



Puu- ja betonikerrostalon ver- tailu

Vladimir Vahvijainen

OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2022

Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma (AMK)

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma

VAHVIJAINEN, VLADIMIR:
Puu- ja betonikerrostalon vertailu

Opinnäytetyö 59 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Kesäkuu 2022

Tämän opinnäytetyön aiheena on puukerrostalon suunnittelu Kangasalan Lamminrahkassa. Suunnitelma tehtiin eteläosan asemakaavan laatuohjeen sekä Kangasalan kunnan kehittämien Lamminrahkan suunnitelmien ja selvityksien mukaisesti. Puukerrostalosuunnitelmasta muodostui tulkinta betonikerrostalon luonnossuunnitelmasta, joka laadittiin aiemmin Rakennus Kodix Oy:lle. Näin ollen opinnäytteessä vertaillaan puu- ja betonikerrostaloa.

Opinnäyte esittelee puukerrostalojen rakentamisen nykyaikaisia suunnittelu- ja rakennusmenetelmiä sivuten myös ekologisuuteen liittyviä kysymyksiä. Työssä esitellään ympäristöministeriön pääperiaatteet, jotka koskevat puutalojen suunnittelua. Puukerrostalosuunnitelmassa haettiin kiinnostavaa ja uniikkia ratkaisua, joka vastaisi ja korostaisi Lamminrahkan asuinalueen ideaa.

Suunnitelma on laadittu käyttäen nykyaikaista tietokoneohjelmistoa, ja lähtötietomalli sekä suunnitelman pääosuus on toteutettu Archicad-ohjelmistolla. Opinnäytetyö piirtää kokonaiskuvan puukerrostalon arkkitehtonisen suunnittelun rajoituksista ja mahdollisuuksista yleisesti.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin laadukkaasti toteutetut ja normatiiviset vaatimukset täyttävät luonnospohjapiirrokset, jotka ratkaisevat rakenteisiin liittyvät ongelmat luovalla ja taloudellisesti järkevällä tavalla.

Asiasanat: puukerrostalo, betonikerrostalo, talosuunnittelu, CLT-levyt, luonnossuunnittelu, arkkitehtisuunnittelu, visualisointi

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Architecture

VAHVIJAINEN, VLADIMIR:
Comparison of a Wooden and Concrete Apartment Building

Bachelor's thesis 59 pages, appendices 5 pages
June 2022

The thesis is devoted to the project of a wooden multi-storey building in Lamminrahka area in the city of Kangasala. The plan was designed in accordance with the quality guidelines of the southern zoning plan along with the plans and the reports developed by the municipality of Kangasala for Lamminrahka area. The project of a wooden apartment building became an interpretation of a sketch plan of a concrete apartment building, which had been previously designed for Rakennus Kodix Oy. The research compares a wooden and a concrete apartment buildings.

The thesis introduces modern design and construction methods of wooden apartment buildings, as well as issues related to ecology. The work presents the main principles of the Ministry of the Environment regarding the design of wooden buildings. An interesting and unique solution that would emphasize and correspond to the idea of Lamminrahka residential area was found for the project of a wooden apartment building.

The plan has been performed with using up-to-date computer software, in addition the initial data model as well as the main part of the plan have been implemented with Archicad software. The thesis illustrates an overall picture of the limitations and the possibilities of the architectural design of a wooden apartment building in general.

As a result of the thesis, high-quality performed sketch plans that meet the normative requirements were obtained, which in turn solve the problems related to the construction in a creative and economically sensible way.

Key words: wooden apartment building, concrete apartment building, house design, CLT-panels, sketch design, architectural design, visualization

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	INNOVATIIVISIA TAPOJA KERROSTALON RAKENTAMISESSA	7
	2.1 Betoni- ja puutalot nykyisessä arkkitehtuurissa.....	7
	2.2 Suunnitteluratkaisut.....	8
	2.3 Paloturvallisuusratkaisut	12
	2.4 Ääneneristys	17
	2.5 Pitkäaikaiskestävyys	20
	2.6 Hiilijalanjälki ja muut ekologisuuden aspektit	22
	2.7 Taloudellinen aspekti	23
3	PUUKERROSTALON MUUNNELMAN KEHITTÄMINEN	24
	3.1 Analyysin ja vertailun kohde.....	24
	3.2 Lähtötiedot	29
	3.3 Arkkitehtuurin muutokset.....	32
	3.4 Runkorakenteiden valinta.....	40
	3.5 Paloturvallisuusratkaisut	43
4	KERROSTALON HANKEVAIHTOEHTOJEN VERTAILU	47
5	POHDINTA	50
	LÄHTEET.....	52
	LIITTEET	54
	Liite 1. Luonnos projekti Puukerrostalo 1519	54

KÄYTETYT JA TERMIT JA LYHENTEET

CLT-elementti	Cross Laminated Timber -elementti tarkoittaa laudoista kerroksittain ristiinliimattua massiivipuuelementtiä.
RunkoPES	Puuelementtirakentamisen teollisuusstandardi. PES tarkoittaa puuelementtisysteemiä.
RT-kortti	rakennus tieto kortit
ArchiCAD	rakennussuunnitteluohjelmisto
Hiilijalanjälki	toiminnan tai palvelun aiheuttamaa ilmastokuormaa eli sitä, kuinka paljon kasvihuonekaasuja tuotteen tai toiminnan elinkaaren aikana syntyy
[dB]	Desibeli. Äänenvoimakkuutta kuvaava suhdeluku. Desibeliasteikko on logaritminen ja se yhdistää äänenpaineen suhteelliset muutokset kuulon vasteeseen.
$L'_{nT,w} + C_{i,50-2500}$ [dB]	Askeläänitasoluku, jossa on mukana spektripainotus-termi (SFS-EN ISO 717-2).
R_w [dB]	Ilmaääneneristysluku. Taajuuskaistoittain taajuusalueella 100...3150 Hz mitatuista tai mallinnetuista ilmaääneneristävyyksistä R laskettu mittasuure (SFS-EN ISO 717-1).
U-arvo	Lämmönläpäisykerroin

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan puukerrostalon luonnossuunnitelmaa Kangasalan Lamminrahkassa, ja sitä vertaillaan betonikerrostalosuunnitelmaan, joka laadittiin Rakennus Kodix Oy:lle vuoden 2021 lopussa.

Betonikerrostalon luonnossuunnitelma laadittiin opinnäytettään laatijan harjoittelun aikana vuoden 2020 kesällä. Hän oli mukana suunnittelutehtävissä ja hänellä oli mahdollisuus ehdottaa omia ideoita, joista osa otettiin suunnitteluryhmän käyttöön. Ottaen huomioon puukerrostalo- ja ekorakentamiseen sekä hiilijalanjäljen pienentämiseen pyrkivät kehitystrendit Suomessa päätettiin laatia myös puukerrostalosuunnitelma, josta tuli tämän opinnäytetyön aihe. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia puukerrostalon suunnittelun erityispiirteitä sekä uusien teknologioiden ja rakennusmenetelmien hyödyntämisen jatkokehitystä.

Pohjaksi otettiin yksi betonikerrostalosuunnitelmista, joita opinnäytetyön kirjoittaja laati harjoittelujaksonsa aikana ja jossa hänen ideoitaan on hyödynnetty eniten muihin suunnitelmiin verrattuna. Tutustuttiin lisäksi valmiiseen, rakentamiseen vahvistetun suunnitelman asemakaavaan, kerrosten pohjapiirroksiin sekä julkisivuihin. Lähtötietojen ja asiakirjojen suhteellisen runsauden vuoksi suunnitelmaa täytyi kehittää ja mukauttaa puurakenteisen kerrostalon suunnittelun erityispiirteet huomioiden. Suunnitelman laatimisen aikana saatiin tietoa puurakenteisen kerrostalon eduista, rajoitteista ja muista määräävistä tekijöistä, tutustuttiin puukerrostalojen rakentamisen historiaan ja kehitystrendeihin sekä nykyaikaisiin alan innovatiivisiin ratkaisuihin ja teknologioihin. Pääasialliset luonnosmateriaalit valmistuivat vuoden 2021 joulukuuhun mennessä, ja koko luonnossuunnitelma valmistui vuoden 2022 toukokuussa. Puukerrostalon luonnossuunnitelma sisälsi mukautetun asemapiirroksen sekä kerrosten pohjapiirrokset ja julkisivut. Lisäksi tehtiin uudet visualisointikuvat.

2 INNOVATIIVISIA TAPOJA KERROSTALON RAKENTAMISESSA

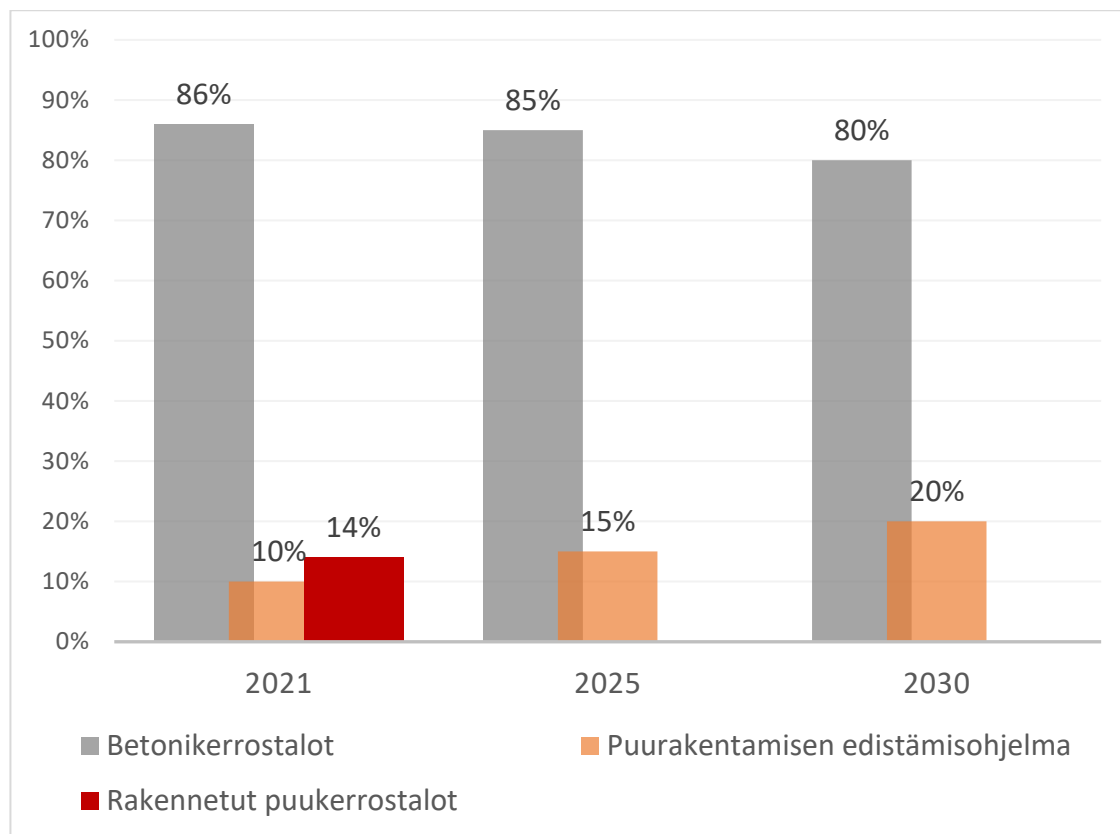
Tässä osiossa kuvataan tärkeimmät innovaatiot, teknologiat ja materiaalit, jotka vaikuttivat rakenteiden ja materiaalien valintaan tai joita sovellettiin puukerrostalo-
loprojektissa.

2.1 Betoni- ja puutalot nykyisessä arkkitehtuurissa

Nykyisin suurten rakennusten betoniarkkitehtuuri on edelleenkin ollut pääsuunta. Betoniprojektien osuus on yli 70 % kaikista rakenteilla olevista asuintaloista. Kokenut innovatiivinen suunnittelija löytää betonista paljon etuja ja mahdollisuuksia. Nykyaikaiselle betoniarkkitehtuurille on ominaista monimuotoisuus, runsaus ja toisaalta muotojen yksinkertaisuus ja selkeys. Materiaalin luonne välittää erinomaisesti valon ja varjon leikin. Betonipinta yhdistää ulko- ja sisäpuolen muodostaen yhtenäistä materiaalia mihin tahansa tilaan. (Koivisto n.d.)

Arkkitehtuurin historiassa puulla on perinteisesti hallitsevampi asema, se on pysynyt ja pysyy jatkossakin yhtenä yleisimmistä sisätilojen ja pinnanmuodostuksen materiaaleista, kun taas viime vuosiin asti betoni oli yleisemmässä käytössä. Nyt puurakenne on paljon uudistunut, siitä on tullut monoliittinen, ja se säilyttää ja siirtää pehmeytensä ja lämpönsä tilan kokijan kannalta havaittuna. Arkkitehtuurin nykyaikaisessa teknologisessa maailmassa puu pitää yhä pintansa.

Puukerrostalojen kehitys on nyt vauhdissa ja yhä enemmän näitä taloja rakennetaan Suomen kaupunkeihin. Esimerkiksi Tampere toimii tällä hetkellä veturina koko Suomen puurakentamisen edistämisessä. Tampereella kaupungin luovutetuille tonteille oli asetettu tavoite, jonka mukaan puurakentamisen osuus kaikesta kerrostalorakentamisesta olisi 10 prosenttia vuonna 2021 ja 15 prosenttia vuonna 2025. Itse asiassa Tampere on edellä aikataulua, sillä jo vuonna 2021 rakennusluvan saaneista asuinkerrostaloista 14 prosenttia oli puurunkoisia (kuvio 1). (Lättilä 2021.) Puukerrostalojen suunnittelu ja rakentaminen on nyt monille yrityksille lupaava alue, joka synnyttää valtavan määrän työtä suunnittelijoille, insinööreille ja rakentajille.



KUVIO 1. Puurakentamisen osuus Tampereella

2.2 Suunnitteluratkaisut

Suunnittelun alkuvaiheessa piti määritellä kantavien runkorakenteiden tyyppi. Betonikerrostalon projekti oli suunnattu betonisandwich-elementtien käyttöön, joiden avulla voidaan kasata nopeasti rakennuksen runko valmiin ulkopinnan kanssa. Ruutuelementtijulkisivun neliön muotoinen elementti on yhden kerroksen korkea ja yhden huoneen leveä. Tämä nopean asennuksen etu oli olennainen tekijä, sillä samalle paikalle rakennetaan vielä rivitalo, joka on tarkoitus ottaa käyttöön aikaisemmin. Kerrostalon rungon on syytä olla valmis, kun rivitalo otettiin käyttöön.

Puurakenteisessa kerrostalossa on useita vaihtoehtoisia rakennustapoja ja rakenteita. Puisten kantavien runkorakenteiden yleisimmät rakennustavat ovat

- rankarakenteiset tasoelementit
- rankarakenteiset tilaelementit
- massiivipuulevyrakenteiset tasoelementit

- massiivipuurakenteiset tilaelementit (Puuinfo 2020).

Päävalinta oli rankarakenteisten tasoelementtien ja massiivipuulevyrakenteisten tasoelementtien välillä. Kumpikin näistä vaihtoehdoista täyttää vaatimuksen nopeasta asennustavasta. Yhdessä pinnan nykyaikaisuuden ja luonnollisen ulkonäön kanssa ottaen huomioon muut tärkeät tekijät, kuten paloturvallisuus, ääneristys, pitkäaikaiskestävyys, valittiin kuvan 1 ja 2 mukainen monikerroslevy (CLT).



KUVA 1. Monikerroslevyn mitoitus



KUVA 2. CLT-monikerroslevyjä (Oregon Department of Forestry 2012)

Cross Laminated Timber (CLT) koostuu nimensä mukaisesti ristiinliimatuista lautakerroksista. Kerroksia on useita, tavallisimmin kolme tai viisi, mutta niitä voi olla enemmänkin. Näin muodostuu hyvin paloa kestävä, erittäin luja ja jäykkä sekä ominaisuuksiinsa nähden kevyt rakennuslevy. Raaka-aineena CLT-levyssä on tavallisimmin kuusta tai mäntyä. Näkyvissä pinnoissa voidaan käyttää myös muita puulajeja asiakkaan toiveiden mukaan. Levyyen käytettävät laudat lujuuslajitellaan ja sormijatketaan. Levyn dimensiot ja valmistustekniikka vaihtelevat valmistajakohtaisesti. Levyn paksuus voi olla 60–400 mm, leveys enintään 2,95–4,8 m ja pituus enintään 12–20 m valmistajasta riippuen. CLT-levyn tekniset ominaisuudet ja rakenteiden mitoitus ovat valmistajakohtaisia. (Puuinfo n.d.)

Seinä- ja lattiarakenteet valittiin Rakennetyyppikirjaston (RunkoPES 2.0 2020.) ja Cros lamin CLT-suunnittelun ohjeen mukaan. Niiden tyyppejä havainnollistetaan taulukoissa 1–3.

TAULUKKO 1. CLT kantava ulkoseinä

Nro	Tunnus	U-arvo	Paloluokka	Suojaverhous	Paksuus mm
1	US401KM	≤ 0,17	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	365
2	US402KM	≤ 0,17	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	350
3	US403KM	≤ 0,17	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	475
4	US403KM	≤ 0,17	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	370
5	US405KM	≤ 0,17	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	355
6	US406KM	≤ 0,17	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	480
7	US801KM	≤ 0,17	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	390
8	US802KM	≤ 0,17	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	375

TAULUKKO 2. CLT kantava väliseinä (PunkoPES2.0 osa 11 n.d, muokattu)

Nro	Tunnus	Paloluokka	Suojaverhous	R' _w	Paksuus mm
1	HVS401KM	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	280
2	HVS402KM	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	≥ 55	290
3	VS401KM	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	-	180
4	VS402KM	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	-	180
5	THVS401KM	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	280
6	THVS402KM	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	≥ 55	290
7	TVS401KM	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	-	200
8	TVS402KM	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	-	200
9	HVS801KM	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	≥ 55	330
10	VS801KM	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	-	180
11	THVS801KM	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	≥ 55	330
12	TVS801KM	REI 60	K ₂ 30 / EI 30	-	240

TAULUKKO 3. CLT Välipohja

Nro	Tunnus	Pituus	Paloluokka	Suojaverhous	R' _w	L' _{n,w}	Paksuus mm
1	VP801LRL	≤ 6	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	500
				K ₂ 30 / EI 30			
2	VP802LRL	≤ 7,5	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	600
				K ₂ 30 / EI 30			
3	VP801KRL	≤ 6	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	500
				K ₂ 30 / EI 30			
4	VP802KRL	≤ 7,5	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	600
				K ₂ 30 / EI 30			
5	VP801BRL	≤ 6	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	500
				K ₂ 30 / EI 30			
6	VP802BRL	≤ 7,5	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	600
				K ₂ 30 / EI 30			
7	VP801ML	≤ 6	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	500
				K ₂ 30 / EI 30			
8	TVP801R	≤ 4	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	500
				K ₂ 30 / EI 30			
9	TVP801M	≤ 4	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	500
				K ₂ 30 / EI 30			
10	TVP801MR	≤ 4	REI 60	K ₂ 10 / EI 15	≥ 55	≤ 53	500

2.3 Paloturvallisuusratkaisut

Puurakennukset hyvin usein herättävät asiakkaisissa kysymyksiä paloturvallisuuden liittyen. Esimerkiksi Florencia Franzinin opinnäytetyössä esitettyjen kyselytulosten perusteella suuri osa vastaajista on sitä mieltä, että puutalot ovat paloalttiimpia. Asiantuntijat kiinnittivät myös huomiota pätevien puukerrostalosuunnittelijoiden vähäiseen määrään. (Franzini 2022.)

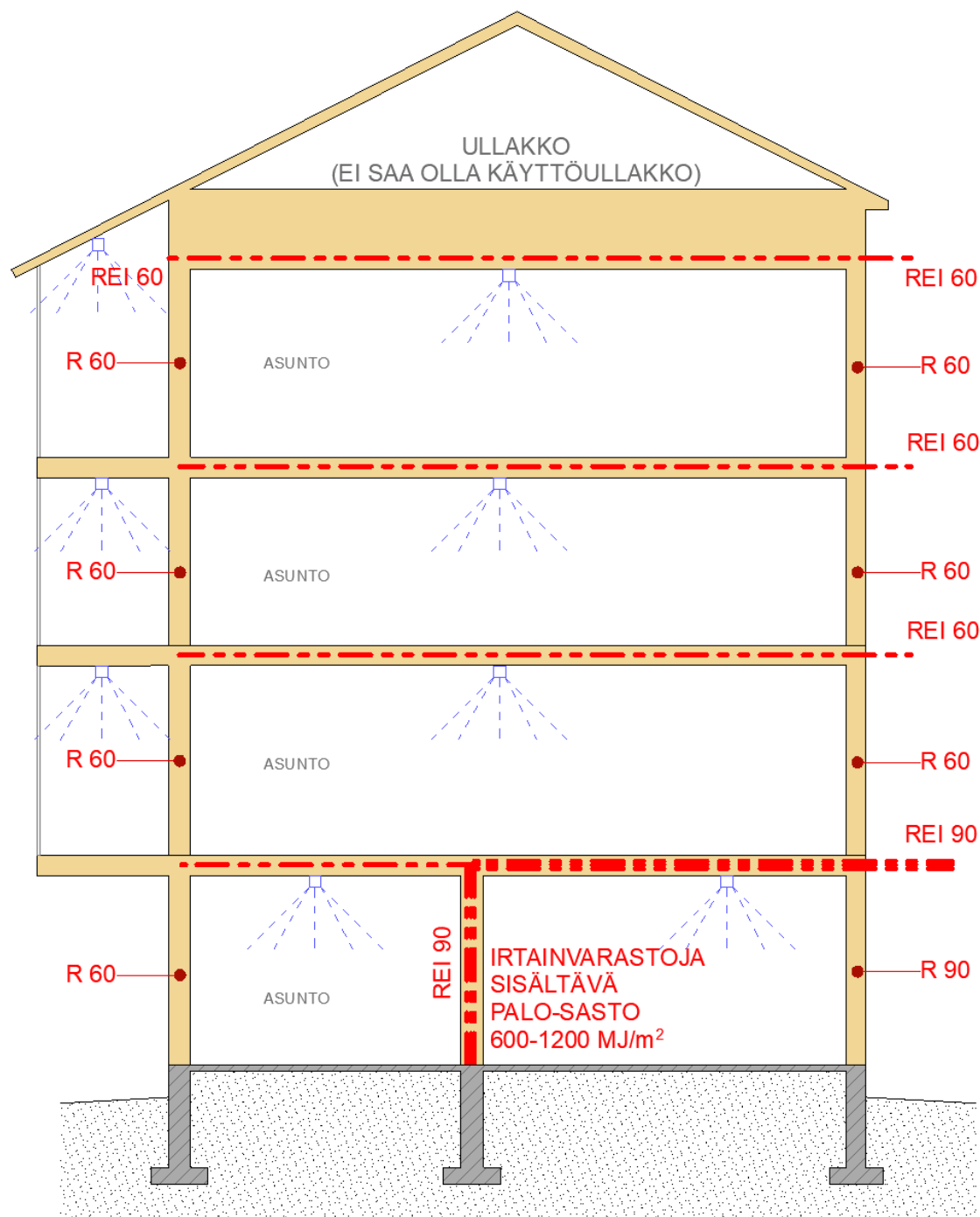
Puukerrostalojen suunnittelua säännellään samoin rakennusnormein kuin muitakin moniasuntoisia taloja. Poikkeuksen muodostavat palomääräykset, joissa moniasuntoiset puutalot luokitellaan P2-paloluokkaan, johon kuuluvat myös 3–8-kerroksiset puukerrostalot. Taulukossa 4 on esitetty P2-paloluokkaan kuuluvien puurakennusten pääominaisuudet.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan E1, Rakennusten paloturvallisuus, mukaan Suomeen saa rakentaa taulukkomitoituksella enintään kahdeksankerroksisen puurunkoisen asuin- ja työpaikkarakennuksen. Puuta, joka kuuluu luokkaan Ds2-d0, voidaan käyttää rakennuksen kantavissa ja jäykistävässä rakenteissa ja tietyin edellytyksin ulkoverhouksissa sekä asuinrakennuksissa myös sisätiloissa pintamateriaalina. Kantavat rakenteet suojaverhotaan rakennuksen korkeudesta riippuen 10 tai 30 minuutin suojaverhouksella, jossa kantavaa rakennetta vasten olevan kerroksen tulee olla palamatonta (A-luokka) materiaalia. Erityisehtoja asetetaan palon leviämisen estämiselle puukerrostalojen julkisivuissa ja räystäsrakenteissa sekä poistumisteiden pintamateriaaleille. (Puuinfo 2020.)

