EHITUSMATERJALIDE JA KANDVATE ELEMENTIDE RINGLUSSEVÕTT: KOHTUMAJAST KLIIMAMINISTEERIUMIKS

REUSE OF BUILDING STRUCTURES AND MATERIALS: COURTHOUSE INTO CLIMATE MINSTRY

MAGISTRITÖÖ | MASTER'S THESIS

Autor: Kristin Länts
Juhendaja: Kimmo Sakari Lylykangas
Kaasjuhendaja: Kadri-Ann Kertsmik

TALLINN 2023

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Inseneriteaduskond
Arhitektuuri- ja Urbanistika Akadeemia

EHITUSMATERJALIDE JA KANDVATE ELEMENTIDE RINGLUSSEVÕTT: KOHTUHOONEST KLIIMAMINISTEERIUMIKS

REUSE OF BUILDING STRUCTURES AND MATERIALS: COURTHOUSE INTO CLIMATE MINISTRY

MAGISTRITÖÖ | MASTER'S THESIS

Üliõpilane: Kristin Länts
Üliõpilaskood: 177580EAUI
Juhendaja: Kimmo Sakari Lylykangas
Kaasjuhendaja: Kadri-Ann Kertsmik

Tallinn 2023

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“.....” ..... 2023.

Autor: .....
/ allkiri /

Töö vastab magistrittööle esitatud nõuetele.

“.....” ..... 2023.

Juhendaja: .....
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....” ..... 2023.

Kaitsmiskomisjoni esimees: .....
/ nimi ja allkiri /

Käesoleva magistritöö teemavalik sai tõuke juureldes küsimuse üle Kes on tuleviku arhitekt? Tänasel päeval koolitatakse arhitekte disainima moodsal viisil mõeldes uuele vormile. Jättes õppeprogrammi kõrvale selgineb aga reaalne olukord. Tuleviku ehitatud keskkond vajab aina enam kokkuhoiupoliitikat ning pöördumist tagasi vana juurde. Öeldakse, et ajalugu kordub. Tuleviku arhitekt ei ole ainult uue vormi looja, vaid ka „maailmaparandaja“, kelle roll on läbi disaini aidata kaasa probleemide leevendamisele ühiskonnas. Antud magistritöö mõtiskleb selle üle kuidas projekteerida nii nagu tulevik seda vajab.

Soovin tänada oma juhendajat Kimmo Sakari Lylykangast ja kaasjuhendajat Kadri-Ann Kertsmikku, kes tugevalt motiveeris ja abistas mind kogu magistritöö perioodi vältel.

Samuti olen südamest tänulik lähedastele, kelle mõistva suhtumise ja taganttõuke abil töö lõpuni viidi.

Võtmesõnad: ehitusjäätmed, lammutusjäätmed, taaskasutamine, korduvkasutamine, ringmajandus, väärindav ringlussevõtt, magistritöö, kliimaministeerium

ANNOTATSIOON/ABSTRACT

Ehitussektor on üks suurimaid energia ja ressursikasutusega valdkondi maailmas. Ehitatud keskkonna erinevad protsessid nagu materjalide tootmine, ehitamine, kasutamine, hooldamine ja lammutamine hõlmavad suurel määral energiakulu, mille tulemusel paisatakse atmosfääri emissioonid soodustades negatiivset kliimamuutust. Ühe meetmena kliimaprobleemide leevendamiseks on Eesti riik seadnud eesmärgi rakendada ringmajandust ehitussektoris, kuid mille edukaid näiteid Eestis on puudu. Koos jäätmeseaduse muudatusega 2021. aastal on ehitussektor survestatud suunama tähelepanu ehitus- ja lammutusjäätmete vähendamisele kui ka ringlussevõtule.

Ehitus- ja lammutusjäätmete taaskasutamine on tavapäraselt toimunud väärtust vähendaval meetodil. Protsess on tavapäraselt selline, et kasutuseta või amortiseerunud hooned lammutatakse ning materjal purustatakse, misjärel suundub see pinnasetäiteks. Selline tegevus ei kuulu ringlussevõtu kui tegevuse alla ning ka jäätmeseaduse alusel pole see jäätmete taaskasutamine.

Toimiva ringlussevõtu strateegiana esitatakse töös ehitusmaterjalide ja -elementide terviklikku taaskasutamist, mida saab käsitleda kui väärindavat ringlussevõttu. Strateegia käigus materjal kasutatakse selle väärtust vähendamata, esialgsel või muul viisil. Lisaks esitatakse võimalusi lammutusjäätmete tekke vähendamiseks kasutades olemasoleva hoone materjale nende kasutusotstarvet muutes.

Ringlussevõtu meetmeid rakendati toetudes viiele juhtumiuuringule Euroopa erinevast paigast. Analüüsi tulemusi kasutati magistritöö teises osas, arhitektuurses projektis, kus anti Kesklinnas asuvale endisele Tallinna kohtumajale uus kasutusotstarve, kuju ja ilme. Lahenduses tugineti jätkusuutlikele põhimõtetele ringmajanduses arvestades uut hoone funktsiooni - kliimaministeerium, mille haldusala on keskkond, kliima ja energeetika.

The construction sector is one of the largest consumers of energy and resource in the world. The various processes of the built environment such as the production of materials, construction, use, maintenance, and demolition involve a large amount of energy consumption, resulting in atmospheric emissions contributing to negative climate change. As one of the measures to alleviate climate problems, Estonia has set the goal of implementing the circular economy in the construction sector, unfortunately there are no successful examples in Estonia yet. With the amendment of the Waste Act in 2021, the construction sector is under pressure to focus on reducing construction and demolition waste as well as recycling.

The recycling of construction and demolition waste has traditionally been carried out using a downcycling method. The process usually starts with demolition of unused or depreciated building, after which material is crushed and sent to landfill. Explained activity does not fall under recycling as an activity, and based on the Waste Act, it is also not considered as a recycling.

As a viable recycling strategy, the thesis presents the reuse of construction materials and elements, which can be considered as an up-cycling - the material is used without reducing its value. In addition, examples of repurposing are presented in the project to reduce the amounts of demolition waste by using the materials of the existing building and changing their purpose of the new use.

Recycling measures were implemented based on five case studies from different parts of Europe. The results of the analysis were used in the second part of the master's thesis, an architectural project where the former Tallinn courthouse was given a new purpose, shape and visual. The solution was based on sustainable principles in the circular economy, taking into account the new function of the building - the Ministry of Climate, whose administrative area is environment, climate, and energy.

KOKKUVÕTE

Ehitiste ja rajatiste püstitamine, hooldamine, lammutamine hõlmavad erinevaid protsesse, mille tulemusel pannakse Maa kliima surve alla. Ehitussektor on vastutav süsinikuemissioonide kõrgest sisaldusest atmosfääris, mis on kulmineerunud kliimaprobleemidega. Pariisi kokkuleppe tulemusena loodud Euroopa rohelepe survestab Eestit looma strateegiaid heitkoguste vähendamiseks. Vältimaks kliimasoojenemise süvenemist ning selle mõju inimkonnale on riiklikul tasandil loodud strateegiad. Ehitussektori mõju leevendamiseks on suurimaks ülesandeks püstitatud laiaulatuslik ringmajanduse rakendamine, mida juba toetab jäätmeseadus. Seaduse alusel peab 70% ehitus- ja lammutusjäätme kogumahust olema suunatud taaskasutusse. Sinna alla ei kuulu tagasitäiteks ettevalmistatud või saadetud kogused. Maailma tasandi kokkulepped panevad Eesti riigi liikuma jätkusuutlikuma ühiskonna suunas, selleks, et erinevate strateegiate läbi vähendada mõju kliimale. 2023. aastal on rakendusmeetmed ehitussektoris vähetulemuslikud, kuna näiteid ehitus- ja lammutusjäätmete korduvkasutamisest Eestis on väga vähe.

Levinud arvamus, et ringmajandus on uus kontseptsioon on uurimise tulemusel müüt. Ringmajanduse rakendamise esimesed jäljed ulatuvad antiikaega. Sajandeid on olnud korduvkasutamine tavapärane tegevus. Alates 1930ndatest on selleks kasutatud terminit spolia, mis viitab tegevusele - ühest kohast võetud materjali kasutamist teises kohas.

10-ne aasta statistika alusel laekub igal aastal Eestis 2 miljonit tonni ehitus- ja lammutusjäätmeid, mida läbi ringmajanduse rakendamise on võimalik vähendada. Enim tekib prahti pinnasest ning betooni- ja keraamikatooteid. Seni on jäätmete taaskasutamise põhimõte seisnud selles, et need purustada ning suunata pinnastäiteks. See tähendab materjali väärtust vähendavat taaskasutust ning ei saa nimetada ringlussevõtuks. 2021. aastast kohustab jäätmeseadus taaskasutama 70% ulatuses ehitus- ja lammutusjäätmeid viisil, mis ei suuna jäätmeid pinnasetäiteks. Katsetatud on jäätmete taaskasutamist ehitusmaterjalide teisese toormaterjalina, näiteks betoonis kasutatava jämetäitematerjali asendamine purustatud lammutusjäätmetega. Analüüsist selgub, et katsed pole suuri tulemusi andnud, kuid ehituses on kasutusel selliseid valmistooteid, milles on kasutatud purustatud jäätmeid. Jäätmete taaskasutamise ühe meetmena nähakse terviklike konstruktsioonide ringlussevõttu, mis tulemusena väldib materjalide purustamist ja jäätmeks langemist. Terviklike konstruktsioonide kasutamine ei kuulu purustava meetodi hulka, mis tähendab, et materjalid taaskasutatakse nende esialgsel või muul viisil väärtust vähendamata. Uurimistulemusena on leitud, et suurimat positiivset mõju kliimale avaldab kandvate konstruktsioonide terviklik korduvkasutamine, mille tulemusel väheneb uue hoone süsinikujalajälg ligi 30%.

Väärindava ringlussevõtu s.h terviklike konstruktsioonide ringlussevõtt eeldab traditsioonilise lammutamise asemel selekteerivat demonteerimist ehk järk-järgulist lammutamist. Protsessi tulemusel saadetakse ringlusesse terviklikult eemaldatud ehitusmaterjalid ja -elemendid. Ringlusesse saatmiseks peab olema korraldatud materjali kvalifitseerimine, hoiustamine ning müümine. Erinevate riikide näidete alusel on leitud, et ringlusesse saadetud materjalid tuleks hoiustada materjalipangas, mis on nii füüsiline kui ka virtuaalne. Viimane tegeleb materjalide ostu ja müügiprotsessiga virtuaalsel platvormil. Samuti on leitud, et materjalide kvalifitseerimise, hoiustamise ja müügi eest peaks vastutama riik. Eesti ehitussektoris pakub ringlusse võetud materjalide müüki mittetulundusühing Säästva Renoveerimise Infokeskus ning samuti eraisikud, kes materjale müüvad erinevatel virtuaalsetel müügiplatvormidel. See tähendab, et turg on reguleerimata ja kvalifitseerimata, kuid omab potentsiaalset klientuuri. Ringmajanduse rakendamisega ehitussektoris kaasnevad erinevad probleemikohad nagu materjali hoiustamine materjalipangas ning majanduslik toimimine. Analüüsist järeldub, et seni kuni esmase ehitusmaterjali hind on madalam kui taaskasutatud materjali hind, on ringmajanduse toimimine raskendatud. Ühtlasi pole siinkirjutises käsitletud strateegia majanduslikku toimimist.

Viie arhitektuurse juhtumiuuringu põhjal selgitati välja ehitussektori silmapaistvamad ringlussevõtu rakendusviisid. Mitme juhtumiuuringu tulemuseks oli ringmajanduse rakendamisel märkimisväärselt väiksem süsinikujalajälg. Samuti uuringust selgub, et ehitusmaterjalide korduvkasutamine hoone rekonstrueerimisel annab paremaid tulemusi kui uue ehitamisel, vähendades hoone süsinikujalajälge 30% rekonstrueerimisel ning uue ehitamisel 20%. Juhtumiuuring Belgias käsitleb jäätmete taaskasutamise asemel korduvkasutamise mudelit, mil materjalipangana käsitletakse sama ehitise materjale. Selline meetod nõuab tugevate liimühenduste asemel kruviühenduste või *interlock* meetodi kasutamist konstruktsioonide ehitamisel. Juhtumiuuring paigutab tähelepanu projekteerimisele, mil juhul arvestatakse selle hilisemat demonteerimist võimalikult lihtsal viisil soodustades ringmajanduse toimimist ka tulevikus.

Enamik edukaid näiteid ringmajanduse põhimõtetel ehitatud hoonetest pärinevad välisriikidest. Juhtumiuuringute põhjal võib väita, et ringmajanduse rakendamine ehitussektoris on olulise tähtsusega ning omab Eesti tulevikus potentsiaali. Antud magistritöö keskendub arhitektuursele kontseptsioonile ning ei käsitle ringmajanduse strateegia teisi külgi, mistõttu võib tulevikus uurida igat kaasnevat teemat, materjalipanka, doonorhoonet, demonteerimist, materjalipassi eraldiseisvalt.

SUMMARY

The construction, maintenance, and demolition of buildings and structures involve various processes, as a result the Earth's climate is put under pressure. The construction sector is responsible for the high level of carbon emissions in the atmosphere, which has culminated in climate problems. The European Green Deal created as a result of the Paris Agreement puts pressure on Estonia to create strategies to reduce emissions. In order to prevent the worsening of climate warming and its impact on humanity, strategies have been created at the national level. In order to mitigate the impact of the construction sector, the biggest task is the implementation of a large-scale circular economy, which is already supported by the Waste Act. Based on the law, 70% of the total volume of construction and demolition waste must be directed to recycling. It does not include quantities prepared or sent for backfilling. Agreements at the world level make Estonia move towards a more sustainable society, in order to reduce the impact on the climate through various strategies. In 2023, implementation measures in the construction sector are ineffective, as there are very few examples of reuse of construction and demolition waste.

The common belief that circular economy is a new concept is myth. The first traces of the implementation of the circular economy date back to antiquity. For centuries, reuse has been common practice. Since the 1930s, the term spolia has been used for this, which refers to the activity - the material taken from one place and used in another.

Based on 10-year statistics, 2 million tons of construction and demolition waste are received every year in Estonia. This can be reduced through the implementation of the circular economy. Most debris is generated from soil and concrete and ceramic products. Until now, the principle of recycling waste has been to crush it and send it to landfill. It is the measure which reduces the value of the material and cannot be called recycling according to law. From 2021, the Waste Act obliges to recycle 70% of construction and demolition waste in a way that does not divert the waste to landfill. Attempts have been made to reuse waste as a secondary raw material for building materials, for example replacing aggregate used in concrete with crushed demolition waste. The analysis show that the experiments have not yielded great results, but such finished products are used in construction nowadays. Re-use of complete structures is seen as one of the measures of waste recycling, which prevents materials from being crushed and becoming waste. The use of whole structures is not part of the destructive method, which means that the materials are reused without reducing their original value. As a result of research, it has been found that the greatest positive impact on the climate is the comprehensive reuse of load-bearing structures, which results in a reduction of the carbon footprint of a new building by nearly 30%.

Upcycling, including the recycling of complete structures, requires selective dismantling, i.e. gradual demolition, instead of traditional demolition. As a result of the process, dismantled building materials and elements are sent to circulation. In order to send the material into circulation, qualification, storage and sale of the material must be organized. On the basis of examples from different countries, it has been found that materials sent into circulation could be stored in a material bank, which is both physical and virtual. The latter deals with the process of buying and selling materials on a virtual platform. It has also been found that the state should be responsible for the qualification, storage, and sale of materials. In the Estonian construction sector, the sale of recycled materials is offered by the non-profit organization Sustainable Renovation Information Centre (in estonian *Säästva Renoveerimise Infokeskus MTÜ*), as well as private individuals who sell materials on various virtual sale platforms. This means that the market is unregulated and unqualified but has a potential clientele. The implementation of the circular economy in the construction sector is accompanied by various problems such as material storage in the material bank and economic functioning. The analysis concludes that as long as the price of primary construction material is lower than the price of recycled material, the functioning of the circular economy will be difficult. Although, the economic operation of the strategy is not discussed in this paper.

Based on five architectural case studies, the most prominent implementations of recycling in the construction sector were identified. Several case studies resulted in a significantly reduced carbon footprint when implementing a circular economy. The study also reveals that the reuse of building materials in the reconstruction of a building gives better results than in the construction of a new one, reducing the carbon footprint of the building by 30% in reconstruction and 20% in new construction. A case study in Belgium implements a re-use strategy which considers the future instead of reusing waste today. They use the same building as a material bank. Such a method requires the use of screw connections or the interlock method instead of strong adhesive connections. The case study puts the attention on the designing process, in which the later dismantling could be done in the simplest way, promoting the functioning of the circular economy in the future as well.

