

PIENTALON SUUNNITTELU
Massiivipuurunkorakenteiden vertailu

Pärn Jaan

Opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Rakennusinsinööri (AMK)

2022

Koulutus
Tutkintonimike

Tekijä	Jaan Pärn	Vuosi	2022
Ohjaaja(t)	Matti Moilanen		
Työn nimi	Pientalon suunnittelu		
Sivu- ja liitesivumäärä	27 + 1		

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella pientalo Liminkaan kaava-alueelle sekä vertailla massiivipuuruonkovaihtoehtoja. Työn lähtökohtana oli antaa hyvät lähtökohdat suunnitella pientalo.

Opinnäytetyö alkoi tarveselvityksellä sekä hankesuunnittelulla, jonka jälkeen alkoi pientalon alustava suunnittelu, suunnittelussa otettiin huomioon kaavamerkinnet sekä rakentamistapaohje. Kun lopulliset suunnitelmat oli tehty, alkoi massiivipuurunkovaihtoehtojen vertailu.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi pientalon suunnitelmat sekä massiivipuurunkorakenteiden vertailu. Johtopäätöksenä tultiin siihen tulokseen, että paras massiivipuuvaihtoehto meidän tarpeisiimme olisi painumaton lamellihirsi.

Avainsanat
Massiivipuuvaihtoehto, Hirsi, CLT, Suunnittelu

Author	Jaan Pärn	Year	2022
Supervisor	Matti Moilanen		
Subject of thesis	Design of a detached house		
Number of pages	27 + 1		

The purpose of this thesis was to design a detached house situated in the town plan area in Liminka, and to compare alternative solid wood structures. The start-ing point of the study was to give a good start for designing a detached house.

The thesis was started with a need assessment and project planning, after which the preliminary design of the detached house began. The design mar-kings and construction instructions were considered in the design. Once the fi-nal plans were made, a comparison of solid wood frame options began.

As a result of the thesis, plans for a detached house were created, as well as a comparison of solid wood structures. The conclusion was that the best solid wood option for our needs would be an unpressurized lamella log.

Key words

Solid wood, Log, CLT, Design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TARVESELVITYS	8
2.1	Tilaaajan nykytilanne	8
2.2	Tilaaajan vaatimukset	8
3	HANKESUUNNITTELU	9
4	PIENTALON SUUNNITTELU	10
4.1	Tontti	10
4.2	Rakentamistapaohje	11
4.2.1	Tiivistelmä Kotirannan rakentamistapaohjeesta	11
4.3	Luonnossuunnittelu	11
5	RAKENNUSLUPA	16
5.1	Rakennuslupa-asiakirjat	16
6	PUURAKENTAMISEN HISTORIAA SUOMESSA	17
6.1	Puurakentaminen Suomessa nyt	17
7	MASSIIVIPUURAKENTAMINEN	18
7.1	Massiivipuulevyt	18
7.1.1	CLT	18
7.1.2	LVL	18
7.1.3	MHM	18
7.1.4	NLT	19
7.1.5	DLT	19
7.1.6	WLT	19
7.2	Hirret	20
7.2.1	Massiivihirsi	20
7.2.2	Lamellihirsi	21
7.2.3	Painumaton lamellihirsi	21
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	22
9	POHDINTA	22
	LÄHTEET	24

LIITTEET	27
----------------	----

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CLT	Cross Laminated Timber, Ristiin liimatuista lautakerroksista syntyra-kennuslevy (PUUINFO 2020a)
LVL	Laminated Veneer Lumber, sorvatuista puuviiluista liimattu rakenne (Puuinfo 2020d)
MHM	Massiv Holz Mauer, ristikkäin ladotuista laudoista naulattu puulevy (Lavento 2019)
NLT	Nail Laminated Timber, Syrjälleen ladotuista laudoista naulattu puu-levy (Puuinfo 2020d)
DLT	Dowel-laminated timber syrjälleen ladotuista havupuulaudoista leh-tipuutapella kiinitetty puulevy (Moilanen 2019, 40)
WLT	Wave layered timber, Aaltopuu, aaltoprofiliin jyrskityt puupalikat liite-tään toisiinsa mekaanisesti. (Moilanen 2019, 49)

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on pientalon suunnittelu ja massiivipuurunkorakenteiden vertailu.

Opinnäytetyössä suunnitellaan valitulle tontille pientalo ja muut rakennukset. Suunnittelussa huomioidaan omat toiveet, tilantarve sekä kaavamääräykset ja rakentamistapaohjeet. Työtä on rajattu jättämällä pois rakennesuunnittelu. Työssä perehdytään eri massiivipuurunkorakenteisiin ja tutustutaan massiivipuulevyihin sekä hirsivaihtoehtoihin.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on antaa hyvät lähtökohdat suunnitella omakotitalo massiivipuusta. Massiivipuुरakentaminen on kiinnostavaa, se on yksiaineinen rakenne. Tulevaisuuden suunnitelmiini kuuluu talon rakentaminen massiivipuusta, ja siksi tämä valikoitui luontevasti opinnäytetyön aiheeksi.

2 TARVESELVITYS

Rakennushankkeessa yksi ensimmäisiä asiakirjoja on tarveselvitys. Tarveselityksessä kartoitetaan tilaajan tarpeet tiloista, tavoitteista ja ratkaisuvaihtoehdoista sekä niiden vaikutuksista kustannuksiin. (RT 2019, 9.) Rakennushankeen tarpeellisuus perustellaan tarveselvityksessä, siinä myös kuvataan tilantarve ja tilantarpeen tyydyttävät ratkaisut. Jopa 70 % rakennuskustannuksista määräytyy tarveselvityksessä. (Terveet tilat 2022.) Tarveselvityksessä selvitetään sekä arvioidaan hankkeeseen ryhtymisen tarpeellisuutta. Tarveselvityksessä esitellään mm. hankkeen tarpeellisuus, toteuttamisen lähtökohdat, tavoitteet sekä vaikutukset. Tarveselvityksen pohjalta tehdään hankkeen suunnittelupäätös. (RT 1995, 11.)