TAULUKKO 4. Tyypillisten puurunkoisten rakennusten paloteknisiä vaatimuksia puurungon osalta P2-paloluokassa

Nimitys	Sprinklaus	Kerrosala	Korkeus (m)	Krs. (kpl)	Hlö (kpl)	Runko
Pientalo	-	-	≤ 9	1...2	Ei rajoitusta	R30
	-	≤12000	≤ 14	3...4		R45
	pakollinen	≤12000	≤ 14	3...4		R30
Rivitalo	-	Ei rajoitusta	≤ 9	1...2	Ei rajoitusta	R30
	-	≤12000	≤ 14	3...4		R45
	pakollinen	≤12000	≤ 14	3...4		R30
Asunkerrostalo	-	Ei rajoitusta	≤ 9	2	Ei rajoitusta	R30
	pakollinen	≤12000	≤ 28	3...8		R60

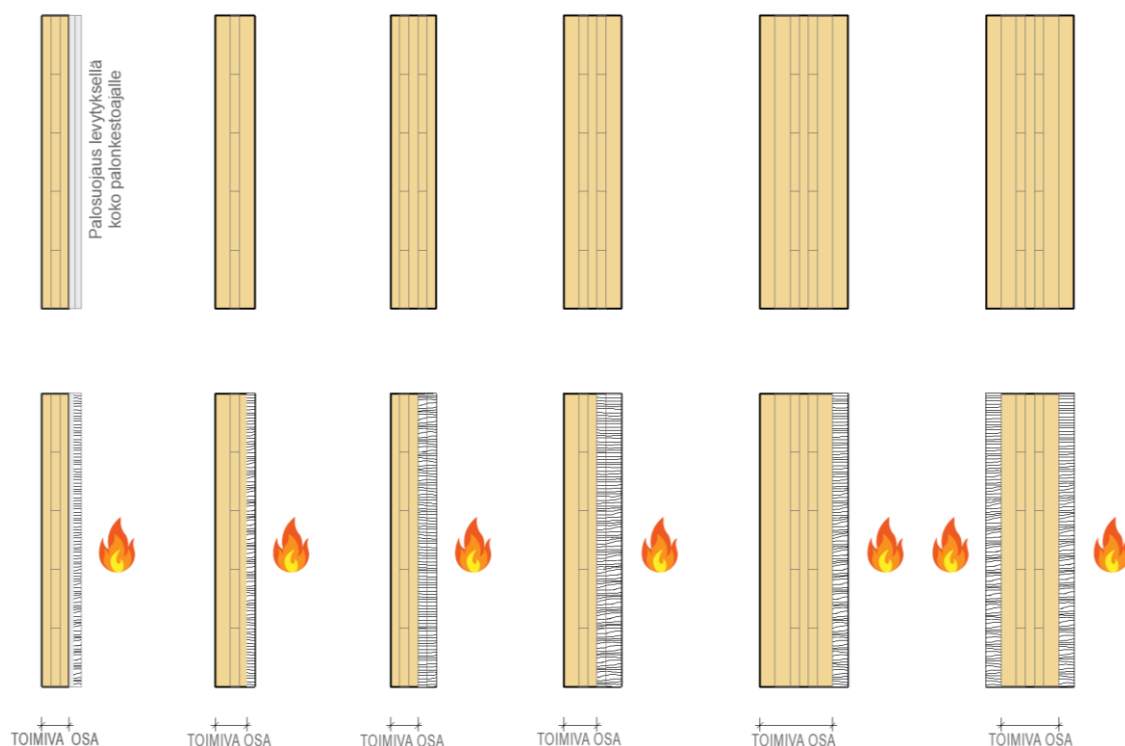
Suunnittelun kohteena olevasta puukerrostalosta puuttuvat liiketilat. Irtainvarastot on sijoitettu väestönsuojan palo-osastoon, jonka seinät ja katot on tehty REI 90 -vaatimuksen täyttävästä betonista, ja muut palo-osastot ovat REI 60 -vaatimuksen mukaisia. Tämä kaavio näkyy kuvassa 3.



KUVA 3. Palo-osaston rakenteiden luokat P2-paloluokan puurunkoisessa rakennuksessa

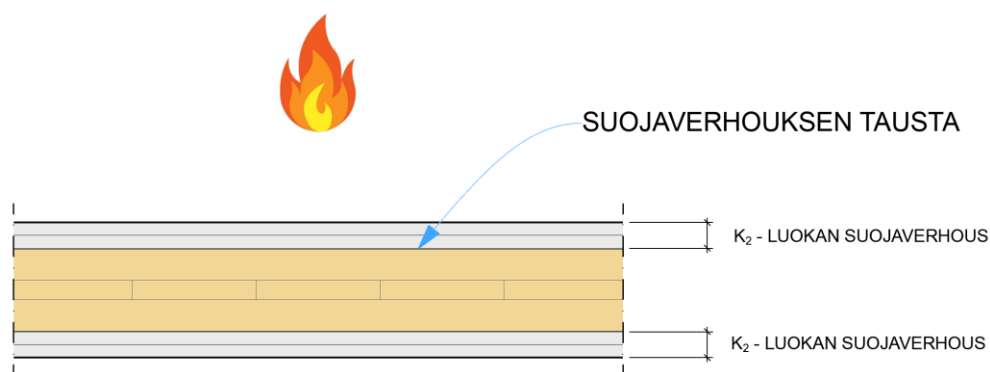
Puukerrostalon suunnitelmassa on tärkeää kiinnittää huomiota CLT-levyn palomitoitukseen. CLT-levylle ei ole tällä hetkellä yleisiä palomitoitusohjeita, joten sen palomitoitus perustuu valmistajakohtaisiin ohjeisiin. Lamellikerrosten delaminoitumisesta johtuen CLT-levyn hiiltymisen ei ole lineaarista, vaan se tapahtuu useammalla hiiltymisnopeudella. CLT-levyn palomitoituksessa tulee tarkastaa, mitkä

lamellikerrokset toimivat palotilanteessa taivutuksessa sekä vedossa ja puristuksessa. Esimerkiksi 3-kerroksisessa CLT-levyissä pintalamellikerroksen palaessa pois koko levyn kantavuus menetetään, kun taas esimerkiksi 5-kerroksisessa CLT-levyissä jää usein 3-kerroksinen levy jäljelle. (Paloturvallinen puutalo 2021.) Kuvassa 4 näkyy esimerkkejä CLT-levyn toimivasta osasta palotilanteessa erilaisilla levytyypeillä.



KUVA 4. Esimerkkejä CLT-levyn toimivasta osasta palotilanteessa erilaisilla levytyypeillä

Arkkitehdit pyrkivät käyttämään talojen tiloissa seinien ja kattojen puupintojen luonnollista ulkonäköä. Samalla ei pidä unohtaa, että CLT-elementin ulommat suojaverhoukset suojaavat tukirakenteita erittäin tehokkaasti, esimerkiksi 2 kerrosta kipsilevyä lisää 23 minuuttia palonkestävyyttä (kuva 5). Suojaverhouksinen CLT-elementtien käyttö rakennuksen palo-osastojen väleissä on paras ratkaisu. (Paloturvallinen puutalo 2021.)



KUVA 5. CLT – elementti ja suojaverhoukset

Sääntöjen mukaan yli kahden kerroksen puurunkoiset asuintalot on aina varustettava automaattisella palosammutusjärjestelmällä. Puisille asuintaloille tehokas automaattinen sammutusjärjestelmä on sprinklerijärjestelmä. Sprinklersuutin näkyy kuvassa 6. Sprinklauksen avulla asuinhuoneistopalo saadaan hallintaan jo ensimmäisten minuuttien aikana, jolloin henkilövahingoilta ja suurilta omaisuusvahingoilta voidaan tavallisesti välttyä. Sprinkleri laukeaa paloalueella 1...2 minuutin kuluttua palon syttymisestä, ja se alkaa välittömästi rajaamaan palon leviämistä sekä estämään lieskahduksen muodostumista. Sisätilojen suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon sprinklerijärjestelmän putkien läsnäolo huoneissa. (Puuinfo 2020.)



KUVA 6. Sprinkleri alakatossa (Vladimir Vahvijainen 2022)

Puukerrostaloa suunniteltaessa täytyy huomioida uloskäytäviin liittyvät lisävaatimukset. Puurakennusten uloskäynnit, samoin kuin muistakin rakennusmateriaaleista tehtyjen rakennusten, suunnitellaan tiettyjen ehtojen puitteissa, ja tulipalon sattuessa on turvattava mahdollisuus poistua rakennuksesta turvallisesti ja nopeasti. Sisäänkäynnin tasolta laskettuna alle 24 metriä korkeissa rakennuksissa on oltava vähintään kaksi erillistä uloskäyntiä, jotka on lisäksi jaettava osastoihin tai joiden tulee johtaa suoraan ulos. (Paloturvallinen puutalo 2021.)

Varatiejärjestelyä suunniteltaessa tarkastellaan tapauskohtaisesti koko rakennusta yhdessä pelastusviranomaisten kanssa, jotta saavutetaan paras mahdollinen suunnitteluratkaisu erityyppisiin rakennuksiin. Varauloskäynti voi olla uloskäynti parvekkeelle, jossa on vähintään 600 x 600 mm luukku, tai niin sanotulle ranskalaiselle parvekkeelle, jonka kautta voi myös evakuoitua pelastusvälineiden avulla, tikkaita pitkin ja niin edelleen. (Paloturvallinen puutalo 2021.)

Lisäksi kannattaa huomioida julkisivujen puuverhosten paloestokäsittely. Käsittely parantaa puun tulenkestävyyttä, ja sen ensisijaisena tarkoituksena on vähentää puumateriaalien osallistumista tulipaloon. Puun palokäsittelyn avulla voidaan saavuttaa paloluokka B-s1, d0. (Siparila n.d.)

Puukerrostaloissa saatetaan antaa asukkaille myös normaalia tarkempia ohjeistuksia paloturvallisuudesta. Esimerkiksi käytävissä ei saa olla mitään ylimääräistä palokuormaa ja tupakointi rakennuksen lähellä on kielletty. (Haasanen 2022.)

2.4 Ääneneristys

Ääneneristykseen liittyvät vaatimukset ovat kaikkien kerrostalojen kohdalla samat ja niitä säätelevät 1.1.2018 voimaan astuneen ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 määräykset rakennuksen ääniympäristöstä sekä muutokset, jotka on esitetty 1.4.2019 voimaan astuneessa ympäristöministeriön asetuksessa 360/2019.

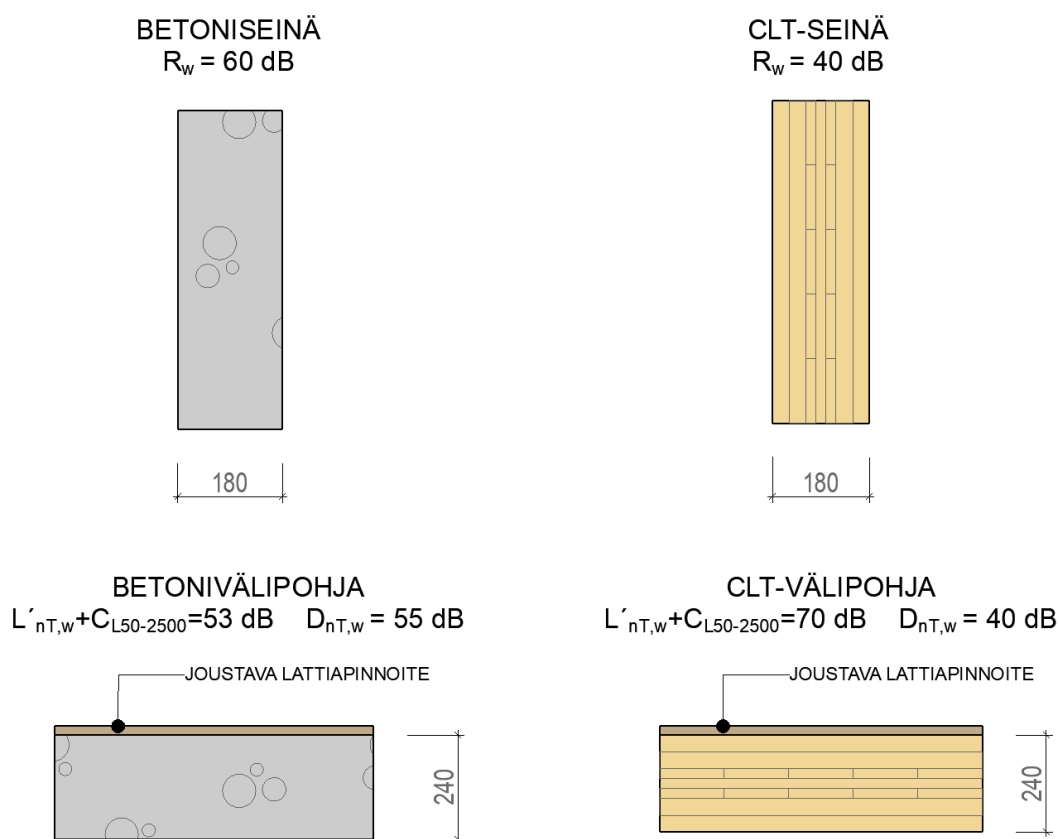
Puukerrostalojen äänimaailma poikkeaa betonitalojen äänimaailmasta. Asukkaiden antaman palautteen mukaan puukerrostaloissa on hyvin hiljaista ja naapureista aiheutuvaa melua on vähemmän kuin verrokkikerrostaloissa. Esimerkiksi korkeat äänet ovat lähes kuulumattomia, kuten pianonsoitto ja lapsen itku, mutta rakennuksen runkoa pitkin tapahtuvan porauksen ääni kuuluu yhtä lailla kuin verrokkikerrostaloissa. Lisäksi puukerrostaloissa voi syntyä matalia ”paukahtelevia” ääniä esimerkiksi portaikon askelmista. (Puuinfo 2020.)

Puukerrostalojen rakenteet suunnitellaan 5 – 8 dB ääneneristysvaatimuksia paremmiksi, koska nykyiset ääneneristysten mittaamenetelmät on kehitetty lähinnä massiivisten rakenteiden ääneneristävyyden mittaamiseen. Ylimiotoituksella halutaan varmistaa, että mittaustulosten ohella myös koettu ääneneristävyys on riittävän hyvä (Puuinfo 2020). Kerrostalon rakenteiden äänitasoerolukuun liittyvät päävaatimukset näkyvät alla olevassa taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Määräykset ja ohjeet ääneneristävyydelle uudessa rakennuksessa

Tarkasteltavat tilat		Äänitasoeroluku $D_{nT,w}$	Askeläänitasoluku $L'_{nT,w}+C_{l,50-2500}$
Tila 1	Tila 2		
Huoneiston kylpyhuone, sauna, wc	Huoneiston kylpyhuone, sauna, wc	≥ 55 dB	Ei vaatimusta
Huoneiston kylpyhuone, sauna, wc	Asunhuoneisto Majoitushuoneisto Hoitolaitoksen potilashuoneet	≥ 55 dB	≤ 53 dB
Huoltotila, varasto, autosuoja (satunnaisesti käytettävä)	Asunhuoneisto Majoitushuoneisto Hoitolaitoksen potilashuoneet	≥ 55 dB	Ei vaatimusta
Talosauna, talopesula	Asunhuoneisto Majoitushuoneisto Hoitolaitoksen potilashuoneet	≥ 55 dB	≤ 53 dB
Liike- ja kokoontumistilat (myymälä, kuntosali, ravintola yms.)	Asunhuoneisto Majoitushuoneisto Hoitolaitoksen potilashuoneet	≥ 60 dB	≤ 49 dB

Samalla seinän sekä betoni- tai puuvälipohjan paksuudella puun ääneneristysominaisuudet ovat huonompia johtuen erilaisista levyjen suuntauksista levyn lamellirakenteessa. Kuvassa 7 on esitetty eri materiaaleista valmistettuja seiniä ja välipohjia R_w -ominaisuuksineen (dB). On myös huomioitava, ettei massiivipuulevyistä valmistettujen paneelien paksuuden lisääminen ole tehokas keino äänieristyksen parantamiseen, sillä vaaditun ilmaääneneristysluvun saavuttamiseksi rakenteen paksuutta on lisättävä melkein kaksinkertaisesti. (Ääneneristys puutalossa 2021.)



KUVA 7. Esimerkkejä puusta ja betonista rakenteista

Paras ratkaisu ääneneristysominaisuuksien parantamiseen on kaksinkertainen rakenne. Esimerkiksi kaksinkertainen seinä voidaan toteuttaa rankarakenteisena, massiivipuulevyrakenteisena, hirsirakenteisena tai näiden yhdistelmänä. Käyttämällä eri materiaaleja kaksinkertaisessa rakenteessa saavutetaan vaadittu R_w - luku säilyttäen samalla rakenteen paksuus lähes yhtä suurena kuin betonirakenteen paksuus.

Uuden puukerrostalon käyttäjä huomasi myös, että betonitaloihin verrattuna puukerrostalossa äänet kantautuvat eri tavalla. Seinien läpi kuuluu vain vähän melua, mutta rappukäytävän äänet kuuluvat, jos siellä kävelee joku. Muita huomioita oli muun muassa, että kovilla pakkasilla nurkista voi toisinaan kuulua kovaa lyöntiä muistuttavaa kopinaa, kerran tai enintään kaksi kertaa päivässä. Ääni ei kuitenkaan haittaa asumisen mukavuutta. (Haasanen 2022.)

2.5 Pitkäaikaiskestävyys

Puukerrostalon ulkoverhouksiin on loogisinta käyttää puumateriaaleja. Yleisesti ottaen puurakenteet tulee suunnitella käyttöluokkiin 1 ja 2, jotka käytännössä ovat erittäin pitkäikäisiä. Pitkäaikaiskestävyyden varmistamiseksi on tärkeää, että ulkoverhoukset kiinnitystapoineen ja pintakäsittelyineen valitaan ja toteutetaan oikealla tavalla. Tällä hetkellä teolliset peittomaalit kestävät 15 vuotta, ennen kuin syntyy tarve uudelleenmaalaukselle. (Puuinfo 2020.)

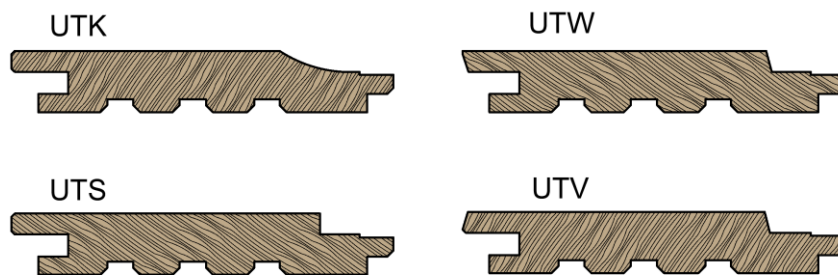
Pintaviimeistelyssä puutalojen sisällä käytetään samoja materiaaleja kuin muisakin taloissa. Sisustat voivat olla hyvin monipuolisia, ja myös CLT-elementtipinnan luonnollinen ilme voidaan osittain säilyttää, mikä onkin tällä hetkellä muoti-trendi. (Puuinfo 2020.)

Puukerrostaloissa on trendikästä käyttää myös käsittelemätöntä Siperian lehtikuusta ulkoverhoukseen. Kohteen ulkoverhoukseen on käytetty Siparilan piilokiinnitettävää TOPCOAT UTS 28 ×145 ulkoverhouspaneelia pystypanelointina. Kyseiset puupaneelit saivat paloestokäsittelyn ennalta. Kuvassa 8 on esimerkki ulkoverhouspaneeleista.



KUVA 8. Kerrostalon ulkoverhouspaneeli Tampereella (Vladimir Vahvijainen 2022)

Lisäksi kannattaa huomioida, etteivät paneelit vaadi pintakäsittelyä paikan päälle, mikä tekee rakentamisesta tehokkaampaa ympäri vuoden. Palosuojattuja ulkoverhouspaneeleja ja -lautoja valmistetaan välimaalattuina tai täysin valmiiksi maalattuina. Kuvassa 9 näkyy palosuojatun ulkoverhousprofiilivaihtoehtoja (Siparila n.d.)



KUVA 9. Siparilan palosuojattu ulkoverhouksen UTL-profiilit

2.6 Hiilijalanjälki ja muut ekologisuuden aspektit

Nykymaailmassa teknologioiden nopean kehityksen aikana ihmiskunta on kiihdyttänyt luonnonvarojen louhintaprosessia niin paljon, että ympäristöntutkijat ovat jo kauan varoittaneet uusiutumattomien luonnonvarojen ehtymisestä, hiilijalanjäljen suurentumisesta sekä ekologisista katastrofeista yleisesti. Tämänhetkisen teollisen sekä asumisrakentamisen mittasuhteet pakottavat tutkijat, arkkitehdit ja insinöörit pohtimaan uusiutumattomien luonnonvarojen sekä materiaalien, joiden tuottamiseksi tarvitaan valtavia energiaresursseja, käytön supistamista.

Arkkitehtuurin alalla on jo muutaman vuoden ajan kehitetty ymmärrystä uusiutuvien materiaalien maksimaalisesta hyödyntämisestä sekä sellaisten teknologioiden käyttöönotosta, jotka edistävät energiaresurssien säästöä rakennuksen koko elinkaaren aikana, vähentämättä kuitenkaan tuotteen laatua sekä turvallisuutta loppukäyttäjälle. ”Jos ja kun puu nähdään ympäristöystävällisenä ratkaisuna, niin jos pienikin rakennusosa voidaan korvata sillä (Lättilä 2021).”

Suomessa on hyvät mahdollisuudet puurakentamiseen ja tällä hetkellä kerrytetään kokemusta puukerrostalojen suunnittelusta ja rakentamisesta. Kun puuta käytetään päärakennusmateriaalina ja lisäksi muita materiaaleja, joiden tuottaminen vähentää CO₂-päästöjä, saadaan betonitaloihin verrattuna parempia lukuja rakennusten hiilijalanjäljen arvioinnissa. Tärkeää on myös se, että puuta voidaan käyttää erittäin tiiviiden ja energiatehokkaiden talojen rakentamiseen. Puukerrostaloissa energiankulutusta on mahdollista säätää asuntokohtaisesti, sillä paloturvallisuus- ja äänieristyssyistä lämpöeristystä laitetaan myös asuntojen välisiin rakenteisiin. Lämpötilaa voidaan säätää jopa huonekohtaisesti käyttämällä tarvittavilla säätimillä varustettua laitteistoa. (Puuinfo 2021.) Uusiutuvien materiaalien käytön, puutalojen erinomaisen energiatehokkuuden sekä materiaalien ja laitteiston tuottamisessa syntyvien CO₂-päästöjen vähentämisen ohella voidaan turvata myös hyvä sisäilma.

