

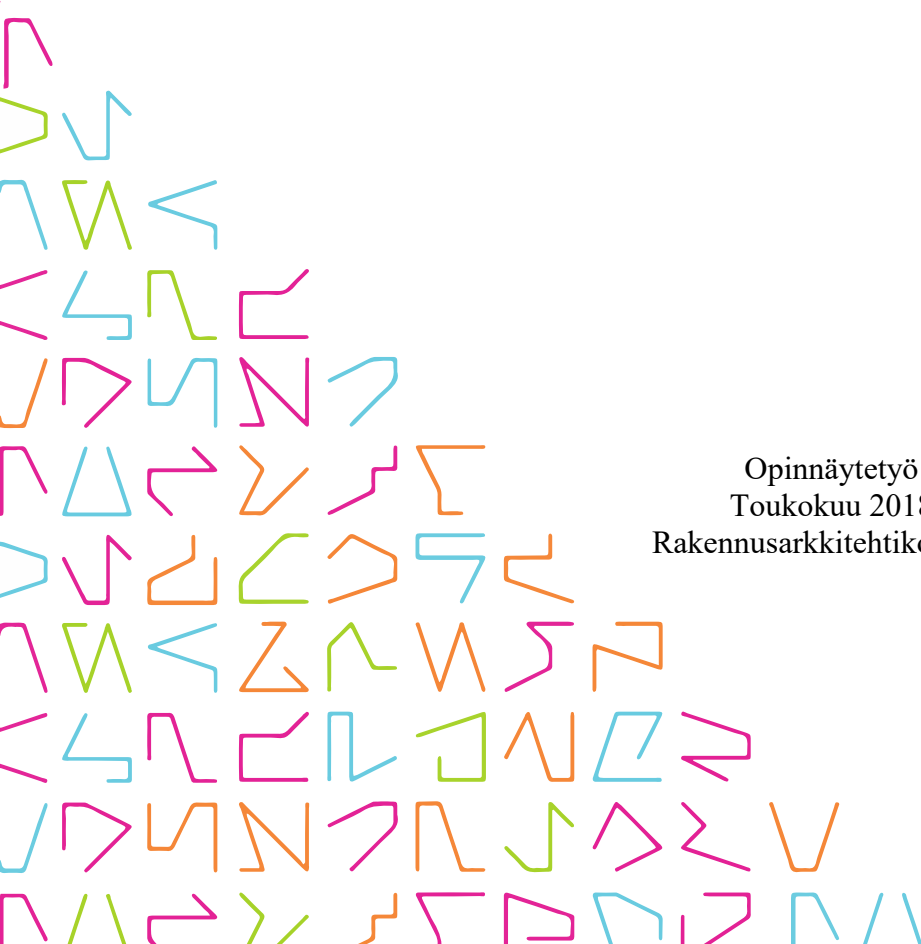


TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

VILLA MAGNOLIA: EKOLOGISEN MUUTOSTYÖN JA UUDISRAKENNUKSEN SUUNNITTELU

Jasmin Eeva

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Rakennusarkkitehtikoulutus



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusarkkitehtikoulutus

EEVA, JASMIN:

Villa Magnolia: ekologisen muutostyön ja uudisrakennuksen suunnittelu

Opinnäytetyö 80 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Toukokuu 2018

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella pientalon muutostyö ja pientalon tilalle rakennettava uudisrakennus. Molemmat rakennukset suunniteltiin luonnostasoisina, ekologisia suunnitteluperiaatteita noudattaen ja lähes nollaenergiarakentamista tavoitellen. Työn tavoitteena oli selvittää kohteeseen soveltuvin vaihtoehto. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimivat kohteen asukkaat.

Työn ekologinen teema pohjautui alueelle tehtyyn toteutussuunnitelmaan, jossa tarkasteltiin kaupunginosan rakentamista vähähiilisesti ja ekotehokkaasti. Työn teoriaosuudessa tutkittiin ekologisesti kestävästä rakentamisesta ja arkkitehtuurista sekä tutustuttiin toteutussuunnitelman sisältöön ja suosituksiin. Tarkemmin työssä syvennettiin ekologisen talon suunnitteluperiaatteisiin, jotka toimivat myös tukena muutostyön ja uudisrakennuksen suunnittelussa.

Suunnitteluprojektin aikana kohteesta laadittiin ajantasapiirustukset, luonnosteltiin vaihtoehtoisia pohjaratkaisuja ja työstettiin lopulliset luonnossuunnitelmat. Suunnittelu tehtiin ArchiCAD 21 -ohjelmalla. Muutostyön ja uudisrakennuksen luonnossuunnitelmista saatuja tuloksia tarkasteltiin ja vertailtiin toisiinsa.

Opinnäytetyön lopputuloksista saatiin selville, että kohteeseen soveltuvin vaihtoehto on uudisrakennus. Uudisrakennuksen suunnittelussa pystyttiin huomioimaan sekä asukkaiden toiveet että ekologiset näkökulmat muutostyötä paremmin. Luonnossuunnitelma tarjoaa hyvät pohjatiedot talon jatkosuunnittelulle.

Asiasanat: suunnittelu, ekologinen, muutostyö, uudisrakennus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Architecture

EEVA, JASMIN:
Villa Magnolia: Ecological Designs of an Alteration Work and a New Building

Bachelor's thesis 80 pages, appendices 6 pages
May 2018

The purpose of this thesis was to design an alteration work and a new building. The designs were implemented as drafts. The designing process followed ecological planning principles and aimed for a nearly zero-energy building. The objective was to find the most suitable option for the project site. This thesis was commissioned by the owners of the property.

The ecological theme of this thesis was based on the site planning scheme, which explores building the city sector in a low-carbon and eco-efficient way. The theoretical section of this thesis studies the site planning scheme, ecologically sustainable building and green architecture. In addition, the ecological planning principles of a detached house are explored thoroughly.

The designing process of the drafts included drawing up the current plans for the project site and the preliminary sketching. The designs and visualizations were made by using ArchiCAD 21. The drafts and results of the alteration work and the new building were then examined and compared.

The findings of this thesis indicate that the most suitable option for the project site is a new building. Both the inhabitants' wishes and the ecological aspects were incorporated in the new building more efficiently than in the alteration work. The draft provides a good basis for designing the house further.

Key words: design, ecological, alteration work, new building

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	EKOLOGISESTI KESTÄVÄ RAKENTAMINEN.....	7
	2.1 Kestävä kehitys	7
	2.2 Rakennusten ympäristökuorma.....	8
	2.3 Ekologinen ja kestävä rakentaminen	9
	2.4 Pientalojen ekologinen kestävyys	11
3	VIHREÄN ARKKITEHTUURIN TEKIJÄT	13
	3.1 Ekologinen suunnittelu	13
	3.2 Viihtyvyys.....	13
	3.3 Terveellisyys	16
	3.4 Ympäristö.....	17
4	EKOLOGISEN TALON SUUNNITTELUPERIAATTEET.....	19
	4.1 Rakennusympäristö.....	19
	4.2 Tontin suunnittelu	20
	4.2.1 Auringonvalo	21
	4.2.2 Tuulisuus ja maaston muodot	22
	4.2.3 Hulevesien käsittely tontilla.....	25
	4.3 Rakennuksen muoto ja tilaratkaisut.....	26
	4.4 Rakennuksen vaippa ja rakenteet.....	29
	4.5 Materiaalit.....	34
	4.5.1 Puu ja rakennuslevyt	35
	4.5.2 Eristeet ja katemateriaalit.....	36
	4.5.3 Kivi, betoni ja lasi	38
	4.5.4 Metallit ja keraamiset tuotteet.....	38
	4.5.5 Synteettiset materiaalit.....	39
5	VÄHÄHIILINEN JA EKOTEHOKAS AURINKOKAUPUNKI	41
	5.1 Aurinkokaupunki Nurmi-Sorilan toteutussuunnitelma.....	41
	5.2 Poimintoja erillispientalojen suunnitteluun kohdistuvista suosituksista .	46
6	SUUNNITTELUKOHDE JA LÄHTÖKOHDAT	49
	6.1 Kohteen esittely	49
	6.2 Suunnittelun lähtökohdat	51
7	MUUTOSTYÖN SUUNNITTELU	53
	7.1 Suunnitteluprosessi	53
	7.1.1 Katto ja rakenteet	56
	7.2 Villa Magnolia, muutostyö	57
8	UUDISRAKENNUKSEN SUUNNITTELU	61

8.1 Suunnitteluprosessi	61
8.1.1 Rakenteet.....	64
8.2 Villa Magnolia, uudisrakennus	65
9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	69
LÄHTEET.....	71
LIITTEET	74
Liite 1. Muutostyön luonnossuunnitelma	74
Liite 2. Uudisrakennuksen luonnossuunnitelma	74

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella olemassa olevan pientalon muutostyö ja sen tilalle rakennettava uudisrakennus. Nykyisen asuinrakennuksen tarjoamat tilat eivät vastaa asukkaiden tulevaisuuden vaatimuksia ja tarpeita, minkä takia kohteen vaihtoehtoiset ratkaisutavat haluttiin tutkia.

Kohde sijaitsee Nurmi-Sorilan alueella, jonne on aiemmin tehty toteutussuunnitelma vähähiilisen ja ekotehokkaan kaupunginosan rakentamisesta. Tämän toteutussuunnitelman perusteella suunnittelussa haluttiin huomioida asukkaiden toiveiden lisäksi rakennusten ekologisuus, vähähiilisyys ja energiatehokkuus. Suunnitteluratkaisuilla tavoiteltiin myös lähes nollaenergiatasoisten rakennusten saavuttamista.

Opinnäytetyön kirjallisessa osuudessa käsitellään yleisellä tasolla ekologisesti kestävästä rakentamisesta ja vihreän arkkitehtuurin tekijöitä. Syvemmin työssä perehdytään ekologisen talon suunnitteluperiaatteisiin, joiden ulkopuolelle rajattiin taloteknisten järjestelmien, energiantuotannon ja pintakäsittelyaineiden tarkastelu. Työssä tutustutaan myös Aurinkokaupunki Nurmi-Sorila -hankkeen lopputuotteena valmistuneeseen toteutussuunnitelmaan, ja sen sisältämiin suosituksiin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kohteeseen soveltuvin vaihtoehto. Kohteesta laadittiin ajantasapiirustukset sekä suunnittelua varten tarvittavat selvitykset. Muutostyöstä ja uudisrakennuksesta luotiin luonnostasoiset suunnitelmat, joiden suunnitteluprosessia ja loppuratkaisuja käydään läpi opinnäytetyön loppuosassa. Opinnäytetyön viimeisessä kappaleessa käsitellään soveltuvimman vaihtoehdon valintaan johtanutta vertailua ja johdtopäätöksiä.

2 EKOLOGISESTI KESTÄVÄ RAKENTAMINEN

2.1 Kestävä kehitys

Vuonna 1980 Kansainvälinen luonnonsuojeluliitto toi kestävän kehityksen periaatteen käsitteen ensimmäisen kerran julkisuuteen. Maailmanlaajuiseen keskusteluun kestävän kehityksen käsite vakiintui kuitenkin vasta Yhdistyneiden kansakuntien (YK) Ympäristön ja kehityksen maailmankomission Yhteinen tulevaisuutemme -raportin julkaisun jälkeen. Raportissa kestävä kehitys käsiteltiin sen toteutusmuotoina ja sisältönä, sen täsmällisen määrittelyn sijaan. (Aminoff & Kontinen 2004, 8–9.)

Tämän jälkeen kestävän kehityksen politiikka on kehittynyt jatkuvasti monipuolisemmaksi ja laajemmaksi kokonaisuudeksi, dynaamiseksi prosessiksi, joka muuttuu ajan, paikan ja ihmisten tarpeiden mukaan. Euroopassa kestävän kehityksen politiikka on saanut aikaan monia lakeja ja säädöksiä. Suomessakin kestävän kehityksen noudattaminen on sisällytetty moneen eri lakiin. Suomi on ollut mahdollisesti ensimmäinen valtio maailmassa, joka on määritellyt rakennuslaissa, että alueen kaavoitus ja käyttäminen tulee suunnitella tukemalla luonnonvaroja ja ympäristön kestävä kehitystä. (Aminoff & Kontinen 2004, 8–10; Ympäristöministeriö 2013.)

Kestävällä kehityksellä tarkoitetaan jatkuvaa tai ohjattua yhteiskunnallista muutosta, joka tapahtuu maailmanlaajuisesti, paikallisesti tai alueellisesti ja jolla pyritään turvaamaan nykyisten ja tulevien sukupolvien hyvät elämismahdollisuudet. Kestävässä kehityksessä otetaan huomioon toiminnassa ja päätöksenteossa tasavertaisesti ihminen, ympäristö ja talous. Kestävän kehityksen määritelmän voi myös tiivistää Maailman luonnonsäätiön, Kansainvälisen luonnonsuojeluliiton ja YK:n ympäristöohjelman tavoin ihmisen elämänlaadun parantamiseksi tavalla, joka ei ylitä elämää ylläpitävien ekosysteemien kestävyttä. (Aminoff & Kontinen 2004, 9; Ympäristöministeriö 2013.)

Kestävä kehitys on kokonaisuutena moniulotteinen. Se sisältää kolme ulottuvuutta, jotka ovat ekologinen eli ympäristötaloudellinen ulottuvuus, yhteiskunnallinen ulottuvuus ja kulttuurinen ulottuvuus. Lisäksi kestävä kehitys jaetaan yleensä neljään kestävyuden osa-alueeseen: ekologiseen, taloudelliseen, sosiaaliseen ja kulttuuriseen kestävyteen. Ekologisella kestävyydellä tarkoitetaan sitä, että ihmisen taloudellinen ja aineellinen toiminta

sopeutetaan luonnon sietokykyyn ja maapallon luonnonvaroihin ja että luonnon monimuotoisuus säilytetään. Ekologisessa kestävyudessa keskeistä on varovaisuusperiaate, jonka mukaan tieteellisen näytön puuttumisen ei tulisi lykätä ympäristön tilan heikkene- mistä estäviä toimia. (Ekocentria n.d.; Malaska 1994, 2–3; Ympäristöministeriö 2013.)

Taloudellinen kestävyys tarkoittaa laadultaan ja sisällöltään tasapainoista kasvua, joka ei pitkällä aikavälillä velkaannuta tai hävitä varoja. Kestävä talouden pohja auttaa kohtaamaan haasteita, on edellytys yhteiskunnan keskeisille toiminnoille ja toimii perustana sosiaaliselle kestävyydelle. Sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys pyrkii takaamaan hyvinvoinnin edellytysten siirtymisen sekä kulttuurin säilymisen ja kehittymisen tulevaisuuden sukupolville. Ekologiseen ja taloudelliseen kestävyysvaikutteeseen vaikuttavat merkittävästi sosiaaliset haasteet, kuten köyhyys, väestönkasvu ja sukupuolten välinen tasa-arvo. (Ekocentria n.d.; Ympäristöministeriö 2013.)

2.2 Rakennusten ympäristökuorma

Voimakkaat muutokset maapallon ekosysteemissä ja jatkuvasti lisääntyvä huoli ilmastomuutoksen etenemisestä ovat lisänneet ympäristötietoisuutta. Suomalaiset käyttävät noin 2,5-kertaa maapallon tuottokykyä enemmän luonnonvaroja. Maailmanlaajuisesti luonnonvaroja käytetään 1,5-kertaisesti enemmän. Maapallon keskilämpötilan kohoaminen ei nykyisillä päästörajoitustoimilla todennäköisesti jää alle 2 asteen kriittisen rajan eikä ilmastomuutosta voida enää pysäyttää. Ilmastomuutoksen laajuuteen voidaan kuitenkin vaikuttaa, ja sopeutua sen aiheuttamiin muutoksiin. (Aminoff & Kontinen 2004, 6; Hänninen 2014, 7; Hänninen 2016.)

Rakentamisesta aiheutuu suuri osa ihmisen toiminnasta peräisin olevista kasvihuonepäästöistä. Hautajärven (2011, 36) mukaan yli 40% kaikesta tuotetusta energiasta ja käytetyistä materiaaleista kuluu rakentamiseen ja niiden käyttämiseen sekä lähes saman prosenttiosuuden verran rakentamisesta ja käytöstä muodostuu päästöjä ja jätteitä. Noin kolmasosa Euroopan hiilidioksidi- eli CO₂- päästöistä liittyneekin rakennuksiin. Suomen kasvihuonepäästöistä noin 30 % syntyy rakentamisesta ja rakennusten käytöstä, ja tästä noin 10 % ovat pientalojen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Asumisen osuus keskiver- tosuomalaisen kokonaiskasvihuonepäästöistä on 24 %. (Hautajärvi 2011, 36; Ruuska, Häkkinen, Vares, Korhonen & Myllymaa 2013, 7; Hänninen 2014, 8.)

Rakentamisen on kuitenkin arvioitu olevan päästöjen vähentämisen kannalta yksi kustannustehokkaimmista osa-alueista. Tämän takia joka vuosi vaaditaan energiatehokkaampaa ja vähäpäästöisempää rakentamista sekä pyritään vähentämään rakennusten aiheuttamia vuosittaisia kasvihuonepäästöjä. (Hautajärvi 2011, 36; Ruuska ym. 2013, 7.)

2.3 Ekologinen ja kestävä rakentaminen

Kestävän kehityksen mukainen rakennustoiminta on kestävää rakentamista, joka ottaa huomioon rakennuksen ekologiset, sosiaaliset, kulttuuriset ja taloudelliset näkökulmat (kuva 2). Kestävässä rakentamisessa pyritään tuottamaan pitkäikäisiä ja resurssitehokkaita rakennuksia ja rakenteita, jotka tarvitsevat mahdollisimman vähän korjausta tai huoltoa. Energiatehokkuus, terveellisyys, viihtyisyys, muunneltavuus, toimivuus ja arvon säilyvyys ovat kestävässä rakentamisessa tavoiteltuja ominaisuuksia. Olennaista on erilaisten ratkaisujen tarkastelu koko rakennuksen elinkaaren ja vastuullisuuden kannalta sekä ilmastomuutosta hillitsevien ratkaisujen etsiminen. (Rakennusteollisuus RT Oy 2013; Ympäristöosaava 2016.)

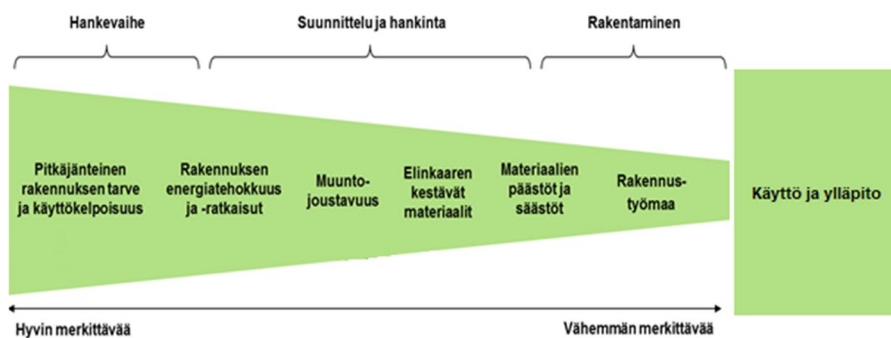


KUVA 1. Kestävä rakentaminen (Suomen ympäristöopisto SYKLI 2014)

Ekologinen rakentaminen keskittyy enemmän rakentamisen ekologiseen puoleen, mutta käytännössä kestävä rakentaminen ja ekologinen rakentaminen tarkoittavat monesti lähes samaa asiaa eikä niille ole asetettu vakiintuneita reunaehtoja. Aminoffin ja Kontisen (2014) mukaan ulkomaisessa kirjallisuudessa sanaa ekologia käytetäänkin lähes synonyymina kestäväälle kehitykselle. Käyttöön vakiintuneita käsitteitä ovat myös ekorakentaminen ja ekotalo. (Hänninen 2016; FinnBuild 2016.)

Keskeisimpiä tekijöitä ekologisessa rakentamisessa ovat energiataloudellisuus, ympäristön monimuotoisuuden säilyttäminen ja kestävyys. Ekologisessa rakentamisessa pyritään käyttämään uusiutuvia ja kierrätettäviä luonnonmateriaaleja, joiden tuottamiseen on tarvittu mahdollisimman vähän energiaa. Ekotehokkaat rakennukset säästävät energiaa ja luonnonvaroja sekä rakennus- että käyttövaiheessa. (FinnBuild 2016.)

Ekologisessa rakentamisessa tulee ottaa huomioon rakennuksen koko elinkaari, sillä jokaisessa vaiheessa tehtävät päätökset vaikuttavat ympäristöön jollain tavalla. Merkittävin vaikutusmahdollisuus rakennuksen ekologiseen kestävyteen on suunnitteluvaiheella, joka määrittelee paljolti muun muassa rakennuksen aiheuttamia ympäristökuormituksia ja sen energiatehokkuutta (kuva 3). Suunnitteluvaihe ja rakentamisen laatu vaikuttavat myös rakennuksen ja sen osien käyttöikäen, mikä muokkaa rakennuksen elinkaaren kuormittavimman vaiheen eli käyttövaiheen pituutta. Rakennuksen käyttöikää voidaan pidentää muunneltavuudella ja monikäyttöisyydellä. Esimerkiksi rakennuksen helpolla saavutettavuudella ja esteettömyydellä pidennetään käyttöikää ja samalla helpotetaan myös sen muunneltavuutta. Ekologinen kestävyys koostuukin monesta eri tekijästä, minkä takia soveltuvimman kokonaisuuden muodostaminen saattaa olla haastavaa. (Lappalainen 2010, 168; FinnBuild 2016; Ympäristöosaava 2016.)



KUVA 2. Rakennuksen elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten merkitys, kuvattu vihreällä (Rakennusteollisuus RT Oy 2013, muokattu)

Elinkaarenaikaisia ympäristövaikutuksia hallitaan ja ennakoidaan erilaisin menetelmin, joista käytetyimpiä ovat rakennusten ympäristökuorma- ja energialaskelmat, käyttökäsuunnittelu ja elinkaariarviot. Elinkaariarvio eli Life Cycle Assessment (LCA) analysoi rakennuksen, tuotteen tai toiminnon koko elinkaaren aikaiset potentiaaliset ympäristövaikutukset. Ympäristövaikutuksia voidaan esittää ympäristöluokitusten avulla. Suomessa käytetyimpiä ympäristöluokituksia ovat suomalainen RTS Ympäristöluokitus sekä kansainväliset LEED ja BREEAM. Lisäksi on olemassa runsaasti muita paikallisia ja alueellisia luokitusjärjestelmiä. Arviointityökalut voivat keskittyä myös tiettyihin osaluoksiin, kuten koko Euroopan Unionin alueella käytettävä energiatodistus ja Suomessa käytettävä sisäilmaluokitus. (Lappalainen 2010, 168; Green Building Council Finland 2012.)

2.4 Pientalojen ekologinen kestävyys

Tilastokeskuksen (2017) mukaan vuoden 2016 lopussa Suomessa oli noin 2,9 miljoonaa asuntoa, joista pientaloasuntoja oli noin 1,15 miljoonaa. Tällä hetkellä olemassa oleva pientalokanta on kirjavaa, ja pientaloista suurin osa on rakennettu ennen 90-lukua sekä aikakaudelleen tyypillisin energia- ja ekotehokkuustasoin (Hänninen 2014, 8).

Olemassa olevan rakennuskannan ja uudisrakennusten ekotehokkuus ja energiataloudellisuus paranevat kuitenkin koko ajan. Rakennusten muunneltavuuteen sekä rakennusosien kestävyys, uusiokäyttöön ja huollettavuuteen kiinnitetään enemmän huomiota. Lisäksi uusien teknologioiden hyödyntäminen helpottuu, ja uusiutuvien energialähteiden ja raaka-aineiden käyttö on lisääntymässä. (Lappalainen 2010, 167.)

Pientalojen ekologisen kestävyys ratkaisemiselle on monia vaihtoehtoja. Energiatehokkuus, uusiutuvat energiamuodot, tilatehokkuus, elintottumukset, rakennuksen sijainti ja materiaalivalinnat ovat oleellisia aiheita kestävä pientaloasumisen saavuttamisessa. Suomessa energiatehokkuuteen kiinnitetään erityisesti huomiota, sillä vallitsevat ilmasto-olosuhteet vaativat ulkovaipalta hyvää lämmöneristävyyttä. Lisäksi uusiutuvat energiamuodot ja pinta-alan suhde asukasmäärään parantavat energiatehokkuutta, ja näillä pysytäänkin tarvittaessa korvaamaan pientalon painovoimaisen ilmanvaihdon ja vähemmän energiatehokkaan vaipan lämpöhäviötä. Tiiviimpi asuminen eli suurempi tilatehokkuus parantaa myös rakennuksen energiatehokkuutta. (Hänninen 2014, 31.)

Uusiutuvan omavaraisenergian käyttö pienentää sekä ostoenergian tarvetta että käytönai-
kaisia hiilidioksidipäästöjä. Myös puun käyttö päälämmitysmuotona tai lisälämmönläh-
teenä vähentää hiilidioksidipäästöjä ratkaisevasti. Uusiutuvan energian ja maalämmön
käyttö pientaloissa on helpompaa kuin kerros- ja rivitaloissa, sillä pientalot sisältävät
yleensä enemmän katon ja tontin pinta-alaa suhteessa asunnon alaan. (Hänninen 2014,
12, 34.)

Nykyaikaisessa ekologisesti kestävässä pientalossa käytetään usein hyväksi paljon talo-
tekniikkaa ja erittäin tiivistä rakennusvaippaa, mutta ekologinen pientalo tai toisin sanoen
ekotalo, voidaan toteuttaa myös perinteisemmällä ja luonnonmukaisella tyylillä. Luon-
nonmukaisissa ekotaloissa kestävyys perustuu painovoimaiseen ilmanvaihtoon, luonnon-
mukaisiin materiaaleihin ja diffuusioavoimiin rakenteisiin sekä paikalliseen kierrätyk-
seen, jätteiden käsittelyyn ja viljelyyn. Luonnonmukaisia materiaaleja ovat muun muassa
savi, järviruoko, puu ja luonnonkivi. (Hänninen 2016.)

3 VIHREÄN ARKKITEHTUURIN TEKIJÄT

3.1 Ekologinen suunnittelu

Ekologisuus vaikuttaa rakennussuunnitteluun korostaen asiantuntijoiden, arkkitehdin työn ja esiselvitysten merkitystä. Myös asiakkaiden mielipiteen merkitys korostuu, sillä he osallistuvat vaihtoehtoisten ratkaisujen valintaan. Ekologisen rakennuksen suunnittelu vaatii laajaa ja tiivistä yhteistyötä rakennuksen suunnitteluun osallistuvien osapuolien välillä. Yhteistyöllä mahdollistetaan kokonaisvaltainen ja luova kestävä kehitys perustuva suunnittelu. (Aminoff & Kontinen 2004, 62.)