2.1 Tilaajan nykytilanne

Tilaajana toimii vaimoni ja minä itse. Olemme vasta ostaneet 149 m² kokoisen omakotitalon, ja tontilla on myös 30 m² autotalli sekä autokatos, joten tilaa emme edes tarvitsisi lisää. Koska olen rakennusalan ammattilainen, tulevaisuudensuunnitelmiini kuuluu oman kodin rakentaminen alusta asti. Tilaratkaisuiltaan nykyinen talomme voisi olla hieman parempi sekä autotalli hieman isompi.

2.2 Tilaajan toivomukset

Toiveena on noin 140m² kokoinen omakotitalo massiivipuusta. Talo saa olla avara ja valoisa ja ehkä olohuone korkeaa tilaa, mahdollisesti puolitoista kerrosta tai yläkertavaraus. Makuuhuoneita tulee olla neljä. Lämmitysmuodoksi toive on maalämpö sekä lisälämmönlähteeksi takka. Arkietäinen on hyvä olla kodinhoituhuoneen yhteydessä. Toiveena on ulkosaunarakennus, ja talon sisälle tulisi vain suihkukaappi. Toiveena on myös erillinen autotalli, jossa on tarpeeksi tilaa harastaa puutöitä sekä korjailla autoja.

3 HANKESUUNNITTELU

Tarvesuunnittelun pohjalta aletaan tehdä hankesuunnittelua. Hankesuunnittelun tavoitteena on tarkentaa tarvesuunnitteluvaihetta lähemmäksi hankeen toteutusta. Hankesuunnittelussa tarkennetaan myös kohteen aikataulu-, laatu-, laajuus- ja kustannustavoitteet. Kun hankesuunnitelma on tehty, siitä tulee suunnitteluohje kohteen suunnittelijalle. (RT 1995, 11.) Hankesuunnittelussa etsitään hankkeen lopulliset ratkaisumallit ja kustannusarvio. Hankesuunnitelmassa lyödään lukkoon kohteen tavoitteet, ajoitus, kustannukset ja rakennuspaikka. Kun hanke on edennyt hankesuunnitelmavaiheeseen, on projektiin hyvä ottaa mukaan pääsuunnittelija sekä mahdollisia muita suunnittelijoita. (Terveet tilat 2022.)

4 PIENTALON SUUNNITTELU

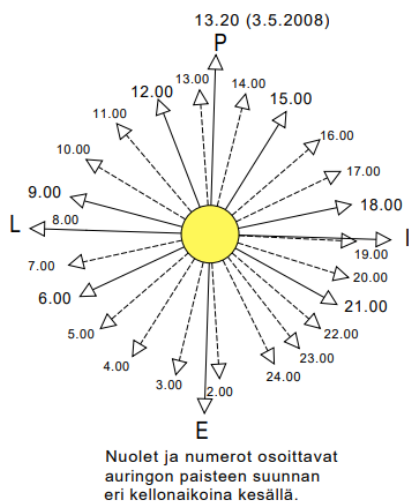
4.1 Tontti

Asuinrakennusta pitäisi ruveta suunnittelemaan vasta, kun tontti on tiedossa. Tähän opinnäytetyöhön tontti valittiin Limingan tonttipörssistä, opinnäytetyön teon aikaan tontti oli vielä vapaa. Tontin kiinteistötunnus on 425-402-524-86. Tontti sijaitsee uudella Kotiranta asutusalueella, jonne tällä hetkellä tehdään tiestöä. Tontin pinta-ala on 1427m² ja rakennusoikeutta on 357m².



Kuva 1. Tontin kuvakaappaus kaavakartasta. (Limingan kunta 2020)

Kuten kuvasta 1 ja kuviosta 1 näkee, aurinko paistaa päivällä tontin alaosaan. Tämä kannattaa ottaa huomioon, kun suunnitellaan olohuoneen ja keittiön paikkaa. (Kuva 1; Kuvio 1).



Kuvio 1. Auringon paiste kesällä (Limingan kunta 2020)

4.2 Rakentamistapaohje

Rakentamistapaohjeella ohjataan ja täydennetään asemakaavan ohjeita ja merkintöjä. Ohjeet sisältävät rakentamisen laatuun ja julkisivuun liittyviä ohjeistuksia. Rakentamistapaohjeen tarkoitus on ohjata suunnittelijoita, rakentajia ja viranomaisia niin, että alueesta tulee viihtyisiä ja laadukas. (Oulun kaupunki 2022.)

4.2.1 Tiivistelmä Kotirannan rakentamistapaohjeesta

Kotirannan rakentamistapaohjeessa kerrotaan seuraavaa: alustavan maaperätutkimuksen mukaan Kotirannan tontit on paalutettava. Paalutus lisää hieman rakentamisen kustannuksia, mutta Limingan kunnassa kunnan tontista, joka on paalutettava, saa 8000 € alennusta. Ohjeessa on myös tietoa tontin aitaamisesta, pihanmateriaaleista ja istutuksista. Rakennusoikeus määräytyy tehokkuusluvun mukaan, joka on määritetty kortteleittain. Korttelissa 821 tehokkuusluku on $e=0,25$, 20 %, eli rakennusoikeus on $1427\text{m}^2 \cdot 0,25 = 357\text{m}^2$. e-luvun perässä oleva prosentti määrä tarkoittaa, että rakennukset saavat peittää tontin pinta-alasta 20 %. (Limingan kunta 2020, 3–4.)

