



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KOMPAKTIN PIENTALON SUUNNITTELU JA RUNGON KUSTANNUSVERTAILU

TEKIJÄ: Arto Luostarinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Arto Luostarinen			
Työn nimi Kompaktin pientalon suunnittelu ja rungon kustannusvertailu			
Päiväys	27.3.2018	Sivumäärä/Liitteet	34 + 5
Ohjaaja(t) Hannu Haaranen, lehtori, Matti Yli-Kärppä, päätoiminen tuntiopettaja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Arto Luostarinen			
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella tehokas, kompakti ja taloudellinen pientalo ja selvittää runko-vaihtoehdon vaikutusta pientalon rakentamiskustannuksiin. Keskeisenä osana opinnäytetyötä oli yksinkertaisen pientalon lupakuvien piirtäminen.</p> <p>Projekti alkoi alustavalla suunnittelulla. Opinnäytetyössä suunniteltiin niin sanottu kompaktipientalo eli alle sadan neliönmetrin pientalo, joka kuitenkin täyttää kaikki rakentamismääräykset. Talo suunniteltiin rakennettavaksi Kuopion kaava-alueelle, yksitasoiseksi ja kaukolämpöverkkoon kytkettäväksi. Rakennuslupakuvat tehtiin Revit Architecture -ohjelmalla ja viimeisteltiin Auto Cad -ohjelmalla. Osana opinnäytetyötä tehtiin tarjouspyyntö CLT-talosta. Rankarunkoisen talon kustannuslaskenta tehtiin Excel-ohjelmalla. Työssä sivuttiin CLT-tekniikan ja kompaktipientalojen historiaa sekä ominaisuuksia.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena valmistui rakennuslupakuvat ja kustannuslaskelmat. Lopuksi vertailtiin CLT-talon hintaa paikalla rakennettavaan rankarunkoiseen vaihtoehtoon ja arvioitiin laadullisia eroja.</p>			
Avainsanat CLT, pientalo, kompaktipientalo, mikrotalo, rakennuslupakuvat, kustannuslaskenta			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Arto Luostarinen			
Title of Thesis The Impact of the Frame on Planning of a Detached house			
Date	27 March 2018	Pages/Appendices	34 + 5
Supervisor(s) Mr. Hannu Haaranen, Senior Lecturer. Mr. Matti Yli-Kärppä, Lecturer.			
Client Organisation /Partners Arto Luostarinen			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final year project was to plan an efficient, economic and compact detached house. The main focus was to research the difference in costs between a CLT structure and a frame structure. An important part of the project was to plan a compact detached house and draw the blueprints for the construction permit.</p> <p>This project was started by preliminary planning of a compact detached house. The main drawing work was made by using both Revit Architecture and AutoCad programs. The cost estimates of the frame structure building were calculated with Excel sheet program. A part of the project was to make call for bids for a CLT structure house. The cost comparison was made between the frame structure and the CLT structure. The costs of the building models were calculated and compared with each other. This thesis also explains terms like <i>CLT</i> and <i>compact small house</i>.</p> <p>As a result of this final year project, a complete set of the blueprints and cost estimates were made. The price of a CLT house was compared to the price of a frame structure alternative. Differences in quality were estimated as well.</p>			
<p>Keywords blueprints, compact detached house, cost comparison, CLT, Cross Laminated Timber</p>			

ESIPUHE

Haave oman talon suunnittelusta ja rakentamisesta on kiehtonut minua jo vuosikausia. Lopullisen sysäyksen tähän aiheeseen sain vasta kun en löytänyt kiinnostavaa opinnäytetyön aihetta, jonka tilaaja olisi valmis maksamaan työstä.

Katsoin viisaimmaksi ottaa opinnäytetyöstä kaiken hyödyn irti ja tehdä siitä sellaisen, että hyötyisin siitä myös taloudellisesti. Monien asiakkaiden kanssa käydyt keskustelut pientalon rakentamisesta vaikuttivat ajatteluuni suuresti. Kompaktitalon ajatuksen myymistä on helpottanut vallitseva trendi rakentaa jatkuvasti kohtuullisempia pientaloja.

Tahdoin tarttua aiheeseen intohimoisesti ja henkilökohtaisen motiivin kera. Suunnittelemani talo on tehty rakennettavaksi ja asuttavaksi. Olen kierrättänyt piirustuksia useilla alan asiantuntijoilla ja otanut oppia palautteesta. Kehitettävää löytyy aina.

Kuopiossa 15.10.2017

Arto Luostarinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	CLT	8
2.1	CLT:n historia	8
2.2	CLT:n rakenne ja ominaisuudet.....	9
2.3	CLT:n lämmöneristävyys	10
2.3.1	CLT ja Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta	10
3	KOMPAKTIPIENTALO	11
3.1	Miksi valita kompaktipientalo?.....	13
3.1.1	Isojen asuntojen myyntiaika kasvanut	13
3.1.2	Kompaktipientalon alhainen hankintahinta.	14
3.1.3	Ekologisuus ja kohtuus	14
3.2	Kompaktipientalon ongelmat.....	15
4	RAKENNUSLUPAKUVIEN SUUNNITTELU JA PIIRTÄMINEN	16
4.1	Ulkoseinän rakenteen valinta	16
4.2	Ulkoseinän rakenteet.....	17
4.3	Väliseinien rakenne	17
4.4	Pohjaratkaisun valinta	18
4.5	Tilaohjelma.....	19
4.6	Julkisivujen suunnittelu	19
4.7	Lupakuvien käytännön toteutus	20
4.7.1	Pohjakuva.....	21
4.7.2	Julkisivut	22
4.7.3	Leikkauskuva	23
5	KUSTANNUSLASKENTA	24
5.1	Työkustannuksien muodostuminen	25
5.1.1	Laskennan ulkopuolelle jäävät rakenteet ja kulut.....	25
5.1.2	Juoksevat kulut.....	25
5.2	Laskentataulukko	26
5.3	Rankarunkoisen vaihtoehdon kokonaishinta	26
5.4	CLT-toimituksen hinta	27
5.5	Hintavertailu	27

6	UUSIEN ENERGIAMÄÄRÄYSTEN VAIKUTUS KUSTANUKSIIN JA TOTEUTUKSEEN	29
6.1	Energian vuosikulutukseen vaikuttavia seikkoja.....	29
6.2	Kompensaatio kohdetalossa.....	30
7	TULOKSET	31
8	POHDINTA	32
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	33

1 JOHDANTO

Metsät ovat Suomen tärkein luonnonvara. Metsien käyttö teollisuuden raaka-aineena alkoi jo keskiajan lopulla kun koskien suihin rakennettiin sen ajan mittapuulla huipputehokkaita vesisahoja. Koko Suomen historian ajan uusiutuva puu on tarjonnut lämpöä, suojaa ja laadukasta raaka-ainetta asuntoihin ja erilaisiin tarvekaluihin.

Puutuoteteollisuus eli mekaaninen metsäteollisuus valmistaa erilaisia tuotteita saahaamalla, sorvaamalla, höyläämällä ja liimaamalla. Myös erilaisia kemiallisia prosesseja käytetään laadukkaiden raaka-aineiden valmistukseen. Suurin puuteollisuuden osa-alue on sahateollisuus. Hyvin pitkälle automatisoitu teollisuuden ala valmistaa tehokkaasti erilaisia saha- ja levytuotteita. Alan työpaikat ovat enimmäkseen prosessinhoidossa, valvonnassa ja suunnittelussa. Kädentaidoillekin on vielä sijaa huonekalujen, perinnehirsitalojen ja veneiden valmistuksessa. Puutuoteteollisuus työllistää Suomessa noin 22 000 henkeä, joiden lisäksi noin 9 000 henkilöä saa toimentulonsa huonekalujen valmistuksesta. (Puutuoteteollisuus Ammattinetti.) Korkealaatuisen hirsipuun saatavuuden heiketessä perinteisten tuotteiden tilalle on tullut uusia innovaatioita kuten kerto- ja liimapuu, sekä viimeisenä ristiinliimatta massiivipuu eli CLT.

CLT (cross laminated timber) on Keski-Euroopassa kehitetty erittäin pitkälle jalostettu puurakentamistuote, joka on ristikkäin pinotuista puulevykerroksista muodostuva massiivipuinen levytuote. Yksittäisistä laudoista tai lankuista muodostuvat kerrokset ovat suorassa kulmassa toisiinsa nähden ja ne liimataan yhteen paineen alla. CLT-soveltuu hyvin talonrakentamiseen erinomaisten ominaisuuksiensa vuoksi. Sopivaa raaka-ainetta on saatavilla runsaasti.

Sotienjälkeisenä aikana talojen keskimääräinen pinta-ala on kasvanut entistä suuremmaksi kunnes niiden koot ovat viimein kääntyneet laskuun. Sen sijaan väestörakenne on muuttunut toiseen suuntaan perhekoot ovat pienentyneet ja yksinelävien määrä kasvanut. Väistämättä tämä tarkoittaa myös rakentamisen muutoksia – tarvitaan pienempiä kohtuullisen kokoisia rakennuksia. Kompaktit 25-100 neliömetriset ”kompaktipientalot” ovat nostaneet suosiotaan niin suuresti, että talotehtaat ovat reagoineet tuomalla markkinoille useita minitalomallistoja. Tämä on luonnollinen reaktio rakennusteollisuudelta, joka noudattaa aina kysynnän ja tarjonnan lakeja.

Tässä työssä tutkitaan CLT:n ja paikallaan rakennettavan rankarunkoisen pientalon laatu-, kustannus- ja rakennusaikataulueroja. Teoreettisten kustannuslaskelmien pohjaksi suunniteltiin lupakuvat kompaktille pientalolle. Lupakuvien perusteella on tehty tarjouspyyntöjä talotehtaille. Tavoitteena on selvittää paras vaihtoehto kyseisen talon rungoksi. Opinnäytetyössä suunnitellun talon rakennuspaikka ja -aika ei ole vielä tiedossa.

2 CLT

Cross laminated timber (CLT) on 90-luvulla Keski-Euroopassa kehitetty puuteollisuuden tuote, jonka kysyntä ja tarjonta on viime vuosien aikana kasvanut huomattavasti ympäri maailmaa. Se on ensisijaisesti rakennusteollisuuteen tarkoitettu massiivipuinen tuote, jonka ominaisuudet pystyvät vastaamaan useisiin puurakentamisen heikkouksiin. Levymäinen, massiivipuinen, ristikkäin liimattu rakenne antaa CLT:lle hyviä ominaisuuksia muun muassa lujuudessa, jäykistyvydessä, ääneneristävyydessä ja lämmöneristävyydessä. CLT-levy on levytuote, jonka kokonaispaksuus vaihtelee yleensä välillä 40–400 mm, ulkomittojen enimmäismäärän ollessa yleensä noin 3,5 x 16 m. Tehtaiden edustajien mukaan eniten elementin kokoa rajoittaa rajalliset rekkakuljetuskoot.



KUVA 1. CLT-levyn ulkonäkö (Hoisko)

CLT:n erinomaiset lujuustekniset ja jäykistävät ominaisuudet mahdollistavat puukerrostalojen kerrosmäärän jopa 16 kerrokseen. Puun ekologisuus pätee myös CLT-rakentamiseen. Nämä seikat ovat CLT:n ominaisuuksista tärkeimpiä, mutta se omaa tuotteena muitakin vahvuuksia ajatellen rakentamista. Ominaisuuksiensa vuoksi CLT:llä on hyvät mahdollisuudet tulevaisuuden rakennusmateriaalina.

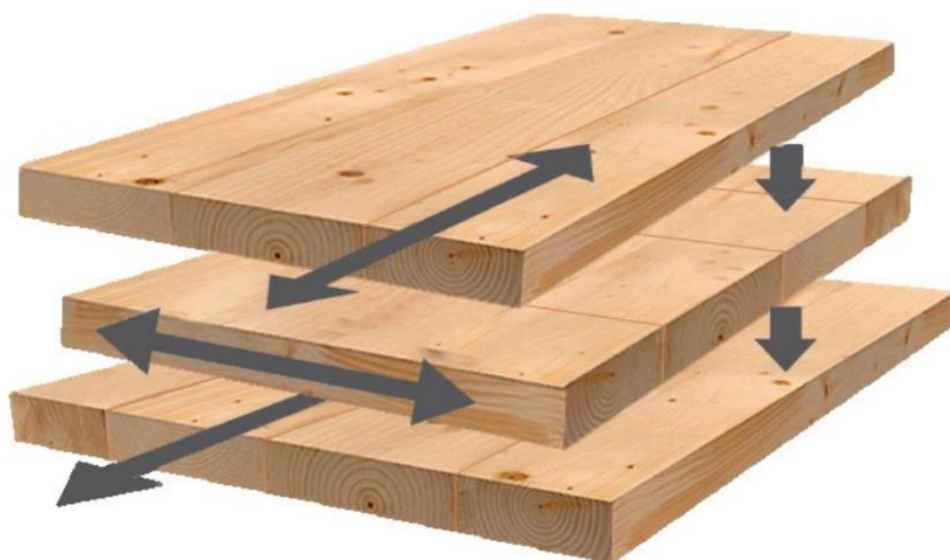
2.1 CLT:n historia

Keski-Euroopassa alettiin tutkia CLT:tä aktiivisesti 1990-luvulla. Pitkän tutkimuksen tuloksena syntyi nykyinen CLT eli Cross Laminated Timber. Suomessa CLT-rakentaminen on toistaiseksi harvinaista verrattuna betonirakentamiseen. Suomen rakennusteollisuus on erittäin kiinnostunut CLT:stä, sillä sen on tutkittu ja havaittu soveltuvan loistavasti Suomen vaativiin ilmasto-oloihin. Ympäristöystävällisyytensä ansiosta on CLT entisestään lisännyt suomalaisten kiinnostusta ekologiseen rakentamiseen. Viime vuosiin asti Suomeen tuotavia CLT-levyjä on valmistettu pääasiassa Itävallassa Stora

Enson tehtailla. (Pulkinen 2016.) Vuonna 2014 suomessa aloitti toimintansa ensimmäinen kotimainen CLT-tuotteita valmistava tehdas. CrossLam Kuhmo Oy Kuhmossa alkoi valmistaa erilaisia CLT-tuotteita. Sittemmin kotimaisia CLT-tilaelementtejä on alkanut valmistaa myös Hoisko Oy.

2.2 CLT:n rakenne ja ominaisuudet

CLT-levyjen rakenne koostuu useasta ristikkäisestä puulevykerroksesta (KUVA 1), jotka liimataan toisiinsa myrkyttömällä polyuretaaniliimalla. Polyuretaaniliima on väritöntä ja kestää hyvin kosteutta ja auringonvaloa. CLT -levyjen mitat vaihtelevat valmistajan ja asiakkaan tarpeiden sekä käyttökohteen mukaan. Valmiiden levyjen paksuus riippuu puulevykerrosten vahvuudesta ja määrästä. Enimmäispaksuus levyissä on 400 mm. CLT-levyt valmistetaan mahdollisimman suurina yhtenäisinä levyinä, jotta puskuriliitosten määrä minimoituisi ja asentaminen olisi helppoa. CLT-levyt ovat yleensä kooltaan korkeintaan 3,5 x 16 m. Tehtaiden linjastoilla pystyisi tekemään isompiakin elementtejä, mutta niiden kuljetus olisi äärimmäisen hintavaa, koska ne pitäisi tehdä erikoiskuljetuksena.



KUVA 2. CLT:n rakenteen havainnekuva (Mallo, MS Thesis, University of Minnesota, Minneapolis, MN, 2014).

CLT:llä on erittäin suuri rakenteellinen lujuus koska puukerrokset on liimattu ristiin toisiinsa nähden. Näin puunsytyt ovat vastakkaisiin suuntiin toisiinsa nähden. Ks. kuva 2. Tämän vuoksi CLT-levyt ovat hyvin jäykkiä ja kantavia. Jäykkyuden ansioista rakenteita ei tarvitse jäykistää erikseen. Ristiinliimaustekniikan ansioista CLT-rakenteelle tuleva kuorma jakautuu kahteen eri suuntaan, joka tasaa levyn kuormitusta.