2.7 Taloudellinen aspekti

”Suomen ympäristöministeriön tavoitteena on, että vuonna 2025 uusista kerrostaloista 45 prosenttia on puurakenteisia. Aallon tutkijoiden mukaan harppaus ei onnistu ilman selkeää markkinamekanismia.” (Rakennuslehti 2021.)

Florenzia Franzinin väitöskirjan pohjalta voidaan päätellä, että suurin osa kyseeseen vastanneista kokee puiset ja betoniset moniasuntoiset talot sijoituksina yhtä turvallisiksi. Tämän ohella puukerrostalot voidaan yhdistää korkeampiin suunnittelukustannuksiin sekä helpompaan rakentamiseen kohtuullisessa ajassa. Lisäksi osa vastaajista oli sitä mieltä, että betoni- ja puurakennukset omaavat yhtä pitkät elinkaaret. (Franzini 2022.)

Tällä hetkellä puukerrostalojen rakennuskulut ovat vielä melko korkeita, mutta puukerrostalojen rakentamisen jatkokehitys tulee nostamaan kilpailukykyä, mikä johtaa viime kädessä rakentamiskustannusten alenemiseen. (Lättilä 2021)

Jukka Lyytisen artikkelissa kerrotaan, että koko rakennusala elää tällä hetkellä epävarmuuden aikaa johtuen yleisestä kustannus-, inflaatio- ja korkokehityksestä sekä materiaalien saatavuusvaikeuksista. Rakentaminen CLT-materiaaleista muuttaa rakennusprosessia ja tähän tällä hetkellä pyritäänkin. Nyt on meneillään todella paljon puurakennushankkeita ja tällaisessa lisääntyvässä epävarmuudessa monet alkavat miettiä CLT-materiaalien hintaa. Tämän ohella Suomi on riippuvainen tuotavista CLT-levyistä, koska kotimaisen tuotannon vuotuinen kokonaismäärä on suunnilleen 30 000–40 000 kuutiometriä. Ruotsi esimerkiksi tuottaa 100 000 kuutiometriä CLT-levyjä vuodessa. Lisäksi artikkelissa sanotaan, että puukerrostalojen kysyntä tulee kasvamaan ja että tämä on tulevaisuuden ala. (Lyytinen 2022.)

3 PUUKERROSTALON MUUNNELMAN KEHITTÄMINEN

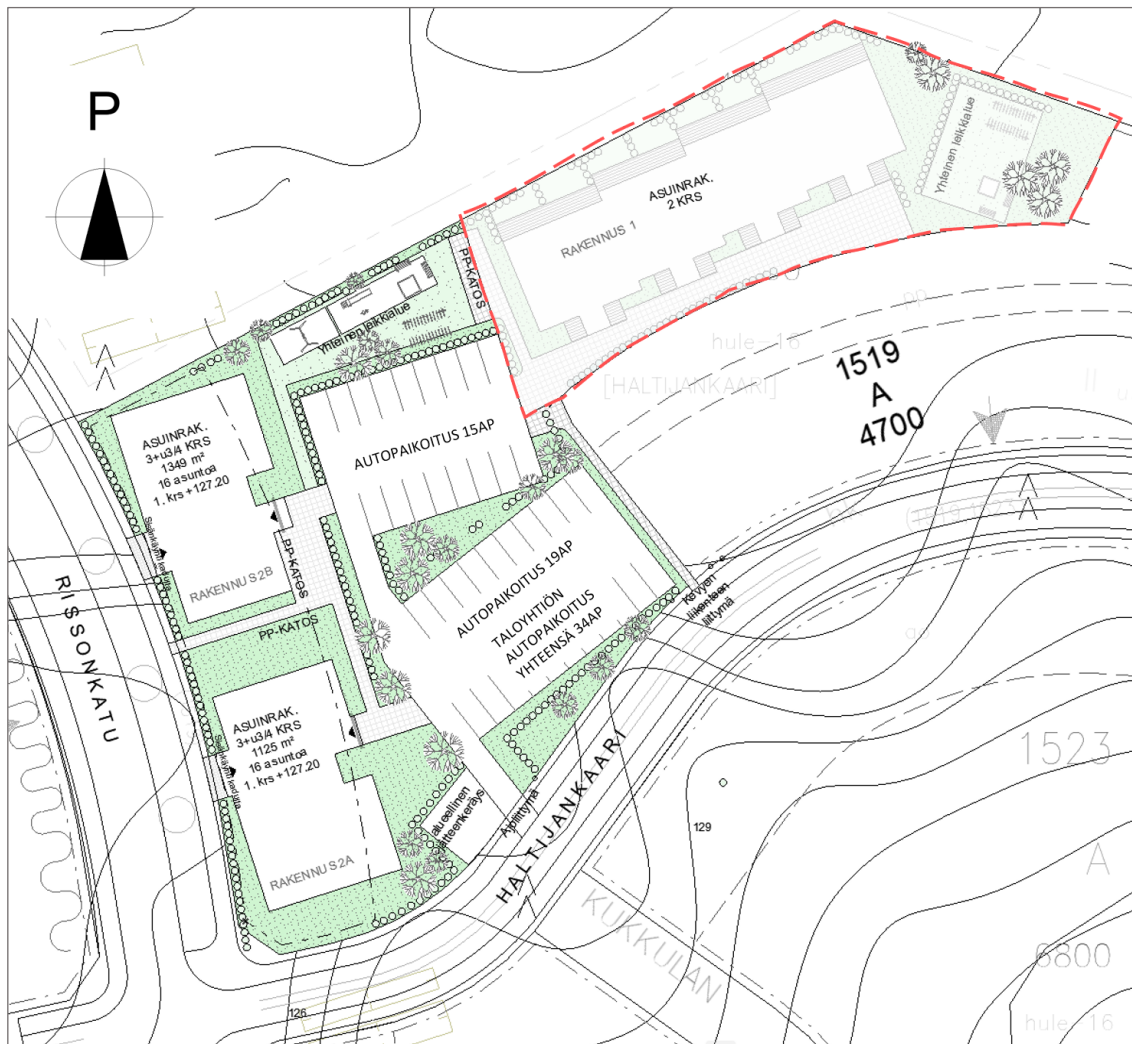
3.1 Analyysin ja vertailun kohde

Rakennus Kodix Oy:lle suunniteltiin vuonna 2021 kaksi betonikerrostalon versiota, joista toisen suunnitteluun tämän opinnäytetyön laatija osallistui merkittävässä määrin kesäharjoittelunsa aikana. Tästä versiosta tuli vertailun lähtökohta ja kohde. Kuvassa 10 talo näkyy Rissonkadun puolelta.



KUVA 10. Betonikerrostalon visualisointikuva (Rakennus Kodix Oy)

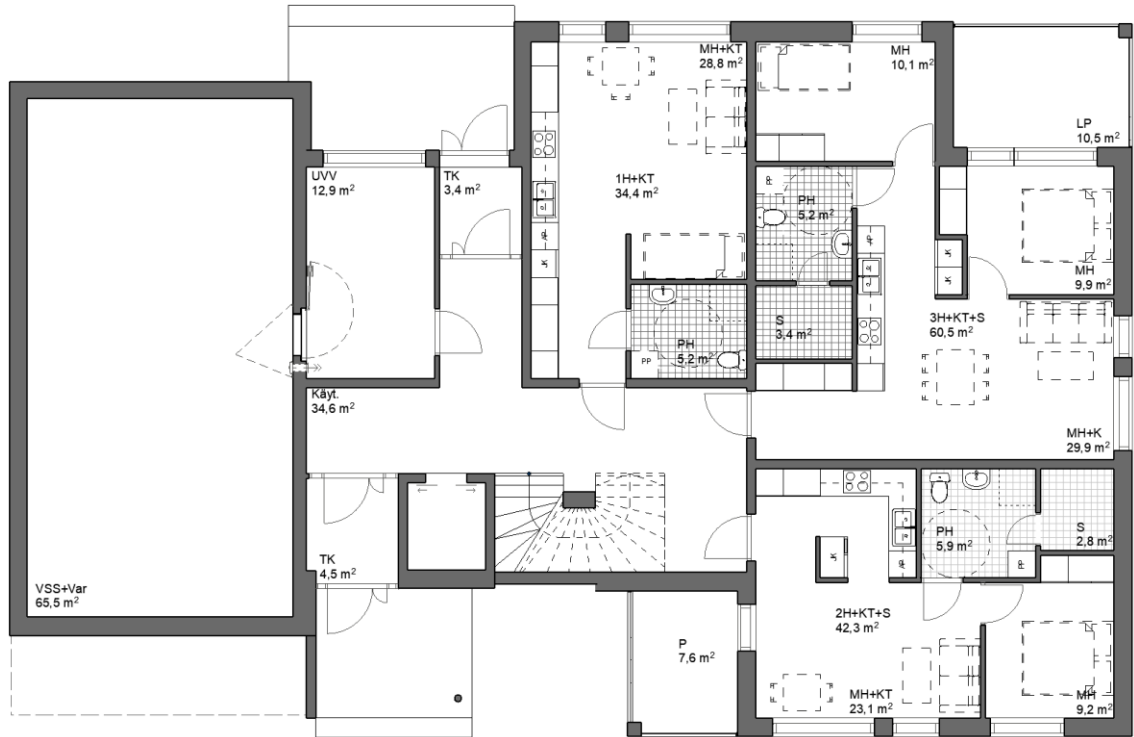
Suunniteltiin kaksi 4-kerroksista taloa, jotka sijaitsevat Rissonkadun varrella tontilla 1519-2, jossa sijaitsee myös kaksikerroksinen rivitalo. Asemakaavassa tämä rivitalo on merkitty Rakennus 1:ksi (kuva 11), ja myöhemmin tontti, jolla se sijaitsee, erotettiin omaksi tontikseen, mutta parkkipaikat jäivät kaikille taloille yhteisiksi. Näin ollen pysäköintipaikkojen laskennassa otettiin huomioon kahdeksan rivitalon autopaikkaa.



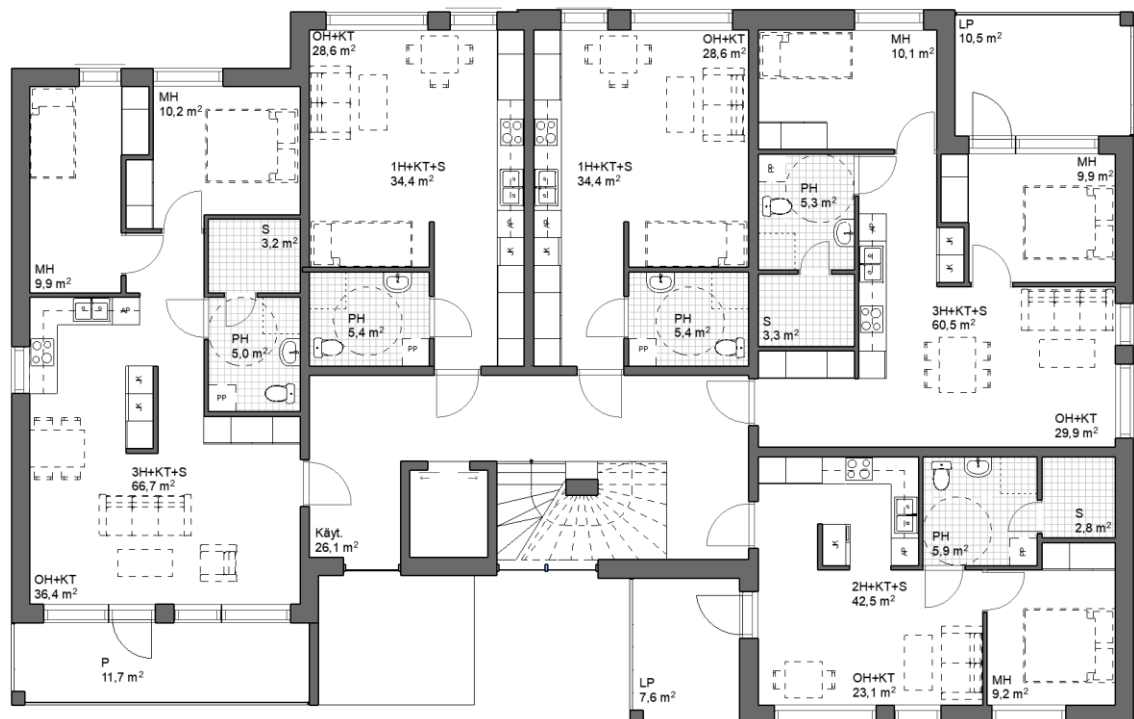
KUVA 11. Betonikerrostalon asemakaava (Rakennus Kodix Oy, muokattu)

Kerrostalorakennuksissa on yhteensä 32 asuntoa, kussakin rakennuksessa 16 asuntoa (1H, 2H, 3H, 4H), kerrosala 2462 m², rakennusoikeus 2122 m².

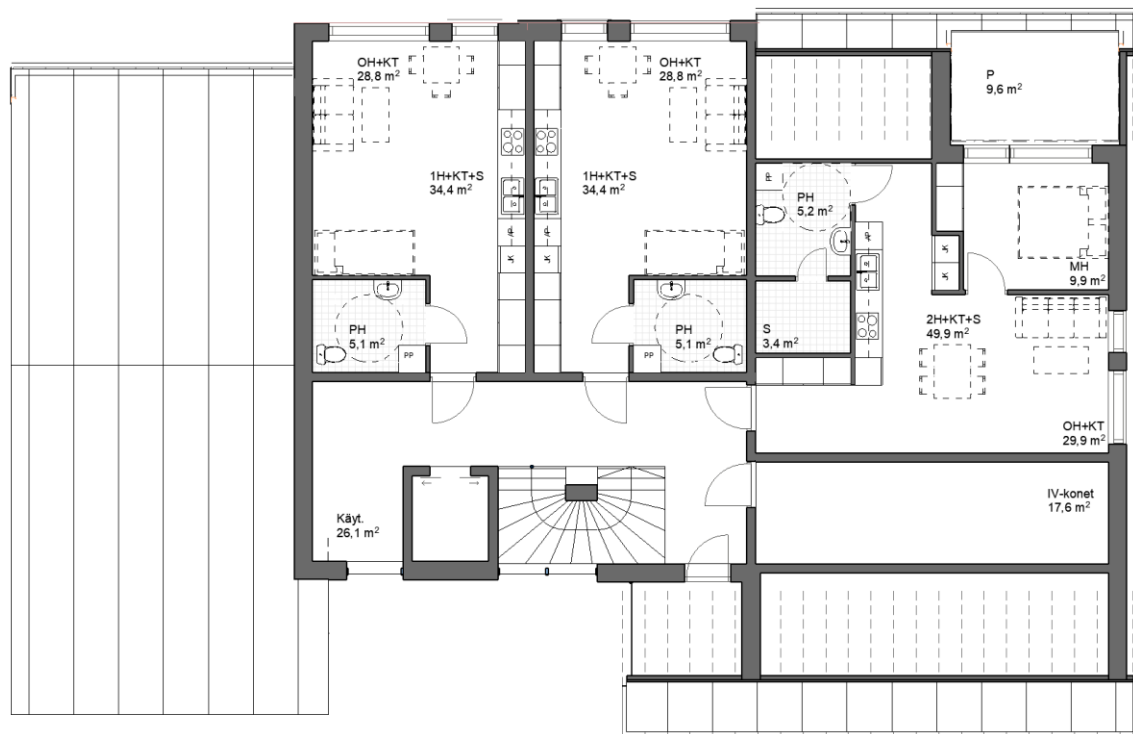
Kaksi kerrostaloa sijaitsevat peilikuvana toisiinsa nähden pienin eroin maantasokerroksessa ja yläkerroksessa. Rakennuksessa 2B sijaitsevat väestönsuoja ja irtainvarastot. Rakennuksissa on sisäänkäynnit kadun ja pihan puolelta. Talot on varustettu hisseillä. Rakennusten keskelle on sijoitettu yksiöitä, joissa ei ole parvekkeita. Muissa asunnoissa on parveke. Ylimpien kerrosten parvekkeita ei ole lasitettu, ja niistä on uurrettu näkymä harjakatolle. Muut parvekkeet ovat lasitettuja. Seuraavaksi näkyvät Rakennus 2:n kerrosten pohjapiirustukset (kuvat 12, 13, 14).



KUVA 12. Maantasokerros Rakennus 2 (Rakennus Kodix Oy, muokattu)



KUVA 13. Kerros 1 ja 2 Rakennus 2 (Rakennus Kodix Oy, muokattu)



KUVA 14. Kerros 3 Rakennus 2 (Rakennus Kodix Oy, muokattu)

Julkisivujen päämateriaali on rappaus ja parvekkeiden seinäpinnat ovat puisia. Värimaailma on hyvin harmoninen: siinä vuorottelevat puna-oranssi, oranssi ja valkoinen, jotka jakavat rakennukset erillisiin isompiin osiin. Kattojen, ikkunakarmien ja sisäänkäyntien väri on tummanharmaa (kuvat 15, 16).



KUVA 15. Visualisointikuva (Rakennus Kodix Oy)



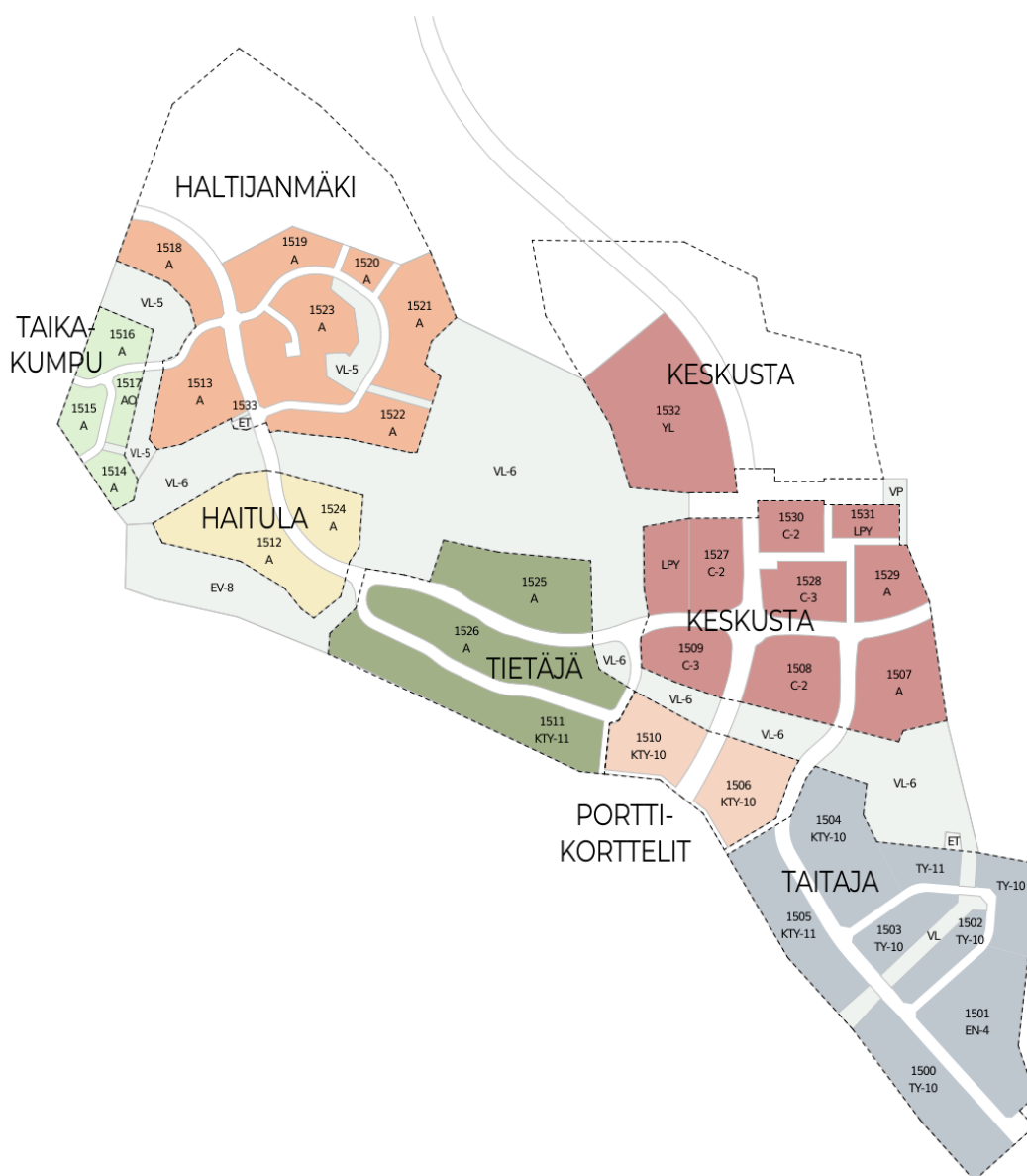
KUVA 16. Visualisointikuva (Rakennus Kodix Oy)

3.2 Lähtötiedot

Suunnittelua varten tarvittavat lähtötiedot saatiin Kangasalan kaupungin viralliselta nettisivulta. (Lamminrahkan suunnitelmia ja selvityksiä, n. d.). Kaikki perusvaatimukset liittyen asuntojen lukumäärään ja tilojen kokoonpanoon olivat samat kuin betonikerrostalon suunnitelmassa.

Suunniteltava kohde on osa yhtä asuinkorttelia Lamminrahkan kaupunginosassa, joka sijaitsee Kangasalan luoteisosassa ja rajoittuu Tampereeseen. Lamminrahka koostuu Rakennus Kodix Oy:n mukaan luonnon ympäröimistä kortteleista, joista jokaisella on oma nimi ja yksilöllisyys sekä yksilöity pääväri, rakennetun ympäristön kasvillisuus sekä materiaalit. Kaupunginosa noudattaa omaa urbaania taideohjelmaa ja taidetta juurrutetaan kyläidentiteettiin. Kaupunginosan pääideana ovat metsän ympäröimät korttelit, joissa arkkitehtuuri pyrkii luomaan nykyaikaisin arkkitehtonisin keinoin vanhan kaupungin tunnelmaa. Esimerkiksi värikkäät julkisivut ja karut kattolinjat sulautuvat ympäristön pehmeisiin muotoihin. Kaupunginosan keskustassa sijaitsevat tori ja koulu. (Rakennus Kodix Oy 2021.)

Koko Lamminrahkan alue on jaettu kolmeen metsän ympäröimään kortteliin. Ensimmäinen koostuu yhtiömuotoisista asuinkortteleista (kaavat A ja C) sekä yhteispaikoitusalueista (LPY). Toinen kortteli muodostuu omakotitalo- ja kaupunkipientaloalueista (kaavat A ja AO) ja kolmas kortteli liikealueista (KTY ja TY). Tämä jako on nähtävissä kuvassa 17.