Alueen pääasiallinen julkisivumateriaali on puu. Hirsirakennusten pitää olla lyhytnurkkaisia eikä alueella sallita pyöröhirren käyttöä. Rakennuksen muodon, väri-tyksen ja materiaalin tulee olla selkeitä. Kotirannan alueen rakennusten vesikatot tulee toteuttaa harjakattoina. Rakentamistapaohjeessa on myös määrätty julkisivun ja katon värit kortteleittain. (Limingan kunta 2020, 3–4.)

4.3 Luonnossuunnittelu

Luonnossuunnittelussa etsitään tontille paras suunnitteluratkaisu, eli tarveselvit-tyksessä esiin tulleisiin tarpeisiin sopivin vaihtoehto. Luonnossuunnittelussa on hyvä tuottaa muutamia erilaisia suunnitteluratkaisuja, joista valitaan sopivin. (Penttilä & Koskenvesa 1999, 42.)

Asemakaavakartassa annettiin ohjeellinen rakennusala ja rakentamistapaohjeissa annettiin periaatekuva rakennusten sijoittamisesta ja pihan jäsentelystä. Näiden mukaan lähdin hahmottelemaan rakennuksia.

Talosta hahmoteltiin kaksi pohjakuvaa, jotka hieman poikkesivat toisistaan. Näistä koostettiin tilaluettelo. Kummassakin luonnoksessa asuinpinta-alaa on lähes yhtä paljon, kuten taulukosta yksi näkee (Taulukko 1). Ensimmäisessä luonnoksessa talon ulkomitat ovat 13m x 8,5m, toisessa mitat ovat 11,5m x 8,5m.

Taulukko 1. Tilaluettelot luonnoksista (Pärn 2022)

Luonnos 1:			Luonnos 2:		
Tilaluettelo:			Tilaluettelo:		
Alakerta:	94,45	m ²	Alakerta:	83,5	m ²
Olohuone:	25,65	m ²	Olohuone:	22,8	m ²
Keittiö:	18,1	m ²	Keittiö:	20,1	m ²
KHH:	7,4	m ²	KHH:	6,7	m ²
Eteinen:	14,6	m ²	Eteinen:	12,7	m ²
Tk:	3,2	m ²	Tk:	3,2	m ²
WC1:	3	m ²	WC1:	4,3	m ²
WC2:	3,6	m ²	MH1:	13,7	m ²
MH1:	10,4	m ²	Yläkerta:	52,9	m ²
MH2:	8,5	m ²	MH2:	13,2	m ²
Yläkerta:	46	m ²	MH3:	13,2	m ²
MH3:	12,2	m ²	MH4:	17	m ²
MH4:	8,3	m ²	WC2:	3	m ²
VH:	3,8	m ²	Aula:	6,5	m ²
WC3:	2,4	m ²	Yhteensä:	136,4	m ²
Aula:	19,3	m ²			
Yhteensä:	140,45	m ²			

Lisäksi hahmoteltiin erillinen saunarakennus (taulukko 2) sekä talousrakennus, joka piti sisällään autotallin ja varaston (taulukko 2).

Taulukko 2. Tilaluettelot piharakennuksista (Pärn 2022)

Saunarakennuksen luonnos :	
Tilaluettelo:	
Oleskeluhuone:	8 m ²
Pesuhuone:	5 m ²
Sauna:	4,3 m ²
Yhteensä:	17,3 m ²

Taloussrakennuksen luonnos :	
Tilaluettelo:	
Autotalli:	59,4 m ²
Varasto:	11,6 m ²
Yhteensä:	71 m ²

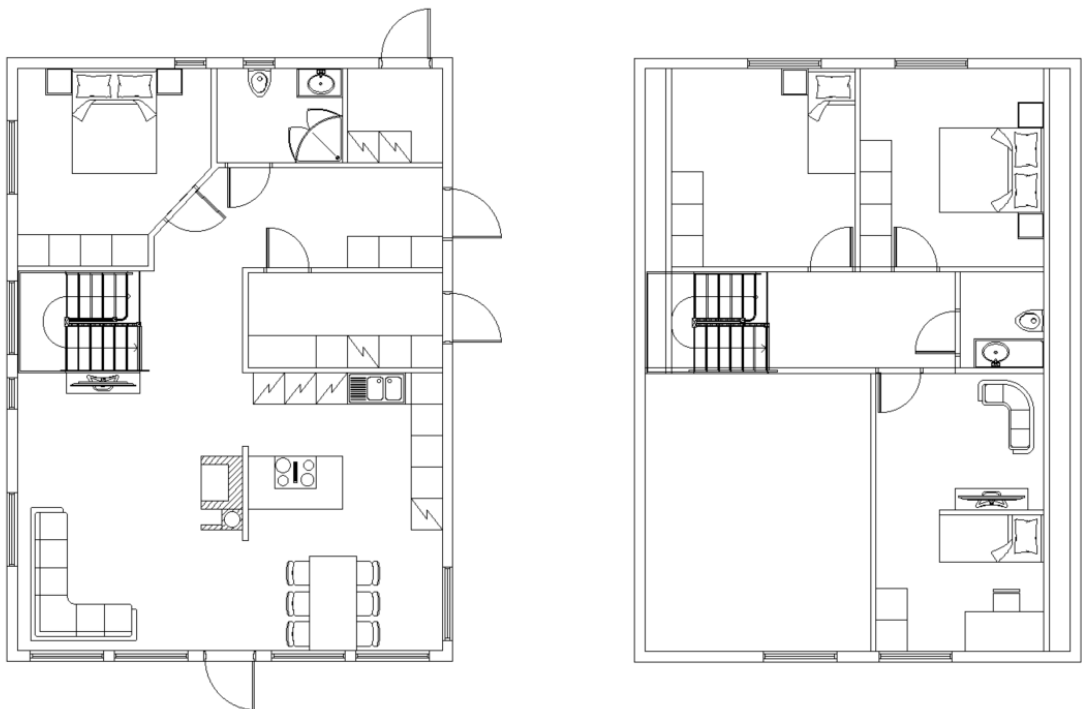


Kuva 2. Pohjakuva ensimmäisestä luonnoksesta. (Pärn 2022)