Levyjä voidaan käyttää kantavina ja jäykistävinä rakenteina sekä seinissä että lattiarakenteissa. Sisätiloissa levyt voidaan pinnoittaa taikka palomääräysten niin salliessa jättää sellaisenaan näkyville tavoitellusta ilmeestä riippuen. Keveistä ja jäykistä levyistä voidaan työstää mittatarkasti erimuotoisia

rakennuselementtejä. Julkisivuissa ikkunat ja ovet voidaan sijoittaa hyvin vapaasti ja myös kulmaikkunat onnistuvat, koska levymäiset rakenteet toimivat tarvittaessa ulokkeina. (Puuinfo 2011.)

2.3 CLT:n lämmöneristävyys

CLT on lähes kokonaan puuta ja sen lämpötekniisiin ominaisuuksiin vaikuttavat samat seikat kuin tavanomaiseen massiivipuuhun. CLT-levyn lämmönjohtavuus on ainoastaan $0,11 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$, joten sitä voidaan pitää verrattain hyvänä eristeenä. CLT:n lämpökapasiteetin arvo on noin $1600 \text{ J / kg}^{\circ}\text{C}$, joka ei yllä tavallisen puun tasolle. (Puuinfo.)

2.3.1 CLT ja Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta

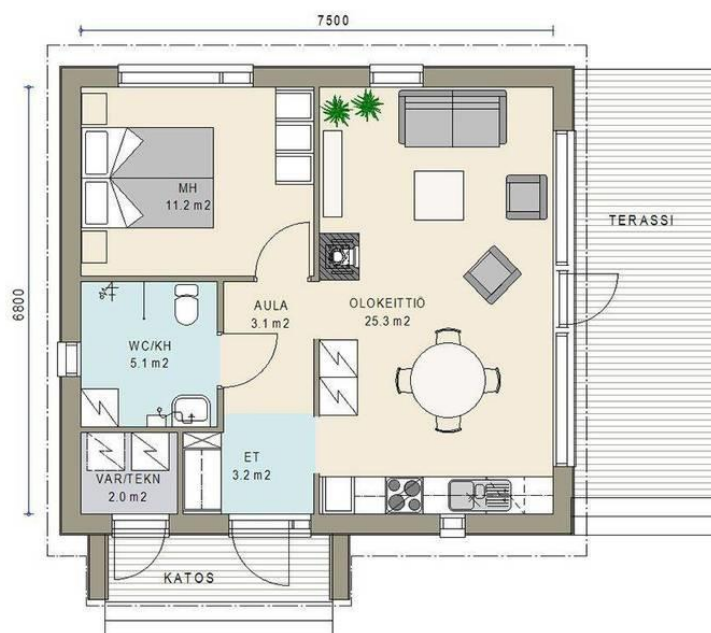
Vuoden 2018 alussa Suomen rakentamismääräyskokoelma lakkasi olemasta voimassa ja sen korvasi uudet ympäristöministeriön säädökset. Ne on annettu pykälämuotoon kirjoitettuna asetuksina ja niitä laatii myös rakennusteollisuus. Vuoden 2018 alussa vallitsi edelleen tilanne, että kaikki säädökset eivät ole selvillä. Säädökset vähentyivät, mutta energiamääräykset tiukentuivat lähes kaikilta osilta. Uudet asetukset määräävät, että asuinrakennusten ulkoseinän laskennallinen lämmönläpäisykerroin on oltava alle $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017 3 luku 24 § rakennuksen lämpövaipan häviö.)

Lisäeristämättömästä CLT:stä rakennettaessa vastaavaa eristävyyttä tavoiteltaessa paksuuden olisi oltava noin 650 mm kun taas vain 250 mm mineraalivillaeristettä riittää arvon saavuttamiseksi. CLT-levyjen suurin paksuus on yleensä enintään 0,40 metriä. Puuteollisuuden onneksi massiivipuun ja CLT-runkoisille taloille jäi entiset erivapaudet toteuttaa rakenne U-arvoilla, jotka vastaavat 1960-luvun tasoa. Säädöksen mukaan massiivipuisen seinän paksuus on oltava vähintään 180 mm. (1010/2017 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta, sivu 2.) Näin ollen kuuden tuuman hirsin tai CLT kelpaa pientalon rungoksi sellaisenaan ilman lisäeristeitä, vaikka sen u-arvo on $0,57 \text{ W/m}^2\text{K}$! Toki edellä mainittu rakenne vaatii hyväksyttäväksi tullakseen monia muita kompensatioita talotekniikan ja eristeiden osalta. Ympäristöministeriön mukaan kompensaation vaikuttavia seikkoja ovat esimerkiksi rakennuksen tilavuus, ilmatiiveys, lämmitysmuoto ja IV-koneen lämmöntalteenoton hyötysuhde. Erityisesti energiamuotokerroin mahdollistaa heikommin eristävän massiivipuukurakenteen.

3 KOMPAKTIPIENTALO

Pientalo on talo, jossa on yksi tai kaksi asuntoa. Pientalossa on yleensä 1 – 3 kerrosta. Suomen Tilastokeskuksen määritelmän mukaan pientaloja ovat omakotitalot, paritalot sekä kaksikerroksiset omakotitalot, joissa on kaksi asuntoa (Tilastokeskus. Käsitteet ja määritelmät.) Sen sijaan kompaktipientalolle ei ole vielä mitään virallista määritelmää. Tämän opinnäytetyön kannalta on kuitenkin tarpeen tarkastella, mikä kompaktipientalo on.

Tässä opinnäytetyössä kompaktitalosta puhuttaessa tarkoitetaan korkeintaan 99 neliöstä pientaloa. Mitään virallista määritelmää kompaktitalolle ja sen pinta-alan minimikoolle ei ole, mutta alle kolmenkymmenen neliömetrin talossa yleisen tilaohjelman vaatimusten noudattaminen alkaa olla sangen haastavaa. Painotettakoon että kompaktitalolla ei tarkoiteta silloin tällöin julkisuudessa olleita siirrettäviä parakkeja, joita kutsutaan joskus virheellisesti taloiksi.



KUVA 3. Cubic 49-talon pohjakuva (Kastelli 2017)

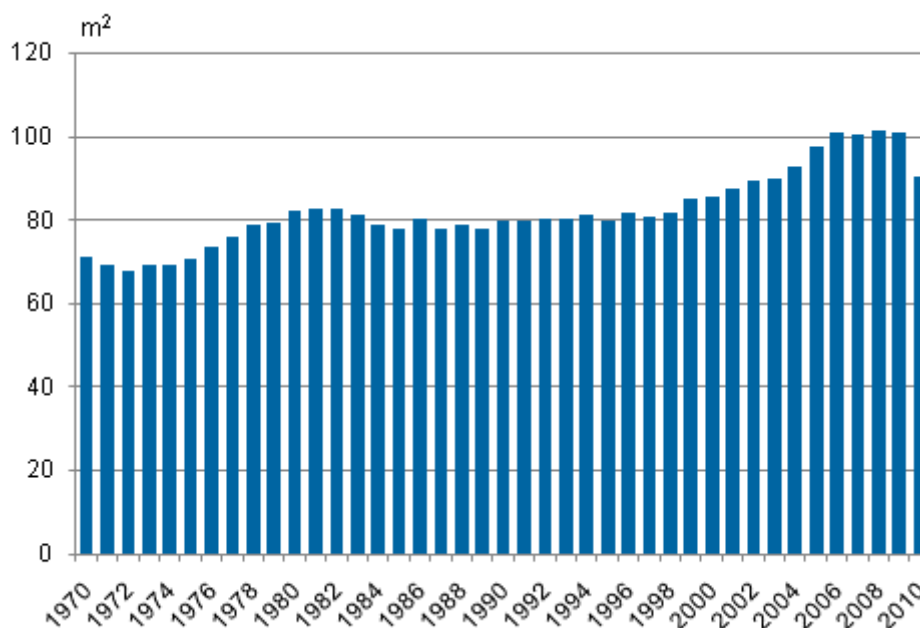
Määräyksissä kompaktipientalo noudatetaan kaikkia pientaloja koskevia määräyksiä niin U-arvon kuin energiatehokkuuden kannaltakin. Myöskin kaikki rakenteiden mitoitukselliset määräykset pätevät. Kompaktitalon ero tyypilliseen normaalikokoiseen pientaloon on eniten neliöiden ja tilavuuden suhteen. Ks. Kuva 3. Mitään lainopillisia tai määräyksellisiä eroja talokokojen välillä ei ole.

Kompaktipientalossa on tarkoituksenmukaisempaa puhua kuutioista kuin neliöistä. Tyypillisiä ratkaisuja ovat suhteellisen korkeat huoneet, joita on ainoastaan tarpeellinen määrä. Korkea asuinhuoneisto luo tilan tuntua ja mahdollistaa parvien, sekä yläkaapistojen tehokkaan ja miellyttävän käytön, ilman asumismukavuuden menetyksiä.

Kompaktipientalo ei tarkoita missään olosuhteissa ahdasta asuntoautoa kääntösänpöytäyhdistelmiseen. Myöskään uutisjutut muutamien kymmenien tuhansia hirtaisista taloista eivät liity kompaktipientalon käsitteeseen. Usein uutisissa sekoitetaan pientalon käsite huvilaan, piharakennukseen taikka parakkiin. Talon rakentamista sitovat säädöskokoelmat, joita noudatetaan myös pieniä taloja rakennettaessa.

Kompaktipientalossa on kaikki nykyajanmukavuudet ja hienoudet. Neliömäärää vähennetään ensisijaisesti ei-välttämättömistä tiloista, kuten huoneita yhdistävistä käytävistä ja turhista huoneista. Kompaktipientalo noudattaa samaa tilaohjelman vaatimusta kuin muutkin pientalot. Yksinkertaisesti voitane todeta, että kompaktitalo on pieni omakotitalo kaikilla mukavuuksilla.

Väestörakenteen muutos ja taloudelliset tosiseikat ohjaavat ihmisiä rakentamaan entistä pienempiä taloja. Rintamamiestalo edusti aikansa hienointa omakotiasumista. Toisin kuin vanhoissa maalaistuvissa rintamiestalossa oli omat tilat nukkumista ja syömistä varten. Monet rintamiestalot rakennettiin kaupunkien liepeille, mutta sittemmin kaupungit kasvoivat ja rintamiestaloista tuli esikaupunkien yleinen talotyyppi.



TAULUKKO 1. Huoneistojen keskimääräinen pinta-ala uusissa asunnoissa 1970–2010, uudistuotanto. (Rakennus- ja asuntotuotanto – Tilastokeskus)

Omakotitalojen keskikoko oli kasvanut vuoteen 2007 mennessä 147,2 neliöön. Neliömäärän kasvu oli varsin nopea, sillä vielä vuonna 1971 rakennettujen omakotitalojen keskikoko oli 104,1 neliötä. 2010-luvulla omakotitalojen keskikoko on pudonnut hitaasti. (Vihmanen, Kuningaskuluttaja 2015.) Taulukko 1 antaa selkeän kuvan asuntojen koossa tapahtuneesta muutoksesta.

Nyt pienille omakotitaloille on kysyntää. Ihmiset haluavat taloja, jotka ovat kompakteja ja kohtuullisia sekä hinnaltaan että neliöiltään. Talotehtaat ovat tarttuneet tilaisuuteen.

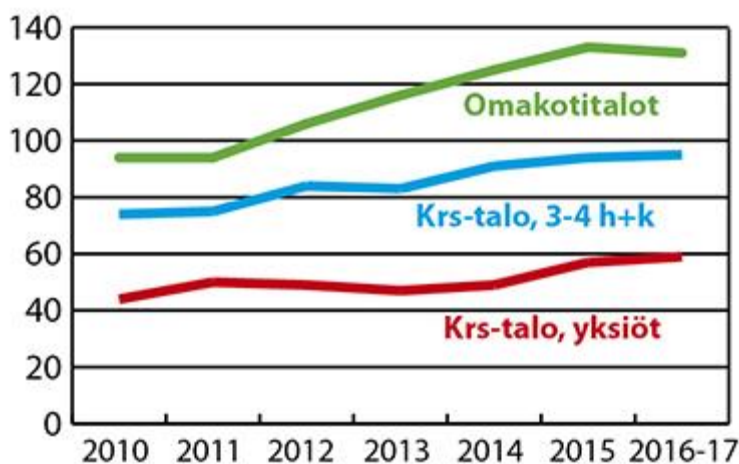
- Pienille omakotitaloille on akuutti tilaus. Hyvällä sijainnilla olevista tonteista on kaupungeissa pulaa, ja saatavilla olevienkin tonttien koot ovat reilusti pienentyneet, toteaa Kastelli-talot Oy:n liiketoimintajohtaja Jukka Vaaramo. (Kalliosaari, Aamulehti 06.05.2017.)

3.1 Miksi valita kompaktipientalo?

Tilastokeskuksen tutkimuksista on havaittavissa selkeitä muutoksia, jotka puoltavat pienemmän talon rakentamista, mikäli ajatellaan talon jälleenmyyntiarvoa. Perhekoko on pienentynyt rintamiestalojen kulta-ajoista 1950-luvulta lähes yhdellä henkilöllä. Nykyinen perhekoko on keskimäärin 2,72 henkeä, kun 70 vuotta sitten se oli 3,74 henkilöä. Samassa ajassa myös perheellisten ihmisten osuus on laskenut 11,8 %. Kääntäen voidaan sanoa, että perheettömien ihmisten osuus on noussut yli kymmenen prosenttia. Väestötilastot siis puhuvat selvää kieltään pienempien asuntojen tarpeesta.

3.1.1 Isojen asuntojen myyntiaika kasvanut

Suomen talouden pitkä lama on havaittavissa asuntomarkkinoilla. Vuodesta 2010 asuntojen keskimääräinen myyntiaika ovat pidentynyt. Pääkaupunkiseudulla kauppa käy edelleen hyvin. Alueellisista eroista huolimatta myyntiajat ovat pidentyneet kaikkialla. Kiinteistönvälitysalan Keskusliiton KVKL:n tilastoista on luettavissa asuntokaupan muutos. Ks. kuvio 1. Asuntojen hinnoilla ja myyntisiirtymänopeuksilla on luonnollinen yhteys. Vilkastuva kysyntä on omiaan nopeuttamaan kauppaa ja nostamaan hintoja. Kääntäen verrannollisesti kysynnän lasku puolestaan pidentää myyntiaikoja, jolloin paine hintojen laskemiseen kasvaa.



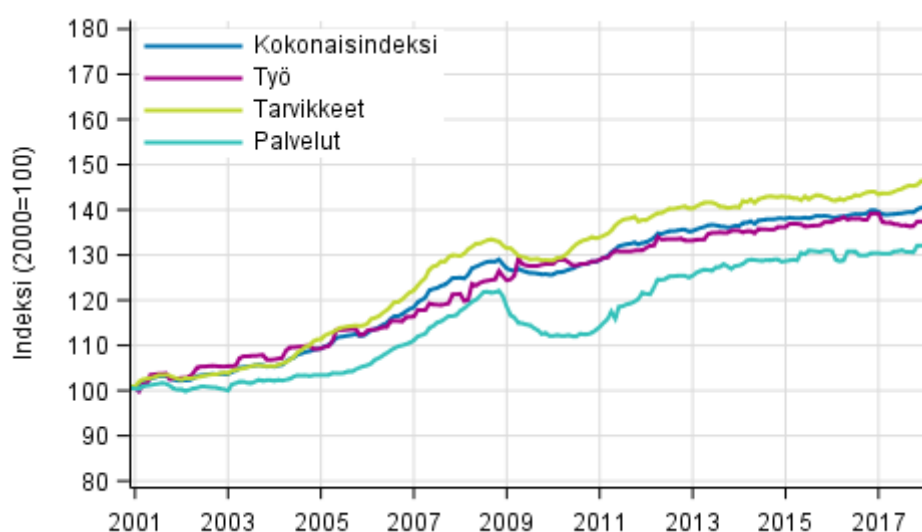
KUVIO 1. Asuntojen myyntiaikojen muutos pk-seudun ulkopuolella. (2017 KVKL)

Jyväskylä ja Kuopio ovat esimerkkejä kaupungeista, joissa erot yksiöiden sekä 3 - 4 huoneen perheasuntojen ja omakotitalojen myyntiajoissa ovat kasvaneet tavallista suuremmiksi. Yksiöiden myyntiajat ovat pidentyneet vain vähän, mutta isojen osakeasuntojen myyntiaika on pidentynyt lähes samassa tahdissa kuin omakotitalojen. (Simola 2017.)

