



Energiatehokkaat suunnittelu- ratkaisut ja omakotitalomallisto

Tiia-Marja Haikkonen

OPINNÄYTETYÖ
Heinäkuu 2020

Rakennusarkkitehtikoulutus

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusarkkitehtikoulutus

HAIKKONEN, TIIA-MARJA:
Energiatehokkaat suunnitteluratkaisut ja omakotitalomallisto

Opinnäytetyö 55 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Heinäkuu 2020

Opinnäytteen tavoitteena oli kartoittaa energiatehokkaita suunnitteluratkaisuja ja soveltaa niitä tekemällä suunnittelutoimisto Arkinstolle omakotitalomallisto. Yleisesti energiatehokkuus on ollut jo pitkään esillä rakennusalalla, johon muuttuva ilmasto ja pienten talojen trendi tuovat uusia haasteita. Suunniteltavan malliston ideana on tuottaa arkkitehtonisesti laadukkaita, helposti huollettavia ja kestäviä taloja, jotka ovat muokattavissa ajan ja asiakkaan tarpeisiin. Energiatehokkuutta haettiin erilaisilla sisätilojen ratkaisuilla ja hyödyntämällä rakennuksen ympäristöä. Suunnittelussa taustatietona käytettiin Arkinston luomaa kyselyä asiakkailta, mitä ominaisuuksia omakotitalolta halutaan.

Energiatehokkuuden teoriaosuudessa tutkittiin alan kirjallisuutta yleisellä tasolla sekä hyödynnettiin työelämässä saatuja kokemuksia. Omakotitalomalliston suunnittelun lähtökohtina toimivat energiatehokkuus ja asiakkaiden toiveet omakotitalolta. Nämä seikat vaativat tiloilta erityistä käytännöllisyyttä ja muuntojoustavuutta. Myös erityyppiset rakennuspaikat huomioitiin, joten mallisto sisältää haastaville tonteille sopivia taloja. Mallit on eritelty asiakaskunnittain ja muokattavuutensa ansiosta ne sopivat asiakkaiden eri elämänkaaren vaiheisiin.

Malliston suunnittelun edetessä havaittiin, että energiatehokkuuden suhteen päästäisiin mahdollisimman hyvään lopputulokseen, jos se otettaisiin huomioon suunnittelun alkuvaiheessa. Mittavat muutokset ovat silloin suhteellisen helppoja toteuttaa, ja ne voivat mahdollistaa merkittäviä säästöjä.

Asiasanat: omakotitalomallisto, energiatehokkuus, suunnittelu

ABSTRACT

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

HAIKKONEN, TIIA-MARJA:
Energy Efficient Design Solutions And a Detached House Collection

Bachelor's thesis 55 pages, appendices 5 pages
July 2020

The purpose of this thesis was to survey energy efficient design solutions and use them to create a detached house collection for a design company Arkinsto. Generally, there have been a lot of discussion about energy efficiency in construction industry. Climate change and the trend to plan tiny houses bring new challenges to this topic. The idea of the collection was to design houses that are aesthetic, long-lasting, easy to maintain, and can be adjusted according the needs of time and the customer. Arkinsto made an inquiry about the desired qualities for the detached house collection. The inquiry worked as a support material.

The theoretical part of this thesis is based on the literature of the industry and the writer's own experience from designing. The starting points for the detached house collection design were energy efficiency and customer's wishes. Practicality and high adaptability were seen as necessities. Different kinds of building sites were taken into consideration, so the collection includes solutions for more challenging sites also. The collection has solutions for various customer groups and it serves every stage of life.

During the design process an observation was made that energy efficiency should be taken into consideration as early as possible. That way big changes that can provide notable savings are relatively easy to make.

Key words: detached house collection, energy efficiency, design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	ENERGIATEHOKKUUS	6
	2.1 Energiatehokkuuden lainsäädäntöä	6
	2.2 Kokonaisenergiatarkastelu	7
3	RAKENTEELLISET OMINAISUUDET	9
	3.1 Rakennuksen muoto	9
	3.2 Rakennuksen koko.....	11
	3.3 Ikkuna-aukkojen optimointi.....	11
	3.3.1 Suuntaus ja sijoitus.....	12
	3.3.2 Auringonsuojaus.....	13
	3.3.3 Lasin valinta	15
	3.4 Rakenne ja julkisivumateriaalien käyttö	16
4	TILOJEN SUUNNITTELU	20
	4.1 Tilojen sijoittelu.....	20
	4.2 Tilojen muuntojoustavuus	21
5	TALOTEKNISET JÄRJESTELMÄT.....	26
	5.1 Älykäs tekniikka.....	26
	5.2 Lämmitysjärjestelmä	27
	5.3 Ilmanvaihtojärjestelmä	28
6	OMAKOTITALOMALLISTO	30
	6.1 Asiakkaiden toiveet omakotitalolta	30
	6.2 Talomalli 1.....	31
	6.3 Talomalli 2.....	34
	6.4 Talomalli 3.....	36
	6.5 Talomalli 4.....	39
	6.6 Talomalli 5.....	41
7	POHDINTA	44
	LÄHTEET.....	47
	LIITTEET	52
	Liite 1. Talomalli 1 luonnoskuvat	52
	Liite 2. Talomalli 2 luonnoskuvat	53
	Liite 3. Talomalli 3 luonnoskuvat	54
	Liite 4. Talomalli 4 luonnoskuvat	55
	Liite 5. Talomalli 5 luonnoskuvat	56

1 JOHDANTO

Opinnäytteen tarkoituksena on käsitellä energiatehokkaan pientalon suunnitteluun liittyviä ratkaisuja ja lähtökohtia suunnittelijan näkökulmasta. Lisäksi esitellään opinnäytetyönä Arkinstolle suunniteltu omakotitalomallisto. Arkinsto on Tampereella toimiva pientaloihin ja vapaa-ajan asuntoihin erikoistunut suunnitteluyritys, jonka toimintaan kuuluu arkkitehtisuunnittelu ja työnjohdon palveluja. Omakotitalomallistossa korostuu erityisesti energiatehokkuus ja muuntojoustavuus unohtamatta arkkitehtuuria.

Idea malliston suunnitteluun lähti ollessani työntekijänä Arkinstossa sekä kiinnostuksestani erityisesti pieniä omakotitaloja kohtaan. Pienet omakotitalot sisältävät samat ominaisuudet kuin esimerkiksi 200m² talo, mutta pienemmässä mitakaavassa hyödyntäen kaikki olemassa olevat neliöt. Suunnittelussa saa käyttää mielikuvitusta muun muassa säilytystilan rajallisuuden takia, mikä tekee työn tekemisestä antoisaa.

Energiatehokkuus on ollut puheenaiheena rakennusosalalla jo kauan, sillä taloilta vaaditaan yhä enemmän kestävyyttä, tehokkuutta ja pitkää elinkaarta. Yleispätevät säännöt energiatehokkuudesta pysyvät, mutta ympäristön muuttuessa ja teknologian edistyessä energiatehokkuus kehittyy mukana. Energiatehokkuutta käsiteltiin opinnäytetyössä yleisellä tasolla ja työ painottuu omakotitalomallistoon, sen ratkaisujen analysointiin sekä yhteistyöhön yrityksen kanssa. Arkinston tekemää kyselyä ”Millaisen omakotitalon rakentaisit?” käytettiin ohjaamaan suunnittelua asiakkailta saatujen toiveiden mukaan. Jokaisesta omakotitalomallista tuotettiin luonnostasoiset piirustukset sekä 3D-kuvat, jotka on tarkoitettu Arkinston käyttöön. Mallinnus tapahtui Archicadilla, joka on suunnittelijoiden käyttämä tietomalliohjelma ja 3D-kuvat tehtiin visualisointiin keskittyneellä Lumion-tietomalliohjelmalla.

Opinnäytteen alkuluvuissa kuvataan energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä ja käytetään malliston kuvia niiden havainnollistamiseen. Työn lopussa esitellään mallisto kokonaisuudessaan eri asiakasryhmien mukaan.

2 ENERGIA TEHOKKUUS

2.1 Energiatehokkuuden lainsäädäntöä

Suomen tavoite on olla hiilineutraali ja fossiilivapaa maa vuoteen 2035 mennessä, joka tarkoittaa päästövähennyksiä jokaisella osa-alueella. (Ympäristöministeriö 2020). Maailman energiankulutuksesta ja kasvihuonepäästöistä 40 % on johdettavissa rakennusalan tuottamiksi. Täten on syytä miettiä, miten talojen energiatehokkuutta voidaan parantaa ja kehittää entisestään, jotta ihmisen aiheuttamaa ilmastolämpenemistä voidaan vähentää. (Lehtinen & Kaasalainen 2018, 5.) Konkreettisia keinoja energiatehokkuuden parantamiseksi voidaan löytää rakennuksen suunnitteluratkaisuista. Rakennuksen tilasuunnittelu, käytetty tekniikka sekä ympäristön hyödyntäminen vaikuttavat suoraan energian kulutukseen. Teknologian käyttäminen kulutuksen seurannassa on seuraava askel. Datin hyödyntäminen tuo selkeää säästöä, kun todellista kulutusta pystytään vertaamaan tavoitteisiin, jolloin vaihteluun voidaan reagoida ja huomioida vaikuttavat syyt. (Energiatehokkuustyöryhmän raportti 2019, 56–57.)

Vuoden 2019 alusta Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) mukaan uusien julkisten rakennuksien tulee täyttää lähes nollaenergiarakennuksen standardit. Sääntö koskee kaikkia uusia rakennuksia vuoden 2021 alusta. Lähes nollaenergiarakennus määritetään korkealla energiatehokkuudella, joka käyttää huomattavan osan energiantarpeestaan rakennuksessa tai sen lähellä tuotetusta uusiutuvasta energialähteestä. (Sepponen, Nieminen, Tuominen, Kouhia, Sheikka, Viikari, Hemmilä & Nykänen 2013, 8; Lähes nollaenergiarakennuksen käsitteet... 2015, 9.)

Energiatehokkaan kodin etuina ovat esimerkiksi pitkä elinkaari, edulliset ylläpito-kustannukset ja asumisviihtyvyys. Energiatehokkaalla talolla on korkea jälleennyntiarvo, sillä ostajat arvostavat yhä enenevässä määrin ilmastomuutosta ehkäisevää toimintaa kaikilla elämäalueillaan ja erityisesti omaan kotiinsa liittyen. (Energiatehokas koti 2020.)

2.2 Kokonaisenergiatarkastelu

Vuonna 2012 kokonaisenergiatarkastelu otettiin mukaan uudisrakentamiseen. Kokonaisenergiatarkastelu on laskelma, jossa tutkitaan rakennuksen energia- käyttöä kokonaisvaltaisesti. Siihen on koottu lämmityksestä, ilmanvaihdosta, valaistuksesta ja käyttöveden lämmityksestä aiheutuva energiankulutus. Kokonaisenergiakulutus esitetään lyhenteellä E-luku, jonka yksikkö on kWh/m². E-lukulas- kelmaa eli energiatodistusta tarvitaan rakennuslupahakemusta haettaessa ja sen tekee yleensä kohteen pääsuunnittelija. (Energiehokas koti 2020.) Kuvassa 1 on esitelty yleisesti käytössä oleva energiatodistus.



KUVA 1. Energiatodistus kertoo mihin energiehokkuusluokkaan rakennus si- joittuu. (Ivplanet n.d)

Merkittävä osa rakennuksen energiankulutuksesta muodostuu lämmityksestä (Lylykangas 2011, 47). Lämmitysmuodoille on määritetty kertoimet, joiden mukaan laskelma suoritetaan. Mitä ekologisempi lämmitysmuoto on, sitä pienempi kerroin on. Laskennan lopputulos määrittää rakennuksen energiatehokkuusluokan eli E-luvun. Luokka vaihtelee A-G välillä, joista A on korkein ja paras mahdollinen. (Energiatehokas koti 2020.)

Suunnittelijalla on iso vastuu kokonaisenergiatarkastelun lopputulokseen. Vaatimustasoon pääsee tarkalla suunnittelulla ja taktikoinnilla. Taktikoinnilla tarkoitetaan tässä yhteydessä tietoista suunnitelmaa parantaa tiettyjä osa-alueita, jotka kompensoivat energiatehokkuudeltaan huonompaa ratkaisua. Näin tavoiteltu E-luku on mahdollista saavuttaa. Kompensaatiokeinoina tehostetaan esimerkiksi taloteknisiä ratkaisuja tai parannetaan rakenteiden tiiviyttä. Energialaskentaa tulisi suorittaa jo suunnitteluvaiheen luonnoksissa, jotta energiatehokkuuden suhteen päästäisiin mahdollisimman hyvään lopputulokseen. Muutoksilla voi olla iso merkitys laskennan tulokseen. (Lylykangas 2011, 47–49.)

Kuten edellä olevan perusteella voidaan havaita energiatehokkuuteen vaikuttavat monet tekijät ja valinnat. Näistä tekijöistä rakenteellisia ominaisuuksia, tilojen suunnittelua ja teknisiä järjestelmiä esitellään tarkemmin seuraavissa luvuissa.

3 RAKENTEELLISET OMINAISUUDET

3.1 Rakennuksen muoto

Energiatehokasta pientaloa suunniteltaessa kannattaa tutkia tilojen koon tarve ja välttää turhia neliöitä. Pinta-alan kasvaessa myös lämpöhäviöt, tilojen lämmitys-tarve ja materiaalikustannukset nousevat. Rakennuksen muoto on hyvä pitää selkeänä ja pelkistettynä. (Lylykangas, Andersson, Kiuru, Nieminen & Päätaalo 2015, 29.)

Rakennuksen muodossa huomioitavia seikkoja:

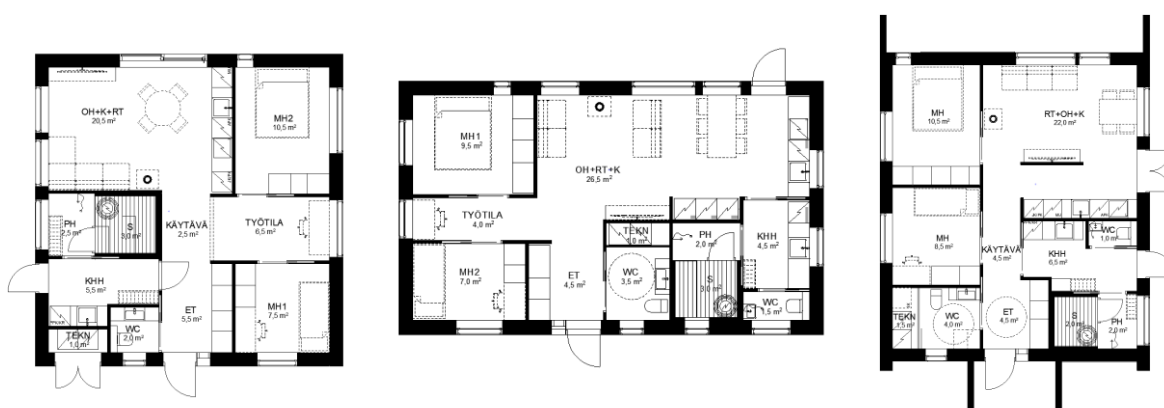
- Laskennallinen tulos muotokertoimen avulla
- Tilaohjelma ja tontti
- Arkkitehtoninen ilme ja asumisviihtyvyys (Lylykangas ym. 2015).

Muotokerroin on yksi energiatehokkuuden arviointikeino, jolla pystytään vertailemaan rakennuksen koon ja muodon energiatehokkuusvaikutuksia. Energialaskennan suorittaminen suunnitteluluonnoksista ei yleensä onnistu, sillä laskentaan tarvittavat lähtötiedot eivät usein ole selvillä. Muotokertoimen laskennan taas voi tehdä jo luonnossuunnitelmista, jolloin energiatehokkuusvaikutuksia voidaan vertailla rakennuksen muodon suhteen. Muotokertoimen määrittelyyn on kehitelty vaihtoehtoisia laskentakaavoja, mutta tulosten todenmukaisuus vaihtelee, sillä ne eivät mittaa rakennuksen energiatehokkuutta kokonaisuutena. (Lylykangas ym. 2015, 29.)

Rakennuksen muoto määräytyy tilaohjelman, tilojen vaatiman toiminnallisuuden sekä tilallisen hyödyn mukaan. Tilaohjelmasta selviää tilakoot, tilojen määrä ja käyttötarkoitus. Jos tilaohjelma on hyvin monimutkainen ja se sisältää paljon erilaisia tiloja, sen mahduttaminen pelkistettyyn muotoon on hankalaa. Tilojen käytettävyyttä tulee painottaa. (Moisio, Kaasalainen, Lehtinen & Hedman 2018, 34.) Sama pätee toisin päin, pientalo, joka sisältää vain asumisen kannalta tarpeelliset tilat, tilasuunnittelu on tiivistä ja muoto pysyy yksinkertaisena.

Tilaohjelman lisäksi rakennuksen tontti ja maastonmuodot vaikuttavat lopputulokseen. Tilat sijoitellaan ilmansuuntien mukaan ja rakennuksen muoto määräytyy maaston ja tilallisten ratkaisujen perusteella. Muodon on palveltava sekä sisä-, että ulkotiloissa. (Arkkitehtitoimisto Tilasto 2019.)

Kulmikas rakennus tuo aina lisäkustannuksia. Vaikutus on kokonaisvaltainen, sillä jokainen nurkka pitää rakentaa alhaalta ylös ilmatiiviinä ilman virheitä, mikä aiheuttaa lisätyötä ja tämä taas kustannuksia. (Energiatehokas koti 2020.) Jos rakennukselta haetaan vain kustannus- ja energiatehokkainta ratkaisua, se sisältää neljä nurkkaa, jolloin tilat voidaan suunnitella julkisivujen lähetyville ja tuoda ikkuna-aukotusta jokaiseen huoneeseen. Näin auringon valoa on helppo hyödyntää, mikä vähentää valaistuskustannuksia. Kuvassa 2 on opinnäytetyönä suunnitellun omakotitalomalliston pohjamuotojen erilaisia ratkaisuja, joissa yksinkertainen muoto on otettu huomioon.



KUVA 2. Erilaisia ratkaisuja yksinkertaisesta pohjamuodosta (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

Rakennuksen muodolla saavutetaan arkkitehtonista ilmettä ja arvoa, joten niiden huomioiminen ovat yhtä tärkeitä tekijöitä rakennuksen kokonaisuudessa kuin energiatehokkuus. Asunnon viihtyvyys ja esteettisyys ovat ominaisuuksia, joita ei laskennallisesti pystytä määrittämään, mutta niiden merkitys on iso. (Lylykangas ym. 2015, 29.) Optimaalisena muotona voidaan pitää tasapainoa talon ulkoisen ilmeen, ympäristön hyödyntämisen ja tilojen käytännöllisyyden välillä.

