

EELPROJEKT

IV VAHERAPORT

IV VAHERAPORT

|

EELPROJEKT

UURIMISPROJEKT 1+X

SELETUSKIRI
1+X EELPROJEKT

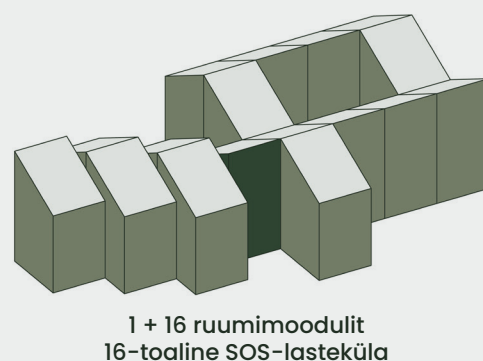
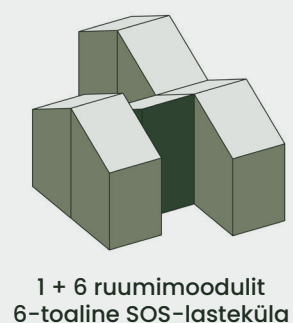
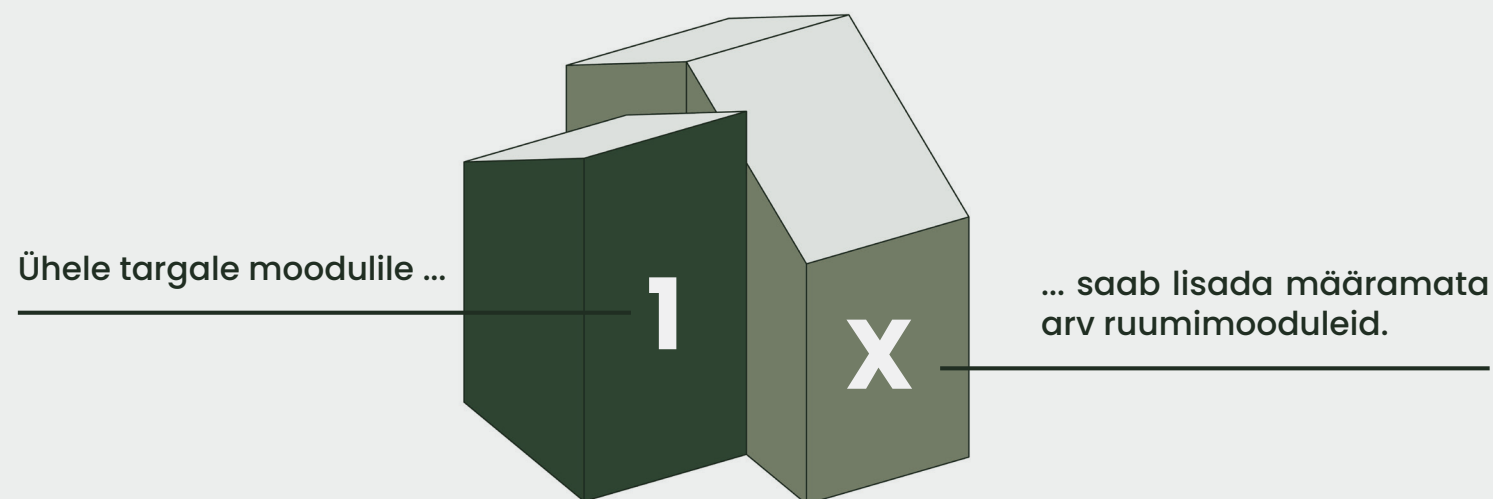
IV VAHERAPORT

Moodulsüsteemi 1+X arendus, tehnomooduli väljatöötamine ja põhu kui materjali kasutamise uurimine

KOOSTAJAD: TRIINU AMBOJA, VALERII KRINBERG, ROOSMARI KUKK,
RASMUS MEEMA, ANETH TRAUMANN, LIISPET VIIRA

JAANUAR–MAI 2024

SISUKORD			
SISSEJUHATUS	4		
1. ÜLDOSA	6		
1.1. Ehitusprojekti ülesehitus	6		
1.1.1. Ökoloogiline ehitus	6		
1.1.2. Modulaarne ehitus ja tehaseline tootmine	7		
1.2. Tüpoloogiad	8		
1.2.1. Eramu (SOS lasteküla kontseptsioon)	8		
1.2.2. Kortermaja	9		
1.3. Alusteadmised	10		
1.3.1. Põhuehituse eripärad	10		
1.3.2. Puistepõhu ehituse eripärad	11		
1.3.3. Ehitusuuringud Robot Structural Analysis programmis	11		
2. ELEMENTIDE KATALOOG	15		
2.1. Mustersüsteem	15		
2.2. Elemendid	16		
2.2.1. Raam	16		
2.2.2. Välisseina paneelid	18		
2.2.2.1. Fassaadid	19		
2.2.2.2. Avatäited	20		
2.2.2.3. Varjestus	20		
2.2.3. Siseseina paneelid	21		
2.2.4. Põrandapaneelid	22		
2.2.5. Vahelaepaneelid	24		
2.2.6. Katusepaneelid	25		
2.3. Tootmine ja transport	26		
3. TARK MOODUL	28		
3.1. XS – suurus	29		
3.2. S – suurus	30		
3.3. M – suurus	31		
		3.4. L – suurus	32
		4. PROJEKTIDE KONFIGURATSIOONID	33
		4.1. Eramu: SOS lasteküla	33
		4.1.1. Hoone üldkontseptsioon ja ruumiprogramm	34
		4.1.2. Hoone(te) tehnilised andmed	34
		4.1.3. Joonised	35
		4.2. Kortermaja	39
		4.2.1. Hoone üldkontseptsioon ja ruumiprogramm	39
		4.2.2. Hoone(te) tehnilised andmed	39
		4.2.3. Joonised	40
		4.3. Muud potentsiaalsed lahendused	44
		4.4. Ehitusprotsessi kirjeldus	44
		4.5. Kasvatamine ja kahandamine	46
		5. EHITUSFÜÜSIKALISED LAHENDUSED	48
		5.1. Ehituskonstruksioonid	48
		5.1.1. Piirdetarindite ehitusfüüsikalised omadused	48
		5.1.2. Sisekliima tagamise lahendused	48
		5.1.3. Nõuded ehituskvaliteedile ja kavandatav eluiga	50
		5.2. Akustika	50
		5.3. Elektrisüsteemid	50
		5.4. Valgustus	51
		5.5. Tuleohutus	52
		5.6. Küte ja ventilatsioon	53
		5.7. Veevarustus ja kanalisatsioon	53
		6. KONFIGURAATOR	54
		6.1. Creatomus konfiguraator	54
		6.2. Lähteandmed	54
		6.3. Konfiguraatori programmeerimine	54
		KOKKUVÕTE	56
		KASUTATUD ALLIKAD	57
		LISA 1. Sõlmejoonised.	60



Skeem 1. 1+X idee selgitus.

SISSEJUHATUS

1+X projekti idee on madalsüsinik moodulmajasüsteem, mis seisneb põhupaneelide integreerimises mustermaja ideega. Modulaarne mustermaja lahendus koosneb tüüpelementidest, mis võimaldab projekteerida erineva suuruse, otstarbe ja välimusega hooneid. Loodav muster hõlmab endas nii tehnilise mooduli kui ka ruumielementide väljatöötamist keskkonnasõbralikest ja taaskasutatavatest materjalidest. Süsteemi puhul on oluline, et lahendus elementide kokkupanemisel ning lahtivõtmisel oleks võimalikult nutikas ja lihtne. Arendatava mustermaja digitaalse konfiguraatori abil saame arvutada materjalide koguse, sellega seotud süsiniku jalajälje ning ligikaudse tootmismaksumuse.

Modulaarse hoone kandekonstruktsioon, mis põhineb raamistikul, pakub mitmeid eeliseid, sealhulgas hoone paindlikkust, ehitusprotsessi tõhusust, seadustamise lihtsustamist. Põhust välisseinapaneelide kasutamine koos modulaarsete raamistruktuuridega võimaldab luua jätkusuutlikke ja ringmajandatavaid hooneid, mis vastavad kaasaegsete ehitusstandardite nõuetele. Lisaks pakub see lähenemine võimalusi nii uusehitiste rajamiseks kui ka renoveeritavate hoonete energiatõhususe ja sisekliima parandamiseks.

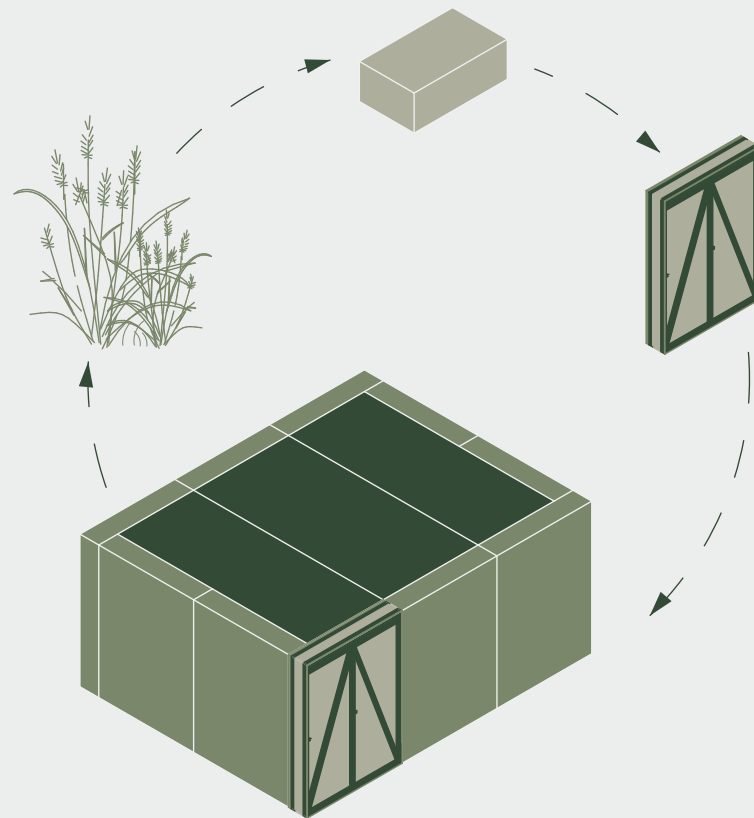
1+X mustermajasüsteemi keskmes on tehniline moodul, mis tagab esmavajalikud vee-, elektri- ja küttesüsteemid ning võimaldab vajadusel hoonel toimida ka isemajandavalt. Tehniline ehk tark moodul hõlmab endas ka tualetti ning kööki. Targa mooduli ümber võimaldavad vajalikke eluruume luua paneelidest koosnevad ruumimoodulid. Elementide mõõdud on kohandatud nii, et transportimine oleks võimalikult kompaktne, aga samas on need piisavalt suured, et ehitamine oleks kiire (skeem 1).

Ruumielemendid on puitkarkassist ning soojustusmaterjalina on kasutatud põhku. Põhk on looduslik ja tänapäeval aina rohkem ehituses kasutatav materjal ning, kuna tegemist on jääkproduktiga, siis on see praeguse ehitusmetoodikaga võrreldes keskkonnasõbralikum. Põhk on samuti heade akustiliste omaduste ja soojapidavusega materjal, mis annab eelduse ka hoone mugavale sisekliimale. 1+X süsteem väärrib elluviimist, et ehitada kiiremini ja väiksema jalajäljega.

1. ÜLDOSA

1.1. Ehitusprojekti ülesehitus

1.1.1. Ökoloogiline ehitus



Skeem 2. Põllult põllule projekteerimine.

Taaskasutatavate ja jätkusuutlike materjalide potentsiaal ehituses on märkimisväärne, sest neid võib pidada ainukeseks viisiks ehituses keskkonnasõbralike direktiivide täitmiseks. Innovatiivsete materjalide turule toomine peaks keskenduma süsinikusidumise võimekusele, et toetada keskkonnasäästlike eesmärke. Põhk, kanep ja puit, pakuvad keskkonnasõbralikke lahendusi ja parandavad elukeskkonda. Materjalide nutikas kasutamine ja disaini integreerimine aitab kaasa tervislikumate ja efektiivsemate hoonete loomisele, mis vastavad ka kaasaegsetele keskkonnastandarditele (skeem 2).

1+X projektis on põhk disainiprotsessi oluline komponent juba algusest peale. Meie lähenemine on, et materjal peaks suunama disaini, võimaldades integreerida selle põnevaid omadusi. Põhk tagab tervislikuma sisekliima hoonetes, kuna see on organismile naturaalsem võrreldes paljude tänapäeval kasutatavate keemiliste

ehitusmaterjalidega, mis eritavad kahjulikke osakesi. Seetõttu on meie peamine eesmärk kaitsta ja hoolida inimeste tervisest.

Põhu tehnilised omadused on võrreldavad kaasaegsete soojustusmaterjalidega. Põhk pakub tõhusat tulekindlust, akustilist isolatsiooni ja soojusisolatsiooni. Kuigi põhust seinte paksus on suurem kui teistel soojustusmaterjalidel, annab see disainis mitmeid eeliseid. Paksemad seinad võivad näiteks pakkuda paremat heliisolatsiooni ja aidata säilitada stabiilsemat sisetemperatuuri. Lisaks saab põhku kombineerida teiste looduslike materjalidega, et luua unikaalseid ja esteetiliselt meeldivaid arhitektuurseid lahendusi.

1.1.2. Modulaarne ehitus ja tehasealine tootmine

Tehases tootmine pakub mitmeid eeliseid ehitusprotsessi kiirendamiseks ning jääkide ja ehitusmaksumuse vähendamiseks. Moodul- ja elementmajade tootmine tehases võimaldab tõhusat ressursside kasutamist ja suuremat kontrolli kvaliteedi üle. Lisaks loob see võimaluse arendada ringmajandatavaid hooneid, kuna tehases toodetud moodulid ja elemendid on kavandatud selliselt, et neid saab hiljem vajadusel lahti võtta ja uuesti kasutada.

1+X süsteemi hoone kandekonstruktsioon on üles ehitatud selliselt, et esimesena pannakse püsti postide-talade moodulid, millele laotatakse peale katusepaneelid. Seejärel transporditakse põranda- ning vahelaepaneelid ja välisseinte elemendid, et paigaldada neid kuival kaetud katusega ehitusplatsil. Paneelide ning muud hoone elementide mõõdud on korrelatsioonis veoauto standard mõõtudega, et elementide kohaletoomine ei oleks kulukas, keeruline ega ohtlik.

1.2. Tüpoloogiad

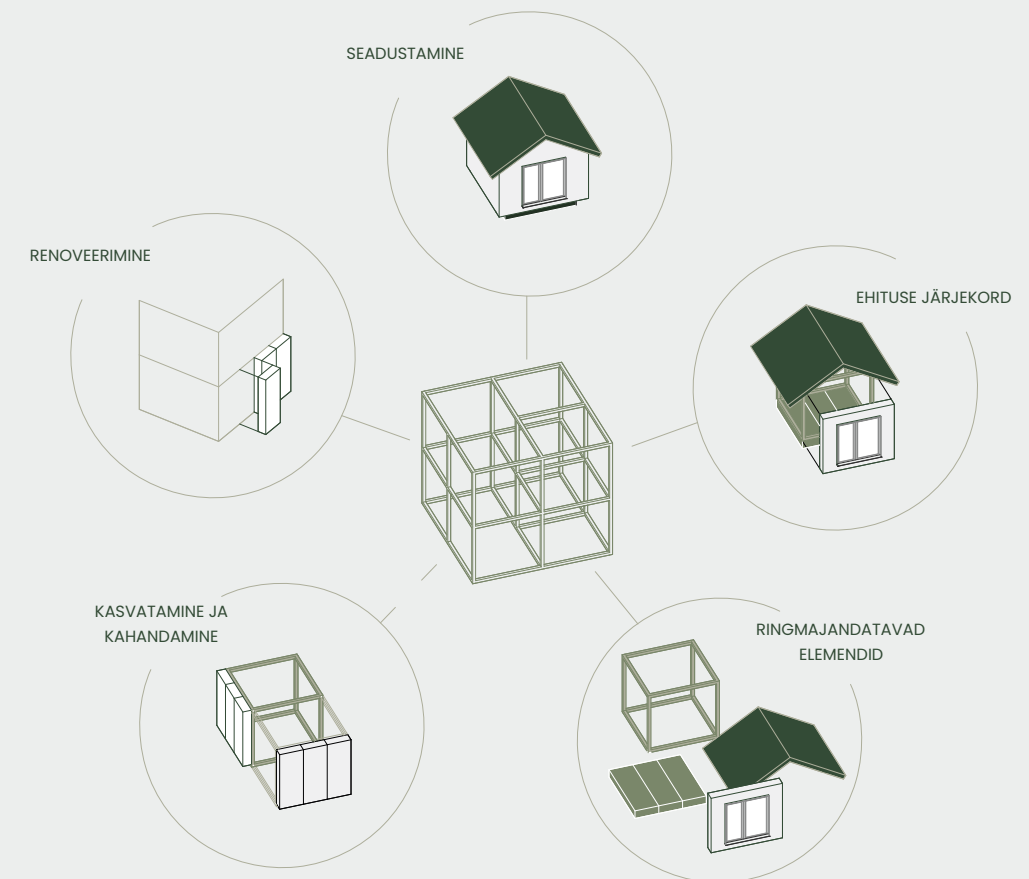
1.2.1. Eramu (SOS lasteküla kontseptsioon)

SOS lasteküla maja kontseptsioon oli 1+X mustersüsteemi algseks sisendiks. 1+X süsteem on välja töötatud vastavalt asenduspere kodu vajadustele, arvestades ligipääsetavust, magamistubade arvu ning kiiret ehitust. Suurim uuendus meie süsteemis on hoonete paindlikkus kasvamise ja kahanemise osas, mis vastab muutuvale seadusandlusele ja pere vajadustele. Valitsus on kahel korral muutnud seadust, vähendades ühes peremajas olevate laste arvu kümnet lapselt kuuele. Selle tulemusena on varasemalt püstitatud hoonete halduskulud muutunud liiga kõrgeks, kuna kommunaalkulud moodustavad suure osa halduskuludest, mida asenduskodud endale lubada ei saa.

Ligikaudu 70% lastest on vanuses 12+ ning paljudel neist on füüsilised ja vaimsed erivajadused. Seetõttu ei saa palju lapsi paigutada ühele pinnale. Uute projektide puhul on arvestatud elamispinda suurusega 110–140 m².¹ Magamistubade jaotuse osas on 2 lapse puhul ruumi suurus ca 12 m² ja ühe lapse puhul ca 8 m². Vannitoa suurus peab olema 6 m². Mida rohkem lapsi, seda suurem peab olema panipaik. Ühe abiruumi olemasolust ei piisa, lisaks on vaja täiendavat ruumi või eraldi kuuri, et mahutada näiteks rattaid. Näiteks 10 lapse puhul on vaja 14 m² suurust kuuri.²

Ühisruumide olemasolu on oluline perekultuuri rõhutamiseks ja pereliikmete igapäevaseks kogunemiseks. Kuue lapsega peremaja ühise ruumi suurus peaks olema 36 m². Köök ja elutuba peaksid olema ühendatud, et soodustada peresisest suhtlust. Sopistused planeeringus on kasulikud kui majas elab rohkem lapsi. Majade sissepääsude juures on vajalikud kohad jalgade puhastamiseks ja väikesed surveveega duššid, samuti invataristu.

1.2.2. Kortermaja



Skeem 3. Raamkonstruktsiooni olulisus.

Raamkonstruktsiooni toel ehitamine võimaldab süsteemil kasvada ühepereelamutest kuni kortermajadeni. See muustriloogika toimib ka kortermajade planeeringute puhul, järgides eluruumidele esitatavaid nõudeid vastavalt seadusele.

Korterite kontseptsioon põhineb samal loogikal nagu ühepereelamutel: igas korteris on oma tehniline moodul koos mägroomidega. See võimaldab efektiivset ja mugavat ruumilahendust, kus igal eluruumil on vajalikud mugavused ja funktsionaalsed tsoonid. Kortermajades on planeeritud 3- kuni 4-toalised korterid, mis sisaldavad magamistube, esikut, majapidamisruumi, pesuruumi ning avatud elutuba ja kööki. See ruumilahendus tagab piisava elamispinna ning vastab kaasaegsete korterelamute nõuetele ja elanike ootustele.

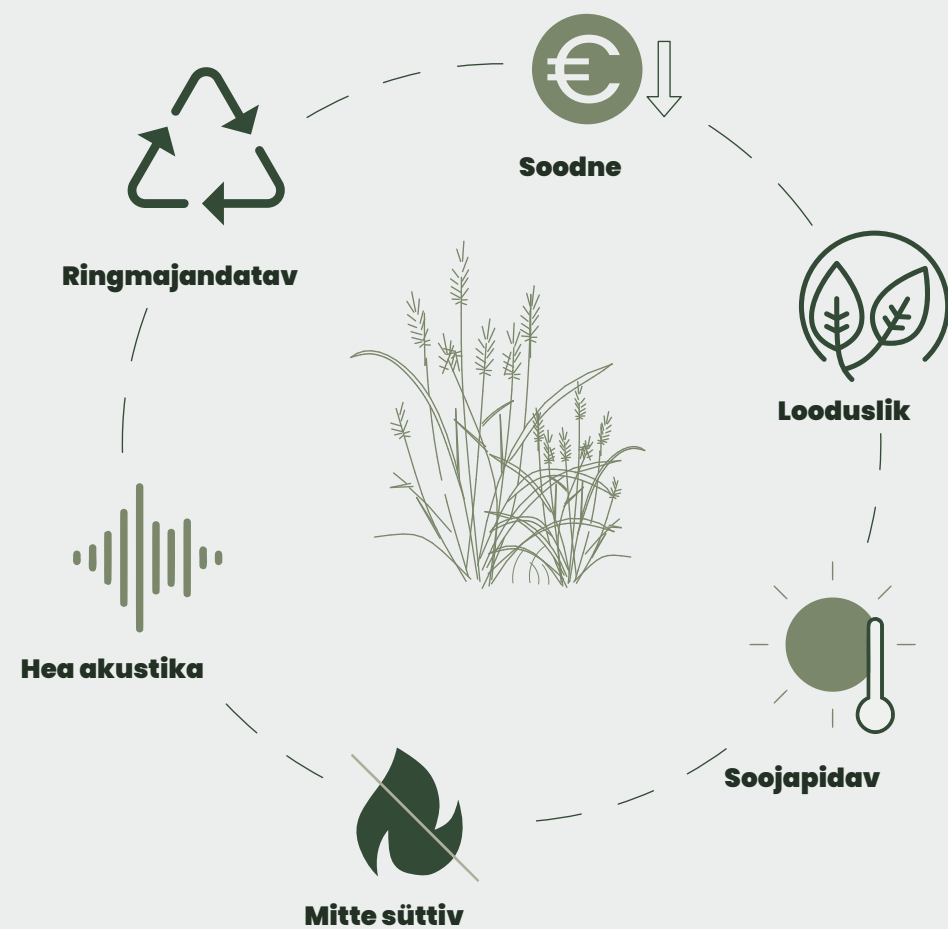
Raamkonstruktsiooni paindlikkus võimaldab tulevikus hõlpsasti muuta ja kohandada eluruume vastavalt vajadustele. Näiteks saab olemasolevaid kortereid hõlpsasti laiendada või vähendada, sõltuvalt elanike arvu ja vajaduste muutumisest (skeem 3).

¹ M. Oro, intervjuu. Küsitles 1+X uurimisrühm, 18.04.2024. Intervjuu märkmed 1+X uurimisrühma valduses.

² Tervisekaitseinspektorikule asenduskoduteenusele 2007, (täiendatud 2018). – Riigi Teataja, <https://www.riigiteataja.ee/akt/12855667?leiaKehtiv> (vaadatud 20.08.2024).

1.3. Alusteadmised

1.3.1. Põhuehituse eripärad



Skeem 4. Põhu omadused.

Põhust ehitamise suurim eripära on selle ehitusjärjekord. Ehitusel on oluline tagada, et põhk ei saa niiskust. Põhust ehitamist tuleb juba enne viljavõttu planeerida, millise suurusega põhupakke ja kui palju on vaja, et saaks põllumeestelt vajaminevate mõõtudega pakid tellida. Järgmine oluline samm on põhupakkide hoiustamine. Ideaalis võiks hoone karkass ja katus olla valmis põhupakkide valmimise ajaks, et kaitsta neid vihma eest. Tavapärase põhu ehituse puhul saab põhupakke hoiustada hoones katuse all, tõstes neid järjest seina, nii et pakid ei saa niiskust. Samuti on vaja kohe viimistleda põhusein, et kaitsta seda niiskuse eest.

Hoone ehitamisel tuleks planeerida, et karkassipostid jääksid põhupakkide keskele. See tagab, et põhupakid on omavahel seotud ja vähendab külmasildade teket. Põhu parimad füüsikalised omadused tulevad esile, kui põhupakid on tugevalt omavahel kokku pressitud. Seetõttu on oluline osa põhupakkidest ehitamisel nende survestamine seinas (skeem 4).