3.1.2 Kompaktientalon alhainen hankintahinta.

Rakennuskustannusindeksin reipas nousu 2000-luvulla kertoo selvää kieltä talonrakennuksen kallistumisesta. Edes mittasuhteiltaan ja vaikutuksiltaan valtava subprime-kiisi ja sitä seurannut maailmantalouden taantuma ei jarruttanut kustannusten nousua. Nykyinen talouden elpyminen näkyy nopeasti rakennuskustannusten nousuna. Ks. kuvio 2.

Kun talon neliömäärä tippuu, laskee myös rakennusmateriaalin tarve. Näin ollen myös työmenekit tippuvat huomattavasti, joten talon rakennuttamiseen liittyvät palkkakustannukset laskevat. Tämä tuo merkittäviä säästöjä rakentamiskustannuksiin.



KUVIO 2. Rakennuskustannusindeksin pitkän aikavälin kehitys. (Tilastokeskus 2018)

Vuonna 2017 lainaehdot ovat huomattavasti tiukemmat kuin vuonna 2007. Tiukentunut rahoitustilanne on omiaan nostamaan kompaktien pientalojen suosiota yksityishenkilöiden keskuudessa. Toki asunnon suurin arvon määrittäjä on sen sijainti, mutta seuraavaksi merkittävin tekijä on hintalaatusuhde.

Useimmille ihmisille pientalon hankinta on elämän suurin investointi. Kompaktientalon valinta koki ei johdu välttämättä rahapulasta. Päätös hankkia edullisempi kompaktitalo voi johtua halusta säästää asumiskustannuksissa, jotta voisi sijoittaa enemmän muualle. Rakentaja voi sijoittaa säästävät rahat myös laadukkaampiin pintamateriaaleihin tai kodinkoneisiin.

3.1.3 Ekologisuus ja kohtuus

Isossa talossa on suuremmat rakennus ja ylläpitokustannukset. Toki iso talo sitoo enemmän hiiltä, mutta talon lämmitys ja ylläpitokustannukset ovat myös suuremmat. Pitkällä aikavälillä voidaan kysyä mitä hyötyä on tiloista, joita ei tarvitse. Ei tarvitse lämmittää turhaan suuria tiloja koska vähemmälläkin tulee toimeen.

3.2 Kompaktientalon ongelmat

Kompaktientalon haittoja on hankala löytää. Olettavasti talon rakentaja tekee sellaisen kodin kuin tahtoo ja pystyy kustantamaan. Todennäköisimmät haitat löytyvät kaavoituksellisista seikoista. Nykyinen tonttipolitiikka on vanhanaikaista ja tonttien rakentamisvaatimukset eivät tue pikkuruisten talojen tekemistä. Kuopiossa tonttien tehokkuuslukujen vuoksi alle tuhannen neliön vuokratontille saattaa joutua rakentamaan yli 150 neliötä. Tehokkuusluvusta voidaan poiketa ainoastaan poikkeamisratkaisulla, mikä tekee pienen talon rakentamisesta epävarmaa. Maankäyttö- ja rakennuslain 23 luvussa todetaan, että kunnan rakennusvalvontaviranomainen voi säädetyin edellytyksin ja rajoituksin myöntää rakennusluvan, kun kysymys on vähäisestä poikkeamisesta rakentamista koskevasta säännöksestä, määräyksestä, kiellosta tai muusta rajoituksesta.

Toinen ratkaisu tonttien tehokkuuslukujen saavuttamiseksi on rakentaa kaksi kompaktitaloa samalle tontille. Pienelle tontille rakentamisen tilaan ja suojaetäisyyksiin liittyvät haasteet kasvavat kun sinne sijoitetaan kaksi taloa. Hallinnanjakosopimuksella kahden talon hankkeen samalle tontille pitäisi olla teoriassa mahdollista.

4 RAKENNUSLUPAKUVIEN SUUNNITTELU JA PIIRTÄMINEN

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin alustavat rakennuslupakuvat kompaktipientalosta. Rakennuslupakuvat tehtiin vain rankarunkoisesta vaihtoehdosta, jonka perusteella tehtiin kustannuslaskenta ja tarjouspyynnöt CLT-rungosta. Suunnittelussa otettiin huomioon edellisessä luvussa esitellyt ajatukset kompaktipientalosta. Tavoitteena oli suunnitella talo pienelle perheelle. Lähtökohtaisesti tarvittiin siis kaksi makuuhuonetta ja väljä oleskelutila.

Lupakuvien suunnittelussa pyrittiin yksinkertaiseen, taloudelliseen ja tehokkaaseen kokonaisratkaisuun. Talo suunniteltiin maanvaraiselle laatalle pystytettäväksi, eikä rankarunkoisen ja CLT-massiivipuinen vaihtoehdon välinen laatta poikkea toisistaan. Tilat on pyritty pitämään selkeinä ja toimivina.

Seinien muoto on suunniteltu mahdollisimman yksinkertaiseksi, jotta ne olisi helpompi rakentaa. Tarveselvityksen perusteella taloon päätettiin laittaa korkeintaan neljä nurkkaa. Jokainen ylimääräinen kulma seinässä hidastaa rakentamista ja nostaa kustannuksia. Talosuunnittelussa linjaksi on valittu selkeät 90 asteen kulmat.

Pientalon huonekorkeuden on oltava vähäisiä osia lukuun ottamatta vähintään 2 400 mm (RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA – Asuntosuunnittelu 2.2)., mutta huonekorkeudeksi on valittu kompromissi 2 950 mm. Vielä korkeampi tila loisi enemmän tilantuntua, mutta kostautuisi energian vuosikulutuslaskussa. Liki kolmen metrin korkeudella saadaan riittävästi tilaa parvien tehokkaaseen käyttöön. Saksiristikoiden käyttöä ei edes harkittu vaan päätettiin käyttää tasaista kattoa. Korotus minimikorkeudesta liki kolmeen metriin nostaa talon tilavuutta 46 m³. Tilavuus vaikuttaa talon energiankulutukseen ja e-luvun muodostumiseen.

Suunnitelman mukaan talo lämpiää kaukolämmöllä ja siinä on varaava takka. Käytännöllisyyden ja tilansäästön vuoksi taloon asennetaan lattialämmitys automaattisella lämmönsäädöllä ja tasapainotuksella. Suunnitelmissa lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on tehokkaimmassa luokassa eli yli 75 % vaikka rankarunkoisessa vaihtoehdossa vähempikin riittäisi. Pitkän ajan säästön kannalta on perusteltua tehdä talosta hieman energiatehokkaampi kuin säädös vaatii mikäli siitä ei ole kohtuutonta haittaa. Lupakuvien suunnittelussa on kiinnitetty huomiota rungon toimivuuteen CLT-massiivipuuna.

4.1 Ulkoseinän rakenteen valinta

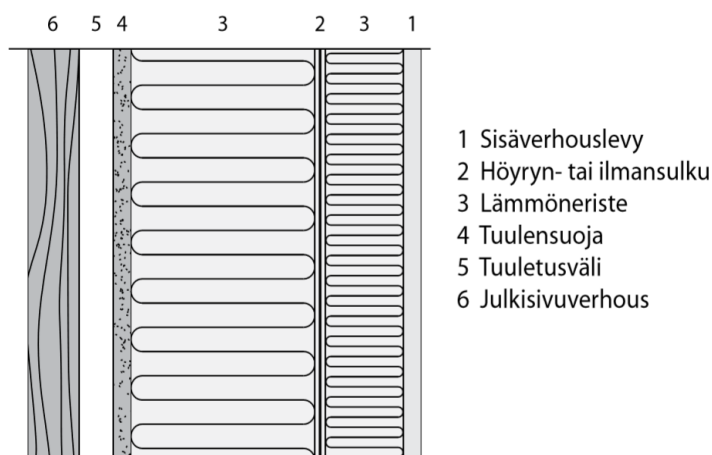
Rakenne on valittu yksinkertaisuuden ja rakennusmääräysten täyttämisen vuoksi. Ympäristöministeriön vaatimusten mukaan rankarakenteisen ulkoseinän rakenteen U-arvo täytyy olla vähintään 0,17w/m². Tähän päästään puurankarungolla, jossa on eristeenä 250 mm mineraalivillaa.

CLT-vaihtoehdoksi valittiin massiivipuinen 240 mm CLT-runko ilma lisäeristeitä. Tämä rakenne antaa U-arvon 0,42w/m². Mahdollista olisi ollut käyttää myös 100 mm CLT runkoa, jossa olisi 200 mm mineraalivillaa koolauksineen. Opinnäytetyö vertailee kuitenkin nimenomaan rankarunkoa ja CLT:tä, ei

niiden yhdistelmää, jossa koko vertailun mielekkyys kävisi kyseenalaiseksi. CLT-runko on jäykistävä rakenne ja se kantaa itsensä.

4.2 Ulkoseinän rakenteet

Ulkoseinän rakenne on ulkoapäin katsottuna: Pontattu esimaalattu ja sävytetty ulkoverhouspaneeli, tuuletusrako 25 mm, vajaasärmäinen lauta, jäykistävä tuulensuojalevy 25 mm, 48 mm x 198 mm mitallistetusta precut-tolpista tehty runko, jossa runkotolppienväli on 600 millimetriä. Runkotolppien väliin asennetaan 200 mm mineraalivillaa. Tässä välissä on höyrysulku. Ks. kuva 3. Rungon jälkeen seuraavana on 50 mm x 50 mm koolaus ja 50 mm mineraalivillaa, joka limitetään ulomman villakerroksen kanssa niin, että saumat ovat eri kohdissa. Viimeisenä on kerroskipsilevyä, joka kiinnitetään ruuveilla runkotolppiin. Kipsilevy tasoitetaan ja tapetoidaan.



KUVA 4. Rankarungon leikkauskuva (Rakennustieto Oy)

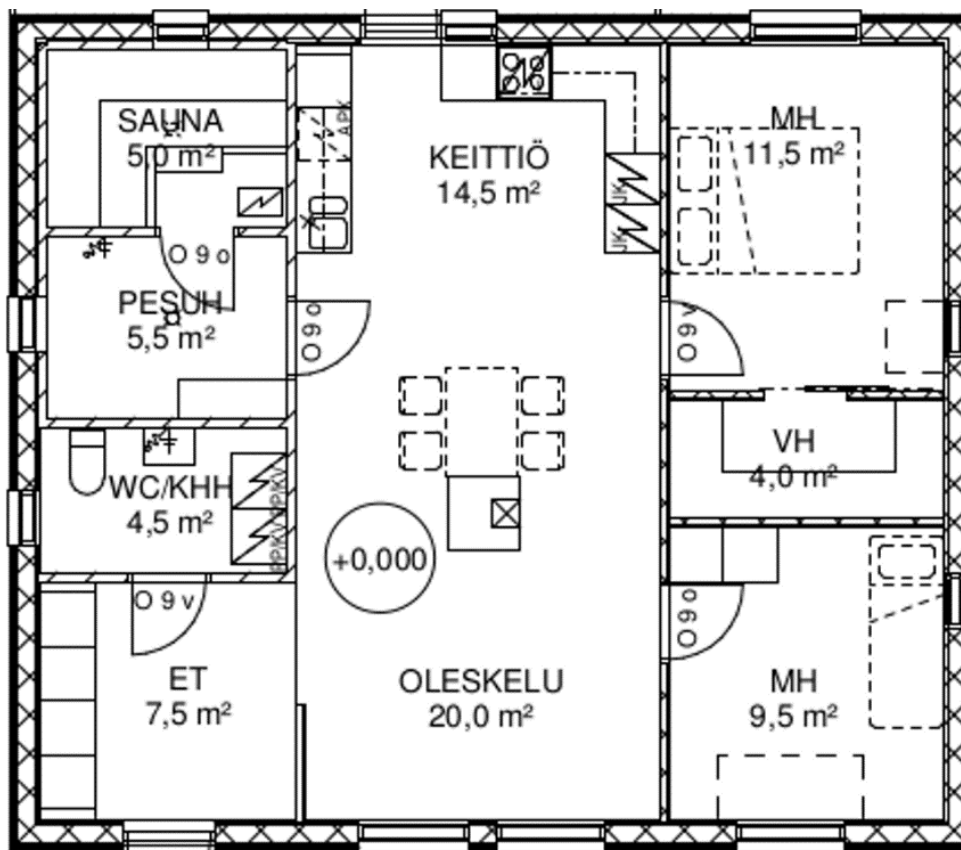
CLT-vaihtoehdossa massiivipuisen rakenteen kokonaisvahvuus on 240 mm. CLT-rakenne on yhtenäisen ja sen lämmöneristävyys on huomattavasti huonompi kuin verrokkina toimivan rankarunkoisen rakenteen. Kaikki tarvittavat kaiverukset ja aukot on valmistettu valmiiksi tehtaalla, joten edes niihin ei kulu ylimääräistä aikaa. Jopa elementtien liitokset toisiinsa on suunniteltu millintarkasti. CLT-elementtien pinnat ovat hiottu ja ne vaativat vain nopean loppukäsittelyn, jossa pinta puhdistetaan rakennusaikaisesta pölystä. Viimeistelynä pinta vahataan tai käsitellään muulla halutulla menetelmällä.

4.3 Väliseinien rakenne

Rankaväliseinä on rakenteeltaan tyypillinen. Pinnat ovat 13 mm Gyproc-levyä. Levyt kiinnitetään 39 mm x 66 mm mitallistetusta kertopuusta tehtyyn runkoon, jossa runkotolppien jako on 600 mm. Runkotolppien väliin asennetaan mineraalivillaa äänieristeeksi. Raskaiden kaappien kohdalla on lisäkoolaus vaakatasossa. Lopuksi väliseinät tapetoidaan. CLT-vaihtoehdon väliseinät ovat kuusesta valmistettua massiivista hiottua 90 mm CLT-levyä. CLT-väliseinät viimeistellään samaan tapaan kuin rungon osat.

4.4 Pohjaratkaisun valinta

Pohjaratkaisussa on haettu yksinkertaisuutta ja tehokkuutta. Toimivuuden kannalta ylimääräisiä kulmia ja nurkkia on vältetty. Talo jakautuu kolmeen selkeään lohkoon. Ks. kuva 5. Läpi talon kulkevassa vasemmassa lohkossa ovat märkätilat ja tekninen tila. Tässä osassa on kiviseiniä, jotka eivät kuulut tähän laskentaan vaan jäävät urakkarajan ulkopuolelle.



KUVA 5. Kompaktitalon pohjakuva (Luostarinen 2017)

Keskilohko muodostuu läpi talon kulkevasta oleskelutilasta ja keittiöstä. Tämä tila on suorakaiteinen ja avara. Isolla yhtenäisellä tilalla haetaan avaruutta ja edustavuutta. Ks. kuva 5. Tästä tilasta on ovet tai oviaukot muihin tiloihin ja lohkoihin. Oikeassa lohkossa on kaksi makuuhuonetta ja vaatehuone, joka erottuu isosta makuuhuoneesta kätevällä liukuovella.

4.5 Tilaohjelma

Tilaohjelman tarkoitus on selvittää tilojen toimivuutta käyttäjän näkökulmasta. Tilaohjelma on taulukko kaikista tiloista, joita rakennuksessa on. Tilaohjelma voi myös kertoa onko, jokin tila liian pieni. Esimerkiksi huoneen minimikoko on 7m². Taulukko 2 kertoo suuntaa antavasti millaisia tiloja suunnitellussa talossa on.