3.2 Rakennuksen koko

Rakennuksen koko vaikuttaa energiankulutukseen eli mitä pienempi rakennus, sitä vähemmän se kuluttaa (Energiatehokas koti 2020). Energialaskennan kautta tarkasteltuna asia ei ole kuitenkaan niin yksinkertainen. Kerrosalaltaan isompi rakennus saa matalan E-luvun pienempää helpommin ja paperilla tämä näyttää energiatehokkaammalta. Todellisuudessa suurempi lämmitettävä ala lisää aina energiakulutusta. (Moisio ym. 2018, 28.)

Yksikerroksisen pientalon on vaikeampi saada matalaa E-lukua verrattuna kaksikerroksiseen. Nettoalan kaksinkertaistuessa ulkoseinän ala ei johtumishäviöineen kertaudu samassa suhteessa, jolloin suurempi rakennus näyttäytyy energiatehokkaampana. Lähtökohtaisesti pinta-alan kasvaessa energiankulutus kasvaa. (Moisio ym. 2018, 28.) Rakennukseen ei kannata lisätä neliöitä, jos niille ei ole tarvetta. Turhat neliöt näkyvät lämmitys- ja materiaalikustannuksissa. Tiettyä väljyyttä tilojen välille on hyvä jättää, mutta huoneiden ylimitoittaminen kannattaa tehdä harkiten. Kun jo suunnitteluvaiheessa pohditaan tilojen muunneltavuuden mahdollisuuksia, pystytään karsimaan pinta-alaa (Moisio ym. 2018, 28).

Kerroslukuun ei tosin aina pystytä suoraan vaikuttamaan. Tilaohjelma ja kaavamääräykset ovat mukana ohjaamassa rakennuksen kokoa (Moisio ym. 2018, 28). Hyvällä suunnittelulla kaikki tekijät voidaan huomioida: rakennuksen koko pysyy järkevässä mittakaavassa, tilojen neliöt kohtuullisena ja hyötykäytössä.

3.3 Ikkuna-aukkojen optimointi

Lähtökohtaisesti jokainen aukko ulkoseinärakenteeseen aiheuttaa lämpövuodon. Ikkunalaseja voidaan vertailla samalla tavalla U-arvoilla kuin ulkoseinärakennetta. U-arvolla eli lämmönläpäisykertoimella mitataan rakennusosien lämmöneristyskykyä. Markkinoiden paraskaan ikkuna ei pääse samaan lämmöneristävyytsluokkaan ulkoseinärakenteen kanssa. Toisaalta asumisviihtyvyyteen vaikuttaa vahvasti luonnonvalon määrä sisätiloissa. Passiivisen aurinkoenergian hyödyntäminen ikkunoiden kautta vähentää lämmityskustannuksia. Ulkopuolisella auringonsuojauksella taas estetään jäähdytyksen tarve ja lämpökuormien

liallinen nousu sisätiloissa. Ikkunoiden suuntauksella, koolla, muodolla sekä tyypillä saavutetaan energiatehokas kokonaisuus. (Lylykangas ym. 2015, 32.)

3.3.1 Suuntaus ja sijoitus

Ikkunoiden suuntaus, sijoitus ja koko määritetään ilmansuuntien ja tilojen käyttötarkoituksen mukaan. Rakennus voidaan systemaattisesti suunnitella hyödyntämään aurinkoenergiaa passiivisesti, jolloin saavutetaan energiasäästöä. Passiivinen aurinkoenergia tarkoittaa auringon lämmön ja valon hyödyntämistä ilman erillistä laitetta. (Motiva 2019.) Voidaan puhua uusiutuvasta ilmaisenergiasta (Tulevaisuuden talot ja uusiutuva energia 2014). Esimerkiksi lasitettu terassi (kuva 3), kuisti tai viherhuone toimivat niin sanottuna puskurivyöhykkeenä, aurinkoenergian vastaanottajana (Rakentajan ekolaskuri 2016).



KUVA 3. Lasitettu terassi puskurivyöhykkeenä (Lumon n.d.)

Eteläinen julkisivu toimii yleensä hyvänä oleskelutilana, jonne isot ikkunat sijoitetaan. Isot ikkunat tuovat valoa, näkymiä ja niitä voi hyödyntää talvisaikana passiivisesti, jolloin lämmityksen tarve vähenee. Kesällä isot ikkunat toisaalta kasvattavat jäähdytystarvetta. (Lylykangas ym. 2015, 38.) Nopeaan jäähdytykseen

auttaa tuuletusikkunoiden sijoittelu vastakkaisille puolille julkisivua, joka saa aikaan läpivedon (Lindberg 2015, 193). Ikkunoiden suunnitteleminen lattiasta kattoon tulee tehdä harkiten, sillä se heikentää energiatehokkuutta. Ratkaisua voidaan kompensoida hillityllä sisätilojen kattokorkeudella sekä panostamalla rakenteiden U-arvoihin, ilmanvaihtoon ja tiivyyteen. (Moisio 2010, 75). Aputiloissa, kuten kodinhoitohuoneessa ja varastossa valontarve on vähäisempi ja tilat pyritään pitämään viileinä. Ikkunat ovat yleensä pienempiä ja ne kannattaa sijoittaa pohjoispuolelle. (Rakentajan ekolaskuri 2016.)

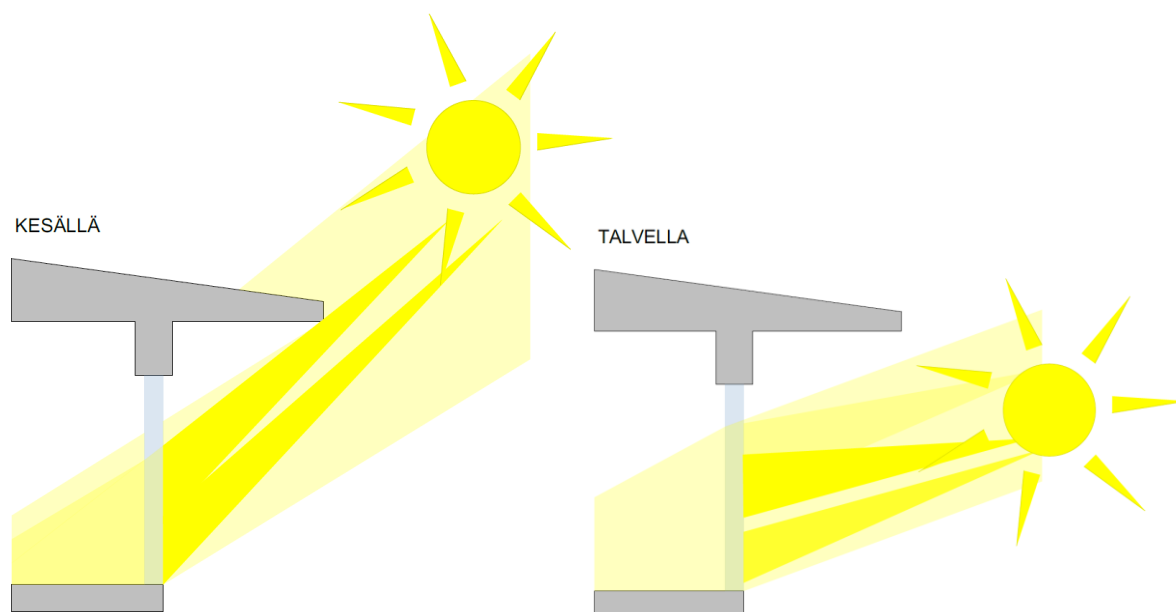
Ikkunoiden suuntauksella avataan näkymiä ulos ja tuodaan päivänvalo rakennuksen sisälle pimeinäkin aikoina. Ikkunoilla on siis suuri merkitys rakennuksen viihtyvyyteen ja laatuun. (Moisio 2010, 65.)

3.3.2 Auringonsuojaus

Ikkunoiden koon kasvaessa tilojen lämmitystarve vähenee, mutta ylikuumenemisen välttämiseksi ikkunat tarvitsevat oikeanlaisen auringonsuojauksen (Moisio ym. 2018, 50). Sisälämpötila ei saisi nousta liian korkeaksi, jottei tiloja tarvitse jäädyttää koneellisesti. Tämä vähentäisi rakennuksen energiatehokkuutta. (Moisio 2010, 70.)

Auringonsuojaus jaetaan varjostukseen ja häikäisynestoon. Varjostus suojaa suoralta auringonpaisteelta ja häikäisynesto suojaa näkökentän korkeudelta tulevaa valoa. (RT 07-11300 Aurinkosuojaus 2018.) Auringonsuojaukseen voidaan käyttää rakenteellisia, mekaanisia tai automatisoituja ratkaisuja. Rakenteellinen ratkaisu käsittää kiinteät varjostavat rakenteet esimerkiksi räystäät, katokset, lipat ja ikkunoiden lasirakenteen ominaisuudet. Mekaaniseksi tai automatisoiduksi ratkaisuksi kelpaavat esimerkiksi kaihtimet, markiisit ja erilaiset julkisivurakenteet. Myös kasvillisuutta voi käyttää suojana. (Energiatehokas koti 2020.)

Auringon säteilyn suuntakulma vaihtelee vuodenaikojen mukaan: kesällä aurinko paistaa korkeammassa kulmassa ja talvisaikana matalammalla. Auringon säteilyn suuntakulmaa ikkunalasiin havainnollistetaan kuviossa 1.



KUVIO 1. Auringon suuntakulma kuvattuna kesällä ja talvella. Kesällä aurinko paistaa korkeammalta kuin talvisaikaan. (RT 07-11300 Aurinkosuojaus 2018, muokattu)

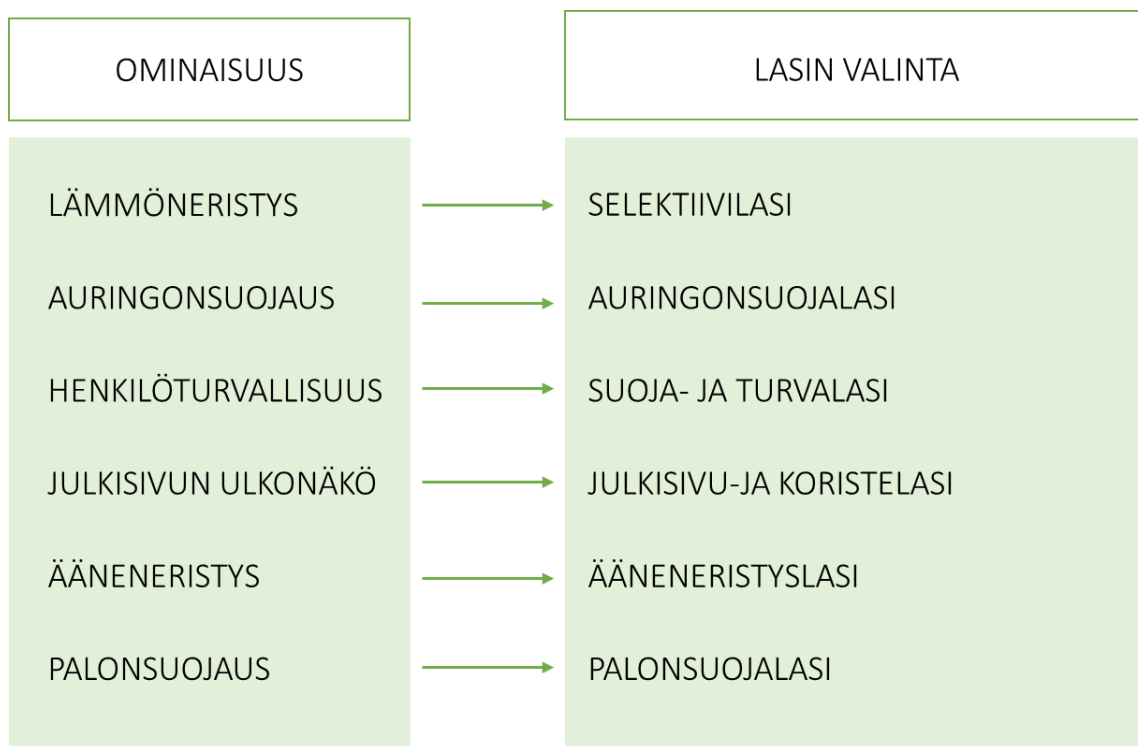
Suoran auringonvalon pääsyä lasipinnoille on hyvä rajoittaa auringonsuojauksilla ja ikkunan sijoittelulla seinässä. Kiinteä varjostusratkaisu sopii erityisesti eteläiselle julkisivulle ja kesäaikana sen merkitys korostuu. Onnistunut varjostusratkaisu toimii kesällä sisätiloja viilentävänä rakenteena, mutta ei estä talvisaikana ikkunoista hyödynnettävää aurinkoenergiaa. (RT 07-11300 Aurinkosuojaus 2018.)

Auringonsuojaus vaikuttaa luonnonvalon pääsyyn sisätiloihin, asumisviihtyvyyteen ja esteettiseen näkymään (Moisio 2018, 56). Optimaalisin vaihtoehto on mekaanisesti, automaattisesti säädettävä tai siirrettävä suojain, jota pystyisi muokkaamaan olosuhteiden ja päivänvalon saannin mukaan. Etenkin idästä tulevan aamuauringon ja länteen laskevan ilta-auringon säteet tulevat niin matalalta, että kiinteillä varjostimilla lähinnä peitettäisiin näkymiä (RT 07-11300 Aurinkosuojaus 2018).

3.3.3 Lasin valinta

Ikkunalasin peruspiirteiksi voidaan nimetä päivänvalon läpäisy, läpinäkyvyys ja toiminta sääsuojana. Lasin valintaan vaikuttaa, millaisia ominaisuuksia lasilta halutaan. Toimintojen yhdistäminen yhteen lasirakenteeseen on mahdollista, jolloin puhutaan monitoimilaseista. Samaan lasirakenteeseen pystytään yhdistelemään erilaisia laseja ja ominaisuuksia esimerkiksi ääneneristystä, auringonsuojaa ja lämmöneristystä. Rakennusmääräykset ohjeistavat lasinvalinnassa esimerkiksi turvallisuuden ja energiatehokkuuden osalta. Vaihtoehtoisia ratkaisuja löytyy. (Pilkington 2015, 4.)

Selektiivilasi ja auringonsuojalasi ovat ominaisuuksiltaan hyvin samanlaiset. Molemmilla on hyvä lämmöneristyskyky ja ne rajoittavat lämpöenergian pääsyn sisätilaan, mutta lasien pinnoite on erilainen. Selektiivilasissa on metallioksidipinnoite, kun taas auringonsuojalasisissa lasirakenteen sisäpuolella on värjätty pinta. (Seloy n.d.) **Suoja- ja turvalasin** on tarkoitus turvata loukkaantumisilta putoamistai törmäystilanteissa. Laminoitu turvalasin muovikalvo pitää lasinsirut yhdessä ja karkaistussa turvalasissa lasi murenee vaarattomiksi paloiksi. (Pilkington 2015, 43–44.) **Julkisivu- ja koristelasin** pinnoitteilla ja väreillä nostetaan julkisivun ilmettä (Seloy 2018). **Ääneneristyslasin** paksuudella ja välitilan leveyden säädöillä tehostetaan lasin ääneneristävyttä (Lasiluoto n.d.). Tämä lasi sopii erityisesti meluisalle ja liikennöidylle alueelle nostamaan asumisviihtyvyyttä. **Palonsuojalasi** kestää korkeita lämpötiloja ja ehkäisee palokaasujen leviämistä (Klaasmerk n.d.). Kuvioon 2 on koottuna haluttu ominaisuus ja lasityyppi, jolla se voidaan saavuttaa.



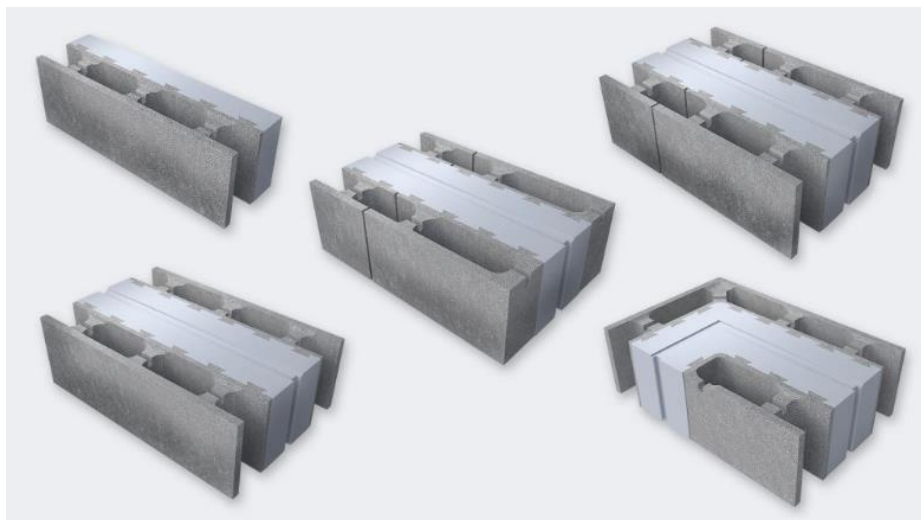
KUVIO 2. Halutun ominaisuuden perusteella voidaan valita lasi. (Lasiluoto n.d., muokattu)

Perusvaatimukset lasille on riittävä lämmöneristyskyky eli matala U-arvo sekä tarpeenmukainen auringonsäteilyn läpäisy huonetilaan eli g-arvon osuus. Tärkeintä on valita oikeanlainen lasi käyttötarkoituksen mukaan, jotta asuintiloista saadaan valoisia ja viihtyisiä. (Pilkington 2015, 7.)

3.4 Rakenne ja julkisivumateriaalien käyttö

Rakenteiden ominaisuudet, kuten tiiviys, paksuus ja materiaalit vaihtelevat, jolloin rakennetta on tarkasteltava tapauskohtaisesti, miten nämä seikat vaikuttavat energiatehokkuuteen ja sen tavoitteiden saavuttamiseen. Rakenteiden välillä kompensatiokeinojen tarpeellisuus vaihtelee, joten rakennusta on syytä tutkia kokonaisuutena. Materiaalien valintaan vaikuttaa energiatehokkuuden lisäksi muun muassa sen huoltotiheys, kotimaisuus, esteettisyys ja ekologisuus. (Kivitaloinfo n.d.; Lylykangas 2011, 47–49.) Seuraavana käsitellään lyhyesti kivi- ja hirsirakennetta sekä julkisivumateriaalin käytön mahdollisuuksia.

Kivirakennetta voidaan pitää ympäristöystävällisenä, koska sen elinkaari on pitkä ja purkujätteestä voidaan tuottaa materiaalia uusiokäyttöön. Kiven huoltovapaus pitää ylläpitokustannukset ja päästöt pieninä, jolloin rakennuksen ekologisuus kasvaa. Kivirakenteen luontainen massiivisuus ja tiiviys pitävät energiatehokkuuden korkealla, koska lämmitykseen tai jäähdyttämiseen menee suhteellisen pieni määrä energiaa. Yleisesti kivitaloa arvostetaan markkinoilla ja sen arvo pysyy pitkään korkeana. (Kivitaloinfo n.d.) Kuvassa 4 on esitetty kivirakennetta.