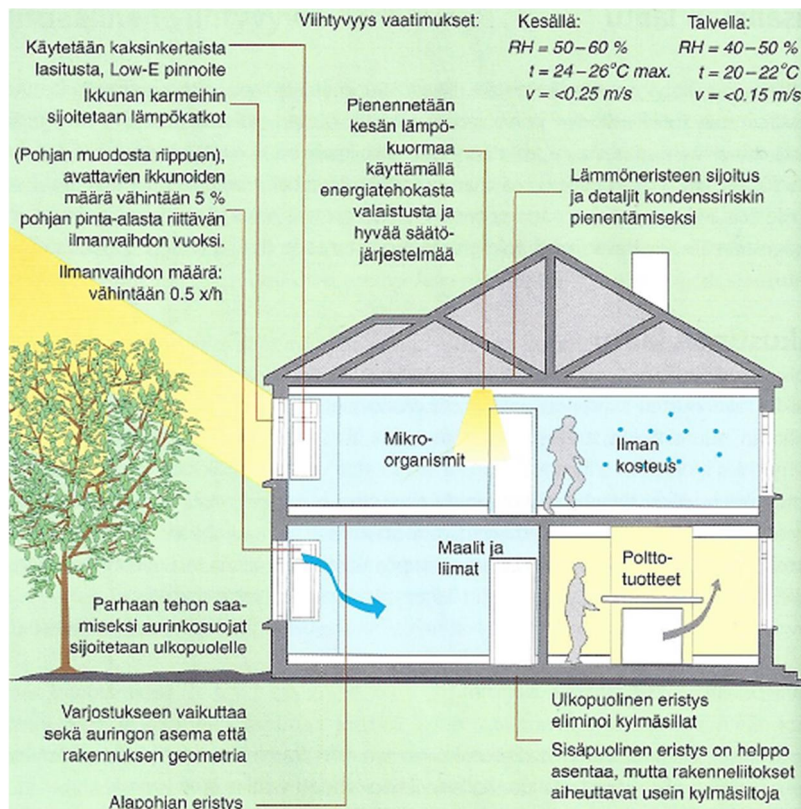
Kun ekologiset päätökset tehdään jo suunnittelun alkuvaiheessa, saadaan aikaan ympäristön kannalta parhaimmat ratkaisut. Luonnosvaiheessa muotoutuvat niin tekniset ratkaisut kuin rakennuksen sijainti, muoto ja suuntautuminen suhteessa eri ilmansuuntiin. Suunnittelun edetessä ikkunoiden koko ja suunta sekä materiaalivalinnat ja huonetilojen sijoittelu täsmentyvät. Lopulta asukkaan elintavat ja tottumukset määrittävät asumisen ekologisuuden tason. (Aminoff & Kontinen 2004, 63.)

Ekologisesta rakennussuunnittelusta puhuttaessa voidaan puhua myös vihreästä arkkitehtuurista. Vihreässä arkkitehtuurissa otetaan huomioon käyttäjien viihtyvyys ja terveys, mutta myös rakennuksen ympäristövaikutukset sekä paikallisesti että globaalisti. Viihtyvyys, terveellisyys ja ympäristö ovat vihreän suunnittelun peruskysymyksiä, jotka kukin pitävät sisällään laajan suunnittelussa huomioon otettavan kokonaisuuden. (O Cofaigh, Fitzgerald, Alcock, McNicholl, Lewis, Peltonen, & Marucco 2002, 27.)

3.2 Viihtyvyys

Käyttäjän viihtyvyyteen vaikuttaa käyttäjän oma toiminta ja sisätilan ominaisuudet, kuten kosteus, melu, valo, hajut sekä ilman ja pintojen lämpötilat. Huomattavaa on kuitenkin, että viihtyvyys on aina subjektiivista ja riippuu henkilön omista ominaisuuksista. Tämän takia suunnittelussa pyritään usein saavuttamaan viihtyvyydeltään sellaiset olosuhteet, jotka olisivat enemmistön kannalta hyväksyttäviä. (O Cofaigh ym. 2002, 28.)

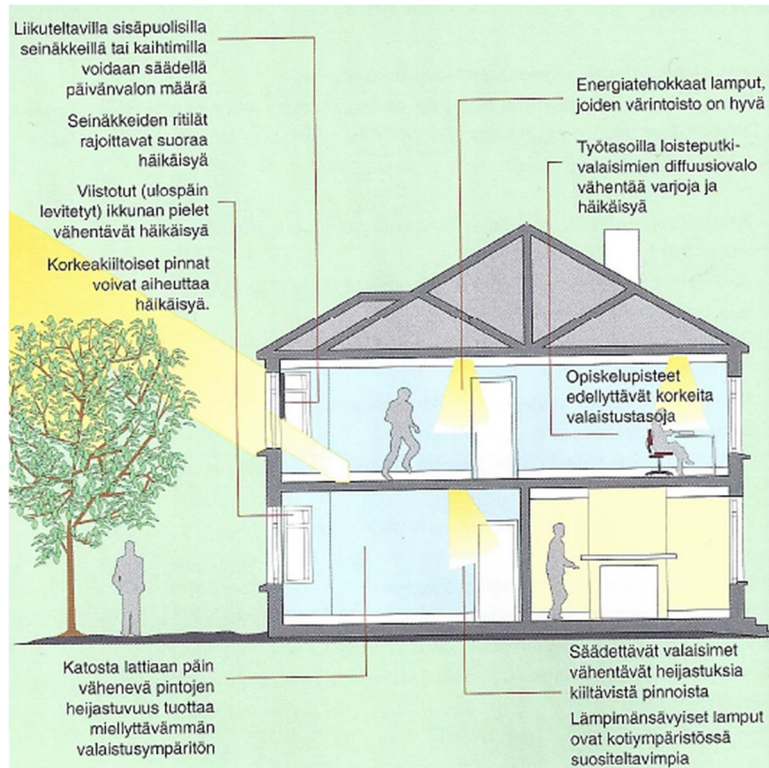
Terminen viihtyvyys tarkoittaa ihmisen hyvinvoinnin tunnetta ympäröivässä lämpötilassa. Tasapainoiseen viihtyvyyden tunteeseen vaikuttaa sekä ihmisen oma aineenvaihdunta, vaatetus ja ihon lämpötila että ympäröivän tilan ominaisuudet, kuten ilman ja esineiden lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja ilman virtausnopeus. Mutta viihtyvyyden kokemiseen vaikuttavat myös paikalliset olosuhteet, esimerkiksi ihmisen mukautuminen ympäristöön, auringon paistaminen ikkunaan ja ruumiin paino. Kuvassa 3 nähdään erilaisia termiseen viihtyvyyteen ja sisätilaan vaikuttavia tekijöitä. (O Cofaigh ym. 2002, 28.)



KUVA 3. Asunnon terminen viihtyvyys (O Cofaigh ym. 2002, 32)

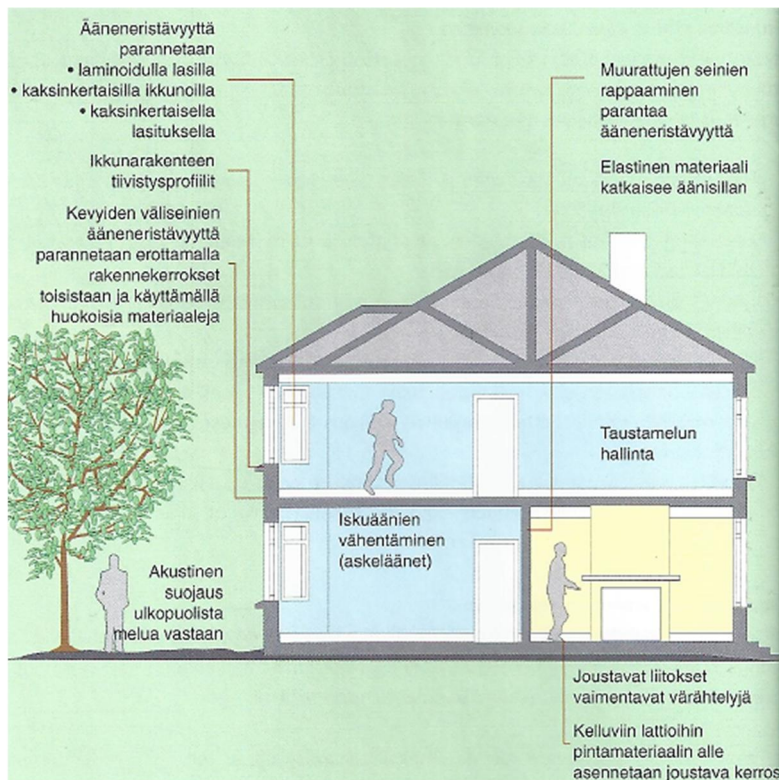
Visuaalinen viihtyvyys saavutetaan, kun rakennuksen valaistusolosuhteet ovat miellyttävät eli valon määrä, laatu ja jakautuminen ovat oikeanlaiset (kuva 4). Valonlähteenä voidaan käyttää joko keinovaloa tai luonnonvaloa, mutta luonnonvalo vaikuttaa ihmiseen usein positiivisemmin ja suoran ulkotilayhteyden puuttuminen voi aiheuttaa psykologisesti epävihtyisää oloa. Ekologisessa suunnittelussa käytetään mahdollisimman paljon hyväksi luonnonvaloa. Keinovaloa käytettäessä valon tulisi olla mahdollisimman lähellä luonnonvalon spektriä. Luonnonvalonormina pidetään lukua 5 500, joka on valkoisen valon Kelvin-arvo. Tästä pienemmän Kelvin-arvon valot ovat kellertäviä ja oranssiin taipu-

via, ja suuremmat taas siniseen ja violettiin vivahtavia. Ihmiset ja kasvit viihtyvät pääsääntöisesti valossa, jossa on tasapuolisesti mukana kaikki näkyvän valon aallonpituudet. (O Cofaigh ym. 2002, 30; Aminoff & Kontinen 2004, 21, 64.)



KUVA 4. Asunnon visuaaliseen viihtyvyyteen vaikuttavia tekijöitä (O Cofaigh ym. 2002, 34)

Viihtyvyyteen vaikuttaa myös sisäilman laatu ja akustinen laatu. Sisäilman tulee olla riittävän kostea ja neutraalin hajuinen, jotta tila koetaan miellyttäväksi. Tunkkaisuutta ja hajuongelmia voidaan ratkaista muun muassa riittävällä ilmanvaihdolla ja saastelähteiden hallinnalla. Akustinen laatu muodostuu riittävästä ääneneristyksestä sekä sisätiloissa että sisä- ja ulkotilojen välillä (kuva 5). Rakennuksen sisällä huolehditaan erilaisten rakennuksen sisäisten toimintojen aiheuttamien äänien vaimennuksesta. Ulkovaipan rakenteet ja materiaalit valitaan huomioiden ympäristön melulähteet, ja tontin melusuojaukseen voidaan käyttää suojaistutuksia ja meluaitoja. (O Cofaigh ym. 2002, 31; Aminoff & Kontinen 2004, 21, 49.)



KUVA 5. Asumuksen akustiseen viihtyvyyteen vaikuttavia tekijöitä (O Cofaigh ym. 2002, 36)

3.3 Terveellisyys

Rakennuksen sisätilojen olosuhteet vaikuttavat viihtyvyyteen, mutta oleellisesti myös rakennuksen terveellisyteen. Huono ilmanlaatu, päivänvalon puute, melu ja myrkylliset materiaalit altistavat rakennuksen käyttäjät haitallisille terveysvaikutuksille. Päivänvalon puute voi aiheuttaa masennusta ja unihäiriöitä, kun taas liiallinen melu voi alentaa kuuloa ja nostaa stressitasoja. (O Cofaigh ym. 2002, 38–39.)

Ihmiset oleskelevat rakennuksien sisällä noin 80-90% ajastaan, minkä takia sisäilman saastuneisuus vaikuttaa terveyteen ja tuottavuuteen muita ympäristötekijöitä enemmän. Sisäilman laatuun vaikuttavat monet tekijät, kuten rakennuksen sisäpuoliset saastepäästöt (esimerkiksi haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja asbestikuidut), ilmanvaihdon määrä ja ulkopuolisen ilman laatu. Huono sisäilma voi aiheuttaa monia erilaisia sairauksia, kuten esimerkiksi astmaa ja allergioita. (O Cofaigh ym. 2002, 31.)

Rakennuksien ilmatiiveyden lisääminen energiasäästöjen parantamiseksi on monessa tapauksessa huonontanut rakennuksen ilman laatua. Sairaan rakennuksen syndroomaa on

havaittakin paljon rakennuksissa, jotka käyttävät yksinomaan koneellista ilmastointia. Tiiveyden parantaminen on vähentänyt ilmanvuotoja ja luonnollisen ilmanvaihdon käyttövoimaa. Suunnittelussa ei välttämättä ole otettu huomioon myöskään riittävää korvausilmansaantia. Koneellista ilmanvaihtojärjestelmää käytettäessä tuleekin kiinnittää erityistä huomiota niiden huolelliseen suunnitteluun, huoltoon ja käyttöön. Materiaalivalinnoilla on myös merkitystä riittämättömästi tuuletettujen tilojen sisäilmaongelmien ehkäisyssä. (O Cofaigh ym. 2002, 38; Aminoff & Kontinen 2004, 48.)

Sairailla rakennuksilla on todettu olevan myös muita tyypillisiä ominaisuuksia. Ne ovat usein kevytrakenteisia ja niiden sisärakenteissa on käytetty paljon muovia sekä pehmeitä materiaaleja, kuten akustiikkalevyjä ja kokolattiamattoja. Lisäksi sairaat rakennukset on usein otettu käyttöön vuoden 1975 jälkeen. (Aminoff & Kontinen 2004, 48.)

3.4 Ympäristö

Rakennus on erottamaton osa rakennuspaikkaansa, ja rakentamisen prosessit aiheuttavat monenlaisia vaikutuksia ympäristöön. Rakentamisen aikana syntyviä ongelmia ovat muun muassa ilmaston lämpiäminen, maaperän eroosio, päästöt sekä luonnon monimuotoisuuden ja luonnonympäristöjen häviäminen. Rakennuksen ympäristövaikutuksia voidaan arvioida ottaen huomioon rakennuksen osat ja elementit sekä tutkimalla elinaikaisen käytön vaikutuksia. Rakennuksen osien ja elementtien kokonaisympäristövaikutus muodostuu aina raaka-aineiden valmistuksesta hävittämiseen. Käyttöaikaiset vaikutukset muodostuvat tarvittavasta energiasta, palveluista ja niiden tuotoksista kuten hiilidioksidipäästöistä ja jätteistä. (O Cofaigh ym. 2002, 41.)

Rakentamisen elinkaariarvioinnissa eli elinkaarianalyysissä tarkastellaan rakennuksen aiheuttamia ympäristövaikutuksia sen koko elinkaaren aikana. Siinä käytettävä informaatio on mittavaa ja yksityiskohtaista, mutta elinkaarianalyysin kaltaisen ajattelun kautta suunnittelija pystyy tekemään oikeanlaisia valintoja. Ympäristövaikutuksiin, kuten viihtyvyyteen ja terveellisyyteenkin, vaikuttavista tekijöistä suurin osa määritellään suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa. Suunnittelussa tulee ajatella energiankulutuksen hallintaa, materiaalien ja veden käyttöä, jätehuoltoa ja meluntorjuntaa. (O Cofaigh ym. 2002, 41.)

Energiankulutuksen hallinnassa pyritään ensisijaisesti vähentämään energiankäytön aiheuttamia saasteita. Energiaa tulisi käyttää mahdollisimman vähän, hyödyntää passiivista aurinkoenergiaa ja täydentää energiankulutusta uusiutuvilla energianlähteillä. Uusituvia energialähteitä ovat esimerkiksi aurinko-, tuuli- ja bioenergia. Jos käytetään perinteisiä järjestelmiä, määritellään niihin mahdollisimman tehokkaat ja vähän saastuttavat tekniikat. (O Cofaigh ym. 2002, 42.)

Ympäristöä ajatellen rakennusmateriaalien ja -elementtien valinnassa otetaan huomioon niihin sitoutuneen energian määrä ja materiaalitehokkuus. Materiaalitehokkaat valinnat ovat pitkäikäisiä sekä muunneltavia, purettavia, lajiteltavia ja kierrätettäviä. Materiaalien valinnassa tulee kuitenkin huomioida, että joidenkin materiaalien tai osien hyödyt käytön aikana voivat olla kokonaisuutta ajatellen vähäisiä ympäristökuormituksia arvokkaampia. Tällainen voi olla esimerkiksi betonirakenteen passiivinen aurinkolämmitys tai -jäähdytys. (O Cofaigh ym. 2002, 42; Hakaste 2013.)

Veden käyttöä voidaan vähentää ottamalla käyttöön vettä säästäviä tekniikoita vesilaitteisiin ja asentamalla vedenkäytön tarkkailua helpottavia vesimittareita. Harmaata vettä ja hulevesiä voidaan hyödyntää esimerkiksi kasteluun. Jätehuollossa keskitytään jätteiden vähentämiseen, lajitteluun ja kierrätykseen. Rakennusjätteiden määrää voidaan vähentää suunnittelulla ja materiaalivirtojen hallinnalla. (O Cofaigh ym. 2002, 45–46.)

4 EKOLOGISEN TALON SUUNNITTELUPERIAATTEET

4.1 Rakennusympäristö

Rakennuspaikan sijoittuminen kaupunkirakenteessa vaikuttaa sen paikallisiin olosuhteisiin ja mikroilmastoon. Olosuhteet voivat poiketa merkittävästi keskimääräiseksi nähtävistä olosuhteista. Kaupunki- ja maaseutualueiden välillä on selkeitä ympäristöllisiä eroja, mutta niissä molemmissa on kuitenkin ekologisesti kestävänsä rakentamisen kannalta hyvät puolensa. (Aminoff & Kontinen 2004, 19; Hänninen 2016.)

Kaupungissa lämpötilat ovat tyypillisesti 2°C ja ajoittain jopa 10°C korkeampia kuin maaseudulla, koska kaupunki luovuttaa tasaisesti lämpöä ja estää tuulen virtauksien viilentävää vaikutusta. Tätä kutsutaan lämpösaareke- ilmiöksi (kuva 6). Rakennusten ja rakenteiden aiheuttamien esteiden takia myös tuulen nopeus vähenee ja muuttuu pyörteiseksi kaupungin keskustaan päin kuljettaessa. Maaseudulla taas ilman laatu ja auringonvalon saanti on parempaa saastelähteiden sekä korkean ja tiiviin rakennuskannan vähentyessä. Kaupungin ilmassa on arviolta kymmenen kertaa enemmän pienhiukkasia kuin maaseudulla, mikä nopeuttaa rakennusmateriaalien rappeutumista sekä vaikuttaa ihmisten terveyteen, aurinkoenergiasovellutuksien toimintaan ja luonnollisen ilmanvaihdon käyttöön. (O Co-faigh ym. 2002, 50,53; Turun kaupunki 2015.)



KUVA 6. Lämpösaareke-ilmion vaikutus lämpötilaan (Turun kaupunki 2015, muokattu)

Kaupunkien tiiviiseen ja palveluiltaan sekä infrastruktuuriltaan valmiiseen rakenteeseen rakentaminen säästää energiaa ja luontoa. Lisäksi lyhyet välimatkat ja julkisen liikenteen

saatavuus vähentävät yksityisautoilua ja siten myös saasteita. Matalamman tehokkuuden rakentaminen kaupungin ulkopuolella taas mahdollistaa muun muassa hyötypuutarhat, viljelyn, työn teon kotona, paremman yksityisyyden sekä oman jätevesien ja biojätteiden käsittelyn. (O Cofaigh ym. 2002, 52–53; Hänninen 2016.)

4.2 Tontin suunnittelu

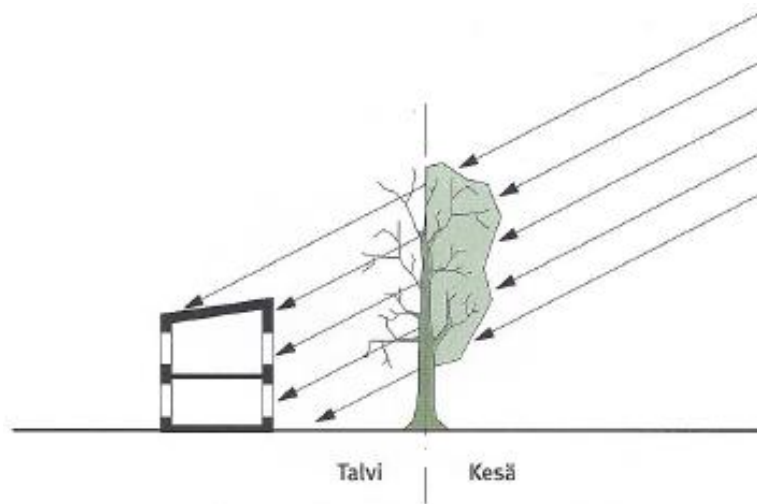
Tontin käytöstä tehtävät päätökset muodostavat myös myöhemmin tehtävien suunnittelupäätöksien perustan. Rakennukset muokkaavat tonttia ja sen paikallista ekosysteemiä. Naapurirakennuksien olosuhteet voivat myös muuttua uusien rakennuksien noustessa viereiselle tontille. Kestävän kehityksen mukaisesti rakennuspaikkaa pitääkin arvioida osana laajempaa ympäristöä ja toiminnallista kokonaisuutta. (O Cofaigh ym. 2002, 56.)

Tontin tehokkuusluku määräytyy yleensä paikallisten määräyksien ja taloudellisten näkökulmien mukaan. Rakennuksen kokoa ja sijoittelua suunniteltaessa luonnonmaisemaa ja maastonmuotoja tulisi pyrkiä säilyttämään mahdollisimman paljon. Esimerkiksi vanhoilla metsillä on havaittu olevan huomattava merkitys luonnon moninaisuuden säilymiselle, ja metsämaita kannattaakin mahdollisuuksien mukaan säilyttää koskemattomana noin 10-20%. Rakennus kannattaa sijoittaa luonnonarvoiltaan heikoimmalle tontin osalle, jossa maansiirtämistä tai louhimista ei tarvitsisi tehdä. (O Cofaigh ym. 2002, 59; Hänninen 2016.)

Rakennuspaikan mikroilmastotekijöistä eniten lämmitysenergian kulutukseen vaikuttavat tuulisuus ja aurinkoisuus. Kun mikroilmasto otetaan huomioon suunnittelussa, pystytään vaikuttamaan sekä asuinympäristön viihtyisyyteen että rakennuksen energian kulutukseen. Energiankulutusta voidaan hyvällä mikroilmastolla pienentää jopa 20-30%. Rakennus sijoitetaan tontille niin, että se saa mahdollisimman paljon auringonvaloa ja että se on suojassa kylmiltä tuuilta. Perinteisesti talot onkin rakennettu pienen mäen etelärinteelle ja peltojen yläpuolelle, välttäen pohjoisrinteitä ja notkelmia. (Aminoff & Kontinen 2004, 18–20, 27)

4.2.1 Auringonvalo

Auringonvalon saannin kannalta kaakon ja lännen väliset rinteet ovat hyviä sijoituspaikkoja asuinrakennukselle, ja erityisesti pohjoisilla leveysasteilla pääjulkisivun paras suunta on etelään. Kun pääjulkisivu suunnataan etelään, auringon energia pääsee paremmin rakennuksen sisälle talviaikaan. Rakennuksen eteläpuolelle on kannattavaa istuttaa lehtipuita, koska ne ovat auringonsäteilyn kannalta edullisia. Ne suojaavat rakennusta keuhka-aikaan yllälämpenemiseltä ja läpäisevät talviaikaan vähäisen valoenergian (kuva 7). Talvikaudena lehtipuut päästävät lävitseen 70–80% auringonsäteilyä. Lehtipuiden tulisi olla noin 5–10 metrin pituisia riippuen niiden etäisyydestä rakennukseen. (O Cofaigh ym. 2002, 61, 62; Aminoff & Kontinen 2004, 20; Lappalainen 2010, 27; Hänninen 2016.)



KUVA 7. Lehtipuiden istutus rakennuksen eteläpuolelle (Lappalainen 2010, 117)

Pihojen ja oleskelualueiden viihtyisyyttä tarkasteltaessa auringonvalon saannissa pätee lähes samat suuntaviivat kuin aurinkoenergian hyödyntämisessäkin. Mutta jos ulkotiloja käytetään lähinnä keskipäivällä, saattaa etelää parempi suuntaus olla länsi. Toisaalta taas idästä aurinkoa saava piha-alue lämpenee ja kuivuu iltapäivään mennessä nopeammin kuin lännen auringolle suotuisa alue. (Lappalainen 2010, 27.)

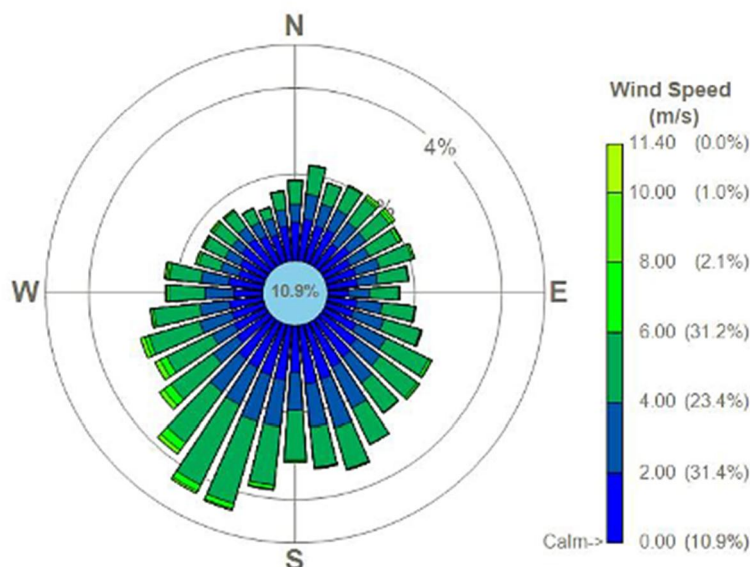
Maalis-lokakuussa 10–14 aikaan päivällä 90 asteen sektorin rakennuksen eteläpuolella tulisi olla vapaa varjostuksista. Tämä tarkoittaa sitä, että varjostavien rakennuksien tai puiden tulee olla riittävän kaukana rakennuksesta. Talviaikaan riittävä etäisyys voi olla

neljä tai jopa kuusi kertaa esteen korkeutta pidempi matka. Korkeammat rakenteet kannattaakin sijoittaa tontin pohjoispuolelle niin, etteivät ne varjosta matalampia rakennuksia. (O Cofaigh ym. 2002, 61; Aminoff & Kontinen 2004, 20; Hänninen 2016.)

Jos suunnittelussa halutaan ottaa aktiivisten aurinkokeräimien käyttö huomioon, valokulmien tulee olla tarkasti mietittyjä. Kesäkuukausina aurinkokeräimiä pystytään hyödyntämään parhaiten, ja siksi etelä on aurinkokeräimien suuntaamiselle tärkein ilmansuunta. Auringon energiaa voidaan hyödyntää myös ilman teknisiä välineitä. Passiivisen aurinkoenergian hyödyntäminen voi vähentää rakennuksen energiankulutusta noin 10%. Pääasiallisesti passiivista aurinkoenergiaa hyödynnetään talvella, kun auringon säteilyn merkitys on vähäinen, minkä takia se ei mahdollista kovin suuria energiansäästöjä. Passiivinen aurinkoenergia on kuitenkin ilmaista uusiutuvaa energiaa, jota voidaan käyttää hyväksi rakennuksen lämmittämisessä. Useimmiten passiivista aurinkoenergiaa hyödynnetään johtamalla lämpösäteily ikkunoiden kautta sisälle rakennukseen, jossa se varastoituu rakenteisiin ja vapautuu hiljalleen ympäröivään ilmaan. Massiiviset rakenteet, kuten tiili, kivi ja puu, varastoivat lämpösäteilyä hyvin. (Lappalainen 2010, 27; Mikkonen 2014; Hänninen 2016.)