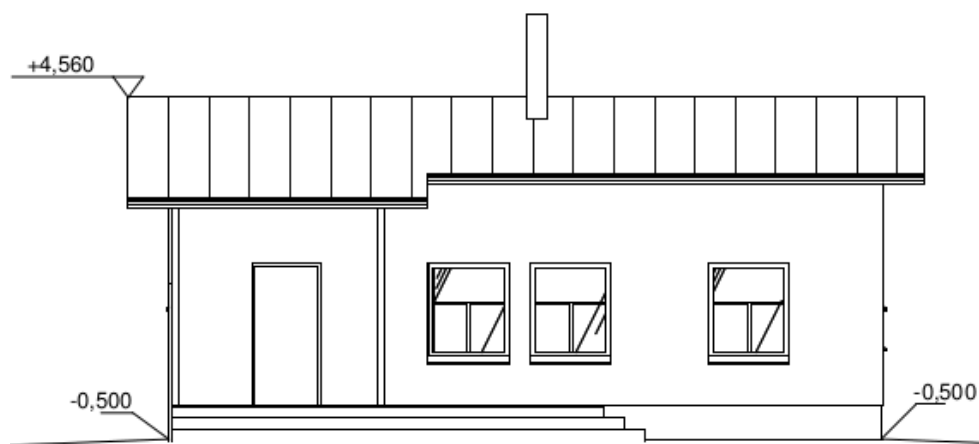
TAULUKKO 2. Kompaktitalon tilaohjelma. (Luostarinen 2018)

Tilaohjelma kompaktientalo		
Tilantarve	Merkintä	huoneala m ²
Eteinen	ET	7,5
WC/KHH	WC/KHH	4,5
Pesuhuone	PESUH	5,5
Sauna	SAUNA	5
Keittiö	KEITTIÖ	14,5
Olohuone	OLESKELU	20
Makuuhuone	MH	11,5
Makuuhuone	MH	9,5
Vaatehuone	VH	4
Yhteensä noin		84

4.6 Julkisivujen suunnittelu

Julkisivujen suunnittelussa käytännöllisyys ja taloudellisuus olivat tärkeimmät arvot. Arkkitehtoniset ja esteettiset arvot olivat toissijaisia. Talon ulkonäköä ja käytännöllisyyttä voi muuttaa tarpeen mukaan esimerkiksi poistamalla päädyistä ikkunoita. Mikäli talon länsipäättyyn tahdotaan liittää autotalli, päädyn ikkunat ja palosuojaus on helppo muuttaa rakennuslupapiiroksiin.

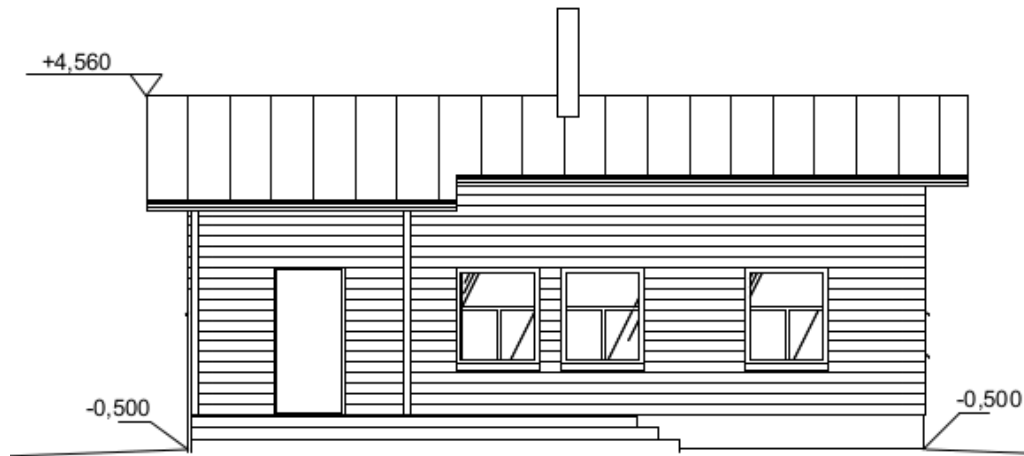
Suunnittelussa on pyritty moderniin, mutta ajattomaan ulkonäköön. CLT-vaihtoehdossa se onnistuu huomattavasti paremmin kuin rankarunkoisessa vaihtoehdossa, jossa perinteinen ulkoverhouspaneeli saa talon näyttämään verrattain vanhanaikaiselta. Ks. Kuva 6 ja 7.



JULKISIVU ETELÄÄN 1 : 100

KUVA 6. CLT kompaktitalon julkisivu Etelään (Luostarinen 2017)

Julkisivujen suunnittelussa on otettu huomioon mahdollisuus käyttää erilaisia vuorilautoja halutun ilmeikkyyden tavoittamiseksi. Myös kattopellin ja räystäslautojen tyyppiä voidaan muuttaa tarpeen mukaan. Tässä tapauksessa esteettinen suunnittelu on jätetty toissijaiseksi arvoksi talon käytännöllisyyden nimissä.



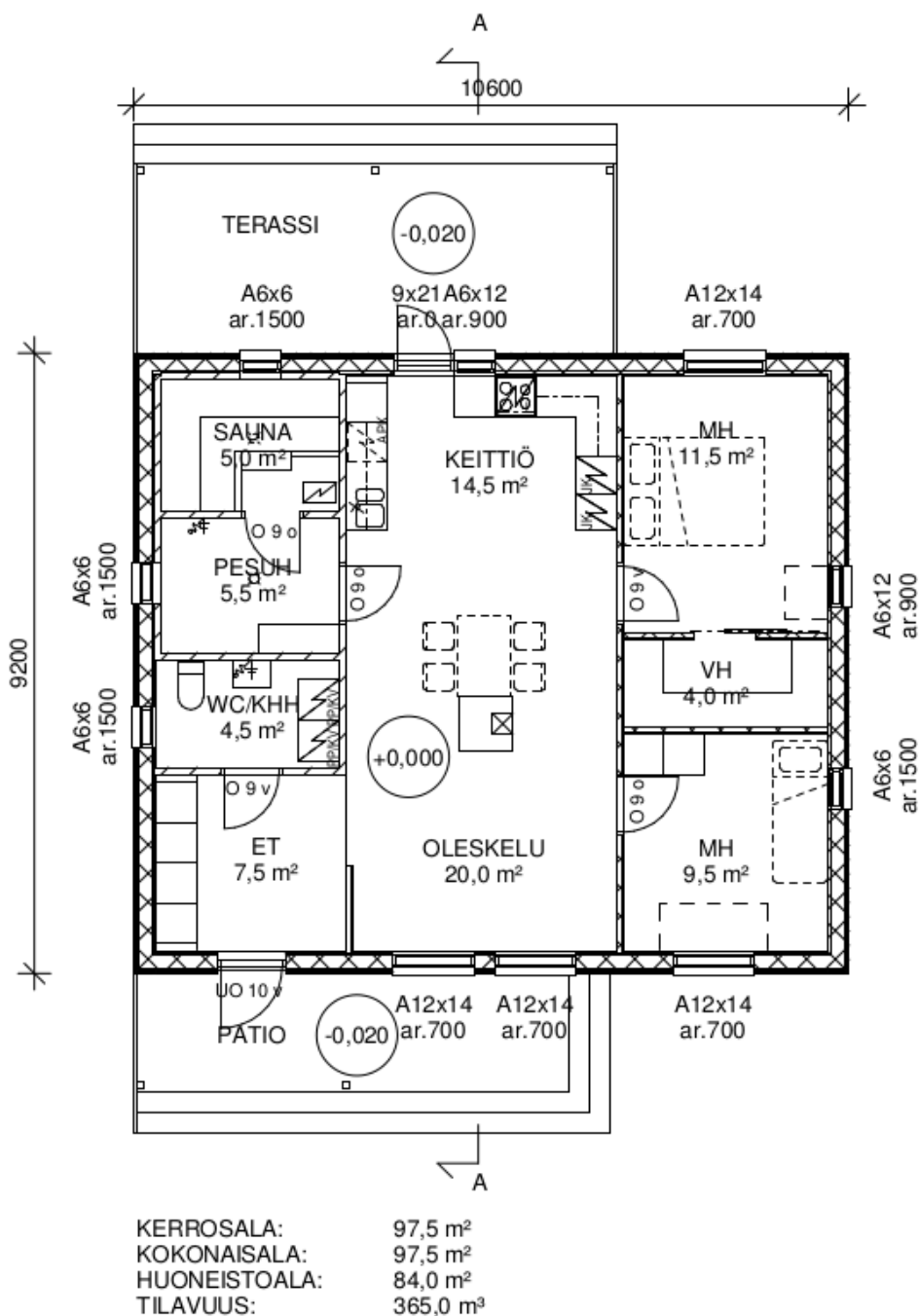
KUVA 7. Rankarunkoisen kompaktitalon julkisivu Etelään (Luostarinen 2017)

4.7 Lupakuvien käytännön toteutus

Luonnosten suunnittelu tapahtui enimmäkseen lyijykynällä ja ruutupaperilla. Tilaohjelma tavoitteena oli suunnitella hyvin yksinkertainen, nopeasti ja helposti toteutettava talo. Suunnittelussa kiinnitettiin erityistä huomiota tilojen käytettävyyteen. Turhat tilat on minimoitu. Kymmenien luonnosten jälkeen toimiva perusmalli syntyi. Kolmiulotteista tietomallia työstettiin Revit Architecture -ohjelmalla. Varsinaiset rakennuslupakuvat on viimeistelty Autocad-ohjelmalla.

4.7.1 Pohjakuva

Valmiista pohjakuvasta erottuu selkeästi talon kolme lohkoa vasemmalta oikealle. Lohkot ovat kevyiden väliseinien erottamia. Vasen lohko koostuu eteisestä ja makuuhuoneista. Vasemman lohkon väliseinät ovat enimmäkseen kahitiilestä muurattuja. Kaikki talon viemärit ja vesipisteet on sijoitettua malle alueelle kustannustehokkuuden ja rakentamisen helpottamiseksi.

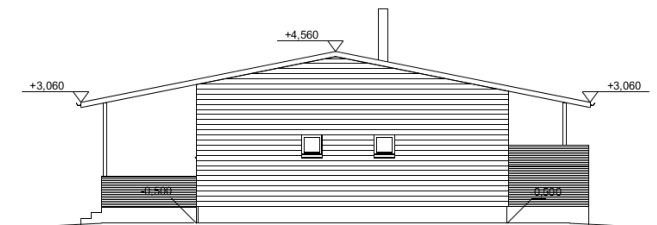


KUVA 8. Mikrotalo pohjakuva. Ei mittakaavassa. (Luostarinen, 2017)

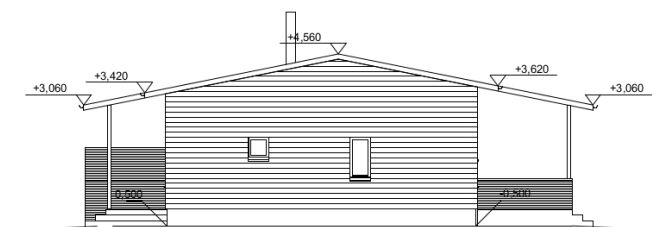
Keskimmäinen lohko muodostuu verrattain tilavasta ja avarasta läpitalon kulkevasta oleskelutilan ja keittiön yhdistelmästä. Ks. kuva 8. Pitkällisen harkinnan jälkeen tulisija sijoitettiin jakamaan ruokailutilaa ja olohuonetta. Oikeanpuolisessa lohkossa sijaitsevat talon kaksi makuuhuonetta, sekä vaatehuone.

4.7.2 Julkisivut

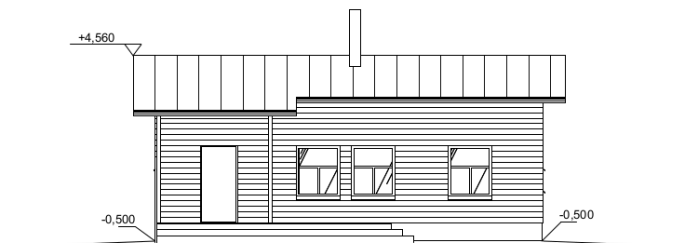
Talossa julkisivuissa ei ole mitään turhaa, ellei terasseja lasketa sellaiseksi. Ikkunoiden sijoittelulla ollaan tahdottu varmistaa valon määrä talossa. Ks. kuva 9. Läntisen julkisivun puolella on optio autotalliin rakentamiselle, jolloin pesuhuoneen ja kodinhoitohuoneen ikkunat jätetään pois.



JULKISIVU LÄNTEEN 1 : 100



JULKISIVU ITÄÄN 1 : 100



JULKISIVU ETELÄÄN 1 : 100



JULKISIVU POHJOISEEN 1 : 100

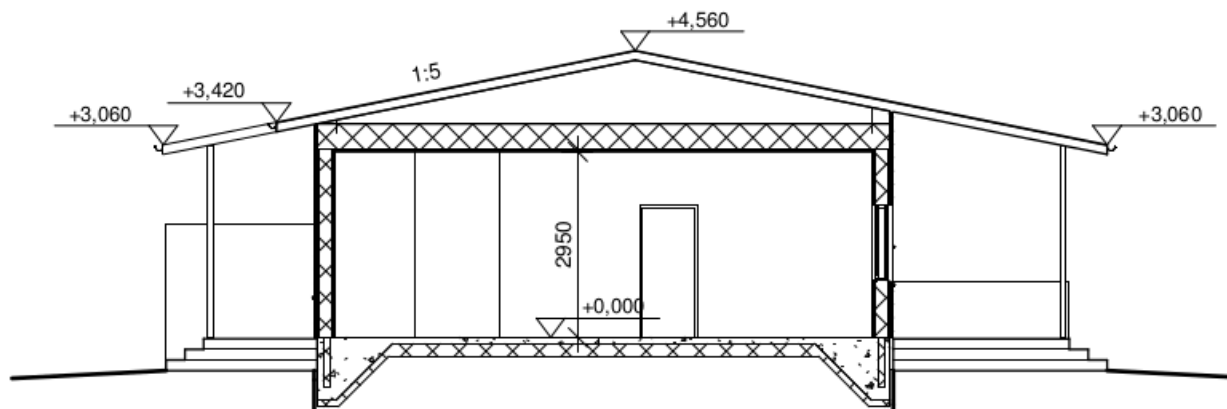
JULKISIVUMATERIAALIT:

VESIKATTO	KONESAUMATTU PELTIKATE
ULKOVERHOUS	VAAKAHIRSIPANEELI, MAALATTU
KATTEET / SERMIT	VAAKASÄLEIKKÖ, MAALATTU
SOKKELIT	RAPATTU / ROUHEPINNOITETTU HARKKO

KUVA 9. Kompaktitalo julkisivut. Ei mittakaavassa. (Luostarinen 2017)

4.7.3 Leikkauskuva

Leikkauskuvasta (kuva 10) selviää talon rakennetyypit ja materiaalit. Myös korot ja katon kulma on merkitty siihen. Myös rakennetyyppien U-arvot on merkitty kuvaan. Kuvasta myös talon perustukset ja terassien rakenne.