KUVA 4. Erilaisia kivirakenne tuotevaihtoehtoja (Lammi n.d.)

Toinen arvostettu materiaali kiven ohella on hirsi. Rakenne koostuu yksiaineisesta massiivipuusta ilman lisäeristystä. Hirsirakennuksilla on helpotuksia energiatehokkuusmääräyksissä kokonaisenergiakulutuksen osalta, sillä niille hyväksytään hieman korkeammat U-arvot kuin muille rakennuksille. Tämä johtuu hirsirakennuksien vähäisestä ympäristökuormituksesta elinkaaren aikana sekä positiivisista tuloksista hiilijalanjäljen ja sisäilmanlaadun osalta. Sisäilmanlaatu perustuu massiivipuun kykyyn sitoa ja luovuttaa kosteutta, jolloin ilmankosteus pysyy tasaisena. Hirsirakennetta voidaan pitää allergiaystävällisenä ja se harvoin muodostaa homeongelmia. Hirren tuotannon voidaan sanoa olevan 100 % kotimaista, sillä raaka-aineiden hankinta ja valmistus tapahtuu Suomessa. (Nzeb-lainsäädännön yritysvaikutusten arviointi 2015, 21–22; Honka n.d.) Kuvassa 5 on esitetty hirren rakennetta.



KUVA 5. Hirren tuotevaihtoehtoja (Honka n.d.)

Julkisivuun saa helposti ilmettä yhdistelemällä rohkeasti erilaisia materiaaleja keskenään. Ilmaston muuttuessa ja lisääntyvien viistosateiden ja tuulten myötä rakennus on kovilla ja siltä vaaditaan kestävyyttä entisestään. Materiaalivalinnoissa kannattaa huomioida sen kyky suojata rakennusta. Vesi aiheuttaa rakenteille helposti mittavia vaurioita, joten rakenteen pitäminen kuivana ja tiiviinä on tärkeää. Markkinoilla on saatavilla erilaisia julkisivulaattoja, levyjä ja seinäpeltejä eri väreissä ja kuvioissa, joilla on mahdollista tuoda rakennukseen kestävä ja ainutlaatuinen ulkopinta. (Ruukki n.d.) Alla kuva 6, jossa on käytetty julkisivussa peltiä.



KUVA 6. Peltinen julkisivu (Åke E:son Lindman n.d.)

Rakenne- ja materiaalivalinnat vaikuttavat koko rakennuksen elinkaareen ja tuleviin ylläpitokustannuksiin. Rakennus on kuitenkin monen materiaalin summa, joten laadukkaisiin ja kestäviin materiaaleihin kannattaa panostaa. Ne yleensä maksavat itsensä takaisin pitkällä aikavälillä. (Kivitaloinfo n.d.)

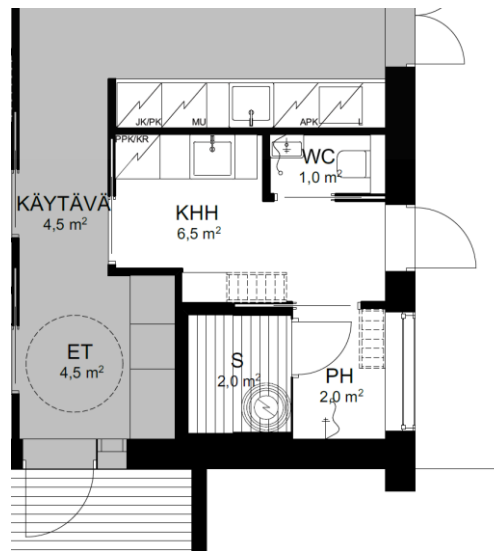
4 TILOJEN SUUNNITTELU

4.1 Tilojen sijoittelu

Tehokkaalla tilojen sijoittelulla ja pohjaratkaisulla säästetään lämmitettävää alaa ja minimoidaan hukkaneliöt (Sepponen ym. 2013, 18; Motiva 2018). Tiloja ryhmitellään yhteen niiden ominaisuuksien perusteella jakamalla ne vyöhykkeisiin (Lehtinen, Kaasalainen 2017, 17). Ryhmittelyt perustuvat ilmansuuntien, valaistuksen- ja lämmöntarpeen, tontin maaston ja sijainnin vaikutuksiin (Tilasto 2019).

Tilasuunnittelu alkaa lähtökohtaisesti ilmansuuntien tarkastelusta, jotta tilojen valaistus- ja lämmitystarve jakautuu niiden toiminnan mukaan optimaalisesti. Pohjoiseen sijoitellaan tilat, jotka tarvitsevat vähiten lämpökuormaa ja päivänvaloa, kuten makuuhuone, varasto ja kodinhoituhuone. Etelään, kaakkoon ja lounaaseen valoa tarvitsevat tilat, joissa oleillaan selkeästi eniten, kuten olohuone ja keittiö. Näiden yhteyteen sijoitetaan puolilämpimät tilat: viherhuone, lasitettu terrassi tai kuisti, jotka toimivat puskurivyöhykkeinä. Puskurivyöhyke on erityisesti kesällä sisätiloja viilentävä tila, koska se jarruttaa lämpökuorman etenemisen sisälle. (Tilasto 2019.)

Tilojen keskittäminen käyttötarkoituksen mukaan yhteen on kustannustehokkain ratkaisu. Märkätilojen, kuten pesuhuoneen, saunan ja kodinhoituhuoneen sijoittaminen lähelle toisiaan pitää talotekniikan ratkaisut yksinkertaisina ja materiaalikulutuksen minimissä. (Tilasto 2019.) Kuvassa 7 tilojen sijoittelua on havainnollistettu opinnäytetyönä suunnitellun omakotitalomalliston Talomalli 2:n avulla.



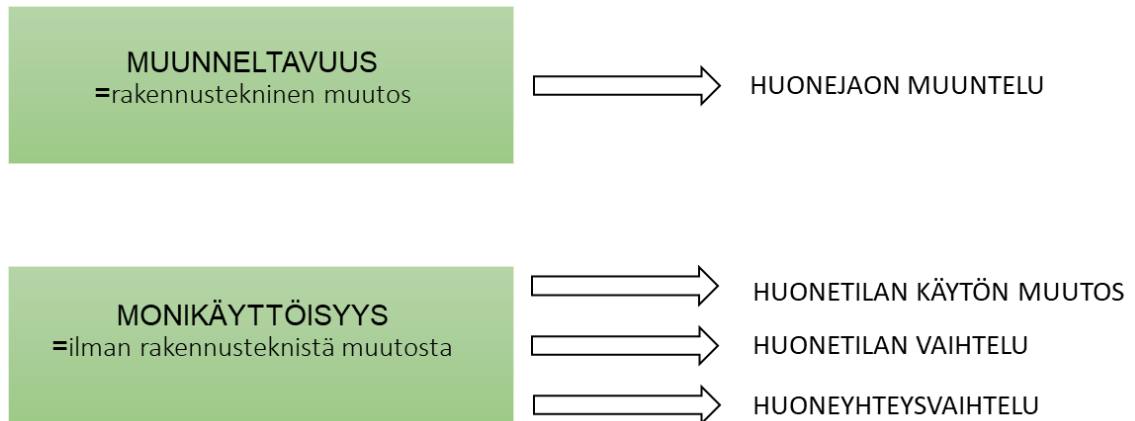
KUVA 7. Talomallin 2:n märkätilat ja keittiö on sijoitettu lähekkäin. (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

Monesti energialaskentaa mitataan vain teknisillä toimenpiteillä, mutta toteutuneen tilatehokkuuden tarkastelu jää helposti huomioimatta. Tila- ja energiatehokkuus toimivat joka tapauksessa yhdessä. Rakentamaton tila on aina parempi vaihtoehto materiaalikustannusten ja ympäristön kuormittamisen kannalta. (Lehtinen, Kaasalainen 2017, 9–10.) Avaintekijöitä tilasuunnittelussa on käytännöllisyys, asumismukavuus ja tilojen looginen sijoittelu.

4.2 Tilojen muuntojoustavuus

”Elinkaarella tarkoitetaan jaksoa maankäytön ja rakentamisen suunnittelusta ja raaka-aineiden hankinnasta rakentamiseen ja aina rakennuksen purkuun ja purkutuotteiden lajitteluun saakka.” (Rakennusteollisuus n.d.) Elinkaariajattelu on syytä ottaa osaksi suunnittelua. Muuntojoustavuudella rakennuksen elinkaarta pystytään pidentämään, kun tiloja muokataan käyttäjien tarpeiden ja elämäntilanteen mukaan. Suunnitteluratkaisuilla pystytään varautumaan etukäteen niin, että uuden rakentamisen tai rakennusteknisten korjauksien tarve vähenee. (Ala-Kotila 2019; Rakennusteollisuus n.d.)

Muuntojoustavuus voidaan jakaa karkeasti muunneltavuuteen ja monikäyttöisyyteen. Muunneltavuus tarkoittaa asunnon muovaamista rakennusteknisesti esimerkiksi rakentamalla uusi väliseinä, kun taas monikäyttöisyys ilman rakennusteknistä muutosta, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi kalustemuutoksilla. (Tarpio 2015, 56–57; Häkkinen & Ala-Kotila 2019, 5.) Muuntojoustavuutta havainnollistetaan seuraavan kuvion 3 avulla.



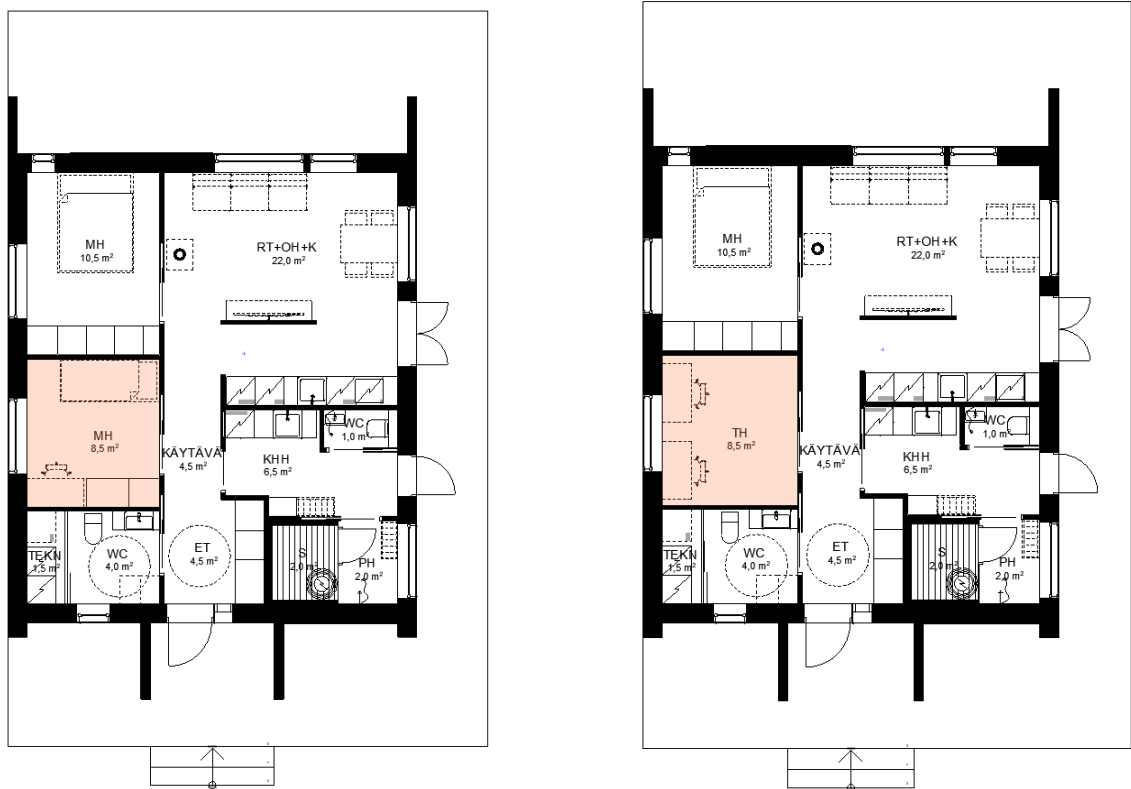
KUVIO 3. Muuntojoustavuus jaetaan rakennusteknisen muutoksen perusteella muunneltavuuteen ja monikäyttöisyyteen. (Tarpio 2015, 76, muokattu)

Rakennuksen elinkaaren aikana tapahtuu muutoksia sisäisistä tai ulkoisista syistä johtuen. Muutokset voivat olla esimerkiksi:

- Ympäristöstä johtuva muutos
- Tilan käyttötarkoituksen muuttuminen
- Perhekoon muuttuminen (Tarpio 2015.)

Rakennuksen elinkaaren aikana ympäristöstä johtuvat muutokset ovat ulkoisen olosuhteen pakottamia, kuten ilmastonmuutos (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, 5). Lisääntyvät sateet ja tuulisuus koettelevat erityisesti talon rakenteita. Hulevesien imeytymistä voidaan edesauttaa pihan muutoksilla esimerkiksi käyttämällä enemmän nurmialueita ja kosteikkoja asfaltin ja kivetyksen sijaan. (Pihakivi n.d.)

Tilan käyttötarkoitus voi muuttua esimerkiksi uuden harrastuksen myötä, jolloin esimerkiksi työhuone voidaan muuttaa kuntosaliksi. Perheeseen kasvu tai lasten aikuistuminen ja muuttaminen pois kotoa voivat myös aiheuttaa tilan käyttötarpeen muutoksen. Työhuone muuntuu lastenhuoneeksi tai toisinpäin. Tällöin puhutaan tilojen monikäyttöisyydestä, kun tilojen toimintaa pystytään muokkaamaan ilman rakennusteknisiä muutoksia. (Tarpio 2015, 79.) Kuva 8 havainnollistaa tilannetta opinnäytteenä suunnitellun Talomalli 2 avulla, jossa makuuhuone muutetaan työhuoneeksi.



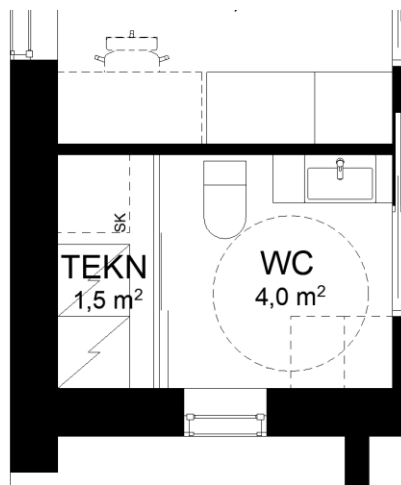
KUVA 8. Talomalli 2 pohjapiirustuksen saman tilan erilaiset käyttötarkoitukset (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

Tilavarauksilla ennakoitua tulevaa tilantarvetta. Terrassista pystytään muokkaamaan makuuhuone ja portaiden tilavarauksella kerroksia voidaan kasvattaa. Nämä ovat esimerkkitapauksia muunneltavuudesta. (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, 5.) Kuvassa 9 on havainnollistettu opinnäytetyönä suunnittelun omakotitalomalliston Talomalli 3 muunneltavuutta. Toisessa mallissa työhuone on muutettu seinällä wc tilaksi ja samalla suurennettu kodinhoitohuonetta poistamalla sen wc.



KUVA 9. Talomallin 3 kaksi erilaista vaihtoehtoa (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

Myös esteettömyyden huomioiminen on tulevaisuuden kannalta tilojen suunnitteluratkaisuissa tärkeää. Tilat tulee olla muokattavissa esteettömiksi tai ne tulee suunnitella sellaisiksi jo alun perin. Esteettömät tilat takaavat rakennukselle elämänmittaisen käytön. (Häkkinen & Ala-Kotila 2019, 5.) Kuvassa 10 havainnollistetaan opinnäytetyönä suunnittelun Talomalli 2 avulla, miten esteettömän tilan saa hyötykäyttöön esimerkiksi säilytystilaksi, silloin kun sitä ei tarvita pyörätuolille.



KUVA 10. Talomallin 2 wc on suunniteltu esteettömäksi ja tyhjä tila on hyödynnetty säilytystilana. (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

Tiloja muokattaessa ja muunneltaessa kantavat linjat sekä vesi- ja viemäripisteiden sijainnit pidetään lähtökohtaisesti alkuperäisissä paikoissa (Hakaste n.d., 71.) Talotekniikka tulee ylivoimaisesti tilakohtaisesti mahdollisten laajennusten ja täydennyksien takia, jotta lämmityksen ja ilmanvaihdon tehokkuus riittää muuttuvassa rakennuksessa (Energiatehokas koti 2020).

Rakennuksen mukautumiskykyä voi nostaa käyttämällä monikäyttöisiä kalusteita. Kokoontaittavat kalusteet on helppo piilottaa, kun niitä ei tarvita. Vaihtoehtoina voi käyttää kalusteen integrointia tilan rakenteisiin ja tason alle työnnettäviä kalusteita. (Tarpio 2015, 79.) Myös työtasojen korkeuden säätelystä hyötyvät eri sukupolvien käyttäjät. Joustavuus tuo käytännöllisyyttä ja pidentää elinkaarta. (Rakentajan ekolaskuri 2016.)

Tiloja saadaan tehostettua muuntojoustavuudella, kunhan se huomioidaan suunnitteluvaiheessa. Omasta kodista ei tarvitse luopua, vaikka elämäntilanne muuttuisikin. Muuntojoustavuus on ennen kaikkea kestävästä rakentamisesta. Uutta ei tarvitse rakentaa, kun vanha asunto mukautuu ajan tarpeisiin. Rakentamaton tila säästää ympäristöä, resursseja ja kustannuksia. Käyttömukavuus paranee, kun tila palvelee asukasta myös muuttuvassa elämäntilanteessa. (Tarpio 2015, 79.)

5 TALOTEKNISET JÄRJESTELMÄT

Talotekninen järjestelmä on kokonaisuus, johon kuuluu kiinteistön sisältämien tilojen tekniset järjestelmät ja laitteet. Talotekniikka pitää sisällään lämmityksen, jäähdytyksen, ilmanvaihdon sekä vesi- ja viemärihuollon. Järjestelmä pitää huolen, että rakennuksen sisäilma pysyy puhtaana, tilat viihtyisinä ja vesihuolto toimii. Talotekniikka tulisi suunnitella energiatehokkuus edellä ympäristöä kunnioittaen. (Ympäristö 2013.) Seuraavana tarkastellaan älykästä tekniikkaa, lämmitys-järjestelmiä ja ilmanvaihtoa, joiden avulla voidaan vaikuttaa rakennuksen energiatehokkuuteen.

5.1 Älykäs tekniikka

Teknologiaa ja älykkäitä järjestelmiä voidaan hyödyntää rakennuksen kulutuksen seurannassa, josta saadaan dataa todellisesta kulutuksesta. Todellista kulutusta voidaan verrata tavoiteltuun tulokseen ja mahdollisia poikkeamia pystytään analysoidaan sekä reagoimaan syihin. Älykkään järjestelmän etuina on sen kyky tunnistaa optimaaliset olosuhteet ja käyttäjien tarpeet sekä ennakoita niiden muutokset. (Energiatehokkuustyöryhmän raportti 2019, 55–57.)