1.3.2. Puistepõhu ehituse eripärad

Mustersüsteemi väljaarendamisel oleme valinud soojusisolatsiooniks puistepõhu. Puistepõhu tehnoloogiaga käisime tutvumas Austrias Iso-Stroh tehases. Blow-in-tehnoloogia ehk puistepõhu-soojustus on innovatiivne meetod, mis toimib sarnaselt puistevilla soojusisolatsiooni paigaldamisega. Tugeva õhusurve all puhutakse purustatud põhk kinnisesse hoone tarindisse. See tehnoloogia sobib nii uusehitiste kui ka olemasolevate hoonete välis- ja siseseinte, vahelagede ja katuste soojustamiseks.³

Puistepõhu eeliste loetelu:

1. looduslik tulekaitse tänu põhu looduslikule koostisele ja tihedusele;
2. on garanteeritud, et kasutatav põhk on kuiv;
3. põhust on välja puhastatud umbroht ja viljajäägid;
4. põhku ei pea ehitusplatsil ladustama, kuna puistepõhku saab platsile transportida niiskuskindlates pakendites;
5. homogeenne sissepuhutav isolatsioonimaterjal;
6. puudub / minimaalne vajumine;
7. ehitusmaterjalina on puistepõhk sertifitseeritud.⁴

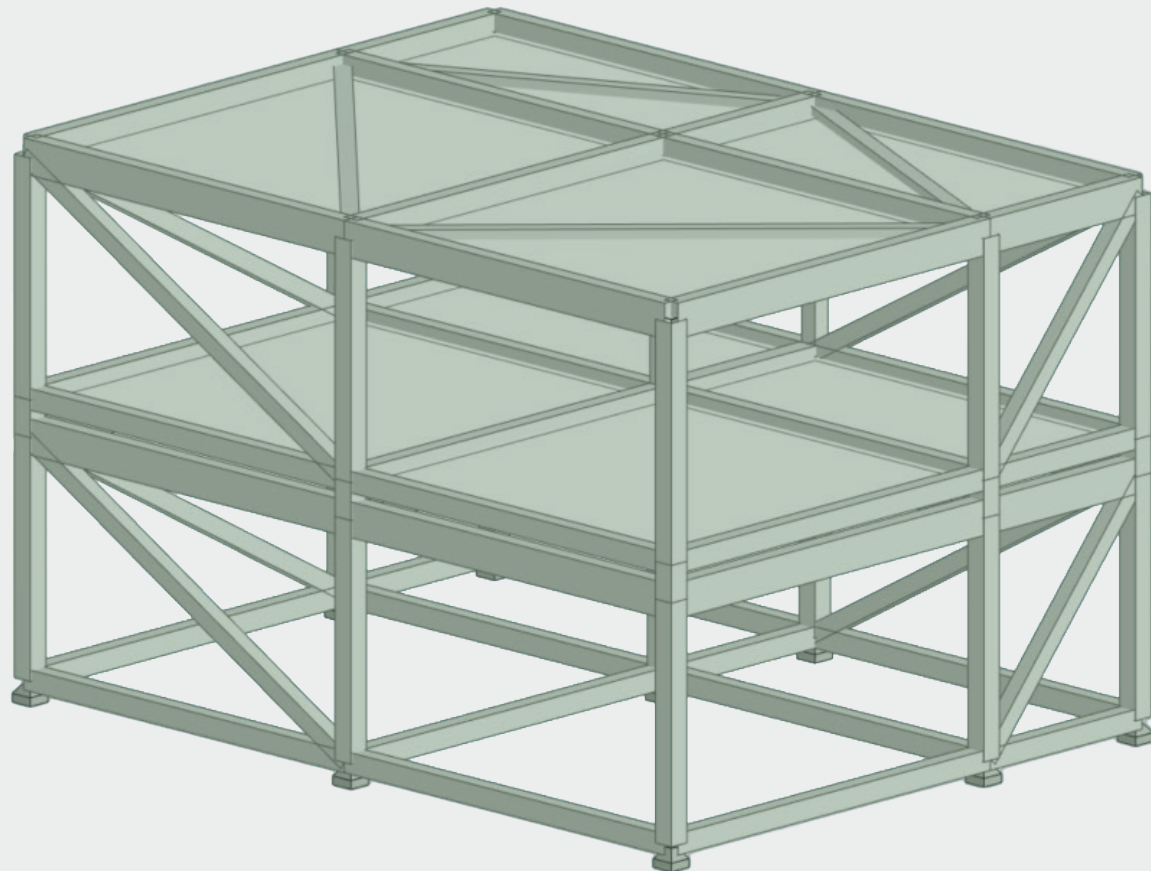
1.3.3. Ehitusuuringud Robot Structural Analysis programmis

Robot Structural Analysis Professional on struktuurilise koormusanalüüsi tarkvara, mis kontrollib koodidele vastavust ja kasutab BIM-integreeritud töövooge.⁵ Testis ime väljatöötatud raamkonstruktsiooni ja hoone elementide tugevust Robot Structural Analysis programmis. Esmalt modelleerisime kandekonstruktsiooni ehk raamstruktuuri, lisades vajalikud toed ja liigendid, mille põhjal sai dimensioneerida esialgsed talad (pilt 1). Samuti määrasime konstruktsiooni materjalid, tagades, et need vastaksid projekti nõuetele ja koormustele (tabel 1).

³ DPM Gruppe, Iso-Stroh - "Im Detail Geschichte Technik Anwendung", lk 8, <https://www.iso-stroh.ch/wp-content/uploads/2022/09/ISO-STROH-im-Detail-technischer-Folder.pdf>

⁴ DPM Gruppe, Iso-Stroh, lk 9.

⁵ Overview, create resilient, constructible designs connected to BIM - Autodesk. <https://www.autodesk.com/products/robot-structural-analysis/overview> (lehte külastatud 16.08.2024)



Pilt 1. Programmis mudeldatud kandva konstruktsiooni arvutusmodel.

Member	Seccion	Material	Lay	Laz	Ratio	Case	Ratiolu
23 Eraldatud laet.	post 20x20	GL28h	40.53	40.53	0.00	9 ULS/87/	0.00
24 Eraldatud laet.	20x24	GL28h	69.57	83.48	0.00	• Wind UR Cpe -	0.00
25 Eraldatud laet.	20x24	GL28h	33.77	40.53	0.00	• Wind UR Cpe -	0.00
26 Eraldatud laet.	20x40	GL28h	41.74	83.48	0.81	9 ULS/83/	0.65
27 Eraldatud laet.	20x40	GL28h	20.26	40.53		9 ULS/85/	0.04
28 Eraldatud laet.	20x24	GL28h	69.57	83.48	0"	9 ULS/5/	0.83
29 Eraldatud laet.	20x24	GL28h	33.77	40.53	0.26	9 ULS/1/	0.00
30 Eraldatud laet.	20x40	GL28h	41.74	83.48	0.57	9 ULS/1/	0.52
31 Eraldatud laet.	20x40	GL28h	20.26	40.53	0.14	9 ULS/1/	0.03
32 Eraldatud laet.	20x24	GL28h	69.57	83.48	0.00	• Wind UR Cpe -	0.00
33 Eraldatud laet.	20x24	GL28h	33.77	40.53	0.00	• Wind UR Cpe -	0.00
34 Kandeupost_3	24x24	GL28h	39.26	39.26	0.23	9 ULS/14/	0.00
35 Kandeupost_3	24x24	GL28h	39.26	39.26	0.18	9 ULS/89/	0.00
36 Kandeupost_3	24x24	GL28h	39.26	39.26	0.14	9 ULS/8/	0.00
37 Kandeupost_3	24x24	GL28h	6.06	6.06	0.07	9 ULS/8/	0.00
38 Kandeupost_3	24x24	GL28h	6.06	6.06	0.11	9 ULS/89/	0.00
39 Kandeupost_3	24x24	GL28h	6.06	6.06	0.12	9 ULS/14/	0.00
40 Kandeupost_4	24x24	GL28h	38.97	38.97	0.12	9 ULS/89/	0.00
41 Kandeupost_4	24x24	GL28h	38.97	38.97	0.09	9 ULS/85/	0.00
42 Kandeupost_4	24x24	GL28h	38.97	38.97	0.07	9 ULS/89/	0.00

Tabel 1. Üks osa peale koormuste ja mudeli uuesti dimensioneerimist konstruktsioonide stabiilsus ja tugevuskontrollid.

Pärast seda alustasime konstruktsiooni testimist erinevate koormustega, sealhulgas tuule-, lume-, oma- ja elavkoormusega, mis hõlmas inimeste tekitatavat koormust. Koormuste mõjude arvutamisel selgus vajadus täiendavate korrektuuride järele, mille käigus täpsustati tala mõõtmed, kiived ja muud olulised konstruktsioonielemendid. Täiendavad dimensioneerimise korrektuurid aitasid tagada, et konstruktsioon vastab kõikidele ohutus- ja stabiilsusnõuetele.

Enne Robot Structural Analysis programmi koormuste sisestamist oli vaja teha konstruktsiooni omakaalu arvutused ja teisendada need õigetesse ühikutesse. Kõikide elementide omakaalud olid varasemalt välja arvutatud, vastavalt elemendis olevatele ehitusmaterjalidele ja nende mahukaaludele.

Välissein 2,4x 3m:

Omakaal 495 kg – 4, 95 kN

Robot Structural programmi jaoks teisendati antud koormus joonkoormuseks, kuna sein kinnitub raamis eraldiseisva tala külge. Joonkoormuse arvutuses taandati paneeli omakaalust paneeli kõrgus ja paksus välja. Alles jäi koormus jooksvale meetrile (kN/m).

Välisseina joonkoormus 2,4 m: $4,95 \cdot 0,4 \cdot 3 = 5,94$ kN/m.

Koormus **5,94 kN/m** sisestati programmis taladele, kuhu kinnitati välisseinad.

Katus 1,2x 3m:

Omakaal 188 kg – 1,88 kN

Robot Structural programmi jaoks teisendati antud koormus pindkoormuseks. Pindkoormuse arvutuses taandati paneeli omakaalust paneeli paksus välja.

Katuse 1,2x 3 m kogu pindala koormuseks tuleb $1,88 \cdot 0,45 = 0,85$ kN/m². Kuna katusepinnad on suuremad, kui selle paneeli pind, siis on mõistlik see teisendada 1 m² põhiseks koormuseks, mida saab programmi sisestada.

$$1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ m}^2$$

$$0,85 / 3,6 = 0,24 \text{ kN/m}^2$$

0,24 kN/m² on antud katuse ruutmeetri pinnakoormus, mida saab ka sisestada

programmis *Claddings* pinnale.

Vahelagi 1,2x 3m:

Omakaal 161 kg – 1,61 kN

Robot Structural programmi jaoks teisendati antud koormus pindkoormuseks. Pindkoormuse arvutuses taandati paneeli omakaalust paneeli paksus välja.

Vahelae 1,2x 3 m kogu pindala koormuseks tuleb $1,61 \cdot 0,325 = 0,52 \text{ kN/m}^2$. Vahelae pinnad on suuremad, kui selle paneeli pind, siis on mõistlik see teisendada 1 m^2 põhiseks koormuseks, mida saab programmi sisestada.

$$1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ m}^2$$

$$0,52 / 3,6 = 0,14 \text{ kN/m}^2$$

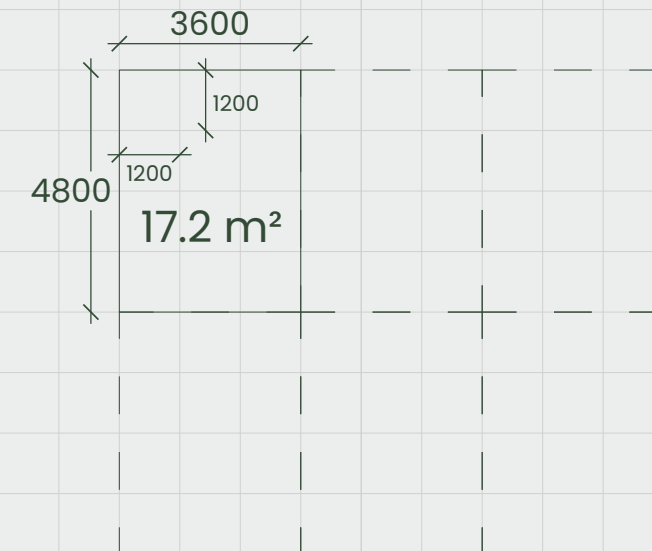
0,14 kN/m² on antud vahelae ruutmeetri pinnakoormus, mida saab ka sisestada programmis *Claddings* pinnale.

Lumekoormuse puhul arvestati, et tegemist on Kesk-Eesti piirkonnaga, mille normkoormuseks annab “Ehituskonstruktori käsiraamt” $1,25 \text{ kN/m}^2$. Tegemist on lamekatusega, ehk kujutegur on 0,8. Antud info sai sisestatud programmi, mis arutas ise vastavalt koormuste jaotuse katusele.

Tuulekoormuse puhul “Ehituskonstruktori käsiraamatust” sai valitud maastikutüübiks III, mis on maastik kaetud ühtlase taimkattega või ehitistega või üksikute takistustega, mille vahekaugus ei ole suurem 20-kordsest kõrgusest. (maasulad, äärelinnad, ühtlaselt metsaga kaetud alad). Programmis pidi lisaks valima, kas hoonel on parapett või mitte, mis meie antud hoone puhul on. Programm katsetas kõikidest ilmakaartest tuuled läbi ja analüüsis mis hoone külge kõige rohkem koormust saab. Tuule normkiiruseks valisime 21 m/s .

2. ELEMENTIDE KATALOOG

2.1. Mustersüsteem



Joonis 1. 1+X mustersüsteemi mõõdud.

Musterehitus on tulevikku suunatud lähenemisviis, mis pakub ehitustegevuse tuleviku jaoks mitmeid eeliseid. See rõhutab tõhusust ja kiirust, kasutades moodulitest kokkupandavaid komponente, mida saab massiliselt toota ja kiiresti kohapeal kokku panna, vähendades nii ehitusaega kui ka kulusid. See meetod on ka väga jätkusuutlik, vähendades materjalijäätmeid ja optimeerides ressursside kasutamist, mis vähendab keskkonnamõju ja tegevuskulusid.

Hoolimata sellest, et musterehitus tugineb standardiseeritud elementidele, võimaldab see märkimisväärset paindlikkust, võimaldades arhitektidel luua unikaalseid, kohandatavaid struktuure, mida saab kergesti muuta või laiendada. See lähenemisviis parandab ka kvaliteedikontrolli, kuna komponendid valmistatakse kontrollitud keskkonnas, et tagada ühtlane kvaliteet ja vastupidavus.

Musterehitus integreerib moodsaid ehitustehnikaid ja arukaid tehnoloogiaid, mis muudab selle kohandatavaks tulevaste arengute suhtes. Samuti aitab see lahendada

ülemailmseid probleeme, nagu eluasemepuudus ja katastroofidele reageerimine, pakkudes tõhusaid, taskukohaseid ja skaleeritavaid lahendusi, säilitades samas esteetilise ja kultuurilise asjakohasuse.

1+X mustersüsteem loob 1,2 meetrise ehitussammu reegli. Selline samm võimaldab mugavalt luua sobiva suurusega magamistube, eluruume ja ruumide vahelist ühendust. Mustersüsteemi mõõtmed on kavandatud, võttes arvesse abivahenditega liikumise ruumi, et tagada mugav liikumine koridorides. Magamistube saab projekteerida suurustes 8 m² või 12 m². Märgruumid on ligi 4 m² või 6 m² vastavalt tehnomooduli planeeringule. Elutoa-köögi suurus eramus ja kortermajas saab olla alates 30 m². Hoonet saab suurendada vastavalt raami sammule, ehk iga uus lisatava netopind on 14,4 m² (joonis 1).

2.2. Elemendid

Modulaarne hoone koosneb moodulitest ja elementidest, mida eeltoodetakse tehases ja pannakse ehitusplatsil kokku vastavas järjekorras. Väljaspool ehitusplatsi kontrollitud keskkonnas valmistatud elemendid võimaldavad kiiremat kohapealset montaaži, vähendades ehitusaega ja -kulusid. Eeltootmise täpsus vähendab jäätmeid ja tagab ühtlase kvaliteedi, vähendades vigade riski.

Hoolimata sellest, et eeltoodang on masstoodang, pakuvad eeltoodetud elemendid disaini paindlikkust, võimaldades kohandamist, säilitades samal ajal standardiseeritud tootmise eelised. Mustersüsteemil põhinedes on oluline, et erinevaid elemente oleks võimalik vähe, või siis, et elemente oleks võimalik lihtsate komponentidega ümber kohandada (näiteks aknaava suurus).

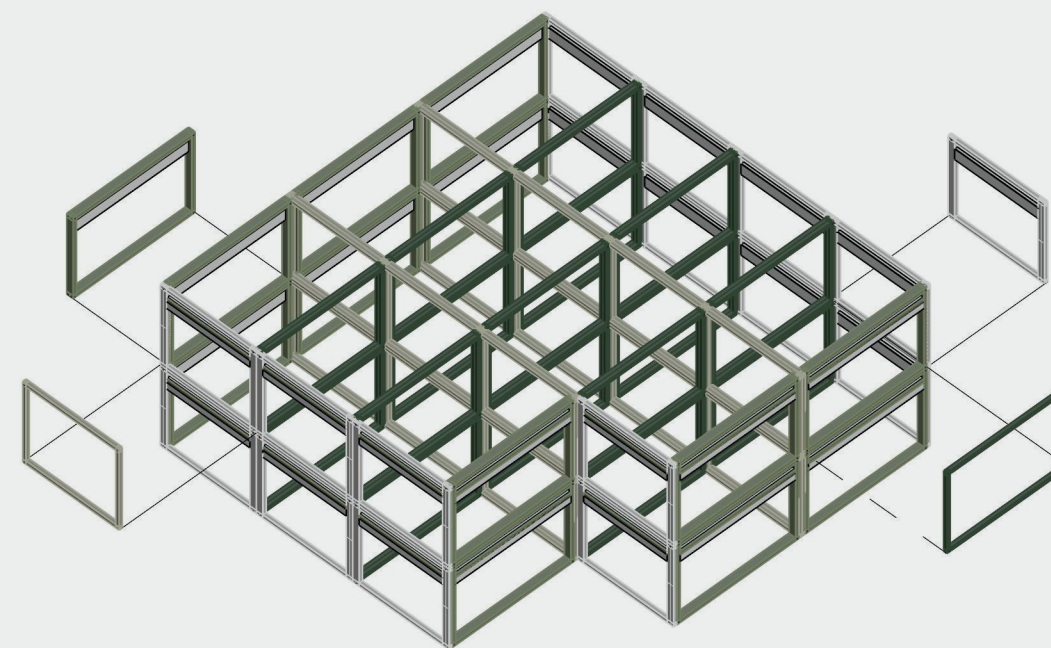
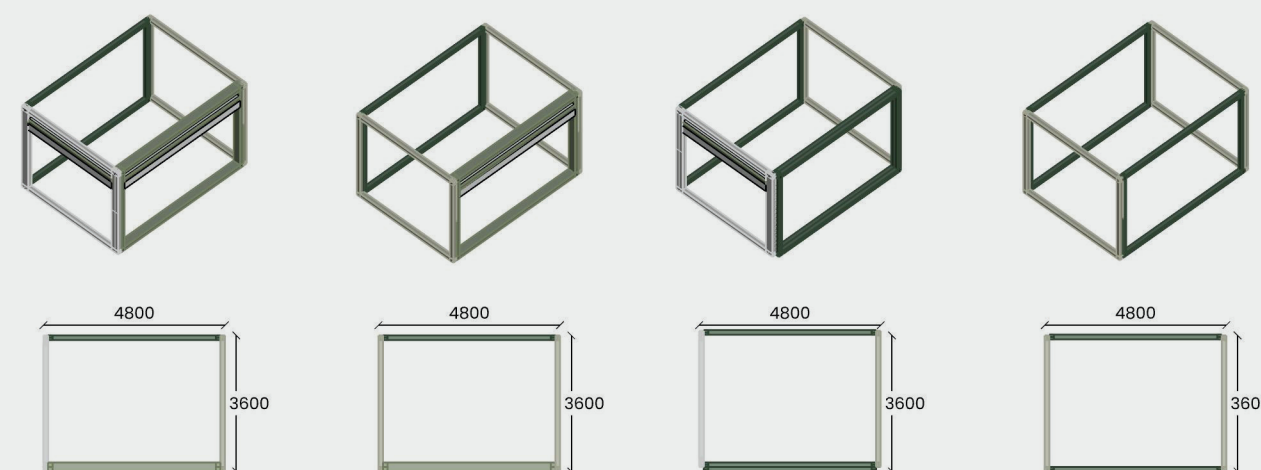
2.2.1. Raam

Modulaarse hoone kandekonstruktsioon põhineb modulaarsetel raamid, mis pakuvad hoone struktuurile suurt paindlikkust. Raamide suurused järgivad mustersüsteemi sammu, kuid on suurendatud 3,6 m x 4,8 m mustrisse. Raamidesüsteem on välja töötatud selliselt, et see võimaldab hoonet vastavalt vajadusele suurendada või vähendada. See omadus on eriti oluline ringmajandatavate hoone elementide tootmisel, kuna moodulite ja elementide taaskasutamine ja ümbertöötlemine muutub lihtsamaks (joonis 2).

Modulaarne raamisüsteem võimaldab ehitusjärjekorda planeerida nii, et põhust

välisseina paneele saab riputada raamile ehitusprotsessi lõpus. See tagab, et põhust välisseina paneelid püsivad ehituse ajal võimalikult kuivana, mis on oluline nende funktsionaalsuse ja vastupidavuse säilitamiseks. Lisaks võimaldab see lähenemine integreerida riputatavaid põhust välisseina paneele ka olemasolevate hoonete renoveerimisel, pakkudes seeläbi paindlikke lahendusi nii uusehitistele kui ka olemasolevatele hoonetele.

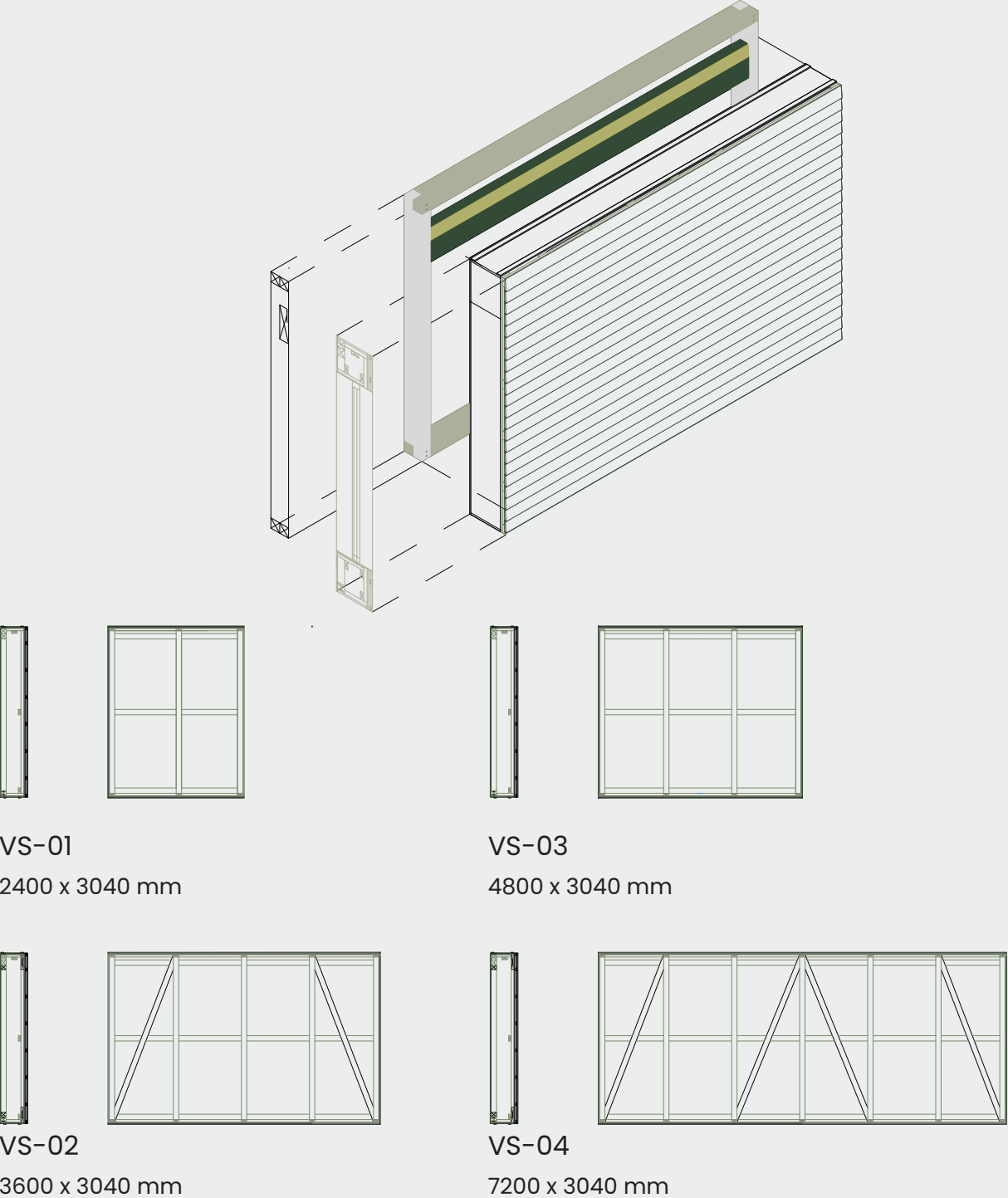
Raami olemasolu lihtsustab oluliselt konstruktiivsete arvutuste tegemist ja hoone seadustamist. Moodulraamid võimaldavad täpseid ja usaldusväärseid insener-tehnilisi lahendusi, mis kiirendavad ehitusprotsessi ja tagavad hoone vastavuse kehtivatele normidele ja regulatsioonidele.



Joonis 2. Raamimoodulid ja nende mõõdud.

2.2.2. Välisseina paneelid

Välisseina paneelid on 1+X mustersüsteemis kavandatud kolmes erinevas mõõdus: 3600 mm, 4800 mm ja 7200 mm, mis annab võimaluse paindlikumaks ruumi loomiseks. Erinevad paneelid annavad ruumi ja hoone kavandamisel lisavõimaluse ruumide suurust ja planeeringut kujundada. Selle mustri põhjal on kokku viis erinevat välisseina ja parapeti elemendi tüüpi, mis annavad kokku 15 erinevat ehituselementi. See mitmekesisus võimaldab paindlikku ja kohandatavat ehitusprotsessi, mis vastab erinevatele arhitektuurilistele ja funktsionaalsetele vajadustele (joonis 3).



Joonis 3. Välisseinapaneelid.

2.2.2.1. Fassaadid

Välisseina paneelide voodriks on hetkel võimalik valida viie erineva fassaadi kujunduse vahel. Vajadusel vastavalt mustrile saavad tellijad ja arhitektid ka ise juurde kujundada sobivaid fassaade. See annab arhitektidele ja ehitajatele suurema vabaduse luua unikaalseid ja esteetiliselt meeldivaid hooneid, mis vastavad tellija soovidele ja vajadustele (joonis 4).



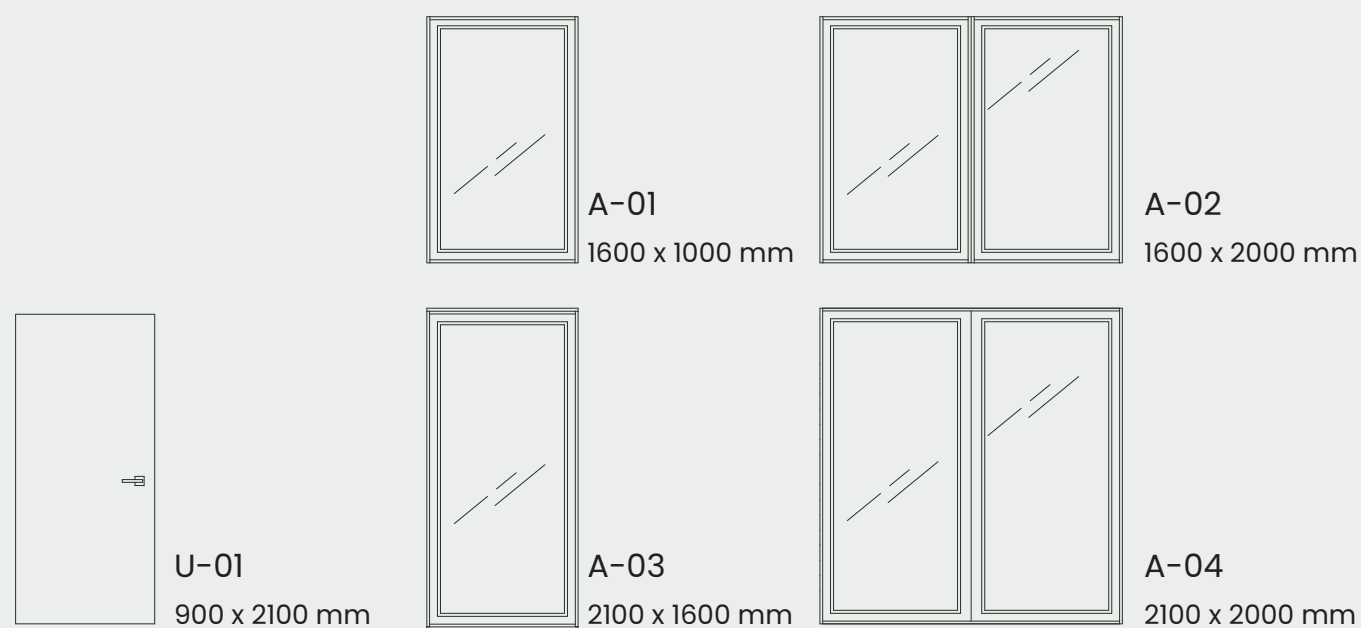
Joonis 4. Fassaadipaneelid.