Most successful examples of buildings built with circular economy principles come from foreign countries. Based on the case studies, it can be stated the implementation of the circular economy in the construction sector is of great importance and has potential in the future of Estonia. This master's thesis focuses on the architectural concept and leaves out the other aspects of the circular economy strategy, therefore in the future each accompanying topic, material bank, donor building, dismantling, material passport can be studied separately.

ANNOTATSIOON/ABSTRACT 8
KOKKUVÕTE 9
SISSEJUHATUS 15

I OSA: TEOREETILINE-UURIMUSLIK OSA

01 TAASKASUTUS EHITUSES – JÄLJED AJALOOST 16
01.1 Spolia 16
02 EHITATUD KESKKONNA MÕJUTUSED 17
02.1 Süsinikujalajälg 17
02.2 Hoone süsinikujalajälg 17
02.3 Kliimakokkulepped maailma tasandil 17
02.4 Kliimaeesmärgi strateegiad riiklikul tasandil 18
02.5 Ringmajanduse edendamine 18
03 EESTI EHITUS- JA LAMMUTUSJÄÄTMETE TAASKASUTAMINE 19
03.1 Ringmajandusstrateegiate selgitus 19
03.2 Eesti ehitusjäätmete taaskasutusnõue 20
03.3 Ehitus- ja lammutusjäätmestatistika ja taaskasutamine Eestis 20
03.4 Taaskasutamise näiteid ehitussektoris 21
04 EHITUS- JA LAMMUTUSJÄÄTMETE VÄÄRINDAV RINGLUSSEVÕTT 23
04.1 Doonorhoone 23
04.2 Demonteerimine ehk järkjärguline lammutamine 23
04.3 Materjalipass 24
04.4 Materjalipank 24
05 JUHTUMIUURINGUD 25
05.1 KRISTIAN AUGUSTi TN 13 27
05.2 RESOURCE ROWS 29
05.3 MEHROW MAJA 31
05.4 RAAHEN KUMMATTI 33
05.5 B.R.I.C 35
05.6 KOKKUVÕTE JUHTUMIUURINGUTEST 37
KOKKUVÕTE 38

II OSA: ARHITEKTUURNE PROJEKT

06 PROJEKTI ASUKOHT 41
06.1 Ajalooline kontekst 43
06.2 Hoone tulevik 44
07 PROJEKTIALA ANALÜÜS 45
07.1 Krunt & naabruskond 47
07.2 Liikuvus & ligipääs 47
07.3 Keskkond 48
07.4 Liikumisvõimalused projektialal 49
07.5 Kohtuhoone sisemine analüüs 50
08 PROJEKTI KAVANDAMISE PÕHIMÕTTED & ETTEPANEK 52
09 KOHTUMAJAST KLIIMAMINISTEERIUMIKS 55
10 KOHTUHOONE EHITUSMATERJALIDE RINGLUSSEVÕTT 62
10.1 RAKENDUS NR 1 – PURUSTATUD KIVIST FASSAADIPANEELID 63
10.2 RAKENDUS NR 2 –PUITLAUDISEST FASSAADIVARJESTUS 65
10.3 RAKENDUS NR 3 – AKNAD 67
10.4 RAKENDUS NR 4 – PÕRANDAMATERJAL FUAJEES/SISEHOOVIS 69
10.5 RAKENDUS NR 5 –FASSAADIELEMENDID 72
10.6 RAKENDUS NR 6 – MÜRATÕKKESEINAD INTERJÖÖRIS 75
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU 77
LISAD 79

I OSA: TEOREETILINE-UURIMUSLIK OSA

SISSEJUHATUS

2022. aasta novembris ületas maailma rahvaarv 8 miljardi piiri. [1] Aina kasvav rahvaarv tekitab nõudlust eluasemete rajamiseks, mis tähendab, et ehitussektoris säilib pidev vajadus uute ehitusmaterjalide tootmiseks. Eelmainitu tarbeks kaevandatakse suurtes kogustes tooret maapõuest, kuid aina enam kaevandusi nii mujal Euroopas kui ka Eestis sulgetakse maavarade lõppemise tõttu. Paljud Euroopa riigid, kes seni kaevandasid ise maavarasid peavad toormaterjali importima. [2] Pidev vajadus uue kaevandatava toormaterjali järele ning uute ehitiste püstitamine tekitab tugevat survet keskkonnale. Iga aastane heitkoguste atmosfääri paiskamine nii ehitussektori kui ka muude valdkondade poolt on äratanud tähelepanu terves maailmas. Alates 2015. aastast, kui toimus Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni korraldatud kliimakonverents, on seatud erinevad eesmärgid heitkoguste vähendamiseks atmosfääris [3]. Selleks, et leevendada vajadust esialgsele toormele ning vähendada ehitussektori poolt õhku paisatavat emissioonide kogust, on üks võimalustest rakendada ringmajandusstrateegiaid ehitussektoris.

Ringmajanduslike strateegiate kasutamine ehitiste püstitamisel ei ole 21. sajandi ühiskonna väljamõeldud strateegia ega ainult tänasel päeval väljakujunenud vajadus. Taaskasutamine ehitamisel on ”unustatud vana”, mille vajadus kadus kui majandus peale viimast Maailmasõda taastunud oli. Õitsev majandus on aastate jooksul suurendanud võimalust turumajanduse toimimiseks ja pidevaks materjali tootmiseks. Sellega on kaasnenud lineaarne tarbimismudel ehk „tooda-tarbi-viska ära“ põhimõte [4]. Ehitussektoris on seni kehtinud põhimõte „tooda-ehita-lammuta“. Ometigi suunavad Euroopa Liidu roheleppest tingitud riiklikud sihtarvud ja eesmärgid aina enam valdkonna põhimõtteid muutma. Igal aastal laekub Eesti jäätmejaamadesse keskmiselt 2 miljonit tonni ehitus- ja lammutusjäätmeid [5]. Ehitatud keskkonna lammutamine ja sellega kaasnev jäätmete suur kogus loob vajaduse rakendada ringmajandusstrateegiaid saates ehitusmaterjalid ringlusesse juba enne kui need langevad jäätmestaatusesse.

Eesti ehitussektoris rakendatakse ringmajandusstrateegiaid vähesel määral. Jäätmeseadusest tulenevalt on Eestis kohustuslik taaskasutada 70% aastasest ehitus- ja lammutusjäätmete kogusest [6]. Statistika alusel täideti eesmärke mitmeid aastaid edukalt, kuid alates 2021. aastast muudeti seaduse sõnastust. Seni arvestati taaskasutamise alla jäätmete tagasitäidet pinnaseks, mis aga täna enam ei kehti. Jäätmete (sealhulgas pinnase) taaskasutamine pinnasevormide loomiseks ja nt teedeehituses kasutatavaks pinnase tagasitäiteks moodustab suure osa taaskasutamise statistikast. Ometigi loetakse sellist taaskasutusviisi madala väärtusega tegevuseks, sest materjali esialgne otstarve ja selle väärtus langeb (a pinnase kui jäätme taaskasutamine tagasitäiteks) [7]. Sektor on sunnitud leidma viise, kuidas jäätmeid taaskasutada mõnel muul viisil. Ehitussektori ja selles tegutsevate inimeste pädevuses on vähendada ning vältida ehitus- ja lammutusjäätmeteket, üks võimalustest on rakendada olemasolevate ehitusmaterjalide ringlussevõttu.

Lähtudes ringmajandusstrateegiate printsiipidest, keskendutakse antud magistritöös arhitektuuri rollile vastavate probleemide vähendamisel. Uurimistöö eesmärk on selgitada välja, kuidas on võimalik ehitus- ja lammutusjäätmeid võtta ringlusesse vähendamaks survet keskkonnale. Selgitatakse strateegia tulemuslikkust emissioonide vähendamisel ning vastatakse uurimisküsimusele: Kuidas korduvkasutada ehitusmaterjale ja lammutusjäätmeid arhitektuurilise projekteerimise etapis? Tulemuste leidmiseks teostatakse analüüs varasematest arhitektuursetest lahendustest, mis asuvad väljaspool Eestit, kuid on saavutanud tähelepanu ja tunnustust.

Lõputöö uurimuslik-teoreetiline osa on jaotatud viieks peatükiks. Esimeses peatükis tutvustatakse lugejale põhiteema ajaloolist konteksti, teises peatükis tuuakse välja seaduslik kontekst, mis mõjutas teema valikut ja näitab selle päevakajalisust. Kolmandas peatükis esitatakse uurimuse statistiline osapool ning neljandas peatükis käsitletakse spetsiifilisemalt põhiteema rakenduslikku külge, mis kajastub ühtlasi lõputöö arhitektuurses projektis. Viimases viiendas peatükis antakse ülevaade viiest juhtumiuuringust põhiteema valdkonnas, mis mõjutasid projektiosa kujunemist ja töö tulemust.

01 TAASKASUTUS EHITUSES – JÄLJED AJALOOST

Saksa arhitekti Uta Hassleri sõnul on kõige jätkusuutlikum arhitektuur kestvusarhitektuur, mis nõuab vähe hooldust ja võimaldab palju muudatusi. Arhitekti arvamusel saab nutikas ressursikasutuse poliitika alata ainult ehitatud keskkonna säilitamisest ja hoonevarude kvaliteetsest taaskasutamisest. [8]

Tänasel päeval on taaskasutamise, korduvkasutamise ja ümberkujundamise teemad ehituses pigem erand. Arhitektuuripraktikat kui ka -haridust juhib müüt „uuest vormist“, mis tekib uutest ehitustehnikatest ja -materjalidest. Olemasoleva hoonefondi ümber või sellega kokku ehitamine pakub pealtnäha vähe prestiiži kaasates suuremaid riske ja piiranguid. Ometigi võib olemasoleva hoonefondiga ehitamisel süttida midagi uut ja ootamatut. Seda tõestavad näited Itaalia ehitatud ajaloost, kus nt Basilica Palladiana ja Villa Farnese ehitamisel võeti ette tänapäeva mõistes „probleemse ehitusmaterjali“ kasutamine. [8]

Erinevatel suunitlustel läbi ajaloo on ehitatud keskkond kasutanud hoonete rajamisel taaskasutatud ehitusmaterjale. Esimesed jäljed ulatuvad antiikaega, kus arheoloogid on leidnud, et Stonehenge ehituses kasutatud kivid olid raiutud sadu aastaid enne ehituse algust 160-240 km lähedusest [9]. [10]

01.1 Spolia

1930ndate aastate arhitektuuriajaloo kirjutistest pärineb ladinakeelne termin Spolia, mida käsitleti kui eesmärgipäraselt taaskasutatud ehitusmaterjali. Varasemalt alates 16. sajandist tähistas termin Spolia kaupa või vara, sealhulgas relvastust, mis on varastatud või vägivaldselt ära võetud lüüasaanud vastastelt. [8] Spolia, teisisõnu ehitusmaterjalide kogumine ühest kohast ja nende taaskasutamine teises kohas oli levinud tava Rooma antiikajal. Mahajäetud hooneid kasutati materjalikarjäärina, kus lõigati kiviplokke, saeti puitu, puhastati telliseid ning sulatati kui ka valati uus teras ja pronks. Antiikajal oli spolia kasutamine tingitud pikkadest vahemaadest ja olemasoleva transpordi keerukusest. Seega oli raktika tõhus viis säästmaks ressursse. [10]

Spolia kasutus jätkus ka varasel Keskajal. 6. sajandi lõpust leidub infot sihilikult taaskasutatud ehitusmaterjalide rakendamisest kui disainimise põhimõttest. Raamatus „Frankide ajalugu“ kirjutas piiskop Toursi Gregori uuest kirikuhoonest, mille eelkäija lae ornamentika uues kirikus taaskasutati. Alates 300. aastast võib täheldada olulist muutust, mil ehitiste puhul taaskasutati konstruktiivseid osi sihilikult. Taaskasutatud elementide ja uute elementide kõrvutamine kujunes projekteerimise põhimõtteks, mille üks näiteid on Roomas Constantinuse triumfikaar. Varakristlikes kirikutes oli olemasolevate materjalide taaskasutamine nii kesksel kohal, et hoone kuju määrasid taaskasutatavate elementide mõõtmed. Samuti on teada, et poste ja muid elemente ei kasutatud ainult nende tavapärastel eesmärkidel, vaid korduvkasutati ka uuel moel. [8]

Keskaegses Euroopas jätkati Vana-Rooma hoonevaremete taaskasutamisega. 16. sajandi lõpul algas ehituspärandi säilitamine paralleelselt Kreeka ja Rooma antiikaja varemete arheoloogiliste leidudega. Iidsete varemete omandamine tähendas rikkust ja võimu ning 18. ja 19. sajandi vältel kujunes välja teatud esteetiline stiil. [10] Enne tööstusajastut nõudis uute materjalide hankimine jõupingutusi ning oli rikaste privileeg, mistõttu taaskasutamine oli paljudes ühiskondades pigem normaalsus. Tavapärane oli materjale taaskasutada usu- kui ka valitsushoonetes. Puitu, mulda, liiva, kive hangiti objekti vahetuslähedusest, et minimaliseerida transpordikulu. Tööstusajastule lähenedes pakkusid kasutatud materjalid ja jäätmed tööstusele toorainet. Näiteks USA tsementitööstus kasutas 20. sajandi alguses rauatööstuse jäätmeid kui taaskasutatud toorainet. [10]

Alates 19. sajandi lõpust oli materjali taaskasutamise populaarsus vähenenud, kuna kasutusele võeti betoonipõhised ehitusmaterjalid. Alles peale kahe maailmasõja laastamistöid suurenes ehitusmaterjalide taaskasutamine lühikeseks ajaks. Sõjast laastatud linnad kasutasid ehitiste taastamiseks materjale rusudest. Taaskasutust hakati rakendama nn *Trümmerkirchen'is* ehk rusukirikutes, mis ehitati rüüstamisest maha jäetud rusudest. Rusukirikud püstitati hävitatud hoonete austuseks kandes endaga mälestusi. Nii kujunesid kirikutest ka mälestusmärgid. [8]

Läbi ajaloo on taaskasutamine olnud paljudes ühiskondades levinud praktika. Taaskasutamist arhitektuuris on rakendatud erinevatel eesmärkidel, olgu siis sõjasaagi võidukast taaskasutamisest Vana-Roomas või sõjarusude taaskasutamisest linnade ülesehitamisel.

Illustratsioon 01. Stonehenge. Autori visand

02 EHITATUD KESKKONNA MÕJUTUSED

Uurimisküsimused, mida peatükk käsitleb:

- Kuidas mõjutab ehitatud keskkond Maad ja selle tulevikku?
- Kuidas mõjutavad maailma tasandi kokkulepped Eesti ehitussektorit?

02.1 Süsinikujalajälg

Ühiskonna käekäik on aastate jooksul mõjutanud Maa kliimat ning tänases maailmas sunnib kliima omakorda muutma ühiskonna harjumusi. Selleks, et mõista ehitatud keskkonna seotust kliimamuutustega on vaja selgitada, mida tähendab süsinikujalajälg.