Älykkäillä ratkaisulla talotekniikkaa ohjailaan mukautumaan tilojen muuntojoustavuuden ja tilojen käyttötarkoituksen muutoksien mukaan. Tilan olosuhteita pystytään hallitsemaan teknologian avulla, joka tehostaa sen käyttöä. Energiavaje ja ongelmat esimerkiksi sisäilmastossa on helpompi havaita ja niihin puuttuminen tapahtuu nopeammin. (Energiatehokkuustyöryhmän raportti 2019, 55–57.)

Järjestelmän kustannukset ovat pienet verrattuna älykkään teknologian hyötyihin. Taloteknisten järjestelmien yhteentoimivuus säästää energiaa, resursseja sekä ennen kaikkea mahdollistaa terveellisen ja turvallisen ympäristön asumiselle. (Energiatehokkuustyöryhmän raportti 2019, 55–57.)

5.2 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmä valitaan talokohtaisesti huomioiden energia- ja kustannustehokkuus sekä ekologisuus. Valintaan vaikuttavat rakennuksen koko, tontti ja lämmitysjärjestelmän ominaisuudet. Rakennukseen kannattaa teettää energiaselvitys ensimmäisistä suunnitteluluonnoksista. Tällä voidaan selvittää, millä lämmitysmuodolla saadaan energiatehokkain kokonaisuus ja voidaan kartoittaa mahdolliset vaihtoehdot ja muutokset. Lämmitysjärjestelmässä pitää ottaa huomioon sen elinkaaren kustannukset ostosta asentamiseen, sen käyttöön ja käytön aikaisiin huoltoihin. (Energiatehokas koti 2020.)

Lämmitysmuotoja on useita, joista yleisimpinä tuodaan esille:

- Ilma-vesilämpöpumppu
- Kaukolämpö
- Maalämpöpumppu
- Poistoilmalämpöpumppu (Motiva 2019.)

Lämmönjako huonetilojen välillä tapahtuu vesikeskuslämmityksenä, ilmakiertoisena tai huonekohtaisesti sähkölämmityksenä. Vesikiertoinen lämmönjakojärjestelmä jakaa lämmön tiloihin joko lattialämmityksen, pattereiden tai niiden yhdistelmän kautta. Ilmakiertoisessa järjestelmässä lämpö kulkeutuu tiloihin ilman välityksellä. Lämpö voidaan jakaa myös huonekohtaisesti sähkölämmityksen avulla sähköpattereiden tai lattialämmityksen välityksellä. (Motiva 2016.)

Suunnitteluvaiheessa on hyvä kartoittaa, voidaanko rakennukseen asentaa täydentävää lämmitysjärjestelmää, jolla lämmityskustannuksia saadaan alemmas. Tulisija, auringosta saatava energia ja ilmalämpöpumput ovat esimerkkejä täydentävistä lämmitysjärjestelmistä. (Motiva 2016.) Vuoden 2021 alusta uusien rakennuksien tulee käyttää osittain uusiutuvaa energialähdettä energiantarpeeseen. Uusiutuvaa energiaa käyttäviä lämmitysratkaisuja ovat esimerkiksi aurinko- ja tuulienergia, maa- ja kaukolämpö. (Energiatehokas koti 2020; Lähes nollaenergiarakennuksen käsitteet... 2015, 9.)

Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää aktiivisesti ja passiivisesti. Aktiivinen hyödyntäminen tapahtuu aurinkopaneeleiden tai aurinkokeräinten avulla. Passiivisen aurinkoenergian hyödyntämistä on käsitelty tarkemmin luvussa 3.3.3 Suuntaus ja sijoitus. Aurinkopaneeleiden avulla tuotettu sähkö kannattaa käyttää siinä rakennuksessa, missä se tuotetaan, sillä korvaus verkkoon syötetystä sähköstä on yleensä huono. Aurinkokeräimillä lämmitetään käyttövesi sekä kosteat tilat ja loppu lämpö varastoidaan yleensä vesivaraajaan. (Passiivinen aurinkoenergian... 2014.)

5.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmä vastaa sisäilman laadusta, pitää lämpötilan tasaisena sekä hiilidioksidipitoisuuden matalana. Ihmiset oleilevat suurimman osan elämästään sisätiloissa, jolloin sisäilman terveellisyyteen kannattaa panostaa. (Ilmanvaihdon teoriaa... 2014, 7–8.)

Yleisimmät ilmanvaihtojärjestelmät ovat painovoimainen ja koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä. Painovoimainen ilmanvaihto perustuu paine- ja lämpötilaeroihin. Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa tuloilma pääsee sisäilmaan ilmanvaihtokoneen avulla ja poistoilma imetään kanavien avulla ulos. Ilmanvaihtokoneissa kannattaa olla lämmöntalteenotto, jotta poistoilman lämpö saadaan hyödynnettyä tuloilman lämmityksessä. (Motiva 2020.)

Tasapainolämpötilassa ihminen tuottaa energiaa lämpönä ja siirtää sitä saman verran ympäristöön. Optimaaliseksi sisälämpötilaksi on mitattu +20–22 astetta. Jokainen kokee sopivan lämpötilan yksilöllisesti, joten huonekohtaisella ilmanvaihdolla muokataan sisälämpötila vastaamaan omia mieltymyksiä. (Enervent 2014, 9.) Liian korkean lämpötilan on havaittu tutkimusten perusteella aiheuttavat väsymystä, pahoinvointia ja kuivuuden tunnetta. (Adapteo n.d.) Asumisviihtyvyyden takaamiseksi tasainen sisälämpötila on ehdoton.

Sisäilmaan pääsee jatkuvasti epäpuhtauksia kuten hiilidioksidia, metaania ja aldehydejä, joita ihmisestä, lemmikeistä ja itse rakennuksesta vapautuu. Vähäpäästöisillä S1- sisäilmaluokan materiaalivalinnoilla voidaan taata laadukkaampi

sisäilma. Perusilmanvaihdon tulee käydä jatkuvasti, jotta se poistaisi epäpuhtaudet. Ilman tulisi vaihtua oleskelutiloissa vähintään kerran kahdessa tunnissa, jotta ilmanvaihtoa voidaan pitää sopivana. (Energiatehokas ilmanvaihto 2012; Ilmanvaihdon teoriaa... 2014, 10.)

Ilmanvaihtoa tulisi tehostaa tarpeen mukaan ainakin yksittäisissä tiloissa, joissa on epäpuhtauksia tai lämpö- ja kosteuskuormaa tulee runsaasti. Näitä ovat yleensä aputilat, kuten märkätilat, kodinhoitohuone ja keittiö. Oleskelutiloissa ja makuuhuoneissa ulkoilma tuodaan tilaan eli ilman virtaus järjestetään oleskelutiloista kohti aputiloja. Rakennuksen elinkaaren aikana tilojen käyttötarkoitukset voivat muuttua, joten on varauduttava riittävään ilmanvaihtoon. (Energiatehokas ilmanvaihto 2012; Ilmanvaihdon teoriaa... 2014, 10–11.)

6 OMAKOTITALOMALLISTO

Opinnäytetyönä suunnitellussa omakotitalomallistossa esitetään viiden erilaisen talomallin pohjapiirustukset, julkisivukuvat ja visualisoidut 3D-ulkohavainnekuvat. Talomallit ovat kooltaan pieniä, joten ne soveltuvat hyvin asemakaavoihin, joissa on esimerkiksi kapeat tontit ja vähäisesti rakennusoikeutta. Talomallien pohjapiirustukset, julkisivukuvat ja visualisointikuvat löytyvät myös opinnäytetyön lopusta liitteinä. (LIITTEET 1-5)

Talomallien esittelyssä tärkeimmät tiedot on listattu alkuun, jonka jälkeen malleista on lyhyt yleiskuvaus. Omakotitalomalliston perusidea on yhdistää energiatehokkuus, muuntojoustavuus ja kompakti koko. Energiatehokkuutta on haettu mallien yksinkertaisesta muodosta ja pienestä koosta. Myös kattomuodon avulla seinäpinta-alaa on voitu vähentää, jolloin säästetään esimerkiksi materiaalikustannuksissa. Pienestä koosta huolimatta talot sisältävät kaikki tarpeelliset tilat ja jokainen neliö on hyötykäytössä. Talomallit on suunniteltu muokattavaksi ja ne mahdollistavat lisääntyvän etätyöskentelyn. Kaikki mallit voivat hyödyntää aurinkoenergiaa passiivisesti sekä aktiivisesti aurinkopaneeleiden avulla. Talomallien julkisivumateriaaleja ja julkisivuja on tarkoituksella korostettu väreillä, jotta materiaali ja arkkitehtuuri erottuu. Lisäksi suunnittelussa on pyritty käyttämään suunnittelutoimisto Arkinston teettämää kyselyä asiakkaiden toiveista ja tarpeista omakotitalolta. Kaikkia toiveita oli mahdoton ottaa huomioon omakotitalomallien pienestä koosta johtuen.

6.1 Asiakkaiden toiveet omakotitalolta

Arkinston teettämässä kyselyssä oli tarkoituksena selvittää asiakkaiden toiveita ihanteellisesta omakotitalosta ja mitä ominaisuuksia talolta halutaan. Kysymyksiä oli talon ja talouden koosta, kustannuksista, huoneiden ominaisuuksista sekä siitä, mitä pidettiin talon tärkeimpinä asioina. Kyselyyn vastattiin 77 taloudesta ympäri Suomea. Kyselyssä selvisi, että suurin osa vastaajista valitsisi talon tyy-

liksi modernin, kerrosalaltaan 110–139 m², yksi- tai kaksikerroksisen omakotitalon, joka on hintaluokaltaan 200 000–249 000 e. Talouden koko tasapainotteli 1–2 tai 3–4 henkilössä.

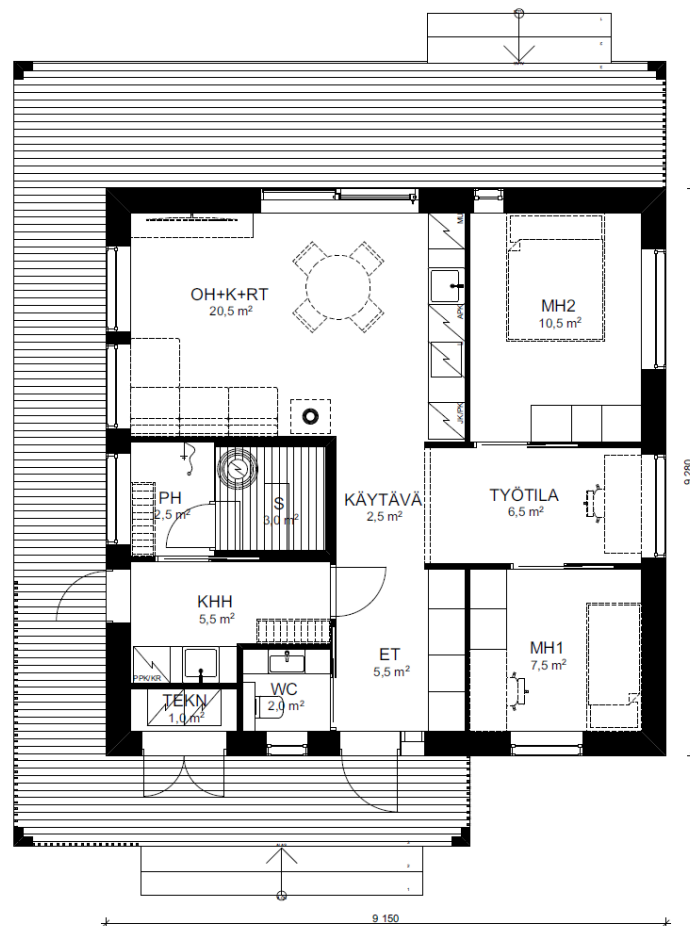
Talossa arvostettiin eniten riittävää säilytystilaa. Olohuoneen haluttiin olevan avoin, jossa on isot ikkunat sekä yhteys keittiöön ja ruokailutilaan. Keittiön vaihtoehtoisista vastaajia miellytti eniten avoin malli sekä L-malli ja saareke. Makuuhuoneet toivottiin hajautettuina ja päämakuuhuoneen yhteyteen toivottiin vessaa ja vaatehuonetta. Kodinhoituhuoneen toivottiin olevan kaukana makuuhuoneista ja, että siellä olisi tilaa pyykkien kuivaukselle. Myös käsienpesuallasta, pesutornia, yhteyttä pesutiloihin ja ulos pidettiin kodinhoituhuoneessa tärkeänä. Saunan lähelle toivottiin uloskäyntiä. Suosituin saunamalli oli L-muotoinen sauna puukiukaalla. Pesuhuoneeseen toivottiin kahta suihkua, wc tilaa lähelle ja pukuhuonetta. Ulkotilassa suosittiin katettua terassia ja tilaa ruokaryhmälle. Esteettömyys ei saanut tässä kyselyssä suurta kannatusta, sillä vain noin 10 % vastanneista piti esteettömyyttä tärkeänä. Tämä perustuu ehkä kyselyyn vastanneiden nuoreen ikähaarukkaan, sillä suurin osa vastanneista oli alle 35-vuotiaita.

6.2 Talomalli 1

- 3h+k+s
- kerrosala 85 m²
- kerrosala 250 mm ulkoseinällä laskettuna 81 m²
- huoneistoala 72 m²
- pariskunnalle, yhden tai kahden lapsen perheelle

Talomalli 1:n eteisestä on suora näkymä ulos, jolloin asunnosta välittyy heti avara tunnelma. Malli sisältää kaksi makuuhuonetta, joita erottaa työtila. Näin molemmat makuuhuoneet saavat enemmän yksityisyyttä. Työtila on mahdollista erottaa käytävätilasta seinällä ja muuttaa tarvittaessa kolmanneksi makuutilaksi. Työtila on myös mahdollista muuttaa esimerkiksi vaatehuoneeksi, jolloin asuntoon saadaan lisää säilytystilaa tai toiseksi wc tilaksi. Malli sopii hyvin ensiasunnoksi pariskunnalle tai lapsiperheelle.

Tekninen tila löytyy isojen pariovien takaa, jonne kuljetaan ulkopuolelta. Se on keskitetty märkätilojen kanssa yhteen ja kauas makuutiloista. Takkavaraus löytyy olohuone-keittiö kompleksista, jota voidaan käyttää kylmempinä aikoina ja säästää lämmityskustannuksissa. Samoin sauna toimii talon keskellä lämpövyöhykkeenä. Vaikka talo on kompakti, sieltä löytyy kodinhoitohuone ja pieni pukutila. Isot ikkunat olohuoneessa päästävät valoa hyvin sisään ja pitävät tilat viihtyisinä. Taloa kiertävä terassi päästää auringon valon sisään, mutta toimii samalla varjostavana rakenteena, kuten luvussa 3.3.1 Suuntaus ja sijoitus tuotiin esille. Kuva 11 havainnollistaa tilojen sijoittelua pohjapiirustuksessa, kuvassa 12 on julkisivukuva ja kuvassa 13 on visualisoitu 3D-kuva Talomallista 1. Nämä löytyvät opinäytetyön lopusta myös liitteenä. (LIITE 1)



KUVA 11. Talomalli 1 pohjapiirustus (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 12. Talomalli 1 julkisivukuvat (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 13. Talomalli 1 visualisoitu 3D-kuva (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

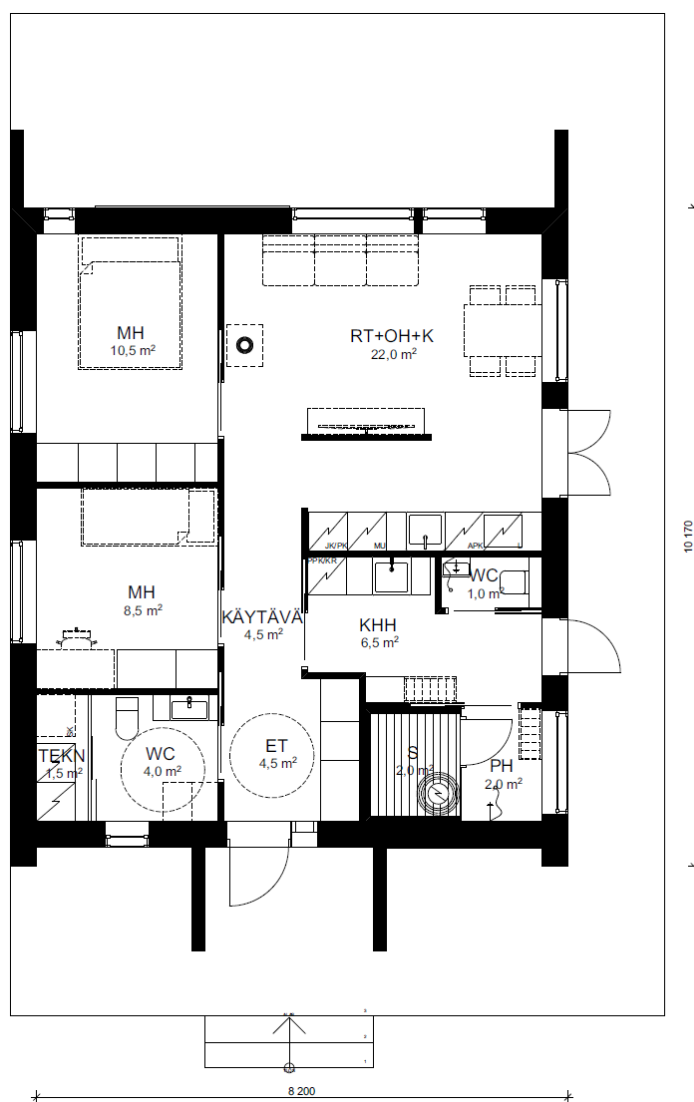
6.3 Talomalli 2

- 3h+k+s
- kerrosala 85 m²
- kerrosala 250 mm ulkoseinällä laskettuna 81 m²
- huoneistoala 71 m²
- pariskunnalle, yhden lapsen perheelle
- esteetön

Talomalli 2:n sisäänkäynti on avara ja siitä on näkymä olohuoneeseen. Eteisestä on kulku wc tilaan, joka on suunniteltu esteettömäksi 1300 mm pyörähdysympyrällä, mutta tilan voi täyttää halutessaan kaapeilla. Iso wc toimii samalla teknisten laitteiden säilytyspaikkana. Makuuhuoneet on sijoitettu pitkälle julkisivulle. Toisen makuuhuoneen voi tarvittaessa muuttaa esimerkiksi työhuoneeksi. Olohuone- ja keittiö muodostavat yhtenäisen tilan. Keskellä oleskelutiloja oleva seinäke on korkeudeltaan vain 1800 mm, jotta tila pysyy avaran tuntuksena. Keittiön isot pariovet on helppo avata ja käyttää tuuletukseen.