2.2.2.2. Avatäited

Lisaks erinevatele mõõtudele ja tüüpidele on võimalik välisseina elementides muuta ka akna suurust. Projektis on arvestatud tüüpsete akende suurustega, mille kõrguseks on 2100 mm ja laiused valikus 900 või 1800 mm. Projekti alusel on võimalik paigutada välisseina elementidesse ka aknaid kõrgusega 1650 mm. Akende kohandamise võimalused võimaldavad paremat energiatõhusust ja sisekliima kontrollimist, kuna akna suuruse ja paigutuse muutmine võimaldab optimeerida loodusliku valguse ja soojuse reguleerimist (joonis 5).

2.2.2.3. Varjestus

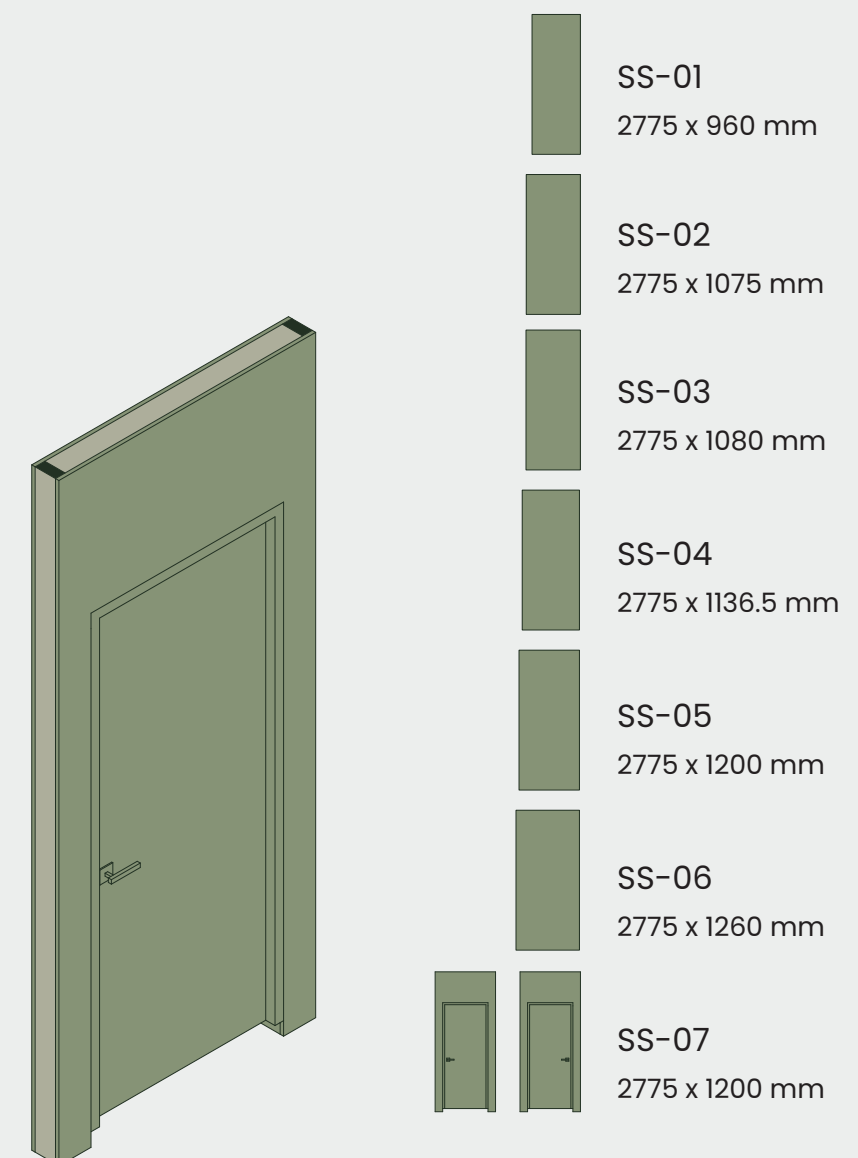
Välisfassaadi paneelide konstruktsioon ja kujundus on välja töötatud nii, et võimaldavad paigaldada akendele varjestuselemente ka pärast hoone valmimist. Varjestuselementide lisamine pärast hoone valmimist võimaldab kohandada hoonet vastavalt konkreetsetele tingimustele, näiteks päikese liikumisele, hoone orientatsioonile ja naabruses asuvatele olustikele. See tagab hoone energiatõhususe ja mugavuse, kuna akna varjestus aitab reguleerida sisetemperatuuri, vähendada energiakulusid ning kaitsta eluruumi liigse päikesevalguse eest.



Joonis 5. Avatäited.

2.2.3. Siseseina paneelid

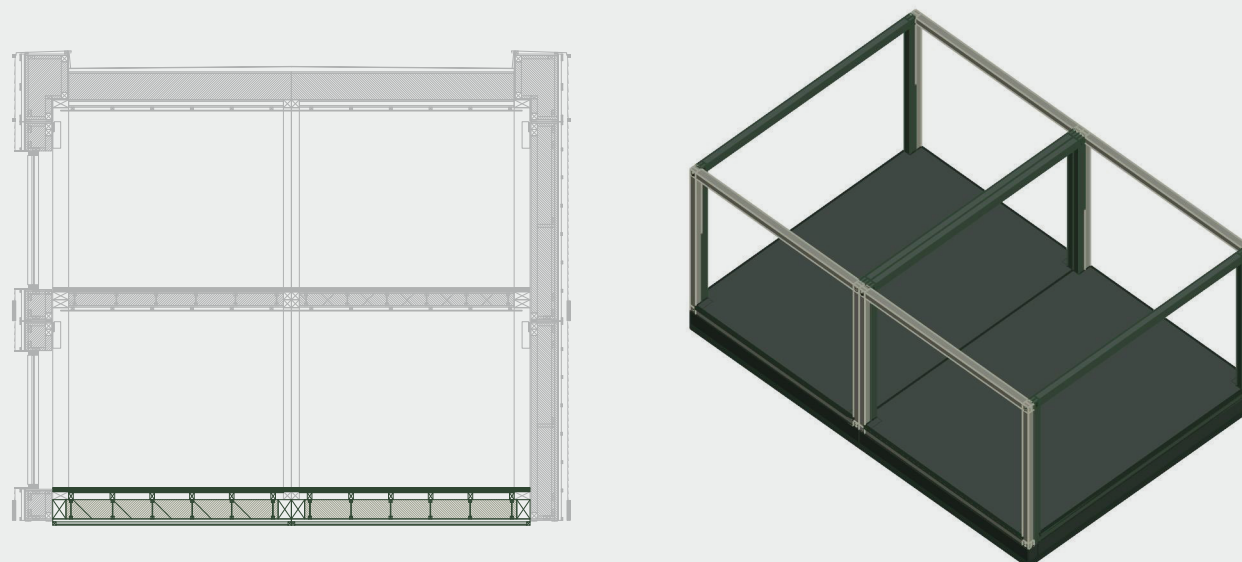
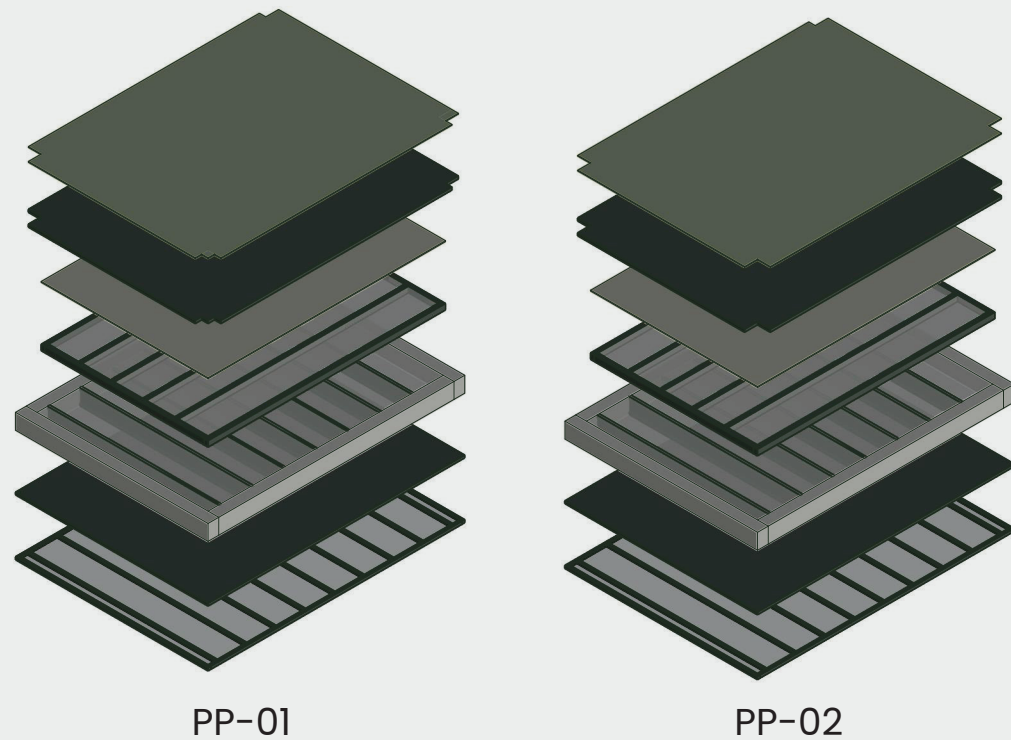
Siseseina paneelid on konstruktsioonilt lihtsad, mis meenutavad tavalise puitkarkasshoone seinu, kus karkassi samm on 600 mm. Karkassi materjalina on kasutatud 45x95 mm puitu. Postide kohal jookseb horisontaalne puitvöö. Karkassi vahele on paigaldatud tselluvill või puistepõhk. Karkass on mõlemalt poolt kaetud viimistlusega. Fassaadis on puitvooder ja siseviimistluseks on 12 mm vineer, mida saab hiljem vastavalt kasutaja soovile veel viimistleda teiste materjalidega. Siseseinad jälgivad sarnaselt teistele konstruktsioonidele mustersüsteemi ja paigaldusel on arvestatud, et põrandal ja lael asub vajalik konstruktsiooni element, millele siseseina vöö kruvidega kinnitada teise konstruktsiooniga. Siseseina laiused on 2400 mm; 3600 mm; 4800 mm; 7200 mm ja kõrgus on kõigil 2530 mm (joonis 6).



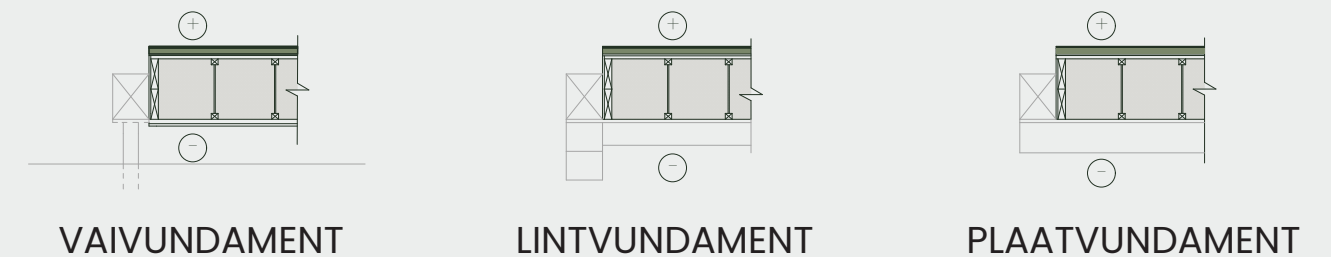
Joonis 6. Siseseinapaneelid.

2.2.4. Põrandapaneelid

1+X süsteemis on kahes erinevas mõõdus põrandapaneel (joonis 7). Pinnasel põranda tüüpe on kolm erinevat, vastavalt vundamendile. Käsitletud on põrand vaivundamendil, põrand lintvundamendil ja põrand plaatvundamendil (joonis 8).



Joonis 7. Põrandapaneelid.



Joonis 8. Kolm erinevat vundamendi lahendust.

Põrand vaivundamendil:

Põranda kandva konstruktsiooni moodustavad I-talad. I+X mustersüsteemi lahenduses on ette nähtud kasutada hõõvelpuidu, vineeri ja OSB plaadi kombinatsioonil toodetud I-talad (nt. Steico I-Joists). I-talde kõrguseks on 400 mm ja nende samm tsentrist on 400 mm. Põrandapaneeli perimeetris on 50 x 400 mm liimpuidust prussid, mille külge I-talad kinnituvad. I-talade vahel on tselluvill paksusega 400 mm. Talad on pealt ja külgedelt kaetud OSB plaatidega, esimene kiht (22 mm) piki talasid ja teine kiht (10 mm) risti talasid. OSB plaadi peale on kinnitatud puitkiududest sammumüraplaat (40 mm), millele kinnitatakse põrandaviimistlus (nt parkett). Põranda kandvast konstruktsioonist pinnase poole on paigaldatud aurutõkkekangas, mis on kinnitatud 45x45 roovidega I-talade külge. Roovide vahele on omakorda paigaldatud tsementlaastplaadid kaitseks looduslike bakterite ja seente eest. Sellise lahenduse tingimusteks on, et vaivundament on rajatud sellisele kõrgusele, et maapinna ja tsementlaastplaadi vahel oleks minimaalselt 400 mm õhuruumi. Vaivundamendi vaiadele tuleb paigaldada 240 x 300 mm liimpuitpruss, mille külge saab kinnitada põrandapaneeli.

Põrand plaatvundamendil:

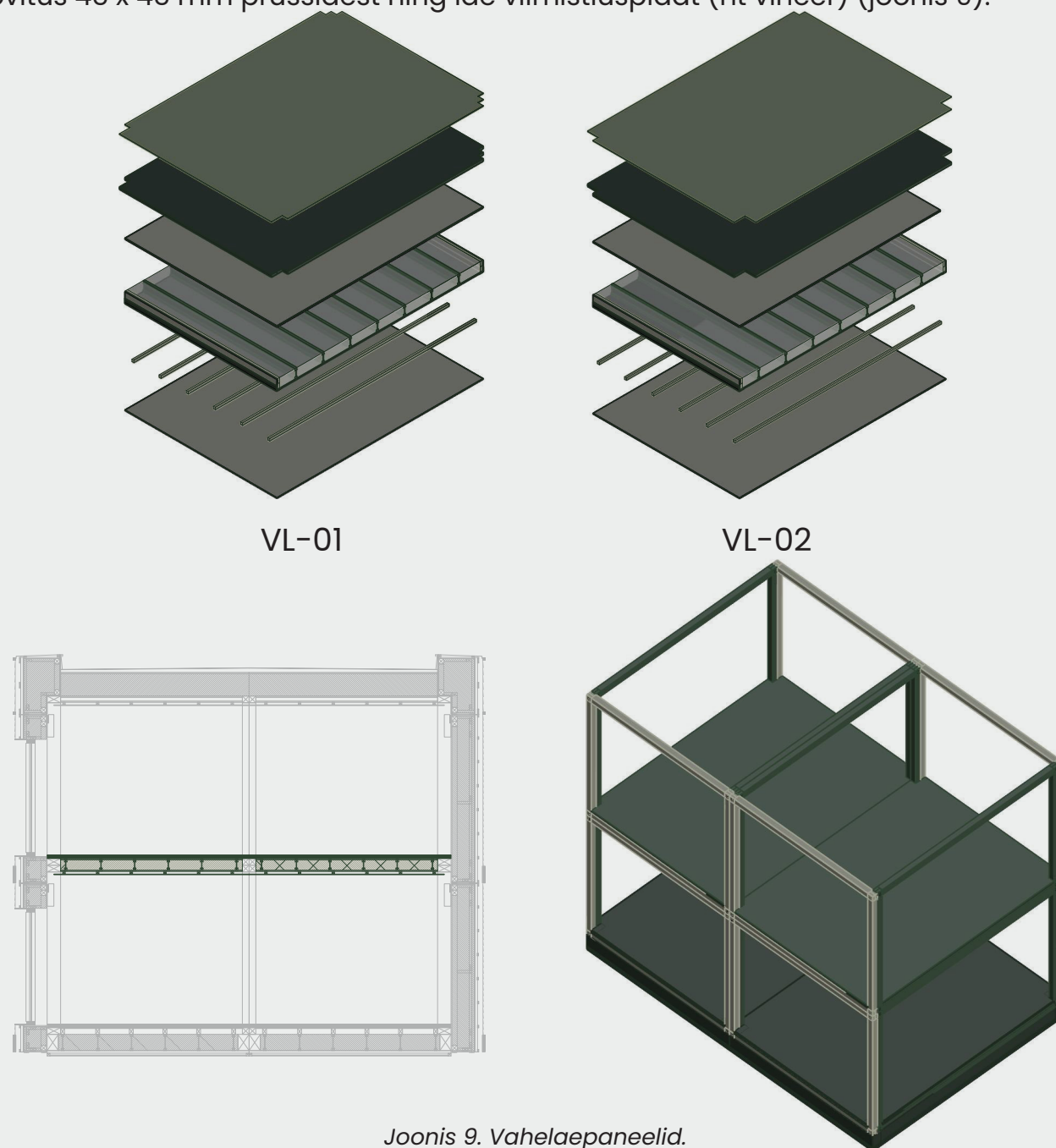
Põranda konstruktsioon on suuresti sama, mis kirjeldatud vaivundamendil põranda puhul lahenduses. Põranda kihtide liikumine kandvast konstruktsioonist väliskihi poole on aga erinev. I-talad on pinnase poolt samuti kaetud OSB plaadiga ning toetuvad otse plaatvundamendile.

Põrand lintvundamendil:

Põranda konstruktsioon ja lahendus ühtivad põrand plaatvundamendil kirjeldatud lahendusega. Erinevus seisneb aga selles, et lintvundamendi puhul toetuvad 240 x 300 mm liimpuitprussid sokliseinale ning põrandakonstruktsiooni alla on paigaldatud EPS soojustus 100 + 50 mm.

2.2.5. Vahelaepaneelid

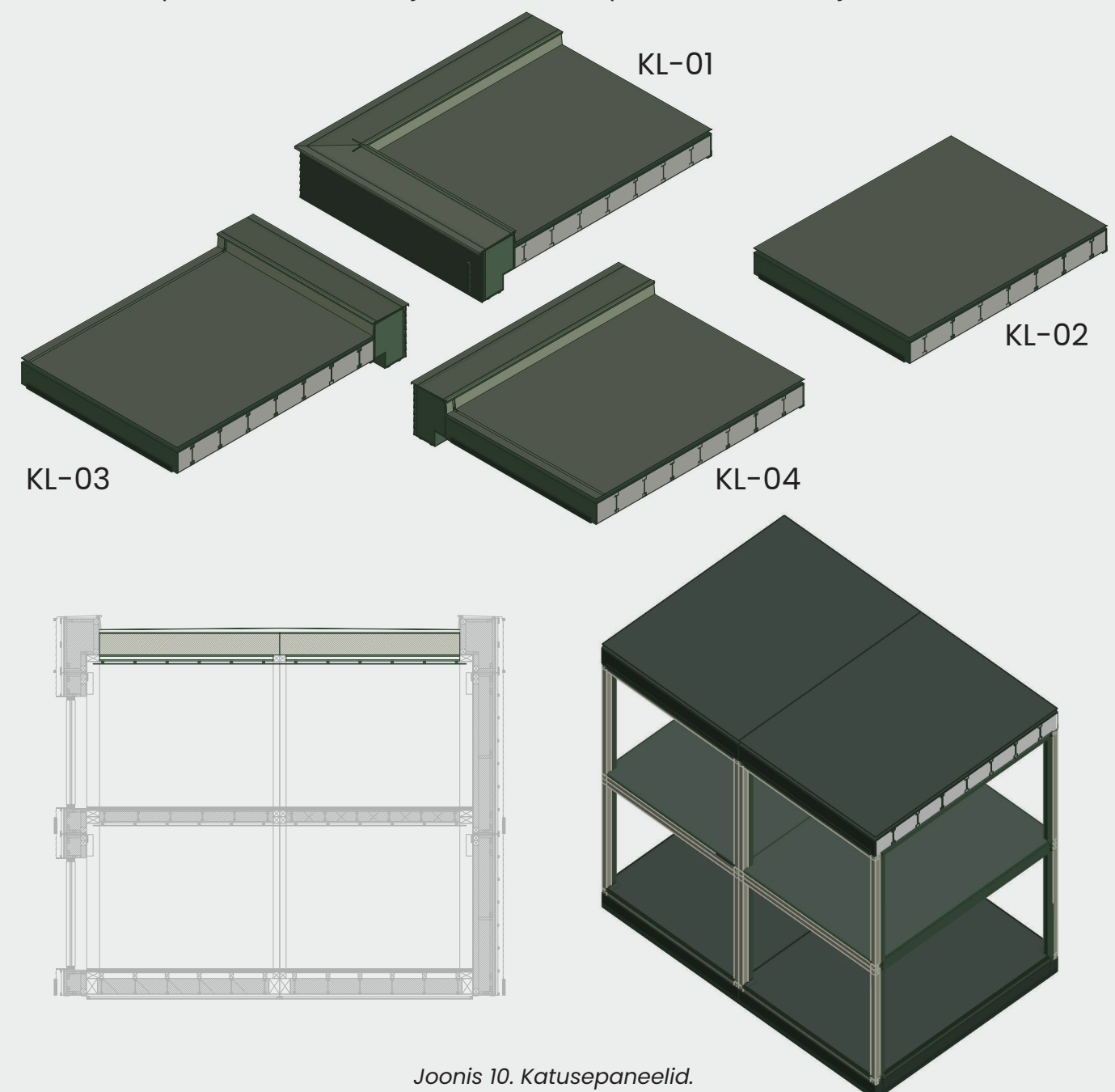
Vahelae kandva konstruktsiooni moodustavad puidust I-talad kõrgusega 200 mm. Sarnaselt 1+X mustersüsteemi põrandapaneelidele on ka vahelaepaneelide lahenduses ette nähtud kasutada I-taladid, mis on hõõvelpuidu, vineeri ja OSB või saepuruplaadi kombinatsioonil toodetud (nt. Steico I-Joists). Paneeli perimeetri moodustab raam, mis koosneb 45 x 195 mm hõõvelprussidest. I-talade peale on kinnitatud kahekordne OSB-plaat (taladega piki 12 mm ja risti 10 mm paksusega). OSB plaatide peal on jäik mineraalvillast sammumüra plaat ja selle peal puitkiud sammumüra plaat, mille peale on kinnitatud põrandaviimistlus (nt parkett). Kandvatest I-taladest allapoole on paigaldatud OSB plaat (22 mm). Plaadi külge kinnitatakse roovitus 45 x 45 mm prussidest ning lae viimistlusplaat (nt vineer) (joonis 9).



Joonis 9. Vahelaepaneelid.

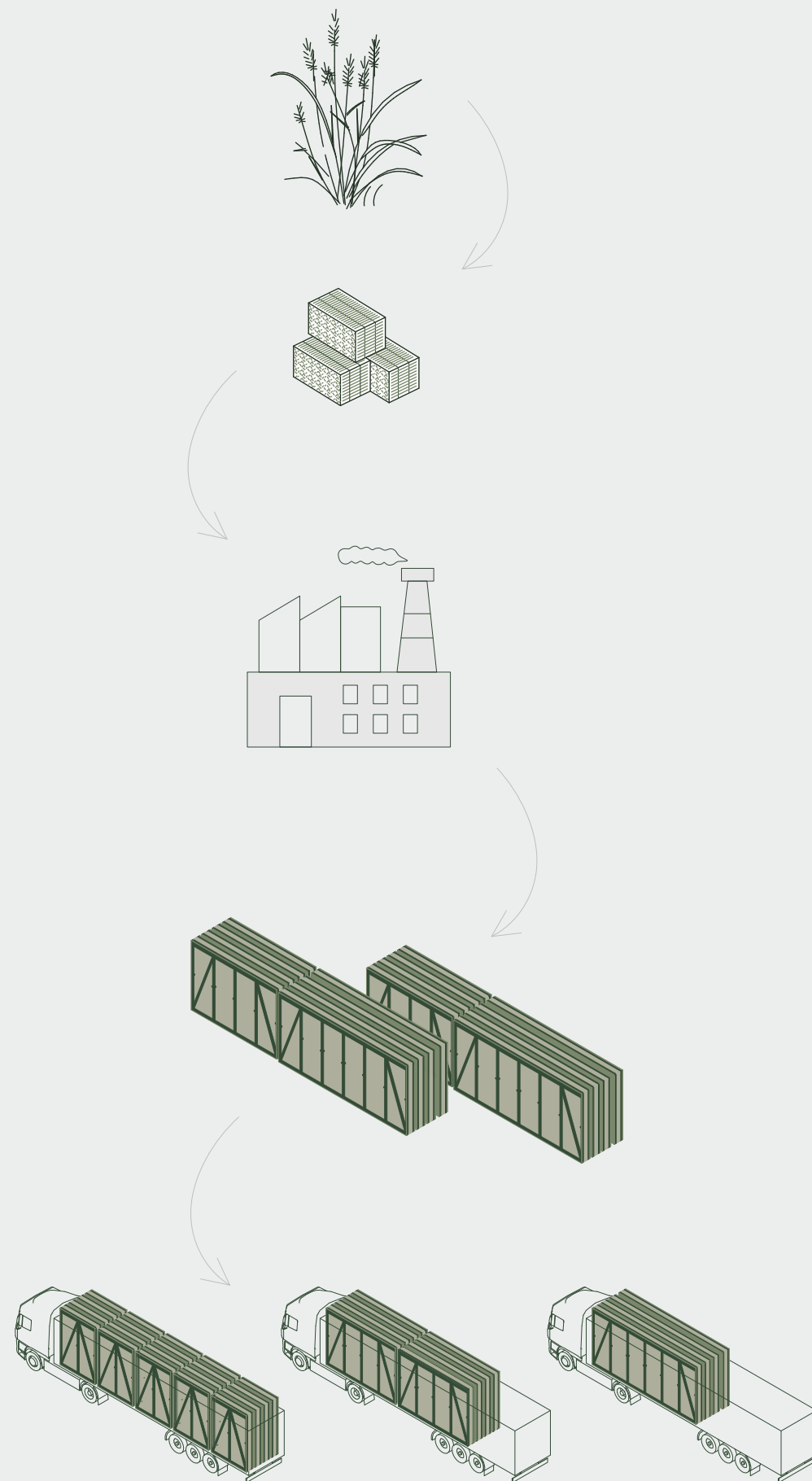
2.2.6. Katusepaneelid

Katusepaneelide kandva konstruktsiooni moodustavad puidust I-talad kõrgusega 400 mm. Sarnaselt 1+X mustersüsteemi põranda- ja vahelaepaneelidele on ka katusepaneelide lahenduses ette nähtud kasutada I-taladid, mis on hõõvelpuidu, vineeri ja OSB või saepuruplaadi kombinatsioonil toodetud (nt. Steico I-Joists). Paneeli perimeetri moodustab raam, mis koosneb 45 x 195 mm hõõvelprussidest. I-talade peale on kinnitatud kahekordne OSB-plaat (taladega piki 12 mm ja risti 10 mm paksusega). OSB plaatide peal on kaldega prussid, mille vahel kergkruus või vill. Prussid on kaetud niiskuskindla vineeriga (12 mm) ja vineer omakorda kaetud PVC katusekattega. Kandvatest I-taladest allapoole on paigaldatud OSB plaat (22 mm), 45 x 45 mm prussidest roovitus ja lae viimistlusplaat (nt vineer) (joonis 10).