LEIKKAUS A - A 1 : 100

RAKENNETYYPIIT**ALAPOHJA U = 0,15 W/m²K**

LATTIAPÄÄLLYSTE
 TERÄSBETONILAATTA 80 mm
 (REUNAVAHVISTETTU LAATTA)
 FINNFOAM 100+100 mm
 TIIVISTETTY PESTY SEPELI > 300 mm
 SUODATINKANGAS
 TIIVISTETTY TÄYTTÖ

ULKOSEINÄT U = 0,17 W/m²K

HIRSIPANEELI 23 mm
 TUULETUSRAKO + KOOLAUS 25 mm
 TUULENSUOJALEVY 25 mm
 PYSTYRUNKO + MINERAALIVILLA 200 mm
 HÖYRYNSULKU
 PYSTYKOOLAUS + MINERAALIVILLA 50 mm
 SISÄVERHOUS

YLÄPOHJA U = 0,09 W/m²K

KONESAUMATTU PELTIKATE
 ALUSKATE
 KATTOKANNATTAJAT
 TUULETUSTILA > 200 mm
 YLÄPOHJAN TUKIRAKENTEET + ERISTE
 - PUHALLETTU MINERAALIVILLA 350 mm
 - MINERAALIVILLALEVY 100 mm
 RISTIINKOOLAUS
 SISÄVERHOUS

ULKO-OVET U = < 1,0 W/m²K**IKKUNAT U = < 1,0 W/m²K**

KUVA 10. Kompaktitalo leikkauskuva. Ei mittakaavassa. (Luostarinen 2017)

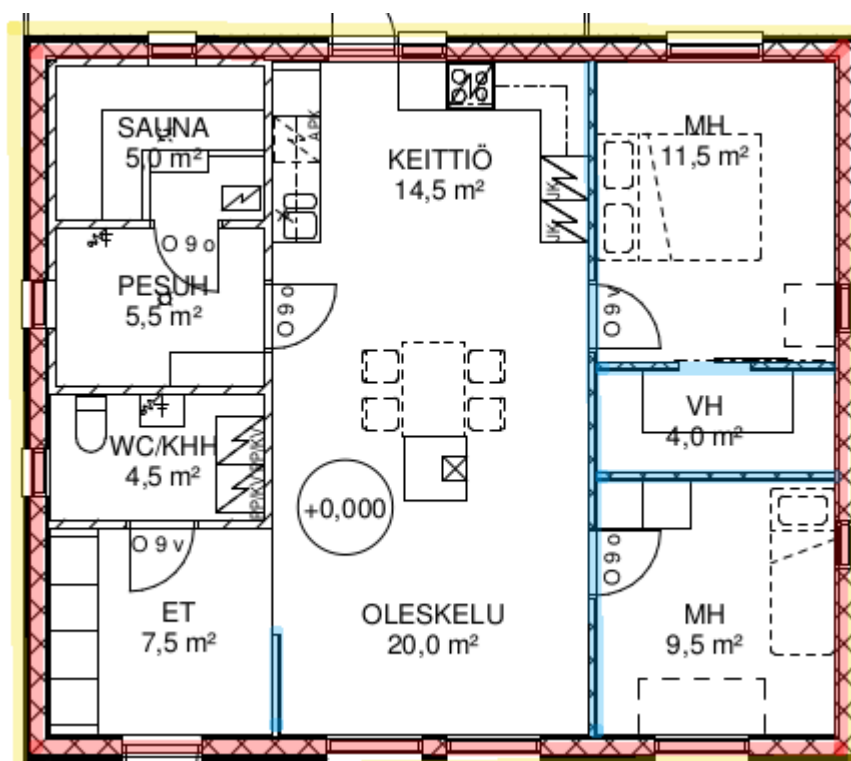
5 KUSTANNUSLASKENTA

Kustannuslaskennan tavoitteena oli selvittää rankarunkoisen vaihtoehdon toteutuvat kokonaiskustannukset, jotta hintaa voidaan verrata CLT-runkoiseen vaihtoehtoon. Tavoitteena oli luoda laskentataulukko, joka selvittää selkeästi ja luotettavasti kokonaiskustannukset, joita voidaan verrata CLT-vaihtoehtoon.

Kustannuslaskennan ensimmäinen vaihe on määrälaskenta. Määrien mittaaminen tehtiin alustavasti suhdeviivaimella piirustuksista. Tarkemmat mitat otettiin autocad-ohjelmalla. Laskennan tuotteena syntyi määräluettelo, josta ilmenee siihen sisältyvät, työt, suoritteet ja raaka-aineiden tarve. Laskelmien apuna käytettiin Talo 80 -järjestelmän nimikkeitä, joiden mukaan suoritteet jaoteltiin.

Työn menekit ja hukkaprocentit on haettu Rakennustyön menekit 2016 ja Aikataulukirja 2016 pohjalta. Materiaalikustannukset ovat laskettu arvonlisäverollisena koska laskelmat on suunnattu yksityiselle talonrakentajalle. Myös työn tuntihinnat on laskettu sivukuluineen koska yksityishenkilö joutuu maksamaan kaikki työn kustannukset. Hinnat ovat voimassa olevia hintoja, ei tarjouksia. Hinnat on haettu tavarantoimittajien ja rautakauppojen hinnastoista.

Kustannuslaskennan tekemiseen käytettiin rakennusmestarin perustyökälua, Excel-taulukkolaskentaohjelmaa. Valmiita laskentataulukoita tai kustannuslaskentaohjelmia ei edes harkittu näin suppean laskukohteen vuoksi. Kaikki laskukaavat tuotettiin itse.



KUVA 11. Selventävä rakenneosien pohjakuva. Keskeiset osat korostettu värillä. Punainen runko, sininen täydentävät rakenteet, keltainen julkisivut. (Luostarinen 2018)

Kustannuslaskentaa sisältävät rakenneosat sijoittuivat pääosin litteroille 3 runko, 4 täydentävät rakenteet ja 5 pintarakenteet ja julkisivut, ks. kuva 10. Litterointi ei kuitenkaan rajoita työn sisältöä, joka on runkoa ja kevyet väliseinät. Kiviset väliseinät eivät sisälly laskentaan. Laskenta sisältää siis ainoastaan rungon, väliseinät ja niiden valmiit pinnat. Näin muodostettiin pohja kustannusvertailulle CLT-vaihtoehtoon nähden.

Kustannuslaskennan sisältö koskee talon runko- ja väliseinätyötä sisältäen viimeistellyt pinnat ja julkisivut. Kustannuslaskelmasta puuttuvat osiot selvitetään tarkemmin kohdassa 5.1.1.

5.1 Työkustannuksien muodostuminen

Työkustannukset lasketaan kokonaistyömenekin perusteella. Työmenekit muodustuvat määrien perusteella. Työmenekit on haettu Rakennustyömenekit 2016 kirjasta. Työmenekit on laskettu T4 aikoina. Työmenekit muodostettiin käyttämällä T3 aikoja, jotka kerrottiin TL3 lisäaikakertoimella. Työryhmänä on kaksi rakennusammattimiestä (RAM).

Palkkakustannukset muodostuvat palkasta ja sen sivukuluista. Sivukuluja ovat palkan lisäksi työeläkemaksusta 18,95 %, sairaskorvausmaksusta 0,86 %, työttömyysvakuutusmaksusta 0,65 % 2059 500 euroon saakka. Em. mainittujen lisäksi tulee muita menoja, joita ovat lomakorvaus, puhelinkulukorvaus, työkalukorvaus ja työterveyshuolto. Pätevän rakennusammattimiehen tuntipalkka on noin 20 euroa / tunti. Oletettavasti yksityishenkilön palkkaama luotettu rakennusammattimies kustantaa vuonna 2018 sosiaali- ja sivukuluineen keskimäärin 37 eur / tunti.

5.1.1 Laskennan ulkopuolelle jäävät rakenteet ja kulut

Kustannuslaskennassa ei lasketa kiviseiniä, joita ovat rakennuksen vasemman lohkon märkätiloissa. Ks kuva 11. Ovet ja ikkunat eivät kuulu laskelmaan koska myös ne ovat samanhintaiset molemmissa vaihtoehtoissa. Myös ylä- ja alapohjan rakenteet eivät liity tähän työhön. Vesikatto on laskennan ulkopuolella molemmissa. Terrassit ja kuistirakenteet kuuluvat niin ikään tämän laskelman ulkopuolelle. Laskennan sisältö on avattu aiemmin.

5.1.2 Juoksevat kulut

Yksityinen rakennuttaja tarvitsee työmaalleen valvonnan ja johdon. Jotta kustannusvertailu CLT-vaihtoehtoon olisi edustava on laskentataulukkoon huomioitu telineiden, koneiden, rahdin ja työnjohdon kustannukset, jotka aiheutuvat työvaiheen pidentymisestä.

5.2 Laskentataulukko

Laskentataulukko on muodostettu mittaamalla määrät rakennuslupapiirustuksista Autocad-ohjelmalla. Laskentataulukossa on käytetty Talo 80 -nimikkeitä, vaikka tämä nimikkeistö ei olekaan parhaillaan näin pienen kohteen litteroinnissa. Menekit ja hukat on haettu Aikataulukirja 2016 ja Rakennustyömenekit 2016 -kirjoista. Työajat ovat tehollisia työaikoja, eli T4-aikoja. Taulukossa on yhdistelty vähäisten työvaiheiden menekkiä sopiviin nimikkeisiin, varsinkin jos määrä on sama. Lähinnä tämä koskee siivouksia ja kestoaltaan lyhyitä työvaiheita. Myös materiaalikustannuksia on yhdistetty toisiinsa taulukon selkeyttämiseksi. Esimerkkinä nimikkeiden yhdistämisestä ylä- ja alasidepuut sekä sokkelikaista.

TAULUKKO 3. Laskentataulukko rankarunkoinen kompaktitalo (Luostarinen 2018)

KOMPAKTITALO PUURANKARUNKO JA KEVYET VÄLISEINÄT											
		määrätiedot		työkustannus				ainekustannus			kust.
littera	Nimike ja selite	määrä	yks	h/yks	h	€/h	yht. €	hukka	€/yks	yht.€	Yht. €
3	Runkorakenteet										
35	Alustavat työvaiheet mittausta, siirrot & ym.	117	m ²	0,144	16,848	37	623	1			623
35	Ylä- ja alasidepuut, juoksut, sokkelik.	234	m	0,24	56,16	37	2078	1,10	4,49	1156	3234
35	Runkotolpat k600 precut	117	m ²	0,168	19,656	37	727			917	1644
35	Koolaus 50*50 k600	117	m ²	0,05	5,85	37	216	1,10	0,9	105,3	322
35	Eristyslevy 2 krs. mineraalivilla	234	m ²	0,1	23,4	37	866	1,10	12,23	3148	4014
35	Höyrysulku	117	m ²	0,03	3,51	37	130	1,05	0,9	111	240
35	Tuulensuojalevy	117	m ²	0,01	1,17	37	43	1,10	8,81	1134	1177
35	Kipsilevy	117	m ²	0,168	19,656	37	727	1,10	3,5	450	1178
35	Ikkunalaudat asennettuna	10	kpl	0	0	0	0	1	50	500	500
35	Kiinnitystarvikkeet/m2	155	m ²					1	1,8	279	279
4	Täydentävät rakenteet										
41	Ikkuna ja oviaukot 198*48	12	kpl	0,48	5,76	37	213	1,10	4,49	59	272
45	Väliseinätolpat 39*66 k600 ja vahvistus	48	m ²	0,23	11,04	37	408	1,00		282	690
45	Ääneneristysvillioitus	48	m ²	0,48	23,04	37	852	1,10	6,8	359	1212
45	Levytys 2 puoleinen	48	m ²	0,24	11,52	37	426	1,10	7	370	796
5	Pintarakenteet										
55	Ulkoverhouspaneeeli 170 mm pont., sävyt.	119	m ²	0,42	49,98	37	1849	1	29,9	3558	5407
55	Tuuletusraon koolaus 100x25 vs.	117	m ²	0,1	11,7	37	433	1,05	1,5	184	617
55	Ulkoverhouspaneeelin viimeistelymaalaus	119	m ²	0,03	3,57	37	132	1	1	99	231
58	Tasointu ulkoseinän sisäpinta	117	m ²	0,11	12,87	37	476	1	0,8	94	570
58	Väliseinän pinnoitus ja viimeistely sis. kaikki.	75	m ²	0,11	8,25	37	305	1	0,8	60	365
8	Työmaan käyttö ja johtaminen										
83	Koneet, telineet, vuokrat ja ym.	1	kpl							1707	1707
87	Rahti	3	kpl							182	546
9	Työmaanjohtaminen	3	vyk							750	750
	Kustannukset yhteensä				284	h	10507			15504	26011

5.3 Rankarunkoisen vaihtoehdon kokonaishinta

Rankarunkoisen talon runko-osien ja väliseinätyön kokonaishinta muodostuu lähinnä materiaali- ja työkustannuksista. Taulukko 3 laskee kustannukset yhteen. Materiaalikustannukset ovat 15504 euroa. Palkkakustannukset 10507 euroa muodostuvat työntekijöiden tuntipalkasta ja sivukuluista. Työvaiheen kesto nostaa kuluja. Näillä laskelmilla paikallaan rakennetulle rankarunkoiselle vaihtoehdolle muodostuu hintaa 26 011 euroa.

5.4 CLT-toimituksen hinta

CLT-runkoisten osien hinta muodostettiin tarjouspyyntöjen perusteella. Tarjouspyynnössä otettiin huomioon tärkeimmät seikat. Toimituksen sisältö vastaisi rakennuslupapiirrosten sisältöä. Sisältöön kuuluisi vaippa ja väliseinät. Elementtisuunnittelu, eristys ja asentaminen Kuopiossa kuuluisivat sisältyön. Pintojen tulisi olla lähes viimeistelyjä, eli molemmin puolin hiottuja. Rungon materiaaliksi valittiin massiivinen 240 mm CLT-kuusi. Väliseinien materiaaliksi niin ikään kuusi, mutta vahvuudeksi 90 mm. Tarjoukseen vastattiin nopeasti. Tarjoussisältöä vastaava toimitus maksaa 38 400 euroa sisältäen arvonlisäveron 24%.

CLT-elementit tarvitsevat kuitenkin vielä viimeistelyn öljypohjaisella hengittävällä puunsuoja-aineella. Näin vähäisen kustannuserän laskeminen suoritettiin karkeasti päässälaskuna ja kuvaillaan tässä kirjallisesti. Ulkoseinien 117 neliön ulkokäsittely kestää noin yhden työpäivän koska käsitellään hiottua pintaa ja väliseinien puoli päivää. Töiden valmistelun vuoksi kesto on käytännössä kaksi päivää. Käytännössä tällainen työ tehtäisiin yleensä rakennuttajan toimesta, mutta vertailun vuoksi lasketaan kahden työpäivän palkkakustannukset 592 euroa. Materiaalimenekki on noin 15 litraa puunsuoja-ainetta ulkopinnalle. Työhön valittiin teknosafe -maali, jolla nostetaan paloluokkaa. Maalia tarvitaan 20 litraa, jolloin hintaa kertyy 450 euroa lisää. Sisäpinnoille valittiin myös hengittävä sävytetty kuultovaha, joka maksaa näiltä osin 358 euroa. Lisähintaa näistä loppukäsittelykustannuksista kertyy yhteensä 1400 euroa. Kolmen päivän työvaiheen pidentyminen aiheuttaa juokseviakuluja 150 euroa. CLT-toimituksen kokonaishinnaksi viimeistellyillä pinnoilla muodostuu siis 39 800 euroa.

5.5 Hintavertailu

Hintavertailussa verrataan rankarunkoisen rakennuksen vaipan, ulko- ja sisäpintojen ja väliseinien hintaa vastaavan CLT-rakennuksen hintaan. Saadussa tarjouksessa ei erotella sisä- ja ulkoseinien hintoja vaikka sitä toivottiin. Näin ollen rankarunkoista vaihtoehtoa ei ole mielekästä verrata CLT-taloon seinän neliömetrihinnalla. Edustavamman tuloksen saa kokonaishinnan tai kerrosalahinnan (€/ka-m²) perusteella. Taulukossa 4 esitellään hintavertailu kokonaisuudessaan.

Rungon ja väliseinien osalta hintaeroa kertyy kokonaisuudessaan 15000 euroa. CLT-toimituksen hintaan on laskettu puun viimeistelyyn tarvittavat kemikaalit ja työkustannukset. CLT-toimituksen hintaan tulee vielä lisäksi kalliimpi LTO-laitteisto, jota uudet säädökset vaativat. LTO-laitteista kerrotaan enemmän luvussa 6.

TAULUKKO 4. Hintavertailu. (Luostarinen 2018)

Runkotyyppi	hinta	LTO hinta	Hinta yht.	Hinta-ero	€/ka-m ²	Ero €/ka-m ²
Ranka	26011	1500	27511	-15289	281	-156
CLT	39800	3000	42800	15289	437	156

Taulukko 4 kertoo runkojen hintavertailun tulokset. Runkovaihtoehtojen hintaero on 156 euroa kerrosneliometriä kohden. Hintaero tuntuu nopeasti vertailtuna korkealta. Verrattaen suurta hintaeroa selittää kohteen pieni koko. Pienessä kohteessa on suhteessa suurempi vaippa. Myös kiinteät kulut kuten rahti, asennus ja elementtisuunnittelu ovat käytännössä samanhintaisia puolet isommalla CLT-kohteella.

6 UUSIEN ENERGIAMÄÄRÄYSTEN VAIKUTUS KUSTANUKSIIN JA TOTEUTUKSEEN

Suurin osa taustatyöstä opinnäytetyötä varten tehtiin vuosien 2016 ja 2017 aikana. Vuoden 2018 alussa uudet säädöskokoelmat korvasivat vanhat rakentamismääräyskokoelmat. Tämä aiheutti huomattavasti lisätyötä. Toisaalta voidaan ajatella, että kyseessä on onnekas sattuma, sillä vuoden 2017 aikana valmistuneena tämä opinnäytetyö olisi jo vanhentunutta tietoa monilta osin.