Süsinikujalajäljena mõistetakse süsinikdioksiidi ekvivalendi (CO_2e) heitkoguste eraldumist õhku seotuna inimese või muu üksuse nagu hoone, riigi, ettevõtte tegevustega. Süsinikujalajälje moodustavad otsesed ja kaudsed heitkogused. [11]

Ehitussektoris räägitakse hoone süsinikujalajäljest (ingl *life-cycle assessment*), mille moodustavad hoone erinevad tsüklid:

-tootmisetapp A1-A3 (sh tooraine kaevandamine, transport tehasesse ja toote valmistamine),

-ehitusetapp A4-A5 (sh toote transport ja paigaldus),

-kasutusetapp B1-B7 (sh hoone hooldus, remont, energiakasutus kogu eluea jooksul) ning

-eluea lõpp C1-C4 (sh lammutamine, jäätmete vedu ja kõrvaldamine). [12]

21. sajandil on süsinikuheitmete kogus õhus üks aktuaalsemaid probleeme maailmas. Eesmärgiga vähendada süsinikujalajäljest tulenevaid heitkoguseid, on loodud erinevaid seaduseid ja regulatsioone. [13] 2023. aasta Euroopa Parlamendi hääletusel pooldati reguleerida süsinikuheitmeid ühe osana EPBD (ingl *European Energy Performance of Buildings Directive*) direktiivist. See tähendab, et tehakse ettepanek alates 2027. aastast hinnata suuremate kui 2000 m^2 hoonete süsinikujalajälge ning aastast 2030 kõigi uute hoonete süsinikujalajälge. Direktiivi eesmärk on vähendada süsinikdioksiidi heitkoguseid atmosfääris, selleks et pidurduks viimastel aastatel tõusev keskmine globaalne temperatuur. [14]

TEAVE EHITISE OLELUSRINGI KOHTA															
A1-A3			A4-A5		B1-B7							C1-C4				D
TOOTMISETAPP			EHITAMISETAPP		KASUTUSETAPP							LÕPPKÄITLUSETAPP				TULUD JA KOORMUSED VÄLJASPOOL SÜSTEEMI PIIRE
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
toormaterjali tarnimine	transport	valmistamisprotsess	transport	jäätmed ehitusplatsil	kasutamine	hooldamine	asendamine	remont, korrashoid	renoveerimine	energiavajadus kasutamisel	veevajadus kasutamisel	demonteerimine, lammutamine	transport	jäätmekäitlus	kõrvaldamine	korduskasutus-taaskasutus-, ringlussevõtu potentsiaal
			stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium	stsenaarium

Illustratsioon 02. Hoone elutsüklid. Allikas: HooneCO2.ee

Hoone süsinikujalajälg

Hoone elutsüklisse kuuluvad mitmed protsessid, mis teevad ehitussektorist ühe suurima energia- ja ressursikasutusega valdkonna maailmas [15]. Ainuüksi hoonete kasutusetappi kuuluv energiatarbimine moodustab kuni 30% energiaga seotud kasvuhoonegaaside heitkogustest ning ülemaailmselt moodustavad hooned ligikaudu 40% aastasest energiatarbimisest [13]. Samal ajal moodustab ehitussektor ligikaudu 10% maailma sisekogutoodangust ja annab tööd 111 miljonile inimesele [16]. Märkimisväärselt suurtes kogustes emissioonide eraldumist toimub hoone tootmisetapis, kus toimub ehitusmaterjalide tootmine ning kõige suuremate näitajate eest vastutab just betoon- ja tsementtoodete tootmine. Ainuüksi 2015. aastal paiskas kogu maailma betoonitööstus atmosfääri ligikaudu 2.8 miljardit tonni süsinikdioksiidi. [15]

02.3 Kliimakokkulepped maailma tasandil

Sammud emissioonide vähendamiseks keskkonnas on püstitatud maailma tasemel prioriteediks. 2015. aastal sõlmiti Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni kliimakonverentsil Pariisis kokkulepe (*Paris Agreement*), mille eesmärk on pidurdada ülemaailmset kliimasoojenemist. Selleks, et Maa soojenemine pidurduks, peavad UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) andmetel vähenema kasvuhoonegaaside heitkogused 2030. aastaks 43%. [3] Pariisi kliimakokkuleppe eesmärgi tagamiseks on Euroopa Liit omakorda teinud samme kehtestamaks liikmesriikide ühine panus. Selleks on vastuvõetud Euroopa rohekokkulepe (*European Green Deal*), mille keskne eesmärk on olla aastaks 2050 kliimaneutraalne majandus, mis tähendab, et kasvuhoonegaaside netoheitkogus on null. Euroopa rohelise kokkuleppe eesmärgi kirjutab seadusesse Euroopa kliimaseadus (*European Climate Law*), mis ühtlasi seab vahe-eesmärgiks vähendada 2030. aastaks kasvuhoonegaaside netoheite kogust vähemalt 55% võrreldes 1990. aasta tasemega. Seaduse eesmärk on tagada kõigi liikmesriikide panus ning, et kõik majandus- ja ühiskonnasektorid täidaksid oma osa. [17]

02.4 Kliimaeesmärgi strateegiad riiklikul tasandil

Euroopa Liidu liikmesriigid on välja töötanud pikaajalise strateegia, kuidas nad kavatsevad saavutada Pariisi kokkuleppest tulenevate kohustuste ja Euroopa Roheleppe eesmärkide täitmiseks vajalikke kasvuhoonegaaside heitkoguste vähendamist. [17] Lisaks teistele Pariisi leppe 195 osalisele on Eesti eesmärkide täitmiseks seadnud riiklikul tasandil strateegia „Kliima poliitika põhialused aastani 2050“ [18]. Uuringu alusel on riigi suurim kasvuhoonegaaside tekitaja energeetika ja tööstuse valdkond, mille mõjutamine viiks eesmärgi kiiremini täide. Energiatarbimise vähendamise ühe strateegiana ehitusvaldkonnas nähakse ette olemasoleva hoonefondi renoveerimist, mis vähendaks energiatarbimist ja süsinikujalajälge hoone kasutamise staadiumis. [18] Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi ning Tallinna Tehnikaülikooli koostöös valminud hoonete pikaajalise rekonstrueerimise lõppraportis on kirjas, et Eestis renoveerimist vajav hoonefond on suurusjärgus 54 mln m^2 [15].

Statistikaameti andmetel oli 2017. aastal 25% eluruumidest asustamata, mis tähendab, et suures osas hooneid on amortiseerumas või kasutajaskond on sealt lahkunud. Tühjaks jäänud eluruumid on eelkõige sagedased väikelinnades, kust noored liiguvad elama suurlinnadesse. Amortiseerunud hooneid ootab ees lammutamine. [15] Nende hoonete teadlik lammutamine ja lammutusjäätmete ringlusesse saatmine aitaks ehitussektoris vähendada ehitusmaterjalide tootmishulka, vähendada tööstuse mahtu ning seeläbi vähendada CO_2 heitkoguste teket tööstuses.

Kliimapoliitika strateegiate seas on olulisel kohal ringmajanduse rakendamine, kuid eesmärk hõlmab eeskätt majandusvaldkonda [18]. Ringmajanduse rakendamine ehitusvaldkonnas aitaks vähendada kasvuhoonegaaside heitkoguste eraldumist ehitusmaterjalide tootmisprotsessi faasis kui ka hoone lammutusfaasis. Seni on olnud ringmajanduse rakendamine ehituses problemaatiline, sest olemasolevad juhised on jäänud jalgu protsesside edukaks toimimiseks ja viinud ebasobivate tulemusteni. [15] Keskkonnaministeerium on rahastanud ringmajanduse meetmete uurimist ka ehitussektoris. Koostatud on Eesti ringmajanduse tulevikupotentsiaali ja vajalike meetmete uuring – Osa 1 ehitussektor, mis toob välja puudujäägid ja vajalikud meetmed rakendamaks ringmajandust ka ehitusvaldkonnas. [19]

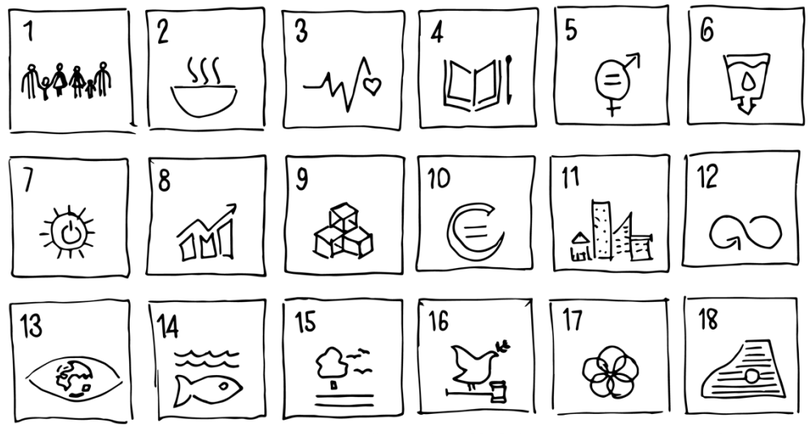
02.5 Ringmajanduse edendamine

25. septembril aastal 2015 Ühinenud Rahvaste Organisatsiooni tippkohtumisel võeti vastu 17 säästva arengu eesmärki ja nende elluviimise tegevuskava. Eesti riik on selle alusel loonud pikaajalise strateegia „Eesti 2035“. [20] Säästva arengu eesmärk nr 12 on tagada säästev tootmine ja tarbimine, mille täitmiseks on Eesti suurimaks ülesandeks seadnud ringmajanduse põhimõtete laiaulatusliku rakendamise [21].

Keskkonnaministeeriumi Riigi jäätmekava 2022-2028 keskkonnamõju hindamise strateegia analüüsis on väljatoodud, et ringmajanduse rakenduspoliitika avaldaks märkimisväärselt mõju toidu-, ehituse- ja transpordisektoris, kus tarbimisest tulenev keskkonnamõju on suurim. Muutes hoonete ehitamise ja kasutamise energiatõhusamaks väheneb lõplik energiatarbimine 42% ning kasvuhoonegaaside heitkogused 35%. [22]

Ringmajandus on tootmise ja tarbimise mudel, mis hõlmab olemasolevate materjalide ja toodete korduvkasutamist, rentimist, parandamist, uuendamist ja taaskasutamist nii kaua kui võimalik, et pikendada toodete elutsüklit. Rakendades ringmajandusel põhinevat ideoloogiat praktikas, tähendab see jäätmete vähendamist miinimumini. Jäätmeid kasutatakse produktiivselt mitmel korral luues seeläbi lisaväärtust ning vähendades uute toodete tootmist. [23]

Ringmajandus on meetod, mis erineb senisest traditsioonilisest lineaarsest majandusmudelist. Viimast iseloomustab käitumismuster „tooda-tarbi-viska ära“ ning see põhineb odavatel ja kergesti kättesaadavatel materjalidel. Ringmajanduse kasutamine ehitussektoris on üks viisidest leevendamaks kliimaprobleeme, jäätmeteket ning loodusvarade piiratust. [23]



Illustratsioon 03. Säästva arengu eesmärgid. Autori visand

03 EESTI EHITUS- JA LAMMUTUSJÄÄTMETE TAASKASUTAMINE

Uurimisküsimused, mida peatükk käsitleb:

- Millised on Eesti ehitus- ja lammutusjäätmete mahud ja vood?
- Millised on Eesti ehitus- ja lammutusjäätmete taaskasutuse meetodid?

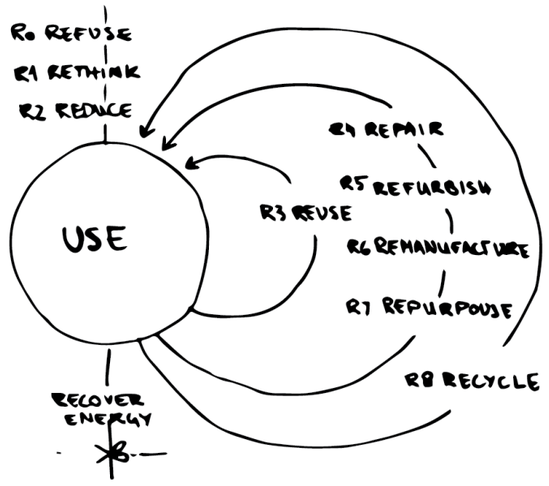
Taaskasutamine on lai nimetus tegevusele, mis hõlmab jäätmete kasutamist kasulikul otstarbel selliselt, et jäätmega asendatakse mingi muu materjal, näiteks loodusvarad, või jäätmete ettevalmistamine selleks, et asendada mõni muu materjal tootmises ja majanduses laiemalt. Taaskasutamise alla kuulub korduskasutamiseks ettevalmistamine, ringlussevõtt või ka muu taaskasutus. [24]

Ringlussevõtt on aga kitsama tähendusega kui taaskasutamine. See on tegevus jäätmetega, mil viimased töödeldakse nii, et neid saaks kasutada esialgsel või muul eesmärgil. Siinkohal jäätmete põletamine ja töötlemine materjalideks, mida kasutatakse tagasitäitena, ei ole jäätme ringlussevõtt. [24]

03.1 Ringmajandusstrateegiate selgitus

Ringmajanduses kasutatavaid strateegiaid on mitmeid ning on oluline tähele panna erinevate mõistetega seonduvaid käsitlusviise.

Järgnevad ringlusstrateegiad on väljavõte dokumendist Eesti ringmajanduse tulevikupotentsiaali ja vajalike meetmete uuring – Osa 1 ehitussektor, plastitööstus, tekstiilitööstus [7].



Illustratsioon 04. Ringmajanduse mudel (2018.a väljapakutud Holland Keskkonnamõju Hindamise ameti poolt. Autori visand

Ringlusstrateegia	Inglisekeelne väljend	Selgitus
Keeldumine	*Refuse*	Ebavajalikust või mitte kestlikust tootest keeldumine, suurendades olemasolevate toodete maksimaalset kasutust
Ümberkujundamine	*Rethink*	Toote kasutamisvõimaluste mitmekesistamine, suurendades toodete maksimaalset kasutust, sh nt toodete jagamise või mitmeotstarbeliste toodete abil
Vähendamine	*Reduce*	Toote tõhusam tootmine ja/või tarbimine, kasutades vähem tooret, energiat ja vett toodete tootmisel ja kasutamisel ehk vähemaga tehakse rohkem
Korduskasutamine	*Reuse*	Toote või selle osade, mis ei ole jäätmed, uuesti kasutamine selle esialgsel otstarbel.
Renoveerimine	*Refurbish*	Kõlbmatuks muutunud või ära visatud toote korda tegemine ja/või modifitseerimine, et seda saaks esialgsel otstarbel edasi kasutada
Kasutusotstarbe muutmine	*Repurpouse*	Toote või selle osade kasutamine algsest erineval eesmärgil
Ringlussevõtmine sh. ümbertöötlemine	*Recycling*	Jäätmete töötlemine, et saavutada toote algupärane kõrge kvaliteet või vähendada toote kasutusest tingitud vähenenud kvaliteeti
Väärindav ringlussevõtt	*Upcycling*	Toote või materjali esialgse väärtuse säilitamine või parandamine ning uues samaväärses tootes kasutamine
Väärtust vähendav ringlussevõtt	*Downcycling*	Toote või materjali esialgse väärtuse vähendamine ning uues, kuid kehvemat kvaliteeti nõudvas tootes kasutamine

Tabel 01. Ringmajandusstrateegiad

03.2 Eesti ehitusjäätmete taaskasutusnõue

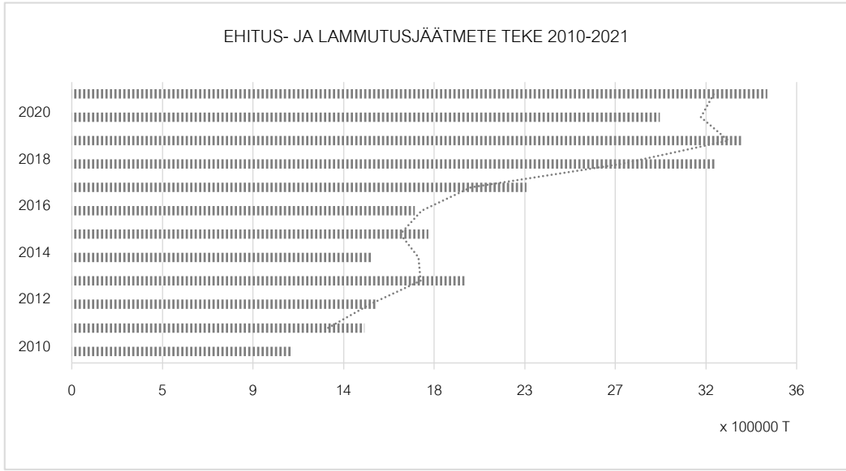
Eestis reguleerib jäätmekäitlust Jäätmeseadus [6]. Täpsema ülevaate antud teemal ehitusvaldkonnas annab jäätmehoolduse juhend ehituses RT-69-111183-et, milles on kirja pandud juhised ehitustegevusest tulenevate jäätmete hooldamiseks, utiili ärakasutamiseks ning ehitusosade taaskasutamiseks. [25]

Jäätmeseadus on riiklik dokument, milles leitav info on jäätmetega tegevuse aluseks. Seaduses on välja toodud nii olmejäätmete kui ka ehitus- ja lammutusjäätmete liigiti kogumise nõue ning taaskasutamise sihtarvud. Paragrahv 136^3 lõige 1 alusel tuleb alates 2020. aasta 1. jaanuarist taaskasutada ehitus- ja lammutusjäätmeid vähemalt 70 protsendi ulatuses nende jäätmete kogumassist kalendriaastas. Tähele tuleb panna, et 2021. aasta maikuust täiendati sõnastust, mis kätkeb, et 70 protsendi nõude alla ei arvestata looduslikke aineid nagu kivid ja pinnas ning ohtlikke aineid sisaldavaid kive ja pinnast, mis on ettevalmistatud korduskasutuseks, ringlusse võetud või muul viisil taaskasutatud s.h tagasitäitena. [6]