4.2.2 Tuulisuus ja maaston muodot

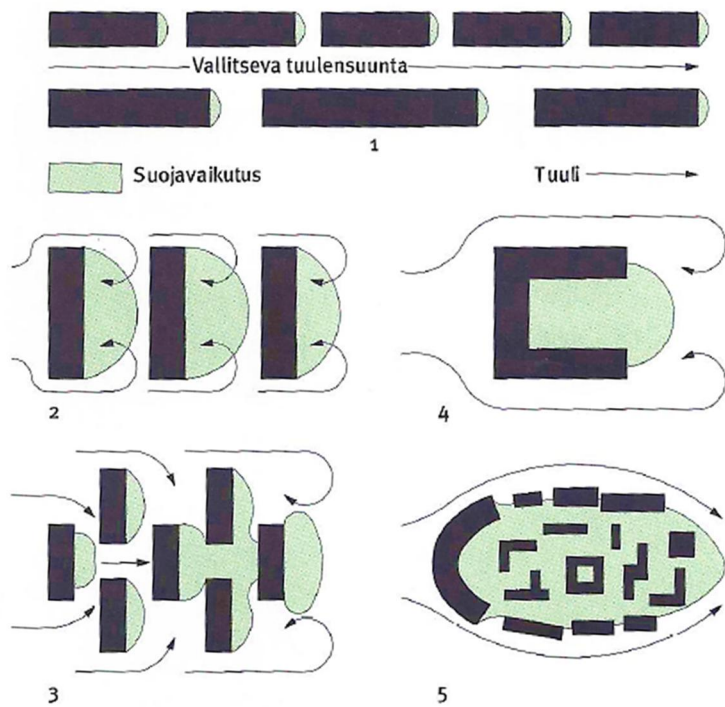
Tontin tuulisuus riippuu paljolti paikallisista olosuhteista, pinnanmuodoista sekä alueen vallitsevista tuulensuunnista ja niiden yleisyydestä. Kuvassa 8 on esitetty tuulisuus Tampereelta, mistä nähdään, että Tampereella ja Suomessa yleensäkin yleisin tuulen suunta on lounaasta (Tamminen & Tamminen 2013, 8). Aukeilla ja korkeilla paikoilla tuulen vaikutus on suhteellisen voimakas, sillä tuulen nopeus kasvaa sekä ylöspäin noustaessa että esteettömillä alueilla. Mäenharjalla tuulen nopeus voi olla jopa viidenneksen suurempi kuin tasaisella maalla. Merien ja järvien rannoilla taas puhaltaa usein tyyninäkin päivinä kevyt tuuli, joten ranta-alueet ovat muita tuulisempia. Maastonmuodoilla, rakenteilla ja kasvillisuudella voidaan muokata tuulen nopeutta ja suuntaa. Tontille on kannattavaa muodostaa vallitsevalta tuulelta suojassa olevia oleskelutiloja viihtyisyyden ja käytöasteen parantamiseksi. (O Cofaigh ym. 2002, 57–61; Aminoff & Kontinen 2004, 19.)



KUVA 8. Tuuliruusu vuosilta 2009-2011, Tampere-Pirkkalan lentoasema (Tamminen & Tamminen 2013, 8)

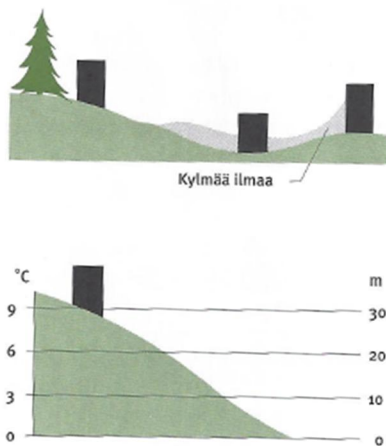
Tuulen rakennusta jäähdyttävä vaikutus muodostuu kahdella eri tavalla. Ensimmäkin julkisivu- ja kattopinnoilla tuulen aiheuttama ilmavirtaus lisää lämmön siirtymistä pois pinnalta, mikä taas aiheuttaa seinän ja katon pintavastuksen pienenemisen. Toiseksi, vaipan läpi kulkevat ilmavuodot vaikeuttavat rakennuksen sisäolojen hallintaa ja huonontavat lämpötaloutta. Tuulen nopeudella on merkitystä lähinnä ilmatiiveydeltään hatariin rakennuksiin, mutta uudet rakennukset ovat yleensä niin tiiviitä, ettei tuulen nopeus vaikuta niiden lämpötalouteen. (Lappalainen 2010, 22.)

Suojaisat etelärinteet ovat kylmien tuulien kannalta otollisimpia rakennuspaikkoja. Etelärinteille rakennettaessa talot ovat luontaisesti suojassa talviaikaan viilentäviltä tuuilta, jotka pääasiallisesti puhaltavat pohjoisesta ja idästä. Tarvittaessa tontille saadaan lisää tuulensuojaa esimerkiksi istuttamalla pohjoispuolelle havupuita tai rakennusten keskinäisellä sijoittelulla, kuten kuvasta 9 nähdään (Lappalainen 2010, 183). Hyvin suunniteltu tuulensuoja voi laskea tuulennopeutta jopa 50%, jolloin lämmitysenergian tarpeesta on mahdollista säästää 10-20%. (Aminoff & Kontinen 2004, 19-20; Hänninen 2016.)



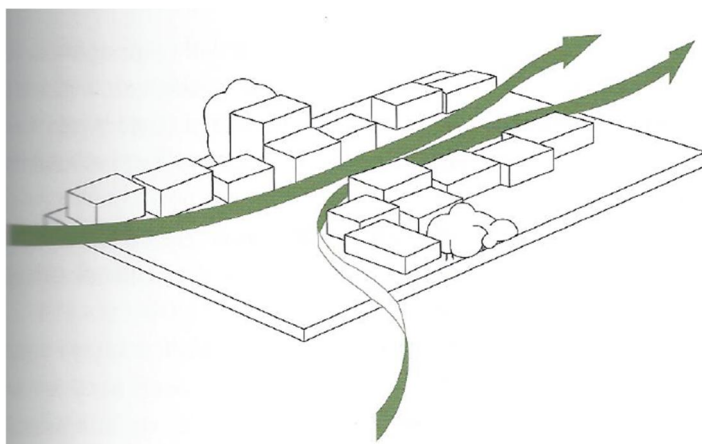
KUVA 9. Rakennusmassojen luomat suojavaikutukset (Lappalainen 2010, 183)

Kylmä ilma on lämmintä ilmaa tiheämpää ja valuu varsinkin öisin alaspäin muodostaen niin sanottuja kylmän ilman järviä. Yhden metrin korkeuserolla ilman lämpötila voi vaihdella 0,1–0,3 astetta (kuva 10). Poikkisuuntaisella rinteeseen kasvillisuudella ja rakennuksilla pystytään estämään kylmän ilman järvien muodostumista. Rakennuksen sijoittaminen ympäröivää aluetta korkeammalle on Suomessa perinteisesti suosittu ratkaisu niin lämpötilan kuin vesien poisjohtamisen ja näkymienkin kannalta. (Aminoff & Kontinen 2004, 19; Hänninen 2016.)



KUVA 10. Kylmän ilman järvien muodostuminen (Lappalainen 2010, 106)

Varsinkin tiheästi rakennetuilla kaupunkialueilla rakennusten sijoittelu voi aiheuttaa tuulihaittoja. Pitkät ja korkeat rakennusmassat saattavat muodostaa tuulisolia, jotka varsinkin kadun kaventuessa kasvattavat tuulen nopeutta runsaasti. Tällöin tuuli pääsee kanavoitumaan rakennusmassojen keskeisellä kadulla (kuva 11). Tuulisolia pystytään estämään välttämällä pitkien yhdensuuntaisen rakennusten rivejä, ja niiden välisiä suppilomaisia tiloja. Rakennus tulee asemoida tuulta vasten pitkittäissuunnassa, jolloin suuret vallitsevat seinät eivät kohdistu tuulen suuntaan. (O Cofaigh ym. 2002, 61; Lappalainen 2010, 26–27.)



KUVA 11. Kanavoitumisilmiö (Lappalainen 2010, 27)

4.2.3 Hulevesien käsittely tontilla

Hulevedellä tarkoitetaan sade- ja sulamisvettä, jota kertyy rakennetulla alueella. Yksinkertaisimmillaan tontille tulevat hulevedet käsitellään imeyttämällä ne riittävien luonnon-tilaisten tai sellaiseksi tehtyjen vettä läpäisevien pintojen avulla. Vettä läpäiseviä pinnoitteita ovat esimerkiksi sora, kivituhka ja nurmikivet. Viherkatot ja puutarhat auttavat myös hulevesien imeyttämisessä rakennetulla alueella. (Suomen kuntaliitto 2012, 18, 20, 280, 284)

Viivytyksmenetelmillä voidaan hulevesien virtaamista hidastaa ja pidättää, jolloin imeyttämättömät ja suuret vesimäärät saadaan varastoitua tietyksi aikaa. Viivytyksellä varastoidut vedet voidaan sen jälkeen hitaasti vapauttaa joko viemäriin tai maaperään. Erilaisia

viivytyksen menetelmiä ovat lammikot, kosteikot ja painanteet sekä rakennetut altaat ja kaivannot. Kasvillisuuden lisääminen viivytyksen menetelmiin auttaa puhdistamaan hulevettä tehokkaammin. (Suomen kuntaliitto 2012, 21.)

Hulevesiä voidaan johtaa sekä avoimissa järjestelmissä että putkijärjestelmissä. Avoimia johtamismenetelmiä ovat esimerkiksi avo-ojat, viherpainanteet ja purot. Avoimissa järjestelmissä virtaamat hidastuvat, epäpuhtaudet laskeutuvat ja lopulta vedet imeytyvät. Monella tontilla hulevedet joudutaan kuitenkin johtamaan viemäriin, vaikka hulevesien käsittelyssä olisi hyvä seurata tontin luontaisia virtauskuviota ja käyttää luonnollisia menetelmiä. Hulevesien viemärointi ei ole luonnonmukaista eikä putkijärjestelmä mahdollista veden imeytymistä maaperään. Viemäroinnissä hulevedet johdetaan käsittelemättöminä purkuvesiin, mikä taas heikentää vesistöjen tilaa, kuluttaa rantavyöhykkeitä ja aiheuttaa virtaamavaihteluita. (O Cofaigh ym. 2002, 60; Suomen kuntaliitto 2012, 21.)

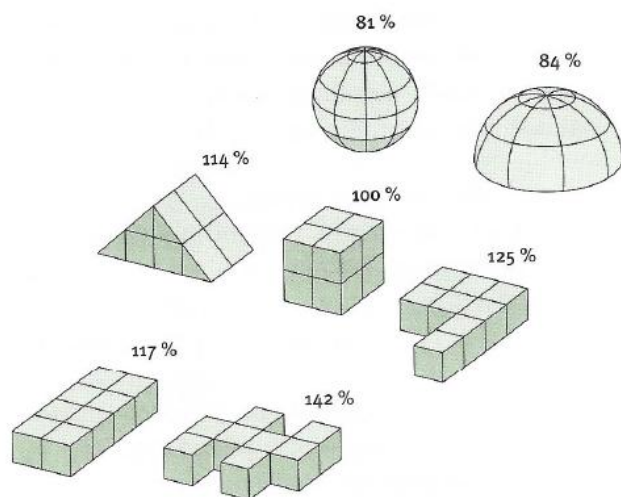
Sadevettä voi käyttää piha-alueiden kasteluvetenä ja pesuvetenä varastoimalla sitä erilaisiin astioihin tai pumpulla käytettäviin maanalaisiin säiliöihin. Esimerkiksi kaksoisvesijärjestelmässä sadevettä tai vaihtoehtoisesti pintavettä käytetään pyykinpesuun, WC-istuimen huuhteluun sekä kasvien kasteluun. Puhdasta juomakelpoista vettä käytetään vain peseytymiseen, ruuanvalmistukseen ja juomiseen. (Suomen kuntaliitto 2012, 284; Hänninen 2016.)

4.3 Rakennuksen muoto ja tilaratkaisut

Rakennuksen lopullinen muoto ja pohja riippuvat paljon rakennukselle asetetuista teknisistä vaatimuksista, suunnittelijan arkkitehtonisesta näkemyksestä ja teknisistä näkökulmista. Lisäksi suunnitteluratkaisuihin ja vaipan muotoon vaikuttavat monet erilaiset tekijät, kuten auringon suunta ja saatavuus sekä tuuli- ja meluolosuhteet. Rakennuksen muoto ja tilajärjestelyt tulee suunnitella huolella, sillä niiden muuttaminen myöhemmin voi olla erittäin vaikeaa ja kallista. Oikeanlaisella muotoilulla ja ihanteellisella suuntauksella voidaan energiankulutuksessa säästää 30-40 %. (O Cofaigh ym. 2002, 62.)

Vaipan ala on verrannollinen johtumishäviöihin ja hallitsemattomaan ilmanvaihtoon. Pie- nin vaippasuhde on teoriassa ajateltuna pallon muotoisella rakennuksella, mutta optimi-

muoto lämmityksen ja jäähtyksen kannalta voidaan saavuttaa myös sellaisella rakennuksella, joka hukkaa mahdollisimman vähän lämpöä lämmityskaudella ja jäähtyyskaudella päästää vain vähän aurinkoenergiaa sisätiloihin. Itä-länsisuuntaan rakennettu pitkänmuotoinen talo on yksi tehokkaimmista rakennuksen muodoista kaikissa ilmastoissa. Kuvassa 12 nähdään vaipanaloja tilavuudeltaan samankokoisilla rakennusmassoilla. (O Cofaigh ym. 2002, 63; Lappalainen 2010, 27.)



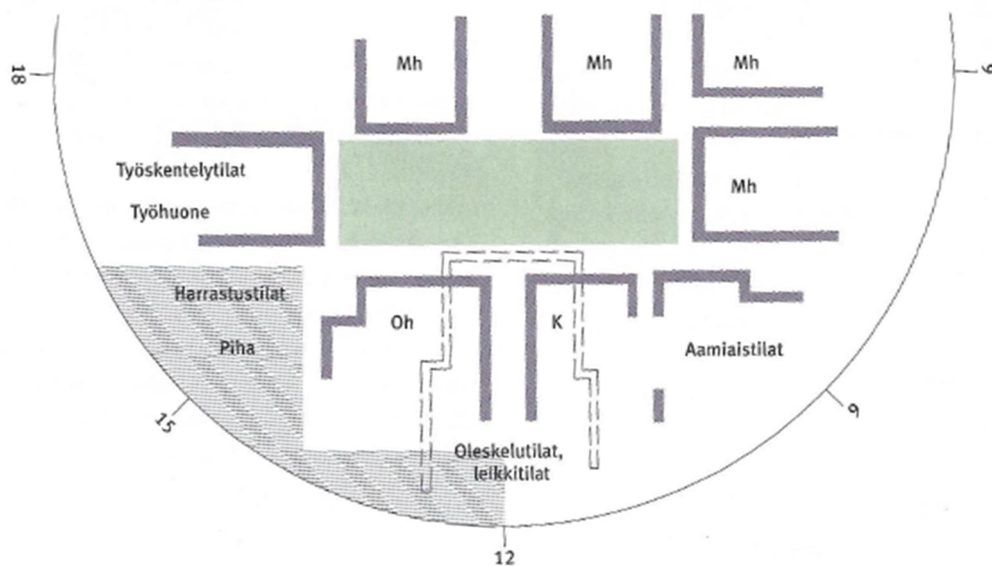
KUVA 12. Vaipanalat ja tilavuudet (Lappalainen 2010, 28)

Toisiinsa kytketyt rivi- ja paritalot ovat lämpötaloudeltaan tehokkaimpia, sillä niiden seinistä vain osa on ulkoseinää, mikä taas pienentää vaipan lämpöhäviötä. Pinta-alayksikköä kohden rivitalot käyttävät vähemmän energiaa kuin paritalot, ja paritalot taas vähemmän energiaa kuin erillispientalot. Edellä mainittuja vielä vähemmän energiaa pinta-alayksikköä kohden kuluttavat kerrostaloasunnot. Vaipan lämpöhäviön suhteellisesta kasvamisesta johtuen myös rakennuksen koon vaikutus ominaiskulutukseen on suurin pientaloissa. Erillistalossa kerrosluvulla ei kuitenkaan ole suurta merkitystä. (O Cofaigh ym. 2002, 63; Lappalainen 2010, 28, 117.)

Rakennuksen tilankäytössä on tärkeää välttää tarpeettomien lämmitettävien tilojen, esimerkiksi pitkien käytävätilojen ja suurien portaikkojen alaa. Ne lisäävät vaipan alaa ja lämmitettävää tilavuutta. Lisäksi hukkaneliöiden välttäminen vähentää rakennuskustannuksia. Tilankäyttöä voidaan ajatella myös eri vuoden aikojen käytön mukaan niin, että talvella vähennetään käytettävää asuin alaa, ja kesällä otetaan käyttöön koko rakennus ja mahdolliset lisärakennukset. Rakennuksen muotoa ja tiloja määriteltessä energianäkökohdat ovat olennaisia, mutta talon suunnittelussa tärkeää on myös joustavuus ja väljyys.

Tällöin rakennusta pystytään tulevaisuudessa helpommin muuttamaan käytön vaatimusten mukaan. (O Cofaigh ym. 2002, 63; Lappalainen 2010, 28.)

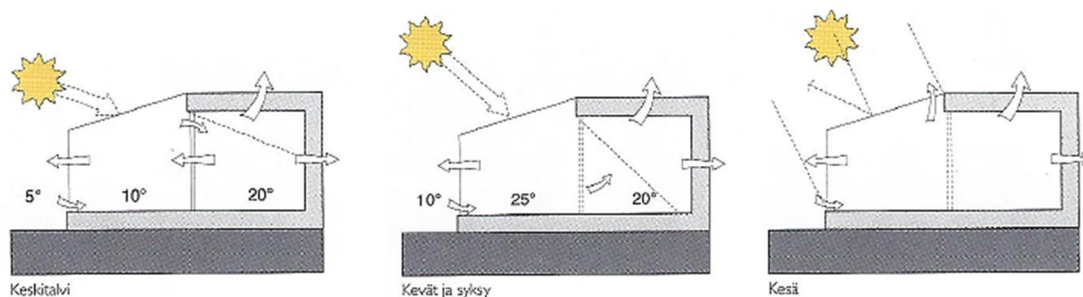
Tilojen sijainti rakennuksessa riippuu paljolti niiden lämmitys- tai jäähdytstarpeesta sekä valoisuudesta. Etelän suuntaan sijoitetaan valoa ja lämmitystä tarvitsevia tiloja, pohjoiseen jäähdytystä tarvitsevia tiloja. Etelä-lounaissivulle tulisi sijoittaa oleskelutiloja, jotta niihin saataisiin mahdollisimman paljon valoa. Keittiön hyvä sijainti on esimerkiksi riittävästi valoa saava rakennuksen kaakkoiskulma. Pohjoiseen sopivat suojaavat tilat, kuten varastot ja autotallit. Pohjoiseen ja rakennuksen ulkovyöhykkeelle voidaan asemoida myös tilapäiset oleskelutilat ja makuuhuoneet. Ilta-aurinkoiseen länsi-pohjoiskulmaan soveltuu muun muassa sauna ja kylpytilat tai työhuone. Kuvassa 13 esitellään yksi esimerkki asuinhuoneiden suuntaamisesta ilmansuuntiin nähden. (O Cofaigh ym. 2002, 62; Lappalainen 2010, 28, 115–117.)



KUVA 13. Esimerkki asuinhuoneiden sijoittelusta (Lappalainen 2010, 116)

Talon jatkeeksi voidaan rakentaa myös aurinkotila, joka toimii puskurivyöhykkeenä ja tarjoaa lisää oleskelutilaa (kuva 14). Aurinkotilaa nimitetään myös talvipuutarhaksi, viherhuoneeksi, lasitetuksi parvekkeeksi tai loggiaksi, ja se on eristetyn tilan ulkopuolella oleva sekä pääasiassa lämmittämätön tila. Aurinkotilan rakentaminen maksaa lähes saman verran kuin lämpimän tilan rakentaminen, mutta jos se toteutetaan lämmittämättömänä, ei siitä aiheudu käytön aikaisia lämmityskustannuksia. Aurinkotila käyttää hyväkseen suoraa ja epäsuoraa aurinkoenergiaa sekä se voi parantaa sisätilojen viihtyvyyttä ja

lyhentää rakennuksen takaisinmaksuaikaa. Aurinkotilaa voidaan hyödyntää vanhoissa ja uusissa rakennuksissa. (O Cofaigh ym. 2002, 63; Lappalainen 2010, 28, 116.)



KUVA 14. Aurinkotilan toiminta puskurivyöhykkeenä eri vuodenaikoina (O Cofaigh ym. 2002, 76)

Aurinkotilat erotetaan lämmitetyistä tiloista tiiviillä ovilla tai ikkunoilla, jolloin aurinkotiloista saatava lämpö voidaan johtaa nopeasti sisätiloihin ja vastaavasti kylmällä ilmalla se voidaan sulkea helposti termiseksi puskuriksi. Aurinkotilan ja talon välille voidaan muodostaa jakava elementti myös kiinteällä rakenteella, esimerkiksi muuratulla seinällä, jolloin rakenteisiin varastoitunutta lämpöä voidaan hyödyntää. (O Cofaigh ym. 2002, 63.)

4.4 Rakennuksen vaippa ja rakenteet

Hyvin rakennettu rakennus pitää kosteuden, tuulen ja sateen ulkopuolella, mutta on sisältä valoisa, turvallinen ja lämmin. Se voi myös kerätä ja varastoida lämpöä sekä suunnata valoa, tuottaa energiaa ja säädellä ilman liikkeitä. Normaalista paremman vaipan rakentaminen on yleensä kalliimpaa, mutta sillä voidaan myöhemmin säästää energiakustannuksissa. Vaippa voidaan jakaa läpinäkymättömiin osiin ja läpinäkyviin lasitetuihin osiin. Läpinäkymättömiä osia ovat seinät, lattiat ja katot. Läpinäkymättömien elementtien toimintoihin kuuluvat lämpötekniikka, akustiikka ja energian tuotto, kun taas lasitetut elementit voivat olla enemmän toiminnallisia ja reagoida muutoksiin sisä- ja ulko-olosuhteissa. (O Cofaigh ym. 2002, 65.)

Lämmöneristyskyky ja tiiveys ovat vaipan ominaisuuksista tärkeimpiä. Rakenteiden tulisi olla lämmöneristäviä tai lämmöneristettyjä. Massiivinen hirsi ja kevytbetoniharkko toimivat sekä kantavina että eristävinä materiaaleina. Lisäksi ikkunoiden ja ovien tulisi

olla hyvin lämmöneristäviä, ja kylmäsiltoja tulisi välttää. Vaipan tiiveys taas on riippuvaista liitoksien ja rakenteiden ilmatiiviyydestä ja vaikuttaa täten sisätilojen vetoisuuteen. (Hänninen 2016.)

Aminoffin ja Kontisen (2004, 67) mukaan perustustyyppin valintaan vaikuttavat rakennuspaikan ominaisuudet, maaperän laatu sekä valittu rakennusmateriaali ja materiaaliin sitoutunut energiamäärä. Helppoja perustusmaita ovat moreeni-, sora- ja hiekkamaat sekä kalliot. Helpoilla perusmailla perustuksien materiaaltarve vähenee, kun taas savisilla ja peltomaisilla alueilla paaluttamiseen voi kuluja paljonkin betonia (Hänninen 2016).

Kellariperustus tuo rakennukselle lisäneliöitä ja on energiataloudellinen ratkaisu. Maanvarainen laatta sopii ratkaisuksi tasaiselle, huonosti kantavalle ja helposti painuvalle maaperälle. Maanvarainen laatta ja kellariperustus edellyttävät mahdollisesti kaivuu-, täyttö- ja louhimistöitä sekä niihin kuluu paljon materiaaleja. Maanvaraista laattaa on lisäksi hankala korjata jälkikäteen, ja se on herkkä routavaurioille. (Aminoff & Kontinen 2004, 67; Hänninen 2016.)

Tuulettuvan alapohjan eli rossipohjan voi tehdä pilariperusteisena tai perusmuurina, jotka molemmat sopivat epätasaiseen maastoon. Pilariperustus on yleinen pienten rakennusten ratkaisu, helppo rakentaa ja sopii radonalueille. Pilariperustukseen kuluu vähemmän materiaalia kuin perusmuuriin, mutta suoraan alapohjaan pääsevä tuuli saattaa viilentää pilariperusteista rakennusta. Tuulettuvien alapohjien kaivuu- ja täyttötööt jäävät yleensä suhteellisen vähäisiksi. (Aminoff & Kontinen 2004, 67–68; Hänninen 2016.)

Rakennusratkaisujen valinnassa korostuvat ekologisuus, sisäilman laatu ja erityisesti puun hyödyntäminen, sillä puu on uusiutuvaa ja sitoo hiilidioksidia. Kantavien rakenteiden materiaalina parhaiten toimii ympäristön kannalta puun lisäksi tiili, hiekkakalkkitiili, puukuitusementti ja paikallinen kivi. Rakenteissa tulisi välttää muovia, painekyllästettyä puuta, alumiinia sekä sinkittyä ja galvanoitua terästä. (Aminoff & Kontinen 2004, 67; Hänninen 2016.)

Seinärakenteissa pyritään valmistuksen vaatiman tuotantoenergian kulutuksen ja hiilidioksidipäästöjen vähentämiseen sekä hengittävyys eli kykyyn siirtää kosteutta ja kaasuja. Lisäksi käytetyn energian tulisi olla kotimaista. Taulukossa 1 nähdään erilaisien sei-

närakenteiden valmistamiseen kuluneen energian ja hiilidioksidipäästöjen määriä (Hänninen 2016). Kotimaisen energian osuus esimerkiksi puurakenteisen ulkoseinän tuottamisessa on yli 20% ja savitiilisen alle 5%. Hirsiseinä on kotimaisen energian osuuden ja energiasisällön edullisuuden kannalta yleensä muita rakenteita tehokkaampi. Alasaarelan (2009) mukaan hirren valmistukseen käytetään noin 500 MJ/m^2 ja hiilidioksidipäästöjä muodostuu noin $7,4 \text{ kg/m}^2$. (Aminoff & Kontinen 2004, 67–68.)