Joonis 10. Katusepaneelid.

2.3. Tootmine ja transport



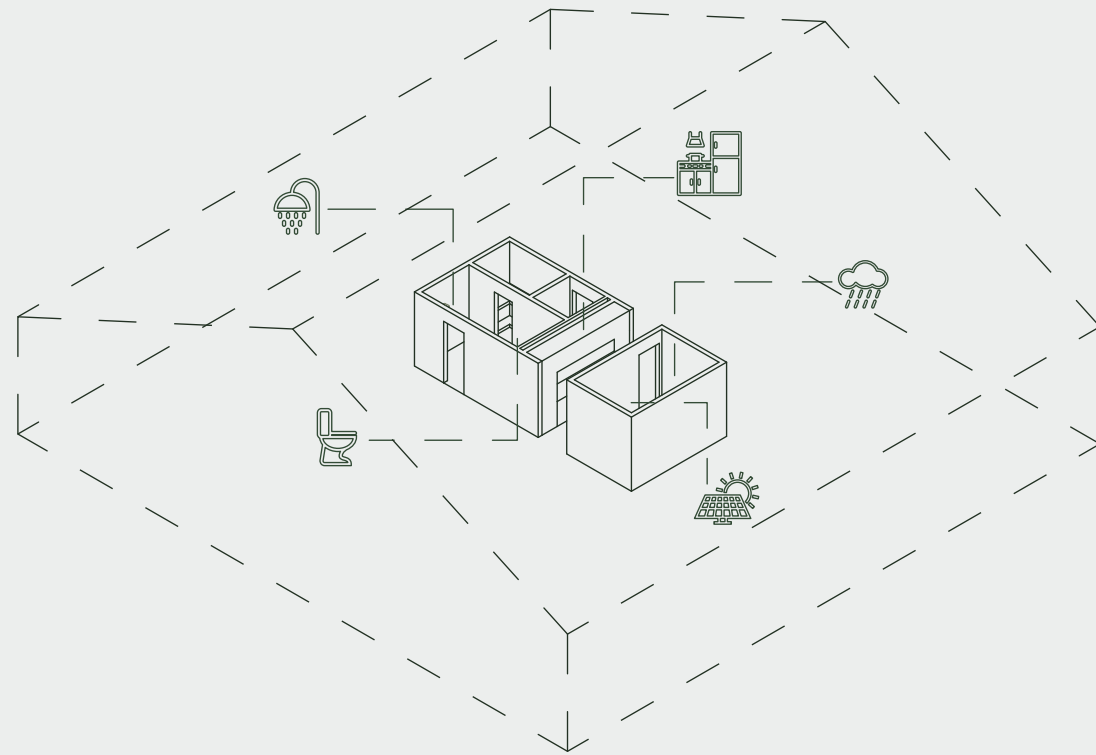
Skeem 5. Tootmine ja transport.

Modulaarsel süsteemil põhinev ehitus eeldab eeltootmist, kus tehases valmistatakse elemendid ja transporditakse platsile (skeem 5). Antud projekti visiooniks on mõneti standartsest paneelitehasest erinev lähenemine, kuna meie eesmärgiks on pöörata tähelepanu ka tootmise jalajälje vähendamisele. Võimalik on rakendada "liikuva tehase" kontseptsiooni. Liikuva tehase kontseptsioon tähendab, et hoone või hoonete rajamiseks püstitatakse ajutine tehas. Kuna suur osakaal ehitusmaksumusest ja ka CO₂ emissioonidest kuulub transpordile, on liikuva tehase kontseptsioon üks võimalustest, mis nende kulude arvelt võimaldab kokku hoida. Lisaks võib liikuva tehase kontseptsioon rakenduda riikideüleselt, et soodustada riikide vahelist koostööd ja võrgustiku moodustamist. Nii saab igas riigis asuda tehas, mis toodab mustersüsteemi hoone elemente või mooduleid. Lisaks transpordikulude kokkuhoiule saab nii elavdada ka kohalikku puidu- ja põhutööstust. Toormaterjal elementide- ja moodulite valmistamiseks tuleks vastava tehase vahetuslähedusest. Vahemaad toormaterjali ja tehase vahel ei tohiks ületada 500 km.

Tehases toodetakse valmis paneelid, mille kandvad konstruktsiooni moodustab hõõvelpuit. Paneelid kaetakse OSB plaadiga. Ehituselt ei ole paneelid keerulised, kuid vajavad siiski töölisi, kellel on kokkupuude puidutööga. Kuna paneelid täidetakse puistepõhu või tselluvillaga, siis spetsiifilisem masin, mille olemasolu on tehases oluline, on puistepõhutoormaterjali valmistamise masin. Antud masin eemaldab põhust mustuse ning purustab ülejäänud kōrred peeneks, et neid oleks võimalik konstruktsiooni sisse puhuda. Kui elemendid on täidetud puistepõhuga on paneelid valmis transportimiseks ehitusobjektile.

Paneelide transportimiseks on kõige mõistlikum viis kasutada maanteetransporti. Silmas tuleb aga pidada, et paneelid ja moodulis oleks ilmastikumõjude eest kaitstud. Kvaliteedi tagamiseks on oluline, et iga põhupaneeli niiskust mõõdetakse enne tarnimist. Enne hoone või elementide transportimist oleks mõistlik tellida veotee uuring, kus objektini viiv tee sõidetakse läbi koos mõõtmisvahendiga. 1+X mustersüsteemi seinapaneelide laiused on 2,4 m; 3,60 m; 4,80 m ja 7,20 m. Paneelide kõrgus on 3,03 m, mis tähendab, et on võimalik paneele transportida klassikalise 11 m järelhaagisega veokiga, mis on pealt avatud. Paneele on võimalik paigutada tihedalt üksteise kõrvale, et veoki suurus oleks maksimaalselt ära kasutatud. Seega oleme projekteerimisel arvestanud, et näiteks 11 m pikk järelhaagis mahutab 5 rida 2,4 m laiuseid paneele ja ühes rivis on kõrvuti 8 paneeli, ehk ühe veosega on võimalik transportida 40 tk 2,40 x 3,03 m mõõtudes paneele. Paneele tõstetakse peale ja maha kahveltõstukiga.

3. TARK MOODUL



Skeem 6. Tark moodul.

Tark moodul on moodul, mis valmib eraldi moodulina, mille sisse on juba ehitatud kõik sanruumidele vajalikud väljatulekud ja valmidus kasutamiseks. Targa mooduli idee on olla hoone süda, kust juhitakse terve hoone toimivust. Moodulis asuvad kõik tehnoseadmed ja targa mooduli ruumiplaneeringut oleme lahendanud selliselt, et ta asub ruumis, kuhu ühinevad kõik päevased tegevused, näiteks söögitegemine, pesemine jms. Targas moodulis on köök, wc, saun, tehnoruum, duširuum. Tehnilises ruumis paiknevad kütte-, vent-, vee- ja tugevvoolu seadmed. Targal moodulil on oma põranda, lae ja kandvate seinte ehituslikud lahendused (skeem 6).

3.1. XS – suurus

Targa mooduli XS-skaala on mõeldud 20 m² mikromajade varustamiseks, kus elab 1-2 in. Moodulis on duširuum ja teisel pool seina köök, kuhu mahub ca 4 köögimoodulit. Mooduli ehitusalune pind on 8 m² (joonis 11-12).

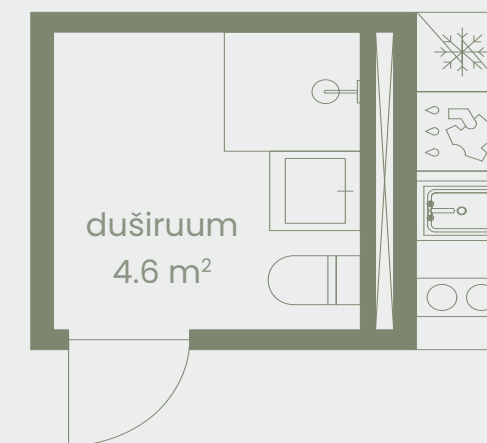
TEHNILISED ANDMED

sobib 1-2 eluruumile

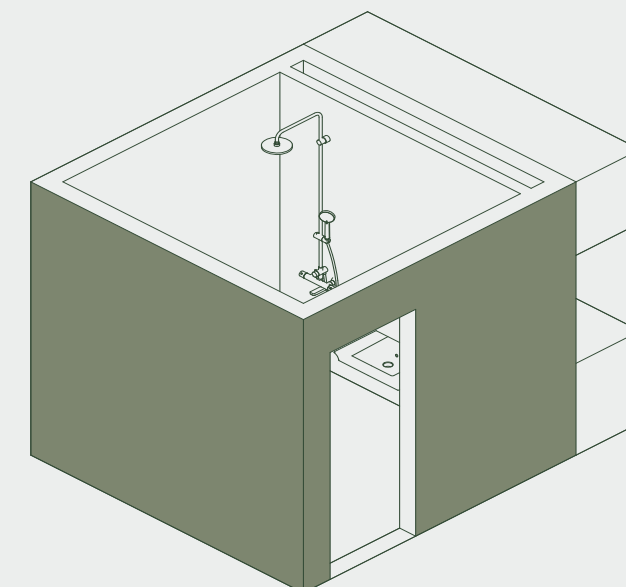
mõõdud: 2.55 x 2.55 m

brutopindala: 6.5 m² (ilma köögita)

netopindala: 4.6 m²



Joonis 11. XS targa mooduli plaan (M 1:50).



Joonis 12. XS targa mooduli isomeetriline vaade (M 1:50).

3.2. S – suurus

S-suuruses tark moodul on peamiselt kasutatud eramu ja SOS-lasteküla tüüplahendustes. See on kõige ökonoomsema ruumiplaneeringuga tark moodul. Sells on eraldi WC, duširuum, tehniline ruum, majapidamisruum ja köök. Mooduli ehitusalune pind on 20 m². S skaala on mõeldud 3-5 liikmelisele perele. Köök on 6 köögimooduli pikkune. Tehnoruum on 3.8 m² ja majapidamisruum 2.5 m². Vannituba on 6,2 m² ning eraldi on veel 2 m² suurune tualett (joonis 13-14).

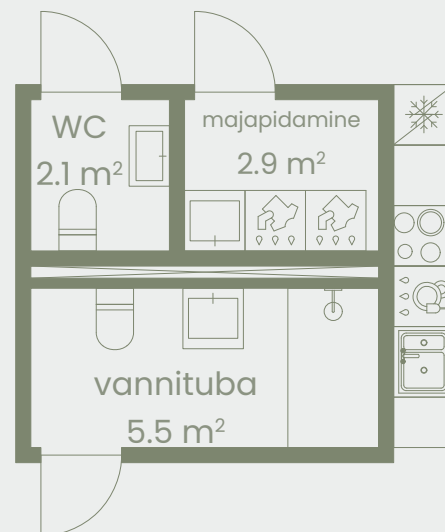
TEHNILISED ANDMED

sobib 2-4 eluruumile

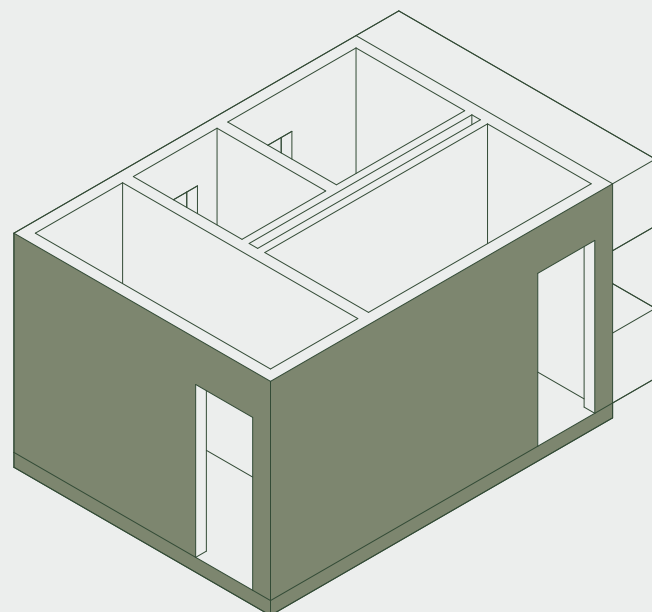
mõõdud: 3.75 x 3.75 m

brutopindala: 14.0 m² (ilma köögita)

netopindala: 10.5 m²



Joonis 13. S targa mooduli plaan (M 1:75).



Joonis 14. S targa mooduli isomeetriline vaade (M 1:75).

3.3. M – suurus

M-skaalas tark moodulil on edasiarendus S-suurusest targast moodulist, kus majapidamisruumi asemel on loodud sauna leiliruum ja tehnoruum on suurem, kuid mahutab sinna ka majapidamisruumi vajadusi. M-suuruses targa mooduli ehitusalune pind on 34.6 m². Köögi, mis on 6 köögimooduli pikkune, ja tehnoruumi vahele jääb 1,1 m laiune koridor. Tehnoruum on 11 m². Duširuum on 7 m², sauna leiliruum on 2.9 m² ja tualett on 1,8 m² (joonis 15-16).

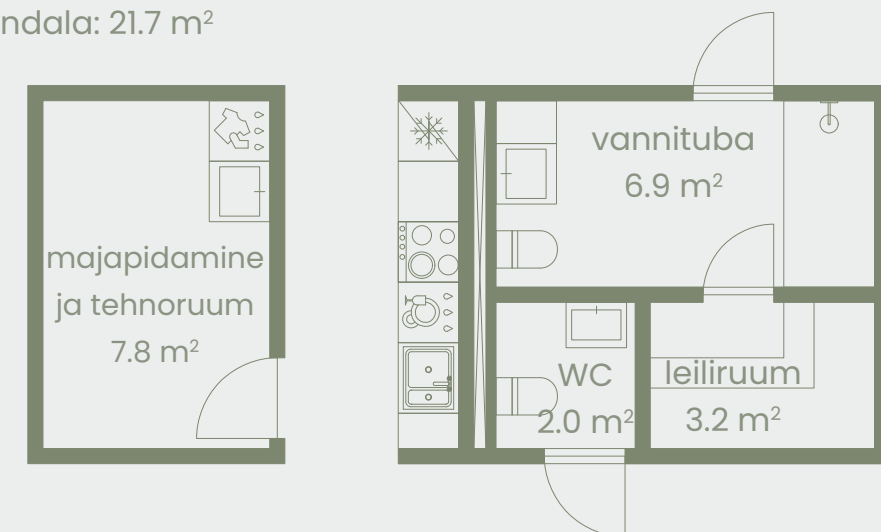
TEHNILISED ANDMED

sobib 2-10 eluruumile

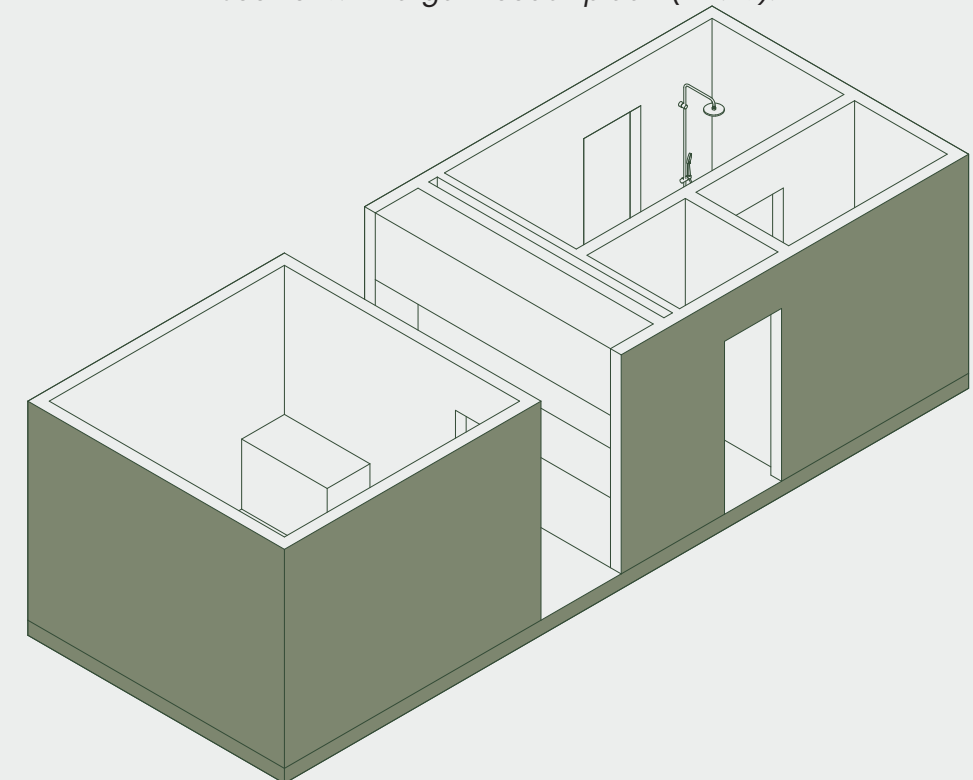
mõõdud: 3.75 x 8.55 m

brutopindala: 27.7 m² (ilma köögita)

netopindala: 21.7 m²



Joonis 15. M targa mooduli plaan (M 1:75).



Joonis 16. M targa mooduli isomeetriline vaade (M 1:75).

3.4. L – suurus

L skaala tark moodul sobib kortermajadesse. L-skaalas tark moodul täidab ära kahe korteri vajadused. Sells on köök ca 6 köögimooduliga köök ja 4,8 m² suurune vannituba (joonis 17–18).

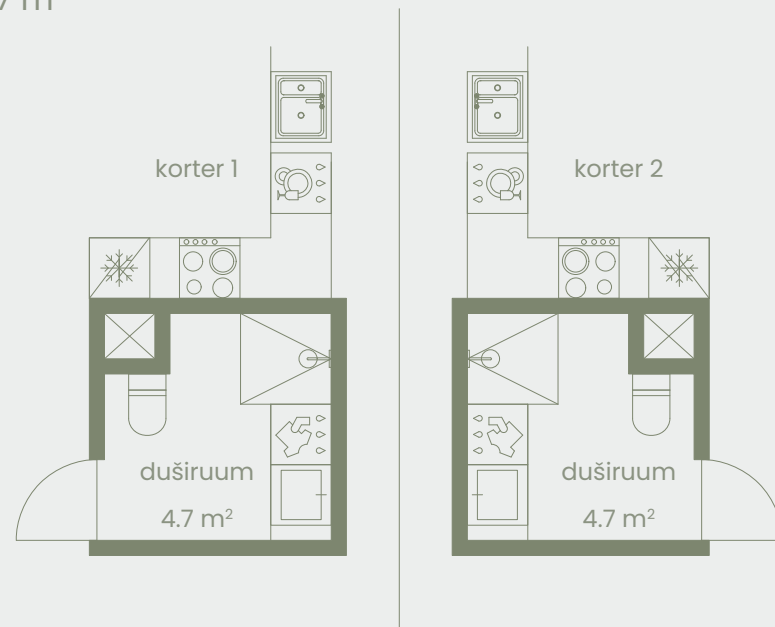
TEHNILISED ANDMED

sobib 2–10 eluruumile

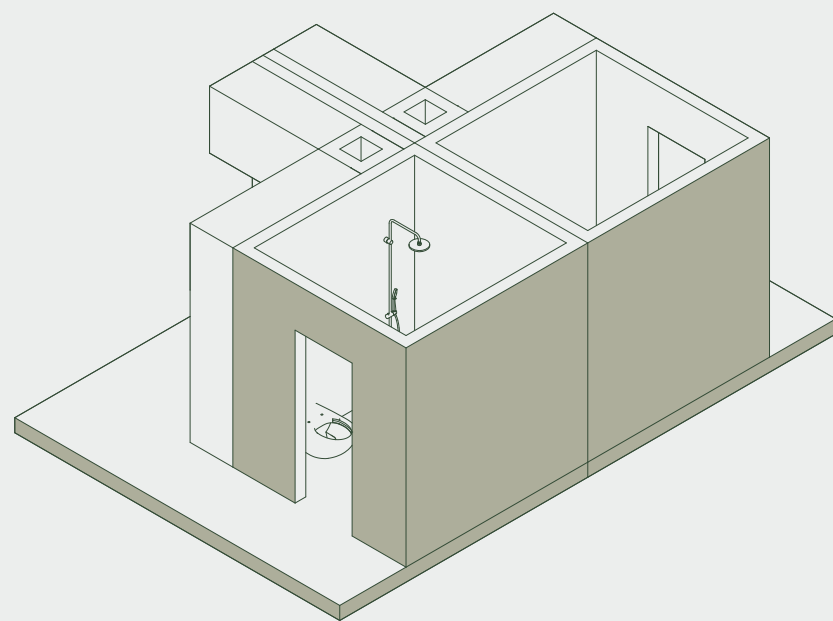
mõõdud: 2.55 x 2.55 m

brutopindala: 6.5 m² (ilma köögita)

netopindala: 4.7 m²



Joonis 17. L targa mooduli plaan (M 1:75).



Joonis 18. L targa mooduli isomeetriline vaade (M 1:75).

4. PROJEKTIDE KONFIGURATSIOONID

1+X mustersüsteemiga tutvumiseks ja projekteerimiseks loome veebipõhise konfiguraatori. Selle abil saab valida sobiva hoone plaani ning teha soovitud muudatusi. Võimalik oleks muuta hoone fassaadi viie erineva eelnevalt disainitud fassaaditüübi vahel või luua koostöös arhitektiga erilisem fassaadikujundus, järgides siiski mustri loogikat. Lisaks saab muuta hoone plaani vastavalt etteantud lahendustele. 1+X muster võimaldab plaanides muuta 3,6 m x 4,8 m suuruseid ruumitükke, kus saab muuta välisseina fassaaditüüpi või siseseina asukohti 1,2 m x 1,2 m sammuga ruudustikus. 1+X mustersüsteemi katsetamiseks reaalses ruumiolukorras oleme loonud erinevaid tüpoloogiasenaariume. Saab luua nii väikeseid eramuid kui ka kortermaju või teenindusasutusi (nt büroohooneid). Eramajade tüpoloogia väljatöötamisel lähtusime SOS lasteküla asenduskodude vajadustest, kuna antud tüpoloogia jaoks sobib mustersüsteem hästi.

4.1. Eramu: SOS lasteküla

SOS Lasteküla eesmärk on pakkuda perepõhiseid kasvutingimusi vanemliku hooleta jäänud lastele ning toetada peresid, et nad suudaksid koos püsida.⁶ Nõudlus peremajade järele tekkis aastatel 2008–2014, kui Euroopa struktuurfondide toel ehitati Eestis 20 peremaja. Neid maju ehitati 2–5 kaupa ning need projekteeriti kümnele lapsele. Tol ajal puudusid praktilised nõuded maja projekteerimise osas, mistõttu tänaseks need majad ei vasta enam peremajade nõuetele.⁷

Praegused peremajad on kahekorruselised ja treppidega, mis on ohtlikud liikumisvõimetutele lastele. Samuti on majades valesti paigutatud ukse ning need on liiga suured ja kallid ülal pidada. Seadusemuudatuste tõttu, mis on vähendanud laste arvu peremajades kümnelt kuuele, on peremajadesse tekkinud palju kasutat ja kütmist nõudvat pinda. Sellist ruumi raiskamist ei saa peremajad halduskulude tõttu endale lubada.⁸

Tänapäeval haldab SOS Lasteküla 12 maja ja 20 korterit. Vajadus efektiivsemate ja kohanduvate eluruumide järele on selge, et tagada lastele turvalised ja mugavad elamistingimused ning vähendada halduskulusid.⁹

6 Vikipeedia, "SOS lasteküla", https://et.wikipedia.org/wiki/SOS_Lastek%C3%BCla (vaadatud 25.07.2024)

7 M. Oro, intervjuu. Küsitles 1+X uurimisrühm, 18.04.2024. Intervjuu märkmed 1+X uurimisrühma valduses.

8 M. Oro, intervjuu.

9 M. Oro, intervjuu.

4.1.1. Hoone üldkontseptsioon ja ruumiprogramm

SOS Lasteküla peremajade tüpoloogia oli 1+X mustersüsteemi algidee lähtekohaks. Peremajad peavad tulevikus mahutama 4–5 last koos kahe asendusvanemaga. 70% lastest 12 aastaseid ja enamikel on tekkinud erivajadused: füüsilised kui ka vaimsed. Seetõttu ei saa palju lapsi ühte hoonesse majutada. Uuemate peremajade projektide puhul on arvestatud vajaminevat pinda 110–140 m². Magamistoa suurus kahele lapsele on ca 12 m² ja ühele lapsele vähemalt 8 m².¹⁰

Vastavalt SOS Lasteküla esindaja praktilistest nõuetest on 1+X mustersüsteem arendatud välja selliselt, et see suudab täita peremaja ruuminõudeid. Mustri põhjal tekivad 12,6 m² ja 8 m² suurused magamistoad, 1,1 m laiused koridorid ja piisavalt ruumikad elutuba ning köök 6–7-liikmelisele perekonnale. Peremajade plaanilahendusse on sobitatud S-tüüpi tark moodul, kus on duširuum, tualett, majapidamisruum, tehnoruum ja kööginurk (joonised 19–25).