Ensimmäisessä luonnoksessa pieneksi ongelmaksi muodostuu pitkä matka kodinhoituhuoneesta saunarakennukseen, joka selviää kuvasta 3 (Kuva 3). Myös keittiön ja olohuoneen suuri avoin tila lisää kustannuksia sekä rakennusvaiheessa että lämmityskuluissa. Yläkertaan jää suurehko aula, johon saa tarvittaessa yhden makuuhuoneen lisää. Tässä luonnoksessa on hyvää alakerrassa hieman syrjässä oleva toinen vessa. Toinen makuuhuone alakerrassa jää hieman pieneksi, ja se sopii paremmin esimerkiksi työskentelyhuoneeksi. Myös keittiö jää hieman pieneksi suhteutettuna talon kokoon. (Kuva 2.)



Kuva 3. Rakennusten sovittelua kaavakarttaan (Pärn 2022)



Kuva 4. Pohjakuva toisesta luonnoksesta (Pärn 2022)

Toisessa luonnoksessa rakennuksen ulkomitat ovat pienemmät, ja vain olohuone on avointa tilaa. Keittiön yläpuolella on makuuhuone. Rakennuksen toisesta päästä jätetään siiveke pois. Näillä muutoksilla kustannukset tippuisivat luultavasti huomattavasti. Myös kodinhoitohuoneen sijainti saunarakennukseen verrattuna on parempi. Toisessa luonnoksessa jää toinen alakerran vessa pois, joka tuo hieman miinusta, mutta tämä taas osaltaan tiputtaisi kustannuksia. Lopulta päädyttiin tähän luonnokseen sekä kustannussyistä että pohjan miellyttävämmän ratkaisun takia. (Kuva 4.)

5 RAKENNUSLUPA

Rakennuksen rakentamiseen tarvitaan rakennuslupa. Rakennuslupaa haetaan kirjallisesti sen kunnan rakennusvalvonnasta, jossa rakennettava kohde sijaitsee. (Penttilä & Koskenvesa 1999, 56.)

5.1 Rakennuslupa-asiakirjat

Rakennuslupahakemukseen liitetään liitteeksi mm. selvitys rakennuspaikan hallinnasta ja pääpiirustukset. Rakennusvalvonta voi tarvittaessa edellyttää myös otteen alueen peruskartasta sekä kiinteistörekisteriotteen, selvityksen pohja- ja perustamisolosuhteista, energiaselvityksen, selvityksen rakennuspaikan terveellisyydestä sekä koroista ja selvityksen naapureiden kuulemisesta, mikäli ne eivät jo ole rakennusvalvonnan käytössä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 41/2014 131 §.)

Pääpiirustukset pitävät sisällään, asemapiirroksen 1:500 tai 1:200, pohjapiirustukset pienkohteissa 1:50, julkisivupiirustukset 1:100 ja leikkauspiirustukset 1:100 (Penttilä & Koskenvesa 1999, 56).

6 PUURAKENTAMISEN HISTORIAA SUOMESSA

Puuta on käytetty rakentamisessa jo kivikaudella. Ensimmäiset viitteet hirsirakentamisesta on löydetty Suomesta jopa 5000 vuoden takaa. Ensimmäisissä hirsirakennuksissa oli alhaalla vain muutama hirsikerta, jonka päällä oli turpeella peitetty kotamainen rakenne. Tätä ennen hirsirakennukset olivat kotamaisia rakenteita. (Vuolle-Apiala 2012, 8.) Puu raaka-aineena on osa suomalaista kulttuuria. Suomessa on merkittävä määrä hirsirakennuksia, ja tämä luku vain jatkaa kasvamistaan. Vanhimmat Suomesta löydetyt hirsilöydöt ovat 400–900 jKr. Vanhimmat säilyneet hirsirakennukset suomessa ovat jopa 600 vuoden takaa. (Vuolle-Apiala 1996, 9–10.) Puu oli käytetyin rakennusmateriaali vielä 1950-luvun lopulla. Vuonna 1957 puu rakennusten osuus oli jopa 47 % uudisrakennuksista. Kymmenen vuotta myöhemmin enää 26 % uudisrakennuksista oli puurakenteisia. (Siikainen 1990, 13.)

6.1 Puurakentaminen Suomessa nyt

Puun osuus julkisessa rakentamisessa oli vuonna 2019 15 %. Hallituksen tavoite on kolminkertaistaa puun käyttö julkisessa rakentamisessa vuoteen 2026 mennessä, eli 45 % julkisesta rakentamisesta vuonna 2025 olisi puuta. Konkreettisia keinoja tavoitteen saavuttamiseen ei ole tehty ja tavoitteen saavuttaminen vaikuttaa mahdottomalta. (Berglund 2021.)

Pientaloista noin 85 % on puurunkoisia. Pientalorakentamisessa jopa neljännes uusista rakennuksista tehdään massiivipuusta, määrä on lähes kaksinkertainen verrattuna vuoteen 2010. (Ukkonen 2019.) Vapaa-ajan rakennuksista jopa 98 % on puurakenteisia, ja niistä merkittävä osa hirsirakenteisia. Hirsirakentaminen on ollut pitkään osa suomalaista mökkikulttuuria. Puukerrostalojen määrä on kasvussa. Kesällä 2021 puukerrostaloja oli Suomessa jo 117 kappaletta, joissa on yhteensä 3675 asuntoa. Tämän lisäksi ympäri Suomea on vireillä puukerrostalorakennushankkeita yhdeksäntuhannen asunnon verran. (Karjalainen 2021.) Yli puolet Suomeen rakennetuista puukerrostaloista vuoden 2013 jälkeen on rakennettu CLT:stä (Karjalainen 2022a, 29).