TAULUKKO 1. Esimerkkejä muutaman erilaisen seinärakenteen valmistukseen kulu-
neesta energiasta ja hiilidioksidipäästöistä (Hänninen 2016, muokattu)

Seinärakenne	MJ/m ²	CO ₂ -ekv-pääs- töt kg/m ²	Tuotteeseen varastoitunut hiili	Hiilijalanjälki CO ₂ -ekv kg/m ²
Puurunko, mineraalivillaeriste, lautaverhous, U=0,19	1430	18	73	-55
Puurunko, mineraalivillaeriste, lautaverhous, U=0,22	880	18	42	-24
Puurunko, mineraalivillaeriste, tiiliverhous, U=0,25	1300	65	21	44
Tiilirunko, mineraalivilla, tiili- verhous, U=0,21	1520	82	22	60
Kevytsorarako, mineraalivilla, tiiliverhous, U=0,21	900	71	0	71
Betonilämpöharkkoseinä, U=0,27	1071	76	0	76
Betonielementtiseinä, mineraali- villa, tiililaatta, U=0,21	1157	90	0,88	89
Kevytsoralämpöharkko, solupo- lyuretaanieriste, U=0,25	2270	140	0	140

Seinien kautta tapahtuva lämmönkulutus on noin 10–20% pientalon kokonaisenergian-
tarpeesta. Seinän lämmönläpäisykerrointa eli U-arvoa pienennettäessä puoleen laskee sei-
nän lämmönkulutuskin vain 5–10%, mikä tarkoittaa sitä, että energiantarvetta kannattaa
arvioida myös muiden tekijöiden kautta. Esimerkiksi sisäilman lämpötilan laskeminen
vähentää energiantarvetta, mikä on asumisviihtyvyyden kannalta helpompaa toteuttaa
hirsi- ja puurakenteisessa talossa kuin kivirakenteisessa talossa. Hirsitalossa on mahdol-
lista laskea lämpötilaa usealla asteella asumisviihtyvyyden kärsimättä. (Aminoff & Kon-
tinen 2004, 69–70.)

Homogeenisten luonnonmateriaaleista tehtyjen seinien, kuten hirsi- ja puukuitueristeisten puuseinien, kosteuskäyttäytyminen elää eri vuoden aikojen rytmin mukaan. Kesällä ne sitovat energiaa ja luovuttavat kosteutta ja vastaavasti talvella luovuttavat energiaa ja ottavat vastaan kosteutta. Toisaalta taas puulla on pienempi termien massa kuin esimerkiksi betonilla, mikä altistaa rakennuksen suuremmille sisälämpötilojen vaihteluille sen reagoidessa nopeammin ulkoisiin olosuhteisiin. (O Cofaigh ym. 2002, 66; Aminoff & Kontinen 2004, 69–70.)

Hirsirunkoinen rakennus on helppo korjata, laajentaa ja muunnella sekä se pystytään oikaisemaan, jos perustukset sattuisivat vajoamaan jostain kohtaa. Mahdolliset lahon vaurioittamat hirret voidaan myös vaihtaa uusiin. Perinteisesti rakennetut hirsitalot patinoituvat vanhetessaan, mutta eivät ränsisty. Hirsi voi olla joko yhdestä tai useammasta lamellista yhteen liimattu tai kokopuinen hirsi. Liimattu hirsi on hirren kuivuessa stabiilimpi, sillä liimasauma vähentää hirren syysuuntaan vastakkain asetettujen lamellien kosteuselämistä sekä vähentää halkeamia, vinoutumia ja käyryyttä. Liimasauman kuivuttua lamellihirsien liimasta ei myöskään vapaudu päästöjä huoneilmaan. (Aminoff & Kontinen 2004, 71.)

Ristiinlaminoitu massiivipuulevy eli CLT (Cross Laminated Timber) on valmistettu ristikkäin liimatuista puulevykerroksista. CLT on painumaton ja ilmatiivis eikä puulevykerroksien välinen liimakerros vaikuta puun hengittävyys tai turvallisuuteen. CLT:tä voidaan hyödyntää kaikissa kantavissa ja visuaalisissa rakenteissa, ja sen valmistaminen teollisesti rakennuselementeiksi vähentää asennusaikaa ja työmaan ympäristökuormaa sekä pienentää jättekustannuksia ja materiaalihukkaa. Ristiin naulattu massiivipuulevy eli MHM (Massive Holz Mauer) valmistetaan kiinnittämällä lautakerrokset kierrätetyillä alumiininauloilla toisiinsa nähden kohtisuoraan ilman liimaa tai kemikaaleja. MHM-rakenteen lämmöneristävyys on parempi kuin massiivipuulla yleensä, koska sen rakenne sisältää eristäviä ilmakehviä. MHM -massiivipuulevyä käytetään pystysuuntaisissa rakenteissa ja sen elinkaaren aikainen energiankulutus on alhainen. (Celt Oy 2017a; Celt Oy 2017b.)

Kuten puurakenteisen seinän myös puuvälipohjan tuotantoon sitoutuu vähän energiaa. Puuvälipohja vaikuttaa huoneiden akustiikkaan, sillä se vaimentaa tehokkaasti korkeita

ääniä. Matalien äänien vaimentamiseen tarvitaan enemmän massaa, mutta ääneneristävyyden parantamiseksi voidaan lisätä esimerkiksi puukuitulevyjä. Välipohjarakenteissa voidaan käyttää myös betonia. (Aminoff & Kontinen 2004, 72.)

Riittävän pitkällä räystäällä suojataan seinää auringonvalolta ja sateelta. Räystäään tulisi olla yli 300 millimetriä pitkä, mutta kuitenkin niin, että se pysyy riittävän korkealla maasta ja ei pimennä liikaa ikkunoita. Liian matalalle ulottuessa räystäään tuuletus voi heikentyä ja talon kosteusrasitusriski kasvaa. Räystäspituus suhteutetaan talon massoitte luun. Suomen ilmastossa kattokulmaksi suositellaan 18-45 astetta. (Aminoff & Kontinen 2004, 72; Hänninen 2016.)

Kallistetut katot eristetään usein vaakasuoraan ja sen yläpuolelle jäävä ullakkotila jätetään kylmäksi. Kylmä ullakkotila tuulettuu erittäin hyvin ja kondensaatoriski pieni. Sen päälle on myös helppo tarvittaessa lisätä eristystä. Katonmyötäisellä yläpohjalla taas saadaan koko ulkovaipan sisäpuolinen tila käyttöön ja avarretaan sisätiloja entisestään. Katonmyötäisen yläpohjan tuuletustila on kuitenkin toteutettava erityisen huolellisesti. (Aminoff & Kontinen 2004, 72; O Cofaigh ym. 2002, 68.)

Kestävän rakennuksen lasitetut osat ovat monesti sen monipuolisimpia ja kiinnostavimpia rakenteita. Ikkunoiden rakenne on mahdollista määritellä eri leveysasteilla ja eri suuntiin avautuvilla julkisivuilla siten, että pystytään täyttämään erilaiset lämmöneristämisen, lämpökuormien, valon suuntautumisen ja valonmäärän tarpeet. Usein hyvässä ikkunasuunnittelussa on haasteena löytää tasapaino toisistaan poikkeavien vaatimusten väliltä. Esimerkiksi ikkunoiden tulee päästää sisään riittävästi auringonsäteilyä, mutta estää liiallisen lämmön muodostuminen tai pakeneminen ja samalla varmistaa riittävä yksityisyys, mutta luoda visuaalinen yhteys ympäristöön. (O Cofaigh ym. 2002, 70.)

Ikkunoiden toiminta poikkeaa muusta vaipasta, ja niillä on keskeinen merkitys rakennuksen viihtyisyydessä ja energiataloudessa. Ikkunoiden energiataloutta tarkastellaan sekä U-arvon että lyhytaaltoisen aurinkosäteilyenergianläpäisyn, G-arvon avulla. G-arvo 75 tarkoittaa, että auringon säteilystä 75 % läpäisee ikkunan. Alhainen G-luku alentaa kesäaikaista viilennystarvetta, mutta lämmityskautena passiivisen energian hyödyntäminen heikentyy. Tehokkain tapa vähentää ikkunoiden kautta tulevaa kesäaikaista lämpökuormaa on estää auringon liiallinen säteily käyttämällä aurinkosuojausta. Parhaiten aurinko-

suojaus toimii rakennuksen ulkopuolisena, ja hyvin suunniteltuna ulkopuolinen aurinkosuoja sallii talviauringon pääsyn sisätiloihin. Erilaisia aurinkosuoja-ja ovat muun muassa rakenteelliset ulokkeet, lipat, kaihtimet ja säleiköt. Myös kasvillisuus toimii aurinkosuojauksessa. (O Cofaigh ym. 2002, 72–73; Lappalainen 2010, 37; Hänninen 2016.)

Ikkunoiden kautta auringon lämpöä tulee sisään erisuuruisia määriä suuntauksen ja vuodenajan mukaan. Etelään suunnatut ikkunat toimivat usean kuukauden ajan energian tuottajina, kun taas pohjoisikkunat hävittävät aina lämpöä. U-arvo voi siis eteläikkunassa olla negatiivinen keväällä maaliskuusta alkaen, kun se tuottaa sisätiloihin lämpöä. Toisaalta talvella suuret eteläikkunat lisäävät lämmitystehon tarvetta. Ikkunoiden ja ovien huonotiiviyys niin puitteen ja karmin kuin karmin ja seinärakenteenkin välillä aiheuttavat suurimman osan rakennuksen ilmapuodoista. Huono tiiveys voi aiheuttaa jopa 90 % rakennuksen ilmapuodoista, mutta hyvin tiivistettynä ikkunakokonaisuus voi käytännössä vastata vastaavanlaisen seinärakenteen tiiveyttä. (Lappalainen 2010, 38.)

4.5 Materiaalit

Valmistuksen ja käytön aikaiset ympäristö- ja terveysvaikutukset otetaan huomioon rakennusmateriaalien vertailussa, mutta niiden asettaminen paremmuusjärjestykseen on hankalaa. Rakentamisen vaatimukset ja käytettävissä olevat tekniikat sekä materiaalien ominaisimmat käyttötarkoitukset ovat erilaisia. Esimerkiksi joissakin kestävyyttä ja lujuutta vaativissa paikoissa betoni ja metallit ovat puuta ekologisempia vaihtoehtoja pitkäikäisyyden ja kestävyuden kannalta. (Lappalainen 2010, 161; Hänninen 2016.)

Materiaalivalinnassa materiaalien koko elinkaari tulee ottaa huomioon. Materiaalien tulisi olla uusiutuvia, runsasresurssisia, saatavilla olevia ja mahdollisimman päästöttömiä sekä niihin sitoutuneen energian määrän tulisi olla alhainen. Niiden tulisi olla pitkäikäisiä ja uudelleenkäytettäviä tai kierrätettäviä. Materiaalien ympäristövaikutukset ovat yleisesti ottaen riippuvaisia materiaalin fyysisestä massasta. Esimerkiksi lattiapäällysteiden valinta ei ole yhtä merkittävää kuin rakenteiden materiaalivalinnat. Vähäiset materiaalmäärät voivat kuitenkin joissain tapauksissa olla paikalliselle ympäristölle merkityksellisiä. Esimerkiksi maalit tai liimat voivat aiheuttaa sisäilmaongelmia. (O Cofaigh ym. 2002, 115–116; Lappalainen 2010, 161; Hänninen 2016.)

Ilmastonmuutoksen myötä materiaalien tärkeäksi ominaisuudeksi on noussut hiilijalanjälki, joka määräytyy valmistusprosessin ja kuljetusten aiheuttamista päästöistä. Myös tuotteen valmistamiseen käytetty energiamuoto vaikuttaa hiilijalanjäljen laskentaan. Hiilijalanjälki voi olla negatiivinen, jos materiaali sitoo hiiltä enemmän kuin sen valmistus aiheuttaa. Esimerkiksi puun valmistamisesta aiheutuu hiilidioksidipäästöjä materiaaliki-
loa kohden $-1,41 \text{ CO}_2 \text{ kg/kg}$ ja puhallettavan puukuidun valmistamisesta $-0,91 \text{ CO}_2 \text{ kg/kg}$. Taulukossa 2 nähdään esimerkkejä hiilijalanjäljistä. (SAFA n.d.; Hänninen 2016.)

TAULUKKO 2. Materiaalien hiilijalanjälkiä (SAFA n.d., muokattu)

Materiaali	CO ₂ kg/kg
Puu	-1,41
Puhallettava puukuitu	-0,91
Puukuitulevy	-0,58
Betonielementti	0,12
Kalkkihiiekkatiili	0,14
Punatiili	0,22
Kivivilla	1,41
Sinkkilevy	2,32
Polyuretaani	4,40
Alumiini	11,92

4.5.1 Puu ja rakennuslevyt

Luonnonmukaiset materiaalit ovat ominaisuuksiensa vuoksi koettu ekologisemmiksi ja terveellisemmiksi vaihtoehdoiksi kuin useat muut uudenaikaiset rakennusmateriaalit (Hänninen 2016). Perinteisesti puu on Pohjoismaiden käytetyin rakennusmateriaali, ja sen käyttöön liittyy vankka osaamistausta ja ajaton traditio. Puu on taloudellista, uusiutu-
vaa, kevyttä, vahvaa, kestävä ja helppoa työstää. Painoonsa suhteutettuna ja varsinkin jalostettuina tuotteina puu on luja materiaali. Puu on lämmin ja kaunis materiaali, joka muista materiaaleista poiketen kaunistuu edelleen käytön ja iän myötä. Sen akustiset ja lämpötekniset ominaisuudet ovat myös hyvät. Massiivisena puu kestää hyvin palamista, mutta yleisesti puun paloherkkyys ja kosteudenkestävyys asettavat kuitenkin rakennus- ja rakennesuunnittelulle erityisvaatimuksia. (Aminoff & Kontinen 2004, 91.)

Puu sitoo kasvaessaan hiilidioksidia ja luovuttaa happea, minkä takia se säätelee luonnon tasapainoa ja ylläpitää elämää. Kun puuntuotanto toimii kestävän kehityksen periaatteiden mukaisesti ja kuljetusmatkat pysyvät alle tuhannen kilometrin, ei myöskään puun käyttö rakentamisessa lisää ilman hiilidioksidimäärää vaan toimii merkittävänä keinona liiallisen hiilidioksidin sitomisessa. Puurakennukseen hiilidioksidi sitoutuu vuosikymmeniksi. (Aminoff & Kontinen 2004, 92–93.)

Puun alkuperään kannattaa kiinnittää huomiota. Esimerkiksi trooppiset puulaadut, kuten tiikki ja balsapuu, ovat kokonaan vältettäviä lajeja, sillä niiden hakkuut tuhoavat ekosysteemille tärkeitä sademetsiä, koska ne eivät ole yleensä peräisin viljellyiltä metsänhoitoalueilta. Kotimaisista puulajeista haapa, lehtikuusi ja mänty ovat säänkesto-ominaisuuksiltaan hyvä vaihtoehtoja. Myös lämpökäsiteltyä puuta voidaan käyttää. Paineekyllästettyä puuta tulisi välttää tai käyttää harkiten, sillä kyllästyksessä käytetyt kemikaalit tekevät siitä ongelmajätettä sekä aiheuttavat valmistuksessa, työstössä ja käytössä ympäristö- ja terveyshaittoja. Keinoja puun lahoamisen estämiseen kyllästetyn puun sijaan ovat rakenteellinen suojaus, kosteutta paremmin kestävä puulaji ja lämpökäsittely. (Aminoff & Kontinen 2004, 93–94, 105; Lappalainen 2010, 162.)

Puupohjaisiin levyihin, kuten lastu- ja kuitulevyihin sekä liima- ja kertopuupalkkeihin, voidaan käyttää puunjalostuksessa syntyviä sivutuotteita ja hukkapaloja. Niiden suurimmat haitat ja ympäristövaikutukset aiheutuvat valmistuksessa käytettävistä liimoista, mutta myös valmistukseen kuluvasta energiasta, sisäilmaan haihtuvista yhdisteistä ja kierrätettävyydestä. Puukuitulevyt sopivat puurakentamiseen, sillä ne ovat hengittäviä ja niiden liimapitoisuus on vähäinen. Puukuitulevyt voidaan valmistaa myös hyödyntämällä sen omaa liima-ainetta ligniiniä. Kipsilevyjen valmistamiseen kuluu yleensä vähemmän energiaa kuin puupohjaisiin levyisiin, ja ne voidaan uudelleen käyttää valmistuksessa. Kipsilevyt ovat kuitenkin helposti rikkoutuvia ja huonosti kosteutta kestäviä. (O Cofaigh ym. 2002, 119; Aminoff & Kontinen 2004, 96; Lappalainen 2010, 163.)

4.5.2 Eristeet ja katemateriaalit

Selluvilla eli puukuituvilla, huokoinen kuitulevy, puupohjaiset eristyslevyt ja puru ovat puupohjaisia eristemateriaaleja, jotka sopivat hyvin esimerkiksi puutaloon, kun tavoitteena on mahdollisimman homogeeninen sekä kosteutta ja hiilidioksidia siirtävä massa.

Puukuituvilla on ekologinen ja kierrätettävä eriste, jonka valmistukseen käytetään keräyspaperia ja vain vähän energiaa. Keräyspaperien sisältämästä painomusteesta johtuen puukuituvillasta saattaa haihtua vähäisiä määriä haitallisia aineita. Puukuituvillassa käytetään myös booria palon ja pieneliöiden estoaineena. (Aminoff & Kontinen 2004, 95; Lappalainen 2010, 163.)

Mineraalivillojen eli kivi-, silikaatti- ja lasivillojen valmistukseen kuluu paljon energiaa, ja ne valmistetaan kiviaineksista. Lasivilloihin voidaan käyttää myös kierrätyslasiä. Mineraalivillaeristeet asennetaan puhallusvilloina tai levyinä, jotka edellyttävät muovisen kosteussulun käyttöä, koska mineraalivillojen lämmöneristävyys heikentyy kosteuden vaikutuksesta ja niihin voi levitä suotuisissa olosuhteissa lahottajasieniä. Polystyreenimuovit eristävät tehokkaasti lämpöä, ja ne ovat kierrätettäviä täysin puhtaina, mutta imevät itseensä kosteutta ja menettävät ajan kuluessa lämmöneristyskykyään. Lisäksi niiden valmistuksessa vapautuu haitallisia yhdisteitä. Polyuretaanieriste on ympäristön kannalta haitallisin, sillä sen raaka-aineena käytetään ongelmajätteeksi luokiteltua isosyanaattia eikä sitä voi kierrättää. Polyuretaanin tuotantoon kuluu paljon energiaa ja palaessaan se synnyttää haitallisia yhdisteitä. (Aminoff & Kontinen 2004, 94; Lappalainen 2010, 163.)

Eristeenä voidaan käyttää myös olkea, joka muodostuu viljan korjuusta ylijäävistä viljakasvien varsista. Olkea on saatavilla runsaasti ja varsinkin lähiympäristöstä hankitulla oljella on hyvin vähäiset ympäristövaikutukset. Tiiviisti pakatut olkipaalit palavat huonosti ja niiden eristyskyky on erinomainen. Oikealla suunnittelulla myös kosteus- ja tuholaisongelmat voidaan hoitaa tyydyttävästi. Olkea, kaislaa ja muita kasvien varsia voidaan hyödyntää myös katemateriaaleina, mutta niiden rakentaminen on työlästä. Muita ympäristön kannalta hyviä katemateriaaleja ovat paanu- ja pärekatto, joiden käyttö on kuitenkin paloturvallisuuden vuoksi usein kiellettyä pientaloissa (Aminoff & Kontinen 2004, 97). (O Cofaigh ym. 2002, 120.)

Aminoffin ja Kontisen (2004, 97–98) mukaan katemateriaaliksi kannattaa valita luonnon-savitiili, betonitiili, huopa tai pelti kattomuodon mukaan, ja räystäisiin kuumasinkitty peltinen räystäskouru. Viherkattojen etuja on niiden esteettisyys, meluntorjunta ja lauhduttava vaikutus paikalliseen mikroilmastoon, mutta huonoina puolina nähdään viherkaton paino, siihen liittyvät lisäkustannukset ja huollettavuus (O Cofaigh ym. 2002, 98).

4.5.3 Kivi, betoni ja lasi

Kivi on perinteinen materiaali, joka on yleisesti käytössä sen monipuolisuuden, korkean termisen massan, kestävyuden, lujuuden ja kauneuden vuoksi. Kivi eristää myös ääntä ja on palamatonta ja kierrätettävää. Kiveä on runsaasti saatavilla, vaikka se on uusiutumaton materiaali. Suurimmat haitat aiheutuvat louhinnasta ja kuljetuksista sekä kivirakentamiseen kuluva energiasta. Luonnonkiveä halvempina vaihtoehtoina käytettyjen teollisten ja synteettisten kivien valmistus kuluttaa paljon energiaa ja vaikutukset ympäristöön ovat kuten betonilla. (O Cofaigh ym. 2002, 121; Lappalainen 2010, 162.)

Betonin valmistukseen käytetään sementtiä, vettä sekä täyteainetta, kuten hiekkaa, soraa tai kivimurskettä. Sementtituotannon hiilidioksidipäästöt muodostavat betonin hiilidioksidipäästöistä suurimman osan, vähintään 85 %. Alkalinen sementtipöly voi myös aiheuttaa ympäristöuhkia ja terveysvaaroja, jos sitä vapautuu ilmaan tai veteen. Betonin muut ympäristövaikutukset muodostuvat kuljetuksista, raaka-aineiden kaivuusta ja ruoppauksesta sekä valmistuksesta aiheutuvista päästöistä ja energian kulutuksesta. Betoni voidaan kierrättää murskaamalla, mutta esimerkiksi raudoitettun betonin kierrättäminen on työlästä sen sisältämän raudan takia. Puolet rakennusjätteestä on yleensä betonia. Oikein rakennettuna betoni on kuitenkin hyvin kestävä materiaali. (O Cofaigh ym. 2002, 121–122; Lappalainen 2010, 162.)

Lasi valmistetaan uusiutumattomista mineraaleista, joita esiintyy runsaasti. Lasin ympäristövaikutukset ovat sen suhteelliseen pieneen rakennusmassan osuuteen ja arkkitehtuuriin hyötyihin verrattuna merkityksettömiä. Materiaalina lasia on mahdollista kierrättää lähes loputtomasti. Lasin valmistusprosessi on energiaintensiivinen ja päästöjä tuottava sekä värillisiin lasihin saatetaan käyttää myrkyllisiä lyijy-yhdisteitä. (O Cofaigh ym. 2002, 123; Lappalainen 2010, 162.)

4.5.4 Metallit ja keraamiset tuotteet

Metallit ovat uusiutumattomia, mutta kierrätettävissä olevia luonnonvaroja, joiden varannot ovat rajallisia. Metallien loppuminen on kuitenkin epätodennäköistä, sillä ne voidaan periaatteessa erotella sekajätteestäkin. Niiden kaivausprosessi aiheuttaa lähiympäristölle haitallisia päästöjä ja muutoksia, minkä takia kaivosalueet vaativat sulkemisen jälkeen

laaja-alaista kunnostusta ennen uudelleen käyttöönottoa. Metallien kaivaus- ja valmistusprosessit ovat hyvin paljon energiaa kuluttavia, mutta kierrätys mahdollistaa merkittävältä osin kuluneen energian säästöä. (O Cofaigh ym. 2002, 123–124; Lappalainen 2010, 162.)

Metallit ovat pitkäikäisiä ja kestäviä materiaaleja. Eniten rakentamisessa käytetään alumiinia, terästä ja kuparia. Alumiinin valmistus on kaikista metalleista eniten energiaa vievää, minkä johdosta esimerkiksi alumiinisia ikkunakehyksiä tulisikin välttää. Alumiini on silti helposti kierrätettävää, kestävä ja korroosiota sietävää. Teräksen korroosionkesto on huono, ja monesti se tulee ruostesuojata maalaamalla tai muilla pinnoitteilla. Teräs on yleisimmin käytetty metalli, ja romuteräksen kierrätys on tavallista. (O Cofaigh ym. 2002, 123–124; Lappalainen 2010, 162.)

Kuparia käytetään muun muassa putkissa, katoissa ja verhouksissa. Kupari on hyvin kierrätettävää, korroosiota sietävää, kestävä ja antimikrobista. Kupariputkia käytetään edelleen vesihuollossa, mutta joissain paikoissa niiden käyttö on kiellettyä. Nykyään ne korvataan usein muoviputkillla. Sinkkiä käytetään muiden metallien galvanoinnissa eli pinnoittamisessa, minkä tarkoituksena on pidentää muiden metallien kuten teräksen ikää. Galvanointi heikentää sekä sinkin että pinnoitetun metallin kierrätettävyyttä. Ympäristölle myrkyllisiä raskasmetalleja, kuten lyijyä, kadmiumia, tinaa ja elohopeaa, käsitellään ongelmajätteinä ja niitä tulisi välttää. (O Cofaigh ym. 2002, 123–124; Lappalainen 2010, 162.)

Tiili, saniteettiposliini ja laatat valmistetaan savea polttamalla. Poltosta syntyy suurin osa niiden päästöistä ja energiankulutuksesta. Uusiutumattoman saven hankinta voi vaikuttaa paikalliseen ympäristöön, mutta sitä on yleensä saatavilla runsaasti. Tiili on kestävä ja helppo kierrättää sekä mahdollista säilyttää purettaessakin ehjänä, jos tiilet on muurattu kalkki- tai hiekkalaastilla. (O Cofaigh ym. 2002, 123; Lappalainen 2010, 162.)

4.5.5 Synteettiset materiaalit

Synteettiset materiaalit tehdään pääasiassa uusiutumattomasta öljystä, mutta ne voidaan tehdä myös kasvipärisistä uusiutuvista luonnonvaroista, kuten biomuovit. Suurimmaksi osaksi synteettiset materiaalit eivät ole biohajoavia, mutta eroteltuna ne voidaan mahdol-

lisesti kierrättää. Vaurioituneena tai tuhoutuneena, esimerkiksi UV-säteilyn tai palon vaikutuksesta, niistä voi joissain tapauksissa syntyä myrkyllisiä aineita. Myös valmistukseen voi liittyä myrkkypäästöjä. Synteettiset materiaalit ovat useimmiten vedenpitäviä, halpoja ja joustavia, ja siksi monissa sovelluksissa erittäin hyödyllisiä. Usein niihin sitoutunut energia ja ympäristöhaitat nähdään pieninä materiaalmääriin ja hyötyihin verrattuna.

(O Cofaigh ym. 2002, 126.)

Ongelmallisimpia muovituotteita ovat polyvinyylikloridi eli PVC, polyuretaani ja polystyreeni, joiden valmistuksessa käytetään erittäin myrkyllisiä kemikaaleja, kuten vinyylikloridia, isosyanaatteja ja styreeniä. Myös ftalaatit ja muut muovien pehmitysaineet ovat ympäristölle ja terveydelle vaarallisia. Käytönaikana muovituotteista saattaa eristyä haitallisia aineita, jotka huonontavat sisäilmaa. Muovituotteiden loppukäsittely on vielä haastavaa, sillä niiden kestoikä on kohtuullisen lyhyt eivätkä ne sovellu uusiokäyttöön sellaisenaan. Muovit ovat usein likaisia ja usean eri muovilaadun yhdisteitä. Yhtenä käsittelyvaihtoehtona pidetään muovijätteen polttoa energiajätteenä. Muovien ryhmään kuuluvat myös kumituotteet, jotka voidaan valmistaa joko viljellystä luonnonkumista tai synteettisesti. (Lappalainen 2010, 162–163.)