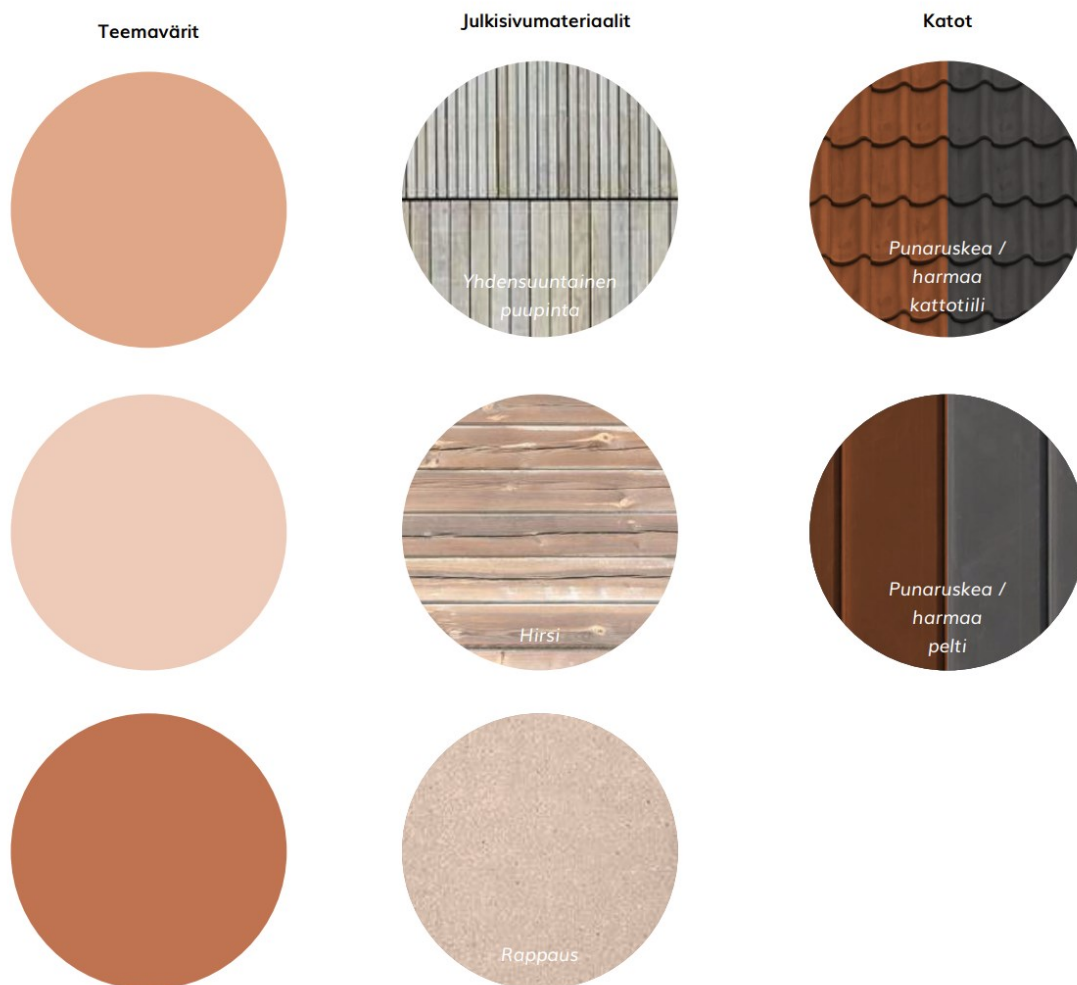


KUVA 17. Lamminrahkan kylät ja niiden kaavat (Lamminrahkan eteläosan laatuohje 2020)

Suunniteltava kerrostalo sijoittuu A-osaan kuuluvan 1519-korttelin Haltijanmäki-asuinkortteliin. Eteläosan asemakaavan laatuohjeen sivulla 23 on annettu kaunis kuvaus tästä asuinkorttelista:

Haltijanmäki rakentuu korkeahkon moreenimäen ympärille, kaartuvien katujen varsille. Aina on näkyvissä myös pilkahdus metsää. Rinteessä on kallioseinämää ja isojakin kivenlohkareita. Kylä muodostuu monenlaisista talotyypeistä: omakotitaloista, kaupunkipientaloista, rivitaloista ja kerrostaloista. (Eteläosan asemakaavan laatuohje 2020.)

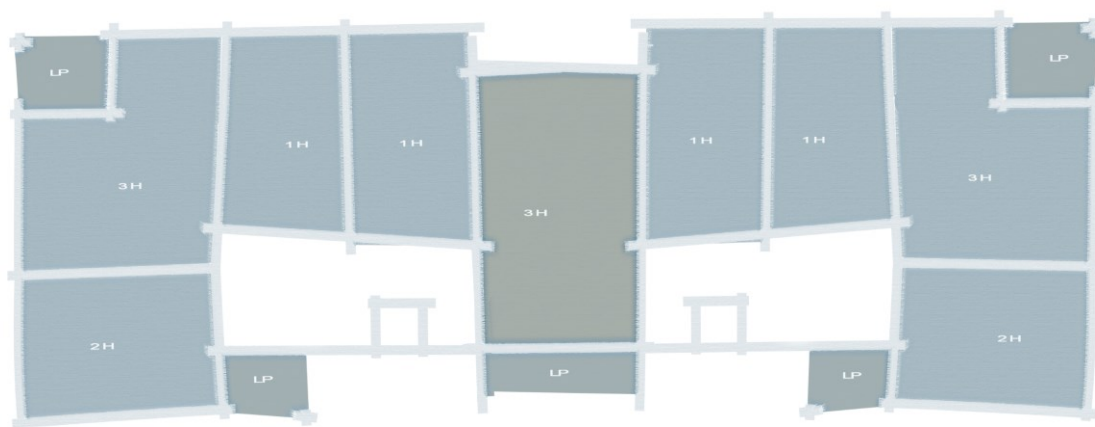
Haltijanmäen väripaletti koostuu kirkkaista väreistä ja pääväriksi on määritelty punaoranssi. Pääasiallisia julkisivumateriaaleja ovat rappauslaasti sekä yhdensuuntaiset puupinnat (Kuva 18). Värit lisäyksityiskohdille, kuten ikkunakarmeille ja sisäänkäynneille, valitaan satunnaisesti Lamminrahkan väripaletista.



KUVA 18. Haltijanmäen materiaali- ja väripaletti (Lamminrahkan eteläosan laatuohje 2020)

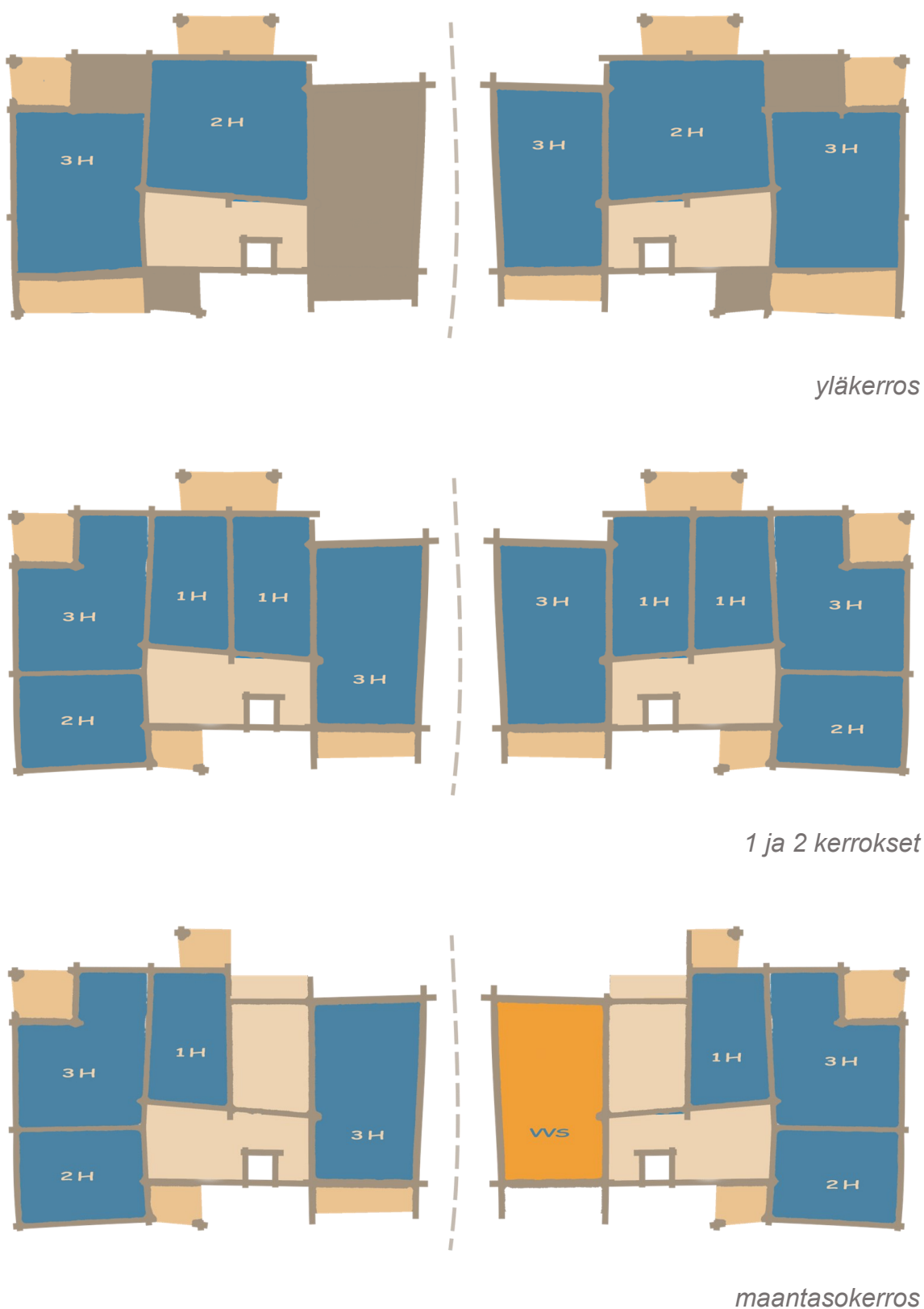
3.3 Arkkitehtuurin muutokset

Suunnittelutyön alussa harkittiin ideaa yhdestä rakennuksesta, jossa on kaksi sisäänkäyntiä pihapuolelta sekä yksi sisäänkäynti katupuolelta. Tyypikerroksen suunnitelma (kuva 19) oli melko irrationalinen, asuntojen lukumäärä ei miellyttänyt tilaajaa täysissä määrin ja kerrostalon koko oli turhan jyrkävä eikä jakaudu koko tontin pituudelle Rissonkadun varrella. Rakennuksen julkisivuilla oli riittävästi lasipintoja ja tämä ongelma herätti ajatuksia ikkunoiden koon tai niiden määrän lisäämisestä. Rakennuksen pidentämisedia oli myös huonosti realisoitavissa, sillä se olisi suurentanut rakennusoikeutta. Ainoana etuna oli teknisten ja aputilojen pieni neliömetrimäärä (kuva 20).



KUVA 19. Tyypikerroksen ensimmäinen versio

Kun oli punnittu kaikki yksittäisen rakennuksen version myönteiset ja kielteiset puolet, päätettiin jakaa se kahdeksi peiliosaksi, jotka täyttävät tontin tasaisesti kadun linjaa myöten. Jako mahdollisti käyttää kaikkien kerrosten neliömetrit järkevämmiin, mikä puolestaan mahdollisti IV-konetilojen suunnittelun kumpaankin rakennukseen.



KUVA 20. Kerrosten luonnossuunnitelmat

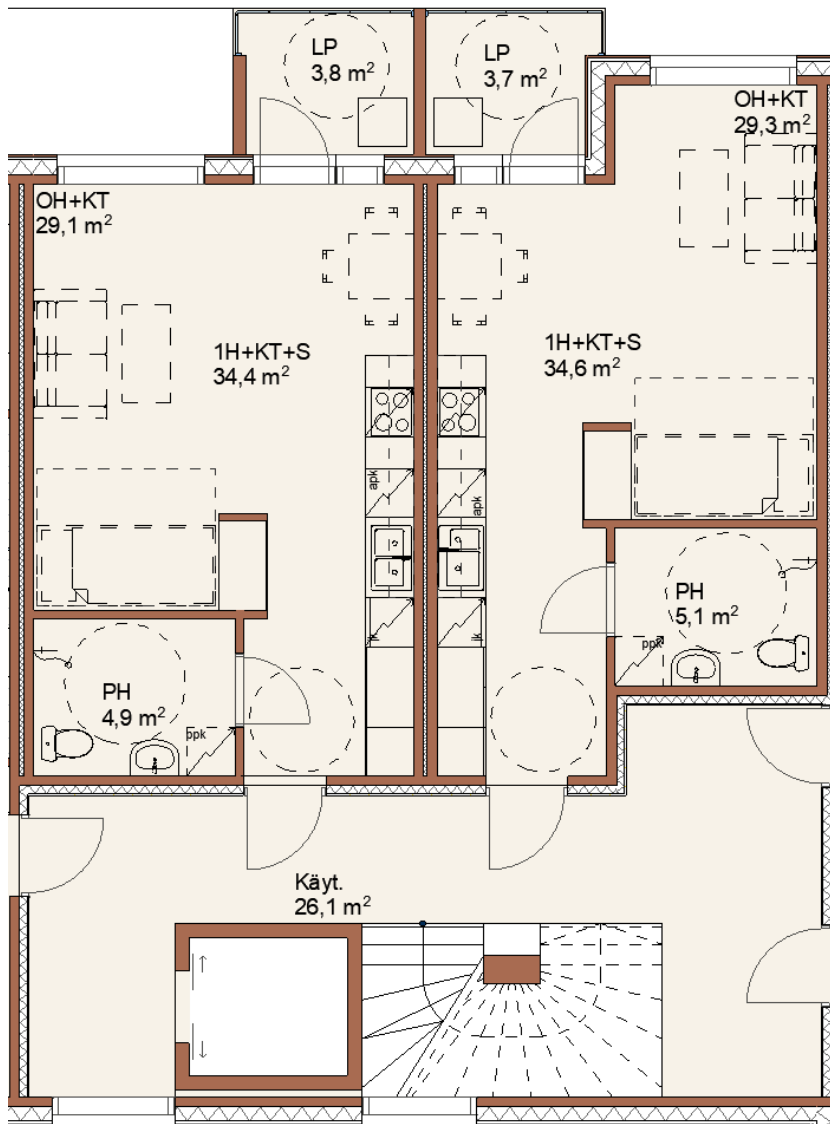
Suunnitelman pääidea määriteltiin. Yleisesti ottaen puukerrostalossa säilyivät Rissonkadun varrella sijaitsevan kahden erillisen rakennuksen kerrosten pohjapiirrosten peilikuvat. Tontissa säilyi sama määrä parkkipaikkoja sijainteineen.

Muutokset eivät koskeneet myöskään leikki- ja virkistysaluetta, lukuun ottamatta pieniä muutoksia sisäänkäynneille johtavien jalkakäytävien sijainnissa. Rakennusten välinen etäisyys supistui hieman, muttei alle 8-metriseksi (kuva 21).



KUVA 21. Asemakaavan luonnossuunnitelma

CLT-elementtien käyttö seinissä lisäsi sisäisten kantavien runkoelementtien paksuutta. Tämän seurauksena kerrosten pohjapiirroksiin tehtiin huomattavia muutoksia. Paloturvallisuusvaatimusten täyttämiseksi studioasuntoihin päätettiin suunnitella lasitetut parvekkeet, mikä puolestaan johti muutoksiin niin yksiöissä, kuin maantasokerroksen suunnitelmassa. Kerroksen yksiöparista toinen sai suunnitelmaansa monimutkaisemman geometrian, kaappeja siirrettiin ja keittiöalueen kokonaispituus suureni 200 mm. Kokonaisuudessaan nämä asunnot jäivät yhtä kompakteiksi ja sopivat niin opiskelijoille, kuin yhdelle asukkaalle. (Kuva 22). Muutokset koskivat sisäänkäyntejä, joita siis siirrettiin.

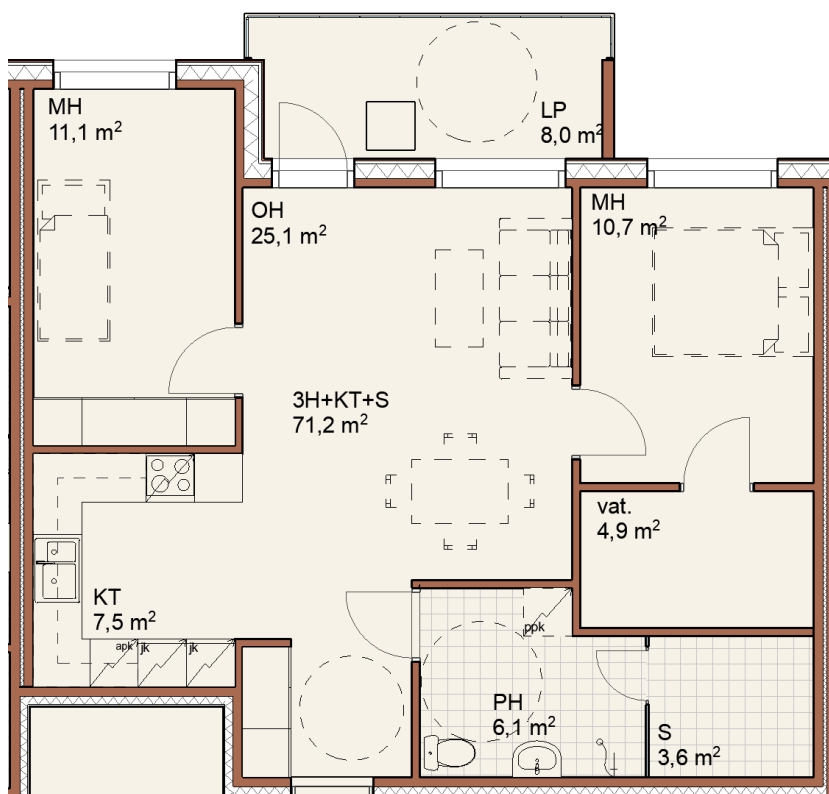


KUVA 22. Muunnetut yksiöt. 1. kerros

Muutosten tuloksena puukerrostalon asuntojen kokonaismäärä väheni 34 kappaleesta 31 kappaleeseen. Vähennys tapahtui yhdistämällä kaksi yksiötä yhdeksi kolmioksi yläkerroksessa. Osa kolmion suunnitelmasta yhdistämisen jälkeen näkyy kuvissa 23, 24 ja taulukossa 6 on esitetty rakennuksen alojen muutokset.

TAULUKKO 6. Rakennuksen alueet

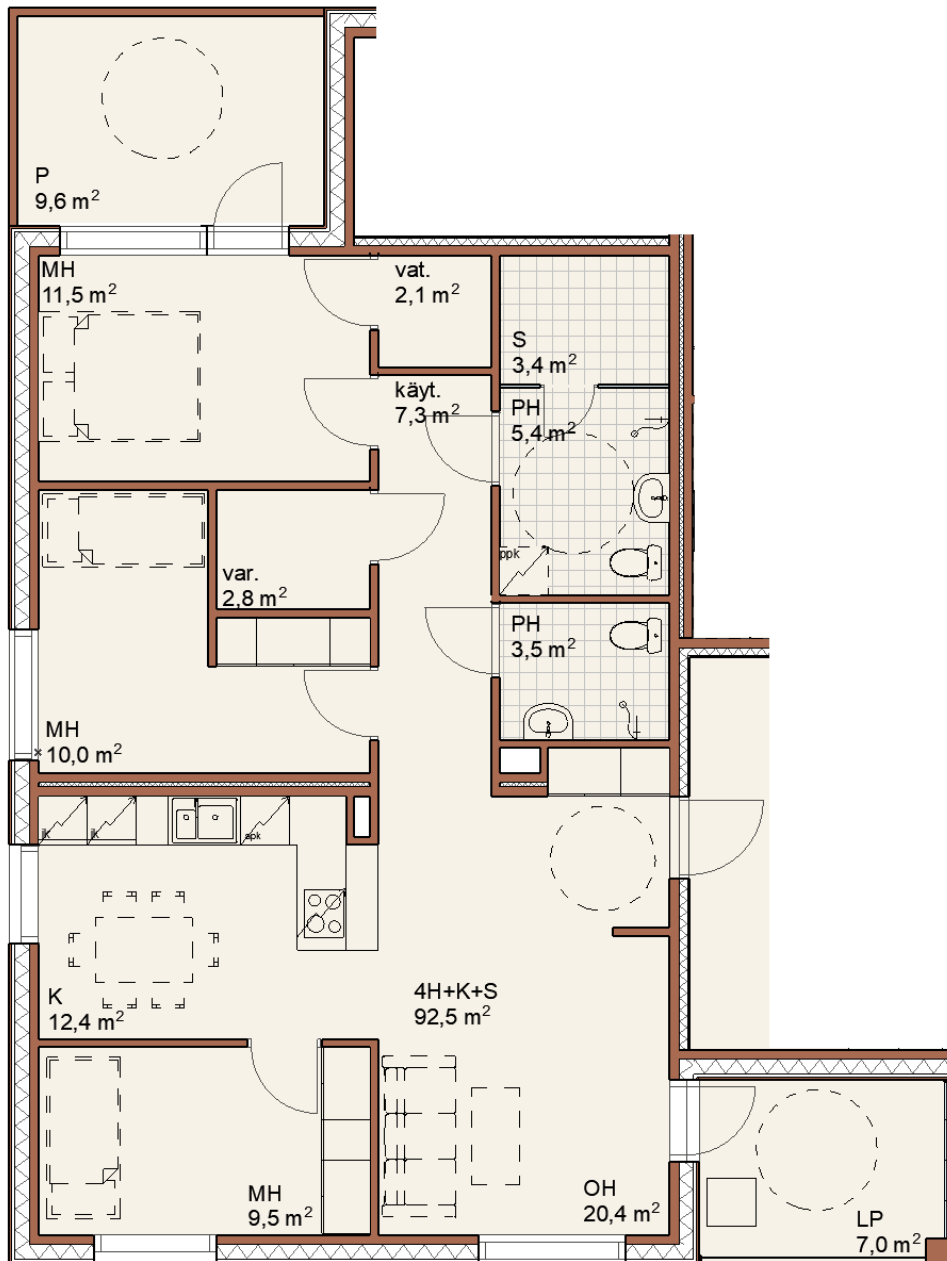
	Puukerrostalo	Rivitalo	Tontti
Rakennusoikeus	2220 m ²	Max 880 m ²	3100 m ²
Kerrosala	2420 m ²	-	
Kerrosala US250	2323 m ²	-	
Tilavuus	8517 m ³	-	



KUVA 23. Kolmio kolmannessa kerroksessa



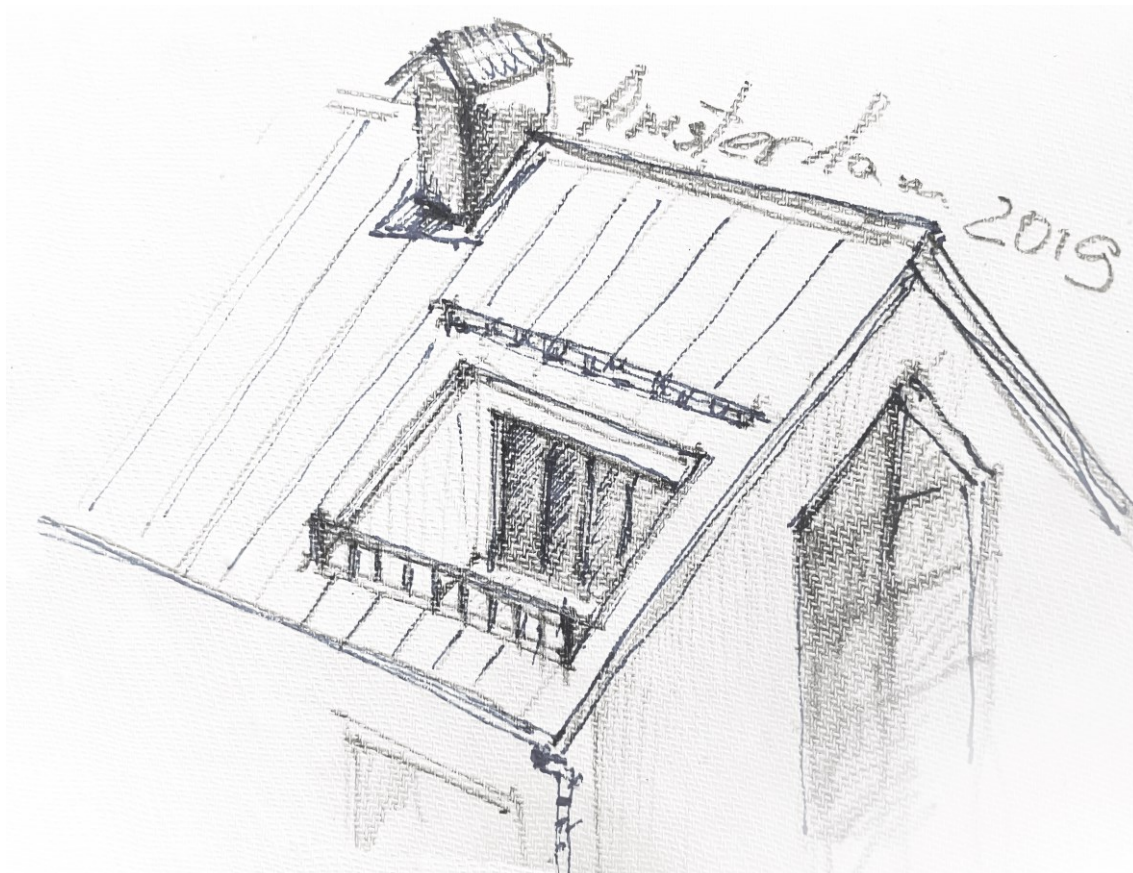
KUVA 24. Olohuoneen sisustus kolmiossa. Visualisointi