Aikasempi tutkimus tukee edellisessä luvussa laskettua CLT- ja rankarungon kustannuseroa. Joissain tutkimuksissa ero on jopa hieman suurempi. Tässä työssä hintaa nostaa vielä rakennusmääräyksen, joiden johdosta CLT:n hinta nousee. Rakennuksen laskennallinen lämpöhäviö ei saa olla rakennukselle määriteltyä vertailulämpöhäviötä suurempi. Rakennuksen vertailulämpöhäviön laskennassa hirsirakenteiselle seinälle voidaan käyttää U-arvoa 0,4 kun se on muilla rakennuksilla 0,17. Tällä niin sanotulla tasauslaskennalla tarkistetaan rakennuksen energiatalouden määräystenmukaisuus.

Opinnäytetyöhön valittu massiivipuinen lisäerisämätön 240 mm CLT runko antaa U-arvoksi vain 0,42. Määräykset mahdollistavat kuitenkin kompensaation, jossa energianvuosikulutus ratkaisee kokonaisuuden. Ala- ja yläpohjaeristekerroksia voidaan vahvistaa taikka lämmöntalteenottoa tehostaa. Muita säädösten hyväksymiä konsteja energiatehokkuusluvun parantamiseksi ovat esimerkiksi käyttöveden lämmittäminen aurinkokeräimillä, varaava takka, aurinkopaneeleilla tuotettu sähkö, ja led-valaistus.

6.1 Energian vuosikulutukseen vaikuttavia seikkoja

Laskettaessa energian vuosikulutusta käytetään useita teoreettisia arvoja. Lämmitysmuoto vaikuttaa huomattavan paljon energiankulutukseen, sillä uusien energiamuotokertoimien mukaan kaukolämmöllä lämpiävä talo saa kuluttaa enemmän kuin suorasähköllä. Lämmitysmuotokertoimet ja suluissa vanhat:

- sähkö uusi 1,2 (ent. 1,7)
- kaukolämpö 0,5 (0,7)
- kaukojäähdytys 0,28 (0,4)
- fossiiliset polttoaineet 1,0 (1,0)
- uusiutuvat polttoaineet 0,5 (0,5)

Kohteeseen valittu kaukolämpö antaa verrattaen hyvän lähtökohdan energian kulutuksen laskuun. Lämmitysmuotona suorasähköä käyttävä massiivipuu ei käytännössä missään olosuhteissa täyittäisi nykyisiä vaatimuksia.

Toinen paljon vaikuttava seikka on ilmanvuotoluku q50. Keskimäärin uusien asuntojen ilmavuotoluku 1,1 raja-arvon ollessa 2. CLT-elementtien saumat ovat erittäin tiiviit. CLT talojen ilmanvuotoluku on mitattuna keskimäärin 0,6 - 0,9. Ikkunat tulee asentaa huolellisesti laadukkaalla uretaanilla. Ikkunoiden ja ovien U-arvoksi 1 riittää kunhan huolehtii, että karmit ovat huolella valmistettu. Jo hieman

laadukkaamilla vaihtoehdoilla saadaan ilmantiiveysluku hyvinkin alhaiseksi. Kohteeseen valittu CLT on siis hyvä vaihtoehto tältä kantilta katsottuna.

Eristeiden lisääminen ala- tai yläpohjaan on vaihtoehto, jolla voidaan varmistaa rakennuksen laskennallinen energiatehokkuus. Tyypillinen parinkymmen sentin XPS-eristekerros on kuitenkin riittävä jos aikaisemmin mainitus seikat ovat kunnossa. Yläpohjan villoituksen kanssa liioittelu ei ole viisasta – normaali 450 milliiä mineraalivillaa riittää kunhan lämmitysmuoto on kunnossa ja rakenteet ei vuoda ilmaa. Hyvin paksu villakerros ei toimi enää kosteusteknisesti, joten parempiakin vaihtoehtoja on olemassa.

Neljäs ja kenties merkittävin seikka on lämmöntalteenoton (LTO) vuositeho. Laittevalmistajat markkinoivat koneitaan mielellään lämmöntalteenoton erinomaisella hyötysuhteella, joka saattaa olla vaikka 90 %. Tällä luvulla on kuitenkin hyvin vähän tekemistä lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteella. Nimenomaan vuosihyötysuhde -lukema parantaa talon energian vuosikulutuslukemaa. Vuosikulutusluvun arvo vaihtelee hieman kohteena olevan talon mukaan. Vuosihyötysuhdetta ei voi siis määrittää kuin suuntaa antavati. Mikäli ilmavirta on iso, hyötysuhde heikkenee. Kun laitteen vuosihyötysuhteeksi ilmoitetaan 75% tehokkuus riittää, jotta vuosittainen ostoenergian tarve on riittävän pieni säädösten näkökulmasta. Toinen tärkeä kriteeri on ominaisenergiankulutus (SEC) kylmässä ilmastossa, jonka on syytä olla A-luokkaa. Tätä ei saa sotkea ominaisenergiankulutukseen normaaliympäristössä.

6.2 Kompensaatio kohdentalossa

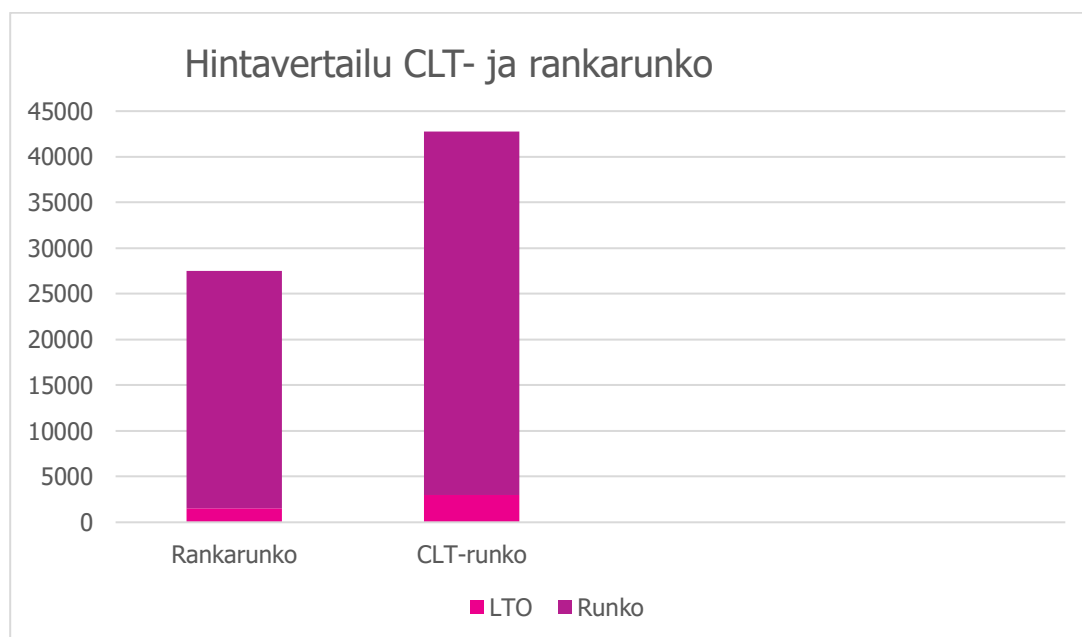
Näiden tietojen valossa 240 mm CLT rungon pieni U-arvo voidaan kompensoida hankkimalla hieman normaalia tehokkaampi LTO-laitte. Rankarunkoisessa vaihtoehdossa riittäisi noin 1500 euron hintainen peruslämmöntalteenotto, jonka vuosihyötysuhde olisi käytännössä 50 – 60 %. CLT-tarvitsee kuitenkin tehokkaamman laitteen. Hinnat pyörivät noin kolmessa tuhannessa eurossa. Suuntaa antavasti voitane arvioida, että CLT-vaihtoehtoon pitää varata yli 1500 euroa enemmän ilmastointilaitteeseen.

Ovet ja ikkunat ovat vaihtoehto, joka parantaa energiatehokkuutta. Pikaisella tarkastelulla paremman U-arvon ikkunoihin ja oviin menisi noin 2000-3000 euroa enemmän kuin halvimpiin kelvollisiin ikkunoihin. Tämä vaihtoehto ei tunnu kovinkaan kustannustehokkaalta vaihtoehdolta, ottaen huomioon, että ikkuna ja ovipintaa on vain reilu kymmenen prosenttia rakennuksen vaipasta.

Yläpohjaan voidaan laittaa puhaltaa 100 milliiä lisää eristettä, joka maksaisi vain 450 euroa lisää absoluuttisena kustannuksena. Yläpohjan kosteuden siirtokyky kuitenkin menee ääriarajoille, joten lämmöntalteenoton ja energiamuodon valinta vaikuttavat kustannustehokkaimmilla tavoilla kompensoida rungon heikompa eristävyttä. CLT-runkoiseen vaihtoehtoon tulee siis pakollinen 1500 euron lisäkulu paremman LTO-laitteen tarpeen vuoksi. Lisäkulu on otettu huomioon taulukossa 4.

7 TULOKSET

Työn tuloksena valmistui alustavat rakennuslupakuvat, rankarunkoisen talon määrä- ja kustannuslaskenta. Edellä mainitujen työn osien perustella valmistui kustannusvertailu, joka otti huomioon energiatehokkuussäädöset ja viimeistelykäsittelyt. Rankarungon ja väliseinien kokonaiskustannukseksi muodostui 27 511 euroa. Ks. taulukko 4 ja kuvio 3. Vastaavan valmiiksi pystytetyn CLT-runkotoimituksen hinnaksi muodostui 42 800 euroa. Hintaero on kokonaisuudessaan noin 15 300 euroa.



Kuvio 3. Hintavertailu (Luostarinen 2018)

Rankarunkoisen vaihtoehdon rakentaminen kestää 18 työpäivää kun taas CLT-runko pystytetään yhdessä päivässä. Käytännössä rankarunkoisen talon rakentaminen vie kolme ja puoli viikkoa pidempään kuin CLT-runkoisen. Nopea pystyrakentamisaika pienentää luonnonilmiöistä johtuvien rakennusvirheiden määrää. Nopea rakentamisaikataulu vähentää myös asumiskustannuksia koska uuteen taloon pääsee muuttamaan aiemmin.

Yleisesti voidaan sanoa, että CLT nostaa ainekustannuksia, mutta vähentää työkustannuksia. Tässä työssä vertailun alla oleva kompakti pientalo on selkeästi taloudellisempi toteuttaa rankarunkoisena.

8 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella kompaktin pientalon rakennuslupakuvat, tehdä kustannusarvio ja hintavertailu CLT- ja pystyrunkoisen vaihtoehdon välillä. Työn tavoitteet täyttyivät hyvin. Tulokseksi saatua hintaeroa tukee aikaisemmat CLT:n hintaa koskevat tutkimukset. Kompaktitalon hie-
man korkeampaa hintaa elementtitoimituksena selittää kohteen pieni koko. CLT-toimituksessa käytännössä kiinteitä hintoja ovat rahti ja elementtisuunnittelu. Myös elementtien asennuksen kustannukset eivät juurikaan nouse vaikka neliötä olisi puolet enemmän. Asennus vie joka tapauksessa kokonaisen päivän. Tämän opinnäytetyön tuloksia tulisi tarkastella nimenomaan CLT:n rakentamiskustannuksina pienessä kohteessa. Suuremmissa kohteissa hintaero neliömetrillä kutistuu lähemmäksi aikaisempien tutkimuksien tuloksia. (Tampereen TKK 2014, Pientalon kustannusvertailu CLT – puurankatalo).

Ongelmallista opinnäytetyössä oli talotehtaiden innottomuus antaa tarjoustä ulkoseinistä, joka rajoitti kustannusvertailun kerrosalaan perustuvaksi. Opinnäytetyöni ei myöskään ota huomioon kivi-seinien ja märkätilojen liitoksia muihin rakenteisiin. Aiheessa on siis edelleen jatkotutkimuspotentiaalia.

Opinnäytetyön alkuvaiheet etenivät hyvin hitaasti. Kymmenistä luonnoksista huolimatta kelvollisia lupakuvia ei syntynyt. Liiallisen itsekritiikin hylkäämisen jälkeen alustavat lupakuvat valmistuivat Revit Architecture -ohjelmaa käyttäen. Lopulliset rakennuslupakuvat valmistuivat Autocad -ohjelmalla. Kustannuslaskenta tehtiin excel-
taulukkolaskentaohjelmalla rutiinitoimenpiteenä. Tarjouspyyntöihin vastasi ainostaan Hoisko. Kustannusvertailussa otettiin huomioon muuttuneet säädökset, jotka tuottivat ylimääräistä työtä muilla osa-alueilla.

Opinnäytetyön valmistumishetkellä ei ole päätetty mitä runkovaihtoehtoa käytetään, milloin ja minne talo rakennetaan.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

AIKATAULUKIRJA 2016. 2015 Rakennustieto Oy. Helsinki.

ASEMAPIIRUSTUKSEN LAATIMINEN. RT 15-10784. Helsinki. Rakennustieto.

CLT RISTIINLIIMATTU MASSIIVIPUU (cross laminated timber) Puuinfo.net. [verkkoaineisto]. [viitattu 2017-02-03] Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/suunnitteluohjeet/clt-ristiinliimattu-massiivipuu-cross-laminated-timber>

CLT. Wikipedia [verkkoaineisto]. [Viitattu 2017-12-17] Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/CLT>

ENNE, Olli 2017. YKSIÖ PUUTARHASSA, diplomityö. [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-01-22] Saatavissa: <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/26654>

KALLIOSAARI, Kati 2017-06-05. Talotehtaat tarjoavat jo kokonaisia minitalomallistoja – 49 neliön omakotitalo uuden yksiön hinnalla. Aamulehti. [viitattu 2017-15-12]

KUOPION PIENTALO-OHJE 2017. Kuopion kaupunki Kuopio. Alueellinen rakennusvalvonta. [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7534958/Pientalo-ohje.pdf/3474156a-e33f-4b58-ab95-a4a6688dade7>

KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT. Tilastokeskus. [viitattu 2017-02-23] Saatavissa: <http://stat.fi/meta/kas/index.html>

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAKI 2016/196, 171 - 176 § [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20160196>

PULKKINEN, Hanna-Liisa. 2016. CLT:n ominaisuudet ja käyttö rakennusmateriaalina. Opinnäytetyö. [viitattu 2017-26-03] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/106068/pulkinen_hanna-liisa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

PUURUNKORAKENTAMINEN, PAIKALLA RAKENNETTU PUURUNKO. RATU 0416. 2014. Helsinki: Rakennustieto.