5 VÄHÄHIILINEN JA EKOTEHOKAS AURINKOKAUPUNKI

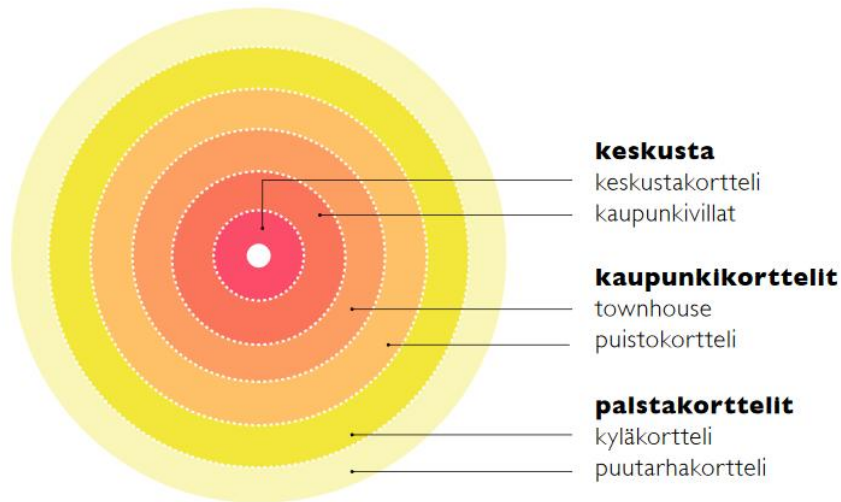
5.1 Aurinkokaupunki Nurmi-Sorilan toteutussuunnitelma

Aurinkokaupunki Nurmi-Sorila -hankkeessa selvitettiin toteuttamisedellytykset hiilineutraalin kaupunginosan Nurmi-Sorilan rakentamiseksi. Hankkeen lopputuotteena valmistunut toteutussuunnitelma antaa vastauksia siihen, millaisilla ohjauskeinoilla, määräyksillä ja toimintaympäristön muutoksilla voidaan mahdollistaa 25 vuoden kuluttua lähes hiilineutraali kaupunginosa. Hankkeessa tavoitellaan Nurmi-Sorilan alueella kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä niin, että vuonna 2030 asukasta kohden päästöt olisivat vähentyneet 80 % verrattuna keskimääräisiin 90-luvun päästöihin Tampereella. Hanke toteutettiin vuosina 2011-2012 Tampereen kaupungin kehityshankkeena. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd, Arkkitehtuuritoimisto B&M Oy & Pacsdata Oy 2012, 4–5; Välimäki, Kotakorpi, Willman, Viertola, & Närhi 2013, 43.)

Toteutussuunnitelma osoittaa, että Nurmi-Sorila on mahdollista rakentaa päästövähennystavoitteen mukaisesti. Nurmi-Sorilan kaupunginosan rakentuminen kuvataan kolmesta eri näkökulmasta: kokonaisvaltaisesti, korttelitasolla sekä aluesuunnittelijan näkökulmasta. Kokonaisvaltaisessa tarkastelussa haettiin päästövähennystavoitteen toteutumiselle reunaehtoja, joista energian tuotannon päästöjen ja rakennusten energiatehokkuuden tavoitteet olivat merkittävimpiä toteutumisen kannalta. Muita hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamisen osatekijöitä olivat uusiutuvien energiamuotojen käyttö, joukkoliikenteen toiminta, vähähiiliset rakennusmateriaalit ja tiiviin kaupunkirakentamisen kannattaminen. Kokonaisvaltaisessa tarkastelussa huomioitiin sekä alueella tuotetut että alueelle tuodun energian ja rakennusmateriaalien kasvihuonepäästöt. Asukaskohtaisesti 80%:n päästövähennystavoite tarkoittaa korkeintaan 1,6 tCO₂-ekv (hiilidioksidiekvivalentti) suuruisia kasvihuonepäästöjä, mikä voidaan saavuttaa monin eri tavoin yhdistelmällä erilaisia päästövähennyskeinoja. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 4, 16–17; Välimäki ym. 2013, 43, 45.)

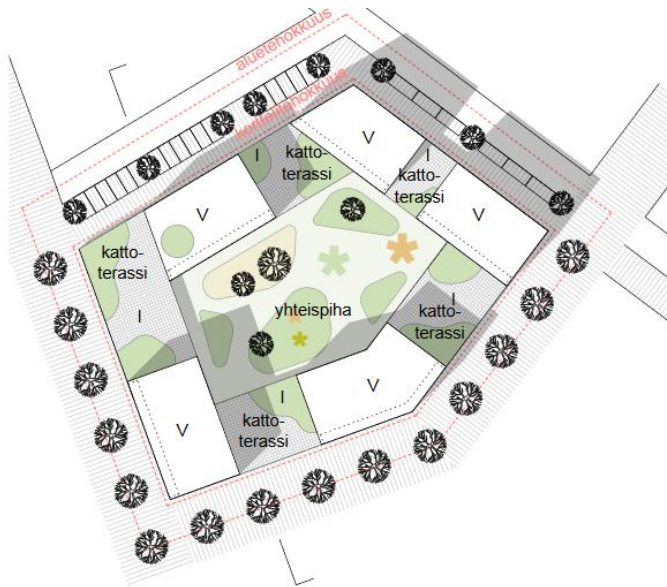
Toisessa tarkastelunäkökulmasta rakentumista arvioitiin korttelitasolla, mitä varten luotiin toisistaan huomattavasti poikkeavia mallikortteleita. Mallikorttelit on suunniteltu toteuttamaan tietty tehokkuus omalla tehokkuusvyöhykkeellensä. Hankkeessa tutkittiin kaupunkirakenteen keskustaa kohden etenevää asteittaista tiivistymistä ja tehostumista.

Vyöhykkeet jaettiin kolmeen, jotka edelleen jaettiin kahteen kaupunkikuvallisesti ja tehokkuudellisesti toisistaan eroaviin mallikortteleihin, kuten kuvasta 15 nähdään. Muuttamalla korttelien perusrakennetta ja sekoittamalla soveltuvia korttelityyppejä voidaan muodostaa monimuotoista tai yhdenmukaista rakennetta. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 4, 34.)

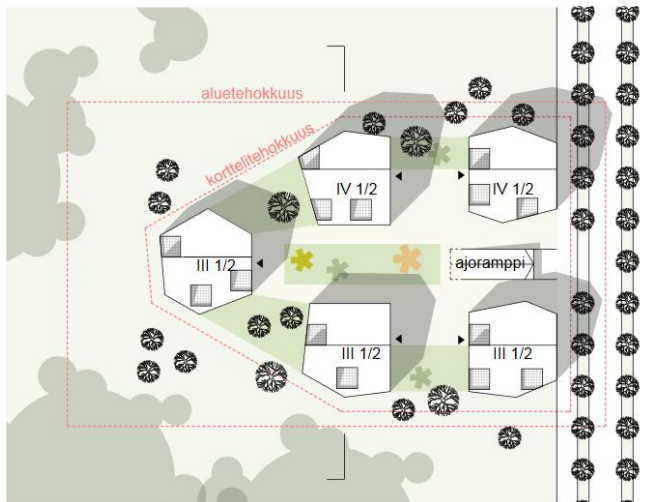


KUVA 15. Vyöhykemalli (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 34)

Keskustavyöhykkeelle sijoitettu keskustakortteli muodostaa kaupunkimaisen umpikorttelin, jossa yhdistyy asuminen ja toimitilat. Korttelin rakennusmassat vaihtelevat aukoituksillaan ja korkeuksillaan. Yhden kerroksen korkuisella jalustalla vaihtelevat käyttöterassit ja korkeammalle nousevat pistetalot (kuva 16). Keskustakorttelin maankäyttö on tehokasta, mikä tekee korttelityypistä eko- ja energiatehokkaan. Toinen keskustavyöhykkeellä sijaitseva mallikortteli on kaupunkivillat eli yhteispihan ympärille sijoitellut matalat pienkerrostalot. Kaupunkivillojen ryhmä muodostaa kaupunkimaista ja yhteisöllistä ympäristöä (kuva 16). Korttelin eko- ja energiatehokkaita ratkaisuja ovat muun muassa yhteispiha ja -tilat, energiantuotantomuoto sekä rakennustekniset ratkaisut, kuten auringsuojaa tarjoava parvekevyöhyke. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 44, 46.)



KUVA 16. Esimerkki keskustakorttelista (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 44)



KUVA 17. Esimerkki kaupunkivilloista (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 46)

Kaupunkikorttelivyöhykkeelle kuuluu pikkukaupunkimaista ympäristöä muodostavat townhouse- eli kaupunkirivitalokortteli ja puistokortteli. Korttelit muodostuvat pääasiassa pientaloasunnoista, jotka ovat kokoojakadun tai pääkadun varrella ja hyvien viheryhteyksien ympäröiviä. Eko- ja energiatehokkuus näkyy kaupunkikorttelivyöhykkeen mallikortteleissa yhteispihoissa- ja tiloissa, rakennusteknisissä ratkaisuihin ja energiantuotantomuodoissa. Lisäksi puistokorttelissa on mahdollisuus viljellä tontin alueella ja townhouse-korttelissa on tavanomaista tiiviimpää pientalorakentamista. Kuvassa 18 ja 19 nähdään molemmista mallikortteleista yksi esimerkki. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 34, 48, 50.)



KUVA 18. Esimerkki townhouse-korttelista (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 48)



KUVA 19. Esimerkki puistokorttelista (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 50)

Reunimmaisen palstakorttelien vyöhykkeen mallikorttelit rakentuvat erilaisista erillispientaloista ja omakotitaloista, joiden tehokkuudet vaihtelevat 0,13–0,25 välillä riippuen tonttikoosta. Korttelit ovat vehreitä, ja niistä on hyvät yhteydet viheralueille (kuva 20; kuva 21). Palstakorttelien eko- ja energiatehokkuutta edustaa esimerkiksi yhteistilat, rakennustekniset ratkaisut ja energiantuotantomuoto. Kyläkorttelissa on korttelin yhteinen silmukan muodostava raitti sekä yhteiset viljeltävät piha-alueet ja yhteiskäyttötilat. Myös

asuinrakennuksilla on omat pihansa. Puutarhakortteli muodostuu suurehkoista puutarhantonteista, jotka ryhmitetään yhteisen raitin varrelle. Puutarhatontit tarjoavat mahdollisuuden viljellä omalla tontilla. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 34, 52, 54.)



KUVA 20. Esimerkki kyläkorttelista (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 52)

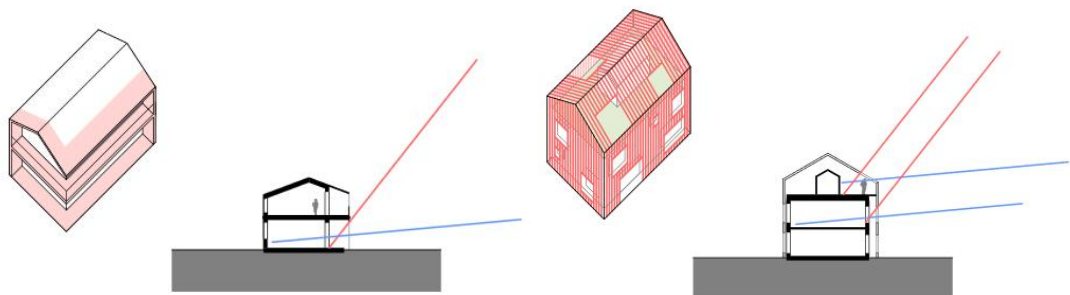


KUVA 21. Esimerkki puutarhakorttelista (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 54)

Aluetason ja korttelitason tarkasteluiden lisäksi kolmantena näkökulmana Aurinkokaupunkihanketta tutkittiin kaavoittajan näkökulmasta. Raportissa esitettiin ekologisesti kestävästä kaupunkisuunnittelun periaatteita, jota voidaan käyttää myös muiden alueiden suunnittelussa sekä Tampereella että muualla Suomessa. Ohjeet ja määräykset pyrittiin laatimaan mahdollistaen hiilineutraalin kaupunginosan kehittämisen niin, että se voidaan tehdä joustavasti monen eri tekijän summana. Yksi aurinkokaupungin lähtökohdista on mahdollistaa aurinkoenergian tehokas hyödyntäminen rakennuksissa ja niiden ympäristössä. Kaupunkisuunnittelulla voidaan kannustaa energiatehokkaaseen rakennusten optimaaliseen suunnitteluun ja myös esimerkiksi hyvien liikenne-, jäte- ja lämmitysratkaisujen hyödyntämiseen. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 56–57.)

5.2 Poimintoja erillispientalojen suunnitteluun kohdistuvista suosituksista

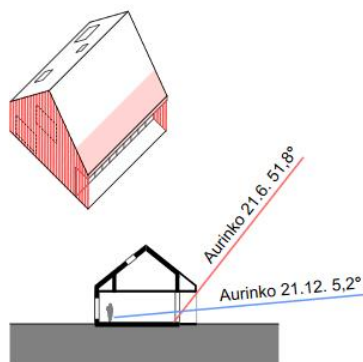
Aurinkokaupunkihankkeen aikana laadituissa ekologisesti kestävästä kaupunkisuunnittelun periaatteissa ja mallikortteleissa käydään läpi monipuolisesti myös yksittäisiin rakennuksiin kohdistuvia ohjeita. Mallikortteleista kyläkortteli ja puutarhakortteli on esitetty erillispientalo- ja omakotitaloasumisen alueina. Kyläkorttelissa tonttikooksi annetaan 500 m² ja tonttitehokkuudeksi 0,44. Rakennuksen kerrosala olisi 200 m² ja piharakennuksen 20 m². Kyläkorttelin kaksikerroksinen pientalo voidaan suojata auringolta joko parveke- ja terrassivyöhykkeellä tai pystysäleillä, jotka on aukotettu ikkunoiden kohdilta (kuva 22). (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 52–55, 60–61.)



KUVA 22. Kaksikerroksisen pientalon aurinkosuojaus (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 53)

Puutarhakorttelin tonttikoot vaihtelevat 600 m² ja 1400 m²:n välillä ja tonttitehokkuudet 0,42 ja 0,18 välillä. Kuten kyläkorttelissakin myös puutarhakorttelissa rakennuksen ker-

rosalaksi annetaan 200 m², mutta piharakennuksen kerrosalaksi annetaan 50m². Puutarhakorttelimallissa on esitetty 1,5-kerroksinen pientalo, joka on aurinkosuojattu räystäällä ja pystysäleillä (kuva 23). Molemmissa mallikortteleissa ehdotetaan lämmitykseen tontikohtaista maalämpökaivoa ja rakennuksen sijoittamista ihanteelliseen ilmansuuntaan. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 52–55.)



KUVA 23. 1,5-kerroksisen pientalon aurinkosuojaus (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 55)

Rakennuksen ihanteellinen suuntaus on etelään tai lounaaseen. Etelän puolelle ei saa sijoittaa korkeita tai varjostavia elementtejä ja vastaavasti pohjoisen puolelle tulisi sijoittaa puskurivyöhykkeitä ja havupuita suojaamaan rakennusta kylmiltä tuuilta. Auringonvalolta suojautumisen ensisijaisina keinoina käytetään rakennuksen rungon ja ulokkeiden muotoja niin, että suojaus ei estä huoneiden päänäkymiä ja että luonnonvaloa voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Pohjoispuolen ikkunoissa hyvä U-arvo mahdollistaa näkymät pohjoiseen. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 67–68.)

Lämpimän rakennuksen muodon tulisi olla yksinkertainen ja vaipan ala mahdollisimman pieni. Pihan suojaus ja rajausta toteutetaan pääasiassa puolilämpimillä tai kylmillä tiloilla ja rakenteilla sekä kasvillisuudella. Kylmiä, puolilämpimiä ja tarpeen mukaan lämmitettäviä tiloja voivat olla esimerkiksi terassi, parveke, verstaas tai erillinen sauna. Rakennuksen perusratkaisussa tulisi ottaa huomioon tilojen muunneltavuus sekä materiaalien ja ratkaisujen pitkäikäisyys ja korjattavuus. Modulaarisuudella ja esteettömyydellä voidaan pidentää rakennuksen käyttöikä. Rakennusmateriaaleissa suositaan uusiutuvia, kierrätettäviä ja lähellä tuotettuja tai paikallisia tuotteita. Esimerkiksi puu sitoo hiiltä ja toimii hiilinieluna. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 66, 68, 81.)

Rakennusten kattoja pyritään hyödyntämään viherkattoina, käyttöterasseina sekä aurinko- tai tuulivoiman energian tuotannossa. Uusiin yli yhden kerroksen talojen katoille tulisi olla mahdollista sijoittaa aurinkopaneeleita, jotka saavat auringonvaloa kaakon ja lounaan väliltä vähintään 20° kulmasta ilman liiallista varjostusta. Rakennusten energialuokassa pyritään ajankohtaiseen A-energialuokkaan. (Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd ym. 2012, 57, 68, 74.)

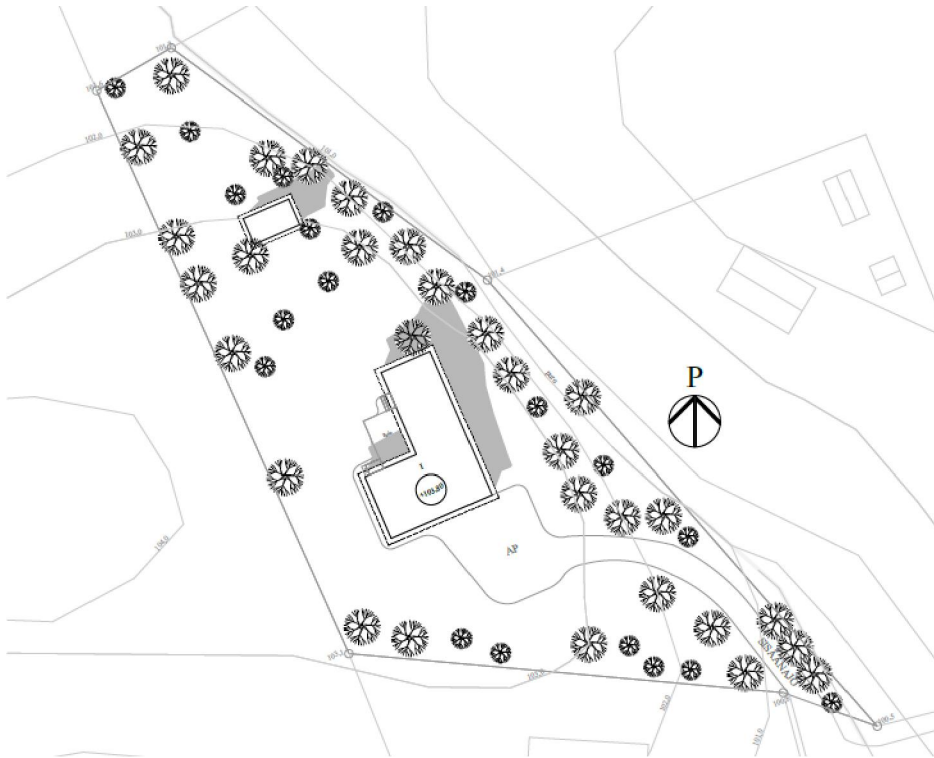
6 SUUNNITTELUKOHDE JA LÄHTÖKOHDAT

6.1 Kohteen esittely

Kohde sijaitsee Tampereella Nurmi-Sorilan kaupunginosassa noin 15 kilometrin päässä Tampereen keskustasta. Alueella on voimassa oleva osayleiskaava, jonka Tampereen kaupungin rakennusjärjestys määrittelee suunnittelutarvealueeksi (Tampereen kaupunki 2014, 6). Nurmi-Sorilan rakennuskanta on pientalovaltaista ja ympäristö maaseutumaista.

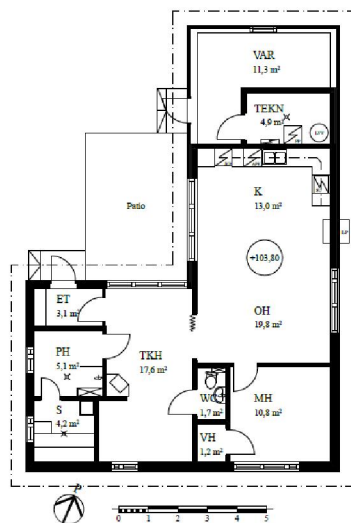
Kohde rakennettiin alun perin kesämökiksi vuonna 1972, mutta vuonna 1994 se peruskorjattiin ja laajennettiin ympärivuotisesti asuttavaksi asuinrakennukseksi. Se sijaitsee noin 1870 m² kokoisella tontilla, joka rajautuu naapuritontteihin sekä viljeltäviin peltoalueisiin ja metsään. Peltoalueiden ja järven läheisyys tekee tontista valoisan, mutta ajoittain tuulisen.

Päärakennus on sijoitettu keskeisesti tontin eteläpäähän. Tonttiliittymä sijaitsee kaakkosiskulmassa, ja kattamattomat autopaikat päärakennuksen kaakkoispuolella. Tontti on maastonmuodoiltaan etelä-länsipuolella suhteellisen tasainen, mutta pohjois-itäpuolella kulkeva puro muodostaa tontin pohjois-itäreunalle laskevan painanteen, joka toimii samalla luonnollisena hulevesien johtamisalueena. Kuvassa 24 nähdään kohteesta tehty asemapiirros. Tontilla on myös erillinen ulkovarasto.



KUVA 24. Ajantasa-asemapiirros

Rakennus on L-muotoinen yksikerroksinen puutalo, josta osa on eristämätöntä kylmää varastotilaa. Päärakennuksen kerrosala on 113 m² ja huoneistoala 84 m². Kuvassa 25 on esitetty rakennuksen pohjapiirros. Sisäänkäyntejä on kaksi, joista toinen on rakennuksen pääovi ja toinen on kylmän varastotilan ja teknisen tilan sisäänkäynti. Molemmat sisäänkäynnit sijaitsevat rakennuksen lännenpuoleisella sisäpihalla. Olohuone ja keittiö on sijoitettu sisäpihalle päin ja makuuhuone kaakkoiskulmaan. Lounaispuolen siivessä on takahuone, pesutilat ja eteinen.



KUVA 25. Ajantasapohjapiirros

Rakennuksen julkisivut ovat perinteikkäät ja maaseutumaiseen ympäristöön sopivat. Julkisivuissa on nähtävissä punaista lomalaudoitusta, vihreää peltikattoa sekä valkoisia vuorilautoja ja ikkunan puitteita. Rakennus on sähkölämmitteinen, mutta pääasiallisesti lämmitys hoidetaan ilmalämpöpumpun ja puulämmitteisen varaavan takan avulla. Saunassa on myös puulämmitteinen kiuas.

6.2 Suunnittelun lähtökohdat

Kohteesta haluttiin tehdä luonnossuunnitelmat olemassa olevan rakennuksen muutostyöstä ja sen tilalle rakennettavasta uudisrakennuksesta. Suunnittelun yhtenä tavoitteena oli huomioida alueelle tehdyn Aurinkokaupunki Nurmi-Sorilan toteutussuunnitelman mukaisesti ekologisuus ja vähähiilisyys, mikä oli myös toimeksiantajan puolesta painava suunnittelunäkökulma. Lisäksi molemmat rakennukset tuli suunnitella ajankohtaiset asetukset, määräykset ja vaatimukset huomioiden.

Toimeksiantajana toimivat kohteen asukkaat. Suunnittelun alussa kartoitettiin asukkaiden tarpeet ja toiveet niin rakennuksen ulkonäön, tilaohjelman ja toiminnallisuuden kuin tontin käytönkin kannalta. Asukkaat toivat toiveissaan esille muutostyön ja uudisrakennuksen suunnittelua koskien seuraavia asioita:

- kaksi tai kolme makuuhuonetta
- avoin ja valoisa oleskelutila
- autotalli tai -katos
- varastotilaa
- puulämmitteinen takka ja kiuas
- suojaisa piha
- puurakenteinen talo (mahdollisesti massiivirakenteinen)
- soveltuminen ympäristöön, sijoittelu tontille
- järvinäkymä
- selkeä ja nykyaikainen ilme.

Suunnittelua varten kohteesta laadittiin ajantasapiirustukset. Ajantasapiirustuksien pohjatietoina käytettiin vanhoja rakennuspiirustuksia, joissa havaittiin kuitenkin hyvin nopeasti puutteita ja vanhentunutta tietoa. Koska vanhat rakennuspiirustukset eivät olleet luonteeltaan riittävän tarkkoja, rakennus mitattiin paikan päällä sekä ulkoseinä-, alapohja- ja

yläpohjarakenteet tarkastettiin. Tämän jälkeen kohteesta luotiin ajantasapiirustukset, jotka toimivat pohjana muutostyön ja uudisrakennuksen suunnittelussa.

Tampereen kaupungin rakennusjärjestyksessä määritellään, että asemakaava-alueiden ulkopuolelle rakennettavien rakennusten yhteenlaskettu kerrosala voi olla enintään 15 % rakennuspaikan pinta-alasta ja että tontille saa rakentaa yhden enintään kaksikerroksisen asuinrakennuksen sekä yksikerroksisia talousrakennuksia (Tampereen kaupunki 2014, 7). Kun kerrosala saa olla enintään 15% rakennuspaikan pinta-alasta ja kohteen tontin koko 1870 m², saadaan kohteen rakennusoikeudeksi 280,5 m². Muutostyö päätettiin toteuttaa yksikerroksisena, kun taas uudisrakennuksesta haluttiin 2- tai 1,5-kerroksinen.

Rakenteiden suunnittelussa huomioitiin Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, jonka mukaan uuden rakennuksen energiatehokkuuden tulee olla energiatehokkuudeltaan joko rakenteellisen energiatehokkuuden tai laskennallisen energiatehokkuuden vertailuluvun mukainen. Laskennalliselle energiatehokkuudelle annetaan vertailuarvoiksi seinälle ja ryömintätilaan rajoittuvalle alapohjalle 0,17 W/(m²K), massiivipuuseinälle 0,40 W/(m²K), yläpohjalle 0,09 W/(m²K) sekä ikkunoille ja oville 1,0 W/(m²K). Lisäksi rakennuksen lämpöhäviöiden tulee luoda edellytykset vähäiselle energiantarpeelle, ja sen tulee olla energiatehokas muun muassa lämmön ja sähkön tehontarpeelta ja laskennalliselta kesäajan huonelämpötilaltaan. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 27.12.2017/1010.)

Suunnittelussa tavoiteltiin lähes nollaenergiarakentamista, minkä takia suunnittelussa huomioitiin rakenteiden lämmöneristävyuden lisäksi esimerkiksi uusiutuvien energioiden käyttömahdollisuudet ja kesäaikaisen viilennystarpeen vähentäminen. Sepposen, Niemisen, Tuomisen, Kouhian, Shemeikkan, Viikarin, Hemmilän ja Nykäsen (2013, 8) mukaan lähes nollaenergiatalolla tarkoitetaan minimienergiataloa, joka kattaa lähistöllä tai rakennuksessa tuotetulla uusiutuvalla energialla suurimman osan energiantarpeestaan. Rakennuksien U-arvojen puolesta lähes nollaenergiataloon suositellut lämmönläpäisykertoimet ovat alhaisempia kuin Ympäristöministeriön asetuksen mukaiset vertailuluvut. Sopivia rakenteiden U-arvoja ovat Sepposen ym. (2013, 22) mukaan seinälle 0,08–0,14 W/(m²K), alapohjalle 0,1–0,15 W/(m²K), yläpohjalle 0,06–0,09 W/(m²K), ikkunoille 0,6–0,9 W/(m²K) ja ulko-oville 0,6–0,8 W/(m²K).

