauksesta siirtyy tilaajalle heti kun tuote on vastaanotettu, riippumatta siitä, oletko itse sitä vastaanottamassa. Yleensä tuotteet on pakattu hyvin kuljetuksen ajaksi, mutta säilytys tontilla on eri asia. Jos tavaroiden vastaanotto ja sääsuojaus jää rakennusurakoitsijan tehtäväksi, varmista, että se todella kuuluu sopimukseen ja tulee tehdyksi.

Rakennusluvan liitteeksi tulee laatia kosteudenhallintasuunnitelma. Sen tulisi löytyä työmaalta, jotta kaikki urakoitsijat ovat siitä tietoisia.

Siivous ja rakennusjätteet

Rakentamisvaiheessa syntyy paljon jätettä. Pakkausjäte on pääasiassa muovia ja puuta.

Rakennusmateriaaleista syntyy myös hukkaa, rakennustavasta riippuen eri määriä ja laatuja.

Asianmukainen jäte- ja hukkamateriaalien kierrättäminen on tärkeää ja nykyrakentajalle jo itsestään selvää.

Suurellementeistä rakennettaessa iso osa rakentamisen hukkamateriaalista jää talotehtaalle, eikä siirry tontille lainkaan. Talotehtailla hukkamateriaalit pyritään yleensä kierrättämään tehokkaasti.

Puumateriaali hyödynnetään pienemmän skaalan puurakentamisessa, lastut pakkausmateriaalina ja puupuru eläinten pehkuina tai energiana.

Tontilta jätteet viedään kierrätettäväksi lajitteluasemalle, Lahdessa Kujalan Pilleriin.

Käsittelemätöntä, puhdasta, kuivaa puuta voi myös lahjoittaa vaikkapa kouluille puukäsitöitä varten tai kierrättää internetin kauppapaikkojen kautta. Rakennuslavoille ja muullekin jätepuulle löytyy sieltä hakijat.

Lajittelua helpottaa, jos jätteet lajitellaan sitä mukaa, kun sitä syntyy. Joillekin rakentajille lajittelu onkin selvä asia. Varmista asia kuitenkin urakkasopimuksia tehdessä. Vaihtoehtona on irrottaa jätelajittelu ja/tai työmaan siivous urakkasopimuksista itselle tehtäväksi. Samalla sitoutuu käymään

monta kertaa viikossa työmaalla ja omavalvontakin tehostuu. Kustannussäästöäkin voi tulla, eikä tarvitse muita harrastuksia miettiä.

OSA 5: Asuminen



Huoltokirja

Huoltokirjaa ylläpitämällä huolto- ja tarkastustarpeet pysyvät muistissa ja tulevat tehdyksi.

Pientalojen huoltokirja on tullut pakolliseksi vuonna 2004. Huoltokirja on tärkein apuväline rakennuksen ylläpidossa ja huollossa.

Huoltokirjan kasaaminen voi alkaa pahvilaatikosta. Siihen kasataan työmaalla kaikki käyttöohjeet ja muut säilytettävät dokumentit, mitä rakennusaikana purettavista paketeista löytyy. Aineiston selailua helpottaa, kun sen järjestelee kansioon. Voit myös ottaa kuvat takuukuiteista ja tallentaa käyttöohjeet omiin kansioihinsa pilvipalveluun tai huoltokirjasovellukseen, esimerkiksi [Kotiapp:iin](#).

Kotiapp-sovellus muistuttaa säännöllisistä huoltotarpeista ja sinne voi tallentaa kuvia, tuotetietoja ja muistiinpanoja. Toki huoltokirja voi olla myös perinteinen kansio, mihin työmaa-aikana tallennetut

dokumentit järjestellään ja listataan säännölliset huoltotarpeet, sekä kirjataan tehdyt huollot ja muut remontit.

Huoltokirja on tärkeä dokumentti myös sinun jälkeesi tuleville asukkaille.

Korjaukset

Omakotitalo vaatii säännöllistä kunnossapitoa. Huomioi rakenteiden, tuotteiden ja materiaalien korjattavuus. Tutustu tuotteiden takuehtoihin ennen omatoimisten korjausten aloittamista.

Huoltokirja auttaa varautumaan tuleviin korjauksiin. Jos valmistajan antama tekninen takuu vesikatteelle on esimerkiksi 30 vuotta, on luultavaa, että silloin vesikate on uusimisen tarpeessa. Ennen sitä vesikatto vaatii vuosittaista ylläpitoa, puhdistusta, säännöllisiä kuntotarkastuksia ja huoltoa.

30 vuoden kohdalla myös lämmitysjärjestelmä voi vaatia päivittämistä. 50 vuoden kohdalla lautaverhous, ikkunat ja ovet voivat olla vaihdon tarpeessa, samoin käyttövesi- ja lämmitysputket, patterit ja viemäritkin. Ensirakentaja ei välttämättä ole tekemässä rakentamansa talon korjauksia enää silloin, mutta valintoja tehdessä materiaalien ja tuotteiden kestävyys ja huollettavuus on hyvä kuitenkin huomioida. Ilman asianmukaista, säännöllistä huoltoa ja tarpeen mukaisia korjauksia isot remontit voivat tulla eteen ennakoitua aiemmin. Siksi on hyvä tarkkailla talon kuntoa säännöllisesti, putsata räystäskourut ja rännikaivot, käydä katolla, tarkistaa sokkelit, salaojakaivot, julkisivuverhouksen kunto jne.