7 MASSIIVIPUURAKENTAMINEN

7.1 Massiivipuulevyt

Massiivipuulevyjä on erilaisia, mutta kaikissa pääraaka-aineena on puu. Osa massiivipuulevystä kiinnitetään liimalla, osa mekaanisin liitoksin. Eräs uusista massiivipuulevyinnovaatioista on massiivipuulevy lohenvyöliitostekniikalla, joka on liimaton sekä metalliton. (Karjalainen 2020b, 31–34.)

7.1.1 CLT

Cross Laminated Timber (CLT) on nimensä mukaisesti ristiin liimattuja lautakerroksia. Kerroksia siinä on useita riippuen elementin vahvuudesta. CLT on lujaa ja jäykkää, se kestää hyvin paloa, ja on ominaisuuksin nähden kevyttä. Raaka-aineena käytetään mäntyä sekä kuusta. CLT-levyt työstetään tehtaalla liimauksen jälkeen CNC-jyrsimellä. Levyihin jyrsitään ovi- ja ikkuna-aukot sekä tarvittavat talotekniset ja nosto-työstöt. CLT-levyjen paksuudet vaihtelevat 60 mm — 400 mm välillä käyttökohteen mukaan, leveys voi olla jopa 4,8 m ja pituus jopa 20 m. Isompiakin levyjä voitaisiin valmistaa, mutta kuljetus tulee ongelmaksi. Näkyvät pinnat hiotaan tehtaalla. (Puuinfo 2020a.)

7.1.2 LVL

Laminated Veneer Lumber (LVL) eli viilupuuta on sorvatuista puuviiluista liimattu rakenne. Viilupuuta on saatavilla palkkeina, pilareina ja levyinä. Viilupuun käyttökohteen mukaan viilut liimataan syysuunnassa joko pitkittäin tai osa viiluista ristikkäin. (Puuinfo 2020d.) Viilupuun pintoja ei lähtökohtaisesti hiota eikä paikkailla. LVL -levyn pituus voi olla jopa 25 metriä ja leveys 2,5 m. LVL -levyjä käytetään pääsääntöisesti kevyisiin, ei kantaviin rakenteisiin. (Metsä wood 2017.)

7.1.3 MHM

MHM (Massiv Holz Mauer) on ristikkäin ladotuista laudoista naulattu puulevy.

MHM on liimaton ja muoviton rakenne, jossa ei ole lainkaan kemikaaleja. (Laventto 2019.) MHM -elementeissä on ilmataskuja, jotka parantavat elementin lämmöneristävyyttä. Ilmataskut saadaan aikaan, kun ennen levyn kasaamista laudat uritetaan. Levyt naulataan alumiininauloilla, jotka eivät haittaa CNC -työstöissä. MHM- levyt eivät ole ilma- ja kosteustiiviitä, joten ne tarvitsevat tiiviin rakennekerroksen. MHM- elementit voivat olla 4 metriä leveitä ja 6 metriä pitkiä. MHM -elementit sopivat sekä kantaviin että kevyisiin rakenteisiin. (Puuinfo 2020b.)

7.1.4 NLT

NLT (Nail Laminated Timber) valmistetaan naulaamalla syrjälleen ladotut laudat yhteen. NLT-elementtejä voidaan valmistaa joko työmaalla tai tehtaalla. NLT-levy saattaa tarvita jäykistävän lastu- tai vanerilevyn. Myös NLT-elementit valmistetaan nauloilla. NLT-levyjä ei valmisteta kovin suuria määriä ja tuote on menossa siihen, että liitokset tehdään puutapeilla, joka helpottaa työstöjen tekemistä. (Puuinfo 2020b.) NLT-elementtien pituus voi olla jopa 30 metriä ja leveys 3,6 metriä (Moilanen 2019, 44).

7.1.5 DLT

DLT (Dowel-laminated timber) -levyt valmistetaan havupuulaudoista, jotka kiinnitetään toisiinsa lehtipuutapeilla. Lehtipuutapit elementtien valmistusvaiheessa ovat havupuuta kuivempia, jolloin ne alkavat kerätä kosteutta havupuusta ja turpoavat ja näin liitoksesta tulee vahva. DLT-elementtien tappiliitoksia ovat mm. kohtisuoraan tapitettu, diagonaalisesti tapitettu sekä ristiin tapitettu DLT. Mitat riippuvat siitä, kuinka elementti on tapitettu, pituus voi olla jopa 18 metriä ja leveys 3–4 metriä. (Moilanen 2019, 40.)

7.1.6 WLT

WLT (Wave layered timber) eli aaltopuu on Suomessa kehitetty massiivipuuraakenne. Aaltopuussa aaltoprofiiliin jyrskityt puupalikat liitetään toisiinsa kierretangoilla ja muttereilla. Aaltomaisen profiilin ansiosta liitos on tiiviimpi kuin esim.

DLT-elementeissä, jotka ovat tasaisesta puusta yhteen ladottuja elementtejä. WLT-puuta voidaan käyttää sekä kantavana että kevyenä rakenteena ja se soveltuu hyvin myös puusiltamateriaaliksi. Pituuden ja korkeuden suhteen aaltopuulla ei ole rajoituksia, sillä rakenne kootaan työmaalla aaltopalikoista (Moilanen 2019, 49.). Aaltopuu on täysin kemikaaliton sekä ekologinen. Aaltopuun materiaaliksi käy mikä tahansa puulaji, ja se voidaan muotoilla kaarevaksi. WLT on kuin rakennusmaailman Lego-palikat. (Orrenmaa 2019.) Aaltopuun kehittänyt Aalto Haitek hakeutui konkurssiin vuonna 2021 (Niemistö 2021).