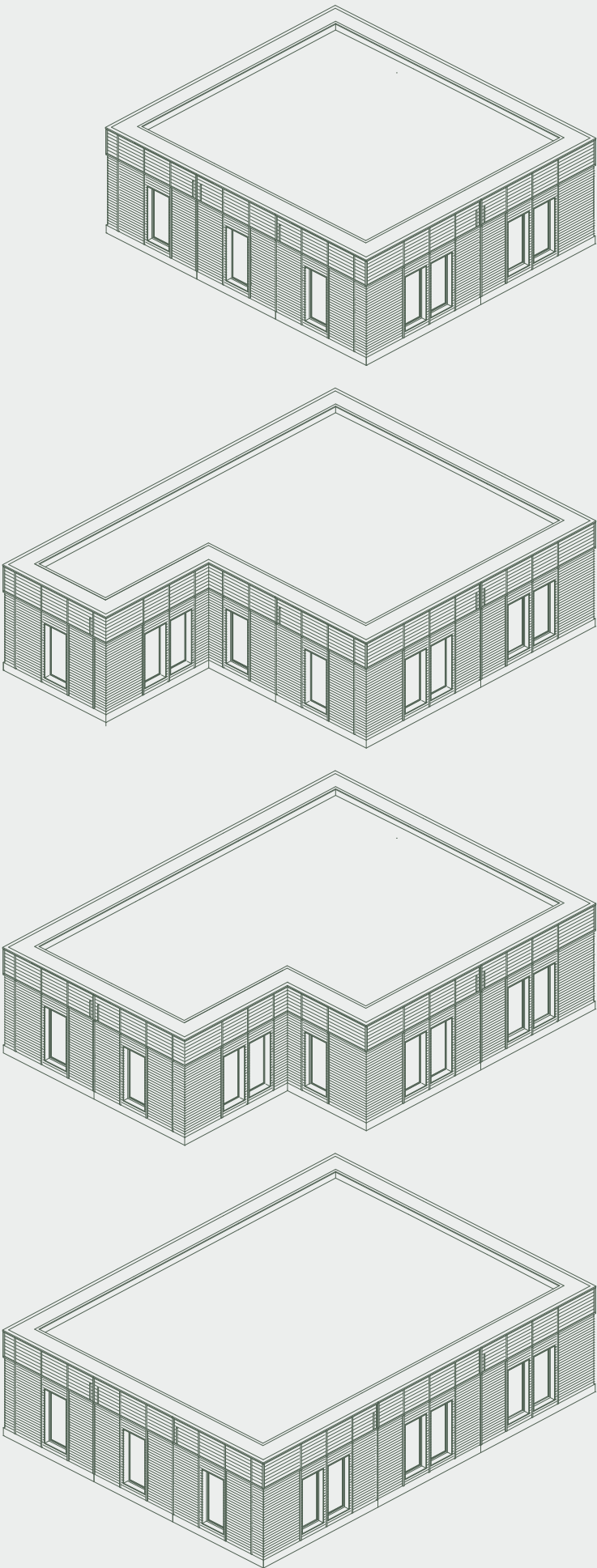
4.1.2. Hoone(te) tehnilised andmed

ERAMAJA	S	M	L	XL
ehitisealune pind (m²)	127.1	149.6	166.8	184.1
suletud netopind (m²)	127.1	149.6	166.8	184.1
maapealse osa korruste arv	1	1	1	1
kõrgus (m)	4.1	4.1	4.1	4.1
pikkus (m)	11.9	15.5	15.5	15.5
laius (m)	10.7	10.7	10.7	10.7
maht (m³)	520	623	694	765
köetav pind (m²)	93.1	108.8	125.1	141.6
tehnopind (m²)	3.8	3.8	3.8	3.8
eluruumide arv	5	6	7	7
eluruumide pind (m²)	93.1	108.8	125.1	141.6

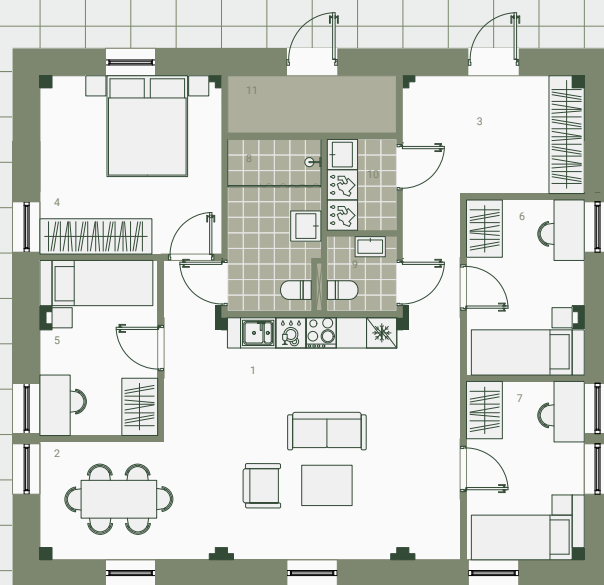
Tabel 2. SOS-lasteküla eramute tehnilised andmed.

10 M. Oro, intervjuu.
34 Projektide konfiguratsioonid

4.1.3. Joonised

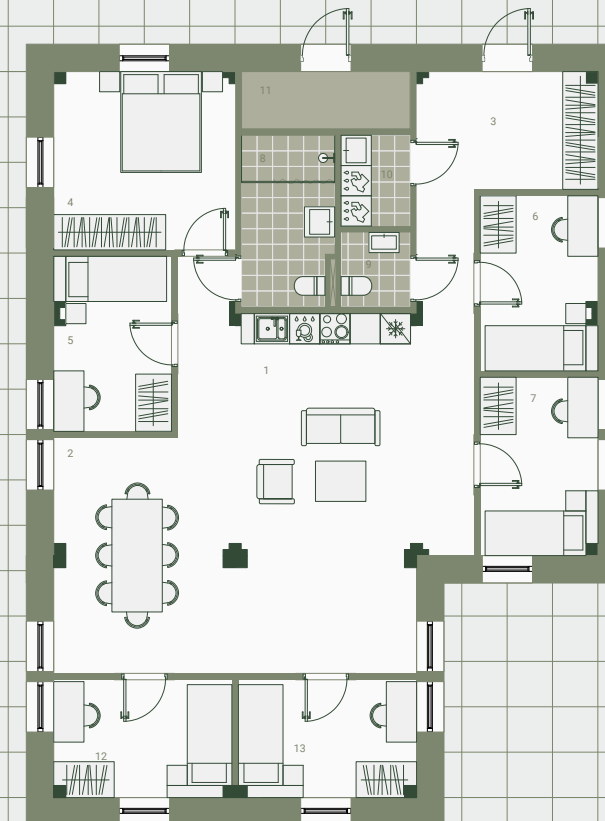


Joonis 19. Viie erineva SOS-lasteküla hoone isomeetrilised vaated (M 1:200).



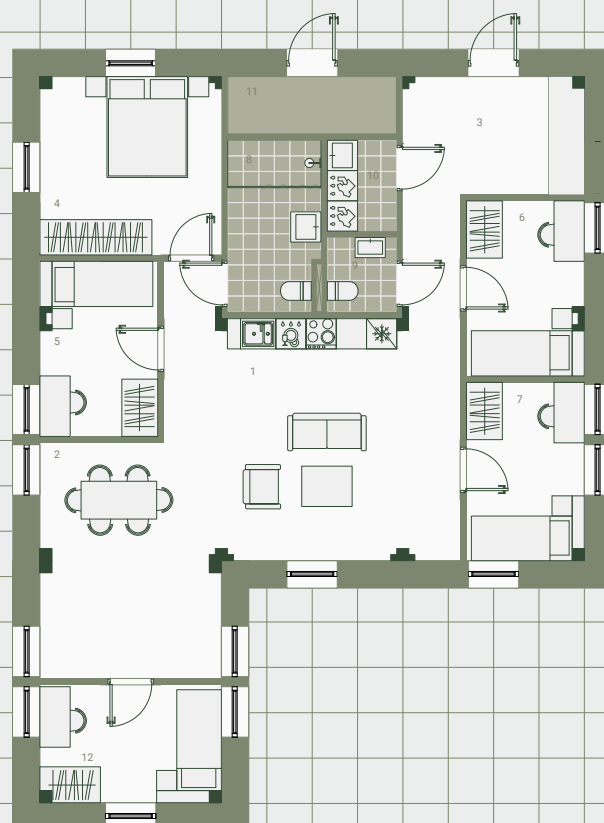
- 1 - elutuba 29.3 m²
- 2 - söögituba 55.6 m²
- 3 - esik 11.1 m²
- 4 - magamistuba 12.6 m²
- 5 - magamistuba 8.0 m²
- 6 - magamistuba 8.0 m²
- 7 - magamistuba 8.0 m²
- 8 - vannituba 6.1 m²
- 9 - tualett 2 m²
- 10 - majapidamistuba 2.5 m²
- 11 - tehnoruum 3.8 m²

Joonis 20. S suuruses SOS-lasteküla plaan (M 1:150).



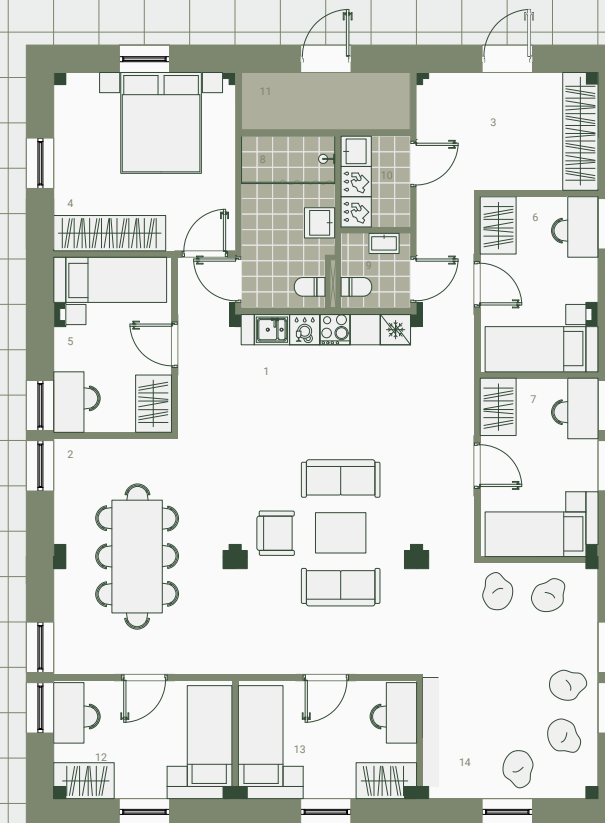
- 1 - elutuba 37,7 m²
- 2 - söögituba 64 m²
- 3 - esik 11.1 m²
- 4 - magamistuba 12.6 m²
- 5 - magamistuba 8.0 m²
- 6 - magamistuba 8.0 m²
- 7 - magamistuba 8.0 m²
- 8 - vannituba 6.1 m²
- 9 - tualett 2 m²
- 10 - majapidamistuba 2.5 m²
- 11 - tehnoruum 3.8 m²
- 12 - magamistuba 8.0 m²
- 13 - magamistuba 8.0 m²

Joonis 22. L suuruses SOS-lasteküla plaan (M 1:150).



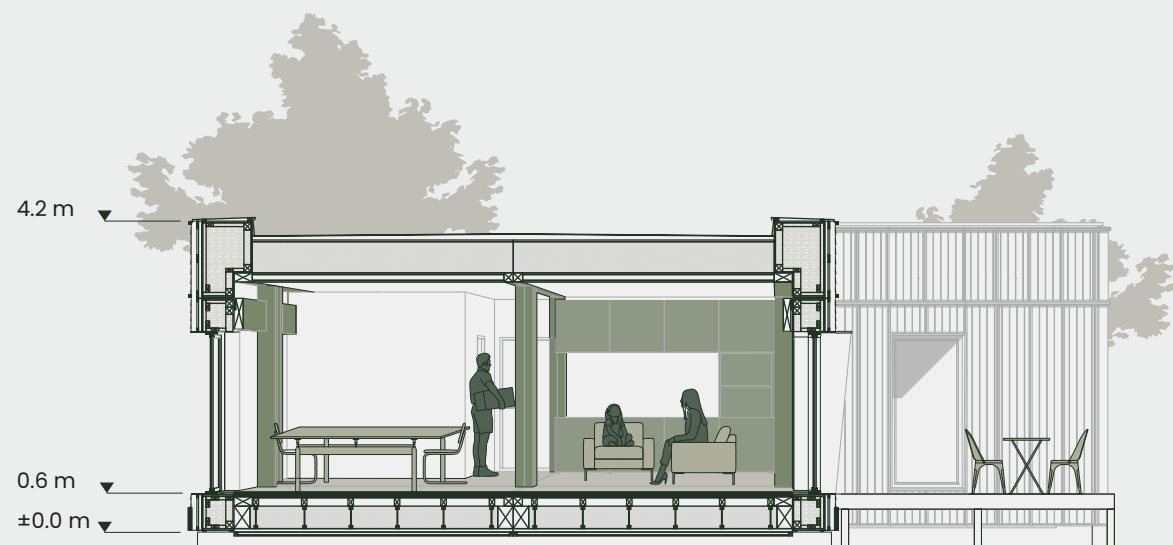
- 1 - elutuba 29.3 m²
- 2 - söögituba 64 m²
- 3 - esik 11.1 m²
- 4 - magamistuba 12.6 m²
- 5 - magamistuba 8.0 m²
- 6 - magamistuba 8.0 m²
- 7 - magamistuba 8.0 m²
- 8 - vannituba 6.1 m²
- 9 - tualett 2 m²
- 10 - majapidamistuba 2.5 m²
- 11 - tehnoruum 3.8 m²
- 12 - magamistuba 8.0 m²

Joonis 21. M suuruses SOS-lasteküla plaan (M 1:150).

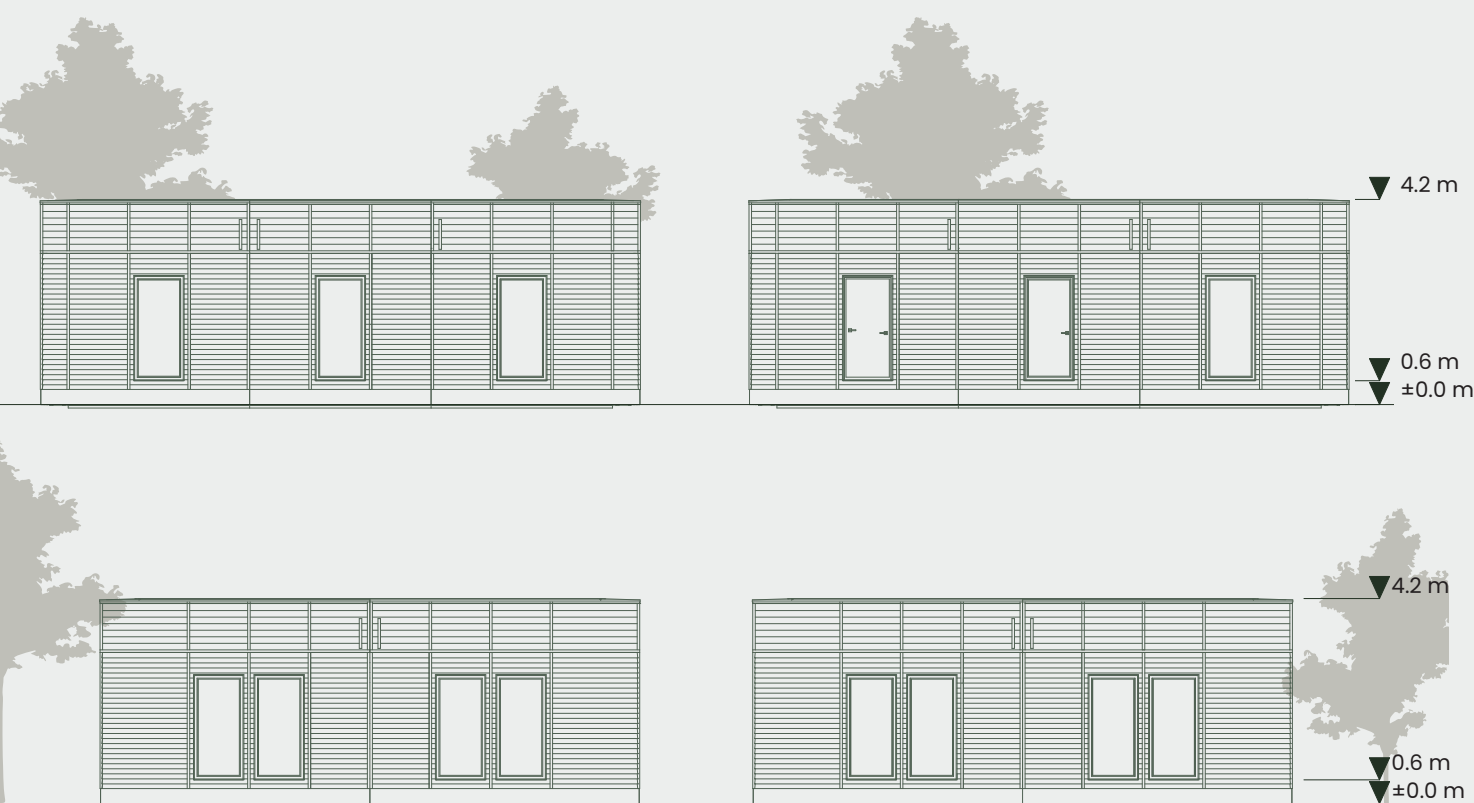


- 1 - elutuba 37,7 m²
- 2 - söögituba 64 m²
- 3 - esik 11.1 m²
- 4 - magamistuba 12.6 m²
- 5 - magamistuba 8.0 m²
- 6 - magamistuba 8.0 m²
- 7 - magamistuba 8.0 m²
- 8 - vannituba 6.1 m²
- 9 - tualett 2 m²
- 10 - majapidamistuba 2.5 m²
- 11 - tehnoruum 3.8 m²
- 12 - magamistuba 8.0 m²
- 13 - magamistuba 8.0 m²
- 14 - olemistuba 8.0 m²

Joonis 23. XL suuruses SOS-lasteküla plaan (M 1:150).



Joonis 24. SOS-lasteküla lõige (M 1:100).



Joonis 25. SOS-lasteküla vaated (M 1:150).

4.2. Kortermaja

1+X mustersüsteem on loodud sobima ka suuremate elamishoonetega, näiteks kortermajadega. Kortermajade jaoks oleme välja töötanud spetsiaalsed targad moodulid, mis vastavad korterite nõudmistele. Kortermajadele kehtivad samad fassaadilahendused nagu elumajadele, seega fassaadipaneelide kataloog on mõlema puhul sama. See võimaldab luua ühtse ja kooskõlalise välimuse nii eramajadele kui ka kortermajadele, säilitades samal ajal paindlikkuse ja kohanemisvõime erinevate hoonetüüpide vahel (joonis 29–30).

4.2.1. Hoone üldkontseptsioon ja ruumiprogramm

1+X uurimisrühm on välja töötanud eskiisprojekti neljakorruselisele kortermajale, mille suletud brutopind on ca 1550 m² (joonis 26). Kortermaja tüpoloogia kohaselt on tänavatasapinnale planeeritud äriruumid, sissepääs kortermajja ning ratta- ja käruparklad. Esimesele korrusele on võimalik planeerida ka panipaikasid või täiendavaid elamispindu (joonis 28). Elukorterid asuvad alates teisest korrusest (joonis 27).

Kortermaja tüüpkorruse pindala on ca 312 m² ning seal asub neli korterit: kaks kolmetoalist ja kaks neljatoalist. Korterite planeeringud järgivad sama mustersüsteemi nagu eramajade puhul, kus siseseinad järgivad 1,2 m sammuga ruudustikku ning välisseinad 3,6 m ja 4,8 m sammuga mustrit. Kuna SOS Lasteküla vajadused dikteerisid suuresti eramajade plaanilahendusi, on ka kortermajades kasutatud samasuguseid standardmõõtudega eluruumid.

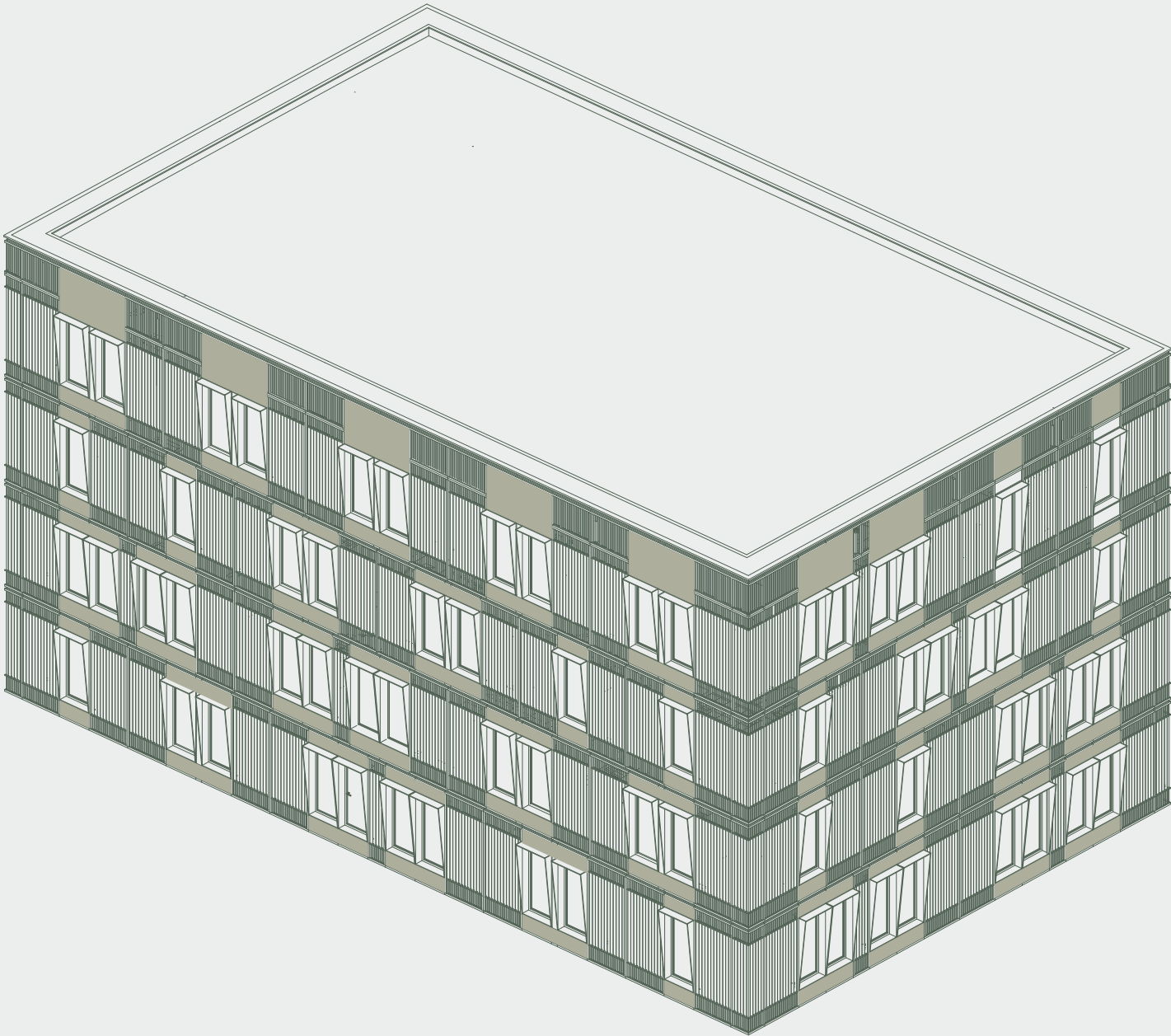
Kortermaja keskosas asuvad trepikoda ja liftihall. Hoone ja trepikoja kandvad konstruktsioonid on puidust, mis peab vastama TP3 tulekindlustasemele.

4.2.2. Hoone(te) tehnilised andmed

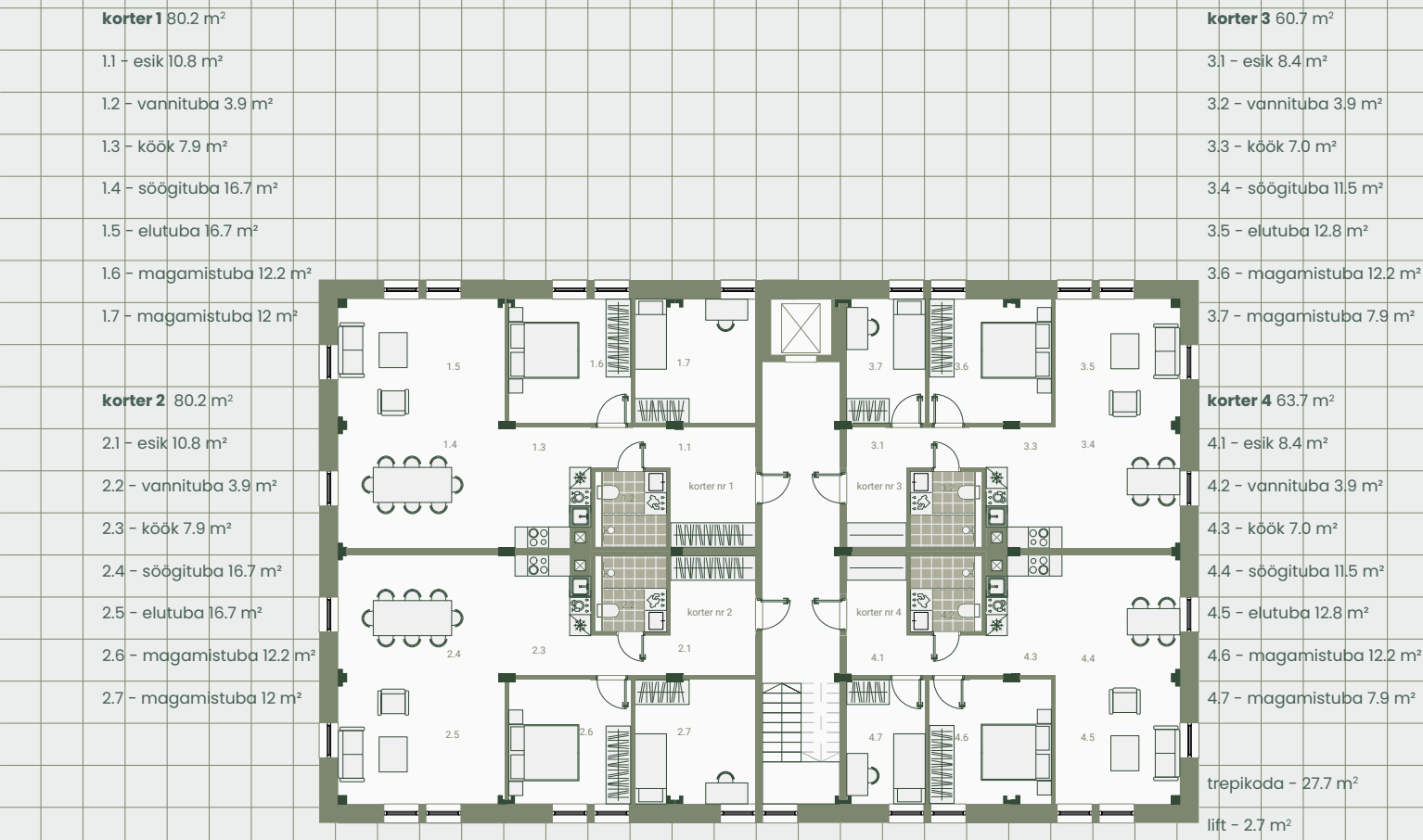
KORTERMAJA TÜÜPKORRUS	
ehitisealune pind (m ²)	388.6
suletud netopind (m ²)	1249.2
maapealse osa korruste arv	4
kõrgus (m)	13
pikkus (m)	25.4
laius (m)	15.5
maht (m ³)	5070
kõetav pind (m ²)	1127.2

Tabel 3. Kortermaja tehnilised andmed.