KUVA 25. Neljän huoneen asunto kolmannessa kerroksessa

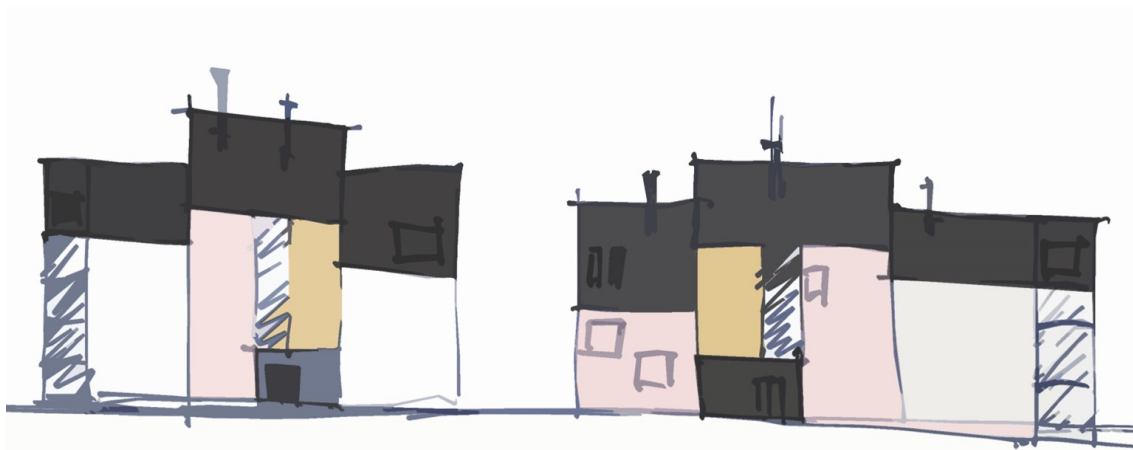
Betonikerrostalon yläkerrokseen oli suunniteltu kattoparvekkeet, jotka näyttävät avoimilta aukoilta kaltevassa katossa. Tämä idea saatiin hollantilaisista taloista (kuva 26). Suomen oloissa kyseinen parveketyyppi voidaan toteuttaa, vaikkakin tämä vaatii erityistä huomiota suunnitteluvaiheessa. Toisin kuin betonikerrostalossa puurakennuksessa parvekkeelle on järjestettävä varatieluukku, mikä vaikeuttaa vesieristyksen asentamista parvekkeen välipohjiin sekä ihmisten evaku-

ointia talviaikaan. Syntyneiden ongelmien ratkaisemiseksi sekä avoimien parvekkeiden idean säilyttämiseksi, yläkerroksen asuntoihin lisättiin lasitetut parvekkeet pihapuolelta.



KUVA 26. Kattoparveke (Vladimir Vahvijainen 2019)

Kerrosten pohjapiirrosten muutokset sekä parvekkeiden lisääminen ja muokkaaminen eivät vaikuttaneet kerrostalon kokonaistilavuuteen merkittävästi, mutta uusien materiaalien käyttö ulkoverhouksessa muutti talon ulkoasua ratkaisevasti. Puiset julkisivut on edelleen jaettu värilohkoihin, jotka visuaalisesti muuttavat kerrostalon kokonaistilavuuden ikään kuin erillisiksi taloiksi, jotka painautuvat toisiinsa vasten rytmisesti. Kattolinjan pirstoutuneisuus korostaa tätä ideaa, joka on esitetty kuvaissa 27 ja 28.



KUVA 27. Kuva puukerrostaloideasta

Rappauslaastin vaihto pystysuuntaisiin puupaneeleihin muutti rakennuksen visuaalista kokonaiskuvaa. 4-kerroksinen rakennus tuli visuaalisesti korkeammaksi, sirommaksi ja elegantimmaksi. Siperian lehtikuusesta tehtyyn ulkoverhoukseen puettu puukerrostalo yhdistettynä lasitettuihin parvekkeisiin näyttää trendikkäältä ja modernilta, säilyttäen kuitenkin ja jopa korostaen Lamminrahkan asuinkorttelien ideaa. Luonnonpuupaneelien kombinaatio toimii värjättyjen paneelien kanssa. Seinien päävärit punaoranssi ja oranssi on säilytetty yhdessä tummanharmaan katon ja sisäänkäyntien kanssa. Kokonaisuudessaan puukerrostalo puisine ulkoverhouksineen sopii niin kaupunkikortteliympäristönsä kuin tontin rajalla sijaitsevaan metsikköön.

Puisen ulkoverhouksen ja lasitettujen parvekkeiden yhdistelmä muotoilee julkisivut mainiosti. Parvekkeiden täyslasitus kompensoi ikkunoiden määrän supistusta, mikä tehtiin johtuen ikkunoiden minimivälien suurennuksesta paloturvallisuusvaatimusten täyttymiseksi. Parvekkeiden lasituksessa on käytetty täysin läpinäkyvää, värisävytöntä lasia, joka mahdollistaa puupintojen ympäröimän parvekkeen pehmeän ja kodikkaan tilan esiintuomisen.



KUVA 28. Puukerrostalon visualisointikuva

3.4 Runkorakenteiden valinta

Puukerrostaloa varten määritettiin runkorakenteiden tyyppi: massiivipuulevyrakenteiset tasoelementit eli CLT-levyt. Ulkoseinä-, väliseinä- ja välipohja suunnitellaan ohjelman RunkoPES 2.0 ja ohjelman Ääneneristys puutalossa avulla, ja otetaan myös huomioon, että koska väestönsuojan seinät ja välipohja rakennetaan teräsbetonista, ne suunnitellaan RT 92-11173:n vaatimusten mukaisesti.

Kaikki kantavat ulkoseinät ovat tunnukseltaan US401KM, ja niissä monikerroslevy CLT on 100 mm ja mineraalivilla 180 mm, ulkopinnalla sijaitsee ulkoverhouspaneli ja sisäpinnalla palokipsilevy (kuvat 29). Ei-kantavat ulkoseinät ovat samaa rakennetta kuin kantavat seinät, mutta sisäpinnalla ei ole palokipsilevyä, mikä mahdollistaa osaan luonnollisen puupinnan säilymisen sisustuksessa.

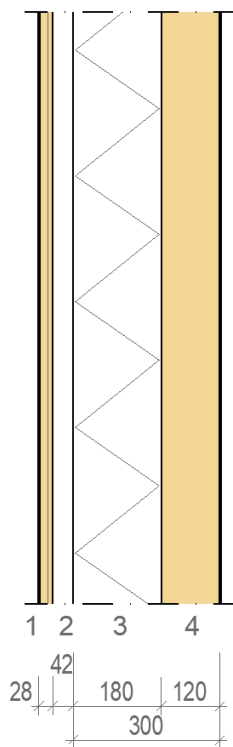
Suunnitelmassa käytetään kahta erilaista kantavaa väliseinää, jotka vaativat ilmääneneristyslukuksi vähintään 55 dB. Ensimmäinen väliseinä on tunnukseltaan HVS402KM kahdella 100 mm:n kantavalla CLT-levyllä, joiden välissä sijaitsee mineraalivilla (kuvat 30). Toinen väliseinä on tunnukseltaan VS402KM ja siinä on yksi 120 mm kantava CLT-levy ja mineraalivillaa vähintään 100 mm. Kaikki kantavat väliseinät on suojattu molemmilta puolilta palokipsilevyllä (kuvat

31, 32). Ei-kantavat väliseinät on valmistettu 100 mm paksuisista CLT-levyistä ja niissä on luonnollinen puupinta.

Välipohjassa käytetään 240 mm paksua CLT-levyä ja ääneneristykseenä mineraalivillaa. Alakaton rakenteen kokonaispaksuus on vähintään 500 mm. Kuva 33 näyttää yhden välipohjan vaihtoehtoista.

TAULUKKO 7. Valitut puurakenteet (RunkoPES 2.0 Osa 11, Ääneneristys puutalossa 2021)

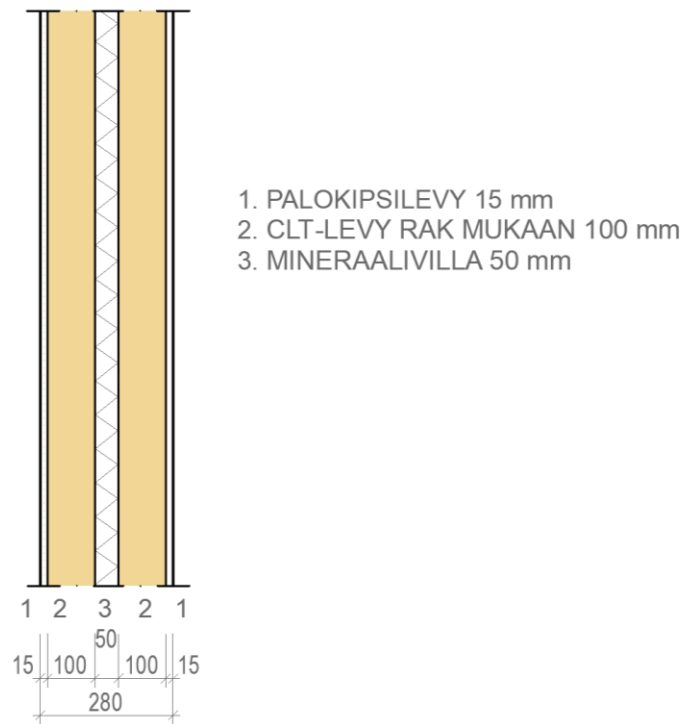
	Paloluokka	Äänitasoeroluku, $D_{nT,w}$	U-arvo
Ulkoseinä US401KM	REI 60	-, (42 dB) ¹	0,17 kw
Väliseinä HVS402KM	REI 60	63 dB	-
Väliseinä VS402KM	REI 60	63 dB	-
Väliseinä VS103	REI 60	40 dB	-
Välipohja VP801ML	REI 60	55 dB, (53 dB) ¹	-



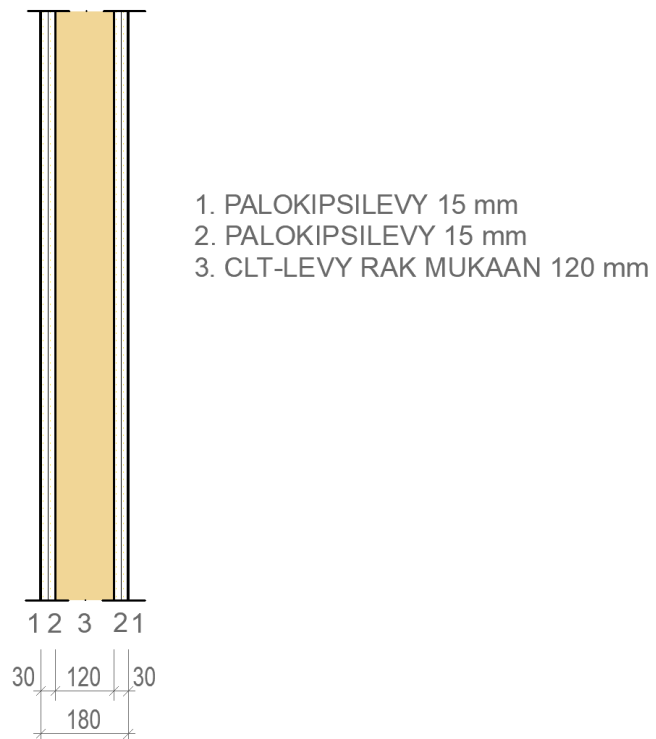
1. ULKOVERHOUSPANEELI ARK MUKAAN 28 mm
2. PUURANGAT k600 42 mm
3. JÄYKKÄ KIVIVILLA (SIS. TUULENSUOJA) 180 mm
4. CLT-LEVY RAK MUKAAN 120 mm

KUVA 29. Kantava ulkoseinä US401KM

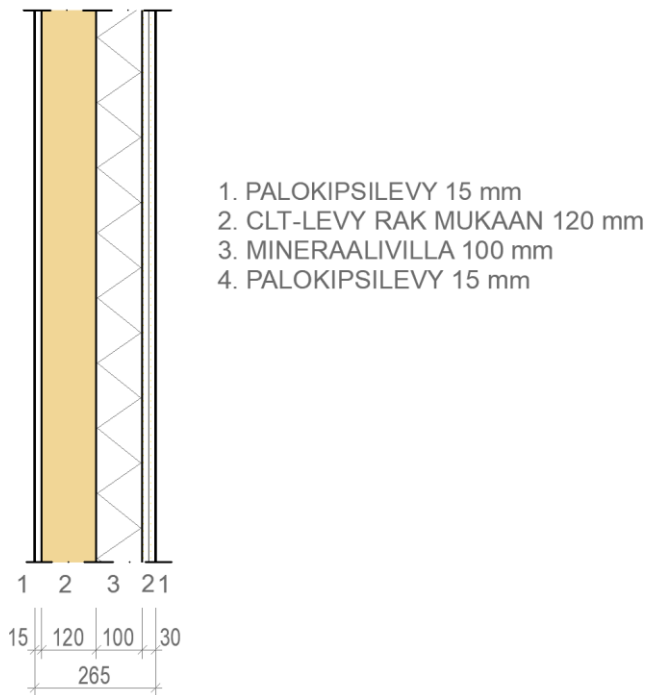
¹ Sulut osoittavat askeläänitasoluvun $L'_{nT,w}+C_i,50-2500$



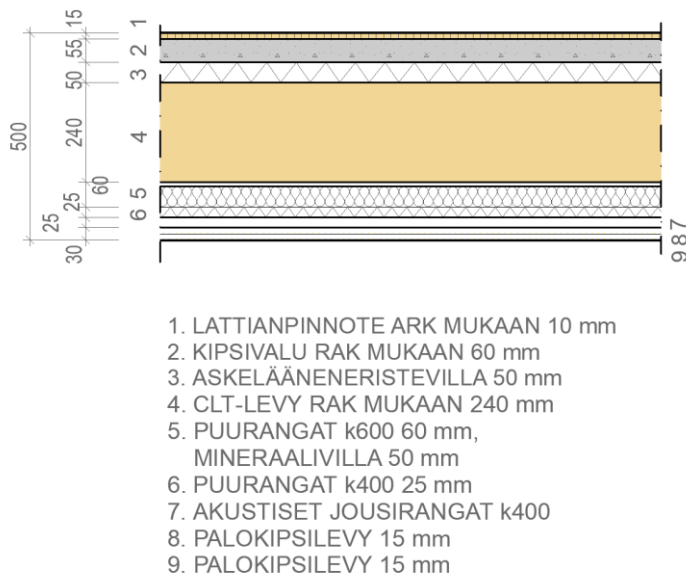
KUVA 30. Kantava väliseinä HVS402KM



KUVA 31. Kantava väliseinä VS402KM



KUVA 32. Kantava väliseinä VS403

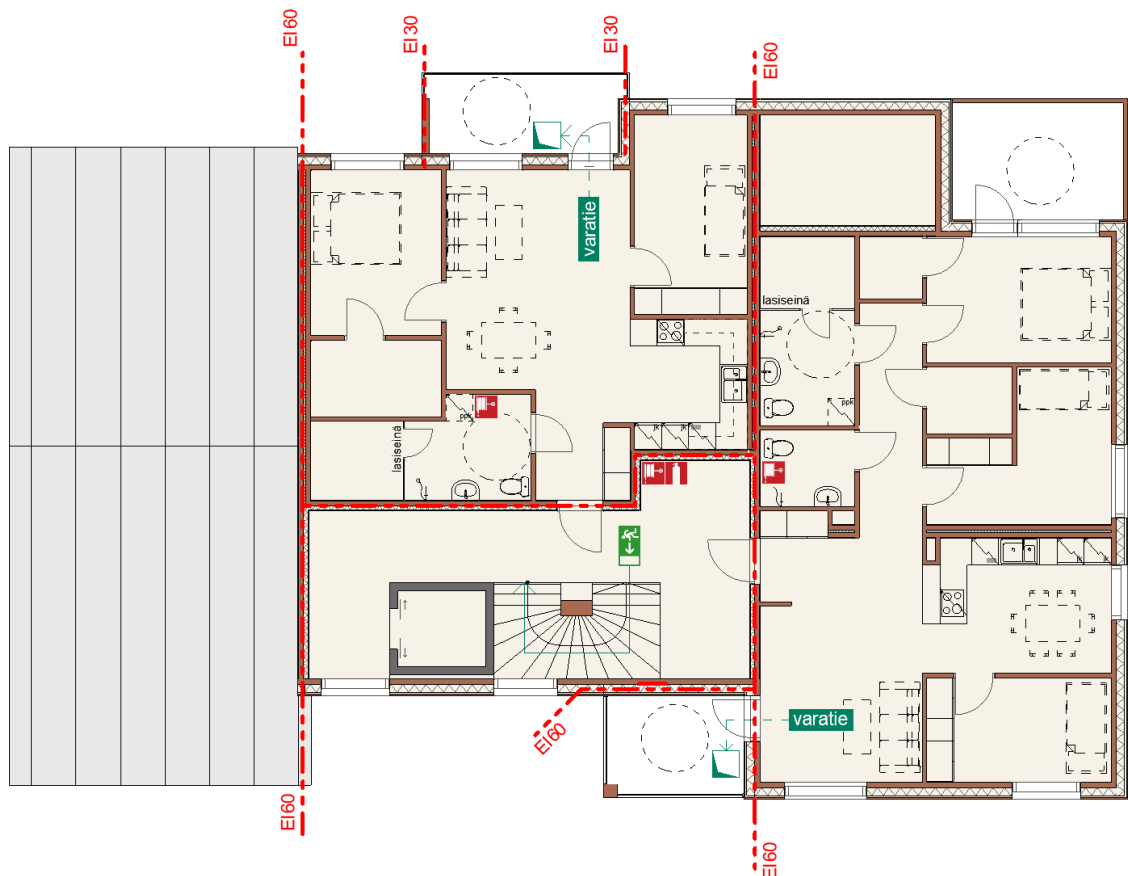


KUVA 33. Välipohja VP801ML

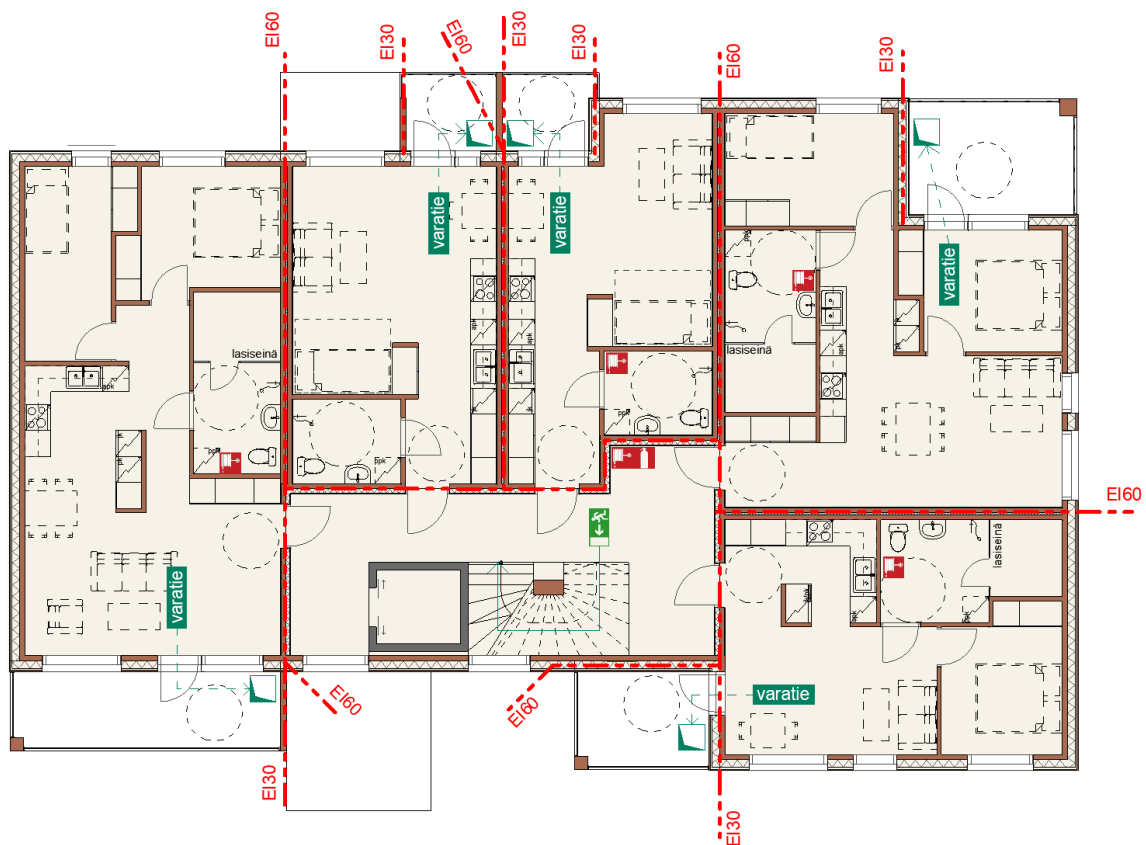
3.5 Paloturvallisuusratkaisut

Puukerrostalojen muutosten pääasiallinen syy olivat paloturvallisuuden tiukat vaatimukset. Kuten betonirakennuksessakin, palo-osastoihin jako osui täsmälleen kantavien seinien mukaan. Vaadittu paloluokka palo-osastojen välillä on 60

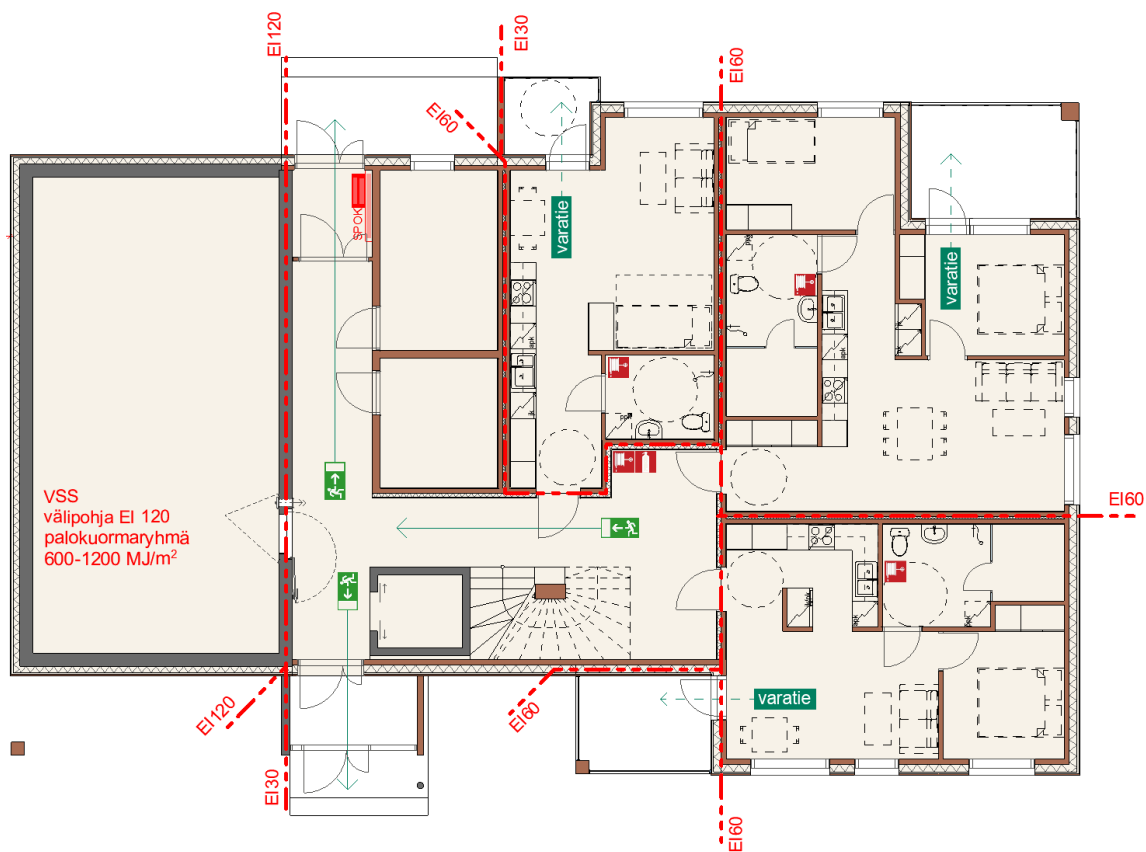
minuuttia (EI60) ja pinnan paloluokka on B-s1, d0. VVS:n ja varastotilojen palo-osastointi vastaa REI 120 -paloluokkaa (palokuormaryhmä 600–1200 MJ/m²). Pääevakuointireitit asunnoista kulkevat rappukäytävän portaiden kautta. Hissit eivät ole evakuointivälineitä. Jokaisesta asunnosta on järjestetty varatie parvekkeen kautta, missä parvekkeiden välipohjiin on asennettu 600x600 mm luukut. Yläkerroksen asunnoissa, joissa on kaksi parvekettä, varatienä käytetään vain yhtä parvekettä. Suunniteltaessa on otettu huomioon ikkunoiden 1000 mm minimivälit. Kaikki tilat ja parvekkeet on varustettu sprinklereillä. Alempana kuvissa 34, 35, 36 ja 37 on esitetty jako palo-osastoihin sekä hätäuloskäynnit käyttäen esimerkkinä rakennusta 2A.