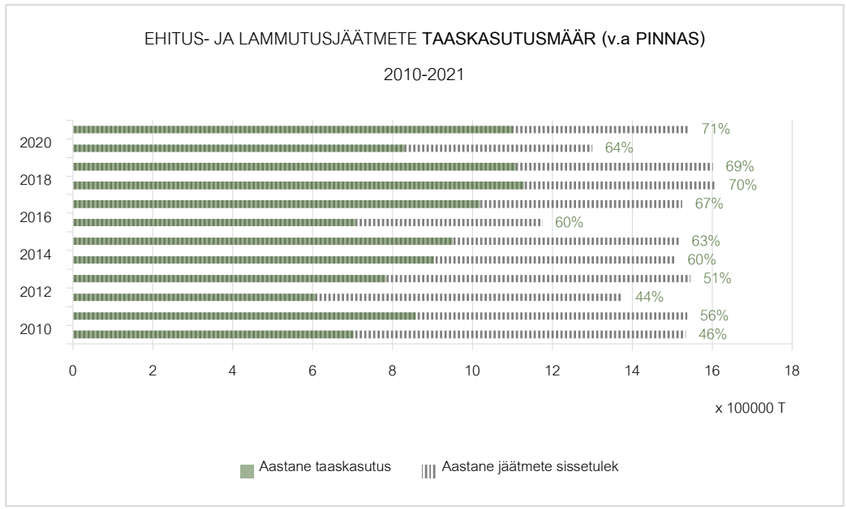
03.3 Ehitus- ja lammutusjäätmestatistika ja taaskasutamine Eestis

2020. aastal esitas Euroopa Komisjon roheleppe alla kuuluva ringmajanduse tegevuskava, mis sisaldab ettepanekuid jätkusuutlikuma tootekujunduse ja jäätmete vähendamise kohta. Erilise tähelepanu all on ressursikulukad sektorid nagu elektroonika, plast- ja tekstiiltoodete sektor ning ehitussektor, milles ringmajanduse rakendamine vähendaks sõltuvust toorainest. [26] Ehitussektorist teeb ühe suurima energia- ja ressursikasutusega valdkonna just ehitusmaterjalide tootmine ja selleks vajaliku toormaterjali kaevandamine. [15]. Tänasel päeval laekuvatest ehitus- ja lammutusjäätmetest on võimalik ringlusesse suunata mitmed jäätmeliigid, näiteks puidujäätmed, millest toodetakse küttematerjali, klaasijäätmed soojustusmaterjalide tootmiseks. Samuti suunatakse suures koguses metallijäätmeid taaskasutusse. Eestis on võimalik viia vanaraud kokkuostu, kust see suunatakse taaskasutusse, kuid valdavalt toimub see Eestist väljaspool. [22]

Põlevkivienergeetika järel on Eestis suurimaks jäätmeliigiks just ehitus- ja lammutusjäätmed. [22] Eestis koguneb jäätmejaamadesse igal aastal ligikaudu 2 miljonit tonni ehitus- ja lammutusjäätmeid ning lisaks veel imporditakse ligi 300 000 tonni ehitus- ja lammutusprahti. Sellest keskmiselt 70% taaskasutatakse ning ligi 1% ladestatakse prügilasse. [5] Kõrval on esitatud Statistikaameti kogutud andmed ehitus- ja lammutusjäätmete tekke ning taaskasutusmäära kohta aastatel 2010-2021. Kahe graafiku kogu jäätmemaht erineb, sest taaskasutatakse imporditud jäätmeid kui ka jäätmeid eelnevast aastast.

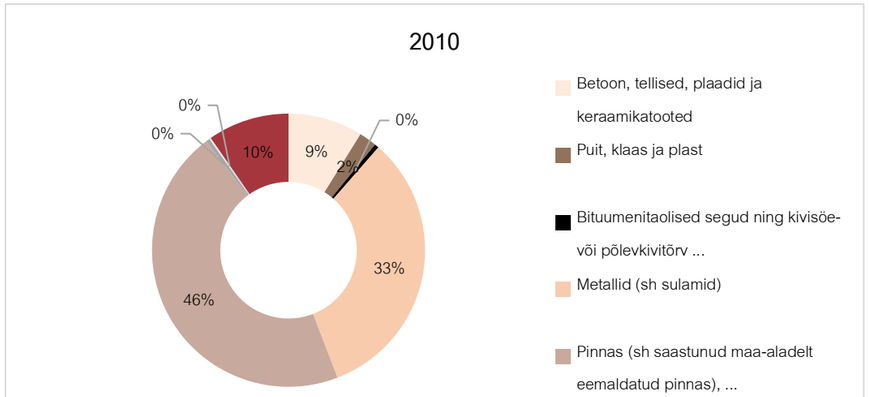


GRAAFIK 01. Eesti ehitus- ja lammutusjäätmete teke 2010-2021. Allikas: Statistikaamet

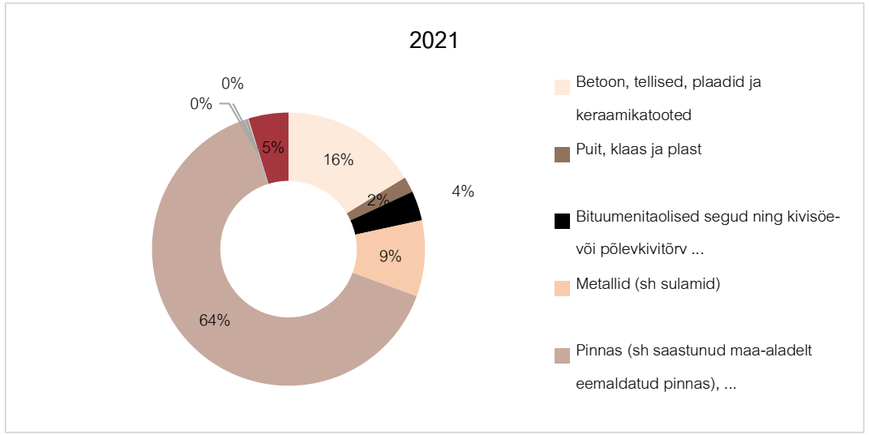


GRAAFIK 02. Eesti ehitus- ja lammutusjäätmete taaskasutusmäär (va pinnas) 2010-2021. Allikas: Statistikaamet

Enim laekub pinnasest eemaldatud ehitus- ja lammutusprahti, mis on peamiselt kivid ja pinnas. Viimast taaskasutatakse ligi 100% ulatuses pinnasetäiteks karjäärides või tehislike pinnavormide rajamiseks. [22] Ehitus- ja lammutusprahi järel koguneb suures mahus betooni, telliseid, plaat- ja keraamikatooteid, mis võetakse ringlusesse üle 90% ulatuses väärtust vähendades. Materjal purustatakse ja kasutatakse kehvemat kvaliteeti nõudval viisil näiteks pinnasetäiteks, mistõttu materjali esialgne väärtus väheneb. [22] Väiksemas koguses kuid siiski taaskasutatakse ka puidu, klaasi ja plasti jäätmeid ning veel väiksemal määral isolatsioonimaterjale ja asbesti sisaldavaid jäätmeid. [5] Alates 2021. aastast näeb seadus ette 70% ulatuses taaskasutamise nõuet ehitus- ja lammutusprahile, mis ei ole pinnasetäiteks mõeldud materjal. Antud jäätmeseaduse paragrahvi uuendamise eesmärk on toetada jäätmete ringlussevõttu ning vältida materjali kasutuks jäätmeks langemist. [6]



GRAAFIK 03. Eesti ehitus- ja lammutusjäätmeteke liigiti 2010. Allikas: Statistikaamet



GRAAFIK 04. Eesti ehitus- ja lammutusjäätmeteke liigiti 2021. Allikas: Statistikaamet

03.4 Taaskasutamise näiteid ehitussektoris

03.4.1 Jäätmete purustamine ja kasutamine tagasitäitena

Jäätmestatistika alusel suunatakse igal aastal tekkinud jäätmekogusest suur osa taaskasutusse. 2021. aastal kogutud ehitus- ja lammutusjäätmetest 64% sisaldas pinnasest eemaldatud jäädet. [5] Ühest kohast eemaldatud pinnast taaskasutatakse ligi 100% ulatuses tagasi teise pinnase täiteks. Sellega moodustatakse erinevaid pinnavorme või kasutatakse teedeehitusel pinnase täitmiseks. Ühtlasi on rakendatud sellist võtet ka betoon, telliste, plaat- ja keraamikatoodetega, mis samal aastal koguseliselt moodustas jäätmetekkest 16% olles laekunud mahult teisel kohal [5]. Materjal purustatakse ning kasutatakse tagasitäiteks [22]. Antud taaskasutamise meetodit on Eestis rakendatud eeskujulikult, kuid seda nimetatakse ka väärtust vähendavaks ringlussevõtuks ning riigi nõutud ehitus- ja lammutusjäätmete sihtarvude täitmiseks pole see alates 2020. aastast enam piisav meetod ringlussevõtuks [7] [6].

1994. aastal avaldatud intervjuus sõnas Reiner Pliz: *„Recycling“, I call it down-cycling. They smash bricks, they smash everything. What we need is upcycling, where old products are given more value, not less.“* Selles intervjuus kasutati esmakordselt mõisteid väärindav ringlussevõtt (ingl *upcycling)* ja väärtust vähendav ringlussevõtt (ingl *downcycling*). [8]

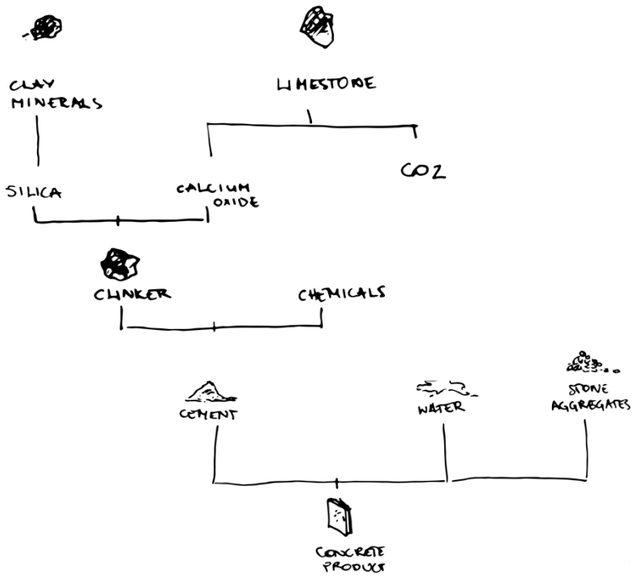
03.4.2 Ehitus- ja lammutusjäätmete kasutamine betooni täitematerjalina

Täitematerjali nagu täiteliiva ja -kruusa kaevandamine on energiaga seotud kaevandamiste järel intensiivsuselt teine maailmas. Suur vajadus täitematerjalide kaevandamiseks on betooni tootmise tarbeks ning seda kulub tervelt 45% kogu kaevandatavast täitematerjalist. Ehitus- ja lammutusjäätmetel on suur potentsiaal olla teiseseks tooraineks ehitussektoris vähendades nõudlust esmase tooraine järele. Näiteid ja uuringuid jäätmete taaskasutamisest betooni täitematerjali osalise asendajana on tehtud ligi 40 aastat. Sellest olenemata seab taaskasutatud täitematerjali kasutamine betoonile tingimused, mõjutatud on betooni tugevus, vastupidavus pragudele, deformeeritavus, töödeldavus, kivinemise aeg jms omadused, mistõttu täitematerjali tänasel päeval täielikult taaskasutatud materjaliga ei asendata. Ometigi on maailmas kasutusel sellisel meetodil toodetud ehitusmaterjale, s.h kandvates konstruktsioonides. [15]

Betoon koosneb peamiselt veest, tsemendist ja täitematerjalist. Täitematerjalina kasutatakse peeneid osakesi nagu liiv ja jämedaid osakesi nagu kruus või killustik. Tsement ja vesi käituvad betoonis liimina ning täitematerjal annab sellele mahu. Betooni valmistamiseks kasutatakse erinevat liiki tsementi ning ühtlasi võib see sisaldada ka putsolaani, lendtuhka, mikroräbu, polümeere, kiudu jms. Betooni on erinevat liiki tulenevalt lisandite kui ka põhiosakeste varieeruvast kasutusest. [2] Just täitematerjali asendajana või osalise asendajana on ehitus- ja lammutusjäätmeid, eelkõige purustatud betooni, katsetatud aastakümneid. Katsed annavad erinevaid tulemusi. Näiteks 2018. aasta uuringus, kus betooni täitematerjal asendati purustatud betooniga selgus, et optimaalseim betooni ümbertöötlemiste arv on 2, sest juba peale kolmandat purustamist on täitematerjali tsemendi-killustiku suhe 80% ning betoon koosneks valdavalt vanast ja uuest tsemendist. Sellisel juhul on betoon kaotanud suure osa oma massist ning materjali vastupidavus on väiksem. [15] Seega betooni, mis on toodetud ümbertöödeldud täitematerjalist saab samaväärselt kasutada vaid ühel korral ning uuesti jäätmeks langedes selle korduvkasutusse võtt on kriitiline.

Samuti on uuritud võimalusi, kus lisaks jämetäite asendamisele on tsement osaliselt asendatud lendtuhaga. Sellisel juhul leiti, et betooni survetugevus mõnevõrra väheneb, kuid vähenevad ka mahukahanemisest tingitud praod ning tõuseb külmakindlus. [15]

03.4.3

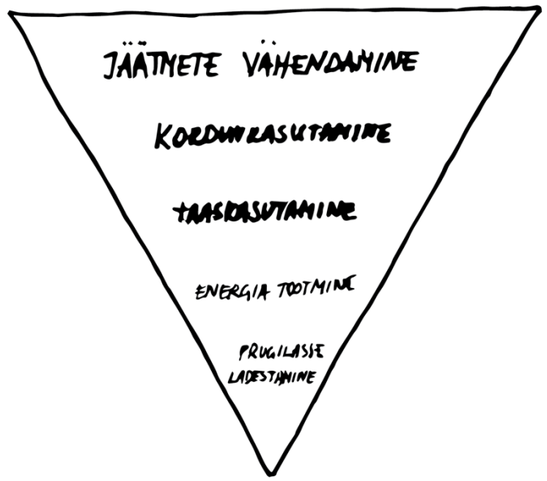


Illustratsioon 05. Betooni sisaldus. Autori visand

Terviklike konstruktsioonide taaskasutamine

Erinevalt eelmainitud meetoditest, kuulub terviklike konstruktsioonide taaskasutamine mittepurustava meetodi hulka. Ehituslike elementide või nende osade taaskasutamine nende väärtust vähendamata tähendab materjali väärindavat ringlussevõttu [7]. Ühtlasi on eelistatud võimalikult vähese ümbertöötlemise astmega jäätmed [15]. Sellisel juhul, kus jäätmeks langenud materjal valmistatakse ette korduskasutuseks, on see ehitusvaldkonna kõrgeim võimalik ringlussevõtu toiming (ehk jäätmekäitlustoiming R3K, R5K) [19]. Kui aga konstruktsiooniosa või -element ei satugi jäätmestaatusesse, vaid seda on võimalik töötlemata kasutada samaväärselt esialgsele otstarbele, on toiming korduskasutus ning kuulub jäätmehierarhia üldiste põhimõtete tippu (vt joonis XX) [27]. Ühtlasi saab nimetada antud meetodit väärindavaks ringlussevõtuks (ingl *upcycling*) ning on üks eelistatumaid meetodeid ringmajanduse osakaalu suurendamiseks ehitussektoris. [7] Üks võimalustest taaskasutada hoone terviklikke konstruktsioone on selle kandvate osade säilitamine või ka võimalusel ümberpaigutamine. Sellise meetodi tulemusena väheneb surve keskkonnale - hoone süsinikujalajäljest 30% moodustab kandekonstruktsioon [28].

Järgmises peatükis on põhjalikumalt käsitletud ehitus- ja lammutusjäätmete väärtust tõstvat ringlussevõttu s.h terviklike konstruktsioonide taaskasutamist ning selle rakendusega kaasnevate mõistete ja toimingute selgitusi.



Illustratsioon 06. Jäätmehierarhia. Autori visand

04 EHITUS- JA LAMMUTUSJÄÄTMETE VÄÄRINDAV RINGLUSSEVÕTT

Uurimisküsimused, mida peatükk käsitleb:

- Mida tähendab väärindav ringlussevõtt ehitussektoris?
- Millised protsessid kaasnevad väärindava ringlussevõtuga ehitussektoris?