Märkätilat on suunniteltu mahdollisimman lähekkäin, mihin keittiö on saatu myös kiinnittymään. Kodinhoituhuoneesta löytyy pesutorni, talon toinen wc ja pieni pukutila. Kodinhoituhuoneesta on myös pääsy terassille. Terassin puolella isoista ikkunoista saadaan valoa ja pitkällä räystäällä varjostetaan liiallisen lämmön pääsyä sisätiloihin.

Talomalli 2 sopii hyvin asunnoksi pariskunnalle tai yhden lapsen perheelle. Kuvassa 14 on pohjapiirustus, kuvassa 15 on julkisivukuvat ja kuvassa 16 on visualisoitu 3D-kuva Talomallista 2. Nämä löytyvät myös opinnäytetyön lopusta liitteenä. (LIITE 2)



KUVA 14. Talomalli 2 pohjapiirustus (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 15. Talomalli 2 julkisivukuvat (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 16. Talomalli 2 visualisoitu 3D-kuva (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

6.4 Talomalli 3

- 3h+k+s
- kerrosala 85 m²
- kerrosala 250 mm ulkoseinällä laskettuna 81 m²
- huoneistoala 71 m²
- pariskunnalle, yhden lapsen perheelle
- esteetön

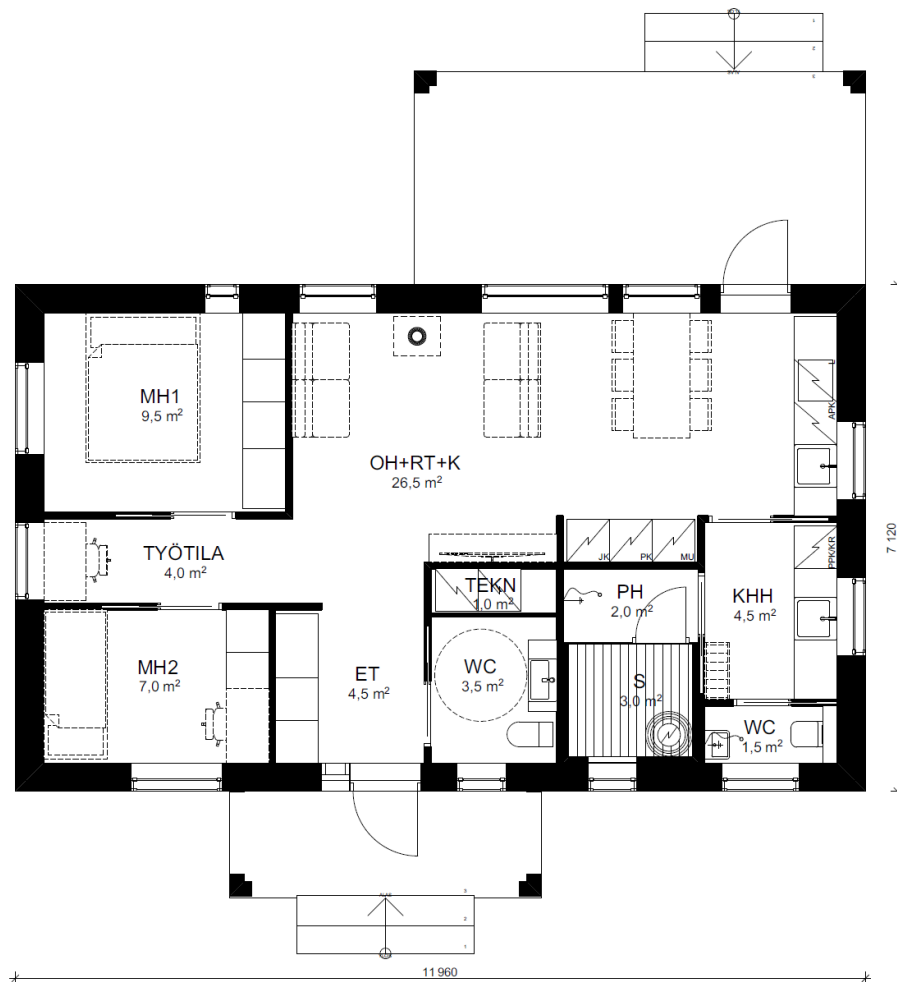
Talomalli 3:n eteistilassa on hyvin säilytystilaa ja siitä on näkymä olohuoneeseen ja ulos. Eteisestä on kulku esteettömään wc tilaan, joka toimii myös teknisenä tilana. Liukuovien taakse saa helposti piilotettua tekniset laitteet ja esimerkiksi siivouskaapin. Talon märkätilat on keskitetty yhteen ja kodinhoitohuoneesta löytyy talon toinen wc.

Malli sisältää kaksi makuuhuonetta, joiden välinen tila on mahdollista käyttää esimerkiksi työtilana tai rakentaa seinä makuuhuoneiden väliin, jolloin siitä saadaan

esimerkiksi päämakuuhuoneelle isompi vaatehuone. Talomalli 3:sta on otettu kaksi erilaista pohjavaihtoehtoa havainnollistamaan pohjan muunneltavuutta lukuun 4.2.

Oleskelutilojen keskiössä on takkavaraus, joka tuo tunnelmaa ja jonka ympärillä voidaan viettää perheen yhteistä aikaa. Isolle terassille mahtuu ruokailuryhmä ja terassin katos estää suoran auringonpaisteen pääsyn sisätiloihin.

Malli sopii ensiasunnoksi pariskunnalle tai yhden lapsen perheelle. Kuvassa 17 on pohjapiirustus, kuvassa 18 on julkisivukuva ja kuvassa 19 on visualisoitu 3D-kuva Talomallista 3. Nämä löytyvät myös opinnäytetyön lopusta liitteenä. (LIITE 3)



KUVA 17. Talomalli 3 pohjapiirustus (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 18. Talomalli 3 julkisivukuvat (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 19. Talomalli 3 visualisoitu 3D kuva (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

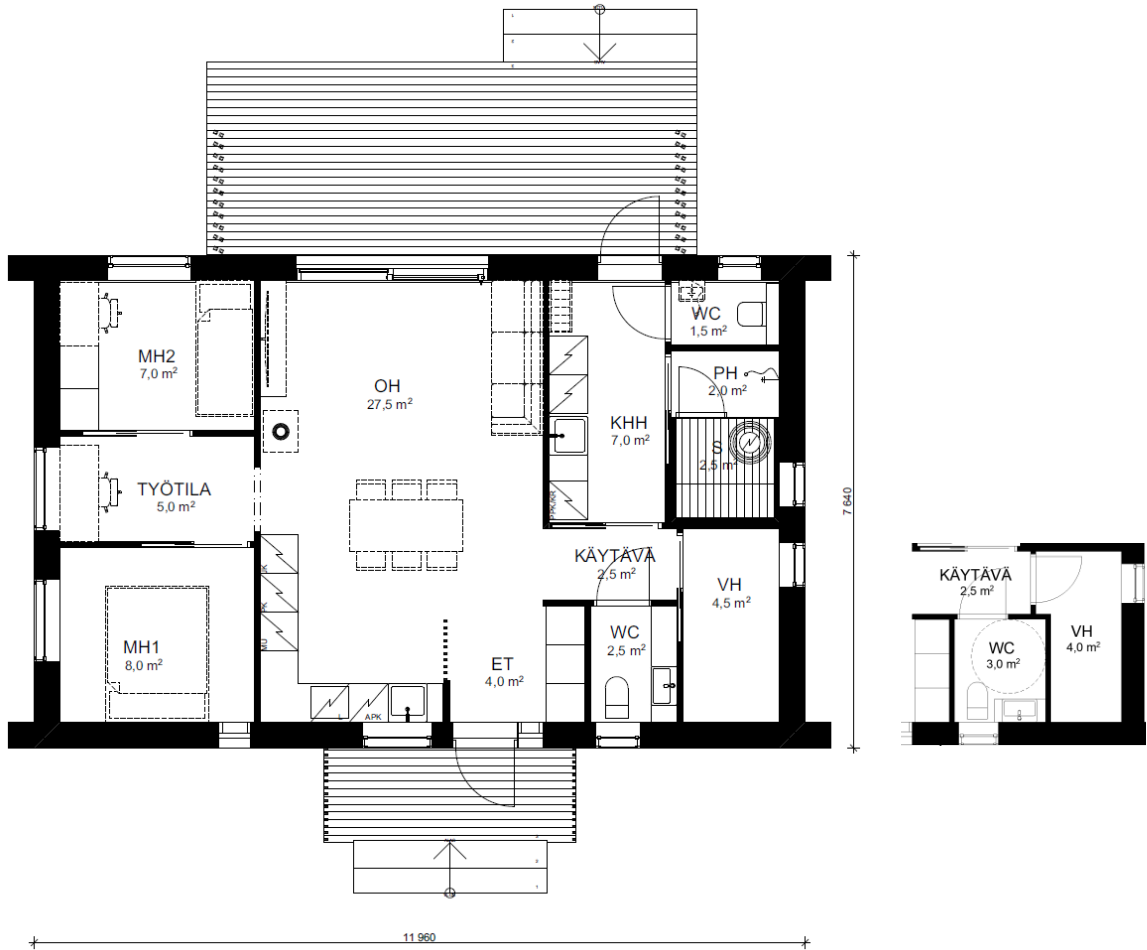
6.5 Talomalli 4

- 3h+k+s
- kerrosala 91 m²
- kerrosala 250 mm ulkoseinällä laskettuna 87 m²
- huoneistoala 76 m²
- pariskunnalle, yhden lapsen perheelle
- muokattavissa esteettömäksi

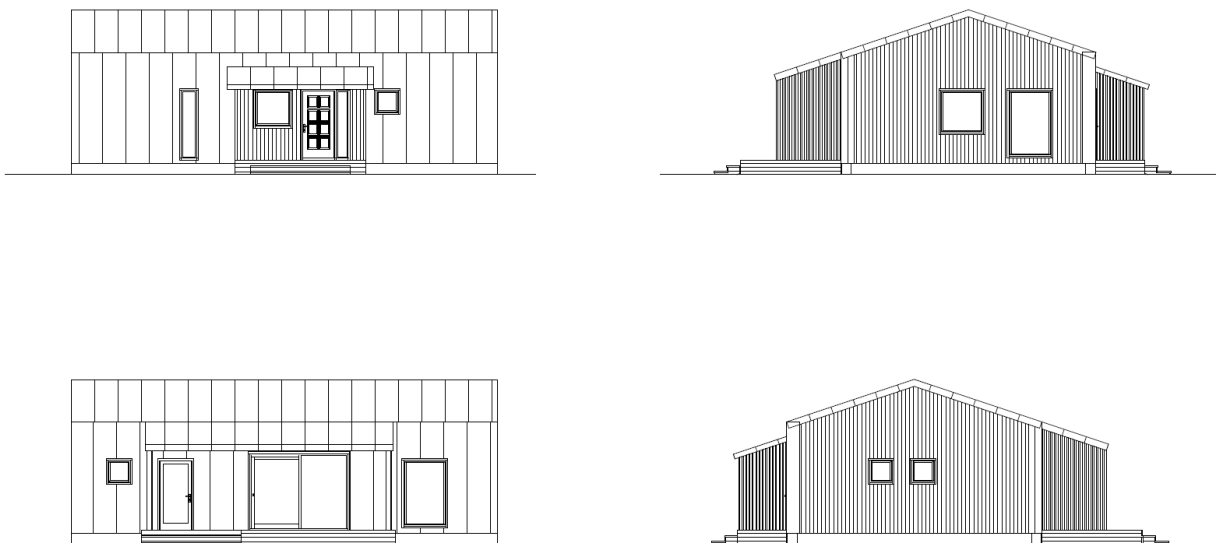
Talomalli 4 on malliston suurin talo. Sen sisäänkäynnistä on näkymä yhteiseen isoon oleskelutilaan ja keittiöön. Eteistilaa on rajattu puurimaseinällä, joka erottaa hyvin oleskelutilan ja eteisen, mutta samalla pitää tilan avarana. Malli sisältää kaksi makuuhuonetta, joiden välissä on työtila. Mallia pystytään muokkaamaan samoin menetelmin kuin talomallia 3.

Työtila tekee makuuhuoneista yksityisemmät ja se jakaa hyvin tiloja. Työtilan ja oleskelutilojen aukkoon voidaan lisätä esimerkiksi lasiovet, jos tiloja halutaan erottaa vielä enemmän toisistaan. Makuuhuone 1 toimii lähinnä nukkumatilana, sillä makuuhuoneen säilytystila on ratkaistu isolla vaatehuoneella eteisen vieressä. Iso vaatehuone palvelee myös kodinhoitohuonetta.

Eteisen viereinen wc on muokattavissa esteettömäksi siirtämällä altaan puoleista seinää vaatehuoneeseen päin. Muokkaus ei aiheuta suurempaa haittaa vaatehuoneen käytölle. Alla on kuva 20 Talomalli 4:n pohjapiirustuksesta sekä esteettömästä wc tilasta muokattuna. Kuvassa 21 on julkisivukuva ja kuvassa 22 on visualisoitu 3D-kuva Talomallista 4. Nämä löytyvät myös opinnäytetyön lopusta liitteenä. (LIITE 4)



KUVA 20. Talomalli 4 pohjapiirustus ja esteetön wc (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 21. Talomalli 4 julkisivukuvat (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 22. Talomalli 4:n visualisoitu 3D kuva (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

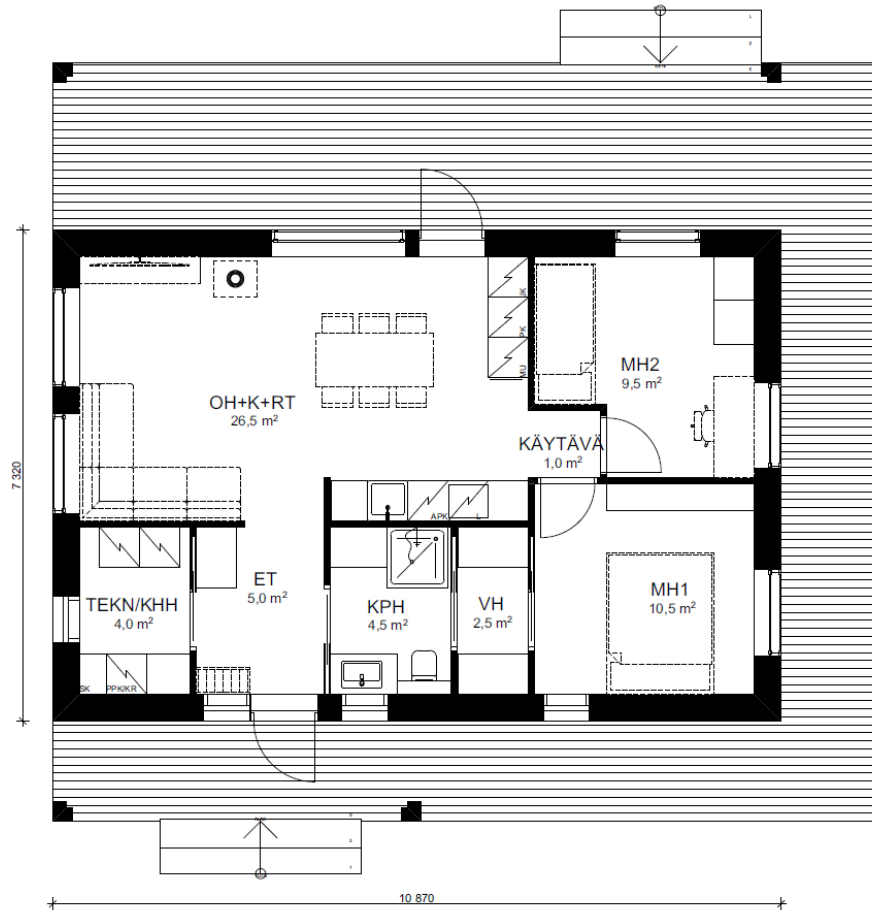
6.6 Talomalli 5

- 3h+k
- kerrosala 80 m²
- kerrosala 250 mm ulkoseinällä laskettuna 76 m²
- huoneistoala 66 m²
- pariskunnalle, yhden lapsen perheelle

Talomalli 5 on omakotitalomalliston pienin. Se sisältää silti kaikki välttämättömät tilat ja niiden käytännöllisyys on huomioitu. Sisääntulo on avara ja näkymä on suoraan ulos terassille. Eteisestä löytyy pieni kaapisto ja istumatila. Kodinhoituhuone toimii myös vaatteiden säilytystilana, johon on myös sijoitettu tekniset laitteet.

Talomallista on haluttu jättää sauna kokonaan pois ja käyttää sen neliöt oleskelutiloihin. Oleskelutiloille on haluttu jättää mahdollisimman paljon tilaa, joten avoikeittiö toimii sen yhteydessä hyvin. Makuuhuoneet ovat tiiviitä ja ne on sijoitettu talon toiselle sivulle. Toisen makuuhuoneen voi muokata myös työhuoneeksi.

Makuuhuone 1:n säilytystilana toimii vaatehuone, josta on mahdollisuus päästä suoraan kylpyhuoneeseen. Keittiöstä on pääsy ulkotiloihin ja katetulle terassille. Talo soveltuu pariskunnalle ja yhden lapsen perheelle. Kuvassa 23 on pohjapiirustus, kuvassa 24 on julkisivukuvat ja kuvassa 25 on visualisoitu 3D-kuva Talomallista 5. Nämä löytyvät myös opinnäytetyön lopusta liitteenä. (LIITE 5)



KUVA 23. Talomalli 5:n pohjapiirustus ja eteisen toinen versio (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 24. Talomalli 5 julkisivukuvat (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)



KUVA 25. Talomalli 5:n visualisoitu 3D kuva (Arkinsto 2020, Tiia-Marja Haikkonen)

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli käsitellä energiatehokkaan pientalon suunnitteluun liittyviä lähtökohtia ja ratkaisuja suunnittelijan näkökulmasta. Saatua tietoa sovellettiin suunnittelemalla muokattavissa ja muunneltavissa oleva omakotitalomallisto suunnittelutoimisto Arkinston käyttöön.

Opinnäytetyön energiatehokkuuden teoriaosuuteen oli saatavilla hyvin ja riittävästi materiaalia, jota löytyi myös eri näkökulmista. Aihe on laaja ja energiatehokkuudesta löytyi keskustelua eri viestinnän kanavista. Tietoa löytyi runsaasti puhtaana tutkimustietona, eri tuote- ja materiaalivalmistajien julkaisemana tietona, talovalmistajilta, blogikirjoituksista sekä lehtiartikkeleista muutamia lähteitä mainitakseni.

Hyvänä taustatietona pidin työpaikkani teettämään asiakaskyselyä. Sen avulla sain paremmin tuntumaa siitä, mitä asiakkaat omakotiasumisessa arvostavat. Olisin halunnut enemmänkin materiaalia asiakaskokemuksista ja millä tavalla energiatehokkuus näkyy ja tuntuu asiakkaan arjessa. Uskon, että lähivuosina asiakaskokemukset energiatehokkuuteen liittyen lisääntyvät, kun uudet määräykset lähes nollaenergiataloista tulevat voimaan ja talot alkavat käyttämään uusiutuvaa energialähdettä omaan energiantarpeeseen. Myös asiakkaiden henkilökohtaiset vaatimukset ja tarpeet energiatehokkuuden nostamiseksi lisäävät tämän tiedon tarvetta ja määrää. Erilaisten asiakkaiden ja heidän kokemustensa saaminen ja kerääminen vaatii toki rakennusosalalla siihen liittyvää tutkimustyötä entistä enemmän.