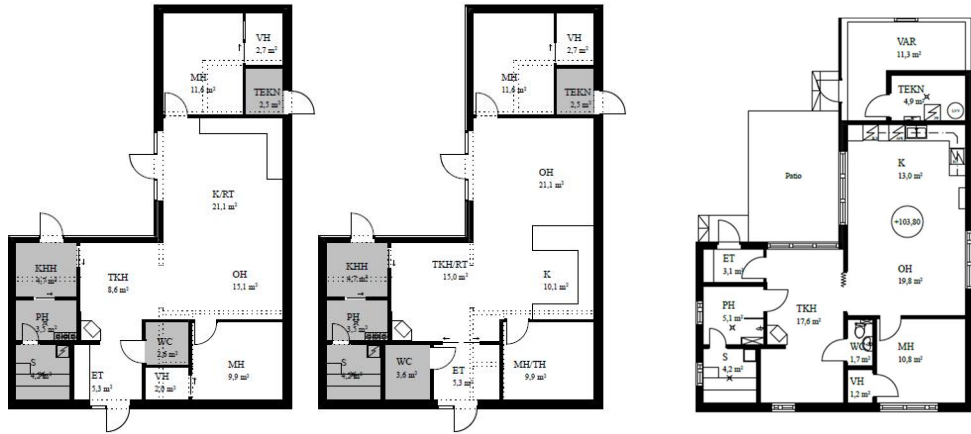
7 MUUTOSTYÖN SUUNNITTELU

7.1 Suunnitteluprosessi

Tulevaisuudessa kohteen asukkaat tulevat tarvitsemaan lisää tilaa sekä toiminnallisempaa pohjaratkaisua, joka palvelee paremmin arkisia toimintoja sekä mahdollistaa etätyöskentelyn ja useamman ihmisen asumistilat. Nykyisellään kohteen asuintilat ovat riittävät kahdelle ihmiselle. Aluksi haluttiin selvittää, mitkä tekijät tulisi säilyttää muuttumattomina ja mihin muutosta tarvittiin.

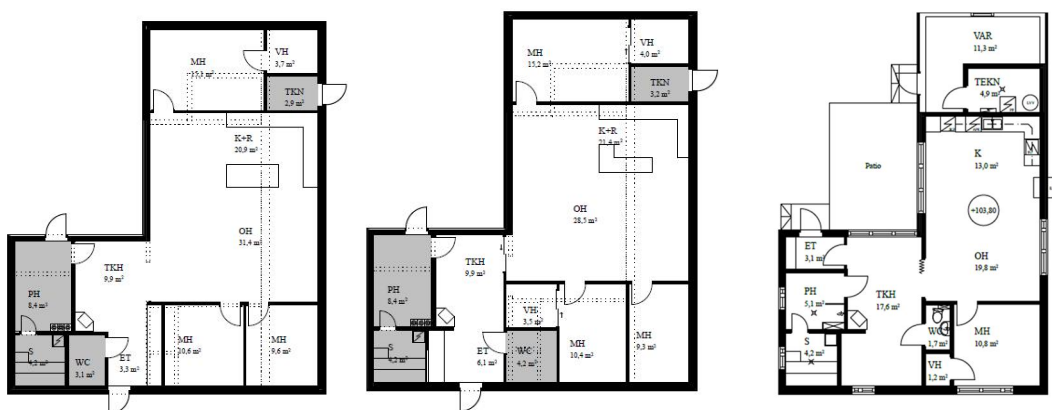
Asukkaat kokivat, että tilojen käytettävyydessä on puutteita. Erityisesti kodinhoitohuoneen (sijaitsee teknisessä tilassa) irrallisuus sisätiloista ja säilytystilojen puute nähtiin haasteellisena. Oleskelutilat taas haluttiin pitää sisänurkan läheisyydessä, kuten nykyisesäkin rakennuksessa, jotta niistä olisi suora yhteys pihalle. Läntisen siiven suunnittelua rajattiin hieman saunakiukaan ja takan takia, sillä hyvin toimivina lämpöenergian lähteinä niitä ei nähty tarpeelliseksi siirtää tai purkaa.

Tämän jälkeen mietittiin vaihtoehtoisia ratkaisumalleja toimivan pohjaratkaisun saavuttamiseksi. Vaihtoehtoina olivat muutostyön toteuttaminen olemassa olevan rakennuksen ulkovaipan sisällä tai laajentamalla rakennusta ulospäin. Muutostyö oli mahdollista toteuttaa myös vähäisillä tai laajoilla tilamuutoksilla. Pohjaratkaisuista työstettiin useita erilaisia luonnoksia, joiden ominaisuuksia vertailtiin toisiinsa. Kuvassa 26 nähdään kaksi vaihtoehtoa olemassa olevan rakennusvaipan sisällä toteutettavasta muutostöistä, joissa pyrittiin vähäisiin sisärakenteiden muutoksiin.

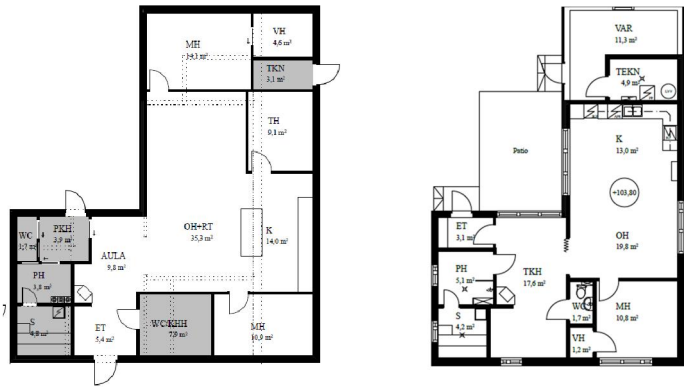


KUVA 26. Esimerkkejä olemassa olevan rakennuksen sisäisistä muutostöistä, oikealla ajantasapohjapiirros

Nykyinen asuinrakennus on sijoitettu tontille niin, että sen itäinen sivusta jää käyttämättömäksi sekä lähinnä vain sisäänajo ja autopaikoitusta varten. Lisäksi pohjois-itäpuoleisella tonttirajalla kulkevan puron muodostama painanne tekee sen käytöstä haastavan. Tämän takia rakennuksen mahdollinen laajennus oli kannattavinta suunnitella idän suuntaan. Tällöin myös lännenpuoleinen oleskelupiha säilytetään ennallaan. Sopivaksi laajennuksen pituudeksi muodostui 2,8 metriä. Kuvissa 27 ja 28 esitellään kolme erilaista pohjaratkaisua, joissa oleskelutilat ja keittiö on sijoitettu keskeisesti rakennusmassaan kuten olemassa olevassa pohjaratkaisussakin. Oleskelutiloista saatiin näkymät sekä lännen että idän puolelle.

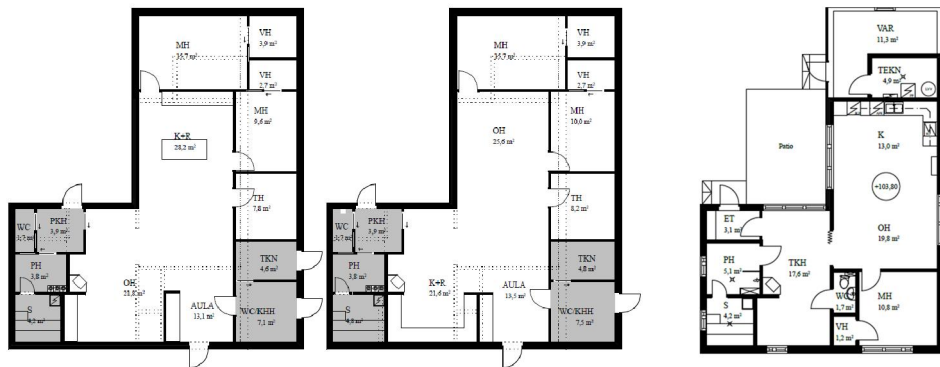


KUVA 27. Luonnoksia laajennuksesta, jossa oleskelutilat pysyvät lähes nykyisellä paikallaan. Oikealla ajantasapohjapiirros



KUVA 28. Luonnos laajennuksesta, oikealla ajantasapohjapiirros

Laajennuksen toteuttamista luonnosteltiin myös niin, että rakennuksen itäpuolelle sijoitettiin puskurivyöhykkeiksi vähemmän lämmitystä tarvitsevia tiloja, kuten makuuhuoneita ja pesutiloja (kuva 29). Pohjaratkaisuissa saatiin iso kodinhoitohuone eteisen yhteyteen, mutta liikenneväylät kulkivat oleskelutilojen läpi, ja tilojen kalustettavuus heikkeni.



KUVA 29. Luonnoksia laajennuksesta, jossa puskurivyöhykkeet on sijoitettu itäreunalle. Oikealla ajantasapohjapiirros

Lopulta luonnoksia vertailemalla päädyttiin rakennuksen laajentamiseen, koska se antoi enemmän vapautta tilojen sijoitteluun ja suuremmat oleskelutilat. Laajennus ei myöskään häirinnyt pihan käyttöä, sillä laajennus sijoitettiin jo valmiiksi vaikeasti käytettävälle tontin osalle. Tarkempia luonnossuunnitelmia tehtiin kuvassa 28 esitellystä luonnospohjasta, koska sillä saatiin toteutumaan niin suuri keittiö, mukava olohuone, riittävät pesutilat kuin toisistaan riittävän erillään olevat makuuhuoneetkin. Myös näkymät asunnon sisällä ja sieltä ulos olivat muita luonnoksia toimivampia. Rakennuksen vaipan sisäinen muutostyö tuottaisi kompaktin ja laajennusta halvemmän sekä nopeamman loppuratkaisun, mutta laajennuksella saatiin lisättyä rakennuksen muunneltavuutta, avaruutta ja esteettömyyttä.

7.1.1 Katto ja rakenteet

Suunnittelussa huomioitiin myös nykyisen rakennuksen huonekorkeus, joka on vain 2,25 metriä. Huonekorkeus on 15 senttimetriä nykyistä 2,4 metrin vaatimusta matalampi. Katto päätettiin korottaa ja kattorakenteet uusiksi niin, että niissä uudelleen käytetään vanhan rakennuksen peltikatetta ja rakenteita. Huonekorkeus haluttiin 2,5 metrin korkuiseksi, joka toisi sisätiloihin nykyistä enemmän valoa ja avaruutta. Lisäksi sisäpintojen uusimisella pystyttiin lisäämään asumismukavuutta.

Olemassa olevan rakennuksen vaipan rakenteet eivät vastaa lämmöneristävyydeltään nykyisiä määräyksiä, minkä takia muutostyön yhteydessä päätettiin eristeiden kunnon ja mahdollisuuksien mukaan joko lisäeristää rakenteet tai vaihtaa vanhat eristeet uusiin. Taulukossa 3 esitellään kohteen ajankohtaiset rakenteet ja niiden lasketut U-arvot sekä uudet muutostyön jälkeiset eristeet ja niillä lasketut U-arvot. Tässä opinnäytetyössä U-arvojen laskennassa käytettiin hyväksi Puuinfo Oy:n puurakenteiden lämmönläpäisykerroin määrittämiseen käytettävää U-arvolaskuria (Puuinfo Oy, 2012). Taulukoissa esitetyt lämmönläpäisykerroin ovat suuntaa-antavia.

TAULUKKO 3. Kohteen rakenteet ja U-arvot

	Nykyinen rakenne sisältä ulos	U-arvo (W/m ² K)	Uudet rakenteen eristeet	U-arvo (W/m ² K)
US	Sisäverhouslevy, höyrynsulku, mineraalivilla 150mm, mineraalivilla 50mm, tuulensuojalevy, tuuletusväli, julkisivuverhous	0,20	Vanha mineraalivilla 150mm, puukuitueriste 100mm TAI vanha mineraalivilla 200mm, puukuitueriste 50mm	0,17
AP	Lattialaudoitus, lastulevy, höyrynsulku, lattiakannattajat ja mineraalivilla 200mm, tuulensuojalevy	0,17	Vanha mineraalivilla 200mm, mineraalivilla 50mm	0,14
YP	Paneeli, puukoolaus, rakennuslevy, höyrynsulku, mineraalivilla 200mm	0,17	Puukuitueriste 100mm, puuhallettu puukuitueriste 300mm	0,09

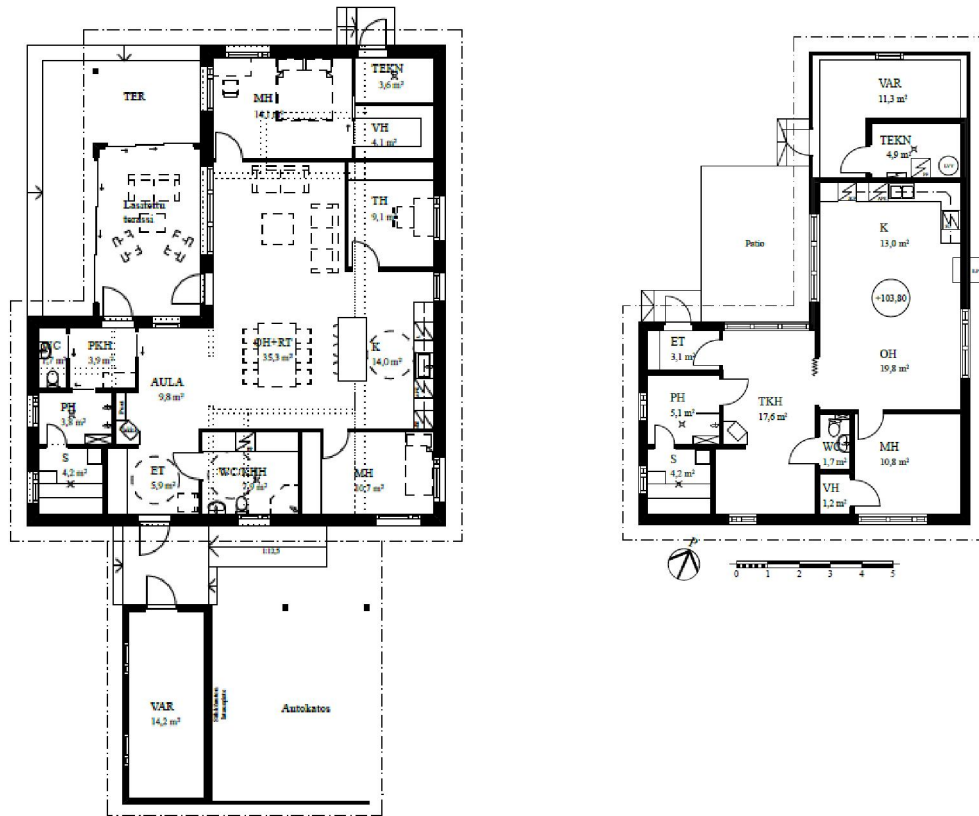
Valituilla eristeillä saadaan lämmönläpäisykerroin vastaamaan annettuja vertailuarvoja. Alapohjan kohdalla saavutetaan jopa tarvittavaa alhaisempi lämmönläpäisykerroin, koska alapohja on jo nykyisellään riittävästi eristetty. Alapohjan lisäeristys ei siis ole tar-

peellista, mutta suositeltavaa. Ulkoseinän ja yläpohjan lisäeristeisiin valittiin puukuitueriste, joka sopii yhdistettäväksi vanhan mineraalivillan kanssa ja on ekologinen vaihtoehto.

7.2 Villa Magnolia, muutostyö

Rakennusta laajennettiin 2,8 metriä itään, ja aiemmin kylmänä varastona toiminut varastotila otettiin asuinkäyttöön. Varastotila siirrettiin uuden autokatoksen yhteyteen rakennuksen eteläpäätyyn. Samalla varastotilaa saatiin kasvatettua ja päämakuuhuoneen yhteyteen lisättyä vaatehuone. Teknisen tilan sisäänkäynti vaihtui rakennuksen pohjoispäätyyn. Muutostyöstä tehdyt luonnospiirustukset on koottu liitteeseen 1.

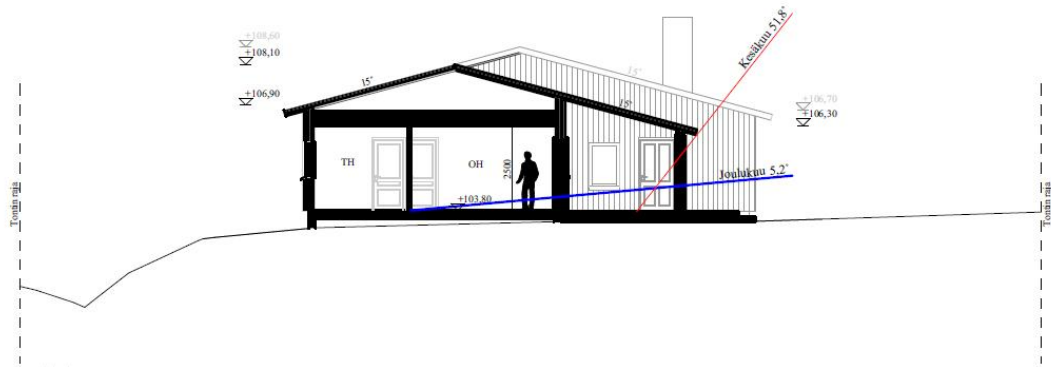
Sauna, pesuhuone ja takkahuone pidettiin alkuperäisillä paikoillaan, mutta niihin tehtiin pieniä parannuksia. Muutostyön jälkeinen takkahuone toimii aulatilana, jonka kautta takan tuottama lämpöenergia saadaan jaettua aiempaa tehokkaammin koko rakennukseen. Aulatilaa voidaan käyttää myös ruokailutilana. Pesuhuonetta pienennettiin, ja aiemmin eteisenä toimivaan tilaan saatiin pukuhuone ja pieni vessa. Pukuhuoneen kautta saatiin reitti yksityiselle sisäpihalle saunan vilvoittelua varten. Kuvassa 30 nähdään uuden ja vanhan rakennuksen pohjapiirrokset vierekkäin.



KUVA 30. Pohjapiirros laajennuksesta ja olemassa olevasta rakennuksesta

Eteinen siirrettiin sisääntulopihalle lähemmäs autopaikoitusta, mikä helpotti rakennuksen sisäänkäynnin hahmottamista ja arjen toimintoja. Eteisestä saatiin huomattavasti aiempaa suurempi ja toimivampi. Lisäksi eteisestä on suora näkymä sisäpihalle. Uusi tilava kodinhoitohuone sijaitsee suoraan eteisen yhteydessä. Kodinhoitohuonetta täydennettiin rakennuksen toisella WC- ja pesutilalla, jonne on esteetön pääsy. Muissakin asuintiloissa pyrittiin esteettömyyteen, jotta rakennus olisi mahdollisimman muuntautuva erilaisille tarpeille.

Keittiö- ja ruokailutiloista muodostettiin kutsuva kokonaisuus, joka on vaivaton saavuttaa joka puolelta rakennusta. Keittiöstä saatiin myös talon läpi kulkevat näkymälinjat. Avoin keittiötila yhdistettiin olohuoneeseen ja sisäpihaan. Rakennuksen sisäkulmaukseen suunniteltiin lasitettu terassi, joka toimii sekä talviaikaisena puskurivyöhykkeenä että sisätiloihin yhdistettävänä oleskelu- ja vihertilana. Lasitetun terassin katto estää kesäaikaisen yllilämpämisen, mutta päästää auringonvalon sisälle talvella (kuva 31).



KUVA 31. Ulkoinen auringonsuojaus

Julkisivuverhoiluun valittiin maalattu pysty-laudoitus, joka mahdollistaa vanhan julkisivulaudoituksen hyödyntämisen. Hyödyntämällä vanhaa julkisivulaudoitusta pystyttiin vähentämään turhaa rakennusjätteen aiheuttamaa ympäristökuormaa. Mustalla ja valkoisella julkisivuverhoilulla luotiin julkisivujen ja erillisen autokatoksen välille kontrastia, mikä korostaa erityisesti rakennuksen sisääntuloa. Valkoinen puuverhoilu sopii hyvin maalaismaiseen rakennettuun ympäristöön, kun taas musta puuverhoilu tekee rakennuksen ilmeestä nykyaikaisen (kuva 32).



KUVA 32. Julkisivu itään

Kattomuoto pidettiin aiempaa vastaavana, mutta sen kattokulmaa nostettiin viidellä asteella ja kattorakenteita korotettiin 25 senttimetriä. Kattokulman jyrkennyksellä parannettiin aurinkopaneelien hyödyntämistä katolla. Lännenpuoleisille lappeille ja etelänpuoleiselle autokatoksen katolle mahtuu useita aurinkopaneeleita, jolloin pystytään hyödyntämään aurinkoenergiaa kahdesta suotuisasta ilmansuunnasta. Suunnittelussa huomioitiin myös maalämpöjärjestelmän käyttöönotto.

Tontin lounaisreunalle suunniteltiin istutettavaksi lehtipuita tai pensaita, jotka suojaavat rakennusta ja piha-alueita vallitsevan päätuulensuunnan tuuilta. Pohjoisrajalle taas suunniteltiin havupuita kylmän pohjoistuulen estämiseksi. Rakennuksen sisäkulmauksen terrassirakenteilla luotiin lisää miellyttävää ja helppokäyttöistä oleskelupihaa rakennuksen suojaisaan sisäkulmaan. Hulevedet suunniteltiin imeytettäväksi tontilla tai johdettavaksi tontin rajalla kulkevaan puroon. Pihan pinnoitteisiin suositellaan vettä läpäiseviä pinnoitteita.

8 UUDISRAKENNUKSEN SUUNNITTELU

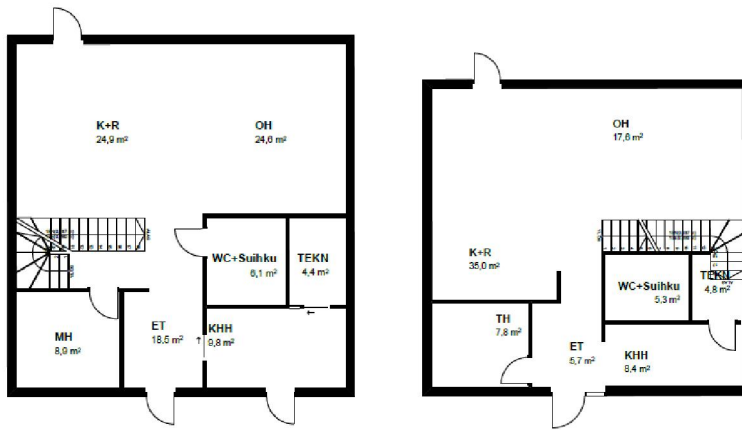
8.1 Suunnitteluprosessi

Aluksi selvitettiin uudisrakennuksen suunnittelua koskevat tekijät. Asukkaat halusivat uudelta rakennukselta selkeästi erilaista ratkaisua, kuin mitä nykyisen rakennuksen ja muutostyön puitteissa oli mahdollista tehdä. Asuintiloja tuli olla kahdessa kerrostatasossa, ja niiden tuli olla muunneltavissa erilaisia elämäntilanteita varten. Toiveena oli myös, että vieraille saataisiin yöpymistilat ja että oleskelutiloissa olisi tarpeeksi tilaa erilaisille toiminnoille.

Uudisrakennuksen sijoittelu tontille oli suhteellisen vapaata, mutta sisääntuloväylän ja maastonmuotojen takia rakennuksen luonnollisin sijainti oli tontin itärajalla. Tällöin myös autokatos tuli sijoittaa rakennuksen kaakkoispuolelle. Rakennuspaikan hahmottelun jälkeen uudisrakennuksesta tehtiin monia vaihtoehtoisia luonnoksia, joiden pohjaratkaisuja vertailtiin toisiinsa. Ensiksi luonnosteltiin rakennuksen ensimmäisen kerroksen pohjapiirroksia.

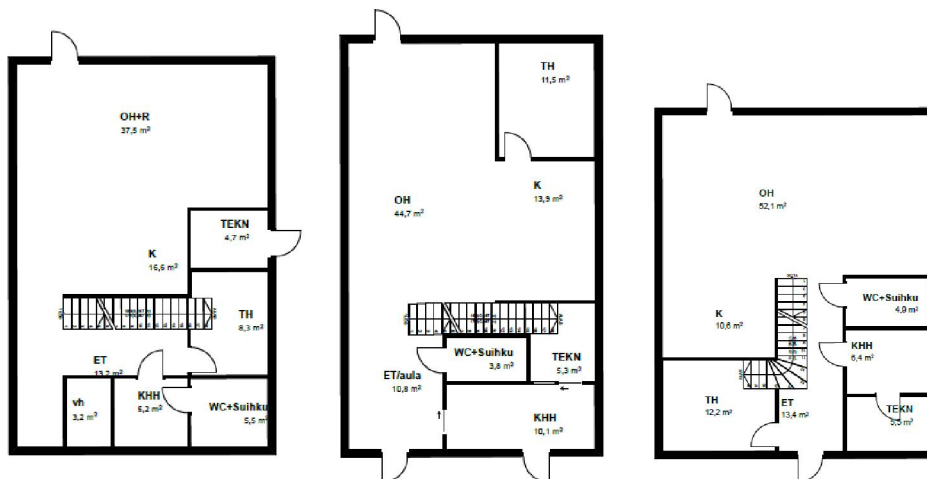
Koska ensimmäisestä kerroksesta haluttiin tehdä niin sanottu selviytymiskerros eli kerros, jossa on kaikki jokapäiväiseen elämään tarvittavat tilat, ensimmäiseen kerrokseen sijoitettiin olohuone, keittiö, pesutilat, kodinhoitohuone ja työhuone. Työhuone on tarpeen mukaan muutettavissa makuuhuoneeksi. Myös esteettömyys huomioitiin ensimmäisen kerroksen pohjaratkaisujen luonnostelussa. Ekologisen ajattelun myötä jo heti luonnostelun alussa saunatilat päätettiin sijoittaa erilliseen ulkorakennukseen, joka pystytään talvella pitämään vain ylläpitolämmöllä ja lämmittämään puukiukaan avulla. Samalla vieraille saatiin päärakennuksesta erillään olevat yöpymistilat. Pääsisäänkäynnin edullisin sijoitus hahmottui rakennuksen kaakkoispäättyyn.

Rakennuksen massoittelessa tavoitteena oli mahdollisimman yksinkertainen muoto, mikä vähentää vaipan alaa ja sitä kautta lämmitysenergian tarvetta. Kuvassa 33 nähdään luonnoksia ensimmäisestä kerroksesta, jossa on tutkittu rakennuksen toteuttamista lähes neliön muotoisella massalla. Muissakin ratkaisuissa tähdättiin suorakulmaisiiin, I-muotoisiin pohjiin.

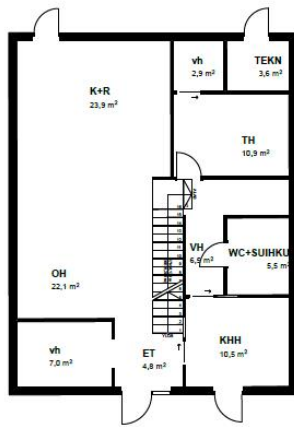


KUVA 33. Luonnoksia ensimmäisen kerroksen pohjapiirroksista

Rakennuksesta luonnosteltiin myös erilaisia pohjaratkaisuja, joissa portaat oli sijoitettu rakennuksen keskelle joko pitkittäis- tai poikittaissuunnassa. Kuvassa 34 on kolme erilaista esimerkkiä ratkaisusta, joissa portaat on sijoitettu keskeisesti niin, että niiden alapuolinen tila pystytään osittain tai kokonaan hyödyntämään. Useassa tilaratkaisussa olohuone ja keittiö on sijoitettu rakennuksen luoteispäähän, koska tontin käytön ja tilojen toimivuuden kannalta se kehittyi parhaaksi vaihtoehdoksi. Kuitenkin, kuten kuvasta 35 voidaan havaita, oleskelutilat saatiin toimivaan hyvin myös sijoittamalla ne lounaanpuoleiselle reunalle.