Ringmajandusele üleminek vajab tihedat koostööd erinevate ehitussektori alamvaldkondade vahel, alustades planeerimisest ja projekteerimisest, ehitusmaterjalide- ja toodete disainimisest, tootmisest ja selle valikust, lõpetades ehitamise kui ka ehitatud keskkonna kasutamise, hooldamise ja haldamisega. [7]

Ehitus- ja lammutusjäätmete või ka teiste jäätmete väärindav ringlussevõtt tähendab toote või materjali uuesti kasutamist nii, et selle esialgne väärtus säilib või paraneb [7]. Ehitussektoris on uuritud ja ka rakendatud lahendusi, kuidas materjale väärindavalt ringlusse võtta. Sellistest näidetest on täpsemalt kirjutatud peatükis 05 „Juhtumiuuringud“. Juhtumiuuringutest selgub, et ringmajandust ehitiste planeerimisel ja ehitamisel on võimalik rakendada mitmel meetodil, üks neist on kasutada materjali uues-kuues tehase ülejääkidest, kas siis puidu- või metallimaterjalide puhul. Samuti on üks võimalus kasutada juba valmis rohemärgisega tooteid, mis on *cradle-to-cradle* sertifikaadiga ning tähistavad jätkusuutlikku materjali või toodet. Need tooted on valmistatud energia- ja veetarbimist vähendaval viisil [15]. Vaid paari näite olemasolust järeldades seni Eestis vähe rakendatud meetod, kuid potentsiaalne ringmajanduse rakendusviis ehituses, on lammutatava ehitise tervikkonstruktsioonide eemaldamine ning nende taaskasutamine uues projektis. Ometigi on sellist toimingut kasutatud alates Vana-Rooma aegadest ning eriti hoogsalt on taaskasutatud lammutusjääke sõjajärgsetel perioodidel, mil võimalused ning ressurss uue ehitamiseks on olnud vähene [8]. Küll aga tekib tänasel päeval meetodi edukaks toimimiseks vajadus olla teadlik erinevatest protsessiga kaasnevatest etappidest, s.h hoone demonteerimine, mille käigus hangitakse ringlev materjal, materjalide hoiustamine, haldamine, transport kui ka nende kvalifitseerimine, samuti lahendada nende puudujäägid [10].

04.1 Doonorhoone

„Doonorhoone“ mõiste kui selline ei ole ametlikult kasutuses. Seda on Eestis avaldatud kirjanduses kasutanud esimest korda Tallinna Tehnikaülikooli vanemlektor Simo Ilomets 2022. aasta uuringus „Tühjenenud korterelamu lammutamisel tekkivate materjalide korduskasutuse ja ringlussevõtu rakendusuuring – 1. etapi vaheraport“. Välismaises kirjanduses on varasemalt kasutanud „doonorhoone“ mõistet Alexandros Glias oma magistritöös „*The "Donor Skelet": Designing with reused structural concrete elements*“.

Mõiste on aga hea viis alustamaks selgitust, kuidas rakendada kõrgekvaliteetset ringmajandust ehitusesektoris ning kust saab alguse ringlusesse saadetud ehitusmaterjal.

Doonor on oma elundi, vere, piima, sperma või koe annetaja [29] Ehitatud keskkonnas võib doonorina mõista hoonet, mis annetab oma skeleti, konstruktsiooni osasid, fassaadimaterjale vms uute ehitiste või rajatiste loomiseks. Eelmainitud autorid käsitlevad doonorhoonet kui ehitist, millest hangitakse ringmajanduses kõnealune ehitusmaterjal. Tallinna Tehnikaülikooli vanemlektor Ilomets käsitleb nimetatud uuringus doonorhooneid kui ehitisi, mis on planeeritud lammutuseks, mistõttu on doonorhooned kui potentsiaalsed ehituslikud objektid ehitusmaterjalide hankimiseks.

Käesoleva magistritöö arhitektuurses projektiosas kasutatakse uue projekti loomisel olemasoleva n-ö doonorhoone kandeskeletti, mida ei ole plaanis lammutada. Lisaks kasutatakse sama hoone konstruktiivseid elemente kui ka ehitusmaterjale erineval uuel viisil. Selleks, et ehitises olemasolevaid materjale oleks võimalik ringlusesse võtta, tuleb traditsioonilise lammutamise asemel rakendada selekteerivat demontaaži [15].

04.2 Demonteerimine ehk järkjärguline lammutamine

Demonteerimine või ka selekteeriv demontaaž on vastand traditsioonilisele lammutusmeetodile. [15] Nimetatud tegevus on ehitise lahtivõtmine sellisel viisil, mis võimaldab ehitise komponentide või materjalide kvaliteetset ringlussevõttu [19]. Lammutusmeetod toimub järk-järgult, ülevalt alla ja hoone seest välja. Tulemusena kui ka eelisena sorteeritakse ehitisest eemaldatud komponendid kohapeal liigiti. Ringmajanduse idee kohaselt viiakse ehitusmaterjalid peale selekteerivat demontaaži materjalipanka, et sealt oleks nt arhitektil võimalik hankida lammutusest tekkivaid konstruktsiooniosi või materjale. [15]

04.3 Materjalipass

Ringmajanduse edukaks toimimiseks on vajadus olla teadlik hoones kasutatavatest materjalidest, et doonorhoone lõpuks koost lahti võtta. See tähendab, et hoone demonteerimise tarbeks ja materjalide suunamiseks ringlusesse uutesse projektidesse on vajadus kaardistada ja anda identiteet igas hoones kasutatud toodetele, materjalidele. Materjalipass on dokument, mis koondab kogu info ehitise, toodete või materjalide kohta. Euroopa Liidu rahastuse kaasabil on välja töötatud näidised materjalipassi võimalikest käsitlustest. Üks neist võimalustest on digitaalse teisiku olemasolu, mis ühendab materjalipassi hoone informatsiooni mudelisse - BIMi (ingl *Building Information Modeling*) digitaalses keskkonnas koondades sinna kogu hoone info. [19]

04.4 Materjalipank

Hoone materjalipassi koostamine loob hea aluse ringlusse minevate toodete inventari ehk materjalipanga koostamiseks demonteerimise järgses etapis ning aitab materjale kvalifitseerida, selleks, et materjalide müügi-ostu protsess oleks üheselt arusaadav ning tekiks ülevaade saadaval olevatest toodetest, materjalidest. Selline kaubandusliku käsitlusviisiga toimetamine oleks eelduseks ringmajanduse hoogustumisele ehitussektoris. [19] Samuti vajab materjalipank nii füüsilist kui ka virtuaalset eksistentsi. Selline idee pärineb Amsterdami ringmajanduse strateegia (Amsterdam Circular 2015) uuringust, kus kirjeldatakse ehitus- ja lammutusjäätmete ringlusesse võtmiseks materjalipanga loomise strateegiat. Leiti, et materjalipank vajab füüsilisi laoplatse materjalide müügiks. Pakkujana nähakse kohalikul tasandil valitsuse rolli, kes omakorda ka materjale ringlussevõtuks kvalifitseerib. Materjalidega kauplemist nähakse ette virtuaalses keskkonnas. [15] Teatud riikides on häid näiteid ringmajanduse rakendamisest ja ka materjalipanga toimimisest erasektoris, näiteks Brüsselis tegutseb ettevõte RotorDC, kes müüb demonteeritud ehitusmaterjale kui ka muid esemeid. Ettevõte paigutab müüki puhastatud materjale ja tooteid, mille välimus on tihtipeale uueväärne, kuid müügihind soodsam. [30]

Tänasel päeval on sarnase ideega materjalipangad Eestis ka olemas, näiteks jagatakse paljudel sotsiaalmeedia platvormidel kuulutusi ehituselt või lammutuselt üle jäänud materjalide kohta, mida on võimalik, kas tasuta või tasuliselt ringlusesse võtta. Ühtlasi eksisteerib virtuaalne vanamaterjalide pank *materjalid.net*. Samuti on Säästva Renoveerimise Infokeskuse MTÜ (SRIK) aidanud luua üle Eesti (Tallinnas, Tartus, Paides jm) väiksemaid materjalipankasid, kuhu kogutakse ja kust müüakse vanamaterjali. [15]

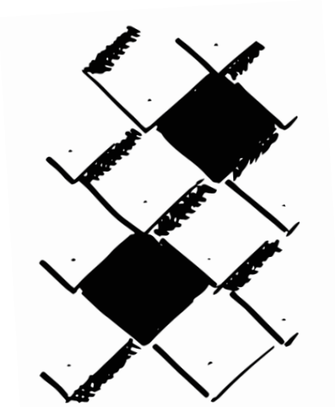
Illustratsioon 07. Materjalipassi näide. Autori visand

05 JUHTUMIUURINGUD

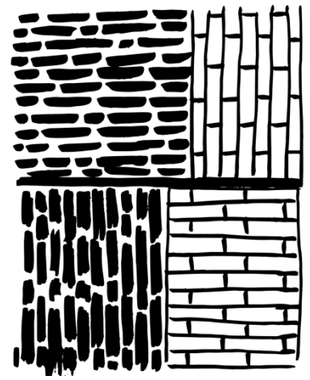
Uurimisküsimused, mida peatükk käsitleb:

- Kuidas rakendada ehitus- ja lammutusjäätmeid arhitektuurilises projekteerimises?

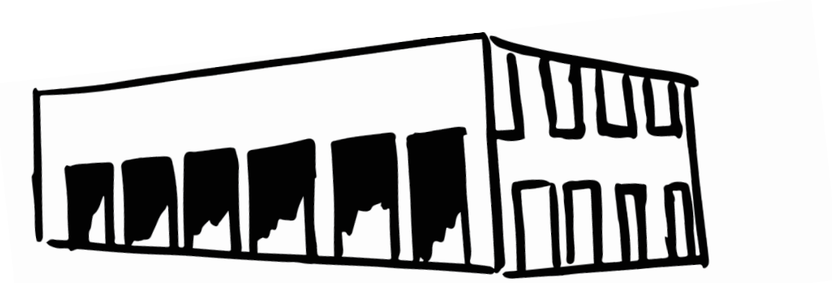
Antud peatükk annab ülevaate viiest erineva Euroopa riigi juhtumiuuringust, kus on leitud mitmeid viise ringmajanduse rakendamiseks ehitussektoris. Välja on toodud silmapaistvad lahendused ja käesoleva töö teemaga enim seonduvad juhtumid. Iga juhtumiuuringu lõpus on väljatoodud autori järeldused, mida antud teema huvides kui ka projektitöö koostamisel tähele on pandud. Näited hõlmavad 1) Norras asuvat ümberehitatud ja laiendatud kontorihoonet, 2) taaskasutatud fassaadipaneelidest kortermajakompleksi Taanis, 3) taaskasutatud betoonpaneelidest eramaja Saksamaal, 4) Soomes taaskasutatud raudbetoonpaneelidest ehitatud väikehooneid ja 5) Belgias muutuva funktsiooniga puitehitist.



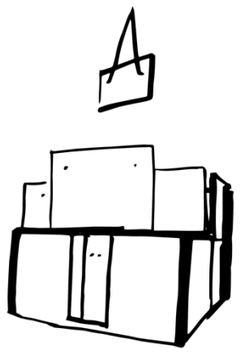
Illustratsioon 08. Projekt 1. Resource Rows. Autori visand



Illustratsioon 09. Projekt 2. Kristian Augusti tn 13. Autori visand



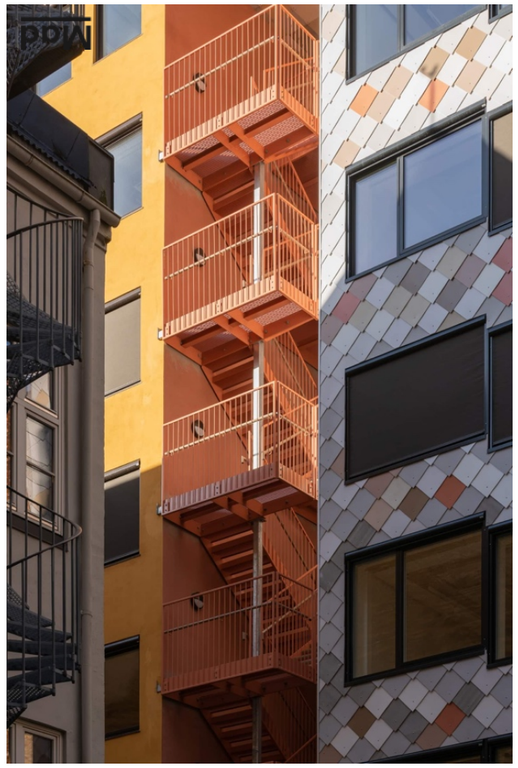
Illustratsioon 10. Projekt 4. Raahen Kummatti. Autori visand



Illustratsioon 11. Projekt 3. Mehrow maja. Autori visand

Illustratsioon 12. Projekt 5. B.R.I.C. Autori visand

Illustratsioon 13. Kristian Augusti tn 13, vaade büroohoonele. MAD Arkitekten



Illustratsioon 14. Kristian Augusti tn 13, vaade trepiküljele. MAD Arkitekten

Illustratsioon 15. Kristian Augusti tn 13, lähivaade fassaadile. MAD Arkitekten

KRISTIAN AUGUSTI TN 13

Asukoht: Oslo, Norra

Arhitekt: MAD Arhitektid

Aasta: 2021

KIRJELDUS

Norras aadressil Kristian Augusti tn 13 asub 1950. aastatel ehitatud büroohoone, mis projekti käigus renoveeriti ja laiendati. Kaheksakorruseline laiendus valmis Mad arhitektuuribüroo poolt aastal 2021. Maja sissepääs on tänava tasandilt ning sisehoov on ühendatud kvartalisiseste käiguteedega. Hoone on laiendatud kaheksakorruselise juurdeehitusega, mis ühildub hoone olemasoleva trepikoja ja liftiga. [31]

Projekti käigus büroohoone renoveeriti ja laiendati kasutades taaskasutatud materjale ja elemente olemasolevast. Samuti kasutati ehituselemente rohkem kui 25-st ümberkaudsest hoonest. Enamus materjalidest hangiti 5 km raadiusest. [31] 80% hoone kogumaterjalimahust säilitati ning 20% lisandus uuena. Samuti 15% sellest uuest materjalist hangiti doonorhoonetest, mis tähendab, et see osa on samuti taaskasutatud materjal. [32]

1950. aastatel ehitatud majadele on iseloomulik madal lagi, mistõttu on neid keeruline tänapäeva tehnilistele nõuetele vastavaks uuendada. Uus tehnoloogia nõuab ruumi ning tulemuseks on veelgi madalamad ruumikõrgused. Antud projektis kompenseeritakse see sisemiste vertikaalsete avade loomisega, et luua suurem avatus. [31]

ANALÜÜS

Antud projekt on Norras esimene, mis kasutab ehitusmaterjalide ringlussevõttu sellisel viisil. Peamised näited, kuidas projektis materjale korduvkasutati: 70% hoone terasest taaskasutati, mis rakendus seina jäigastamisel kui ka trepi konstruktsiooni ja -piirete loomisel; Juurdeehituse fassaadikatteks kombineeriti erinevaid taaskasutatud materjale: tsementkiudplaate, STENi-plaate, metallplaate, mis uue värvi – ja paigutuslahenduse poolest hoonel ka silma paistavad; Keskkonnale mõeldes ehitati hoonesse vajalik tuletõkkesein betooni asemel taaskasutatud terasest ja telliskividest; Olemasolevas hoones leiduvad terasrestid taaskasutati reelingutena. Avadele taaskasutatud akende leidmine osutus äärmiselt keerukaks ning olemasolevatel akendel puudus piisav õhutihedus, mistõttu need asendati uutega. [33]

Vähendamaks uue toorme kasutamist keskenduti ka hoone eluea lõpus ehitusmaterjali hõlpsamale korduvkasutamisele. Selleks on väljatoodud ka mõned tähelepanekud, mida seejuures rakendati või silmas peeti:

- Kasutada tugevaid ja homogeenseid materjale, mis ei sisalda tervisele kahjulikke ühendeid.
- Konstruktsioonid peaksid olema hõlpsasti lahtivõetavad, mida soodustavad pööratavad ühendused.
- Kasutada eelistatavalt kihilist konstruktsiooni, et komponente saaks lahti võtta külgnevatest kihtidest olenemata. [32]

Põhjamaade ministeeriumi *(Ing k* Nordic Council of Ministeries) rahastatud uuringus hinnati Kristian Augusti tn 13 hoone süsinikujalajälge ning selgub, et materjalide korduvkasutamine võib oluliselt vähendada hoone süsinikujalajälge, renoveerimisel kuni 30% ning uue ehitamisel 20%. [32]

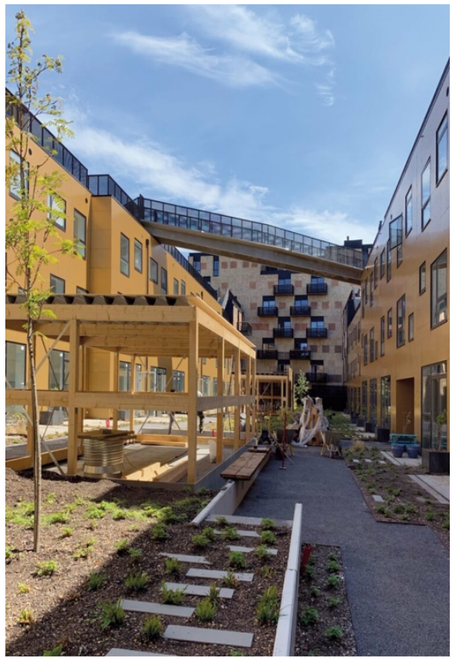
Projekti loojad leiavad, et uuendamise asemel renoveerimine toob kaasa väiksema CO_2 jalajälje, ressursside parema kasutuse, rikkalikuma ehitusajaloo ja mitmekesisema linnakeskkonna. [33]

JÄRELDUS

- Hooneosade renoveerimisel on süsinikujalajälje vähendamisele suurem mõju kui uue hoone ehitamisel.
- Hoone kasutusea lõppedes materjali korduvkasutamise hõlbustamine aitab kaasa süsinikujalajälje vähendamisele.
- Materjali korduvkasutus on potentsiaalne ka tehasejääkidest.
- Materjalijäägid dikteerivad elemendikasutuse, kuid on samal ajal suurepärane korduvkasutatava materjali hankimise viis, nt antud projektis fassaadimaterjal koosneb sadadest väikestest ruudukujulistest plaatidest, mis ühe osana on saadud tehasejääkidest.
- Päevavalgusnõuded raskendavad akende korduvkasutust.