Riittävä materiaali teorian osalta, jota saatoin malliston suunnittelussa hyödyntää ja hyvä yhteistyö yrityksen, läheisten ja opinnäytetyön ohjaajan kanssa auttoivat viemään opinnäytetyötä eteenpäin. Pohtiessani opinnäytetyötä henkilökohtaisella tasolla, voin olla opinnäytetyöhön kokonaisuutena tyytyväinen. Erityisesti uuden malliston suunnittelu oli työn palkitsevin osuus. Tähän asti olen työssäni saanut suunnitella yksittäisiä taloja asiakkaiden toiveiden ja valmiiden pohjaluenosten mukaan. Kokonaisen omakotimalliston suunnittelu, johon sain käyttää paljon omia ideoitani ja luovuutta oli opettavaista sekä antoi laajempaa kuvaa

suunnittelun mahdollisuuksista. Tutustuin monipuolisesti eri lähteisiin ja tutkimuksiin, joihin en olisi törmännyt ilman opinnäytetyötä. Malliston suunnittelun yhteydessä opin myös käyttämään itselleni ennestään uutta visualisointiohjelmaa ja sain uutta näkemystä värien käyttöön.

Haasteiksi opinnäytteen omakotitalomallistoa suunniteltaessa nousi erityisesti esteettömyyden ja tarpeellisen säilytyksen muodostaminen. Esteettömyyden suunnittelu tuotti aluksi hankaluuksia, sillä talot ovat pieniä ja 1300 mm pyörähäydysympyrä vaatii tilaa. Siitä mieleeni nousikin kysymys, onko esteettömiksi suunnitellut tilat liian isoja verrattuna koko rakennuksen kerrosalaan. Esteettömyys on kuitenkin tulevaisuuden kannalta tärkeä suunnittelukohta, joten sitä ei voinut täysin sivuuttaa. Omakotitalomallien esteettömyys varmistettiin suunnittelemalla talot yksitasoisiksi ja wc-tila esteettömäksi tai muuntojoustavaksi niin, että esteettömyys on mahdollista toteuttaa myöhemmin. Tähän ajatukseen päädyttiin, koska mallit ovat suhteellisen pieniä ja kaikki neliöt lähtökohtaisesti pitää olla hyötykäytössä, jotta se olisi energiatehokas.

Toiseksi ongelmaksi muodostui säilytyksen ja tasojen riittävä määrä. Malleissa tilojen suunnittelu lähti lähes aina 600mmx600mm kokoisista laatikoista, jotka määrittivät tilan koon ja muodon. Näin malleissa pystyttiin takaamaan tarpeellinen määrä säilytystä ja tasoa.

Tuotettavan omakotitalomalliston syntyyn vaikutti vahvasti palautteen saaminen ja rakentava kritiikki, jota ilman mallisto ei olisi kehittynyt tähänastiseen muotoonsa. Itselleni opinnäytetyön tärkein oivallus ja oppi oli yhteistyön merkitys. Mallistoa tehdessäni muutostoiveet ja ideat edistivät malliston lopputulosta huomasti. Työelämässä tehdään aina yhteistyötä monen eri tahon kanssa ja asioita työstetään yhdessä, mikä pätee myös tähän opinnäytetyöhön.

Malliston suunnittelun edetessä oli havaittavissa, että energiatehokkuuden suhteen päästään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen, jos se otetaan huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa. Yhteistyössä on aina mukana myös asiakkaan toiveet ja tarpeet, jotka ovat rakennusarkkitehdin toiminnassa kaiken työn perusta, mutta eivät aina kovin helposti sovitettavissa yhteen energiatehokkuuden näkökulmasta.

Teknologian avulla energiatehokkuuden huomioiminen entisestään tulee varmasti kehittymään ja uusia tapoja sen mittaukseen ja valvontaan kehitetään. Teknologia mahdollistaa tarkempia tuloksia ja helpottaa valvontaa. Sen ottaminen osaksi rakennuksen talotekniikkaa parantaa huollettavuutta, sillä vikoja ja ongelmia on helpompi kohdentaa tekniikan avulla. Tulevaisuuden osalta odotankin mielenkiinnolla, miten teknologian käyttö rakennuksissa lisääntyy.

LÄHTEET

Adapteo. n.d. Luokan lämpötilan laskeminen voi parantaa oppimistuloksia. Artikkel. Luettu 3.5.2020.

<https://adapteo.fi/artikkelit/lampotila/>

Ala-Kotila, Rakennustekniikka. 2019. Muuntojoustavuudella kohti kestäväää rakentamista. Blogi. Julkaistu 28.03.2019. Luettu 3.5.2020.

<https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/uutisarkisto/muuntojoustavuudella-kohti-kestavaa-rakentamista.html>

Arkkitehtitoimisto Tilasto. 2019. Energiatehokkaan pientalon suunnitteluperiaatteita. Luettu 1.4.2020.

https://tilasto.info/energiatehokkaan_pientalon_suunnitteluperiaatteita/

Energiatehokas ilmanvaihto. 2012. Motiva. Luettu 31.5.2020

https://www.motiva.fi/files/6147/Energiatehokas_ilmanvaihto2012.pdf

Energiatehokas koti. 2020. Aurinkosuojaratkaisut. Luettu 16.4.2020.

https://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/miten_tehdaan_energiatehokas_koti/aurinkosuojaratkaisut

Energiatehokas koti. 2020. Energiatehokkaan kodin edut. Luettu 29.5.2020

https://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/energiatehokkaan_kodin_edut

Energiatehokas koti. 2020. Lämmitys. Luettu 2.5.2020.

https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys

Energiatehokas koti. 2020. Rakentamismääräykset. Luettu 3.5.2020.

<https://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/maaraykset/rakentamismaaraykset>

Energiatehokas koti. 2020. Talon koko, muoto ja sijoitus tontille. Luettu 16.4.2020.

https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/rakennuksen_suunnittelu/talon_koko_muoto_ja_sijoitus_tontille

Energiatehokkuustyöryhmän raportti. 2019. Työ- ja elinkeinoministeriö. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2019:53. Helsinki.

Hakaste. H. n.d. Muuntojouston uusi tuleminen. Rakennustieto. Luettu 4.5.2020

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK150201.pdf>

Honka. n.d. Luettu 31.5.2020

<https://www.honka.fi>

Häkkinen, T. & Ala-Kotila, P. 2019. Monikäyttöisyys ja muunneltavuus kestävässä rakentamisessa. VTT. Luettu 3.5.2020

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/technology/2019/T363.pdf>

Ilmanvaihdon teoriaa & käytännön tietoa. 2014. Enervent. Suunnitteluohje. Luettu 31.5.2020

Kivitaloinfo. n.d. Luettu 31.5.2020

<https://kivitaloinfo.fi>

Klaasmerk. Palonsuojalasit. Luettu 23.4.2020.

<https://klaasmerk.ee/fi/tuotteet/sisustuslasit/palonsuojalasit/>

Lasiluoto. n.d. Lasiopas. Luettu 5.5.2020.

<https://www.lasiluoto.fi/lasiopas>

Lehtinen, T. Kaasalainen, T. 2018. Tilavyöhykkeiden potentiaali energiatehokkuuden käytön kautta. Arkkitehtuurin laitos. Tampereen teknillinen yliopisto. Combi-hanke.

Linberg, T. 2015. Vihreä kerrostalo. Selvitys ekologisen asuinkerrostalon passiivisista suunnitteluratkaisuista energiatehokkuuden ja hiilijalanjäljen näkökulmista. Arkkitehtuurin laitos. Tampereen Teknillinen Yliopisto. Diplomityö.

Lylykangas, K. 2011. Kokonaisenergiatarkastelun vaikutus suunnitteluprosessiin - pääsuunnittelijan rooli. Rakennustieto. Luettu 6.5.2020.

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110201.pdf>

Lylykangas, K. Andersson, A. Kiuru, J. Nieminen, J. & Päätaalo, J. 2015. Rakenteellinen energiatehokkuus: Opas 2015. Luettu 30.4.2020.

Lähes nollaenergiarakennuksen käsitteet, tavoitteet ja suuntaviivat kansallisella tasolla. 2015. FinZEB-hanke. Luettu 5.6.2020

https://www.talteka.fi/sites/default/files/file_attachments/finzeb_loppuraportti.pdf

Moisio, M. 2010. Arkkitehtuurin vaikutus pientalon energiatehokkuuteen, Talo Saunaranta ja 47 variaatiota. Arkkitehtuurin laitos. Tampereen teknillinen yliopisto. Diplomityö.

Moisio, M. Kaasalainen, T. Lehtinen, T. & Hedman, M. 2018. Energiatehokkaan arkkitehtisuunnittelun ohjekortisto. Arkkitehtuurin laboratorio. Tampereen teknillinen yliopisto. Combi-hanke.

Motiva. 2016. Lämmönjaon vaihtoehdot. Luettu 3.5.2020.

https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/lammonjaon_vaihtoehdot

Motiva. 2016. Tukilämmitysjärjestelmät. Luettu 3.5.2020.

https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/tukilammitysjarjestelmat

Motiva. 2018. Tilojen suunnittelu. Luettu 10.5.2020.

https://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/rakentaminen/rakentajan_ohjeet/hyva_talo/tilojen_suunnittelu

Motiva. 2019. Aurinkolämmön passiivinen hyödyntäminen. Luettu 9.4.2020.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolammon_passiivinen_hyodyntaminen

Motiva. 2019. Lämmitysjärjestelmän valinta. Luettu 3.5.2020.
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta

Motiva. 2020. Hyvä ilmanvaihto. Luettu 8.6.2020
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/hyva_arki_kotona/hyva_ilmanvaihto

Nieminen, J. Jahn, J. & Airaksinen M. n.d. Passiivitalon arkkitehtisuunnittelu. Luettu 30.4.2020.
<https://docplayer.fi/3519352-Passiivitalon-arkkitehtisuunnittelu-jyri-nieminen-jenni-jahn-miimu-airaksinen.html>

Nzeb-lainsäädännön yritysvaikutusten arviointi. 2015. Motiva. 11/2015.

Passiivinen aurinkoenergian hyödyntäminen Oulussa. 2014. Oulun rakennusvalvonta. Suunnitteluohje. Luettu 31.5.2020.
<https://www.ouka.fi/documents/486338/95071c2e-dcb5-45da-89d5-8b1a4216c6f1>

Pihakivi. n.d. Hulevesien hallinta. Luettu 15.6.2020
<https://www.pihakivi.com/kayttokohteet/vedenhallinta/hulevesien-hallinta-2/>

Pilkington. 2015. Lasifakta 2015. Opas. Luettu 2.5.2020.
https://www.pilkington.com/~/_media/Pilkington/Site%20Content/Finland/Architects/Lasifakta%202015%20finsk.pdf

Rakennusteollisuus. n.d. Rakennuksen elinkaari kestävän rakentamisen lähtökohtana. Luettu 3.5.2020.
<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Kestava-rakentaminen/Rakennuksen-elinkaari/>

Rakentajan ekolaskuri. 2016. Ekorakentajan opas. Luettu 16.4.2020.

<http://www.rakentajanekolaskuri.fi/taustatietoa.php#Ekotalopahkinankuossa>

RT 07-11300. 2018. Aurinkosuojaus. Rakennustieto. Luettu 2.5.2020.

https://www.tamar.fi/site/assets/files/1243/rt_07-11300_aurinkosuojaus_-_tampereen_markkiisi.pdf

Ruukki. n.d. Julkisivuverhoukset. Luettu 6.6.2020

<https://www.ruukki.com/fin/b2b/tuotteet/julkisivuverhoukset>

Seloy. 2018. Julkisivulasit. Luettu 2.5.2020.

<https://www.seloy.fi/julkisivulasit>

Sepponen, M. Nieminen, J. Tuominen, P. Kouhia, I. Shemeikka, J. Viikari, M. Hemmilä, K. & Nykänen, V. 2013. Lähes nollaenergiatalon suunnitteluohjeet. Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen raportteja 2. Lahti.

Tarpio, J. 2015. Joustavan asunnon tilalliset logiikat. Erilaisiin käyttöihin mukautumiskykyisen asunnon tilallisista lähtökohdista ja suunnitteluperiaatteista. Arkkitehtuurin laitos. Tampereen teknillinen yliopisto. Väitöskirja.

Tulevaisuuden talot ja uusiutuva energia. 2014. Passiivinen aurinkoenergia. Luettu 26.3.2020.

<https://www.tulevaisuudentalot.fi/energiansaastoa-passiivisella-aurinkoenergi-alla/>

Ympäristö. 2013. Talotekniset järjestelmät. Luettu 3.5.2020.

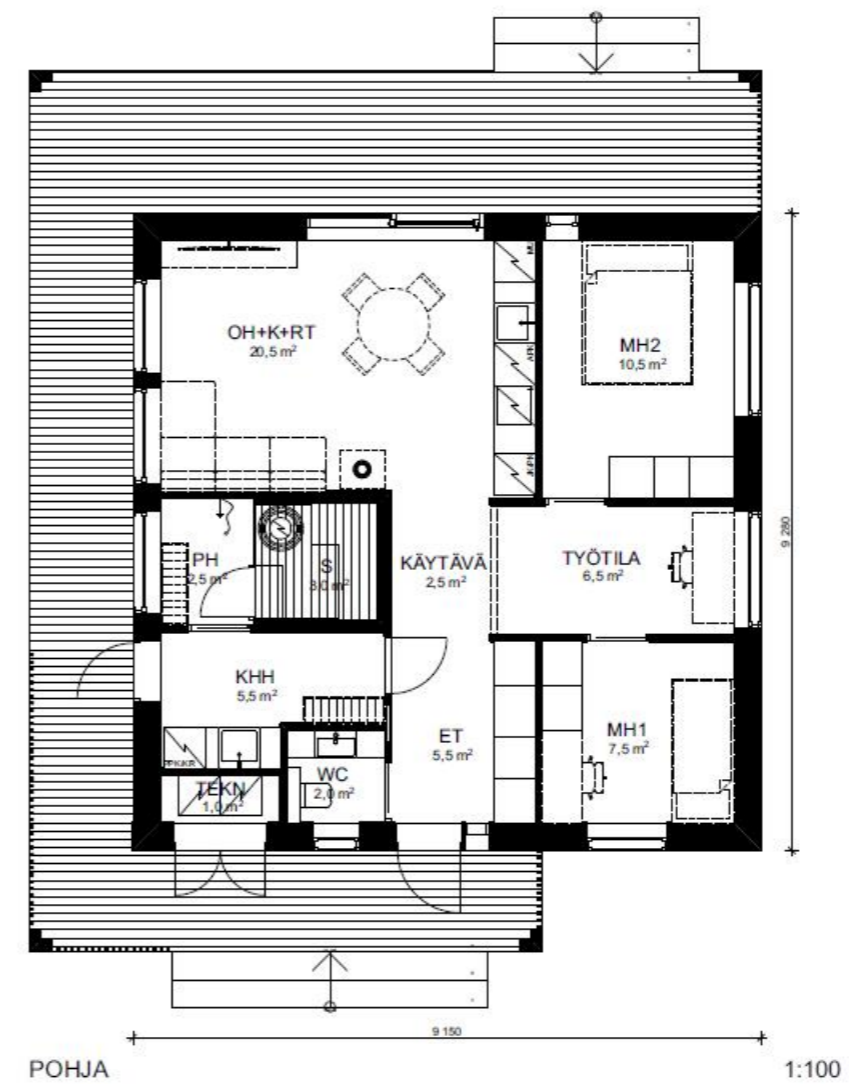
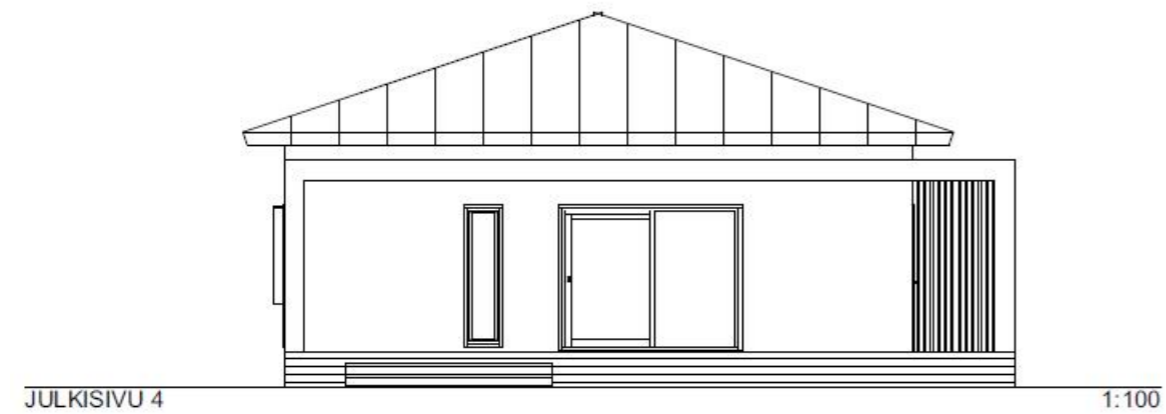
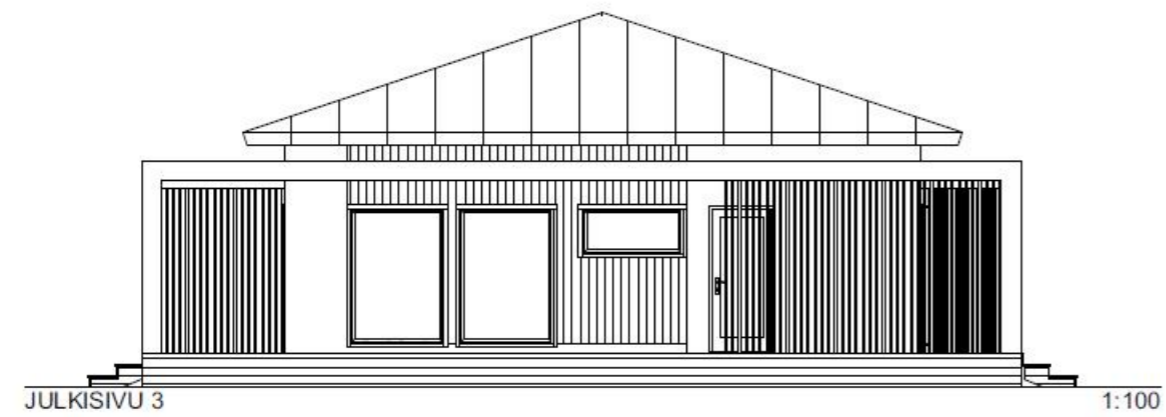
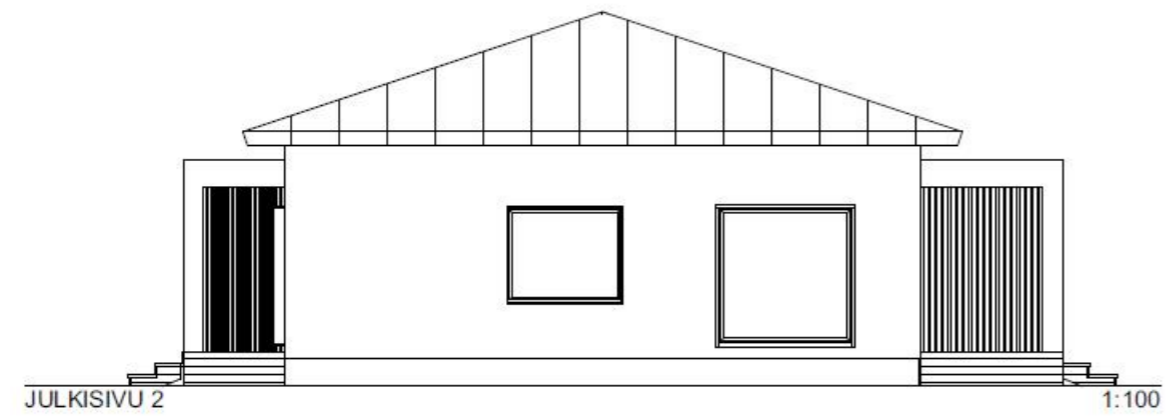
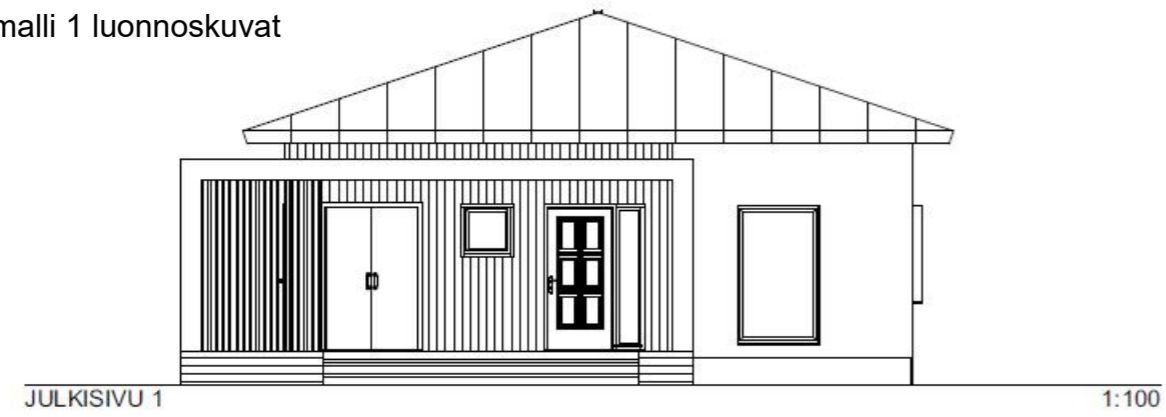
https://www.ymparisto.fi/fi-fi/rakentaminen/rakennushanke/talotekniset_jarjestelmat_lvi