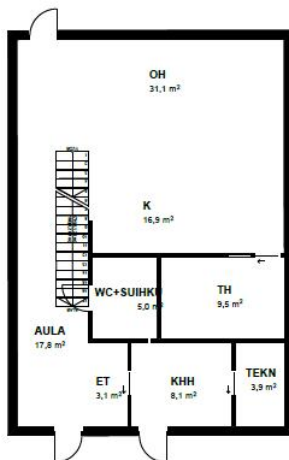


KUVA 34. Esimerkkejä portaiden sijoittamisesta keskelle rakennusmassaa



KUVA 35. Oleskelutilat lounaaseen päin

Kun ensimmäisestä kerroksesta suunniteltuja vaihtoehtoja vertailtiin toisiinsa, valinta tehtiin edellisessä kuvassa 35 esitellyn luonnoksen ja kuvassa 36 esitellyn luonnoksen välillä, jossa avoin oleskelutila on sijoitettu rakennuksen luoteispäättyyn. Jatkosuunnitteluun valittiin viimeisenä esitelty vaihtoehto, koska se pystyttiin toteuttamaan kaksikerroksisena.



KUVA 36. Valitun vaihtoehdon luonnos

Kuvan 35 vaihtoehto suunniteltiin toteutettavaksi 1,5-kerroksisena. 1,5-kerroksisessa talossa katto olisi laskenut luoteeseen päin, jolloin toisesta kerroksesta saatava järvinäkymä olisi jäänyt puuttumaan. Lisäksi kuvan 36 vaihtoehdossa oleskelutilat saatiin rauhoitettua talon toiseen päättyyn. Valittua luonnosta kehiteltiin eteenpäin ja siihen suunniteltiin toinen kerros sekä autokatos ja erillinen saunarakennus. Myös tontin käyttöä hahmoteltiin.

8.1.1 Rakenteet

Uudisrakennus haluttiin rakentaa joko massiivipuorakenteisena tai muuten homogeenisina rakenteina. Rakenteiden valintaa varten tutkittiin erityisesti eniten näkyvien elementtien eli ulkoseinien esteettisyyttä, ominaisuuksia ja lämmöneristävyttä. Lähempään tarkasteluun otettiin toisiaan muistuttavat CLT- ja lamellihirsirakenteet. Taulukossa 3 nähdään esimerkkejä erilaisten CLT- ja lamellihirsirakenteiden lasketuista lämmönläpäisykertoimista. CLT- ja hirsirakenteiden lämmöneristävyys ei eroa huomattavasti toisistaan, sillä molemmat ovat täyspuuta. Massiivirakenteisena tai eristettynä rakenteena CLT-talo voidaan kuitenkin toteuttaa vaatimukset täyttäen hieman ohuemmalla rakenteella kuin hirsitalo.

Taulukko 4 Esimerkkejä CLT- ja hirsiseinärakenteiden U-arvoista

CLT (0,11 W/mK)	U-arvo (W/m ² K)	Lamellihirsi (0,12 W/mK)	U-arvo (W/m ² K)
240mm	0,41	270mm	0,41
260mm	0,38	280mm	0,40
CLT 140mm, puukuitueriste 200mm, julkisivuverhous	0,17	Hirsi 134mm, puukuitueriste 200mm, julkisivuverhous	0,17
CLT 160mm, puukuitueriste 200mm, julkisivuverhous	0,16	Hirsi 204mm, puukuitueriste 200mm, julkisivuverhous	0,17
CLT 160mm, puukuitueriste 225mm, julkisivuverhous	0,15	Hirsi 204mm, puukuitueriste 225mm, julkisivuverhous	0,15

CLT-levy valittiin kaikkiin uudiskohteen kantaviin rakenteisiin hirren sijaan, sillä valmiiksi tuotetuilla CLT-elementeillä rakennuksen sisätiloihin saatiin valmiiksi käsitellyt sisäpinnat sekä pystyttiin vähentämään asennusaikaa ja rakennustöiden aiheuttamaa ympäristökuormaa. Lisäksi CLT mahdollisti talon selkeän ja nykyaikaisen ilmeen sekä vaipaamman rakennuksen aukotuksen. Alapohja ja yläpohja lämmöneristävydessä tavoiteltiin nykyistä vaatimusta vastaavaa tai sitä alhaisempaa tasoa.

Ulkoseinärakenteeksi valittiin taulukossa esitelty lämmöneristetty seinärakenne, jossa kantava rakenne on 160 mm CLT-levy ja lämmöneriste 200 mm puukuitueriste. Rakenteen kokonaispaksuus on noin 420 millimetriä. Seinärakenne on toteutettavissa myös paksuudeltaan vahvemmillä CLT-levyllä. Massiivipuun paksuuden lisääminen parantaa edelleen jo hyvin paloa kestävän rakenteen paloturvallisuutta. Mikäli olemassa olevan

rakennuksen eristeiden ja rakenteiden kunto sen mahdollistavat, voidaan niitä hyödyntää myös uusissa rakenteissa.

8.2 Villa Magnolia, uudisrakennus

Rakennus sijoitettiin itäisen tonttirajan suuntaisesti. Etäisyys tontin rajoista pidettiin ohjeistetussa viidessä metrissä. Uudiskohde muodostuu kolmesta eri rakennusmassasta, jotka on yhdistetty toisiinsa lasikatteilla. Autokatoksen yhteyteen sijoitettiin ulkovarasto, jonka käyttö tehtiin vaivattomaksi yhdistämällä varaston kulku päärakennusta reunustavaan terassialueeseen. Autojen paikoitus onnistuu sekä kahden auton autokatoksessa että kattamattomalla alueella. Autokatokseen suunniteltiin myös sähköauton latauspiste. Kuvassa 37 nähdään ote asemapiirroksesta, joka löytyy muiden luonnospiirustuksien lisäksi liitteestä 2.



KUVA 37. Ote asemapiirroksesta

Rakennusmassoilla muodostettiin suojaisia piha-alueita, joissa auringonvalon saatavuus on hyvä lähes koko päivän. Osa terassialueista on katettua ja osa kattamatonta. Massoittelemalla rakennukset pitkänomaisesti, muodostivat ne varjoaluetta pääosin tontin itäreunalle, mikä ei vaikuttanut heikentävästi tontin käyttöön eikä varjostanut naapuritontin piha-alueita. Tontin pohjoisreunalle suunniteltiin istutettavaksi kylmiltä tuulilta suojaavaa havupuustoa ja lounaisreunalle tuulelta suojaavia ja kesäaikaan sopivasti varjostavia

lehtipuita- tai pensaita. Hulevedet suunniteltiin imeytettäväksi tontilla tai johdettavaksi tontin rajalla kulkevaan puroon. Pihan pinnoitteisiin suositellaan vettä läpäiseviä pinnoitteita.

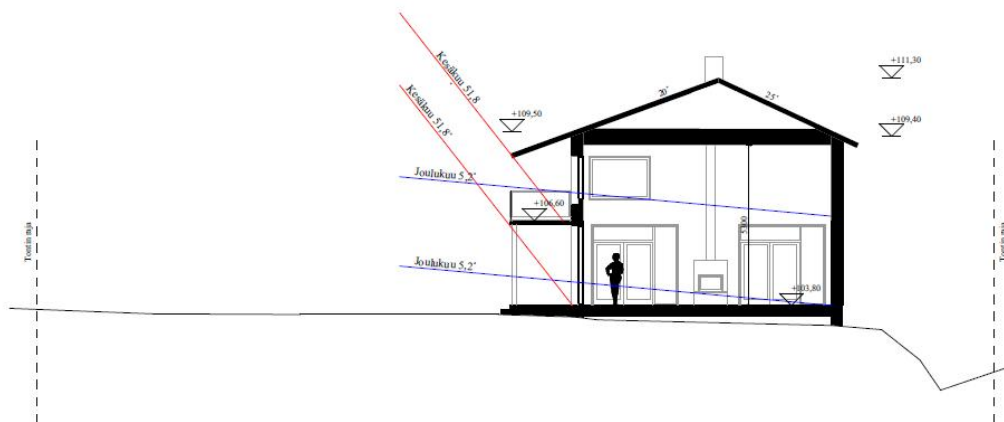
Ensimmäisen kerroksen sisääntuloaula suunniteltiin avoimeksi niin, että heti sisään tultaessa porraskäytävä luo pitkän näkymän talon läpi terassialueelle. Aulan korkea ikkuna lisää eteisen valoisuutta. Aulan välittömään läheisyyteen sijoitettiin WC ja suihkuhuone sekä myös kuraeteisenä toimiva kodinhoituhuone. Kodinhoituhuoneen erillinen sisäänkäynti helpottaa arkena kuraeteisen käyttöä, ja pitää niin sanotun edustuseiteisen eli aulan siistinä. Kuvasta 38 nähdään ensimmäisen ja toisen kerroksen pohjapiirrokset.



KUVA 38. Pohjapiirrokset, 1. ja 2. kerros

Tekninen tila sijoitettiin talon viileän itäkulmaan, ja huoltotoimenpiteiden helpottamiseksi tekniseen tilaan kuljetaan ulkokautta. Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee myös työhuone, joka voidaan tarvittaessa muuttaa makuuhuoneeksi. Ensimmäinen kerros toimii siis selviytymiskerroksena, jonka tiloissa on tähdätty helppokäyttöisyyteen ja esteettömyyteen.

Olohuoneen ja ruokailutilan muodostamaan korkeaan tilaan sijoitettiin lounaaseen ja luoteeseen päin suuntautuvia suuria ikkunoita. Niiden kautta oleskelutiloihin ja keittiöön saadaan paljon valoa aamusta iltaan sekä kesällä että talvella. Kesäaikainen talon liiallinen lämpiäminen estettiin parveke- ja räystäsrakenteilla, kuten kuvasta 39 voidaan havaita. Olohuoneen ja ruokailutilan väliin, katon harjalinjalle, sijoitettiin puulämmitteinen takka. Keittiöön suunniteltiin kierrettävyyttä ja riittävästi säilytys- ja työskentelytilaa sekä olohuoneesta ja ruokailutilasta poiketen normaali huonekorkeus, joka jakaa keittiön omaksi tilakseen.



KUVA 39. Auringonsuojaus

Päärakennuksen ja saunarakennuksen välissä on viherhuoneena tai aurinkotilana toimiva lasikatettu ja lasitettu ulkotila. Se mahdollistaa viher- ja hyötykasvien kasvattamisen sekä toimii puskurivyöhykkeenä, polttopuiden säilytyspaikkana ja saunan vilpolana. Kattamattomalle terassille kuljetaan joko suoraan ruokailutilasta tai viherhuoneen kautta.

Erillinen saunarakennus voidaan talvella pitää ylläpitolämmöllä, jolla säästetään lämmitysenergian kulutuksessa. Tarvittaessa saunarakennus voidaan lämmittää myös puulämmitteisen saunakiukaan avulla. Saunarakennuksessa on WC- ja pesutilat sekä suuri pukuhuone, mikä sallii vieraiden majoittamisen päärakennuksesta erilliseen rakennukseen. WC- ja pesutiloissa on mahdollista hyödyntää myös esimerkiksi sadevettä ja erilaisia käymäläratkaisuja. Saunarakennuksen edessä olevalle terassille suunniteltiin istutusalue, johon voi istuttaa esimerkiksi matalan lehtipuun suojaamaan oleskelualueita auringolta.

Toiseen kerrokseen sijoitettiin tilava päämakuuhuone, vaatehuone, yläkerran olohuone ja kylpyhuone. Vaatehuone ja kylpyhuone sijoitettiin korkean tilan ja muiden tilojen väliin,

millä vaimennettiin yläkerran tiloihin kulkeutuvia ääniä. Olohuone on suljettavissa liukuovilla ja mahdollista muuttaa makuuhuoneeksi tai esimerkiksi harrastetilaksi. Kulku parvekkeelle suunniteltiin avoimen aulan kautta, jotta sen käyttäminen ei rajoittuisi vain yhden makuuhuoneen käyttöön.

Julkisivuverhoiluun valittiin kotimaisesta kuusesta valmistettu ulkoverhouslauta, joka käsitellään rautavihtrillillä tasaisen patinoitumisen takaamiseksi ja nopeuttamiseksi. Vähän käsitellyt julkisivulaudat ovat tarvittaessa helppoja kierrättää ja ylläpitää. Julkisivulautoihin ei tällöin myöskään tarvita muita käsittelyaineita tai maaleja. Ikkunoissa ja ovissa suosittiin myös puuta. Katemateriaaliksi valittiin tummanharmaa konesaumattu peltikatto, joka mahdollistaa vanhan peltikaton hyödyntämisen myös uudessa rakennuksessa. Kuvassa 40 nähdään talon julkisivu lounaaseen.



KUVA 40. Julkisivu pihalle päin

Luonnollisesti harmaantunut julkisivuverhous sulautuu ympäristöönsä ja muistuttaa ulkonäöltään esimerkiksi alueella esiintyviä vanhoja latoja. Julkisivulaudat suunniteltiin toteutettavaksi eri lautaleveyksiä vaihdelle, millä lisättiin julkisivupinnan mielenkiintoisuutta, metsämäistä olemusta ja kierrätysmateriaalien käyttömahdollisuutta. Suurimmat ikkunapinta-alat suunnattiin lounaaseen eli sisäpihalle päin, jolloin auringon lämpöenergiaa pystytään hyödyntämään talviaikaan ja auringonvaloa ympäri vuoden. Vastaavasti rakennuksen koillispuolelle sijoitettiin vain vähän ikkunoita.

Rakennusmassat muodostavat kattopinta-alaa neljään ilmansuuntaan. Kun aurinkopaneeleita sijoitetaan autokatoksen, päärakennuksen ja saunarakennuksen katoille, saadaan kerättyä auringon säteilyenergiaa kaakon ja luoteen väliseltä sektorilta. Päärakennuksen lounaaseen laskeva lape on aurinkoenergian keräämiseen tehokkain pinta-alansa ja kattokulmansa puolesta. Suunnittelussa huomioitiin myös maalämpöjärjestelmän käyttöönotto.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää kohteeseen soveltuvin vaihtoehto muutostyön ja uudisrakennuksen väliltä. Muutostyöstä ja uudisrakennuksesta tehtiin luonnossuunnitelmat, joita vertailtiin toisiinsa. Lopulta kohteeseen valittiin uudisrakennus, jonka suunnittelussa oli mahdollista huomioida sekä asukkaiden toiveet että ekologiset näkökulmat muutostyötä paremmin.

Muutostyön suunnittelussa ei pystytty vaikuttamaan rakennuspaikan valintaan, kun taas uudisrakennuksen sijoittelu tontille oli suhteellisen vapaata. Tämän takia uudisrakennus pystyttiin suuntaamaan ilmansuuntien, näkymien ja tontin käytön kannalta paremmin. Piha-alueesta saatiin nykyistä suurempi ja valoisampi sekä autopaikoituksen ja sisäänajo-
väylän vaatimaa tilaa pystyttiin pienentämään. Sijoittamalla rakennus lähelle nykyisen rakennuksen sijaintia ja luonnonarvoiltaan heikolle tontin osalle vähennettiin myös maanmuokkaustarvetta. Lisäksi aurinkoenergian hyödyntäminen aktiivisesti ja passiivisesti olisi uudisrakennuksessa tehokkaampaa.

Rakennusten massoittelulla ja kasvillisuudella suojattiin sekä asuinrakennusta että pihaa. Tilojen käyttö suunniteltiin ilmasto-olosuhteiden, ilmasuuntien ja eri vuoden aikojen mukaan. Talvella käytettävää ja lämmitettävää asuin-alaa voidaan halutessa vähentää ja vastaavasti kesällä kasvattaa, esimerkiksi ottamalla saunarakennus ja viherhuone aktiiviseen käyttöön. Tämä lisää asunnon muunneltavuutta ja säästää lämmitysenergiankulutuksessa. Erillinen saunarakennus suunniteltiin niin, että se on mahdollista pitää talviaikaan vain ylläpitolämmöllä ja että sinne voidaan majoittaa tarvittaessa vieraita.

Molempiin vaihtoehtoihin suunniteltiin muuntojoustavia ja esteettömiä tiloja sekä ekologisia ja vähähiilisiä materiaaleja. Uudisrakennukseen valittiin massiivinen CLT-rakenne, jolla pystyttiin lisäämään tulevan asuinrakennuksen elinikää, paloturvallisuutta ja ilmatiiveyttä. Materiaalivalinnoissa suosittiin kotimaisia materiaaleja, joiden hiilijalanjälki ja kuljetusmatka olisivat mahdollisimman pieniä. Lisäksi asukkaiden viihtyvyys ja rakennuksen terveellisyys voitiin ottaa huomioon uudisrakennuksessa.

Vaikka muutostyö aiheuttaisi uudisrakennusta vähemmän purkutöitä ja siten myös rakennusjätettä, uudisrakentamisella saavutettaisiin todennäköisesti enemmän etuja koko elinkaaren ajalle. Olemassa olevan rakennuksen purkujäte voidaan kierrättää ja lajitella uudelleen- ja hyötykäyttöön. Esimerkiksi hyväkuntoisia puurakenteita ja eristeitä on mahdollista hyödyntää uuden rakennuksen rakenteissa ja vanhoja peltikatteita uusissa katoissa, kuten autotallin ja saunarakennuksen katossa. Poltettavaksi soveltuvaa puuta pystytään myös hyödyntämään lämmitysenergiana sekä asuin- että saunarakennuksessa.

Luonnossuunnitelmissa tavoiteltiin lähes nollaenergiarakentamisen ja mahdollisimman ekologisen rakennustavan yhdistelmää, mikä nähtiin tässä opinnäytetyössä luontevana energiatehokkaiden ja ekologisten suunnitteluperiaatteiden yhteneväisyyksien sekä alueelle tehdyn hiilineutraalin ja ekotehokkaan kaupunginosan toteutussuunnitelman vuoksi. Molemmat vaihtoehdot olisi mahdollista toteuttaa lähes nollaenergiataloina, sillä uusiutuvien energioiden, kuten aurinkoenergian ja maalämmön, avulla voitaisiin kattaa suurin osa rakennuksien energiantarpeesta tai jopa enemmän. Rakenteellisilla ja tilallisilla ratkaisuilla vähennettiin lämmitys- ja viilennysenergiatarvetta sekä lisättiin rakennuksen pitkäikäisyyttä ja muunneltavuutta. Myös suunniteltujen ratkaisujen hiilidioksidipäästöt ja ympäristövaikutukset pidettiin mahdollisimman vähäisinä.

Työn tulokset antavat hyvät pohjatiedot suunnittelun eteenpäin viemiseen. Jatkossa voidaan tutkia esimerkiksi kohteeseen rakennettavan asuinrakennuksen kustannuksia, teknisiä laitteita ja pintakäsittelyaineita, joihin ei tämän opinnäytetyön aikataulun puitteissa voitu syventyä tarkemmin. Myös ekologisten ratkaisujen, kuten olemassa olevan rakennuksen purkumateriaalien kierrätystä ja sadeveden hyödyntämistä, voidaan tutkia tarkemmin. Uudisrakennuksesta suunniteltua luonnosta voidaan kehittää edelleen, ja uudisrakennuksesta voidaan tehdä lisää vaihtoehtoisia ja toisiinsa vertailtavia luonnoksia.

Koska valinta muutostyön ja uudisrakennuksen välillä on aina riippuvainen kyseessä olevasta kohteesta, on hyvä huomioida, että tämän opinnäytetyön tulokset eivät ole suoraan sovellettavissa muihin hankkeisiin. Työ tarjoaa kuitenkin vertailukohtia, näkökulmia ja suunnitteluperiaatteita, joita voidaan hyödyntää ekologisen pientalon suunnittelun tukena.

LÄHTEET

- Alasaarela, M. 2009. Hirsiseinän valmistuksen energiankulutus ja päästöt. Julkaistu 11.2.2009. Arkkitehtitoimisto Inspis Oy. Oulu. Luettu 20.2.2018. Pdf-tiedosto. http://www.hirsikoti.fi/assets/images/Tutkimukset/Muut_tutkimukset/Elinkaarianalyysin_tiivistelma.pdf
- Aminoff, J. & Kontinen, L. 2004. Terve koti ja asuinympäristö. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Celt Oy. 2017a. CLT. Luettu 6.3.2018. <https://celt.fi/clt/>
- Celt Oy. 2017b. MHM. Luettu 6.3.2018. <https://celt.fi/mhm/>
- Ekocentria. N.d. Neljä ulottuvuutta. Luettu 25.1.2018. http://www.ekocentria.fi/nelja_ulottuvuutta
- FinnBuild. 2016. Ekologinen rakentaminen. Julkaistu 8.9.2016. Luettu 26.1.2018. <http://finnbuid.messukeskus.com/ekologinen-rakentaminen/>
- Green Building Council Finland. 2012. Rakennusten ympäristöluokitukset. Julkaistu 6.1.2012. Luettu 15.2.2018. <http://figbc.fi/tietopankki/ymparistoluokitukset/>
- Hakaste, H. 2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset ja materiaalitehokkuus. Julkaistu 19.9.2013. Päivitetty 16.6.2016. Ympäristöministeriö. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Luettu 30.1.2018. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentamisen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennusmateriaalien_ymparistovaikutukset_ja_materiaalitehokkuus
- Hautajärvi, H. 2011. Omakotitaloja. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Hänninen, P. 2014. Ekologisesti kestävä pientaloasuminen. 13 pientalon vertailu. Julkaistu 2014. Ympäristöministeriön raportteja 20/2014. Pdf-tiedosto. Tulostettu 5.2.2018. https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135887/YMra_20_2014.pdf?sequence=3
- Hänninen, P. 2016. Rakentajan ekolaskuri. Ekorakentajan opas. Päivitetty 30.10.2016. Luettu 23.1.2018. <http://www.rakentajanekolaskuri.fi/taustatietoa.php#Kestavakehitys>
- Lappalainen, M. 2010. Energia- ja ekologiakäsikirja. Suunnittelu ja rakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Malaska, P. 1994. Kestävä kehitys. Raportti määritelmää pohtineen työryhmän keskusteluista. 18. huhtikuuta 1994. Pdf-tiedosto. Luettu 25.1.2018. http://www.ym.fi/fi-fi/ymparisto/kestava_kehitys/mita_on_kestava_kehitys
- Mikkonen, L. 2014. Passiivinen aurinkoenergia. Julkaistu 31.7.2014. Tulevaisuuden talot ja uusiutuva energia. Oulun rakennusvalvonta. Luettu 8.2.2018. <https://www.tulevaisuudentalot.fi/energiansaastoa-passiivisella-aurinkoenergialla/>

O Cofaigh, E., Fitzgerald, E., Alcock, R., McNicholl, A., Lewis, J.O., Peltonen, V. & Marucco, A. 2002. Vihreä Vitruvius. Ekologisen arkkitehtuurin periaatteet ja käytäntö. Suom. Peltonen, V. Helsinki: Edita Prima Oy. Alkuperäinen teos 1999.

Oy Eero Paloheimo Ecocity Ltd, Arkkitehtuuritoimisto B&M Oy & Pacsdata Oy. 2012. Aurinkokaupunki Nurmi-Sorila. Hiilineutraalin ja ekotehokkaan kaupunginosan toteutussuunnitelma. Loppuraportti. Luettu 1.3.2018. <https://www.tampere.fi/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/yleiskaavoitus/voimassa-olevat-yleiskaavat/nurmisorila/aurinkokaupunki-hanke.html>

Puuinfo Oy. 2012. Puurakenteen U-arvo versio 1.03.xlsm. Päivitetty 31.12.2012. Laddattu 22.1.2018. <https://www.puuinfo.fi/mitoitusohjelmat/puurakenteen-u-arvon-m%C3%A4%C3%A4ritt%C3%A4minen>

Rakennusteollisuus RT Oy. 2013. Kestävä rakentaminen on vastuullista rakentamista. Luettu 26.1.2018. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/>

Ruuska, A., Häkkinen, T., Vares, S., Korhonen, M. & Myllymaa, T. 2013. Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset. Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, tiivistelmäraportti. Julkaistu 2013. Ympäristöministeriön raportteja 8/2013. Pdf-tiedosto. Tulostettu 30.1.2018. [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/YMra_82013_Rakennusmateriaalien_ymparist\(9056\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Julkaisut/YMra_82013_Rakennusmateriaalien_ymparist(9056))

SAFA. N.d. Energiatehokas ja ekologisesti kestävä rakennus. Luettu 23.1.2018. https://www.safa.fi/fin/safa/kestavan_suunnittelun_sivusto_-_eko-boxi/energiatehokas_ja_ekologisesti_kestava_rakennus/

Sepponen M., Nieminen J., Tuominen P., Kouhia I., Shemeikka J., Viikari M., Hemmilä K. & Nykänen V. 2013. Lähes nollaenergiatalon suunnitteluohjeet. Lahti: Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus.

Suomen kuntaliitto. 2012. Hulevesiopas. Helsinki: Suomen kuntaliitto.

Suomen ympäristöopisto SYKLI. 2014. Rakennustyömaan kestävä käytännöt. Pdf-tiedosto. Luettu 26.1.2018. http://static.ecome.fi/upload/1498/RAKSA_opas%20final.pdf

Tamminen, T. & Tamminen A. 2013. Tampereen Ilmanlaatuselvitys 2013. Tampereen kaupunki. Ympäristönsuojelun julkaisuja 5/2013. Tampere.

Tampereen kaupunki. 2014. Tampereen kaupungin rakennusjärjestys. Tampere: Tampereen kaupunki.

Tilastokeskus. 2017. Asunnot ja asuinolot. Yleiskatsaus 2016, 1. Asuntokanta 2016. Päivitetty 11.10.2017. Helsinki: Tilastokeskus. Luettu 5.2.2018. https://www.stat.fi/til/asas/2016/01/asas_2016_01_2017-10-11_kat_001_fi.html

Turun kaupunki. 2015. Kaupunki on usein lämpösaareke maaseudun keskellä. Lämpösaareke, mitä ihmettä? Julkaistu 30.6.2015. Pdf-tiedosto. Luettu 8.2.2018. http://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/lamposaareke_mita_ihmetta.pdf

Välimäki, P., Kotakorpi, E., Willman, K., Viertola, K. & Närhi M. (toim.) 2013. ECO₂. Ensimmäiset 3 vuotta. Tampere: Tampereen kaupunki.