PUUTEOLLISUUS, ammattinet [Verkkoaineisto]. [viitattu 2018-01-04] Saatavissa: http://www.ammattinetti.fi/ammattialat/detail/41_ammattiala;jsessionid=E75CEA77C4656176663BD81BD8035CFD?print=true

PÄÄPIIRUSTUKSET, ERITYISSUUNNITELMAT JA SELVITYKSET. RT 15-10824. [online]. Helsinki. Rakennustieto. [viitattu 2018-01-20] Saatavissa: https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortistot/tuotteet/RT_8886.html.stx

SAHLSTEDT, Satu, PALOLAHTI, Tuomas ja KOSKENVESA, Anssi. 2015. Pientalon suunnittelu ja rakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy

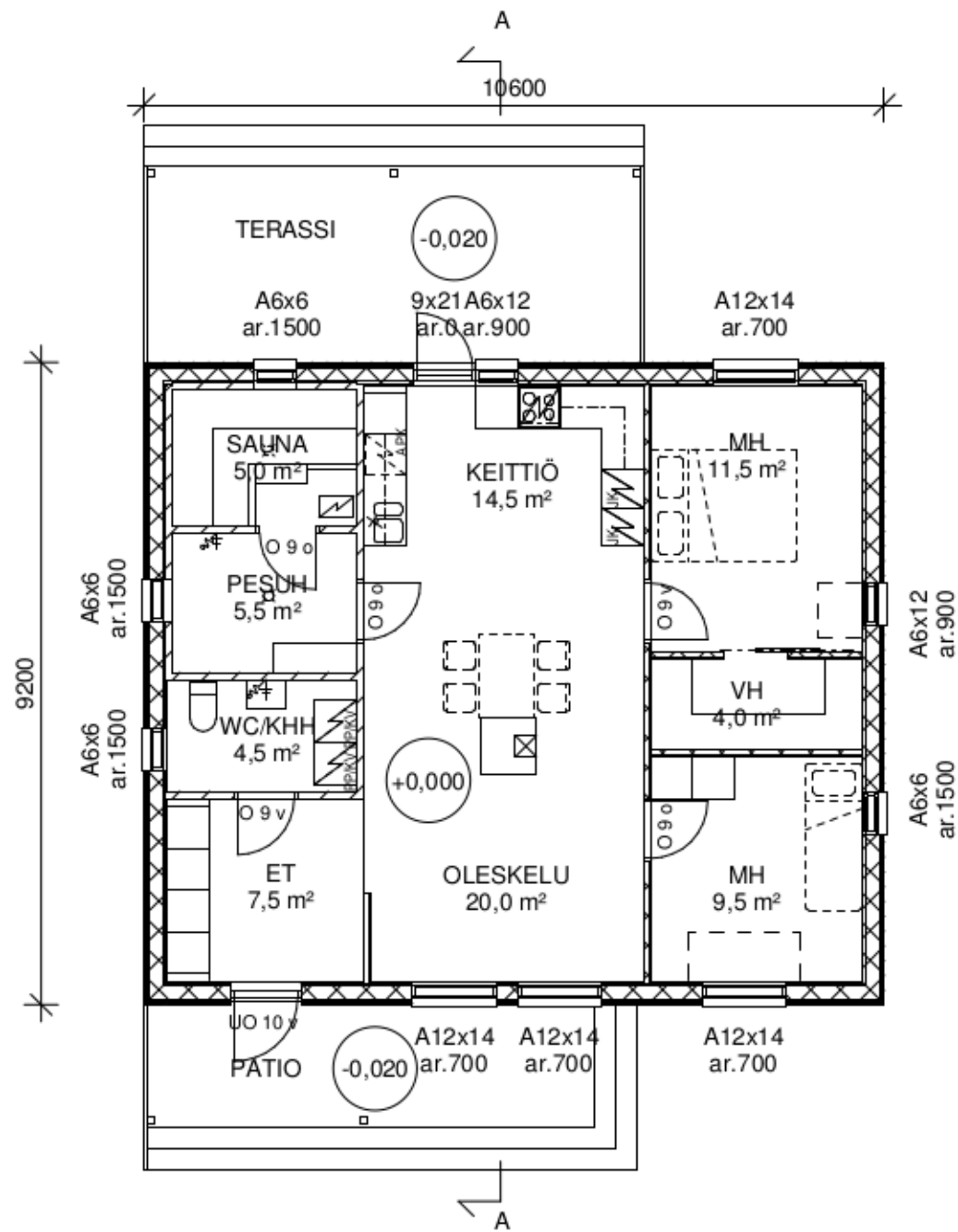
SIMOLA, Ulla. Mitä kertoo asuntokaupan kuumemittari? Taloustaito 20.6.2017 [viitattu 2017-13-01]

TERIÖ, Olli, SORRI, Senni, HELIN, Pertti, HELAMO, Markku. Pientalon kustannusvertailu CLT – puurankatalo 2014. TTY. [viitattu 2018-20.02] Saatavissa: <https://www.kiintopuu.fi/media/kiintopuu/clt-kustannusvertailu-esitys-140915.pdf>

VIHMANEN, Liisa. 2015. Onko omakotitalon pakko olla suuri? [verkkoaineisto]. [Viitattu 2018-27-039]. Saatavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2015/02/08/onko-omakotitalon-pakko-olla-suuri>

YMPÄRISTÖMINISTERIÖN ASETUS UUDEN RAKENNUKSEN 1010/2017. YMPÄRISTÖMINISTERIÖ. [viitattu 2016-01-28]. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Energiatehokkuus

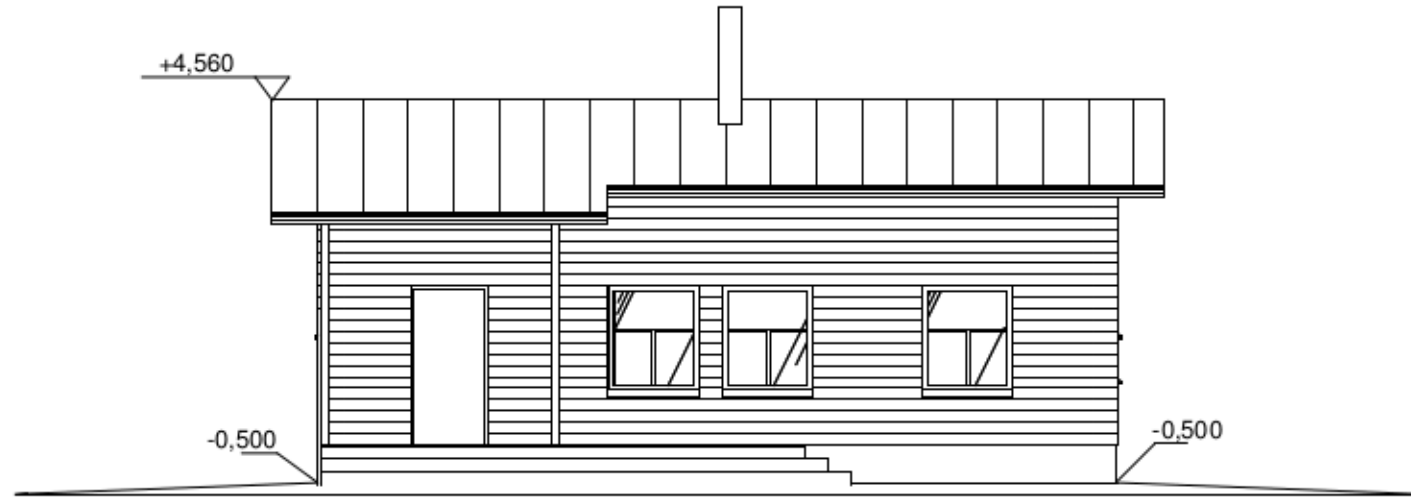
liite 1



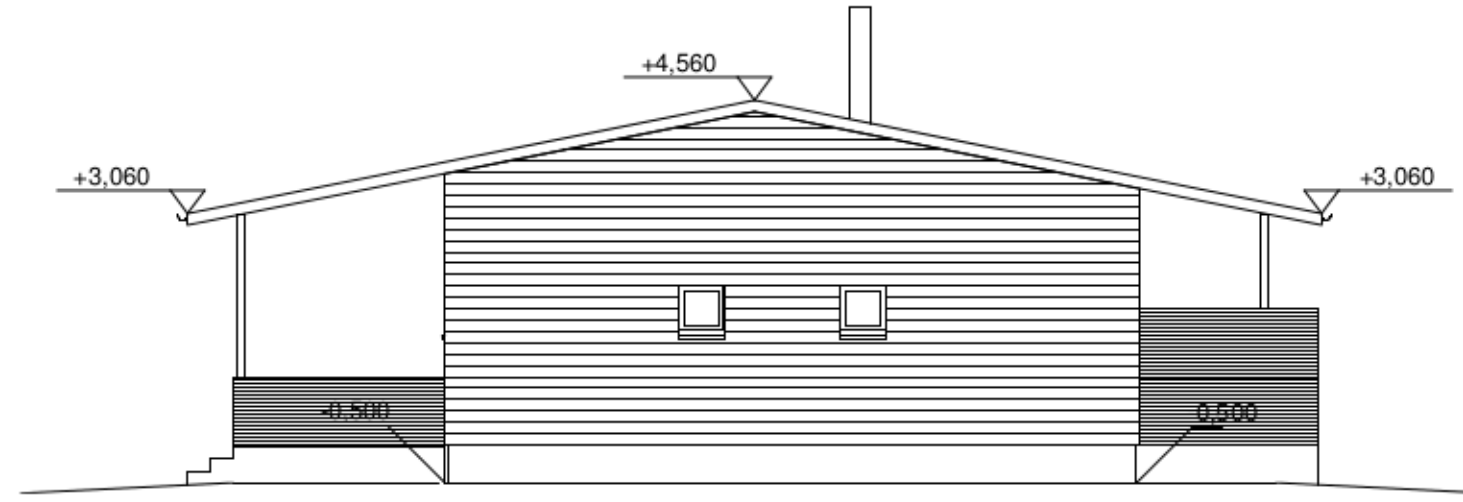
KERROSALA: 97,5 m²
 KOKONAISALA: 97,5 m²
 HUONEISTOALA: 84,0 m²
 TILAVUUS: 365,0 m³

Kaupunginosa / Kylä	Kortteli / Tila	Tontti / Rno	Viranomaisten merkintä	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Pirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Julkiseva numero
Rakennuskohde KOMPAKTITALO			Pirustuksen sisällö POHJAPIIRUSTUS	Mittakaava 1:100
Suunnittelijan tiedot ARTO LUOSTARINEN puh: 050 466 5946 email: arto.p.luostarinen@edu.savonia.fi			Työnumero 003-1	Pirustuksen tunnus 003-1 Muutos
			Suunnitteluala ARK	Tiedosto Kompaktitalo.rvt
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tukinto, allekirjoitus ja päiväys			Hankenumero / Rakennustunnus	

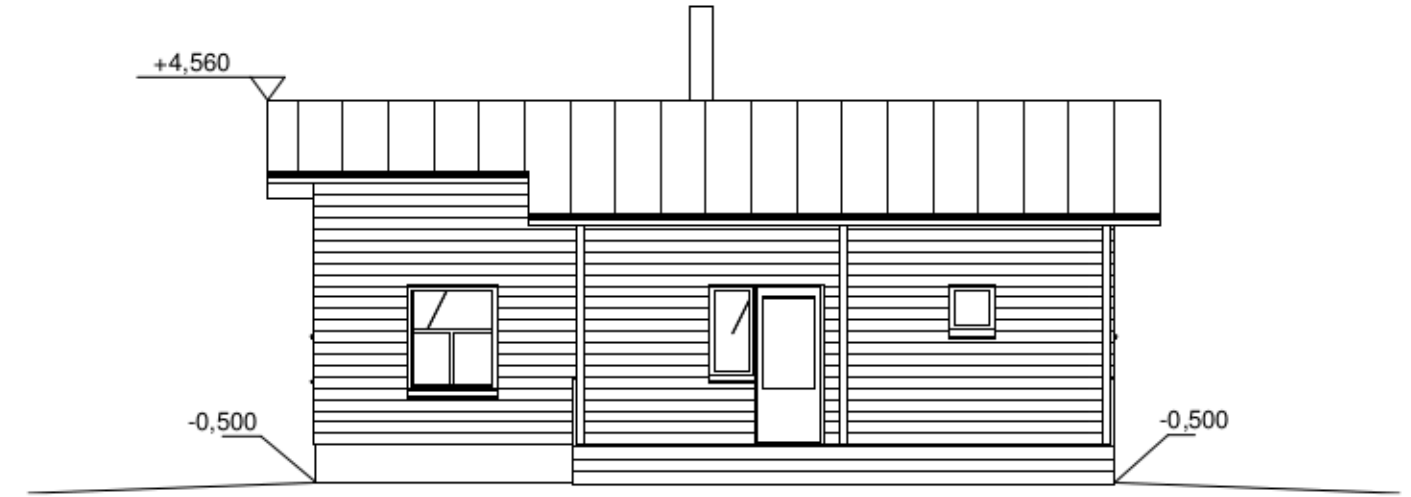
liite 2



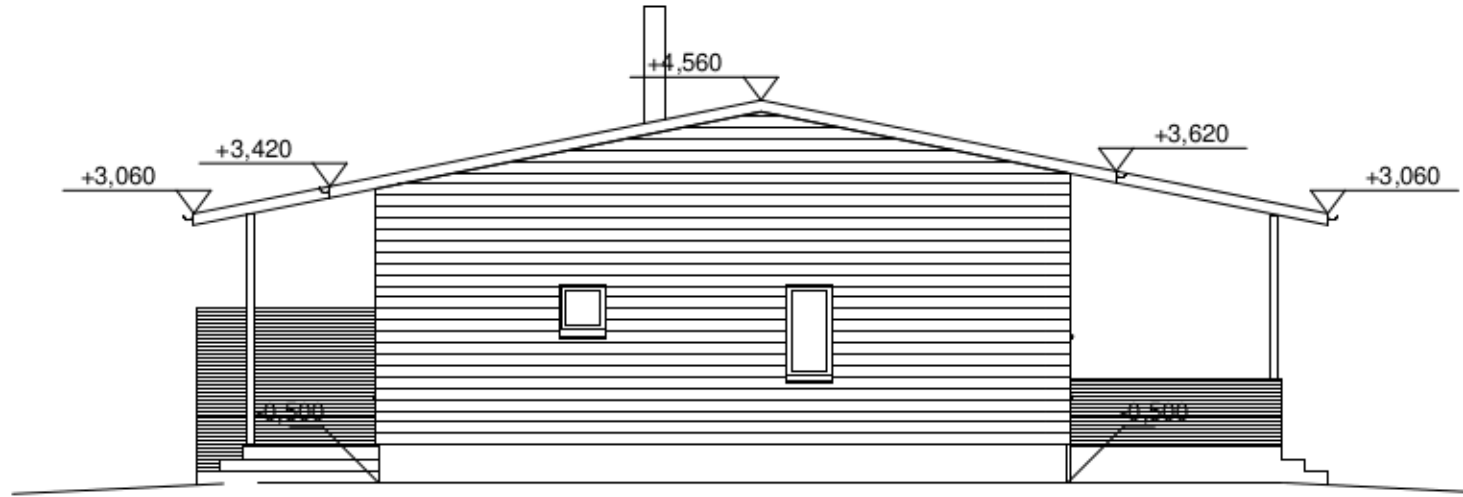
JULKISIVU ETELÄÄN 1 : 100



JULKISIVU LÄNTEEN 1 : 100



JULKISIVU POHJOISEEN 1 : 100



JULKISIVU ITÄÄN 1 : 100

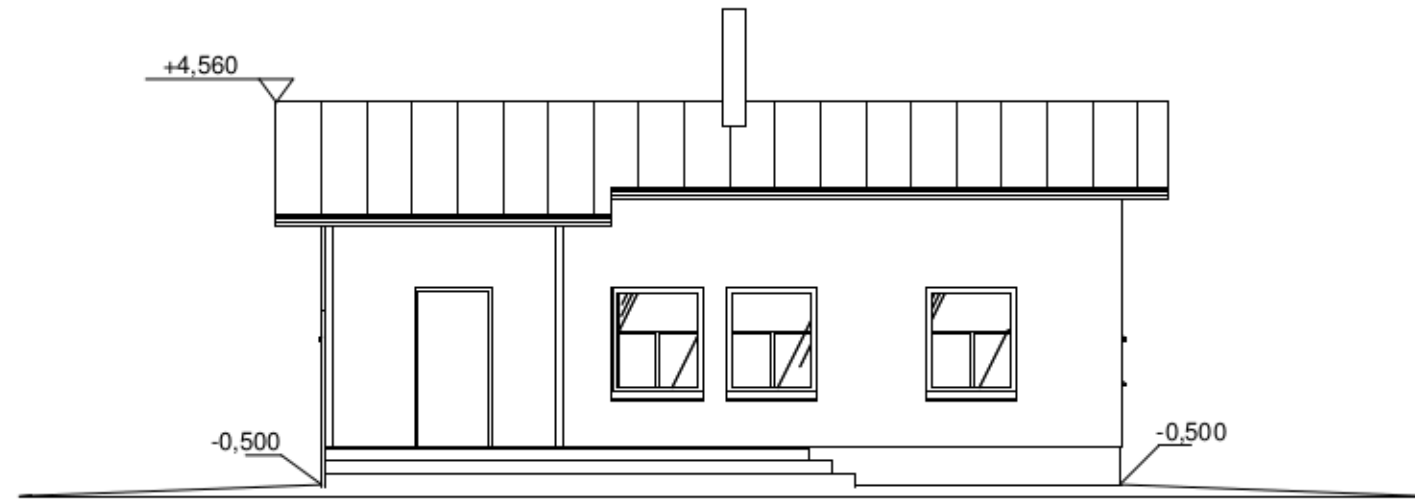
JULKISIVUMATERIAALIT:

VESIKATTO
ULKOVERHOUS
KAITTEET / SERMIT
SOKKELIT

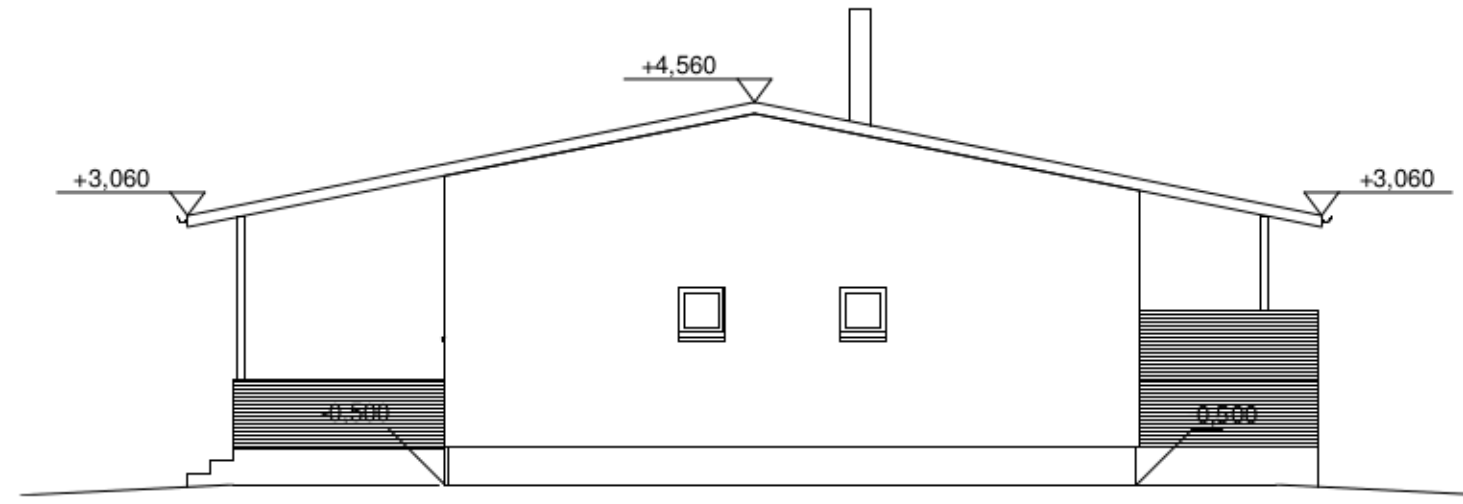
KONESAUMATTU PELTIKATE
VAAKAHIRSIPANEELI, MAALATTU
VAAKASÄLEIKKÖ, MAALATTU
RAPATTU / ROUHEPINNOITETTU HARKKO

Kaupunginosa / Kylä	Kortteli / Tila	Tontti / Rno	Viranomaisen merkintä	
Rakennusohjelmä	UUDISRAKENNUS		Piirustaja	Julkaisu numero
Rakennuskohde	KOMPAKTITALO		Piirustuksen sisältö	Mittakaava
			JULKISIVUPIIRUSTUS	1:100
Suunnittelijan tiedot	ARTO LUOSTARINEN puh: 050 466 5946 email: arto.p.luostarinen@edu.savonia.fi		Työnumero	Piirustuksen tunnus
				005-1
			Suunnitelusala	Tiedosto
			ARK	Kompaktitalo.rvt
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tulkinto, allekirjoitus ja päiväys			Hankenumero / Rakennustunnus	

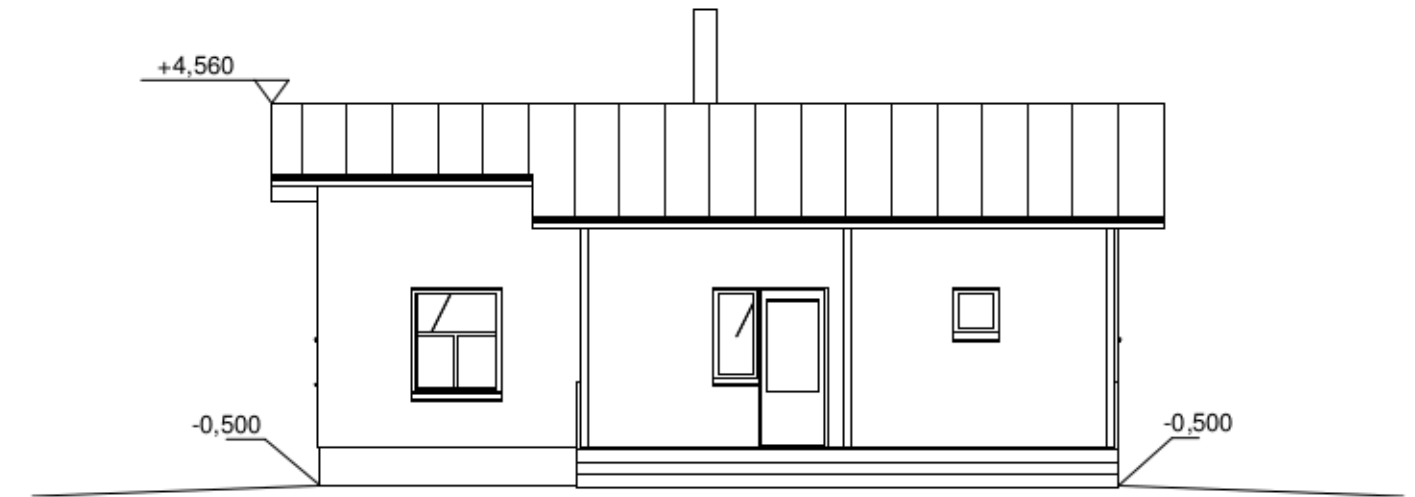
liite 3



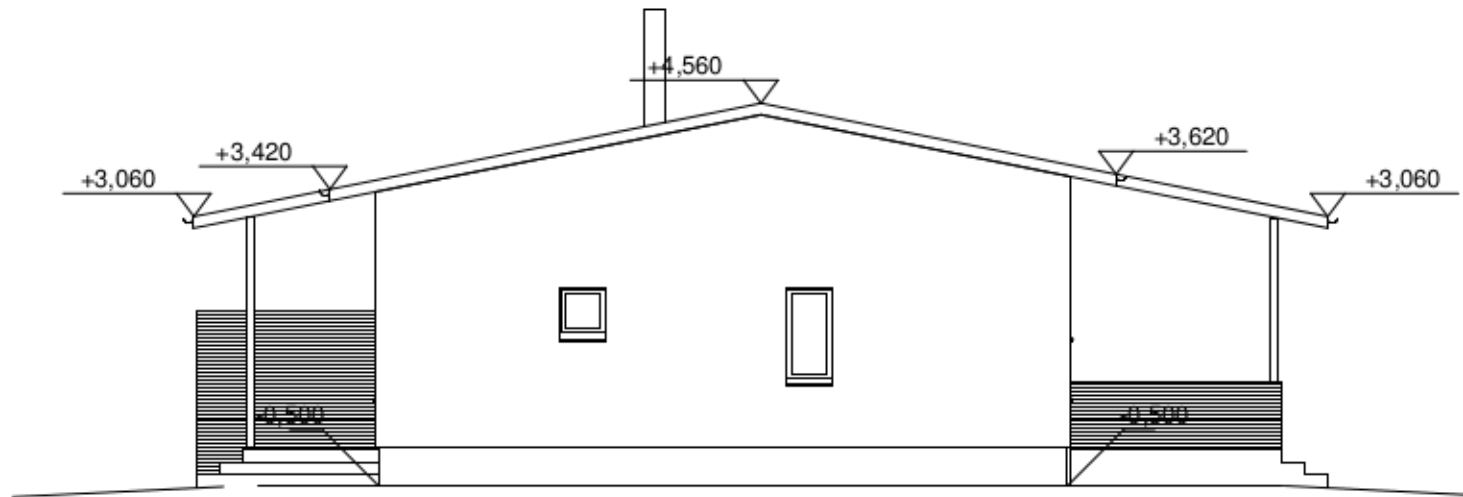
JULKISIVU ETELÄÄN 1 : 100



JULKISIVU LÄNTEEN 1 : 100



JULKISIVU POHJOISEEN 1 : 100



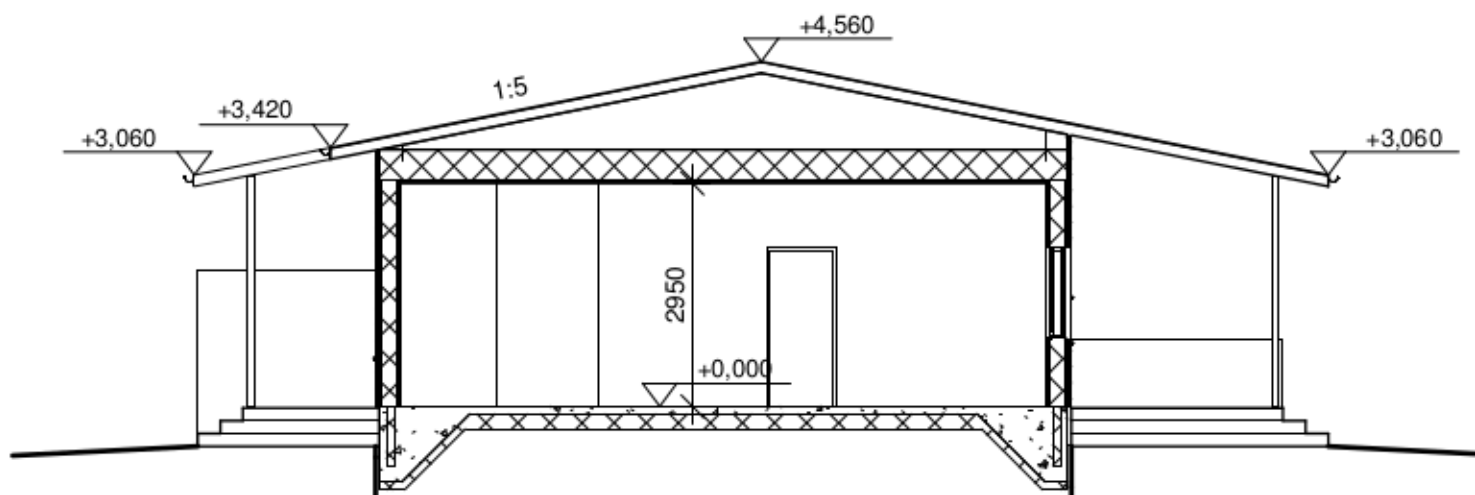
JULKISIVU ITÄÄN 1 : 100

JULKISIVUMATERIAALIT:

VESIKATTO **KONESAUMATTU PELTIKATE**
ULKOVERHOUS **VAAKAHIRSIPANEELI, MAALATTU**
KAITTEET / SERMIT **VAAKASÄLEIKKÖ, MAALATTU**
SOKKELIT **RAPATTU / ROUHEPINNOITETTU HARKKO**

Kaupunginosa / Kylä	Korttelit / Tila	Tontti / Rno	Viranomaisten merkintä	
Rakennusohjelmä	UUDISRAKENNUS		Piirustaja	Julkaisu numero
Rakennuskohde	KOMPAKTITALO		Piirustuksen sisältö	Mittakaava
			JULKISIVUPIIRUSTUS	1:100
Suunnittelijan tiedot	ARTO LUOSTARINEN puh: 050 466 5946 email: arto.p.luostarinen@edu.savonia.fi		Työnumero	Piirustuksen tunnus
				005-1
			Suunnitelusä	Tiedosto
			ARK	Kompaktitalo.rvt
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tulkinto, allekirjoitus ja päiväys			Hankenumero / Rakennustunnus	

liite 4



LEIKKAUS A - A 1 : 100

RAKENNETYYPI

ALAPOHJA $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

LATTIAPÄÄLLYSTE
 TERÄSBETONILAATTA 80 mm
 (REUNAVAHVISTETTU LAATTA)
 FINNFOAM 100+100 mm
 TIIVISTETTY PESTY SEPELI > 300 mm
 SUODATINKANGAS
 TIIVISTETTY TÄYTTÖ

ULKOSEINÄT $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

HIRSIPANEELI 23 mm
 TUULETUSRAKO + KOOLAUS 25 mm
 TUULENSUOJALEVY 25 mm
 PYSTYRUNKO + MINERAALIVILLA 200 mm
 HÖYRYNSULKU
 PYSTYKOOLAUS + MINERAALIVILLA 50 mm
 SISÄVERHOUS

YLÄPOHJA $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

KONESAUMATTU PELTIKATE
 ALUSKATE
 KATTOKANNATTAJAT
 TUULETUSTILA > 200 mm
 YLÄPOHJAN TUKIRAKENTEET + ERISTE
 - PUHALLETTU MINERAALIVILLA 350 mm
 - MINERAALIVILLALEVY 100 mm

RISTIINKOOLAUS
 SISÄVERHOUS

ULKO-OVET $U = < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

IKKUNAT $U = < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Kaupunginosa / Kylä	Kortteli / Tila	Tontti / Rno	Viranomaisten merkintöjä	
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Julkaiseva numero
Rakennuskohde KOMPAKTITALO			Piirustuksen sisältö LEIKKAUS A-A	Mittakaava 1:100
Suunnittelijan tiedot ARTO LUOSTARINEN puh: 050 466 5946 email: arto.p.luostarinen@edu.savonia.fi			Työnumero 004-1	Piirustuksen tunnus 004-1 Muutos
			Suunnitteluala ARK	Tiedosto Kompaktitalo.rvt
Vastuullinen suunnittelija: nimi, tulkinto, allekirjoitus ja päiväys			Hankenumero / Rakennustunnus	

liite 5

KOMPAKTITALO PUURANKARUNKO JA KEVYET VÄLISEINÄT											
		määrätiedot		työkustannus				ainekustannus			kust.
littera	Nimike ja selite	määrä	yks	h/yks	h	€/h	yht. €	hukka	€/yks	yht.€	Yht. €
3	Runkorakenteet										
35	Alustavat työvaiheet mittaus, siirrot & ym.	117	m ²	0,144	16,848	37	623	1			623
35	Ylä- ja alasidepuut, juoksut, sokkelik.	234	m	0,24	56,16	37	2078	1,10	4,49	1156	3234
35	Runkotolpat k600 precut	117	m ²	0,168	19,656	37	727			917	1644
35	Koolaus 50*50 k600	117	m ²	0,05	5,85	37	216	1,10	0,9	105,3	322
35	Eristyslevy 2 krs. mineraalivilla	234	m ²	0,1	23,4	37	866	1,10	12,23	3148	4014
35	Höyrysulku	117	m ²	0,03	3,51	37	130	1,05	0,9	111	240
35	Tuulensuojalevy	117	m ²	0,01	1,17	37	43	1,10	8,81	1134	1177
35	Kipsilevy	117	m ²	0,168	19,656	37	727	1,10	3,5	450	1178
35	Ikkunalaudat asennettuna	10	kpl	0	0	0	0	1	50	500	500
35	Kiinnitystarvikkeet/m2	155	m ²					1	1,8	279	279
4	Täydentävät rakenteet										
41	Ikkuna ja oviaukot 198*48	12	kpl	0,48	5,76	37	213	1,10	4,49	59	272
45	Väliseinätolpat 39*66 k600 ja vahvistus	48	m ²	0,23	11,04	37	408	1,00		282	690
45	Ääneneristysvilloitus	48	m ²	0,48	23,04	37	852	1,10	6,8	359	1212
45	Levytys 2 puoleinen	48	m ²	0,24	11,52	37	426	1,10	7	370	796
5	Pintarakenteet										
55	Ulkoverhouspaneeli 170 mm pont., sävyt.	119	m ²	0,42	49,98	37	1849	1	29,9	3558	5407
55	Tuuletusraon koolaus 100x25 vs.	117	m ²	0,1	11,7	37	433	1,05	1,5	184	617
55	Ulkoverhouspaneelin viimeistelymaalaus	119	m ²	0,03	3,57	37	132	1	1	99	231
58	Tasointi ulkoseinän sisäpinta	117	m ²	0,11	12,87	37	476	1	0,8	94	570
58	Väliseinän pinnoitus ja viimeistely sis. kaikki.	75	m ²	0,11	8,25	37	305	1	0,8	60	365
8	Työmaan käyttö ja johtaminen										
83	Koneet, telineet, vuokrat ja ym.	1	kpl							1707	1707
87	Rahti	3	kpl							182	546
9	Työmaanjohtaminen	3	vkk							750	750
	Kustannukset yhteensä				284 h		10507			15504	26011