Ympäristöministeriö. 2020. Hiilineutraali Suomi 2035. Luettu 29.5.2020

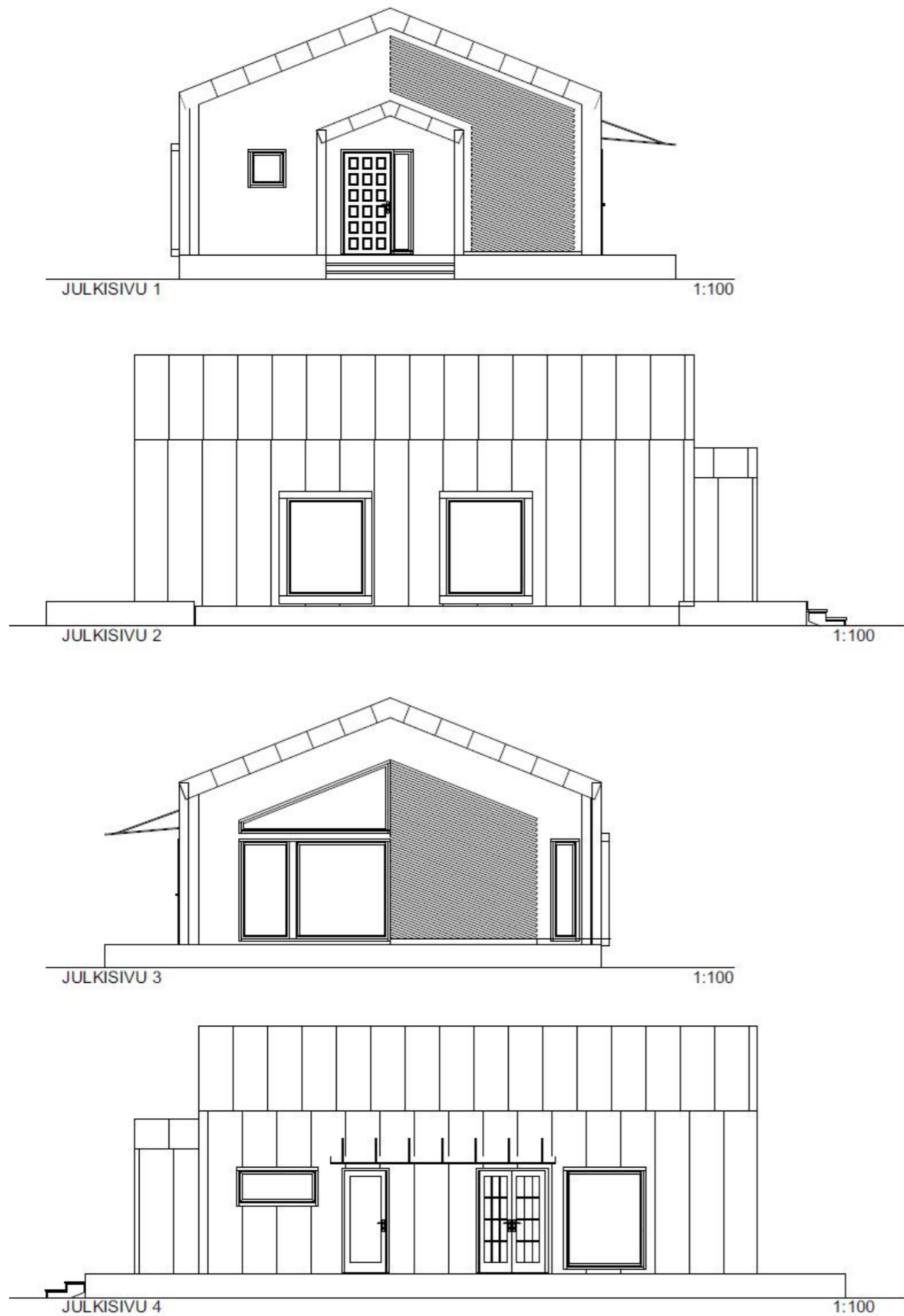
<https://www.ym.fi/hiilineutraalisuomi203>

LIITTEET

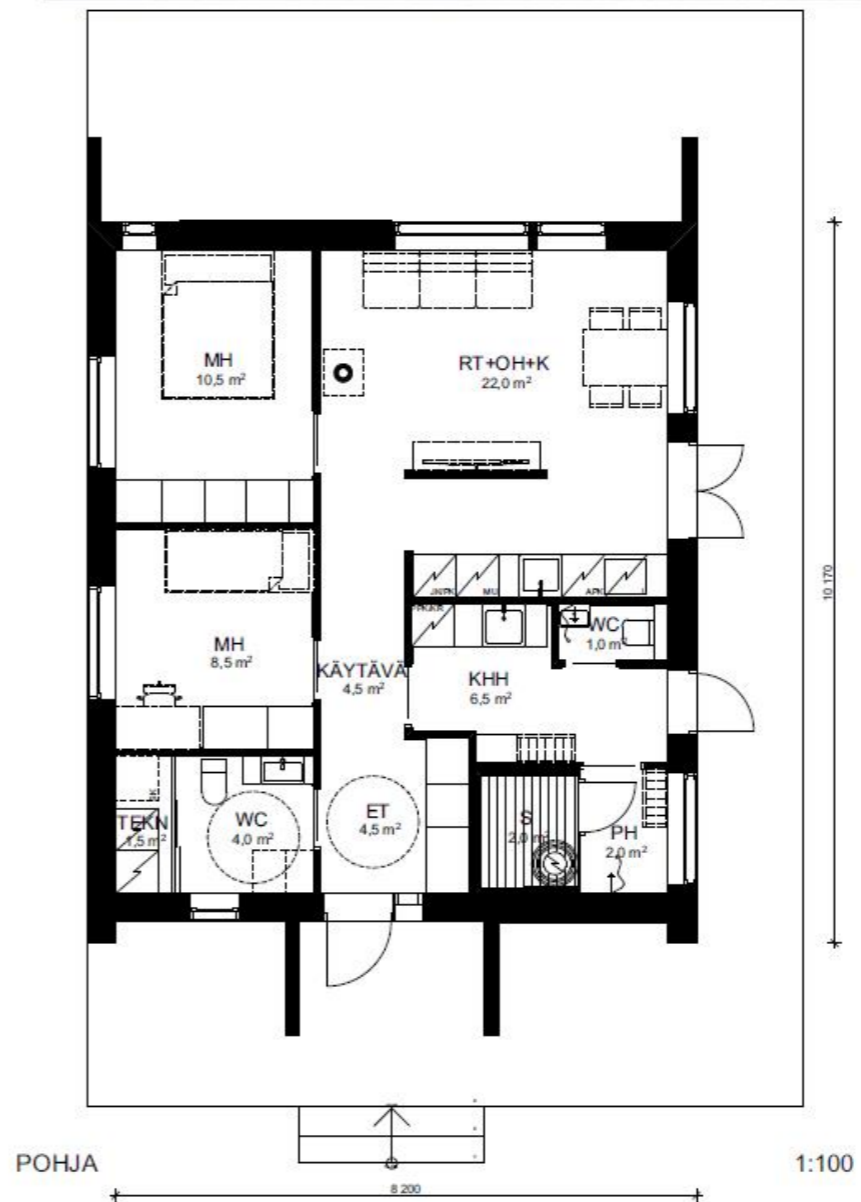
Liite 1. Talomalli 1 luonnoskuvat



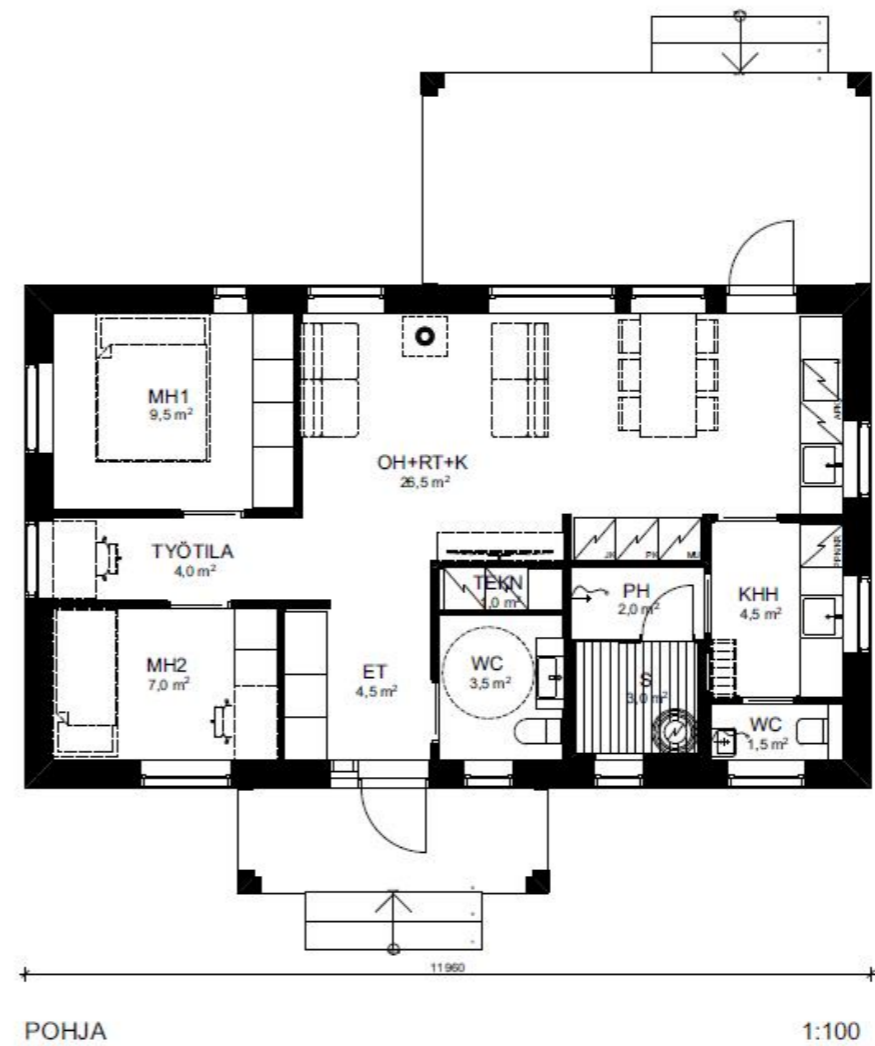
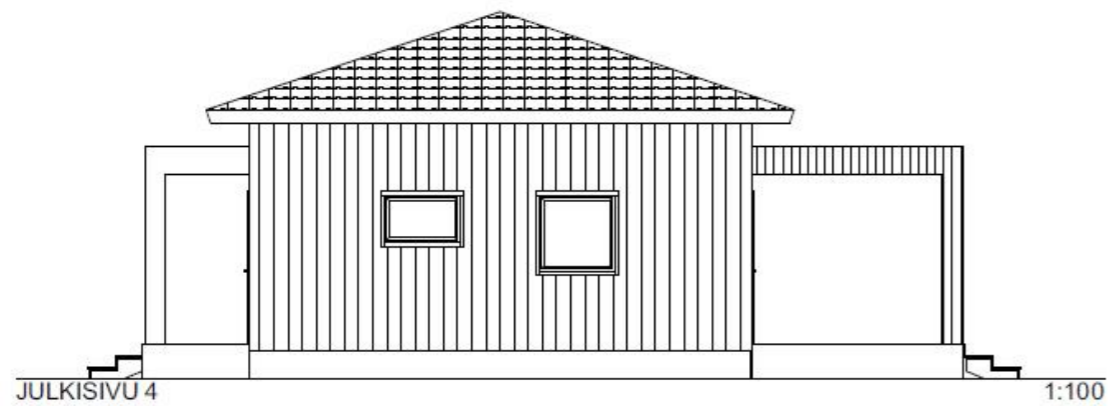
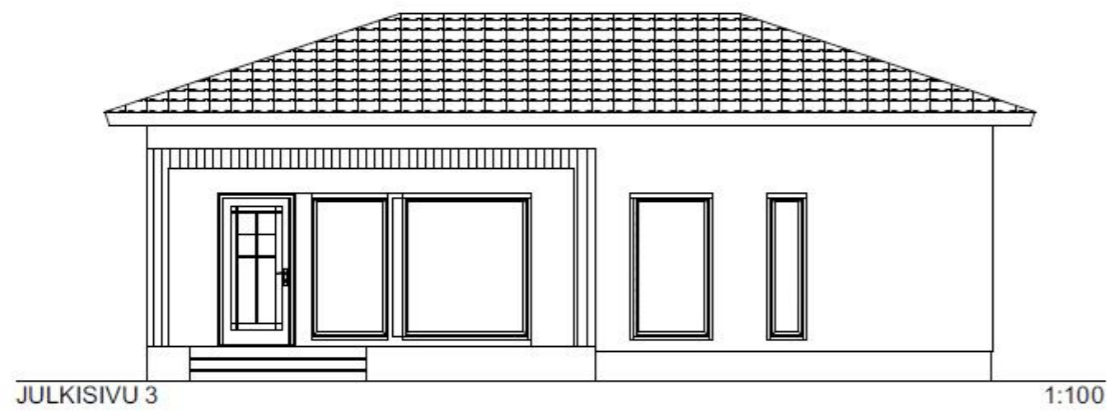
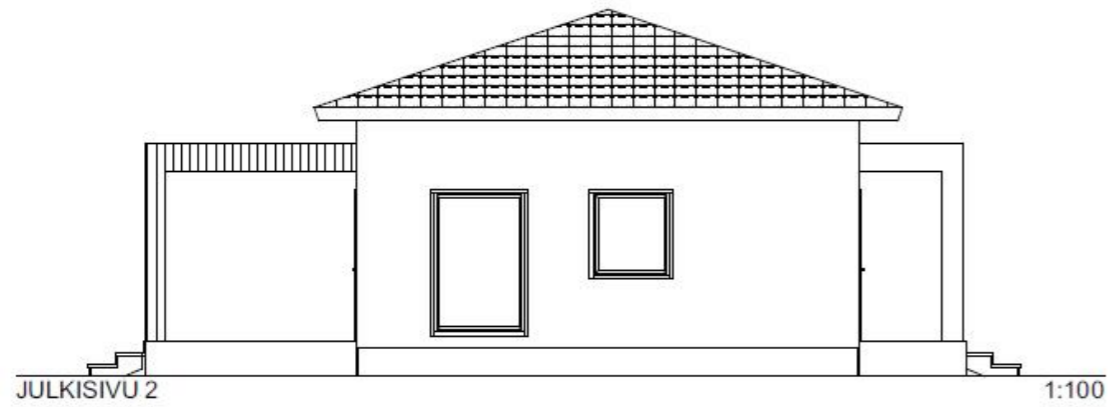
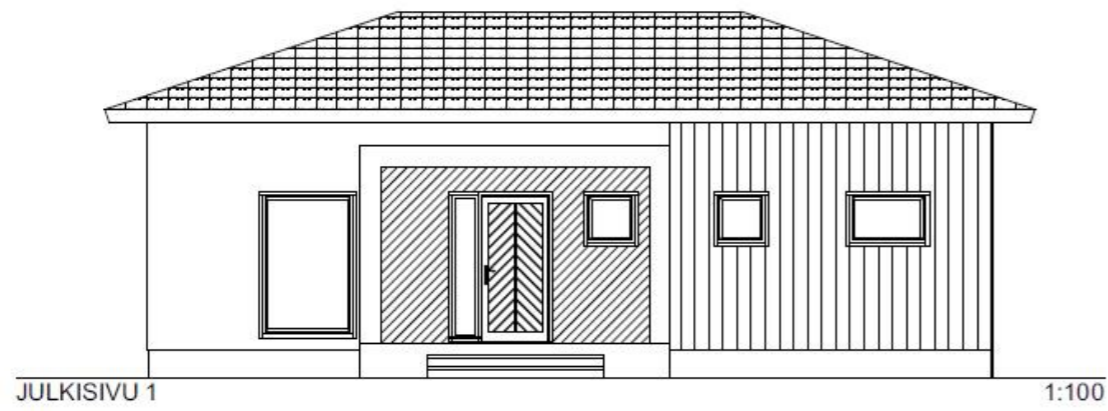
Liite 2. Talomalli 2 luonnoskuvat