7.2 Hirret

7.2.1 Massiivihirsi

Massiivihirsi on massiivista puuta, joka valmistetaan höylämällä, veistämällä tai sorvaamalla. Massiivihirren pääraaka-aineena toimii mänty, jonka runko on melko tasapaksu ja suora. Mäntyä on saatavilla koko Suomen alueella. Hirsirakentamisessa käytetään myös kuusta, sen jäntevyyden vuoksi, kantavissa rakenteissa. (Vuolle-Apiala 2012, 91–96.) Kuusipuulla on suurempi kosteuseläminen ja se taipuu enemmän kuin mäntypuu, myös suuret halkeamat ovat yleisempiä (Keppo 1994, 19). Myös muut puulajit ovat mahdollisia, mutta vähemmän käytettyjä (Moilanen 2019, 37).

Pyöröhirressä tukin poikkileikkaus ei juurikaan muutu. Pyöröhirren työstö ei paljoa muuta puun sisäisiä jännitteitä. Pyöröhirren teollisia valmistustapoja on käytännössä kaksi. Ensimmäinen tapa on löytää mahdollisimman suora ja pyöreä runko, josta sorvaamalla tai höylämällä tehdään pyöröhirsi, jossa puun sydän on keskellä. Toisessa tavassa sahataan tukista aihio, joka höylätään tai sorvataan pyöreäksi. Tässä tavassa puun sydän saattaa siirtyä hieman sivuun tukin muodon mukaan. Pyöröhirren ala- tai yläpintaan piikitetään tai sahataan ura hirren kuivumisesta aiheutuvaa halkeaman ohjaamista varten, jolloin halkeama jää piiloon rakenteeseen. (Keppo 1994, 19.) Omakotirakentamisessa pyöröhirren paksuus tulee olla vähintään 210 mm, jotta saavutetaan tarvittava lämmöneristyskyky (Mörönen 2015).

Vanhimmat Suomesta löydetyt hirsirakennukset on valmistettu veistetyistä hirsistä. Veistetty hirsi on kestävämpää kuin pyöröhirsi, koska siinä veistettiin esille kestävämpi sydänpuu. Hirren veisto on raskasta ja aikaa vievää työtä. (Puutieto 2022.)

7.2.2 Lamellihirsi

Lamellihirsi eli liimahirsi valmistetaan liimaamalla puutavara yhteen useammasta osasta. Lamellihirsien materiaalina käytetään halvempaa pienimittaista puutavaraa. (Vuolle-Apiala 2012, 185.) Lamellihirsi mahdollistaa aikaisempaa suuremman hirren poikkileikkauksen, aiemmin poikkileikkauksen koon määritteli tukin koko. Massiivihirteen verrattuna lamellihirren kosteuseläminen on pienempää. Lamellihirsi kuitenkin painuu, kuten massiivipuuhirsi, ja tämä tulee ottaa huomioon rakennuksen suunnittelussa. (Puuinfo 2020c.)

7.2.3 Painumaton lamellihirsi

Painumaton lamellihirsi on lähes samanlainen kuin tavallinen lamellihirsi. Painumattomassa hirressä keskilamelli on pystysuuntaan, jolloin painuma on lähes olematonta. (PUUINFO 2020c.)

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Harkinnan jälkeen eri massiivipuurunko- vaihtoehtoista valittiin rungon materiaaliksi painumaton lamellihirsi. Valintaan vaikutti esimerkiksi huokeampi hinta verrattuna CLT:hen, koska CLT-runko pitäisi myös mahdollisesti peittää ulkoverhouksella, joka osaltaan lisäisi kustannuksia.

Massiivihirren eläminen ja painuminen aiheuttaa myös enemmän harmia verrattuna painumattomaan lamellihirteen. Painumattomia lamellihirsiiä on saatavilla myös 360 mm korkuisena, josta tulee mielestäni näyttävämpi. Korkea hirsi nopeuttaa myös rungon pystystä, kun nostoja tulee vähemmän.

Laadullisesti lamellihirsi on myös parempaa verrattuna CLT:hen, jossa hirsipinta jää höyläpinnalle. CLT laudoista saattaa tulla enemmän visuaalisia virheitä, mutta nekin ovat paikattavissa.

LVL-elementit jätettiin pois vertailusta, koska ne eivät sopineet näkyväksi pinnaksi ja ne olisi pitänyt verhoilla kummaltakin puolelta. Muut massiivipuuelementit jätettiin pois vertailusta huonon saatavuuden vuoksi.

Mikäli olisi päädytty massiivihirteen, joka kiehtoi liimattomuuden takia, olisi suunnittelussa pitänyt ottaa huomioon rungon painuminen. Esimerkiksi ikkuna- ja ovi- listoista olisi pitänyt tehdä korkeat. Myös toiseen kerrokseen olisi kantavillalinjoilla pitänyt jättää säätövara, jotta kerrosta voisi tarvittaessa laskea. Päätykolmioiden tekeminen massiivihirrestä voisi tuottaa ongelmia. Edellä mainittuja ongelmia voisi syntyä myös tavallisessa lamellihirressä, mutta näitä ongelmia ei painumattomassa hirressä juurikaan ole.