Ympäristöministeriö. 2013. Mitä on kestävä kehitys. Julkaistu 18.6.2013. Päivitetty 26.6.2017. Luettu 23.1.2018. http://www.ymparisto.fi/fi-fi/ymparisto/kestava_kehitys/mita_on_kestava_kehitys

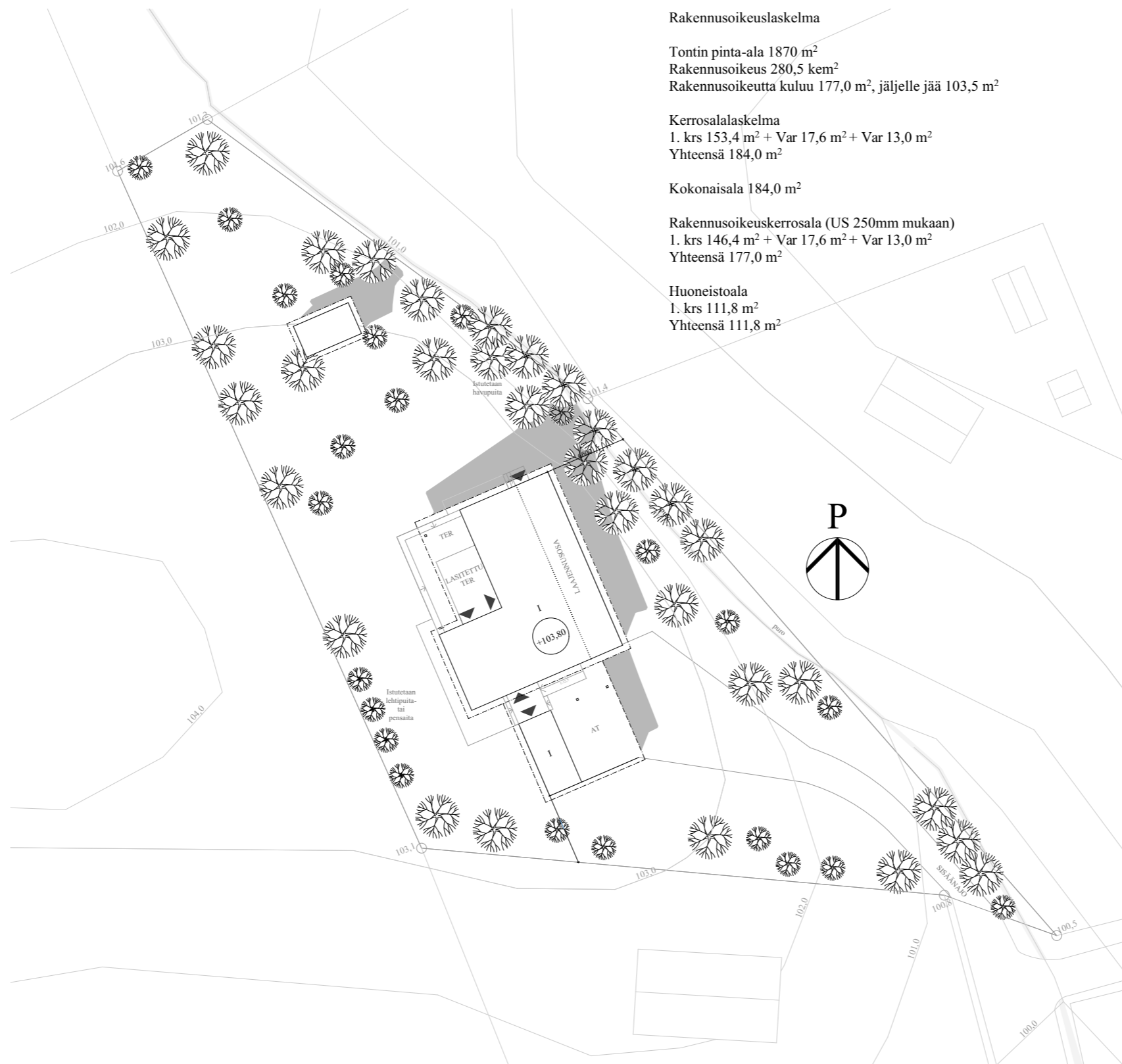
Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 27.12.2017/1010.

Ympäristöosaava. 2016. Kestävä rakentaminen – kestävä rakennus. Päivitetty 3.2.2016. Luettu 26.1.2018. <http://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22796>

LIITTEET

Liite 1. Muutostyön luonnossuunnitelma

Liite 2. Uudisrakennuksen luonnossuunnitelma



Rakennusoikeuslaskelma

Tontin pinta-ala 1870 m²
 Rakennusoikeus 280,5 kem²
 Rakennusoikeutta kuluu 177,0 m², jäljelle jää 103,5 m²

Kerrosalalaskelma
 1. krs 153,4 m² + Var 17,6 m² + Var 13,0 m²
 Yhteensä 184,0 m²

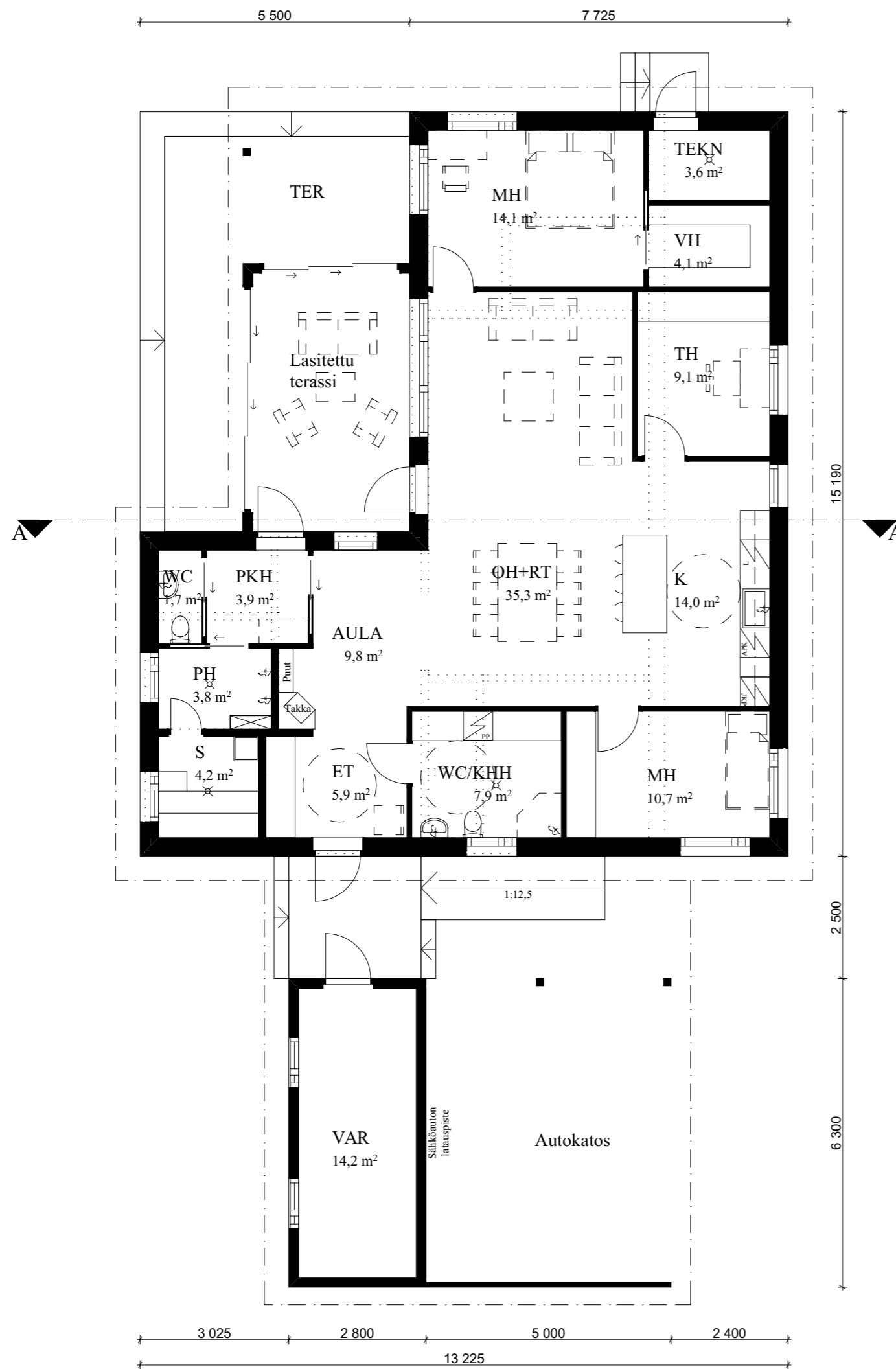
Kokonaisala 184,0 m²

Rakennusoikeuskerrosala (US 250mm mukaan)
 1. krs 146,4 m² + Var 17,6 m² + Var 13,0 m²
 Yhteensä 177,0 m²

Huoneistoala
 1. krs 111,8 m²
 Yhteensä 111,8 m²

Asemapiirros, 1:400

Rakennustoimenpide Muutostyö	Piirustuslaji Luonnos
Rakennuskohde Villa Magnolia	Piirustuksen sisältö Asemapiirros
Suunnittelija: nimi, tutkinto ja päiväys Jasmin Eeva, Rakennusarkkitehtiopiskelija, 13.5.2018	Mittakaava 1:400 Suunnitteluala ARK



Pohjapiirros, 1:200

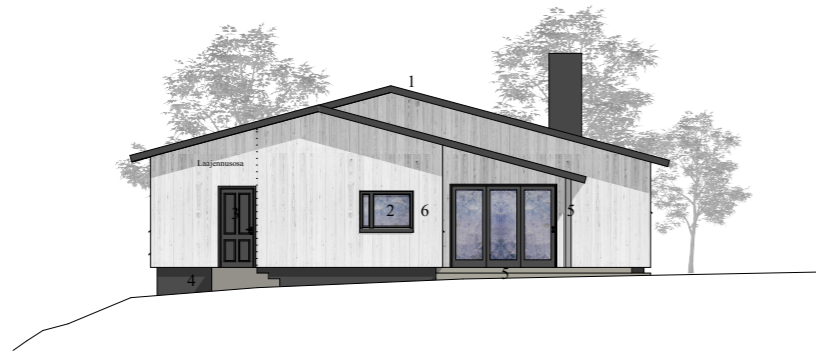


Havainnekuva sisäpihalta



Havainnekuva aulasta

Rakennustoimenpide Muutostyö	Piirustuslaji Luonnos
Rakennuskohde Villa Magnolia	Piirustuksen sisältö Pohjapiirros
Suunnittelija: nimi, tutkinto ja päiväys Jasmin Eeva, Rakennusarkkitehtiopiskelija, 13.5.2018	Mittakaava 1:200
	Suunnitteluala ARK



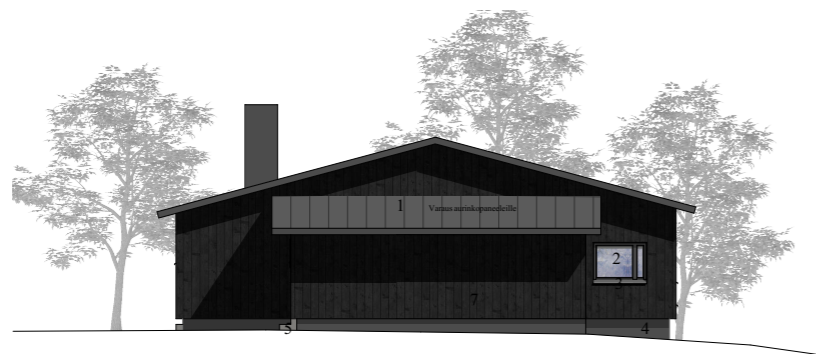
Julkisivu pohjoiseen, 1:200



Julkisivu itään, 1:200

Julkisivumateriaalit

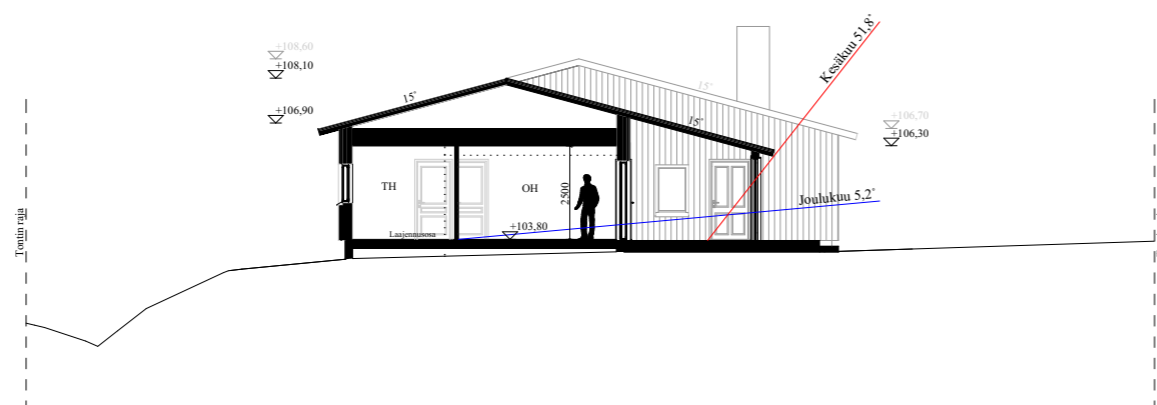
- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Konesaumattu peltikate, tummanharmaa | 4. Betoni, tummanharmaa |
| 2. Lasi, kirkas | 5. Puu, tummanharmaa |
| 3. Ikkunoiden puitteet ja ovet, tummanharmaa | 6. Puu, valkoinen |
| | 7. Puu, musta |



Julkisivu etelään, 1:200

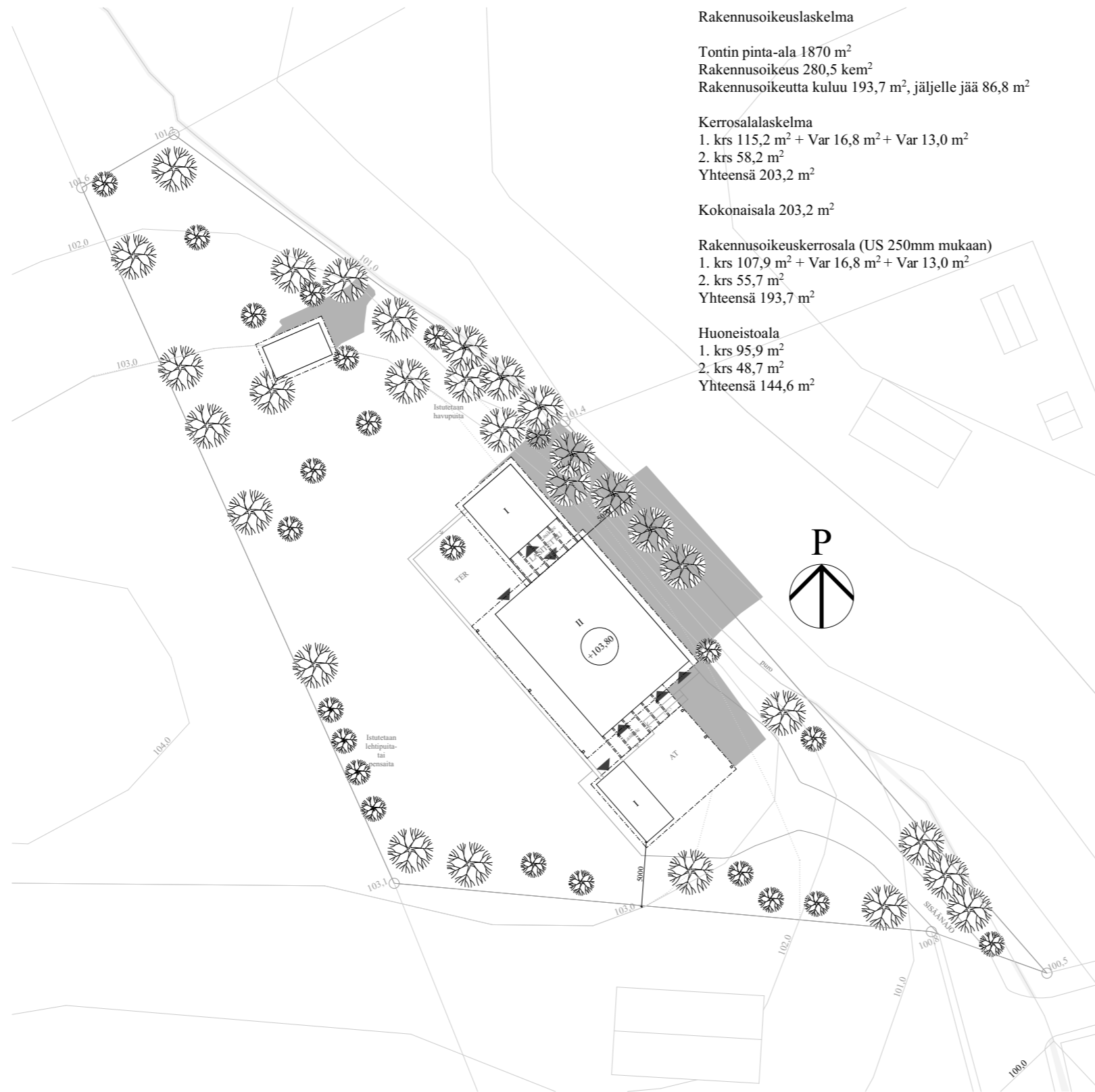


Julkisivu länteen, 1:200



Leikkaus A-A, 1:200

Rakennustoimenpide Muutostyö	Piirustuslaji Luonnos
Rakennuskohde Villa Magnolia	Piirustuksen sisältö Julkisivut ja leikkaus A-A
Suunnittelija: nimi, tutkinto ja päiväys Jasmin Eeva, Rakennusarkkitehtiopiskelija, 13.5.2018	Mittakaava 1:200
	Suunnitteluala ARK



Rakennusoikeuslaskelma

Tontin pinta-ala 1870 m²
 Rakennusoikeus 280,5 kem²
 Rakennusoikeutta kuluu 193,7 m², jäljelle jää 86,8 m²

Kerrosalalaskelma

1. krs 115,2 m² + Var 16,8 m² + Var 13,0 m²
 2. krs 58,2 m²
 Yhteensä 203,2 m²

Kokonaisala 203,2 m²

Rakennusoikeuskerrosala (US 250mm mukaan)

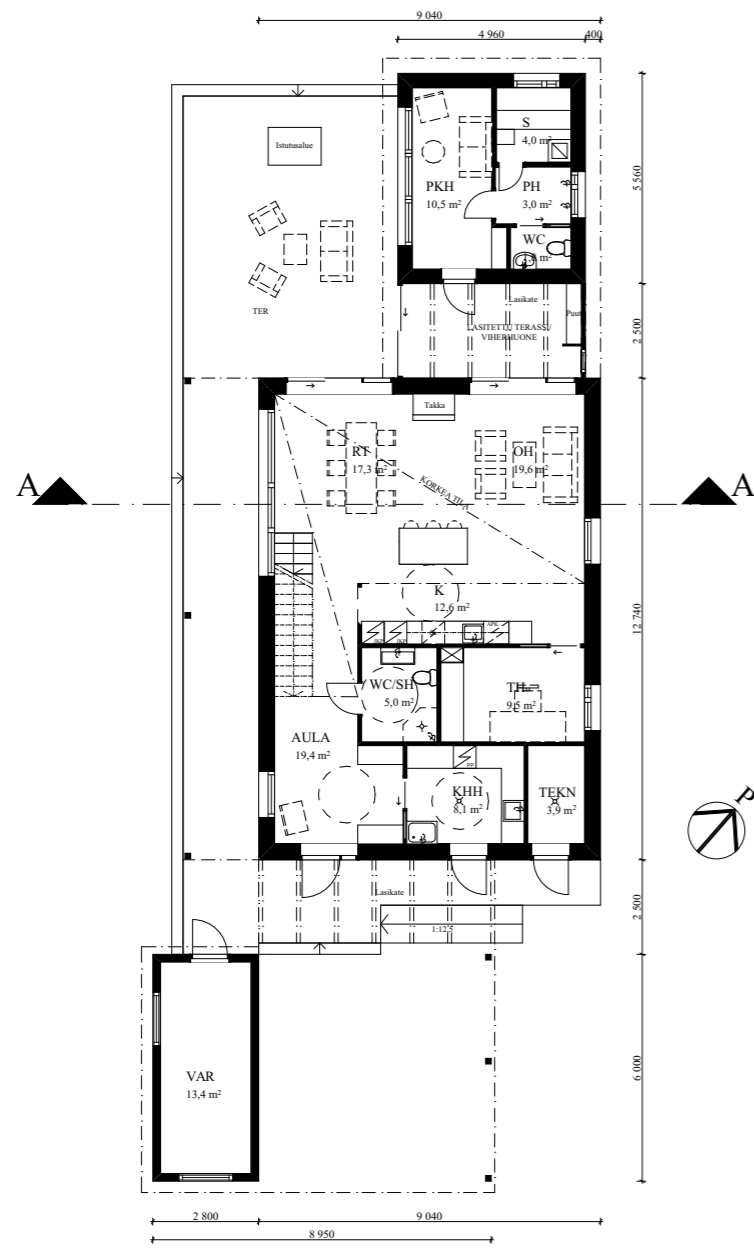
1. krs 107,9 m² + Var 16,8 m² + Var 13,0 m²
 2. krs 55,7 m²
 Yhteensä 193,7 m²

Huoneistoala

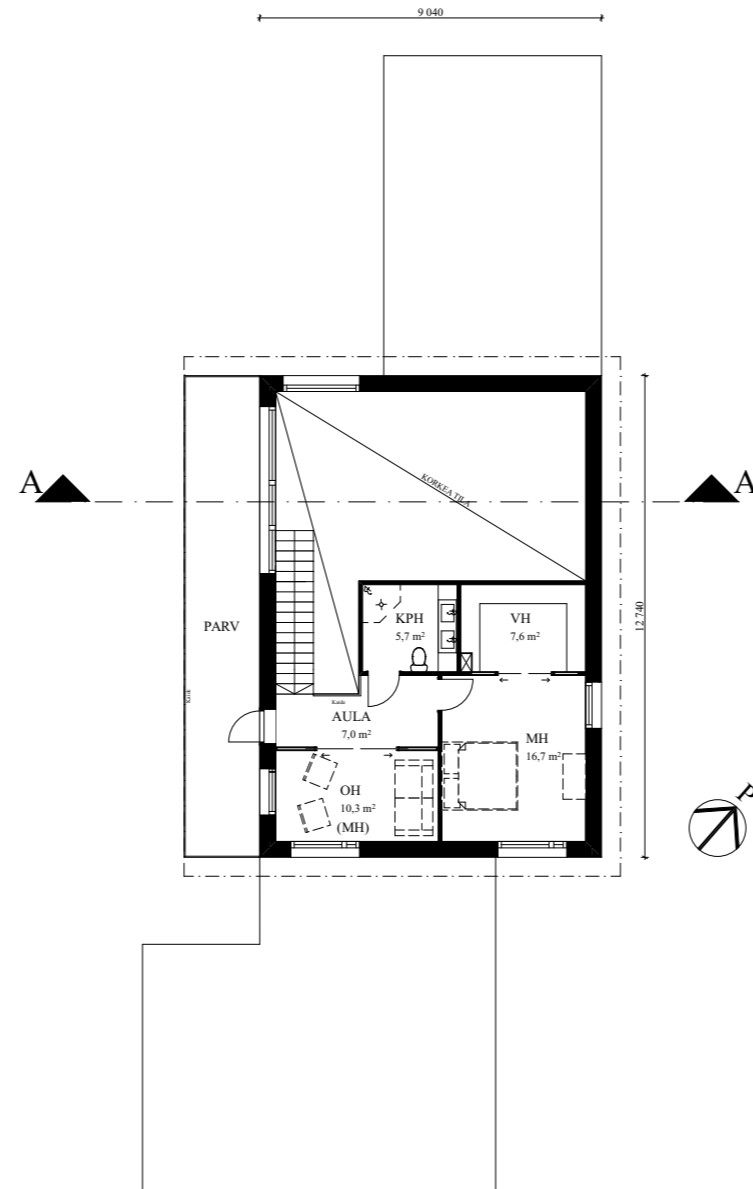
1. krs 95,9 m²
 2. krs 48,7 m²
 Yhteensä 144,6 m²

Asemapiirros, 1:400

Rakennustoimenpide Uudisrakennus	Piirustuslaji Luonnos
Rakennuskohde Villa Magnolia	Piirustuksen sisältö Asemapiirros
Suunnittelija: nimi, tutkinto ja päiväys Jasmin Eeva, Rakennusarkkitehtiopiskelija, 13.5.2018	Suunnitteluala ARK
	Mittakaava 1:400



Pohjapiirros, 1.krs, 1:200



Pohjapiirros, 2.krs, 1:200



Havainnekuva sisäpihalta



Havainnekuva keittiöstä pihalle päin

Rakennustoimenpide Uudisrakennus	Piirustuslaji Luonnos
Rakennuskohde Villa Magnolia	Piirustuksen sisältö Pohjapiirustukset 1. ja 2.krs
Suunnittelija: nimi, tutkinto ja päiväys Jasmin Eeva, Rakennusarkkitehtiopiskelija, 13.5.2018	Suunnitteluala ARK
	Mittakaava 1:200



Julkisivu koilliseen, 1:200



Julkisivu kaakkoon, 1:200

Julkisivumateriaalit

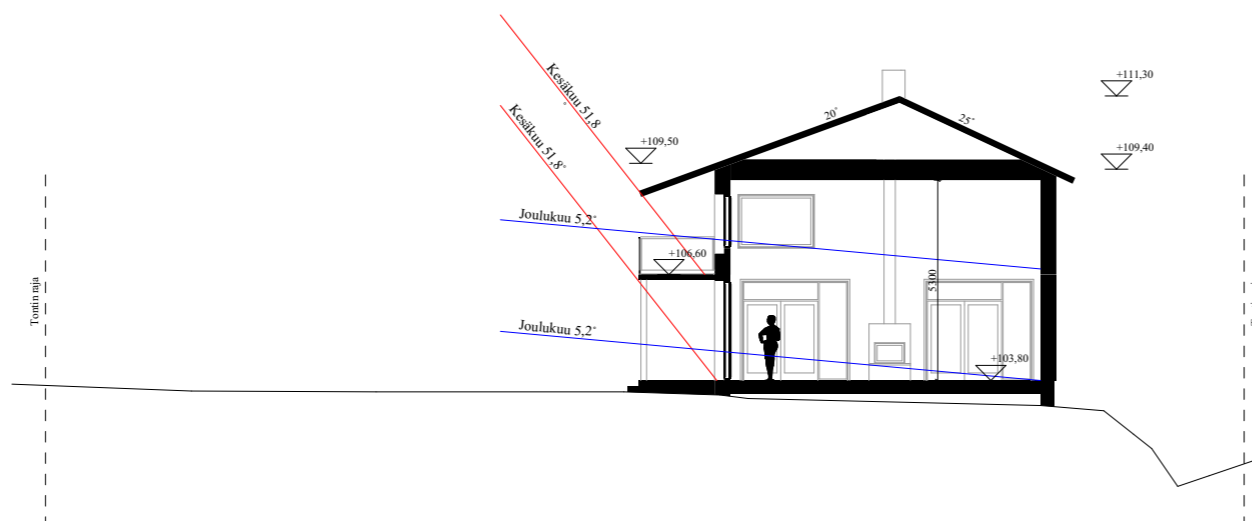
- | | |
|--|---|
| 1. Konesaumattu peltikate, tummanharmaa | 5. Puu, vaaleanharmaa |
| 2. Lasi, kirkas | 6. Puu, tummanharmaa |
| 3. Ikkunoiden puitteet ja ovet, tummanharmaa | 7. Puu, rautavihtrillikäsitelty kuusi, vaihtelevat leveydet |
| 4. Betoni, tummanharmaa | 8. Parvekekaiteiden rakenteet, vaaleanharmaa |



Julkisivu lounaaseen, 1:200



Julkisivu luoteeseen, 1:200



Leikkaus A-A, 1:200

Rakennustoimenpide Uudisrakennus	Piirustuslaji Luonnos
Rakennuskohde Villa Magnolia	Piirustuksen sisältö Julkisivut ja leikkaus A-A
Suunnittelija: nimi, tutkinto ja päiväys Jasmin Eeva, Rakennusarkkitehtiopiskelija, 13.5.2018	Mittakaava 1:200
	Suunnitteluala ARK