Illustratsioon 16. Resource Rows kortermaja. Architects Journal

Illustratsioon 17. Resource Rows lähivaade fassaadile. Architects Journal



Illustratsioon 18. Resource Rows vaade sisehoovile. Architects Journal

RESOURCE ROWS

Asukoht: Kopenhaagen, Taani

Arhitekt: Lendage Grupp

Aasta: 2020

KIRJELDUS

Aastal 2020 valmis Oerstadi piirkonnas Kopenhaagenis korterelamute kompleks nimega Ressursiread (*ing k Resource Rows*), mille projekteeris Lendage Grupp. Ettevõtte eesmärk on projekteerida kasutades jätkusuutlikke meetodeid. Oerstadi korterelamute projekt on üks töödest, kus jätkusuutlikkust representeerib ehitusmaterjalide korduvkasutus. [34]

Elamiskompleks moodustub pikliku sisehoovi ümber rajatud neljast hooneosast. Kahel pool sisehoovi paigutuvad vastamisi kolmekorruseliste ridaelamutega majad, mille mõlemas otsas asuvad kaks viiekorruselist kortermaja. Oluline roll on katuseterrassidel, kuhu on rajatud taaskasutatud akendest kasvuhooned. Sisehoovi ja katuseterrassi projekteerimisel on lisaks looduslähedusele soovitud luua kommuuni ühendav olelusruum. [34]

ANALÜÜS

Korterelamute rajamisel korduvkasutati mitmeid erinevaid ehituslikke jääke. Fassaadil asub ainulaadne tellistest muster, mis avaldab austust Carlsbergi õlletehase, vana koolimaja kui ka teiste mahajäetud hoonete iseloomule ja ajaloole, kust see materjal taastati. 3 m^2 suurused moodulid lõigati vana hoone müüritisest ning paigutati uuele fassaadile. Teemantlõikega müüritisest raiutud moodulite kasutamine oli tingitud liigselt tugevast mördist telliste vahel. Mörti hakati kasutama 1960ndatel aastatel. [35] Kahte ridaelamut ühendab üle sisehoovi laiuv terassild, mis on rajatud samuti taaskasutatud terasest. Lisaks on projektis taaskasutatud 300 tonni puidujääke erinevate konstruktsioonide materjalina nagu pergolad, terrassid, rõdude põrandad, interjööri põrandad, aknaraamid. Puit eksterjööris on põletatud jaapani tehnikas (*jp k yakisugi*), mis muudab selle vastupidavamaks ning kasutada pole vaja kemikaale. [34] Lendage Grupi läbimõeldud lahendused korduvkasutuse meetodil vähendas hoone süsinikujalajälge 29%, seejuures tõstmata hoone lisakulusid ning taaskasutati 463 tonni jäätmeid. [36]

JÄRELDUS

- Puidu vastupidavuse tagamiseks kasutada põletamist, mis aitab hoone eluea lõppedes materjali uuesti kasutada.
- Õuealal paikneva välisinventari projekteerimisel on rohkem võimalusi korduvkasutamiseks.
- 1950ndatest aastatest on kasutusel tugevam tellismört, mis raskendab kivide ükshaaval lahti võtmist, seetõttu kasutati juhtumiuuringus müüritise osalist väljalõikamist.

Illustratsioon 19. Raudbetoonpaneelide paigaldamine. Claus Asam

Illustratsioon 20. Mehrow maja vaade. Claus Asam

Illustratsioon 21. Mehrow maja vaade 2. Claus Asam

MEHROW MAJA

Asukoht: Berliin, Saksamaa

Arhitekt: Conclus arhitektid

Aasta: 2005

KIRJELDUS

Mehrow maja on Berliini läheduses asuv ühepereelamu netopindalaga 212 m^2. 8-toaline maja koosneb kahest pealmaa korrusest ning katusel laiub terrass. [37] Kirjeldatu on Saksamaal 1990ndatel aastatel käivitatud uuringute esimene pilootprojekt, mille eesmärk oli leida olemasolevast hoonest hangitud tehasetoodetud betoonkonstruktsioonelementidele uus kasutus [15]. Mehrow eramaja projektis on kasutatud 5 km kaugusel asuva korterelamu seina- ja vahelaepaneele. Sarnaselt on püsitatud krundile ka eraldiseisev garaaž. [37]

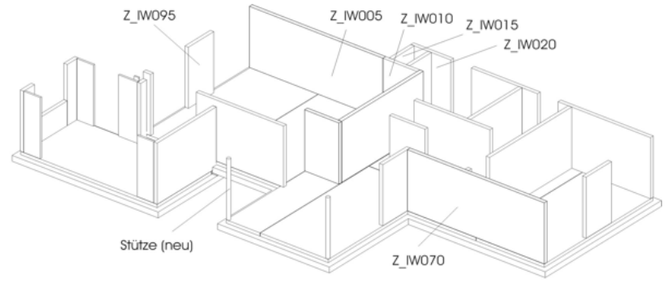
Projekti eripära kui ka keerukus seisneb selles, et korduvkasutatakse elemente, mis uues kasutuses peavad vastama teatud kandevõimele. Selleks, et nõuetelevastavus oleks tagatud teostati elementidega vastavad katsed.

ANALÜÜS

Kõik Mehrow maja seina- ja põrandatarindid on moodustatud taaskasutatud raudbetoonelementidest, mis on välja lõigatud nn doonorhoone siseseintest ja vahelagedest. Kandetarinditest on eramusse ehitatud vaid trepp ja vundament. Elemendid kinnitati ankurkinnitustega ning ühenduskohad täideti tsementmördiga. [37]

JÄRELDUS

- On võimalik saavutada väga kvaliteetseid korduvkasutatavaid lahendusi.
- Taaskasutatavate materjalide kirjeldus peaks olema selge ja üheselt arusaadav kõigile
- Olemasolevad r/b elemendid seavad piire arhitektuursele lahendusele.
- 20-30 a tagasi ehitatud majad ei ole ehitatud selliselt, et neid saaks lihtsasti lahti võtta, demonteerimisel on oht elemendid purustada.
- Välajlõigatud raudbetoonpaneele saab korduvkasutada kandvate tarinditena uues projektis, kui selleks on vastavad katsed teostatud.
- Tihedalt koos peavad töötama erinevad meeskonnad.



Illustratsioon 22. Mehrow maja konstruktiivne joonis. Claus Asam

Illustratsioon 23. Autovarjualune. Satu Huuhka

Illustratsioon 24. Autoremonditöökoda. Satu Huuhka

Illustratsioon 25. Aiapaviljon. Satu Huuhka

RAAHEN KUMMATTI

Asukoht: Raahe, Soome

Arhitekt: Arhitektuuribüroo Harri Hagan

Aasta: 2008-2010

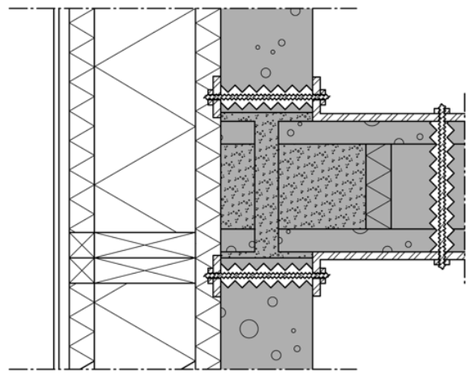
KIRJELDUS

Raahe korterelamute rajoon püstitati 1960ndatel aastatel, mil tekkis vajadus majutada terasetööstuse töölisi. 2005. aastal algatas Soome riik üleriigilise programmi, mille eesmärk oli taastada kahaneva elanikkonnaga elamispiirkonnad. 13 kortermaja otsustati lammutamise asemel ümberehitada. Korraldatud arhitektuurivõistluse võidutöö käis välja lahenduse vähendada hoonete mahtu poole võrra, mis andis osadele hoonetele ridaelamu tunnused ja eraaia. Arvutuste kohaselt oli mahu vähendamine ja renoveerimine 20% kuluefektiivsem, kui täielik lammutamine ja uusehitiste püstitamine, mis põhjendas valitud otsust. [38]

ANALÜÜS

Ümberehitustööd algasid plaaniga teostada tavapärast lammutustööd, kuid meetod muudeti ümber selekteerivaks montaažiks, kui saadi aru, et see on kiirem ja lihtsam. Hoonemahtude vähendamise käigus demonteeriti raudbetoonpaneelid ja korduvkasutati piirkonna autovarjualuste, autoremondigaraaži ja aiapaviljonide ehitamiseks, mis konkursitöö ettepanekus pidid olema valmistatud esmastest materjalidest. Osa eemaldatud paneele müüdi piirkonna põllumajandushoonete ehitamiseks. Projekti teeb huvitavaks asjaolu, et idee kasutada selekteerivat demontaaži ning eemaldatud paneelid korduvkasutada tekkis projekti teostamise käigus. [38]

Raudbetoonpaneelid lõigati lahti kasutades meiseldamisrobotit, mille tulemusena jäi paneelil kohati ebaühtlane lõikeserv. Kuid vajadusel kasutati ümberlõikamiseks teemantlõikurit, et saada nt viilkatuse ehitamiseks paneelile teravam serv. Kuna paneelide esialgsed ühenduslülid demonteerimise käigus eemaldati, siis leiti uued võimalused konstruktsioonide loomiseks ja ühendamiseks. Välisseina funktsiooni täitvad paneelid ümbritseti kohapeal valatud alusmüüriga ning vahelaepaneelidena kasutatavad paneelid seoti seinaga terasnurkade ja poltide abil. [38]

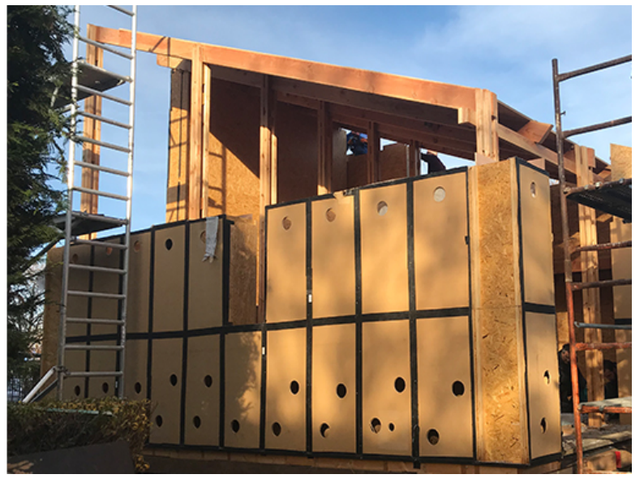


Illustratsioon 26. Vahelae ja seina sõlmejoonis. Hallis kujutatud taaskasutatud konstruktsiooniosad. Satu Huuhka

JÄRELDUS

- Korduvkasutatud r/b paneele on potentsiaalne kasutada väikerajatiste ehitamiseks.
- Raudbetoonpaneelide eemaldamiseks on võimalik kasutada ka soodsamaid mehhanisme (kui teemantsaag), juhul kui ei ole soov teostada visuaalselt sirget ja esteetilist lõiget.
- Eelistades demonteerimist täielikule lammutamisele on võimalik vähendada projekti kulusid.
- Riiklikud toetused on olulised, et muuta madala elanikkonnaga piirkondades renoveerimisprojektid rahaliselt teostatavaks.

Illustratsioon 27. Hoone komplekteerimine. BAMB



Illustratsioon 28. Ehitusjärgus hoone. BAMB

Illustratsioon 29. Valmis hoone. BAMB

B.R.I.C

Asukoht: Brüssel, Belgia

Arhitekt: EFP koolituskeskus

Aasta: 2017-2020

KIRJELDUS

B.R.I.C (Build Reversible In Conception) on Brüsseli koolituskeskuse EFP pilootprojekt, mille eesmärk on näidata ehitussektorile teadmisi ja oskuseid ringmajanduse teemal. Fookus on pöörduvusel, muutlikkusel, jätkusuutlikkusel, taaskasutamisel, energiatõhususel. Aastal 2017 ehitasid noored õpilased BRIC kontorihoone eesmärgiga see iga-aastaselt demonteerida ja uuesti monteerida. Igal aastal aga muutus selle funktsioon: kontor (2018), äripind (2019), akustikalabor (2020). B.R.I.C on ainulaadne projekt, mis kaasab noori tulevasi ehitusspetsialiste ja ettevõtjaid. [39]

ANALÜÜS

Esimene ehituslik ülesseade testis puitkonstruktsiooni võimet integreerida taaskasutatud materjale. Katses kasutati võtteid, mis soodustaks ümberkujundamist ning seeläbi minimeeriks tekkivaid jäätmeid. Üks lahendustest nõudis liimühenduste asemel kruvi/poltühendusi või *interlock* meetodit. Vundament on eemaldatav tänu 1,2 m pikkustele vundamendikruvidele, mis kruvitakse pinnasesse ja vajadusel eemaldatakse.

Ehitamiseks kasutati peamiselt tehasest pärit puitmaterjale: tarindid ja konstruktsioonid ehitatud erinevas mõõdus höövelpuidust ja OSB-plaadist, seina ja lakke on paigutatud puitkiudplaat. Soojustamiseks on kasutatud bioloogilisi materjale nagu kork, puitkiud ja tselluloosist vatt. Kõiki materjale projektis korduvkasutati teise ja kolmanda lahenduse juures, mis tähendas, et esimene rajatis toimis materjalipangana. [39]

JÄRELDUS

- Väikeehitisi on tõhus rajada puitkandekonstruktsioonidele. See soodustab hilisemat korduvkasutust ning vähendab hoone süsinikujalajälge peale kasutusetappi.
- Kruvivundament on kasutatav väikeehitiste puhul nagu näiteks turupaviljonid, teisaldatav äripind, hooajaline katusealune vms, mille korruselisus jääb kahe piirdesse.
- Materjalide ühendamisel eelistada liimühenduste asemel kruviühendusi, et hoone eluea lõppedes materjale hõlpsamini korduvkasutada.

05.6 KOKKUVÕTE JUHTUMIUURINGUTEST

Juhtumiuuringute analüüsi tulemusel selgus, et Euroopas on mitmeid näiteid ringmajanduse rakendamisest ehitussektoris. Enim näiteid on toodud raudbetoonpaneelide taaskasutamisest, mille korduvkasutamine kandekonstruktsioonis võimaldab vähendada hoone süsinikujalajälge ning projekti lõppmaksumust. Mitmes näites toodi välja, et rakendades korduvkasutust vähenes hoone süsinikujalajälg 20-30%. Kõige silmapaistvamad on näited raudbetoonpaneelide korduvkasutamisest uue ehitise kandetarindis, mis näitab, et vajadus r/b-paneelidest ehitatud hooneid purustada ja täielikult lammutada pole põhjendatud. Samuti on keskkonnale soodsam, kui täieliku lammutamise asemel hoone renoveerida, mis vähendab hoone jalajälge ligi 30%. Kui aga otsustada hoone lammutamise kasuks, siis pakub just selekteeriv demonteerimine võimalust säilitada ehitusmaterjalide väärtust ning saata need ringlusesse, et ühe vana oleks teise uus. Seda tõendab juhtumiuuring Taanis, kus korterelamute fassaadimaterjal on saanud uue mõtte ning kannab edasi mitme hoone ajalugu.