CLT kiehtoi pystytysvaiheen nopeuden sekä visuaalisen ilmeen takia. CLT:kään ei painuisi ristikkäisen rakenteensa ansiosta. CLT:stä olisi saanut myös ala-, ylä- ja välipohjan, joka olisi sekin nopeuttanut rakentamista.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella pientalo rakennusmääräysten mukaan, ja sen jälkeen arvioida eri massiivipuurunkorakenteita. Tarkoituksena oli myös antaa perheellemme hyvät lähtökodat lähtiessämme suunnittelemaan ja rakentamaan pientaloa.

Työn aihe oli mielenkiintoinen ja massiivipuुरakentaminen on kiehtonut minua aina. Opinnäytetyössä opin lisää massiivipuुरakentamisesta sekä rakennushankeen sekä suunnittelun kulusta. Opinnäytetyön pohjalta olisi nyt helpompi lähteä suunnittelemaan ja rakentamaan omaa taloa.

Massiivipuुरakentaminen on Suomessa koko ajan kasvussa. Aika näyttää, kuinka paljon tulevaisuudessa rakennetaan massiivipuusta. Odotan innolla uusia innovatiivisia massiivipuuratkaisuja.

Suomessa on tuhansia rakennuksia, joissa on sisäilmaongelmia. Osa näistä rakennuksista on rakennettu vain muutamia vuosia sitten. Näiden rakennusten vieressä saattaa olla jopa 200 vuotta vanhoja hirsirakennuksia, jotka ovat edelleen käytössä. Ehkä meidän suomalaisten pitäisi ottaa vanhasta mallia ja hyödyntää tulevaisuuden rakentamisessa enemmän ”vihreää kultaa” suomalaista metsää.

LÄHTEET

Berglung, M. 2021. Puurakentamisen menetetty mallimaa: käsikirjoitus. 28.10.2021. Viitattu 5.4.2022 <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2021/10/28/puurakentamisen-menetetty-mallimaa-kasikirjoitus>.

Karjalainen, M. 2021. Mitä kuuluu Suomen puurakentaminen? Tampereen yliopisto. Arkkiblogi. 3.6.2021. Viitattu 28.3.2022 <https://blogs.tuni.fi/arkkiblogi/teema2/mita-kuuluu-suomen-puurakentaminen/>.

Karjalainen, M. 2022a. Luento1: Puurakentamisen asema ja mahdollisuudet Suomessa. 4.2.2022. Viitattu 28.3.2022 https://puuosaamista.fi/wp-content/uploads/2022/02/20220204-Puuosaamista-Pirkanmaalle_vol1.pdf.

Karjalainen, M. 2022b. Luento 2: Puurakentamisen tutkimus- ja kehittämishankkeita TAU:lla. 4.2.2022. Viitattu 28.3.2022 https://puuosaamista.fi/wp-content/uploads/2022/02/20220204-Puuosaamista-Pirkanmaalle_vol2.pdf.

Keppo, J. 1994. Hirsitalon rakentaminen. Talonrakentajan käsikirja 3. Jyväskylä: Rakentajan tietokirjat.

KI-group 2022. CLT hinta? Viitattu: 24.4.2022 <https://www.kigroup.fi/post/clt-hinta>.

Lavento, D. 2019. Mitä ovat MHM, LVL, Thoma ja CLT? Tutustu massiivipuuelementteihin! Tekniikan maailma 6.3.2019. Viitattu 5.4.2022 <https://rakennusmaailma.fi/mita-ovat-mhm-lvl-thoma-ja-clt-tutustu-massivipuuelementteihin/>.

Limingan kunta 2020. Kotiranta rakennustapa- ja suunnitteluohjeet. Viitattu: 15.3.2022 <https://www.infogis.fi/liminka/php/liitetiedosto-avaa.php?customer=liminka&id=11&fileid=619cbfa7aa5fc>.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 17.1.2014/41.

Moilanen, K. 2019. Massiivipuu ekologisesti kestävä rakentamisen mahdollistajana. Massiivipuukatalogi ja kerrostalosuunnitelma. Oulun yliopisto. Diplomityö.

Metsä wood 2017. Kerto LVL L-panel. Viitattu 5.4.2022 <https://www.metsawood.com/global/Tools/MaterialArchive/MaterialArchive/Metsawood-Kerto-L-Suomi.pdf>.

Mörönen, A. 2015. Hirsitalo omakotitalona. 23.6.2015. Viitattu 15.4.2022 <https://www.rakennaoykein.fi/hirsitalo-omakotitalona-91317/uutiset.html>.

Niemistö, E. 2021. Aalto Haitek ajautui konkurssiin – aaltopuuteknologiaa kehittäneelle yritykselle etsitään ostajaa 7.5.2021. Viitattu 10.4.2022 <https://yle.fi/uutiset/3-11921458>.

Oulun kaupunki 2022. Kaavat ja rakentamistapaohjeet. Viitattu 15.3.2022. <https://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/kaavat-ja-rakentamistapaohjeet>.

Orrenmaa, A. 2019. Toholammilainen Aalto Haitek keksi puiset aaltopalkat Rakennuslehti 30.12.2019. Viitattu 10.4.2022 <https://www.rakennuslehti.fi/2019/12/toholammilainen-aalto-haitek-keksi-puiset-aaltopalkat/>.

Penttilä, H. & Koskenvesa, A. 1999. Pientalon suunnittelu. Helsinki: Rakennustieto.

Puuinfo 2020a. Monikerroslevy (CLT) 23.6.2020. Viitattu 5.4.2022 <https://puuinfo.fi/puutieto/insinorituotteet/monikerroslevy-clt/>.

Puuinfo 2020b. Liittimillä kootut massiivipuulevyt (NLT, MHM, DLT) 23.6.2020. Viitattu 5.4.2022 <https://puuinfo.fi/puutieto/insinorituotteet/olet-taalla-liittimilla-kootut-massiivipuulevyt-nlt-mhm-dlt/>.