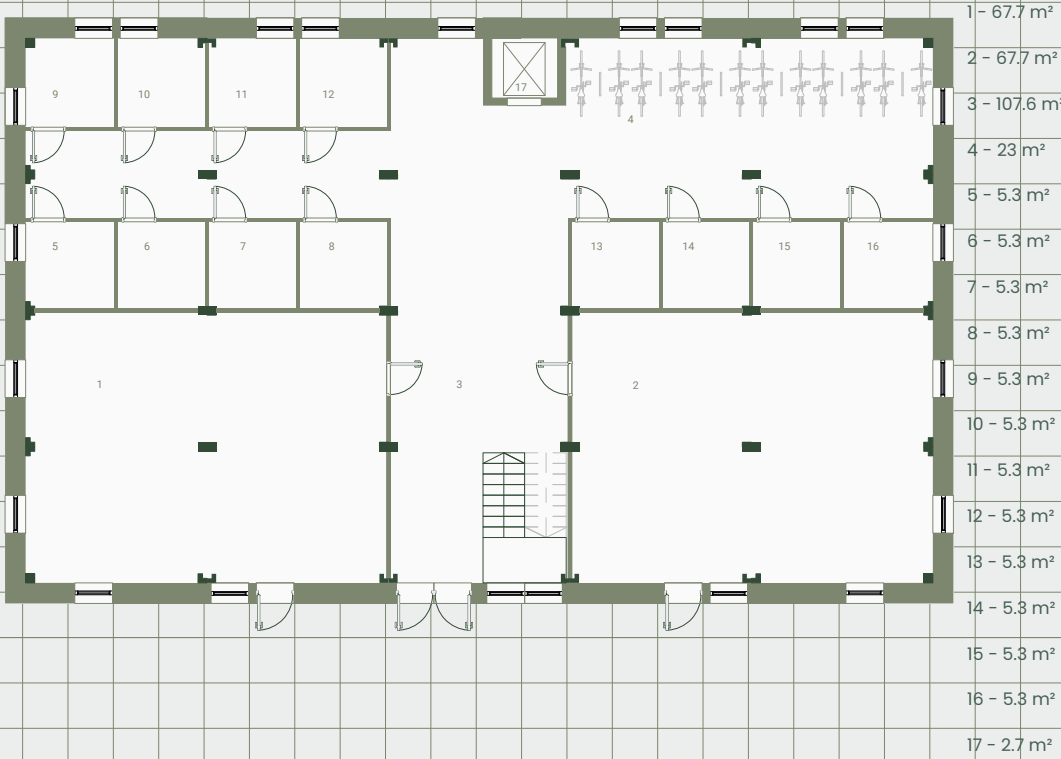
4.2.3. Joonised



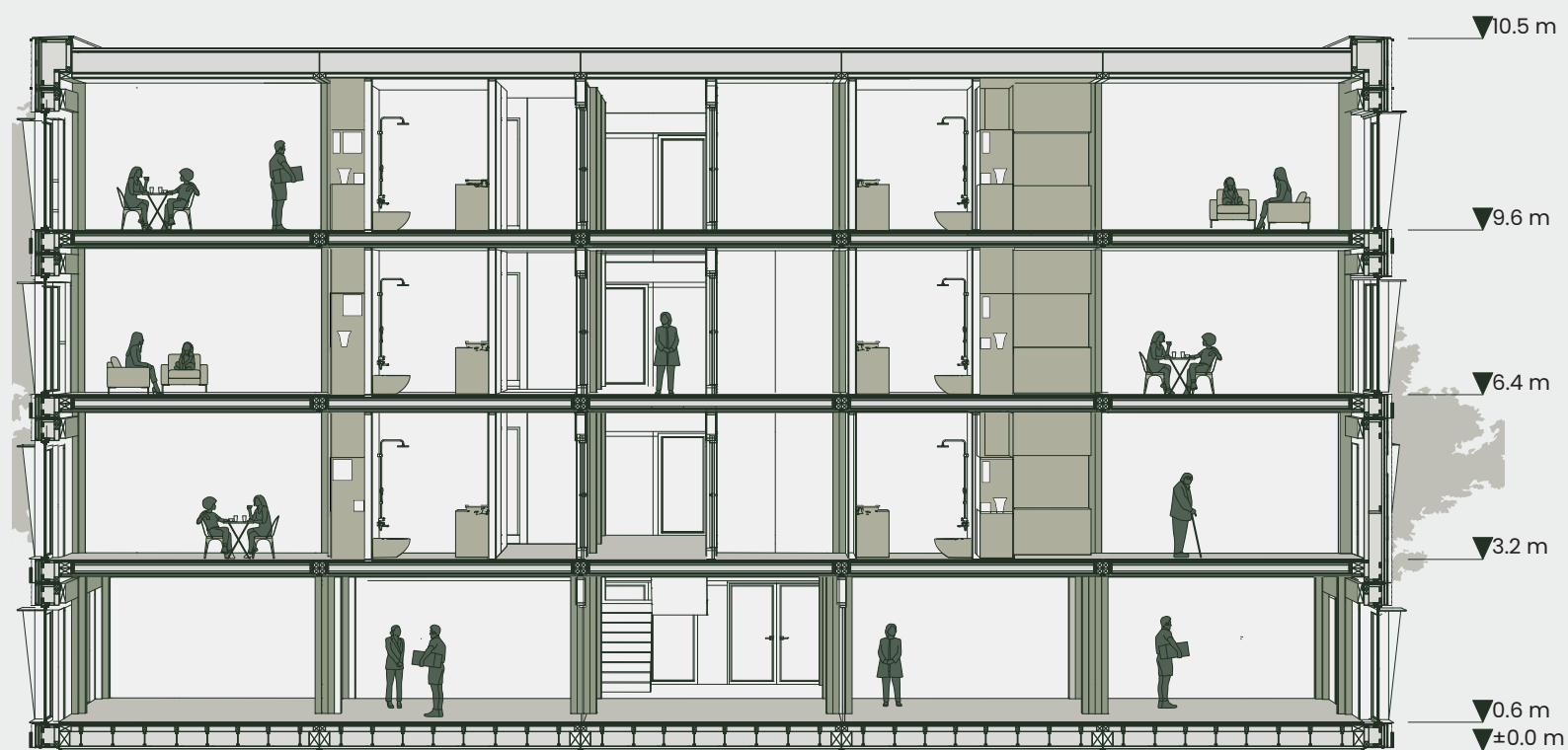
Joonis 26. Kortermaja isomeetriline vaade (M 1:150).



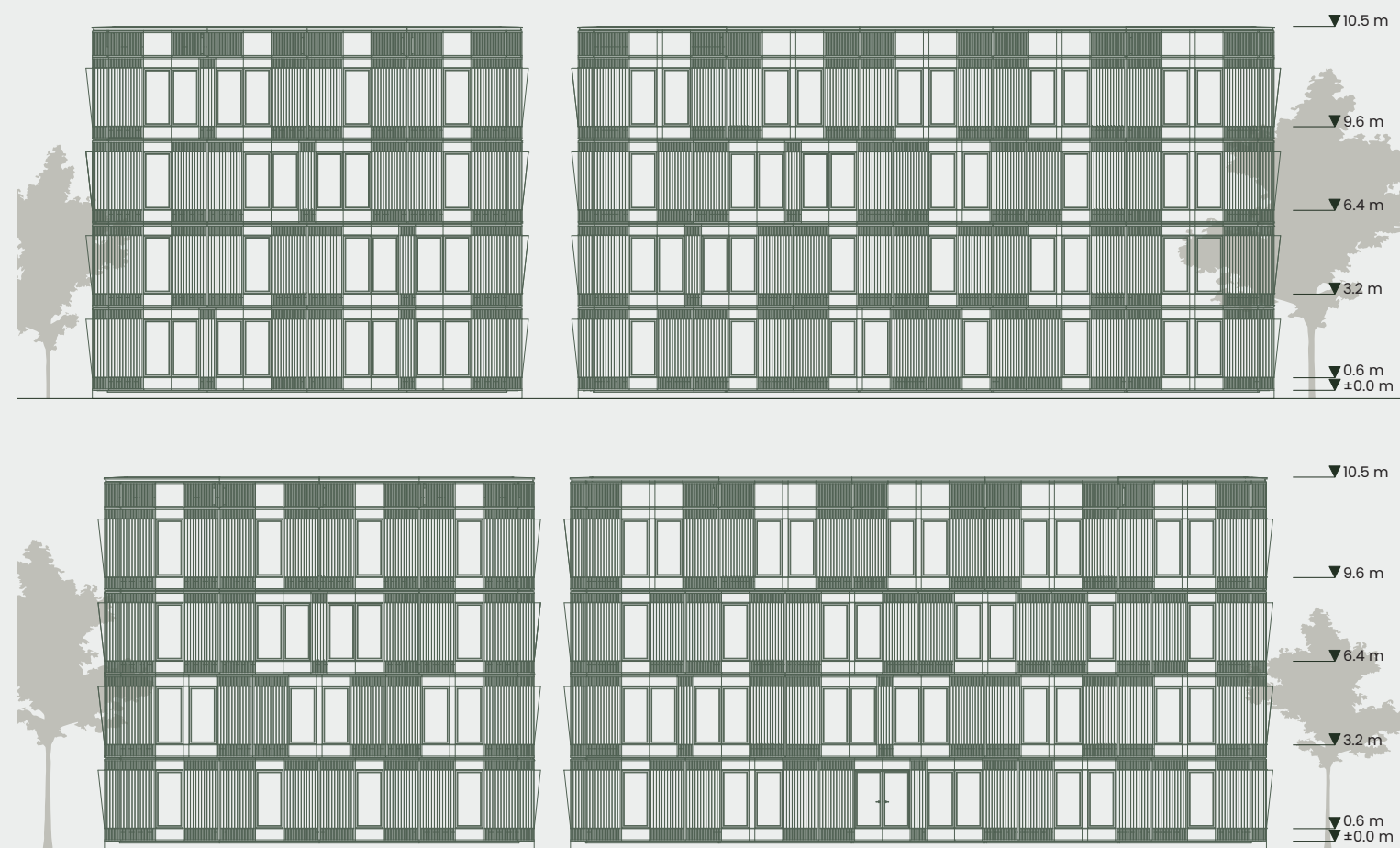
Joonis 27. Kortermaja 1. korruse plaan (M 1:200).



Joonis 28. Kortermaja 2. korruse plaan (M 1:200).



Joonis 29. Kortermaja lõige (M 1:150).



Joonis 30. Kortermaja vaated (M 1:250).

4.3. Muud potentsiaalsed lahendused

1+X mustersüsteem on paindlik ja võimaldab ehitada peale eramaja ja kortermaja veel erinevaid tüüpi hooneid, alates väikestest mikromajadest kuni suurte avalike hooneteni. Siin on mõned näited hoonetüüpidest, mida saab 1+X mustersüsteemis ehitada:

1. **Mikromajad:** väikesed elamispinnad, alates 20 m², sobivad üksikisikutele või paaridele, kes soovivad kompaktset ja efektiivset eluruumi. Need majad on ideaalsed ka ajutiseks majutuseks või suvilateks.
2. **Ridaelamud:** mitme perekonna elamud, kus üksikud elamud on ühendatud külge külje kõrval. See tüpoloogia võimaldab efektiivset maakasutust ja sobib hästi tihedamatesse linnakeskkondadesse.
3. **Büroohooned:** kontoriruumid, mis pakuvad paindlikke ja kaasaegseid töötingimusi. Need hooned võivad sisaldada avatud planeeringuga tööruume, koosolekuruume ja muid vajalikke teenindusruume.
4. **Avalikud hooned:** koolid, tervisekeskused ja muud avalikud asutused. 1+X mustersüsteem võimaldab luua funktsionaalseid ja kohanduvaid ruume, mis vastavad erinevatele avaliku sektori vajadustele.

1+X mustersüsteemi modulaarne lähenemine ja paindlikud lahendused võimaldavad luua mitmekesiseid hoonetüpoloogiaid, pakkudes samas jätkusuutlikke ja efektiivseid ruumilahendusi. Samas kõrgema laega teenindus või spordihooneid pole standardised mustriks, sest ruumiliseks piiranguks tuleb raamkonstruktsiooni mõõdud.

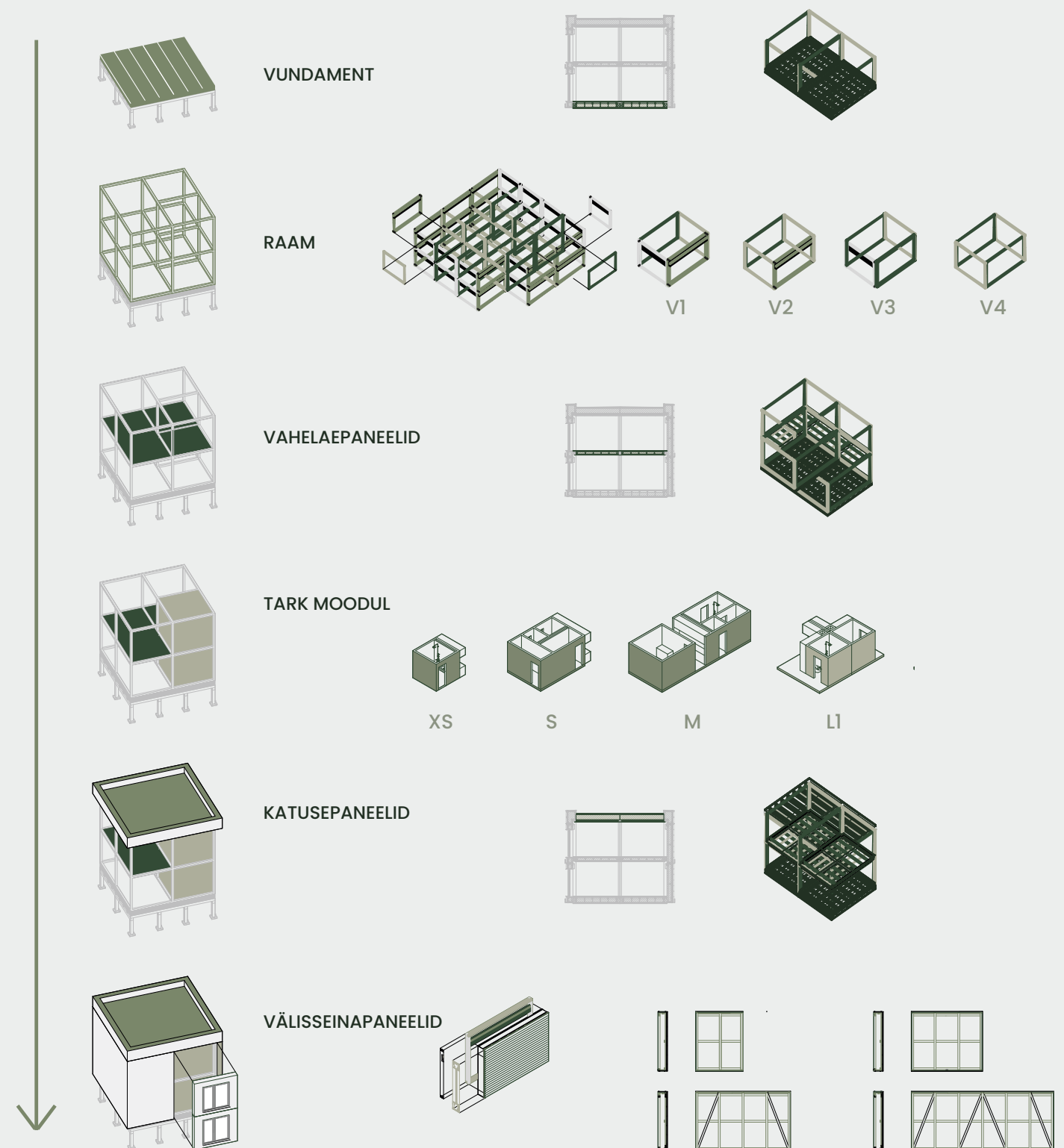
4.4. Ehitusprotsessi kirjeldus

Ehitusprotsessi kirjeldust illustreerib kõrvaloleva lehekülje skeem (skeem 7).

Hoone karkassi ehitamisel tuleks planeerida karkassipostid nii, et need jääksid põhupakkide keskele. Sel viisil on põhupakid omavahel seotud, mis vähendab külmasildade teket. Põhu parimad füüsikalised omadused tulevad esile siis, kui põhupakid on tugevalt omavahel kokku pressitud

Viimistluseks tuleb valida hingav ja looduslik materjal, sest kuna põhk on orgaaniline materjal, peab olema tal võimalik tuulduda. Umbesse keskkonda jäädes

tekivad protsessid, mis kahjustavad põhupakkide häid omadusi. Selline lähenemine tagab hoone vastupidavuse ja energiatõhususe, säilitades ka looduslähedase ja ökoloogilise ehitusmeetodi eelised.



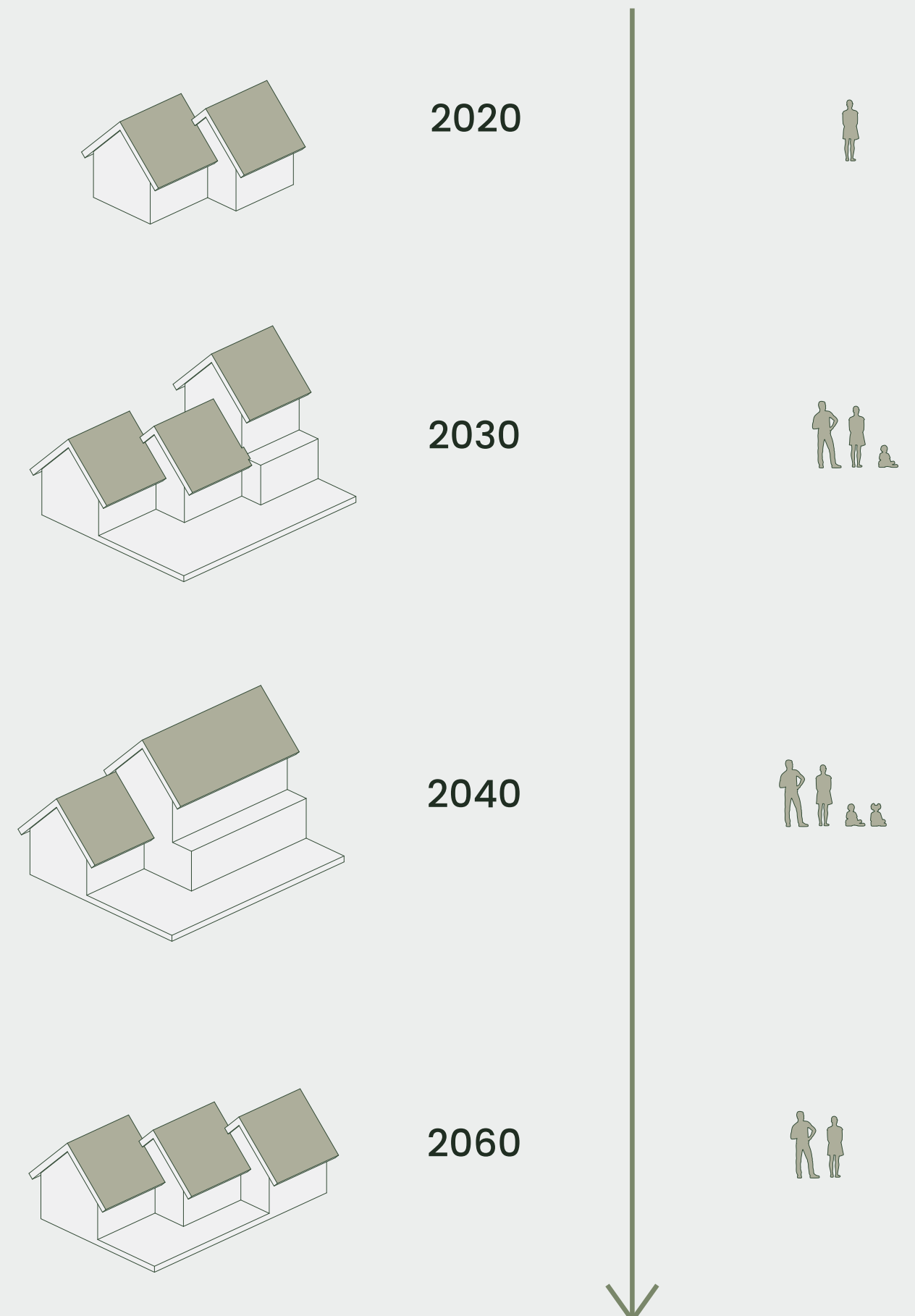
Skeem 7. Ehitusprotsess

4.5. Kasvatamine ja kahandamine

1+X mustersüsteem eristub teistest musterhoonetest oma innovatiivsete ehitustehniliste lahendustega, mille eesmärk on tagada hoone kerge kokkupanemine ja hilisem lahtimonteerimine. Sellesüsteemi raamistikudisain võimaldab hooneelementide iseseisvat talitlust, mistõttu on võimalik hoonet hõlpsasti laiendada, lisades sellele uusi raamimoodulisi komponente. Samuti saab hooneid kärpida, eemaldades soovitud osad ja nende elemendid, ilma et see mõjutaks raamkonstruktsiooni vastupidavust (skeem 8).

Raamkonstruktsioon on kavandatud nii, et elementide eemaldamine ei mõjuta kogu hoone struktuuri. See muudab hoone renoveerimise lihtsamaks, kuna saab lihtsalt vahetada fassaadielemente või teha muid parandusi ilma suuremate struktuursete muutusteta. Selline paindlikkus võimaldab hoone kohandamist vastavalt muutuvatele ruumivajadustele või vajadusel hoone demonteerimist ja taaspaigutamist uude asukohta.

1+X süsteemi peamine eelis on selle võime reageerida erinevatele kasutusnõuetele ja keskkonnaoludele, mistõttu on see ideaalne valik tänapäeva dünaamiliste ja kohandatavate ehituslahenduste jaoks. Paindlikkus, mida see süsteem pakub, võimaldab mitte ainult hoonete kiiret ja efektiivset ülesehitamist, vaid ka nende edasist kohandamist ja uuendamist, järgides kaasaegseid nõudeid ja kestlikkuse põhimõtteid.



Skeem 8. Kasvatamine ja kahandamine.

5. EHITUSFÜÜSIKALISED LAHENDUSED

5.1. Ehituskonstruksioonid

5.1.1. Piirdetarindite ehitusfüüsikalised omadused

Põhu kasutamist piirdetarindites iseloomustavad hea soojapidavus, materjali hingamine ja müra isoleerimine. Soojapidavust mõjutab suuresti soojusmahtuvus. Põhul endal on suur erisoojus, kuid väikse tiheduse tõttu suhteliselt vähene soojuse talletamine. Soojuse talletamist on võimalik suurendada põhu tihendamisega, mille käigus põhu kiud surutakse tihedalt kokku ja sellega paraneb soojusmahtuvus. Suur soojusmahtuvus tagab talvistel aegadel pikema ja stabiilse sooja temperatuuri ruumis, aga suvistel soojadel aegadel aitab hoida hoonet jahedamana.

1+X arendustöö raames on kasutatud paneelides puistepõhku mis on suure surverõhuga paneeli karkassi vahele puhutud ja tihedalt kokku pressitud. Puistepõhu tihedus paneelis on ca 100–120 kg/m³. Kvaliteetne, kuiv ja tihedalt kokku pressitud põhu soojuseri juhtivus on ca 0,041–0,045 W/mK. 1+X paneeli enda soojuslähivuse arvuks välisseina puhul on saadud $U=0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ (joonis 31).

5.1.2. Sisekliima tagamise lahendused

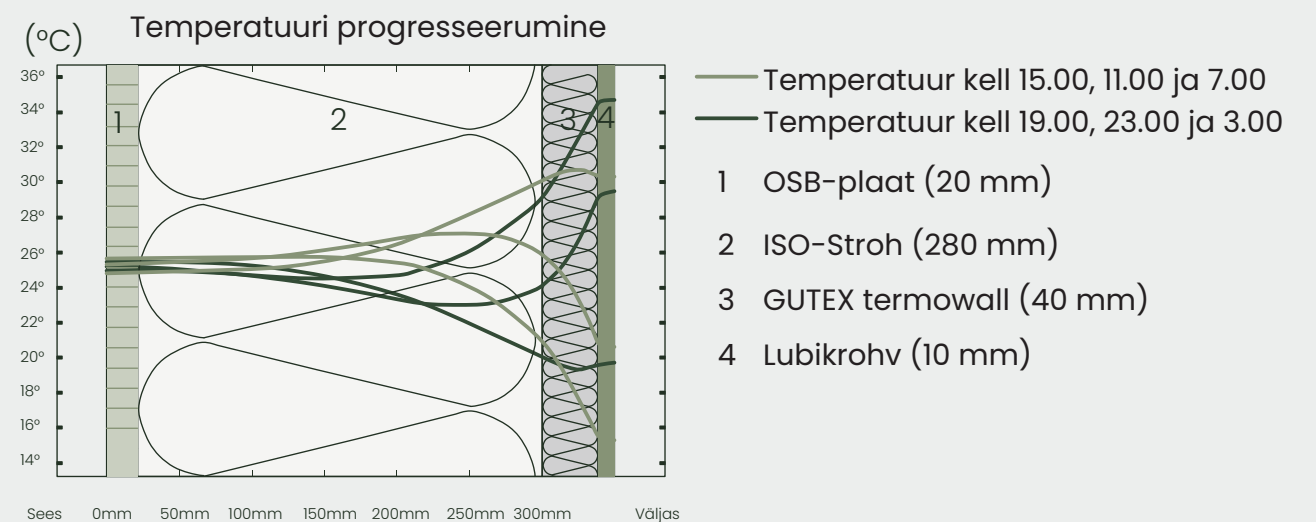
Sisekliima mugavuse tagamiseks kasutatakse välisseintes ja vahelagedes põhku. Katus ja põrand on isoleeritud tselluvillaga, et vähendada niiskuse riske välistegurite mõjul. Põhk on valitud välisseinte isolatsiooniks tänu oma headele omadustele, mis tagavad parema õhukvaliteedi ja vähendavad tervisele kahjulike osakeste levikut. Kuigi tänapäeval mängib peamist rolli õhuvahetuses ventilatsioon, võimaldavad hingavad looduslikud materjalid majal loomulikult viisil sisekliimat reguleerida. Tihedalt kokkupressitud põhk toimib ka filtrina, mis püüab kinni väljast tulevad allergeenid. Paneelis ei ole kasutatud materjale, mis võivad sisaldada kahjulikke ühendeid, tagades seeläbi puhtama ja tervislikuma elukeskkonna.