Ringmajanduse põhiidee on küll jäätmete korduvkasutamine, kuid on esmatähtis, et uusi materjale ja tooteid võetakse kasutusse nii, et need jäätme staatusesse üldse ei satugi. Sellisest lahendusest toob näiteid Belgias asuv organisatsioon BAMB, mis läbitöötatud juhtumiuuringus pakkus võimalusi korduskasutada puitmaterjale lausa kolmel korral, kolme erineva funktsiooniga ehitises. Projekt näitab, et on võimalik rajada ehitist selliselt, et see ei ole püstitatud terveks elueaks ainult ühe funktsiooniga. Täna ehitatud kortermaja saab olla 10 aasta pärast büroohoone või vastupidi. Kasutades arhitektuurses projekteerimises jätkusuutlikku mõtteviisi, vähendab see tulevikus tühjaks jäävaid hooneid ning vajadust neid lammutada.

Juhtumiuuringuid analüüsides hangiti Euroopast erinevaid teadmisi, mida rakendatakse käesoleva lõputöö projektiosas:

- Selekteeriv demontaaž
- Hoone kandekonstruktsioonide säilitamine
- Lisaks doonorhoone elementidele ka tehasejääkide ringlussevõtt
- Metalldetailide ringlussevõtt
- Raudbetoonpaneelide ringlussevõtt
- Puidu vastupidavuse suurendamiseks selle põletamine
- Võimalik fassaadimaterjali purunemine demontaažil ja sellega arvestamine
- Võimalikult kõrge määraga puitelementide kasutamine uue materjalina, et vähendada betooni tootmisest tekkivat survet keskkonnale

KOKKUVÕTE

Ehitiste ja rajatiste püstitamine, hooldamine, lammutamine hõlmavad erinevaid protsesse, mille tulemusel pannakse Maa kliima surve alla. Ehitussektor on vastutav süsinikuemissioonide kõrgest sisaldusest atmosfääris, mis on kulmineerunud kliimaprobleemidega. Pariisi kokkuleppe tulemusena loodud Euroopa rohelepe survestab Eestit looma strateegiaid heitkoguste vähendamiseks. Vältimaks kliimasoojenemise süvenemist ning selle mõju inimkonnale on riiklikul tasandil loodud strateegiad. Ehitussektori mõju leevendamiseks on suurimaks ülesandeks püstitatud laiaulatuslik ringmajanduse rakendamine, mida juba toetab jäätmeseadus. Seaduse alusel peab 70% ehitus- ja lammutusjäätme kogumahust olema suunatud taaskasutusse. Sinna alla ei kuulu tagasitäiteks ettevalmistatud või saadetud kogused. Maailma tasandi kokkulepped panevad Eesti riigi liikuma jätkusuutlikuma ühiskonna suunas, selleks, et erinevate strateegiate läbi vähendada mõju kliimale. 2023. aastal on rakendusmeetmed ehitussektoris vähetulemuslikud, kuna näiteid ehitus- ja lammutusjäätmete korduvkasutamisest on väga vähe.

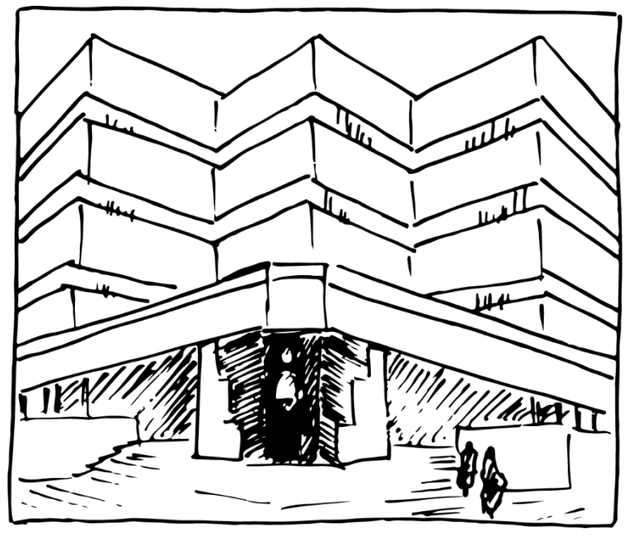
Levinud arvamus, et ringmajandus on uus kontseptsioon on uurimise tulemusel väär. Ringmajanduse rakendamise esimesed jäljed ulatuvad antiikaega. Sajandeid on olnud korduvkasutamine tavapärane tegevus. Alates 1930ndatest on selleks kasutatud terminit spolia, mis viitab tegevusele - ühest kohast võetud materjali kasutamist teises kohas.

10 aasta statistika alusel laekub igal aastal 2 miljonit tonni ehitus- ja lammutusjäätmeid, mida läbi ringmajanduse rakendamise on võimalik vähendada. Enim tekib prahti pinnasest ning betooni- ja keraamikatooteid. Seni on jäätmete taaskasutamise põhimõte seisnud selles, et need purustada ning suunata pinnastäiteks. See tähendab materjali väärtust vähendavat taaskasutust ning ei saa nimetada ringlussevõtuks. 2021. aastast kohustab jäätmeseadus taaskasutama 70% ulatuses ehitus- ja lammutusjäätmeid viisil, mis ei suuna jäätmeid pinnasetäiteks. Katsetatud on jäätmete taaskasutamist ehitusmaterjalide teisese toormaterjalina, näiteks betoonis kasutatava jämetäitematerjali asendamine purustatud lammutusjäätmetega. Analüüsist selgub, et katsed pole suuri tulemusi andnud, kuid ehituses on kasutusel selliseid valmistooteid, milles on kasutatud purustatud jäätmeid. Jäätmete taaskasutamise ühe meetmena nähakse terviklike konstruktsioonide ringlussevõttu, mis tulemusena väldib materjalide purustamist ja jäätmeks langemist. Terviklike konstruktsioonide kasutamine ei kuulu purustava meetodi hulka, mis tähendab, et materjalid taaskasutatakse nende esialgsel või muul viisil väärtust vähendamata. Uurimistulemusena on leitud, et suurimat positiivset mõju kliimale avaldab kandvate konstruktsioonide terviklik korduvkasutamine, mille tulemusel väheneb uue hoone süsinikujalajälg ligi 30%.

Väärindava ringlussevõtu s.h terviklike konstruktsioonide ringlussevõtt eeldab traditsioonilise lammutamise asemel selekteerivat demonteerimist ehk järk-järgulist lammutamist. Protsessi tulemusel saadetakse ringlusesse terviklikult eemaldatud ehitusmaterjalid ja -elemendid. Ringlusesse saatmiseks peab olema korraldatud materjali kvalifitseerimine, hoiustamine ning müümine. Erinevate riikide näidete alusel on leitud, et ringlusesse saadetud materjalid tuleks hoiustada materjalipangas, mis on nii füüsiline kui ka virtuaalne. Viimane tegeleb materjalide ostu ja müügiprotsessiga virtuaalsel platvormil. Samuti on leitud, et materjalide kvalifitseerimise, hoiustamise ja müügi eest peaks vastutama riik. Eesti ehitussektoris pakub ringlusse võetud materjalide müüki mittetulundusühing Säästva Renoveerimise Infokeskus ning samuti eraisikud, kes materjale müüvad erinevatel virtuaalsetel müügiplatvormidel. See tähendab, et turg on reguleerimata ja kvalifitseerimata, kuid omab potentsiaalset klientuuri. Ringmajanduse rakendamisega ehitussektoris kaasnevad erinevad probleemikohad nagu materjali hoiustamine materjalipangas ning majanduslik toimimine. Analüüsist järeldub, et seni kuni esmase ehitusmaterjali hind on madalam kui taaskasutatud materjali hind, on ringmajanduse toimimine raskendatud. Ühtlasi pole siinkirjutises käsitletud strateegia majanduslikku toimimist.

Viie arhitektuurse juhtumiuuringu põhjal selgitati välja ehitussektori silmapaistvamad ringlussevõtu rakendusviisid. Mitme juhtumiuuringu tulemuseks oli ringmajanduse rakendamisel märkimisväärselt väiksem süsinikujalajälg. Samuti uuringust selgub, et ehitusmaterjalide korduvkasutamine hoone rekonstrueerimisel annab paremaid tulemusi kui uue ehitamisel, vähendades hoone süsinikujalajälge 30% rekonstrueerimisel ning uue ehitamisel 20%. Juhtumiuuring Belgias käsitleb jäätmete taaskasutamise asemel korduvkasutamise mudelit, mil materjalipangana käsitletakse sama ehitise materjale. Selline meetod nõuab tugevate liimühenduste asemel kruviühenduste või interlock meetodi kasutamist konstruktsioonide ehitamisel. Juhtumiuuring paigutab tähelepanu projekteerimisele, mil juhul arvestatakse selle hilisemat demonteerimist võimalikult lihtsal viisil soodustades ringmajanduse toimimist ka tulevikus.

Enamik edukaid näiteid ringmajanduse põhimõtetel ehitatud hoonetest pärinevad välisriikidest. Juhtumiuuringute põhjal võib väita, et ringmajanduse rakendamine ehitussektoris on olulise tähtsusega ning omab Eesti tulevikus potentsiaali. Antud magistritöö keskendub arhitektuursele kontseptsioonile ning ei käsitle ringmajanduse strateegia teisi külgi, mistõttu võib tulevikus uurida igat kaasnevat teemat, materjalipanka, doonorhoonet, demonteerimist, materjalipassi eraldiseisvalt.



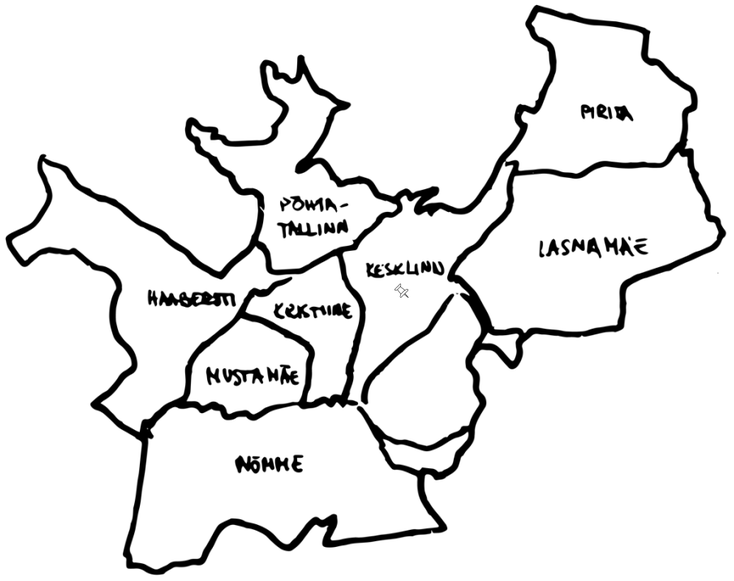
II OSA: ARHITEKTUURNE PROJEKT

Illustratsioon 30. Tallinna Rahvakohtute maja. Autori visand

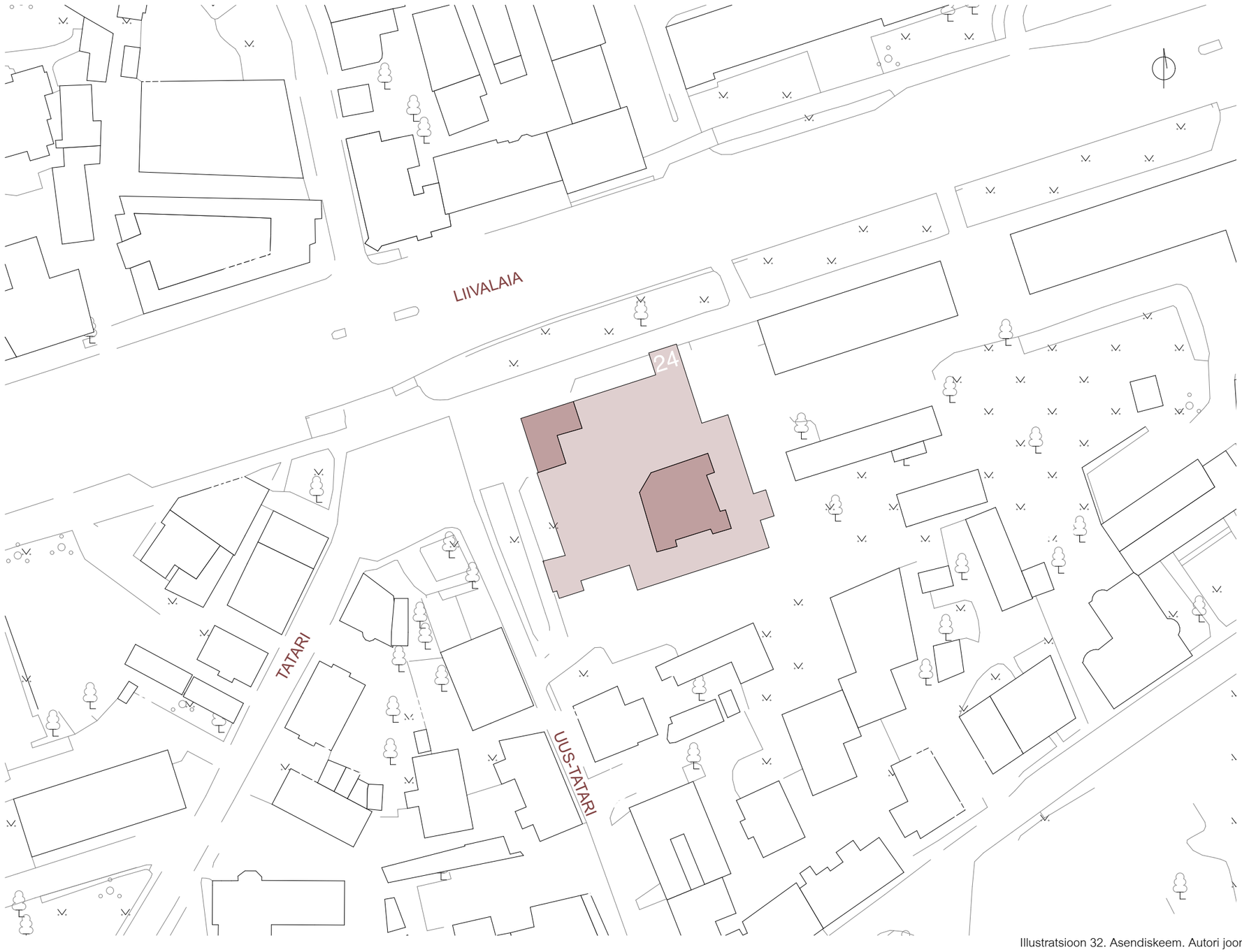
06 PROJEKTI ASUKOHT

Projekti asukoht on Tallinna Kesklinna linnaosas asuv Liivalaia tänav 24. Aadressil asub endine Tallinna kohtumaja, mis ootab lammutamist (detailplaneering kinnitamisel).

Asukoht sai valitud tulenevalt soovist leida nn doonorhoone, millelt hankida ehitusjäätmeid ringlussevõtuks. Sellel põhimõttel uuriti lammutatud või lammutuseks minevaid hooneid Tallinna linnas. Oluline oli, et asukoht oleks Tallinna linna strateegilises punktis, kuhu on põhjendatud projekteerida meeldejääva arhitektuurse põhimõttega ehitis. Liivalaia tn 24 asub kesklinna tihedaima liikumistee ääres ümbritsetuna oluliste institutsioonide kui ka haridusasutustega.