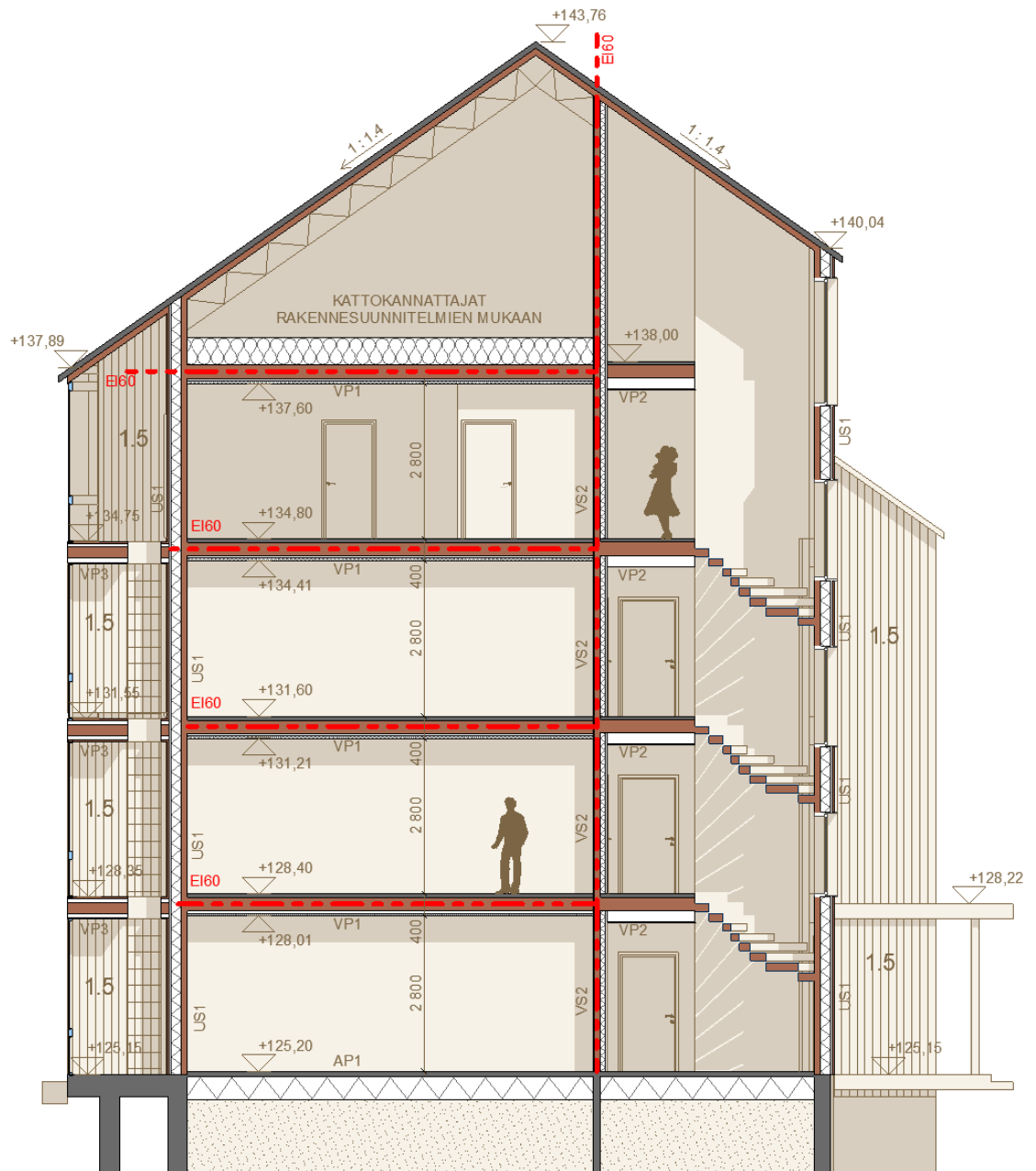
KUVA 34. Yläkerroksen palo-osastointi



KUVA 36. 1. ja 2. kerrosten palo-osastointi



KUVA 36. Maantasokerroksen palo-osastointi



KUVA 37. Leikkaus A

4 KERROSTALON HANKEVAIHTOEHTOJEN VERTAILU

Puukerrostalon suunnitelma laadittiin betonikerrostalon suunnitelman pohjalta samoilla lähtötiedoilla ja suosituksilla, jotka saatiin Kangasalan kaupungilta. Suunnittelun alussa harkittiin yhden rakennuksen versiota, ilman jakoa kahteen osaan, mutta kuten opinnäytetyön luvussa 3.3 on kuvattu, kahdesta rakennuksesta koostuva kerrostalokohde on onnistuneempi vaihtoehto kyseiselle tontille. Puukerrostalo on periaatteessa betonikerrostalon luonnossuunnitelman tulkinta, joka laadittiin aikaisemmin Rakennus Kodix Oy:lle.

Yleisesti ottaen katson, että koko suunnittelutyö on jaettava kahteen vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe koostui tiedon keruusta teknologioista ja materiaaleista sekä normatiivisista vaatimuksista, jotka koskevat pääasiassa rakennesuunnittelua, mille omistin opinnäytetyöni koko toisen osion. Toinen vaihe muodostui tietoisesta teknologioiden ja materiaalien käytöstä ja käyttöönotosta puukerrostalon muotoilussa, suurimmaksi osaksi arkkitehtonisessa suunnittelussa.

Ensiksi haluan todeta, että rakennusteollisuus edelleen pitäytyy tutuissa betonisissa rakenteissa kerrostaloissa, ja puisten kerrostalojen tuotanto on edelleen kasvussa. Yleisesti ottaen talonrakentaminen on erittäin lupaava suuntaus.

Puukerrostalon pääasialliseksi kantavan rakenteen elementiksi valittiin CLT-levy, joka muistuttaa sandwich-betonielementtiä. Palavuuden ja ääneneristyksen ominaisuuksiltaan nämä ovat hyvin erilaisia materiaaleja, vaikka rakenteina ne havainnoidaan yleisesti ottaen melko identtisinä. CLT-elementeistä tehdyistä seinistä tulee hieman paksumpia, mutta toisaalta tiloissa on pehmeä sisäakustiikka ja paloturvallisuusasiat ratkaistaan puun palokäsittelyn, korkeammat paloluokka-vaatimukset täyttävien suojaverhosten sekä sprinklerijärjestelmän käyttöönoton kautta. Luonnollisten puupintojen säilyttäminen sisustassa on visuaalisesti houkutteleva. Liimapuusta tehdyt suuret tasot sisätiloissa ovat tämän hetken trendi. CLT-elementeistä rakentaminen tapahtuu huomattavasti nopeammin kuin sandwich-betonielementeistä. On huomionarvoista, että puukerrostaloa suunniteltaessa ja rakennettaessa ei voida kokonaan luopua betonielementeistä perustuksissa, hissikuilussa, sokkeleissa sekä väestönsuojatilojen rakenteissa.

Paloturvallisuusaspektit ovat erityisen tärkeitä mitä tahansa talotyyppiä suunniteltaessa. Toisin kuin P1-paloluokan betonirakennukset, puukerrostalo kuuluu P2-paloluokkaan ja siihen voidaan rakentaa enintään kahdeksan kerrosta. Puukerrostalosuunnitelmaan on sisällytetty lisävaratiet jokaisesta huoneistosta sekä automaattinen palonsammutusjärjestelmä. Turvallisten palovälien takaamiseksi suunnitelmassa suurennettiin ikkunoiden, parvekkeiden ja muiden julkisivujen arkkitehtonisten elementtien välisiä etäisyyksiä. Ulkoverhoukseen käytettäviin materiaalien valintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Näin ollen betonikerrostalo on joustavampi kohde arkkitehtonisen suunnittelun näkökulmasta. Puukerrostaloille asetettavat paloturvallisuusvaatimukset ovat tällä hetkellä jo melko hyvin kehitettyjä, mutta siitä huolimatta puukerrostalon suunnittelu on välttämättömyyden toteuttamista yhteistyössä puurakennuksiin erikoistuvan paloturvallisuusinsinöörin kanssa.

Suunnitteluratkaisujen erityispiirteiden perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että toistaiseksi puukerrostalon suunnitteluprosessi vaatii suurempaa huomiota, koska tällä alalla kokemus on vasta karttumassa. Sen takia tällä hetkellä puukerrostalon suunnittelun kustannukset ovat korkeampia.

Arkkitehtonisen suunnittelun näkökulmasta puu- ja betonikerrostalot ovat arkkitehteille yhtä mielenkiintoisia. Haluan huomauttaa, että puukerrostalon suunnitelmassa on oma filosofiansa, kuten betonirakennuksenkin suunnittelussa on oma näkökulmansa. Kyseinen suunnitelma on yksi saman rakennuksen versioista, jossa on kuitenkin käytetty eri materiaalia. Reaalielämässä tällainen kokemus on epätodennäköistä. Yleensä suunnitelman laatimisen alussa rakennuttaja ja suunnittelijat arkkitehtiryhmä päättää suunniteltavan rakennuksen pääraakenteet ja -materiaalit. Siksi uskallan väittää, että minulla oli ainutlaatuinen mahdollisuus kokea kaksi eri filosofiaa.

Huomioiden koko Lamminrahkan asuinalueen idean, puukerrostalo sopii ympäristöön harmonisemmin. Värjättyjen ja luonnollisten puusävyjen sekä parvekkeiden massiivilasin yhdistelmä antaa rakennukselle modernin ulkonäön, ja puurakennuksesta syntyvä kokonaiskuva luo erityisen värien yhteisvaikutuksen niin kadun kuin pihankin puolelta.

Haluan huomauttaa, että puun ulkoverhous voidaan käyttää myös betonikerrostalon julkisivuissa, mutta betoni ei kuitenkaan pysty korvaamaan lämpimän tuntuista pintoa luonnollisesta puusta sisustoissa. Luonnolliset betonipinnat ovat myös trendikkäitä ja toimivat oikein hyvin yhdessä lasin kanssa, mutta eivät luo kodikkuutta sekä kevyesti hengitettävää ilmaa asuintiloissa.

5 POHDINTA

Puukerrostalon suunnitteleminen Lamminrahkassa oli kokonaisuutena erinomainen kakkosprojekti. Heti saatuani tehtävän aloin tutkia, millaiset tekijät ovat tärkeitä puukerrostaloja suunniteltaessa ja mitkä ovat tämän hetken edistyneimmät puurakentamisen teknologiat. Näitä kysymyksiä pohtiessani ymmärsin, että puukerrostalojen suunnittelu ja rakentaminen on hyvin lupaava suuntaus ja että puutalojen arkkitehtuurilla on paljon tärkeitä erityispiirteitä ja vaatimuksia toimivan suunnittelun näkökulmasta. Opinnäytetyön päämääränä oli luoda omaperäinen ja kiinnostava suunnitelma, jota voisi vertailla betoniversioon. Lopputuloksena saatiin seikkaperäinen ja selkeä materiaalikokonaisuus, jossa esitin ratkaisuni ja ideani kattavasti.

Projektin parissa työskentelyn aikana haasteita aiheutti kiireinen aikataulu. Lisäksi törmäsin siihen, että puukerrostalojen suunnitteluliikkeessä on vielä melko paljon erilaisia näkökulmia tiettyjen suunnittelukysymysten ratkaisun suhteen, jotka ovat toistaiseksi pysyneet avoimina. Tulin johtopäätökseen, ettei tällaisessa tilanteessa tulisi pitäytyä yhdessä mielipiteessä tai ratkaisussa, vaan tarvitaan mahdollisimman kokonaisvaltaista suuntautumista sekä kokemuksesta saadun tiedon maksimaalista hyödyntämistä.

Projektin aikana tutustuin ekologisiin ongelmiin ratkaisukeinoineen, jotka yhteiskunta joutuu tällä hetkellä kohtaamaan. Sain myös tietää, miten puukerrostalojen arkkitehtuuri ja rakentaminen kehittyy Suomessa ja erityisesti Tampereella. Pidän myönteisenä sitä, että kunnat edistävät puisen kotirakentamisen kehitystä, joka on ekologisesti puhtaampi ja ihmiselle terveellisempi vaihtoehto.

Puukerrostaloa suunnitellessani huomasin, että kerrosten pohjapiirrosten sekä asemapiirroksen ja talon ulkoasun suunnittelu on itse asiassa arkkitehdin vastuulla tiiviissä yhteistyössä rakennussuunnittelijoiden ja paloturvallisuusinsinöörien kanssa. Uskon, että tämän suunnitelman laatimisen kautta pystyin orientoimaan ja auttamaan pienen kehittyvän yrityksen johtoa puukerrostalojen rakentamisen kehityksen jatkosuuntauksissa.

Seuratessani sitä, kuinka tällä hetkellä rakennetaan paljon kiinnostavia ja innovatiivisia puurakennuksia monissa Suomen kaupungeissa, sekä nähdessäni, kuinka suuri määrä suunnittelijoita, insinöörejä, ekologeja sekä ekologisten materiaalien tuottajia uskovat puurakentamiseen ja kehittävät sitä, käsitän, että olen tulevaisuuden kynnyksellä.

LÄHTEET

CLT-suunnittelun ohje. n.d. Crosslam - CLT-rakentaminen - Materiaalipankki Viitattu 8.5.2022. <https://www.crosslam.fi/suunnittelijat/materiaalipankki.html>

Franzini, F. 2022. Wooden multistory construction, as perceived by Finland's municipal civil servants overseeing land use planning. Faculty of Forestry and Agriculture University of Helsinki. Academic dissertation.

Haasanen, V. opiskelija 2022. Kokemuksia puukerrostalosta. Sähköpostiviesti. Luettu 31.5.2022.

Kangasalan kaupunki. 2020. Eteläosan asemakaavan laatuohje. Lamminrahkan suunnitelmia ja selvityksiä. Viitattu 18.5.2022 https://www.kangasala.fi/wp-content/uploads/2021/01/Lamminrahkan-laatuohje_osa-1_Yhtiomuotoiset_small.pdf

Koivisto, M. n.d. Arkkitehtisuunnittelu. Betoni-lehti. Viitattu 3.5.2022. <https://betoni.com/arkkitehtisuunnittelu/arkkitehtisuunnittelu/>

Lamminrahkan suunnitelmia ja selvityksiä, n. d. Asuminen, rakentaminen ja tontit. Kaupungin tontit. Lamminrahka. Viitattu 19. 5.2022. <https://www.kangasala.fi/asuminen-ja-ymparisto/asuminen-rakentaminen-ja-tontit/kaupungin-tontit/lamminrahka/lamminrahkan-suunnitelmia-ja-selvityksia/>

Lyytinen, J. 2022. Puurakentamisesta on tullut konkurssiutisia – Alan vaikuttajat hehkuttavat edelleen näkymiä. Rakennuslehti. Viitattu 29.5.2022. <https://www.rakennuslehti.fi/2022/05/puurakentamisesta-on-tullut-konkurssiutisia-mutta-alan-vaikuttajat-hehkuttavat-nakymia/>

Lättilä, H. 2021 Tampere noussut puurakentamisen pääkaupungiksi – ”Jos pienikin rakennusosa voidaan korvata puulla, Tampere suhtautuu siihen erittäin myönteisesti”. Rakennuslehti 5/2021. <https://www.rakennuslehti.fi/2021/05/tampere-noussut-puurakentamisen-paakaupungiksi-jos-pienikin-rakennusosa-voidaan-korvata-puulla-tampere-suhtautuu-siihen-erittain-myonteisesti/>

Oregon Department of Forestry, 2012. Cross laminated timber blocks #ODF on lisensoitu CC BY 2.0. Viitattu 30.5.2022. https://live.staticflickr.com/3885/14329312300_991c60fc39_h.jpg

Paloturvallinen puutalo, 2021. Asuin- ja toimitilarakentaminen. Ohje. Viitattu 11.5.2022. https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2021/05/Palokirja_netti_kokoinen.pdf

Puuinfo, 2020. Rakenteet. Puukerrostalot. Viitattu 11.5.2020. <https://puuinfo.fi/rakenteet/yhdistelmarakenteet/suunnittelu/>

Rakennuslehti. 2021. Puukerrostalon asunnolla tekee Helsingissä paremman tilin – hintaero betoniseen liki 9,0 prosenttia. Rakennuslehti. Viitattu 15.5.2022. <https://www.rakennuslehti.fi/2021/05/puukerrostalon-asunnolla-tekee-helsingissa-pareman-tilin-hintaero-betoniseen-likki-90-prosenttia/>

RunkoPES 2.0. 2020. Avoin puuelementtistandardi. Ohjeet. Viitattu 8.5.2022. <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/runkopes-2-0/>

Siparila Oy, n.d. Viitattu 26.5.2022. https://www.siparila.fi/wp-content/uploads/2018/02/puukuokka1_siparila_topcoat1.png

Siparila n.d. Ulkoverhouskuvasto. Viitattu 26.5.2022. <https://www.siparila.fi/kampanja/ulkoverhouskuvasto/#esite>

Ääneneristys puutalossa. 2021. https://puuinfo.fi/wp-content/uploads/2021/05/Aanikirja_kokonainen-1.pdf

LIITTEET

Liite 1. Luonnos projekti Puukerrostalo 1519

OPINNÄYTETYÖPROJEKTI
PUUKERROSTALO 1519





VISUALISOINTIKUVA ITÄÄN

TONTTI nro 1519
KANGASALA, LAMMINRAHKA/27
RAKENNUSTONTIN PINTA-ALA 4700 m²
RAKENNUSOIKEUS 3100 m²

SELVITYS RAKENNUSHANKEESTA:

RAKENNETAAN KAKSI NELJÄKERROKINEN KERROSTALOA.
RAKENNETTAVIA ASUNTOJA YHTEENSÄ 31 kpl.

1. KERROSALA - 2420 m²
2. KERROSAL US250 - 2323 m²
3. RAKENNUSOIKEUS - 2220 m²
4. TILAVUUS - 8517 m³

RIVITALON RAKENNUSOIKEUS max 880 m²

SELVITYS AUTOPAIKOITUKSESTA:

ASEMAKAAVAMÄÄRÄYS:

KERROSTALOT 1 ap / 100 k-m²

PIENTALOT 1 ap / asunto

VIERASPYSÄKÖINTI 1 ap / 1000 k-m².

AUTOPAIKKAVAATIMUS YHTEENSÄ:

- KERROSTALOT: 22 ap

- PIENTALOT: 8 ap

- VIERASPAIKAT: 4 ap

YHTEENSÄ 34 ap

SELVITYS POLKUPYÖRÄPAIKOISTA:

ASEMAKAAVAVAATIMUS 1 pp-paikka / 35 k-m² YHTEENSÄ 89 pp-paikkaa.

- KERROSTALO 51 pp (katoksessa)

- KERROSTALO 12 pp (uv-varastossa)

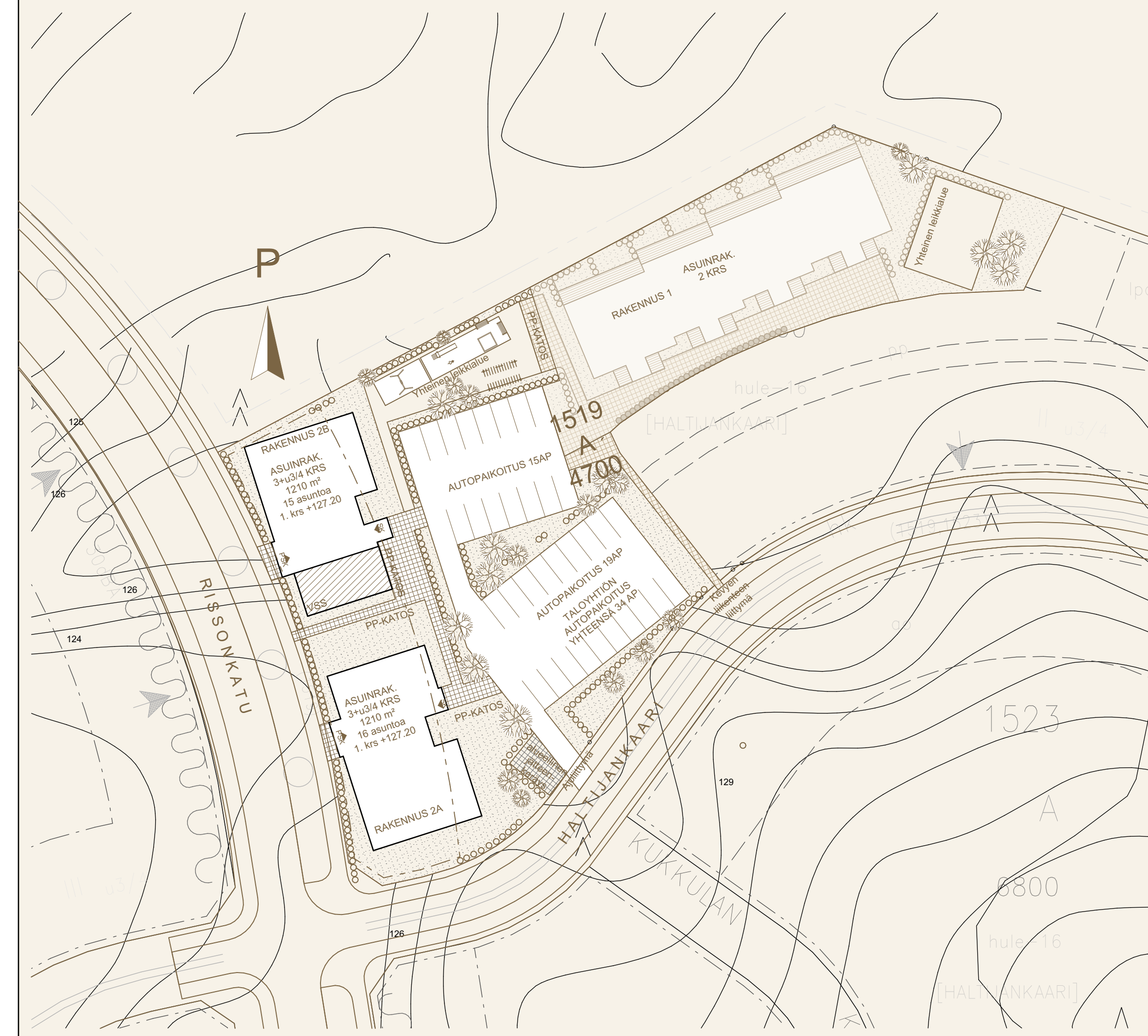
- RIVITALO 23 pp (katoksessa)

Pyöräpaikat ovat runkolukittavia.