Põhu suur soojusmahtuvus hoiab talvel siseruumides temperatuuri soojana, samas kui suvel aitab hoida hoonet jahedana. Austrias, kus põhku kasutatakse ehitistes laialdaselt, on tehtud uuringuid põhupaneelide termoregulatsiooni kohta. Näiteks ISO-Stroh Suisse GmbH on testinud 400 mm paksuse põhupaneeli temperatuuri muutusi suviste ilmadega. Uuringud näitasid, et kuigi õhutemperatuur kõikus päeva jooksul 16 ja 34 kraadi vahel, püsis paneeli sees temperatuur ühtlaselt 26 kraadi juures.¹¹

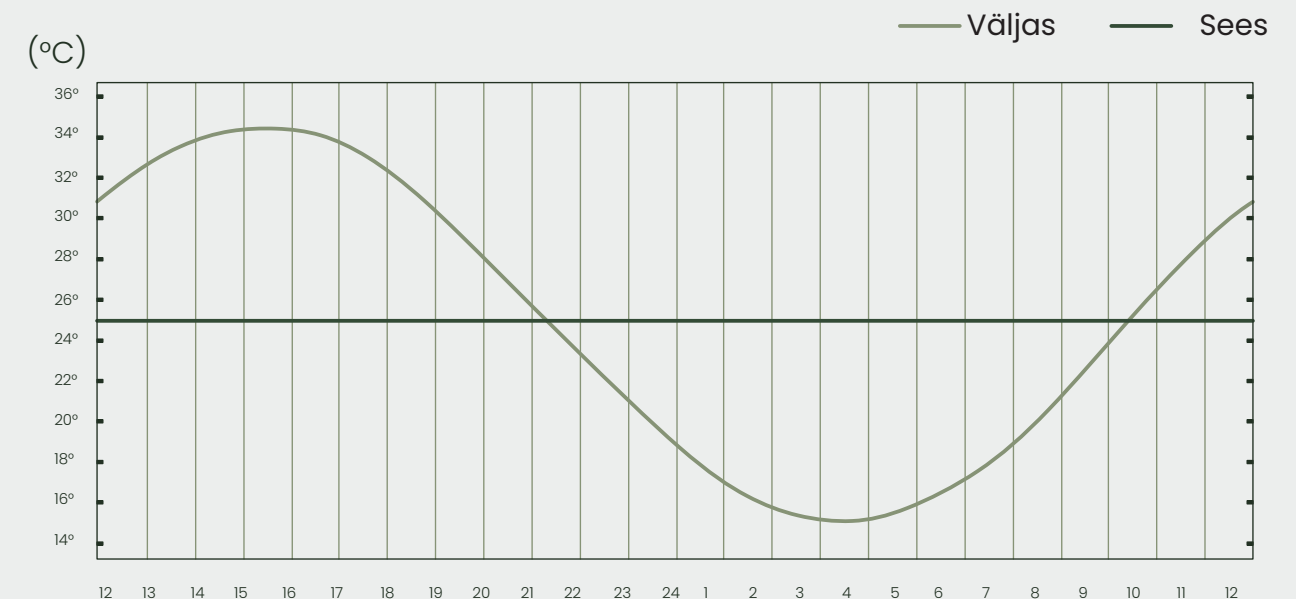
¹¹ DPM Gruppe, Iso-Stroh, lk 17.

Kuumuse kaitse

Suvised palavuse eest kaitsmise analüüsimiseks simuleeriti komponendi temperatuurimuutusi kuuma suvepäeva jooksul.



Joonis: tarindi temperatuurikõver erinevatel aegadel. Ülevaalt alla helerohelised jooned: kell 15.00, 11.00 ja 7.00 ning tumerohelised jooned kell 19.00, 23.00 ja 3.00. Ühelgi hetkel ei tunni suvekuumus tarindisse.



Joonis: temperatuur välispinnal (heleroheline) ja sisepinnal (tumeroheline) päeva jooksul. Mustad ribad näitavad maksimaalsete temperatuuriväärtuste asukohta. Maksimaalne sisepinna temperatuur peaks võimalusel olema öö teisel poolel.

Joonis 31. Puistepõhu seina konstruktsiooni soojuslähivuse analüüs suvises kuumuses.¹²

¹² DPM Gruppe, Iso-Stroh, lk 17.

5.1.3. Nõuded ehituskvaliteedile ja kavandatav eluiga

Paneelide tootmine tehases tagab kõrge ehituskvaliteedi. Tehase keskkond võimaldab toota elemente kuivades ja ilmastikust sõltumatutes tingimustes, mis vähendab vigade tekkimise riski. Tootmisprotsessi pidev jälgimine ja kiire reageerimine kõrvalekalletele aitavad tagada lõpptoodangu kvaliteedi. Samal ajal, kui tehases toodetakse paneele, saab ehitusplatsil teostada ettevalmistustöid, nagu vundamendi rajamine ja kommunikatsioonitrasside kaevamine. Kui paneelid on valmis, transporditakse need kiiresti ehitusplatsile, kus toimub kiire monteerimine. Peale montaaži on hoone valmis kasutamiseks juba 1–2 nädala jooksul. Hoone projekteeritakse Eesti ehitusnormide järgi, tagades kavandatud eluea vähemalt 50 aastat.

5.2. Akustika

Hoone akustilised omadused on tagatud põhku iseloomustava struktuuri ja tihedusega. Puistepõhk, tihedalt kokkupakitud kujul, moodustab väga tihke seinakonstruktsiooni, mis summutab tõhusalt nii heli kui ka sammumüra. Põhu kiudude paigutus erinevates suundades takistab heli levimist ühes suunas, kuna helilained pörkuvad kiudude vahel ja summutatakse. Hoonele, kus on vajalikud head akustilised omadused, on soovitatav kasutada põhupaneelidest seinu. Välisseintes ja kortereid eraldavates seintes on lisatud puistepõhku just nendel põhjustel. Välisseinad takistavad väljast tuleva müra sissepääsu. Korteri põhised siseseinad on tselluvillast, mis summutab sarnaselt klaasvillale ruumide vahelisi helisid. Vahelagede puhul on kasutatud tselluvilla, ning põrandakatte all on lisatud sammumüraplaat. Vahelaed ja seinad on omavahel eraldatud, et vältida heli levikut. Konstruktsioonides, mis puutuvad kokku korruseid läbivate elementidega, on paigaldatud helisummutavad kihid, mille erinev jäikus takistab heli edasikandumist kahe konstruktsiooni vahel.

5.3. Elektrisüsteemid

Elekter on lahendatud moodulmajade süsteemi põhjal, kus kaabeldus on eelnevalt tehtud iga elemendi sees ning pistikute asukohad määratud. Kaabeldus paigaldatakse karkassi ehitamise ajal, kui kaablikõrid kinnitatakse karkassi külge ning nende kaudu veetakse elektrikaablid. Seinte ja põrandate sisepindadele tehakse freesimised, kuhu

paigaldatakse pistikud, lülitid ja muud automaatikaelemendid. Kui kaablikõrid on paigaldatud, veetakse nende kaudu iga väljatuleku jaoks vajalikud kaablid. Kõride kasutamine kaitseb kaableid puistepõhuga täitmise ajal ja väldib nende kokkupuudet põhuga. Elementide omavaheline kaabelduse ühendus toimub muhvisüsteemi abil. Ühest elemendist väljub kaablite kimp, mis ühendatakse vastasküljel oleva elemendi kaablitega muhvi kaudu. Kaablite väljatulek toimub paneelide alumisest servast 175 mm kõrguselt, kus elementide ühendus varjatakse vahelaelt tuleva viimistlusplaadiga, jäädes viimistlusplaadist kõrgemale.

5.4. Valgustus

Valgustus on lahendatud moodulmajade süsteemi alusel, kus vahelaed ja seinaelementide sees on kaabeldus eelnevalt tehtud ning valgustite asukohad määratud. Kaabeldus paigaldatakse elemendi karkassi ehitamise käigus, kui kaablikõrid kinnitatakse karkassi külge ja nendest veetakse vajalikud elektrikaablid. Seinte ja põrandate sisepindadele tehakse freesimised valgustite paigaldamiseks. Kui kaablikõrid on paigaldatud, viibitakse kaablid igale väljatulekule vastavalt vajadusele. Kõrid kaitsevad kaableid puistepõhuga täitmise ajal ja takistavad nende kokkupuudet põhuga. Elementide omavaheline kaabeldus toimub muhvisüsteemi abil: ühest elemendist väljuvad kaablid ühendatakse vastasküljel oleva elemendi kaablitega muhvi kaudu. Kaablite ühendamine elementide vahel toimub vahelaed konstruktsiooni ja lae viimistlusplaadi kinnituspiirkonnas, kus on piisavalt ruumi ühenduste tegemiseks.

5.5. Tuleohutus

Põhu tuleohutuse osas on levinud arvamus, et tegemist on kergesti süttiva ja tuleohtliku materjaliga. Tõepoolest, põhk võib olla tuleohtlik, kui see pole piisavalt tihedaks pressitud. Läbiviidud katsete põhjal on jõutud arusaamani, et kui põhu tihedus jääb vahemikku 100–120 kg/m³ on tegemist tulepüsiva materjaliga. Tule levimiseks eelduseks on piisav kogus õhku, kui aga põhk on tihedalt kokkusurutud, siis on materjal õhutihe ning ei sütti ega põle.

Kõrge tulepüsivuse saavutamiseks kaetakse põhk eraldi krohvikihiga. Eestis puuduvad kahjuks põhule sertifikaadid ja nõuded tulepüsivuse osas. Euroopas on tuleohutust põhuga katsetatud, kuid ühised sertifikaadid puuduvad. Põhupaneelide tootja EcoCocon on teinud põhjalikke katsetusi, mille kohta saab lähemalt tutvuda järgmisel lingil: https://ecococon.eu/assets/downloads/ecococon_classification_of_fire_resistance.pdf. Katsetati erinevate kihtidega paneele, mille mõõdud olid 0,4 x 1,2 x 2,9 m, ja põhu paksus oli 400 mm. Tulemused on esitatud allolevas tabelis:

Tulepüsivuse katsetused EcoCoconi põhjal		
Variant	Kihid	Tulemus
A	Tuuletõkkekangas Tyvek Solid; Puitfiiber plaat Steico Protect H; Põhk (puitkarkassi vahel); Savikrohv 25 mm; Viimistlus savikrohv 5 mm	RE 120/ REI 120/ REW 120
B	Tuuletõkkekangas Tyvek Solid; Põhk (puitkarkassi vahel)	RE 30/REI 30/ REW 30
C	Tuuletõkkekangas FireStop A2; Põhk (puitkarkassi vahel); Niiskuskindlam kipsplaat Knauf KGBi/H2	RE90/ REI 90/ REW 90
D	Tuuletõkkekangas Tyvek Solid; Põhk (puitkarkassi vahel); Niiskuskindlam kipsplaat Knauf KGBi/H2	RE 30/ REI 45/ REW 30
E	Tuuletõkkekangas Tyvek Solid; Põhk (puitkarkassi vahel); Solid; Kipskiudplaat Fremacell;	RE 30/ REI 45/ REW 30
F	Tuuletõkkekangas Tyvek Solid; Põhk (puitkarkassi vahel); Kipskrov Knauf MP75 (25 mm);	RE 90/ REI 90/ REW 90
G	Tuuletõkkekangas Tyvek Solid; Põhuplaad VestaEco PROTECT (60 mm); Põhk (puitkarkassi vahel); Niiskuskindlam kipsplaat Knauf KGBi/H2	RE 90/ REI 90/ REW 90

Tabel 4. Tulepüsivuse katsetused EcoCoconi põhjal.

Tulemustest on näha, vastavalt hoone vajadusele on võimalik elemente modifeerida vajadusel tuletõkke vajadusest REI 30 kuni REI 120–ni.

5.6. Küte ja ventilatsioon

Küttesüsteemina kasutatakse väikeelamutes maakütet, kui hoone pindala ületab 100 m². Ühiskondlikes hoonetes eelistatakse tsentraalküttest saadavat energiat, kui see on võimalik, või võimsamat maakütte süsteemi. Hoonete puhul, mille pindala on alla 100 m², võib rakendada *off-grid* lahendusi, kus energia kogutakse päikese või tuule abil ja muudetakse elektrienergiaks, et varustada näiteks õhksoojuspumpa.

1+x hoonestuse puhul on arvestatud ka ilmakaarte variatsioonidega. Päikselistele külgedele on planeeritud varjestused, et vähendada hoone jahutamiseks kuluvat energiat. Küttesüsteemid paiknevad targas moodulis, kust torustik jagatakse üle hoone. Täpne ventilatsioonilahendus koostatakse eraldi kütteprojektiga

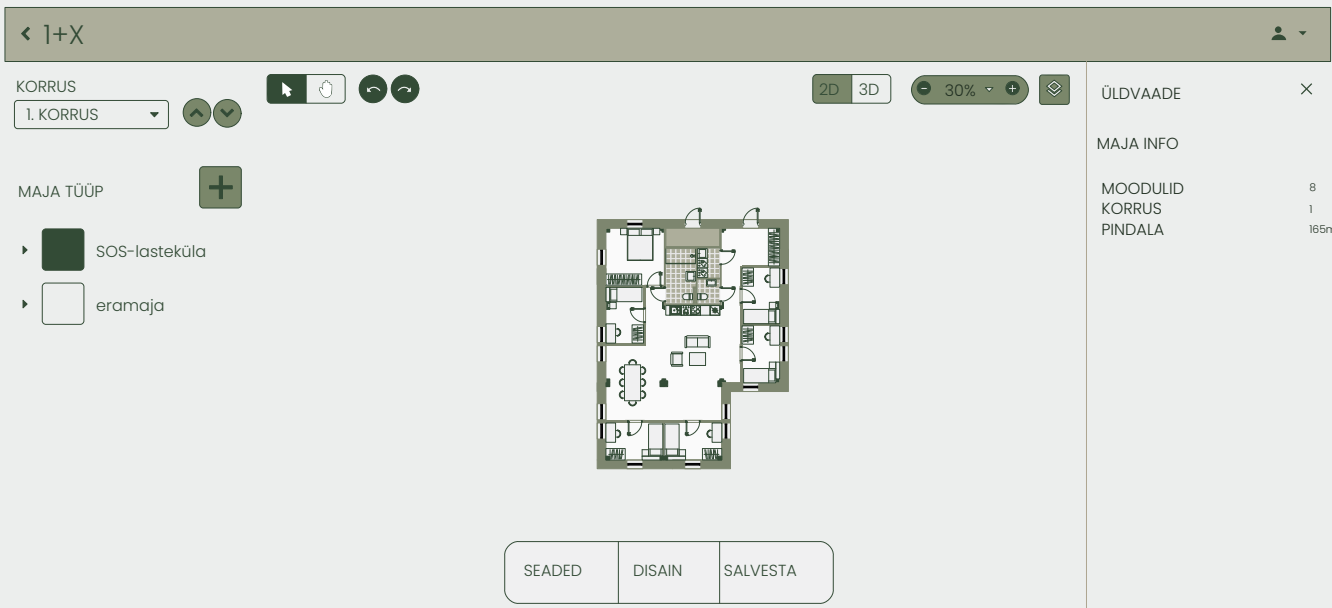
Ventilatsioon on väiksemates hoonetes loomulik ja suuremates hoonetes sundventilatsioon koos soojustagastusega. Ventilatsiooniagregaadid asuvad targas moodulis, ventilatsioonitorustik kulgeb vahelagede sees ja sahtis. Täpne ventilatsioonilahendus määratakse eraldi ventilatsiooni projektiga.

5.7. Veevarustus ja kanalisatsioon

Suuremate hoonete veevarustus on tagatud linna veetrassist, samas kui kanalisatsioon on ühendatud linna kanalisatsioonivõrguga. Väiksemate hoonete puhul on võimalik rakendada kombineeritud süsteemi, kus veevarustus on osaliselt kaevu ja osaliselt vihmavee kogumise kaudu. Seadmed valitakse nii, et vee tarbimine oleks võimalikult säästlik. Vihmavee kogumist ei oleks mõistlik kasutada joogiveena, kui hoone on ühendatud tsentraalse veevõrguga, kuna hübriidlahenduse puhul peaks filtreid kasutama võimalikult vähe. Suure osa joogiveest kasutatakse vetsupoti loputamiseks või kastmiseks, mis toob kaasa olulise kadu.

Kanalisatsiooni puhul pakutakse imb- ja filtriväljakute süsteemi, kui ühiskanalisatsiooniga liitumine ei ole võimalik. Imbväljak on osa reoveepuhastussüsteemist, mis rajatakse septiku lähedale ja kuhu suunatakse septikust väljuv heitvesi.

6. KONFIGURAATOR



Skeem 9. Konfiguraator.

6.1. Creatomus konfiguraator

Creatomus on juhtiv *Configure-Price-Quote (CPQ)* tarkvara pakkuja moodul- ja *off-site*-ehituse jaoks, kellel on 7-aastane kogemus veebikonfiguraatorite arendamisel üle maailma. Nende konfiguraatoreid on kasutatud tuhandete ehitiste projekteerimisel USA, EL ja Austraalia tehastes. Creatomus usub, et jätkusuutlik ehitus algab hoone projekteerimise uuel määratlemisel ning nende missiooniks on ületada lõhe hoonete projekteerimise ja ehitamise vahel, võimaldades reaajas andmevahetust projekteerimise ja tootmise vahel.¹³

6.2. Lähteandmed

Soovime pakkuda klientidele, nagu ehitusfirmadele, arhitektuuribüroodele, avalikele asutustele või erakliendile, võimalust kasutada Creatomuse konfiguraatorit, et luua esialgne kuvand hoonest. Meie eesmärk on lihtsustada tööprotsessi, võimaldades hoone arhitektidel ja projekteerijatel kiiresti luua maja plaani eskiisi meie konfiguraatori abil enne põhjalikuma projekteerimistarkvara kasutamist. Konfiguraator võimaldab teha lihtsaid muudatusi, nagu seinte ja uste nihutamine ning välisilme valik. 1+X konfiguraator oleks mugav selliseks otstarbeks ja funktsionaalsuseks. Konfiguraatori

¹³ About Creatomus – Creatomus. <https://creatomus.com/company/> (lehte külastatud 15.08.2024)

kasutaja võib olla lõpptarbija, kuid eeldatavasti kasutab seda ehitusfirma või arhitektuuribüroo, kes viib meie toote lõpuks kasutajateni (skeem 9).

6.3. Konfiguraatori programmeerimine

Meie eesmärgiks oli konfiguraatoris pakkuda valiku võimalusi erinevate tüpoloogiatega hoonete loomiseks, olgu nendeks siis eramajad, korterelamud, mikromajad või muud. Soovisime, et valitud tüpoloogia alusel oleks võimalik muuta fassaadi välimust või plaanilahendust, võimaldades ruumipinna suurendamist või vähendamist vastavalt vajadusele. Praeguseks on 1+X mustersüsteemis hoone esitlemine konfiguraatoris umbes 20% valmis programmeeritud, mida arendab Valerii. Konfiguraatori lõpliku versiooni väljastamiseks on vaja otsustada detailsusaste, mis oleks kliendile nähtav, uuendada 2D joonised ja 3D mudel realistlike tekstuuridega, programmeerida erinevad fassaadivalikud.

Tulevikus võiksime keskenduda sellele, kuidas integreerida konfiguraatorisse rohkem valikuvõimalusi, mis võimaldaksid kasutajatel luua ja kohandada erinevaid hoonetüüpe vastavalt nende individuaalsetele vajadustele ja eelistustele. Lisaks peame uurima võimalusi, kuidas automatiseerida ruumiplaneerimise protsessi, et muuta see kasutajasõbralikumaks ja interaktiivsemaks.

KOKKUVÕTE

Arendustöö tulemusena saavutasime mitmeid olulisi verstaposte ning omandasime uusi teadmisi. Mustersüsteemi abil hoone kavandamise käigus laiendasime oma arusaama erinevate hoone konstruktiivsete elementide ja ehitusmeetodite kohta. Hoolimata traditsioonilistest ehitusteadmistest, õppisime tundma põhuehituse eelised ja puudused ning kõik projektis osalenud liikmetel on omandatud oskus projekteerida ja ehitada traditsioonilist põhumaja.

Viie kuuga töötasime välja mustersüsteemi, mis sobib nii eramute kui mitmekordsete korterelamute jaoks. Mustersüsteemi loogika põhjal sai välja töötud raamsüsteem, mis annab mustermajale vormilist paindlikkust. Lisaks arendasime erinevaid põhupaneele fassaadidele riputamiseks ning loodi mustersüsteemi loogikale välisseina paneelidele fassaadi disainid. Biogeensete pörandapaneelide, vahelae-, katuslae- ja siseseina paneelide väljatöötamine oli samuti oluline osa projektist. Kõik need elemendid pidi sobituma mustersüsteemi ehitusloogikaga. Arendustöö jooksul sai iga nädalaselt konsulteeritud ehitusinseneridaga, et veenduda väljamõeldud ehitustehniliste lahenduste praktilisuses. Samuti töötasime välja erinevate suurustega tehnomoodulid, mis varieeruvad suuruselt vastavalt tarbimisvajadustele.

Arendustöö ajal tutvusime jooksvalt ka Creatomtus konfiguraatoriga. Konfiguraatori loogikaga alusel mudeldamine hoone elemente, mis võimaldaksid hiljem programmis hoonet luua.

Projekteerimisel jäid teatud aspektid aga lahendamata. Näiteks põhupaneeli katsetused seoses tuletulendlikkuse, niiskustaseme, mürataseme ja soojapidavusega. Samuti ei suutnud me täpselt kindlaks teha, milliseid ehitusseaduse punkte põhumaja ei täida avaliku sektori, äri- ja korterhoonete puhul. Edaspidi peame keskenduma mustripõhiste fassaadipaneelide arendamisele, mis hõlmavad ka rõdusid, ning tegeleda vihmavee ärajuhtimise ja kogumise süsteemide ning detailsemate musterhoone ehitusprobleemide lahendamisega. Samuti peame proovima ehitada erinevaid majatüüpe ja keerukamaid vorme mustersüsteemi raames ning arendama Creatomus konfiguraatoris rohkem valikuvõimalusi hoone disainimiseks.

KASUTATUD ALLIKAD

About Creatomus – Creatomus. <https://creatomus.com/company/> (lehte vaadatud 15.08.2024).

DPM Gruppe, Iso-Stroh – “Im Detail Geschichte Technik Anwendung”. Saksamaa, <https://www.iso-stroh.ch/wp-content/uploads/2022/09/ISO-STROH-im-Detail-technischer-Folder.pdf>.

M. Oro, intervjuu. Küsitles 1+X uurimisrühm, 18.04.2024. Intervjuu märkmed 1+X uurimisrühma valduses.

Overview, create resilient, constructible designs connected to BIM – Autodesk, <https://www.autodesk.com/products/robot-structural-analysis/overview> (lehte vaadatud 16.08.2024).

Tervisekaitsenõuded asenduskoduteenusele 2007, (täiendatud 2018). – Riigi Teataja, <https://www.riigiteataja.ee/akt/12855667?leiaKehtiv> (vaadatud 20.08.2024).

Vikipeedia, “SOS lasteküla”, 2023 https://et.wikipedia.org/wiki/SOS_Lastek%C3%BCla (vaadatud 25.07.2024).

Illustratsioonid

Skeem 1. 1+X idee selgitus.

Skeem 2. Põllult põllule projekteerimine.

Skeem 3. Raamkonstruktsiooni olulisus.

Skeem 4. Põhu omadused.

Skeem 5. Tootmine ja transport.

Skeem 6. Tark moodul.

Skeem 7. Ehitusprotsess

Skeem 8. Kasvatamine ja kahandamine.

Skeem 9. Konfiguraator.

Pilt 1. Programmis mudeldatud kandva konstruktsiooni arvutusmodel.

Tabel 1. Üks osa peale koormuste ja mudeli uuesti dimensioneerimist konstruktsioonide stabiilsus ja tugevuskontrollid (algallikas: <https://ecococon.eu/>

assets/downloads/ecococon_classification_of_fire_resistance.pdf).

Tabel 2. SOS-lasteküla eramute tehnilised andmed.

Tabel 3. Kortermaja tehnilised andmed.

Tabel 4. Tulepüsivuse katsetused EcoCoconi põhjal.

Joonis 1. 1+X mustersüsteemi mõõdud.

Joonis 2. Raamimoodulid ja nende mõõdud.

Joonis 3. Välisseinapaneelid.

Joonis 4. Fassaadipaneelid.

Joonis 5. Avatäited.

Joonis 6. Siseseinapaneelid.

Joonis 7. Põrandapaneelid.

Joonis 8. Kolm erinevat vundamendi lahendust.

Joonis 9. Vahelaepaneelid.

Joonis 10. Katusepaneelid.

Joonis 11. XS targa mooduli plaan (M 1:50).

Joonis 12. XS targa mooduli isomeetriline vaade (M 1:50).

Joonis 13. S targa mooduli plaan (M 1:75).

Joonis 14. S targa mooduli isomeetriline vaade (M 1:75).

Joonis 15. M targa mooduli plaan (M 1:75).

Joonis 16. M targa mooduli isomeetriline vaade (M 1:75).

Joonis 17. L targa mooduli plaan (M 1:75).

Joonis 18. L targa mooduli isomeetriline vaade (M 1:75).

Joonis 19. Viie erineva SOS-lasteküla hoone isomeetrilised vaated (M 1:200).

Joonis 20. S suuruses SOS-lasteküla plaan (M 1:150).

Joonis 21. M suuruses SOS-lasteküla plaan (M 1:150).

Joonis 22. L suuruses SOS-lasteküla plaan (M 1:150).

Joonis 23. XL suuruses SOS-lasteküla plaan (M 1:150).

Joonis 24. SOS-lasteküla lõige (M 1:100).

Joonis 25. SOS-lasteküla vaated (M 1:150).

Joonis 26. Kortermaja isomeetriline vaade (M 1:150).

Joonis 27. Kortermaja 1. korruse plaan (M 1:200).