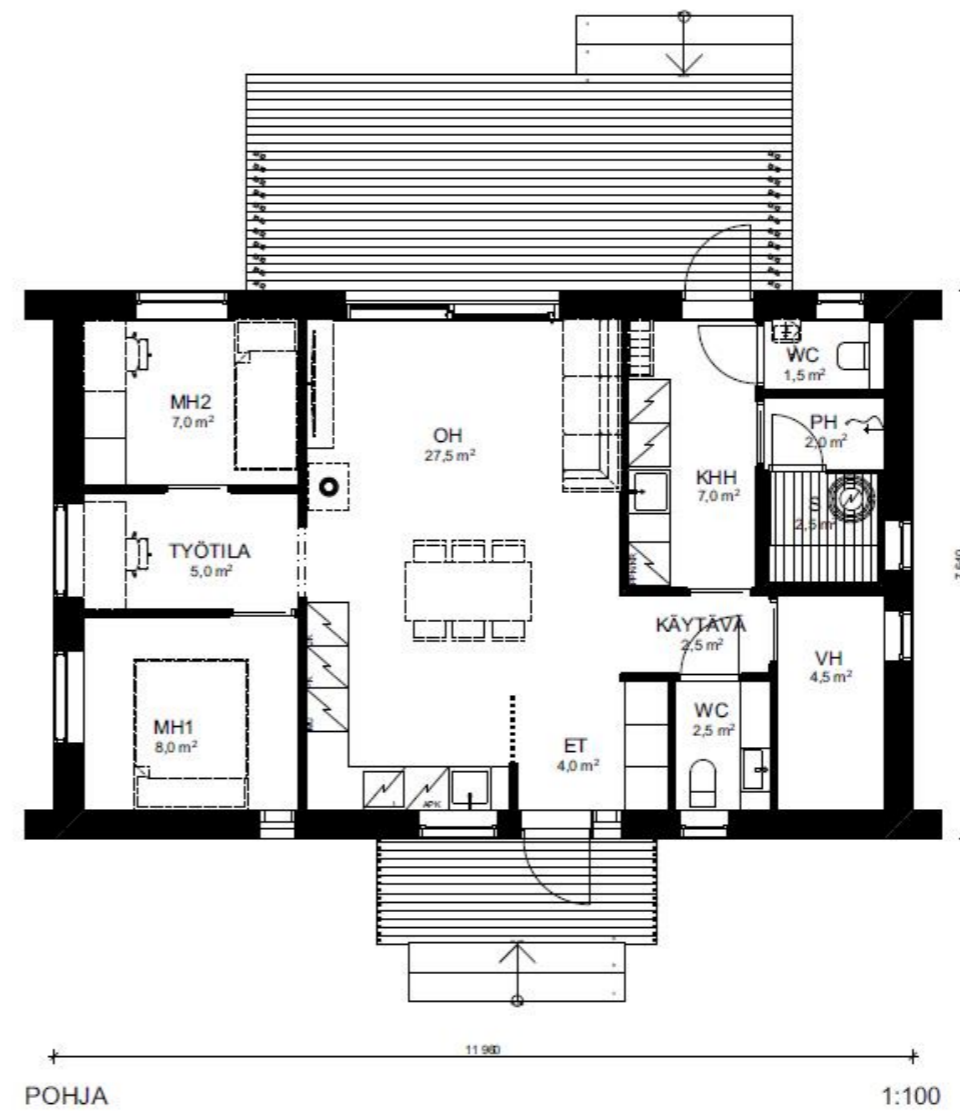
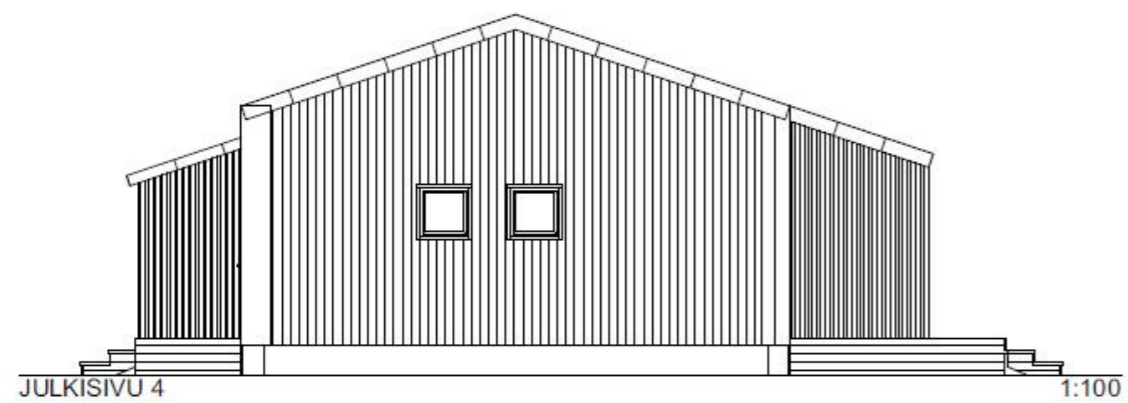
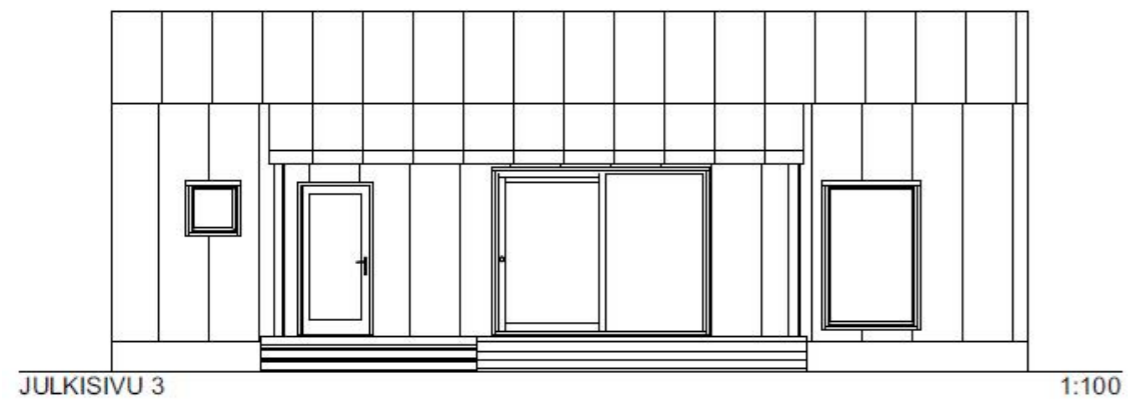
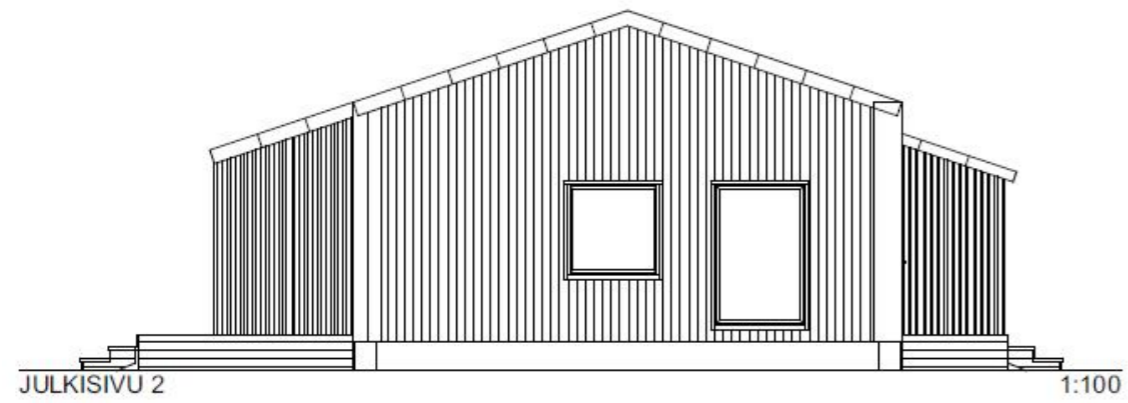
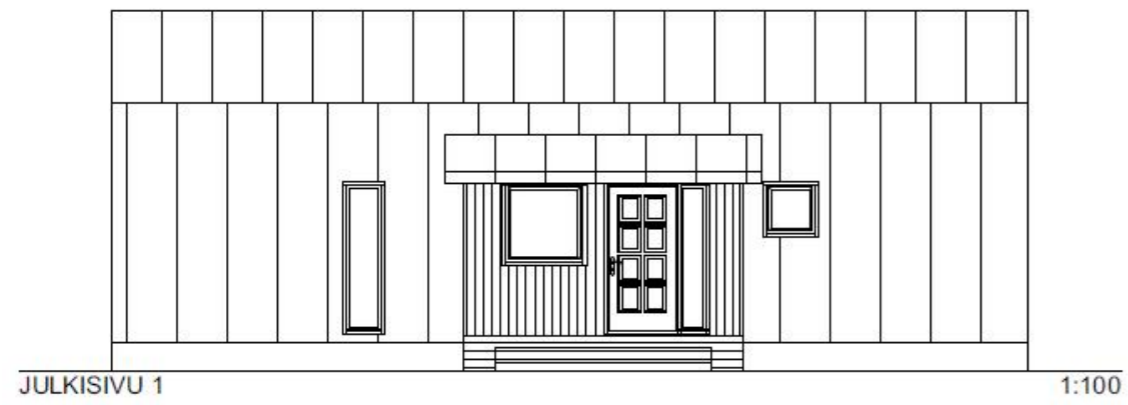
3D-KUVA



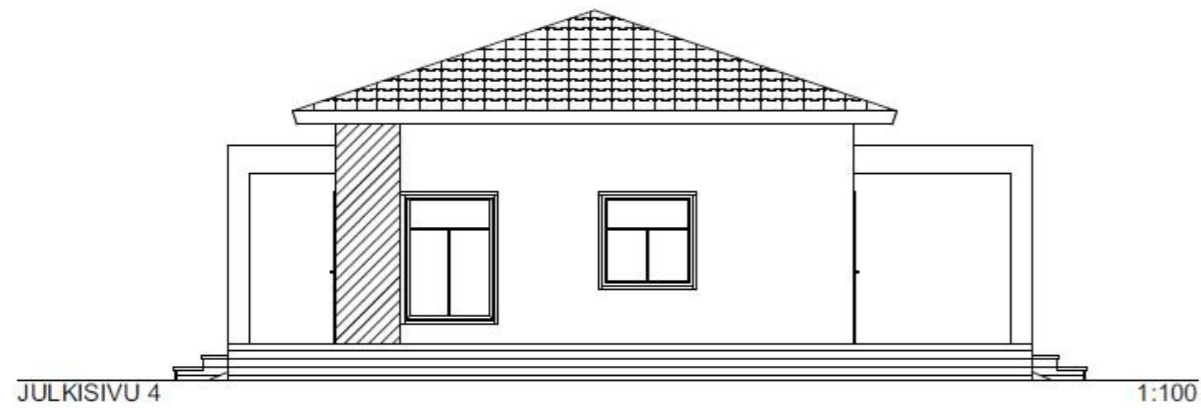
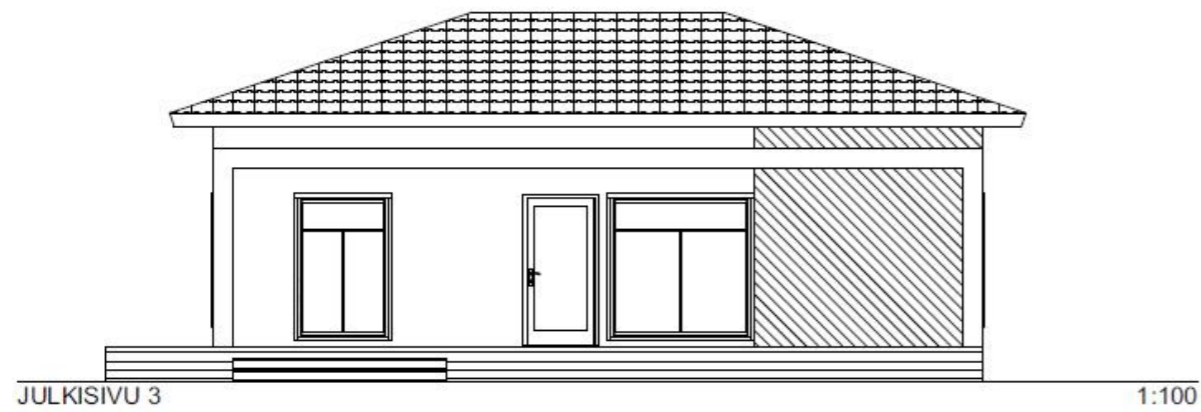
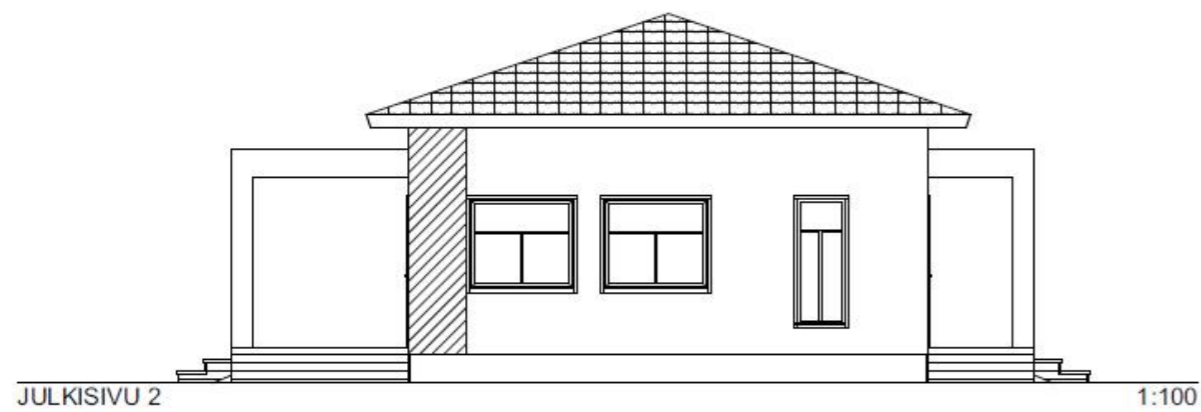
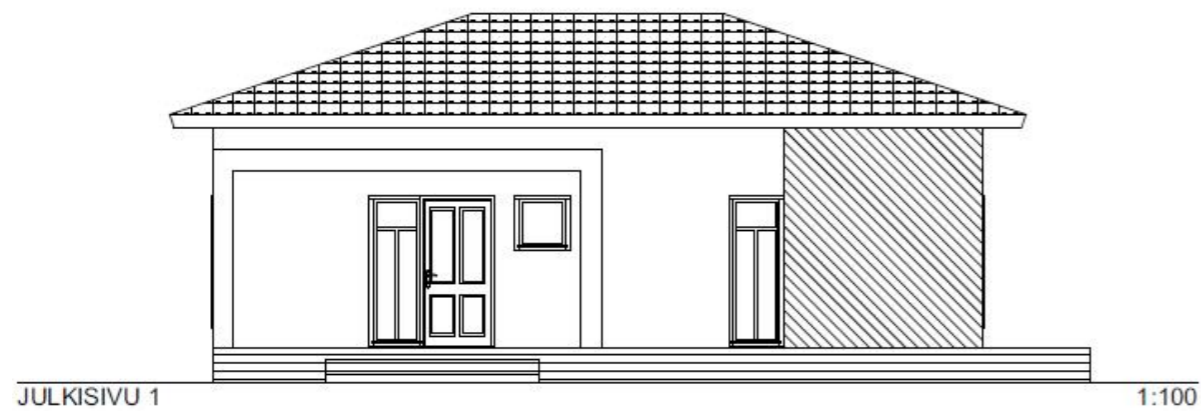
Liite 3. Talomalli 3 luonnoskuvat



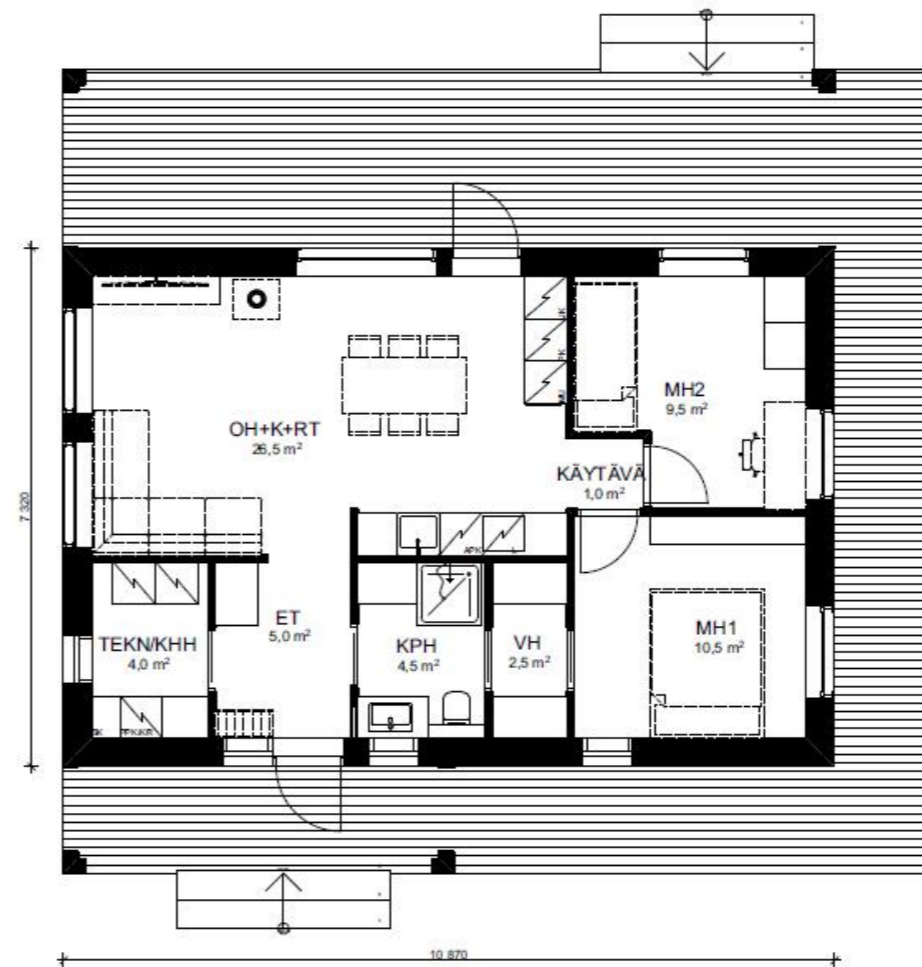
Liite 4. Talomalli 4 luonnoskuvat



Liite 5. Talomalli 5 luonnoskuvat



3D-KUVA



POHJA

1:100