SISUSTUKSEN VISUALISOINTIKUVA



A SEMAPIIRUSTUS 1:500





JULKISIVU LÄNTEEN RISSONKADULLE 1:100

PÄÄASIAISET JULKISIVUMATERIAALIT:

1. ULKOSEINÄ

- 1.1 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, PUNAORANSSI (RAL 3012)
- 1.2 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, ORANSSI (RAL 1034)
- 1.3 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, TUMMA HÄRMÄÄ (RAL 7024)
- 1.4 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, PUHDAS VALKONEN (RAL 9010)
- 1.5 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, SIPERIAN LEHTIKUUSI, LUONNOLLINEN SÄVY

2. VESIKATE

- RIVIPELTE TUMMA HÄRMÄÄ, RR 23 (RAL 7024)

3. IKKUNAT

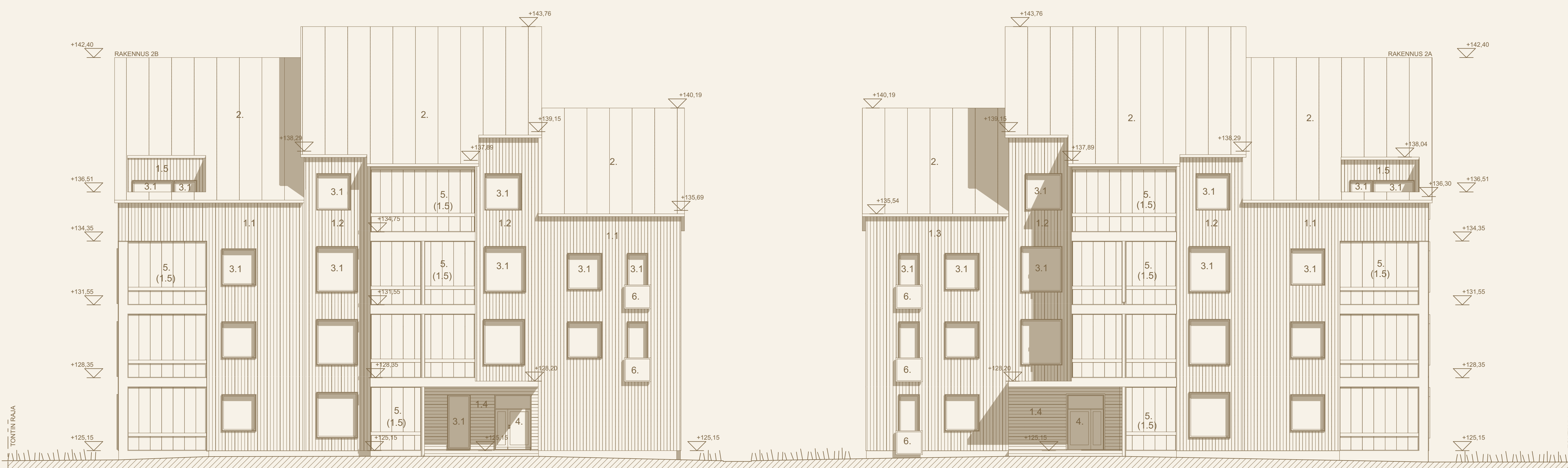
- PUU-ALUMIINI, KIRKAS LASI
- 3.1 ALUMIINIPIINNAT TUMMA HÄRMÄÄ, RR 23 (RAL 7024)
- 3.2 ALUMIINIPIINNAT VALKOINEN, RR 32 (RAL 9010)

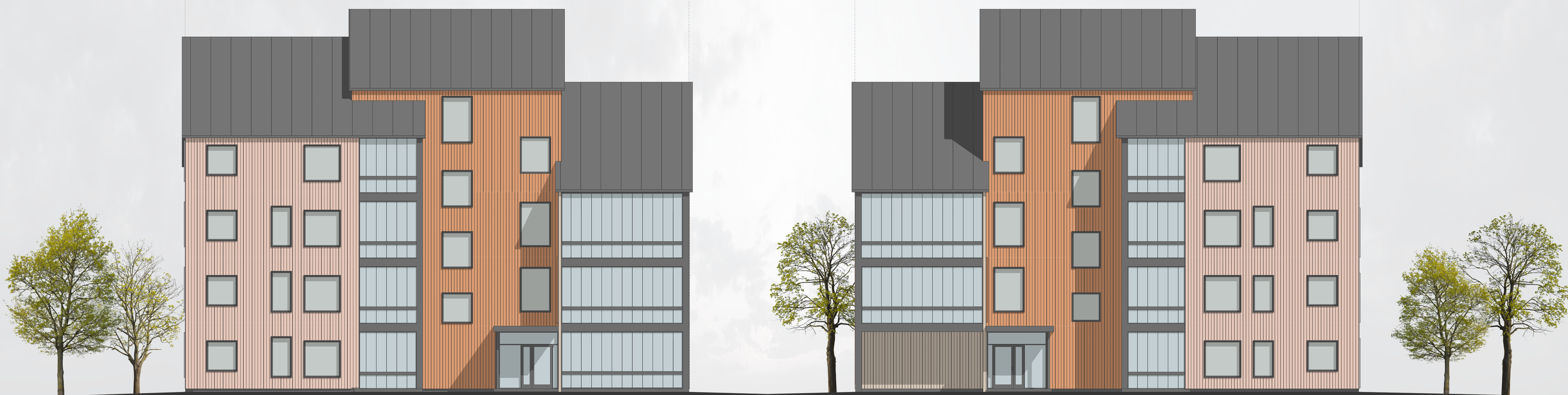
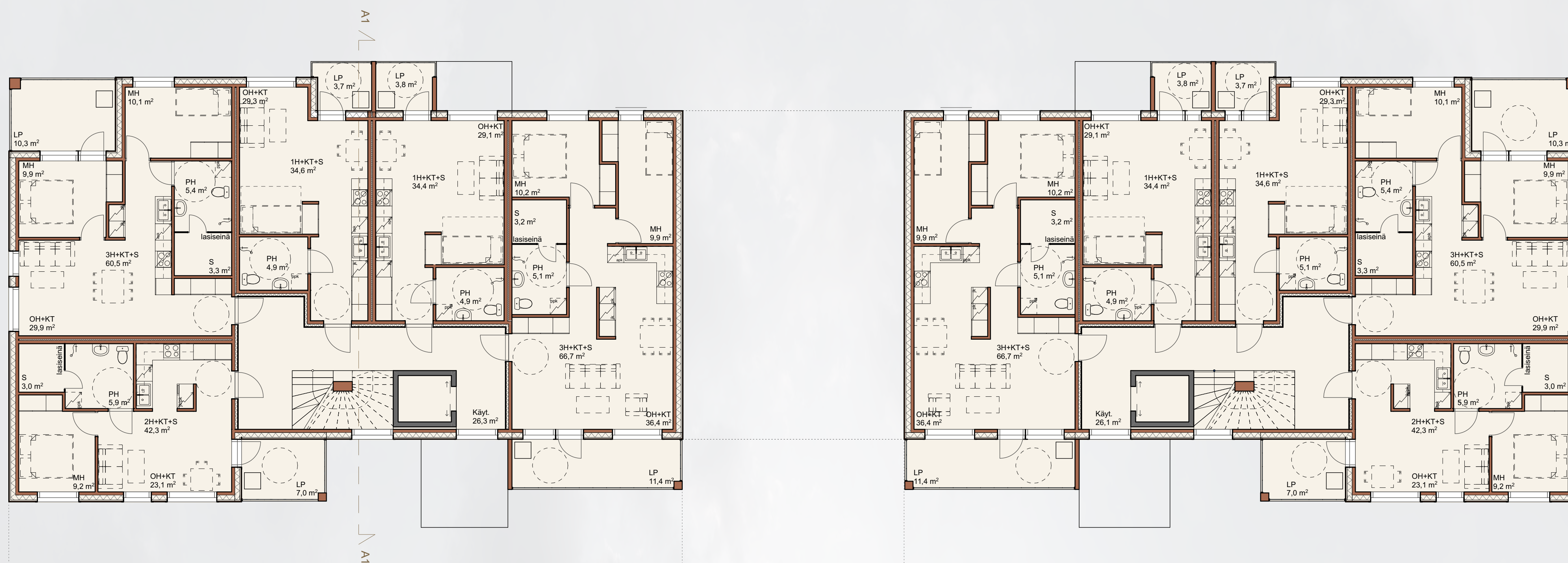
4. OVET

- 4.1 SISÄNKÄYNTIOVET
- IKKUNALLINEN ALUMIINIPIINNIOVET, KIRKAS LASI
- ALUMIINIPIINNAT TUMMA HÄRMÄÄ, RR 23 (RAL 7024)

5. TERASSILASITUKSET

- KAIDELASI, KIRKAS LASI
- KAITEEN YLÄPUOLISET LIUKULASIT, KIRKAS LASI
- ALUMIINIKAIDE TUMMA HÄRMÄÄ, RR 23 (RAL 7024)
- 6. RANSKALAINEN PARVEKE
- KAIDELASI, TAITEEN MAALATTU LASI (LÄPINÄKYMÄTÖN)
- ALUMIINIKAIDE TUMMA HÄRMÄÄ, RR 23 (RAL 7024)





JULKISIVU ITÄÄN 1:100

PÄÄASIAISET JULKISIVUMATERIAALIT:

1. ULKOSEINÄ

- 1.1 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, PUNAORANSSI (RAL 3012)
- 1.2 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, ORANSSI (RAL 1034)
- 1.3 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, TUMMA HARMMA (RAL 7024)
- 1.4 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, PUHDAS VALKONEN (RAL 9010)
- 1.5 TOPCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, SIPERIAN LEHTIKUUSI, LUONNOLLINEN SÄVY

2. VESIKATE

- RIVIPELTE TUMMA HARMMA, RR 23 (RAL 7024)

3. IKKUNAT

- PUU-ALUMIINI, KIRKAS LASI
- 3.1 ALUMIINIPINNAT TUMMA HARMMA, RR 23 (RAL 7024)
- 3.2 ALUMIINIPINNAT VALKOINEN, RR 32 (RAL 9010)

4. OVET

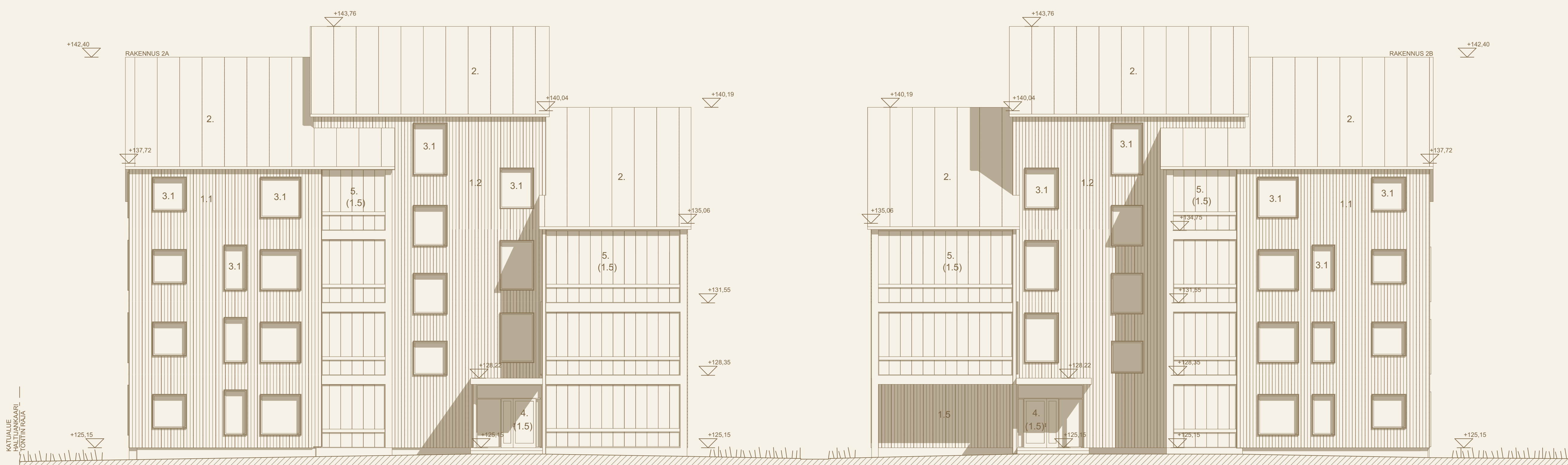
- 4.1 SISÄNKÄYNTIOVET
- IKKUNALLINEN ALUMIINIPROFIILIOVET, KIRKAS LASI
- ALUMIINIPINNAT TUMMA HARMMA, RR 23 (RAL 7024)

5. TERASSILASITUKSET

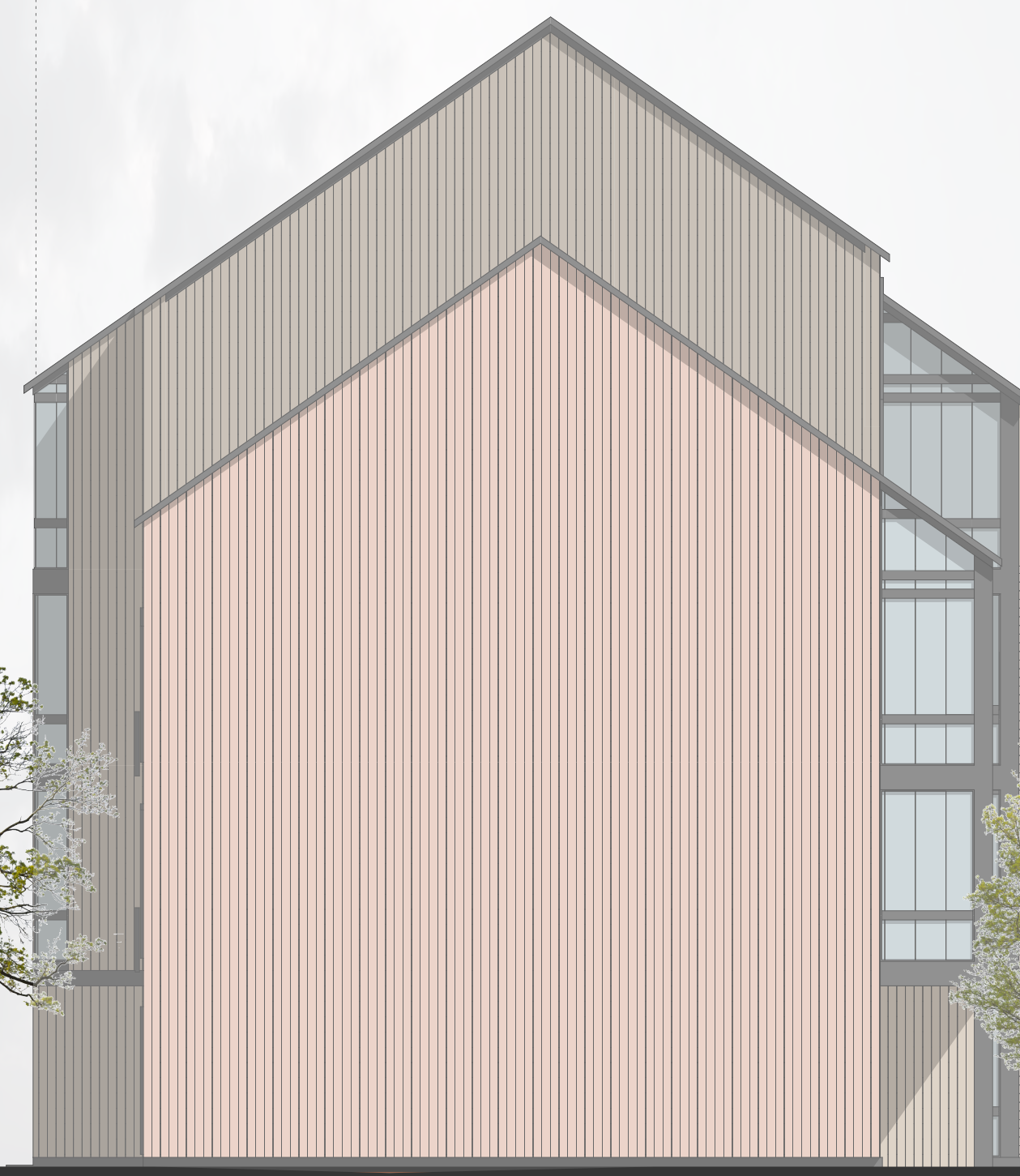
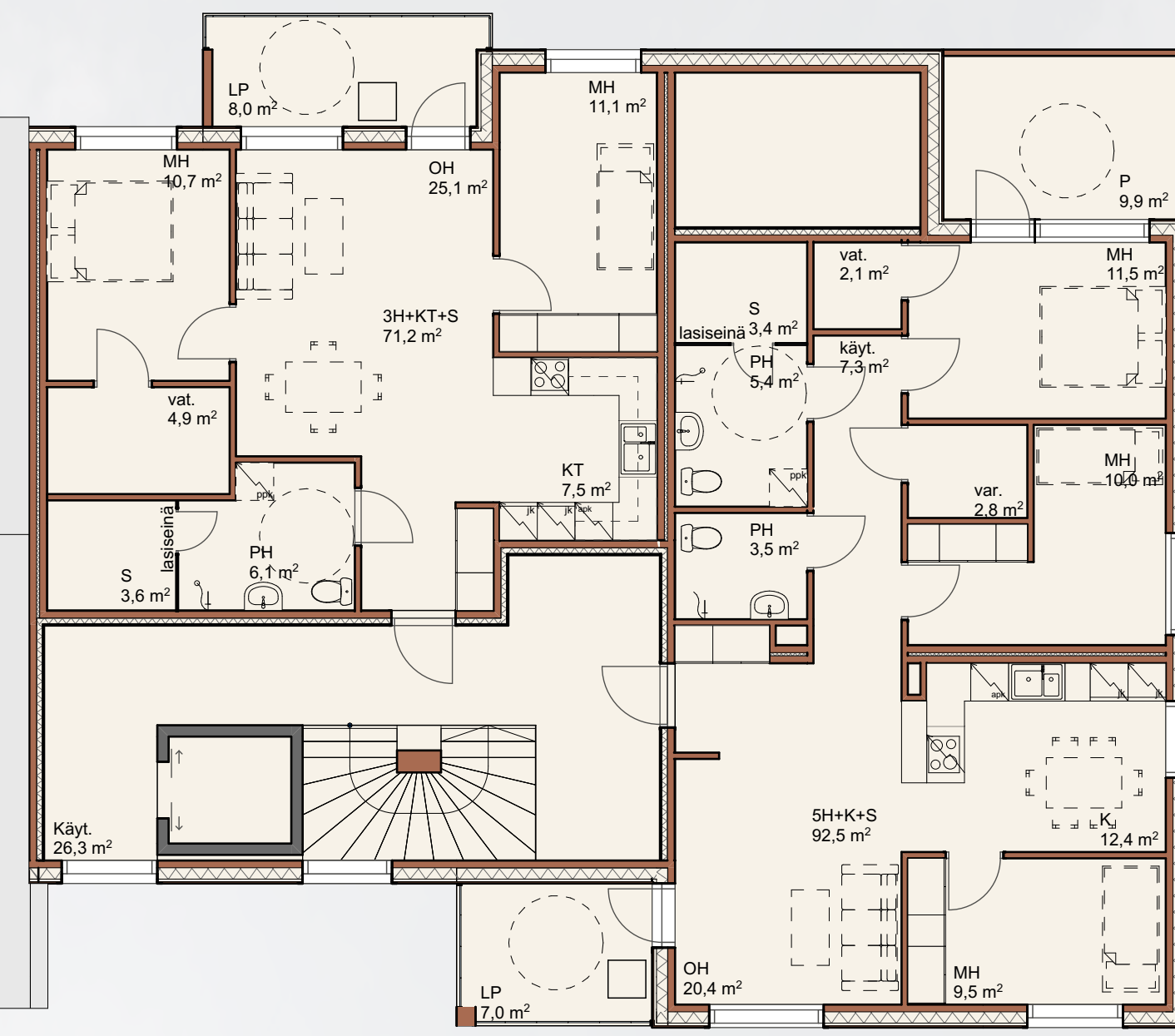
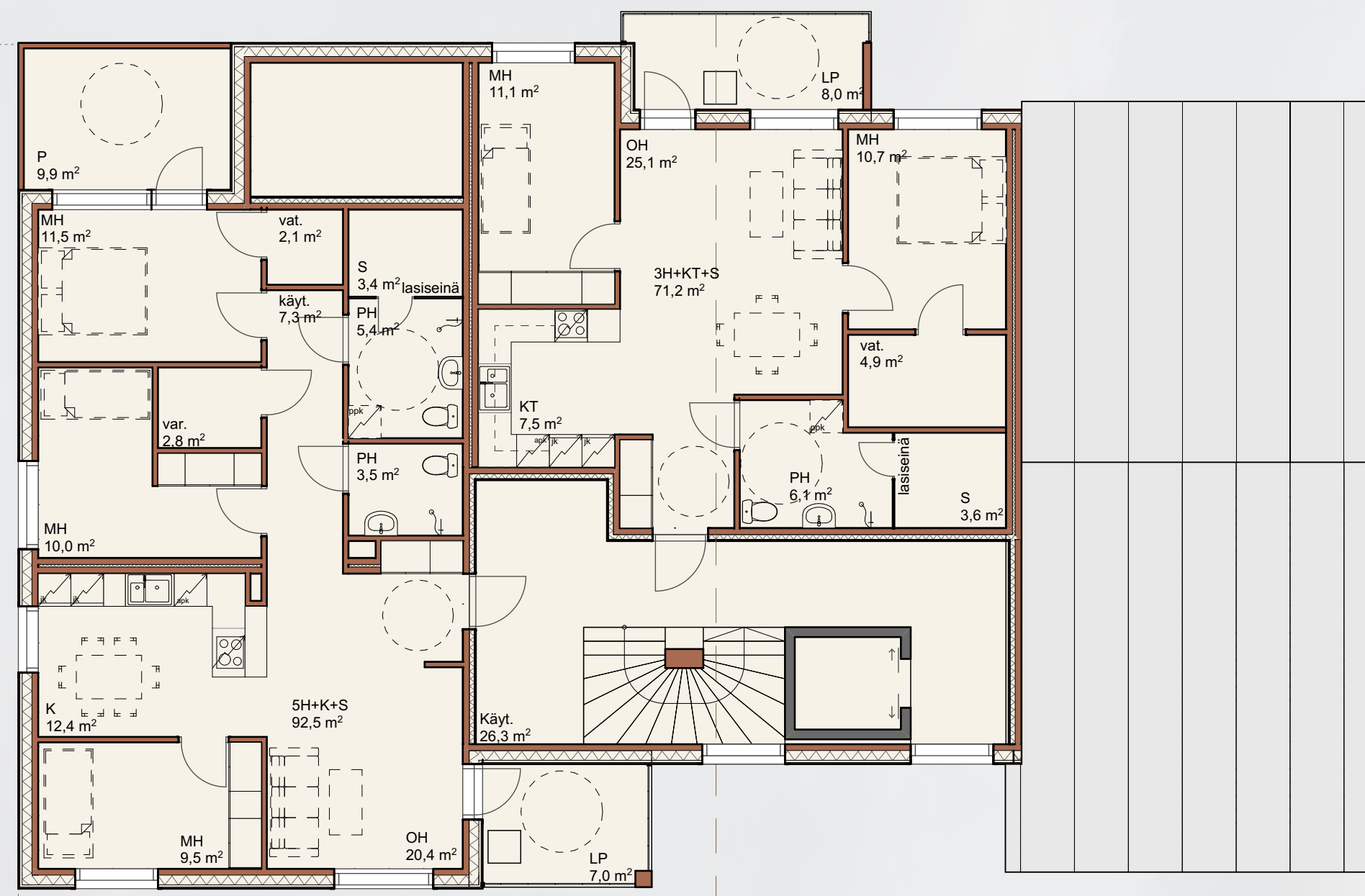
- KAIDELASI, KIRKAS LASI
- KAITEEN YLÄPUOLISET LIUKULASIT, KIRKAS LASI
- ALUMIINKAIDE TUMMA HARMMA, RR23 (RAL 7024)