Nykyiset lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteistot ovat yleensä riittävän älykkäitä ilmoittamaan itse, jos ovat epäkunnossa tai huollon tarpeessa. Ellei kyse sitten ole ilmanvaihtokoneen suodattimen vaihdosta tai muusta rutiininomaisesta huoltotoimenpiteestä, josta itse katsoo suoriutuvansa, on suositeltavaa kääntyä ammattilaisen puoleen.

Monet kodinkoneet kestävät 10–15 vuotta, minkä jälkeen ne vaihdetaan uusiin. Jos kaikki laitteet uuteen kotiin on hankittu uusina, laitteiden uusintarumbaan on hyvä varautua taloudellisesti ja henkisesti. Joidenkin tuotteiden kohdalla voivat takuut raueta, jos niitä huoltaa tai korjaa ilman valtuutettua ammattilaista tai muuten takuehtojen vastaisesti. Jos takuu on voimassa, selvitä tuotevalmistajan takuehdot ennen kuin alat korjata.

Lähteet

Tämän oppaan lähteinä ja inspiraationa ovat toimineet seuraavat julkaisut

Ahola R., Liljeström K. [Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen pienentäminen kustannustehokkaasti vuokratilokohteessa. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen raportteja 08/2018.](#)

Alakangas E., Erkkilä A., Oravainen H. [Tehokas ja ympäristöä säästävä tulisijälämmitys - Polttopuun tuotanto ja käyttö VTT-R-10553-08 12/2008.](#)

Betoniteollisuus ry. Betoni. [Tietoa betonista – perustietopaketti – betoni rakennusmateriaalina.](#)

Biolan. [Viherkatto ulkorakennukseen.](#)

Bruce-Hyrkäs T., Nykter U., Tähtinen L. 2020: [Hiilineutraalin rakennuksen määritelmä lausuntoversio 19.11.2020. FIGBC. Saatavissa: Hiilineutraalin-rakennuksen-maaritelma_Lausuntoversio-19.11.2020.pdf \(figbc.fi\)](#)

Hakaste H. 2014. [Ympäristöministeriö. Muuntojoustavuuden uusi tuleminen.](#)

Heikura H. Hiilikädenjälki vaatii tarkemman määrittelyn. Rakennuslehti 17.5.2021 nro 16.

[Hiilineutraalin rakentamisen vuosiseminaari 20.4.2021.](#) Ympäristöministeriö.

[Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari 2022 - YouTube.](#) 4.4.2020. Ympäristöministeriö.

Häkkinen T., Kuittinen M. Rakennustieto Oy, 2020. Kohti vähähiilistä rakentamista.

[Keskimääräinen omakotitalo.](#) Pientaloteollisuus Ry.

Kotitalolehti, [Viherkatot tulevat kaupunkeihin.](#)

Kuismanen K. 2005. [Ilmaston vaikutus pientalojen suunnitteluun.](#)

Kuittinen M. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:22. [Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä.](#)

Lahden Autovuokraus: Paaso U., Putkonen V. Teams-keskustelu 1.6.2021: Sähköautoilu nyt ja tulevaisuudessa.

Lahti-Energia: Valjakka P., Haverinen J. Teams-keskustelu 10.6.2021: Kaukolämpö lämmitysmuotona ja kaukolämmön tulevaisuus.

Leivo V. 1998. [Opas kosteusongelmiin.](#) TTK Talonrakennustekniikka.

Lohela T. 2014. [Savolaisen eko-pientalon rakennusosien ekologisuuden vertailu.](#) Savonia ammattikorkeakoulu. Tekniikan ja liikenteen ala. Opinnäytetyö.

Luonnos YMA rakennuksen ilmastaselvityksestä 04062021. Ympäristöministeriö.

[Metallien jalostus Suomessa: Nykytila ja tulevaisuuden haasteet.](#) Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 22/2015.

Museovirasto. [Korjausrakentamisen kortisto – Hirsirakennuksen siirto.](#) PDF-dokumentti.

Museovirasto. [Tiilen historiaa.](#)

Museovirasto, [muuntojoustavuus.](#)

Nyman M. ja Saari M. Ympäristöministeriö. [Tasauslaskentaopas 2007](#).

Ympäristöministeriö. 2018. [Painovoimainen ilmanvaihto-opas](#).

Pientaloteollisuus ry. 2019. [Omakotitalon rakentamiskustannukset](#).

Pirinen J. Hiilineutraalin rakentamisen kehityskeskus, Lahti.

Pitkälä E. [Betonin hiilijalanjälki kutistuu](#). Kemia-lehti 1.2.2020.

[Pitkän aikavälin korjausrakentamisen strategia 2020-2050, Suomi](#). 10.3.2020

Rakennustieto, [muuntojoustavuus](#).

[Rakentamisen päästötietokanta](#).

Raksystems, [Kotiapp](#).

SESKO. [Sähköautot ja latausjärjestelmät – Sähköautojen lataussuositus 2021](#) Päivitetty 2021-02-17 (5. painos).

STEK (Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry). [Energiatehokkuutta sähköllä - Miten ja missä sähköauto ladataan ja mitä lataaminen maksaa?](#) WWW-dokumentti.

[Teräs - Perustietoa arkkitehtipiskelijälle](#). 2007.

Tulisija- ja savupiippuydistys TSY, [Ohjeita tulisijan ilmastoystävälliseen käyttöön](#)

[Tulevaisuuden lämpö - webinaari 9.6.2021](#). Alva.

Työ- ja elinkeinoministeriö: 2020:16 Katsaus teolliseen puurakentamiseen – puuelementit.

Vihreä peitto. Deko nro 7/2021 s. 74-77. Otavamedia Oy.

World Green Build Council 2019. [Bringing Embodied Carbon Upfront](#).