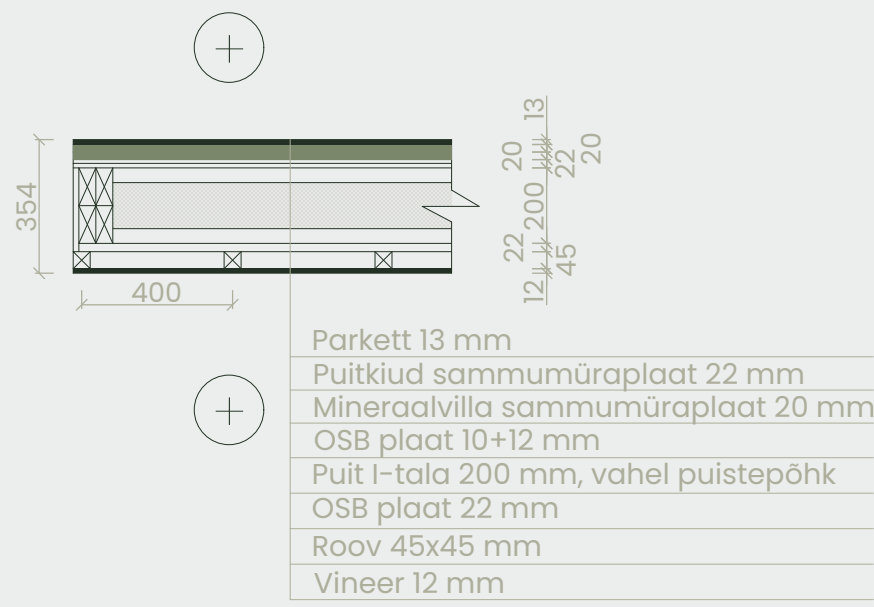
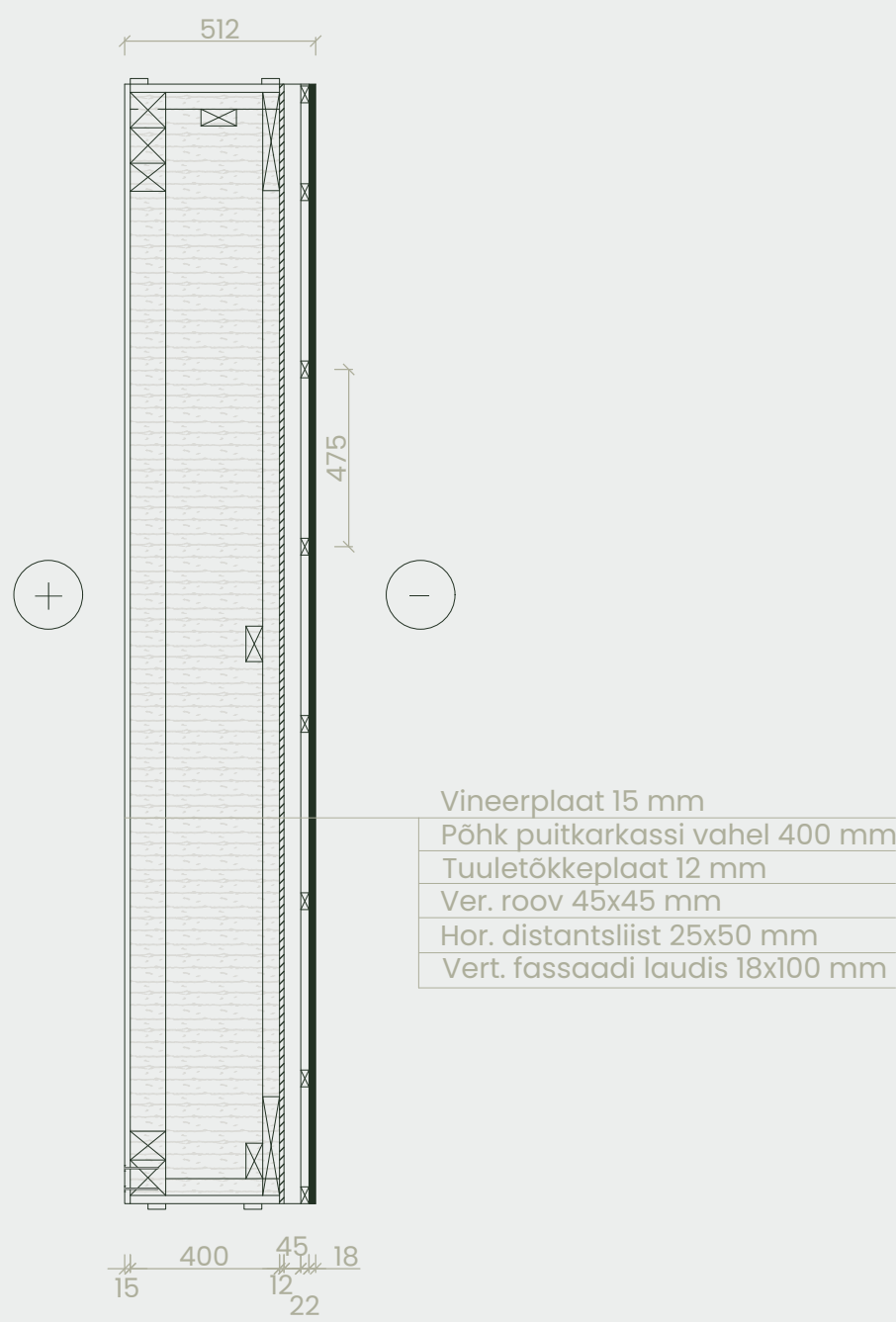
Joonis 28. Kortermaja 2. korruse plaan (M 1:200).

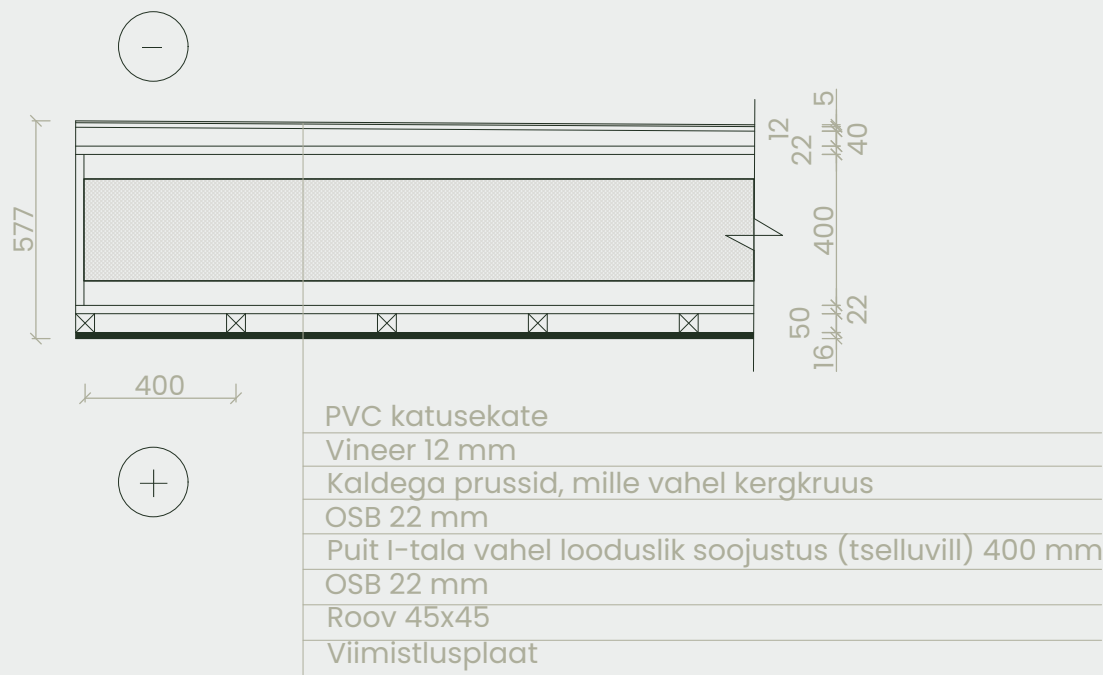
Joonis 29. Kortermaja lõige (M 1:150).

Joonis 30. Kortermaja vaated (M 1:250).

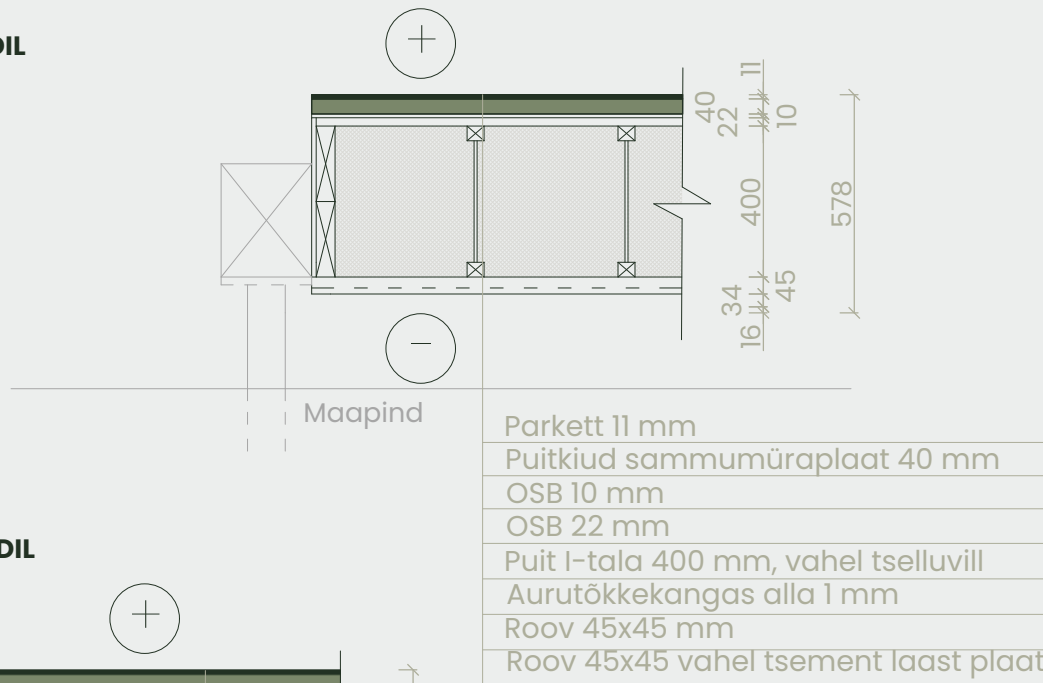
Joonis 31. Puistepõhu seina konstruktsiooni soojusläbivuse analüüs suvises kuumuses (algallikas: DPM Gruppe, Iso-Stroh - "Im Detail Geschichte Technik Anwendung". Saksamaa, <https://www.iso-stroh.ch/wp-content/uploads/2022/09/ISO-STROH-im-Detail-technischer-Folder.pdf>, lk 17.).

LISA 1. SÕLMEJONONISED.

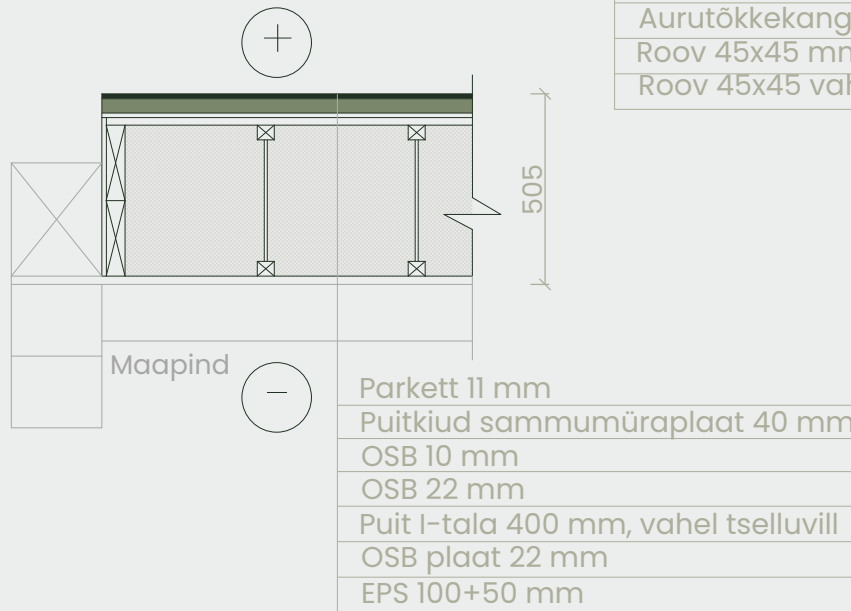




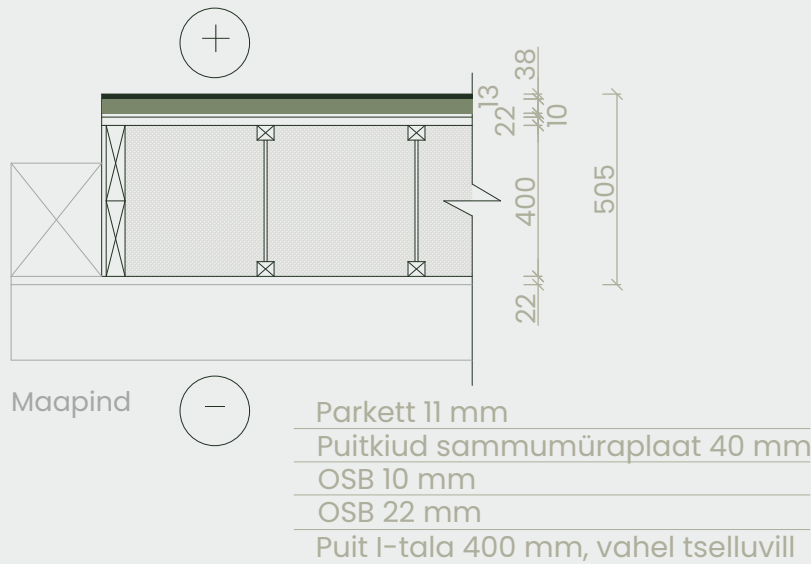
PÕRAND VAIVUNDAMENDIL

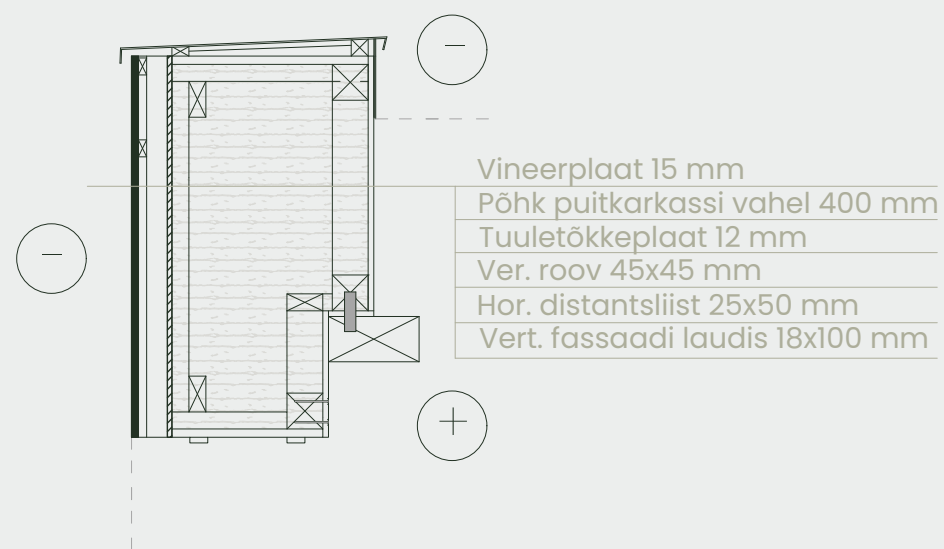


PÕRAND LINTVUNDAMENDIL



PÕRAND PLAATVUNDAMENDIL

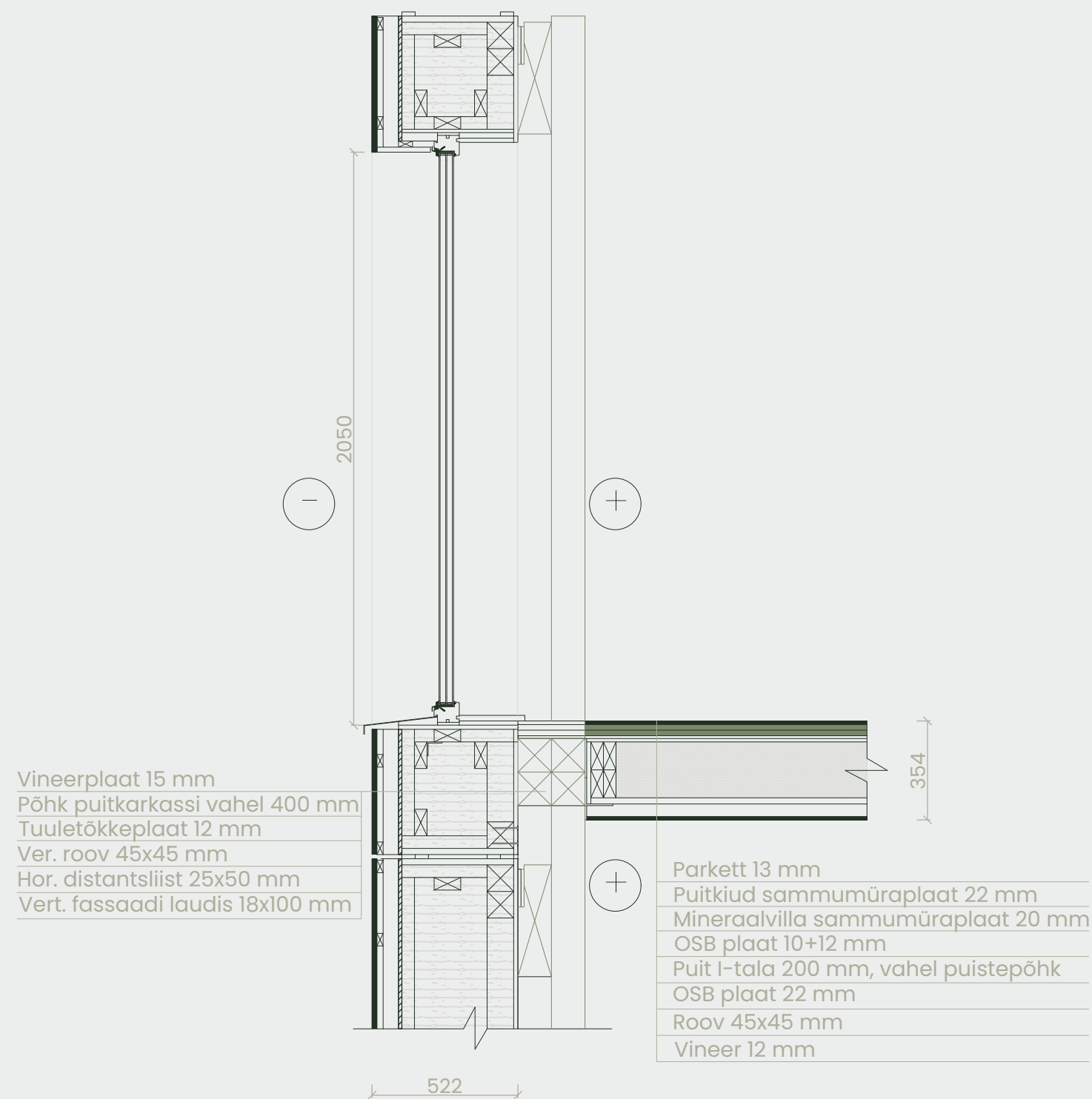




Joonis

Parapeti elemendi lõige

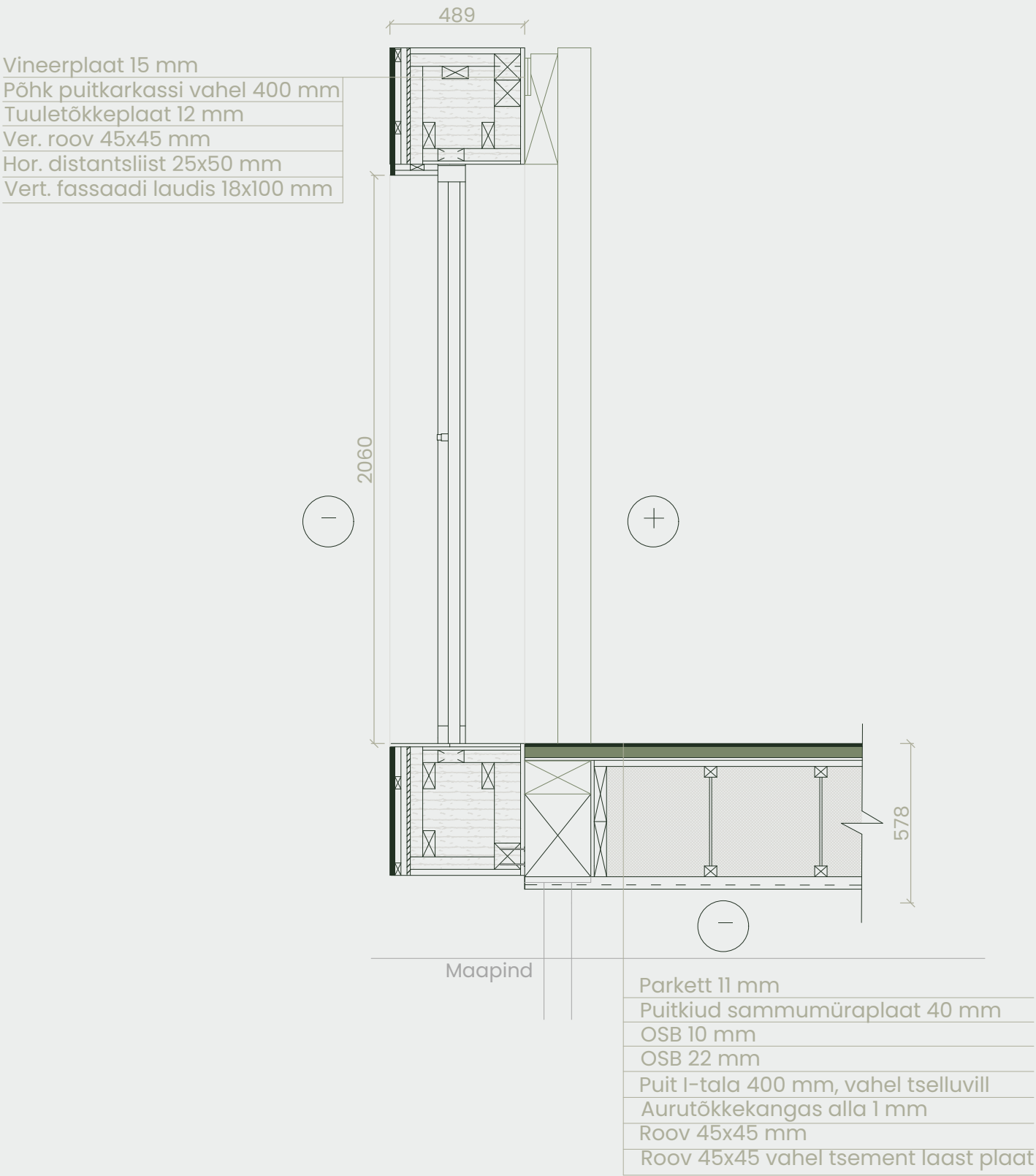
M 1: 20



Joonis

Akna sõlm

M 1: 20



1+X

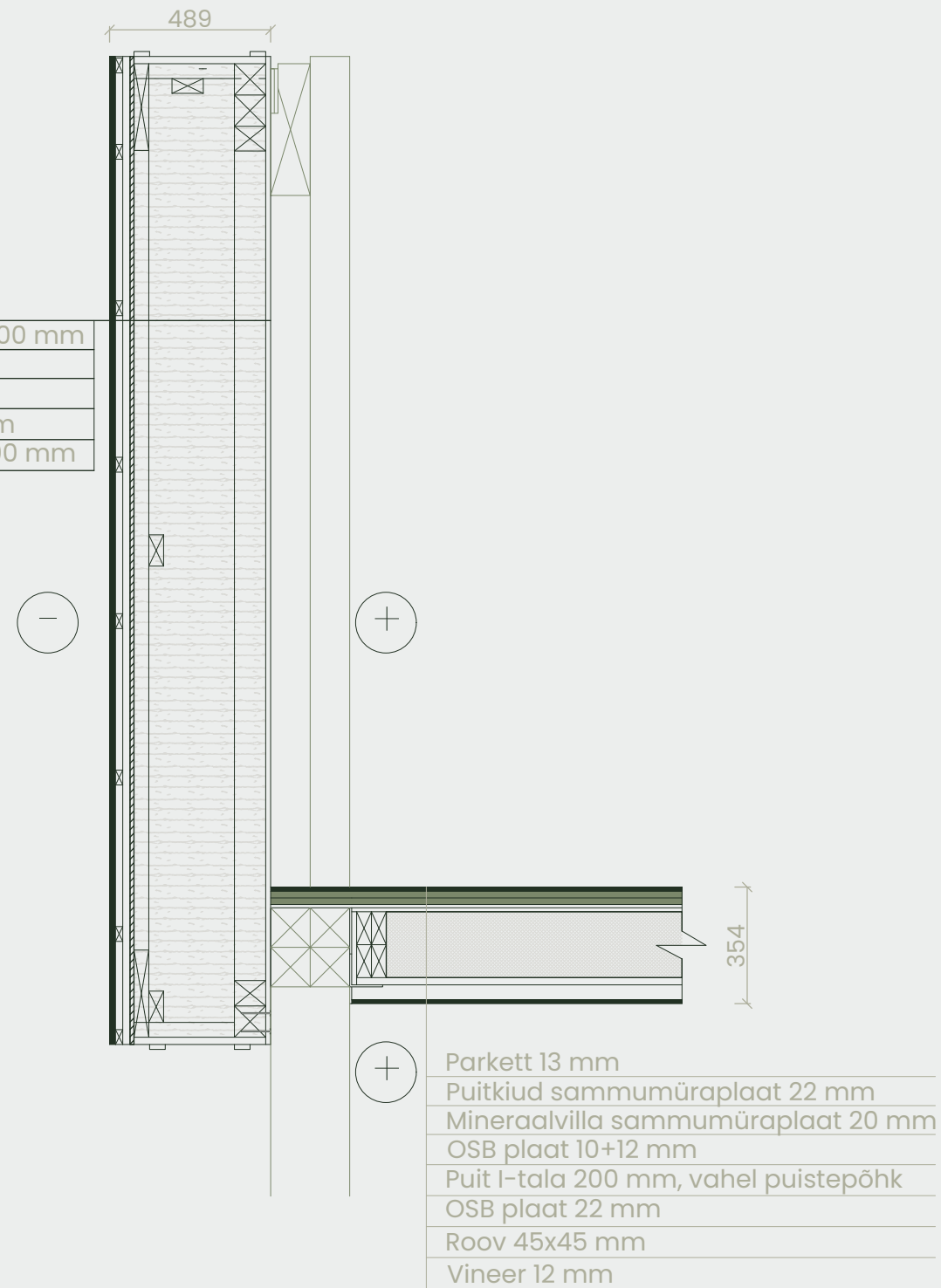
Joonis

Ukse sõlm

M 1: 20

1+X

Vineerplaat 15 mm
Põhk puitkarkassi vahel 400 mm
Tuuletõkkeplaat 12 mm
Ver. roov 45x45 mm
Hor. distantслиist 25x50 mm
Vert. fassaadi laudis 18x100 mm



Joonis

Vahelae ja välisseina sõlm

M 1: 20

SISESEINA LÕIGE



SISESEINA PEALTVAADE