6. RANSKALAINEN PARVEKE

- KAIDELASI, TAITEEN MAALATTU LASI (LÄPINÄKYMÄTÖN)
- ALUMIINKAIDE TUMMA HARMMA, RR23 (RAL 7024)



3. KERROS 1:100



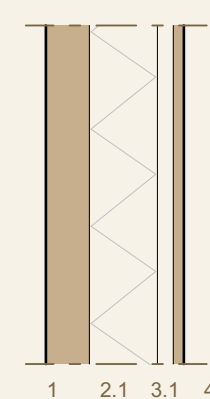
JULKISIVU ETELÄÄN
HALTIJANKAARELLE 1:100
(JULKISIVU POHJOISEEN PEILATTU)

JULKISIVU RAKENNUSTEN VÄLISSÄ 1:100
(JULKISIVU POHJOISEEN PEILATTU)

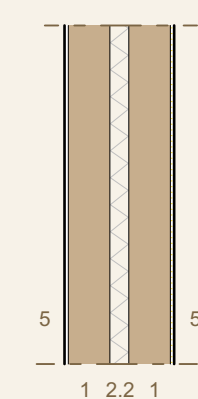
PÄÄASIAALLISET JULKISIVUMATERIAALIT:

1. ULKOSEINÄ
 - 1.1 TOPOCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, PUNAORANSSI (RAL 3012)
 - 1.2 TOPOCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, ORANSSI (RAL 1034)
 - 1.3 TOPOCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, TUMMA HARMMA (RAL 7024)
 - 1.4 TOPOCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, PUHDAS VALKONEN (RAL 9010)
 - 1.5 TOPOCOAT GOLD PRO PALOSUOJATTU ULKOVERHOUSPANEELIT, SIBERIAN LEHTIKUUSI, LUONNOLLINEN SÄVY
2. VESIKÄTE
 - RIVIPELTE TUMMA HARMMA, RR 23 (RAL 7024)
3. IKKUNAT
 - 3.1 ALUMIINIPINNAT TUMMA HARMMA, RR 23 (RAL 7024)
 - 3.2 ALUMIINIPINNAT VALKOINEN, RR 32 (RAL 9010)
4. OVET
 - 4.1 SISÄNKÄYNTIOVET
 - IKKUNALLINEN ALUMIINIPROFIILIOVET, KIRKAS LASI
 - ALUMIINIPINNAT TUMMA HARMMA, RR 23 (RAL 7024)
5. TERASSILASITUKSET
 - KAIDELASI, KIRKAS LASI
 - KAITEEN YLÄPUOLISET LIUKULASIT, KIRKAS LASI
 - ALUMIINKAIDE TUMMA HARMMA, RR23 (RAL 7024)
6. RANSKALAINEN PARVEKE
 - KAIDELASI, TAITEEN MAALATTU LASI (LÄPINÄKYMÄTÖN)
 - ALUMIINKAIDE TUMMA HARMMA, RR23 (RAL 7024)

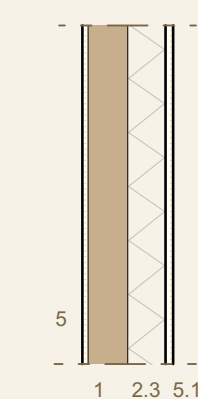
US 1
1:20



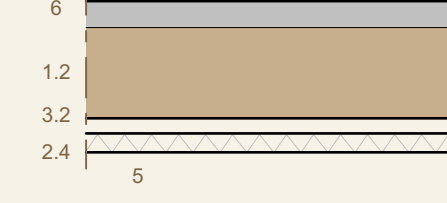
VS 1
1:20



VS 2
1:20



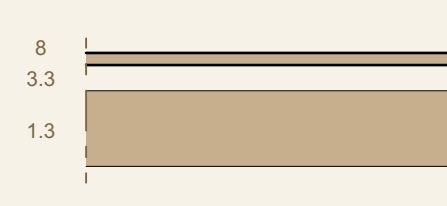
VP 1
1:20



VP 2
1:20



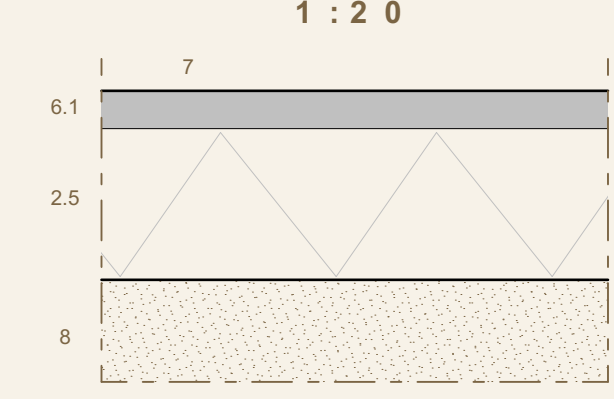
VP 3
1:20



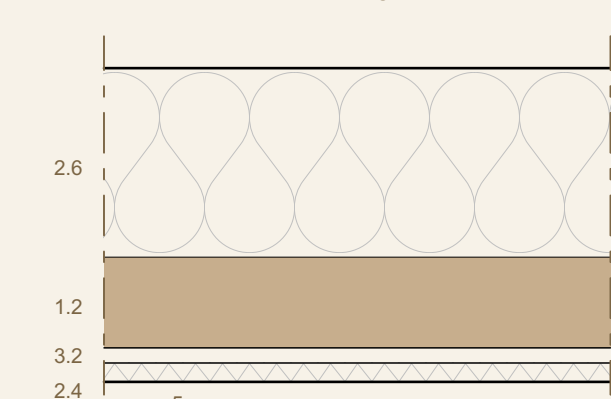
SELVITYS DETALIEISTA

1. CLT-LEVY KANTAVANRAKENTEEN MUKAAN 100 - 120 mm
2. CLT-LAATTA KANTAVANRAKENTEEN MUKAAN 240 mm
- 3.1 PUURANGAT 42 mm
- 3.2 PUURANGAT RAK MUKAAN 400
4. ULKOVERHOUSPANEELIT TORCOTAT COLD PRO UTS 28 mm
5. PALOSUOJAUUS PALOKIPSILEVY 15mm
6. KIPSIVALLU RAK MUKAAN 70 mm
- 6.1 BETONIVALU RAK MUKAAN JA POLYPROPYLEENIKANGAS 70 mm
7. LATTIAMATERIAALI RAK MUKAAN 10-15 mm
8. SEPELLI

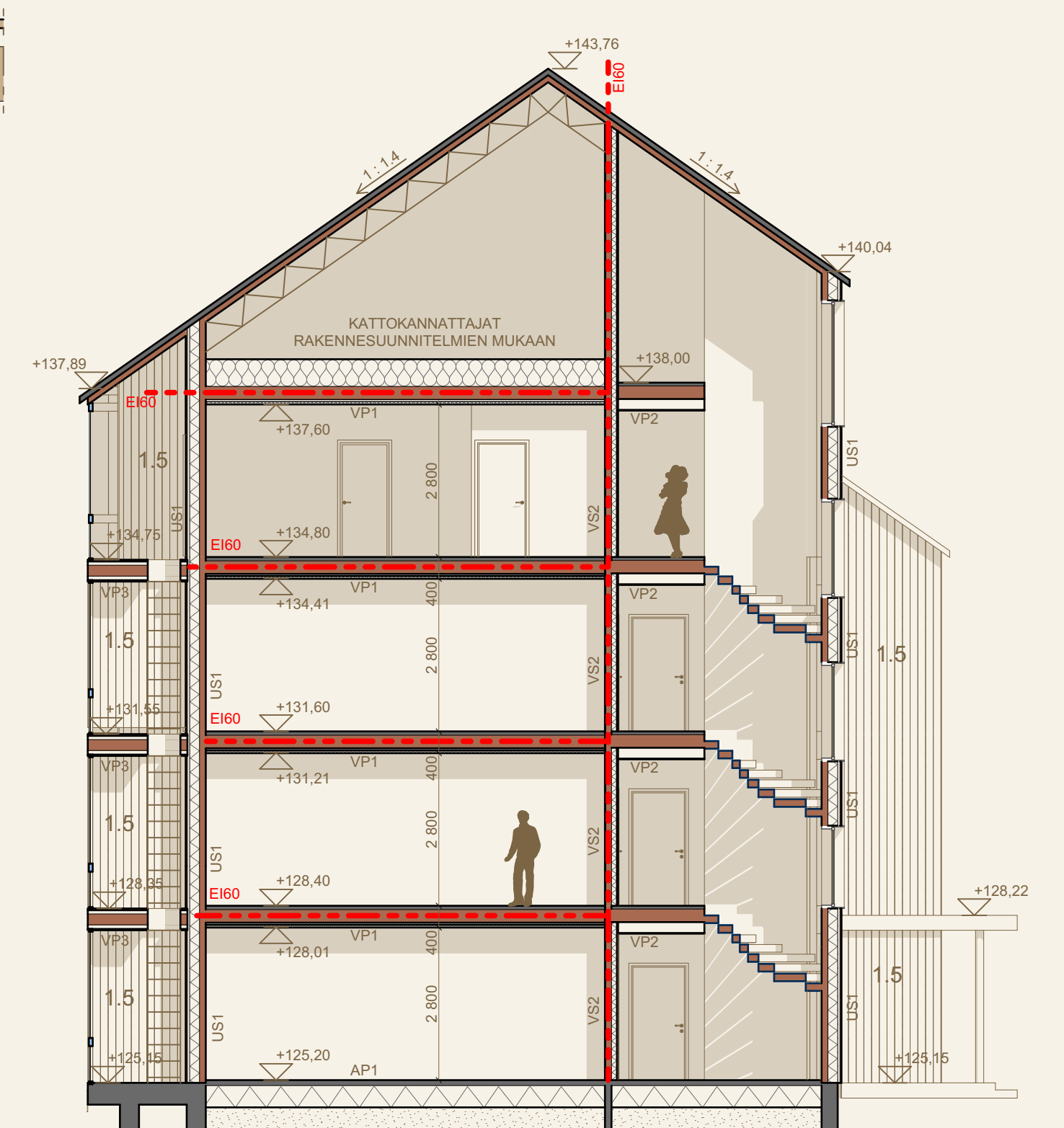
AP 1
1:20



YP 1
1:20



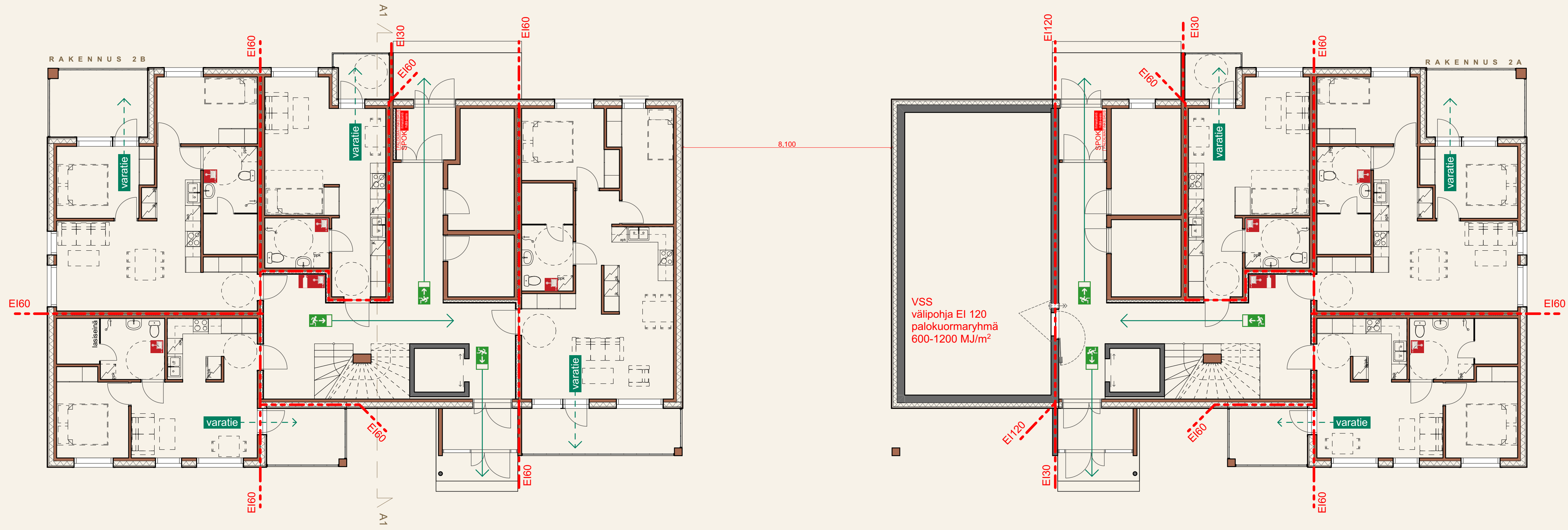
LEIKKAUS A 1:100



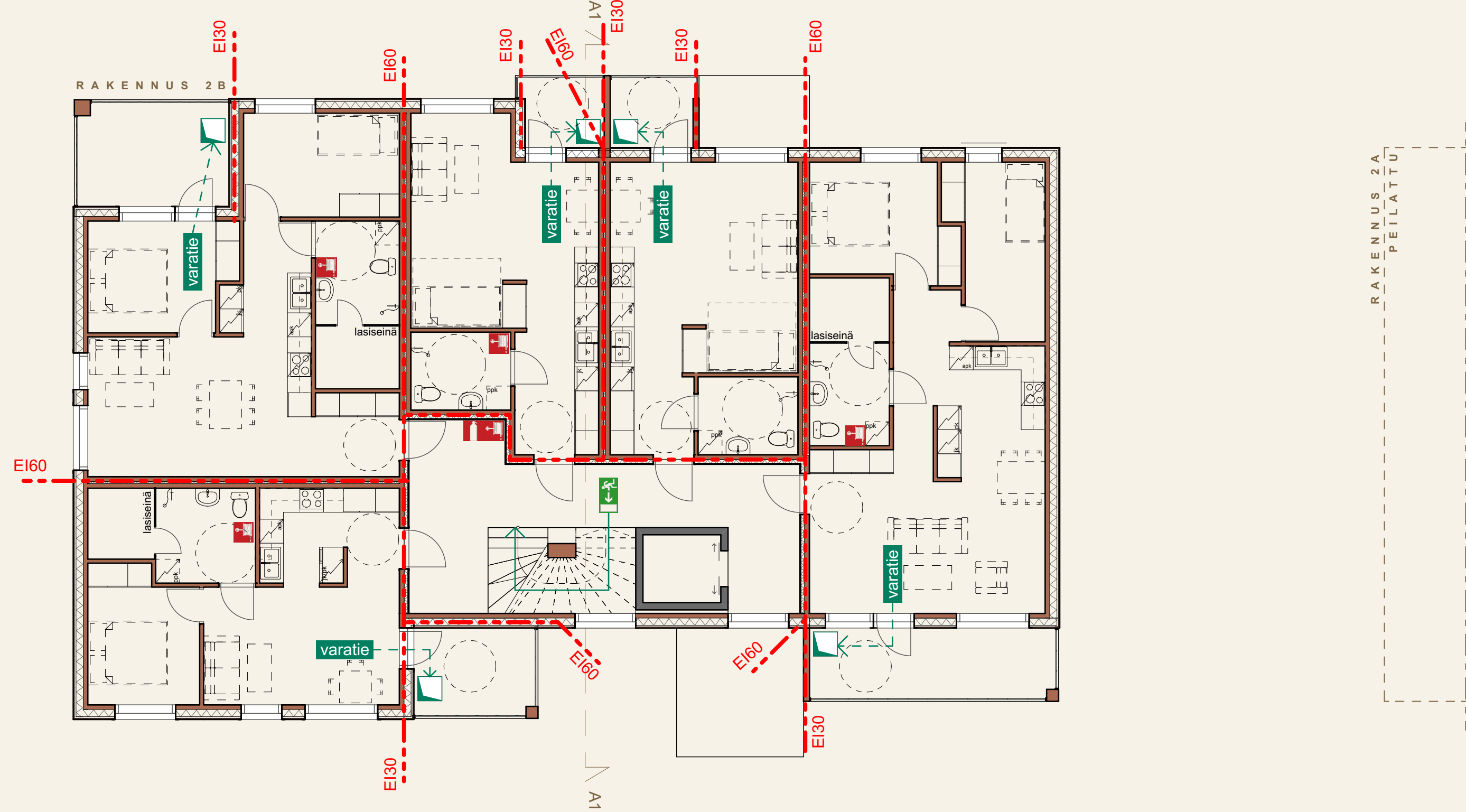
TONTIN RAJA KATUJALIA RISSONKATU

KATUJALIE RISSONKATU TONTIN RAJA

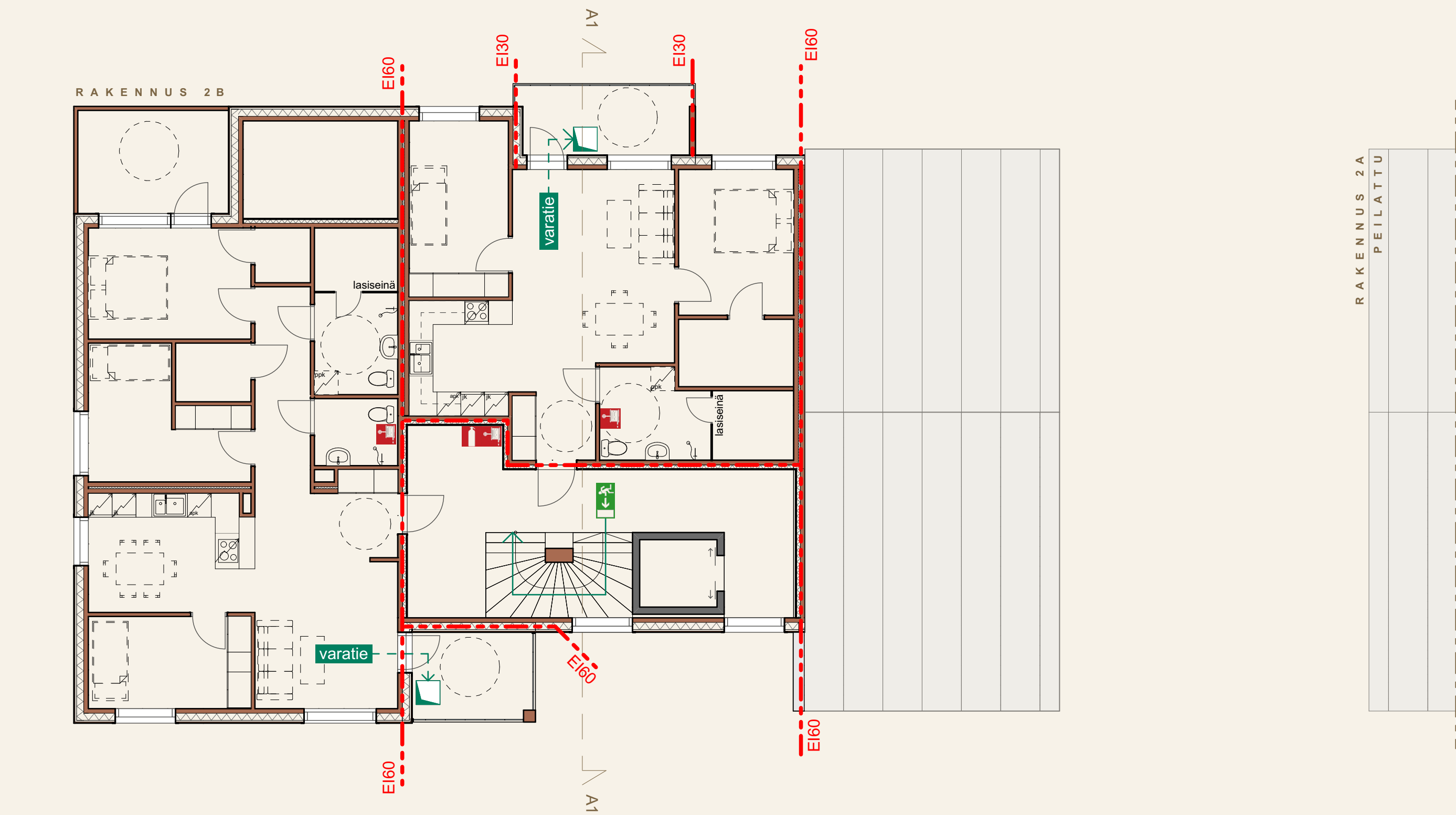
MAANTASOKERROKSEN PALO-OSASTOINTI 1:100



1. JA 2. KERROSTEN PALO-OSASTOINTI 1:100



YLÄKERROKSEN PALO-OSASTOINTI 1:100



	PALO-OSASTOINTI		SPOK	SAVUNPOISTO-OHJAUSKESKUS
	PALO-OSASTOINNIN TUNNUS		ILMAOLMAITINKESKUS	PALOLMAITINKESKUS
	POISTUMISMATKAN SUUNTA		ILMASTOINTI HÄTÄ-SEIS	ILMASTOINTI HÄTÄ-SEIS
	PIKAPALOPOSTI		LUUKKU (MIN 600X600 mm)	LUUKKU (MIN 600X600 mm)
	KÄSISAMMUTIN			
	VARATIE			

PALOTURVALLISUUS

Rakennuksen paloluokka P2.
 Palo-osastoitus huoneistoittain REI 60.
 Palo-osastoitus VVS ja varastotiloissa REI 120 (600-1200 MJ/m²).
 Yläpohja palo-osastoiva EI 60.
 Savunpoisto (SP) toteutetaan ikkunoilla.
 Savunpoiston laukaisukeskus (SPL) sijaitsee pääsisäänkäynnin yhteydessä.

VISUALISOINTIKUVA ETELÄÄN HALTIJANKAARELLE