Puuinfo 2020c. Hirsityypit ja perusprofiilit. 10.7.2020. Viitattu 10.4.2022 <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/materiaalivaihtoehdot/>.

Puuinfo 2020d. Viilupuu (LVL). 23.6.2020. Viitattu 10.4.2022 <https://puuinfo.fi/puu-tieto/insinoorituotteet/viilupuu-lvl/>.

Puutieto 2022. Hirsityypit. Viitattu 15.4.2022 <https://puuproffa.fi/liitosten-arkki/hirsiliitokset/hirsityypit/>.

RT 1995. Rakennustietosäätiön ohjetiedosto 10–10387. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennustietosäätiö.

RT 2016. Rakennustietosäätiön ohjetiedosto 10–11226 Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen. Rakennustietosäätiö.

Siikanen. U 1987, Puurakennusten suunnittelu: tarvikkeet ja rakenteet. Helsinki: Rakennusalan kustantajat.

Terveet tilat 2022. Hanke- ja ehdotussuunnittelusta investointipäätökseen. Viitattu 15.3.2022. <https://tilatjaterveys.fi/toimintamalli/rakentaminen-ja-korjaaminen/rakennushankkeen-vaiheet/hanke-ja-ehdotussuunnittelu>.

Tervola 2022. Vaaran Aihkitalot valmistaa massiivista perinnehirttä modernilla tuotantolinjalla. Viitattu: 28.4.2022 <https://tervola.fi/vaaran-aihkitalot-valmistaa-massiivista-perinnehirtta-modernilla-tuotantolinjalla/>.

Ukkonen, R. 2019. Hirsirakentamisen suosio jatkaa kasvuaan, ja talotehtaat tekevät miljoonainvestointeja pohjoisessa. Yle uutiset 2.12.2019. Viitattu 28.3.2022 <https://yle.fi/uutiset/3-11098251>.

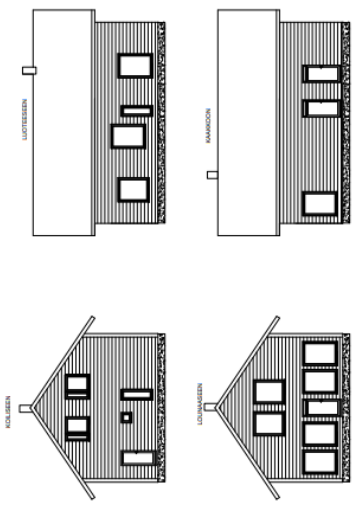
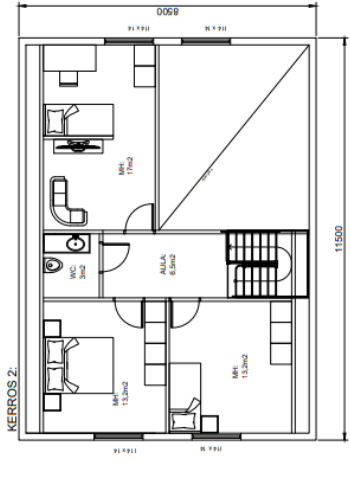
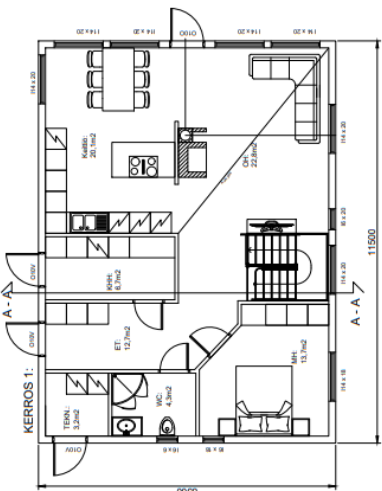
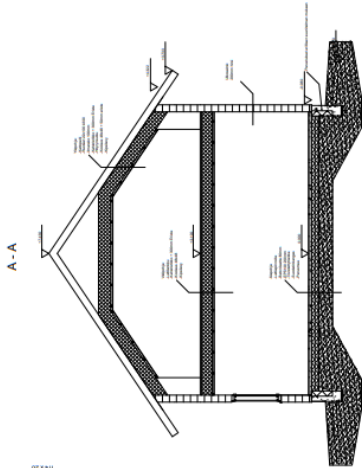
Vuolle-Apiala, R. 2012. Hirsitalo ennen ja nyt. Vantaa: Moreeni.

Vuolle-Apiala, R. 1996. Hirsitalo. Helsinki: Rakennusalan kustantajat.

LIITTEET

Liite 1. Pohja-, leikkaus- ja julkisivukuva. (Ei mittakaavassa)

RAKENNUSEN KÄYTTÖALUE: HUONEISTOLA
 RAKENNUSKOHDE: HUONEISTOLA
 OIK: 195.0m²
 PALLOIDUKKA: P3
 RAKENNUSSUUNNITELMAN SÄHKÖNKOONLITTELYÄ PALOVAROTOILLA
 KERRONSTIIVÄÄNTÄÄN SIILOJASTA ALKAVA 60m KORKEIN.
 KATTOVARUSTEET:
 -VÄRIKORUSTUSASETUksen mukaan
 -KORKEALLINEN POSTO- JA TUOLAMMONTA TERNOTOLLA, ERILLISEN SUUNTELAMAN MUKAAN
 -LÄMMITYS:
 -VEIKERTONENLÄMMENITYS, MAALAMPO



1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940
LIIKESÄÄNTÖKIRJA										LIIKESÄÄNTÖKIRJA								
OIK: Pää										OIK: Pää								
KÄYTTÖALUE										KÄYTTÖALUE								
1950,1,10000										1950,1,10000								
RAK										RAK								
101										101								
19.1.2022										19.1.2022								