Illustratsioon 31. Tallinna linnaosade kaart. Autori visand



Illustratsioon 32. Asendiskeem. Autori joonis

06.1 Ajalooline kontekst

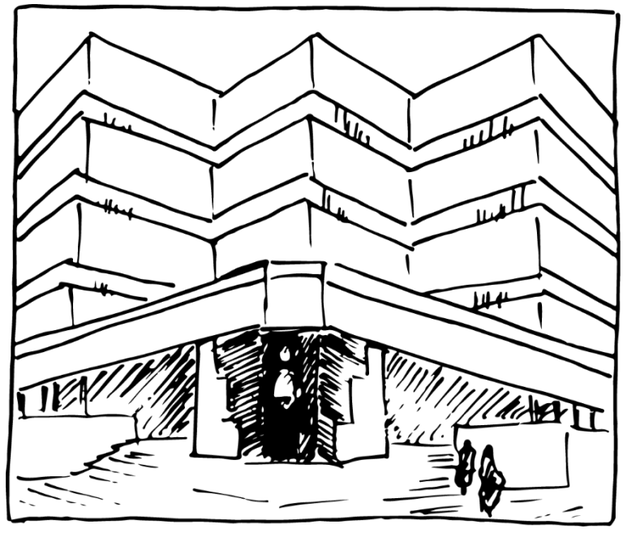
Endine Tallinna kohtumaja valmis aastal 1987 arhitekt Paul Madaliku poolt. Mainimist väärib ka sisearhitektuurne kontseptsioon, mille autor oli Tiina Pärk. Algupäraselt oli hoone Rahvakohtute Maja nime all ning pärast Eesti iseseisvumist tuntud kui Tallinna Linnakohtu ja Harju maakohtu. Tüübilt on hoone eriotstarbeline büroohoone ja funktsioonilt kohtumaja. Hoone ajaloos on olulised neli staadiumit:

I staadium ehk esialgne projekt, mis valmis 1978. aastal. Planeeritud ehituse algus 1981. aastal lükkus edasi, sest projekt võeti viisaastaku ehitusplaanist välja. [40]

II staadiumis vaadati projekt taaskord üle 1984. aastal ning teostati mõningased muudatused, mis hõlmasid näiteks sissepääsu trepipiirde lahenduse parandamist. Üldiselt jäid plaanid I ja II staadiumis sarnaseks. Hoone ehitati valmis aastaks 1987. [40]

III staadiumis teostati rekonstrueerimis- ja kaasajastamisprojekt aastal 1996, arhitekt Priit Kaljapulk ja sisearhitekt Sirje Uusbek. Suuremad uuendused teostati interjööris, kus suurendati töökohtade mahtu ja vahetati välja iganenud kontorimööbel. Eksterjööri lisandus türkiissinine värv ning pruunide raamidega aknad. [40]

IV staadiumis toimus kohtumaja ümberkolimine Lubja tänavale 2018. aastal, mille tulemusel jäi endine kohtuhoone tühjaks. Alates kolimisest on hoone olnud aeg-ajalt erinevate projektide raames kasutusel, näiteks 2019. aastal toimusid hoones Christofer Nolani teose „Tenet“ filmivõtted. [40]

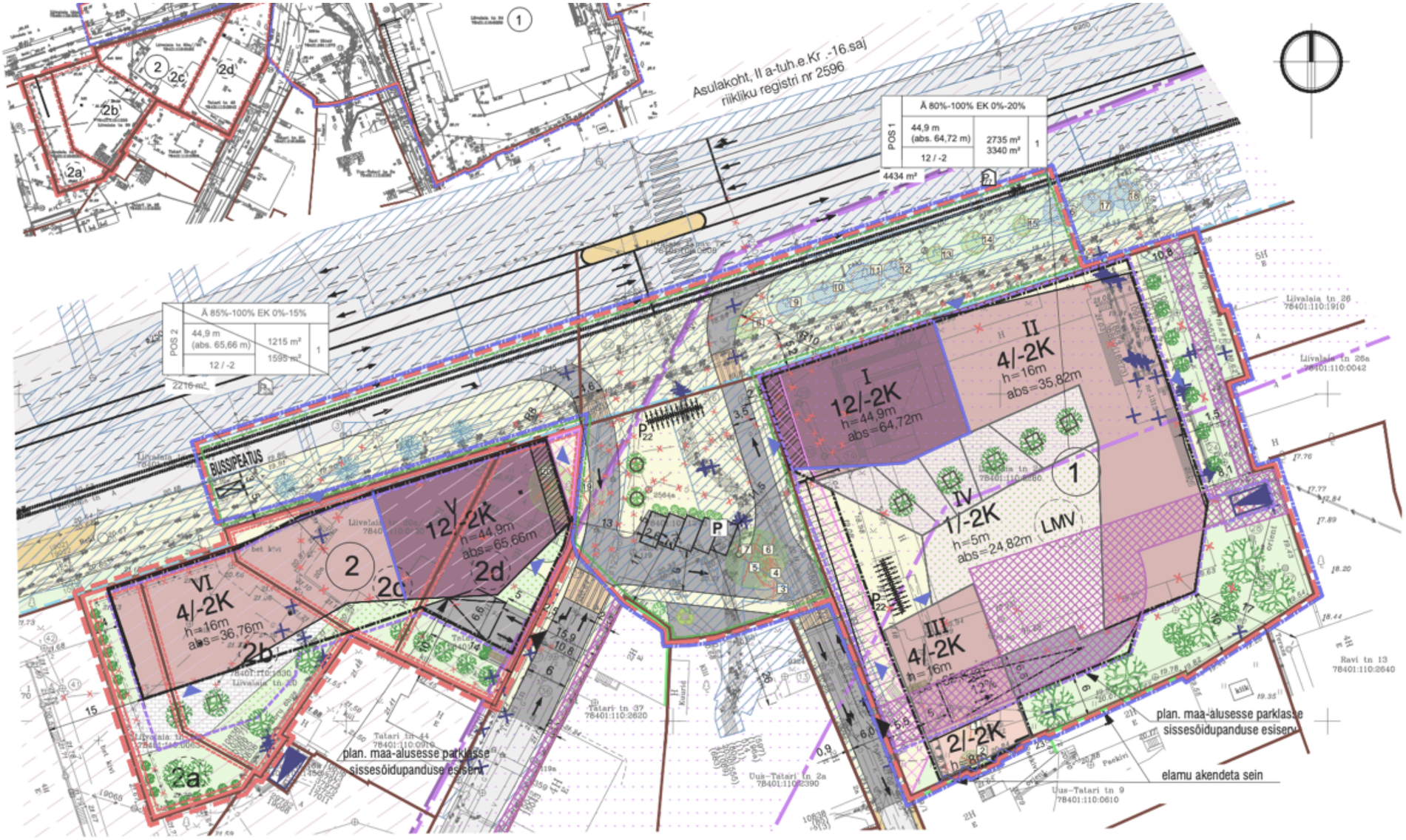


Illustratsioon 33. Liivalaia 24 hoonefront. Autori visand

06.2 Hoone tulevik

Liivalaia tn 24 praegune omanik on Riigi Kinnisvara AS, kes on esitanud krundi kui ka selle naaberkrundid detailplaneeringu avaldusse nimega Liivalaia tn 20, Liivalaia tn 20a, Liivalaia tn 20b, Liivalaia tn 24, Tatari tn 42 kinnistute ja lähiala detailplaneering. Taotlus DP041590 on algatatud ning 2023. aasta aprilli seisuga kooskõlastamisel. Detailplaneeringu eesmärk on Liivalaia tn 20, 20a, 20b ja Tatari 42 kruntide ühendamine; Liivalaia tn 20, 20a, 20b, 24 ja Tatari tn 42 kinnistutele uute äri- ja eluhoonete rajamine; Tatari ja Uus-Tatari tänava ühendamine Liivalaia tänavaga; Liivalaia tn 22 kinnistule linnaskvääri ja maa-aluse parkla rajamine. [41]

Detailplaneeringu alusel on esitatud ettepanek lammutada Tallinna endine kohtumaja.



Illustratsioon 34 Liivalaia tn 20, Liivalaia tn 20a, Liivalaia tn 20b, Liivalaia tn 24, Tatari tn 42 kinnistute ja lähiala detailplaneering. Allikas: Tallinna Planeeringute Register

HOONETÜÜP: Haldushoone (Endine kohtumaja)

EHITUSAASTA: 1987

RENOVEERITUD: 1996 (Arhitekt P. Kaljapulk)

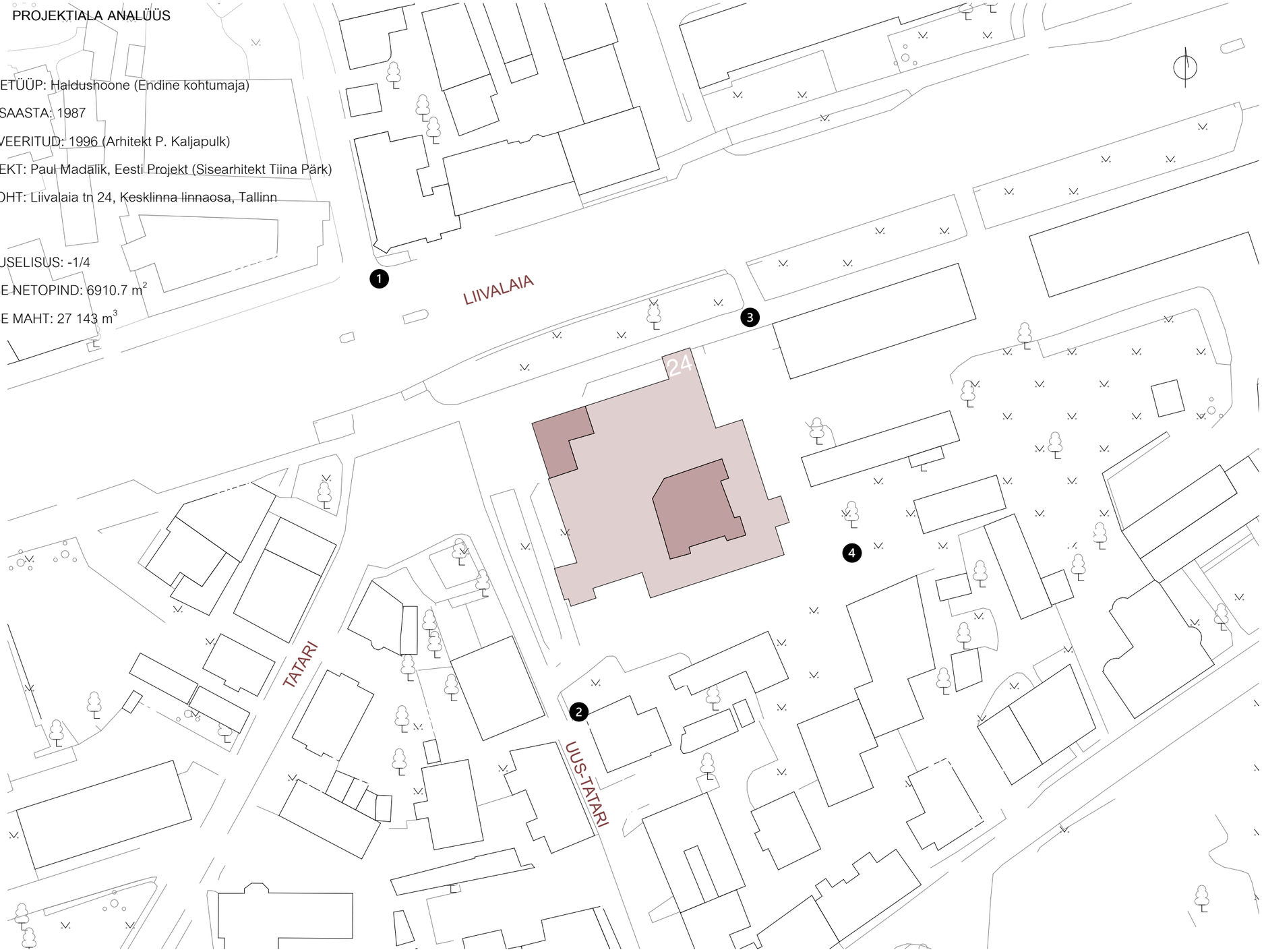
ARHITEKT: Paul Madalik, Eesti Projekt (Sisearhitekt Tiina Pärk)

ASUKOHT: Liivalaia tn 24, Kesklinna linnaosa, Tallinn

KORRUSELISUS: -1/4

EHITISE NETOPIND: 6910.7 m^2

EHITISE MAHT: 27 143 m^3



Illustratsioon 35. Vaatepunktid. Autori joonis

1

3

2

4

Illustratsioonid 36, 37, 38, 39. Fotod vaatepunktidest. Autori jäädvustus

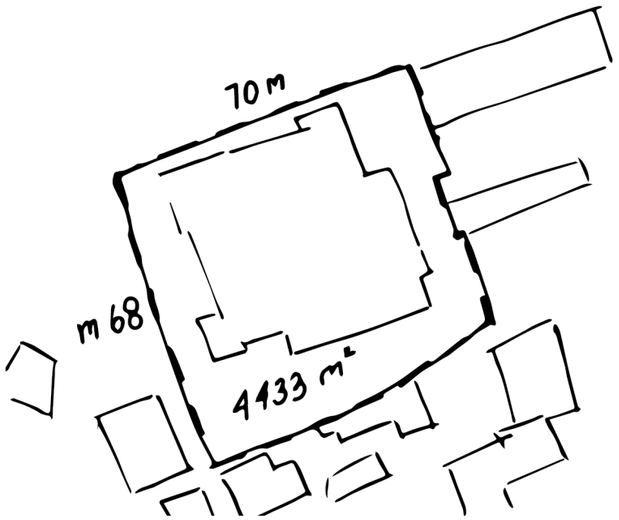
07.1 Krunt & naabruskond

KINNISTU PIND: 4433 m^2

PRAEGUNE OMANIK: Riigi Kinnisvara AS

SEISUKORD: Kasutuseta

SUURIM LUBATUD KÕRGUS: 44.9 m (abs 64.72 m)

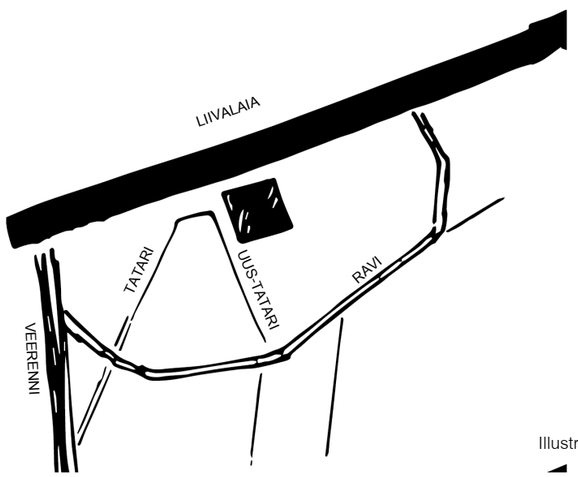


Illustratsioon 40. Krundi andmed. Autori visand

07.2 Liikuvus & ligipääs

Sõidukite liikumisteed ja tihedus

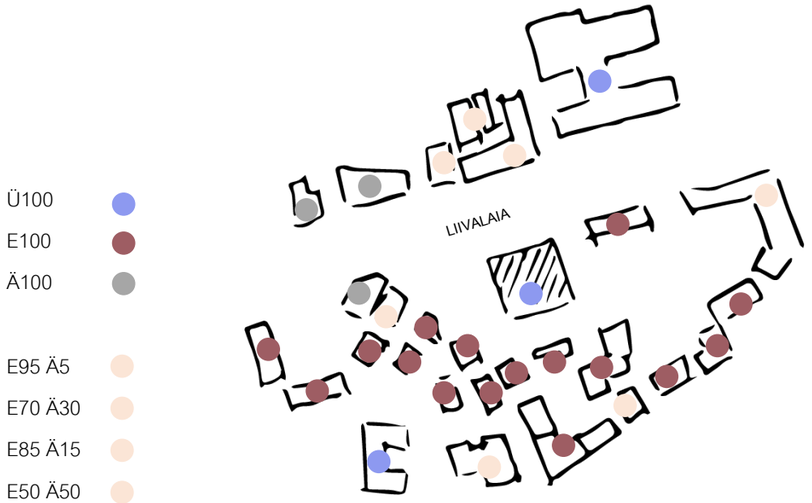
Suurima sõidukoormusega tänav piirkonnas on Liivalaia tn. Uus-Tatari, mis samuti krundiga piirneb ei ole tihedas kasutuses, sest sellel puuudb ühendus Liivalaia tänavaga. Uus-Tatari sõidutee on kasutuses vaid parkimisplatsile pääsemiseks.



Illustratsioon 42. Liiklusvoog. Autori visand

Maakasutusotstarve

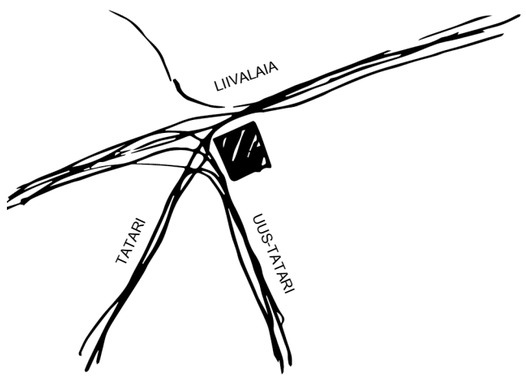
Krundi naabruskonnas asuvad peamiselt elamuhooned. Liivalaia tänavaäärsed hooned on erineva elamis- ja äripindade osakaaluga. Lisaks asub üle tänava kirdes koolihoone ning edela suunas patendiameti hoone, mis maakasutuselt kuuluvad kohtuhoonega sarnaselt ühiskondliku hoone alla. E- elamumaa, Ü- ühiskondlike ehitiste maa, Ä-ärimaa



Illustratsioon 41. Naabruskond. Autori visand

Jalakäijate liikumisteed

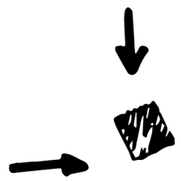
Jalakäijate liikumine kulgeb krundi äärest peamiselt Liivalaia tänava äärest. Kasutuseta ei jää ka Uus-Tatari ja Tatari tänav kus suunas pääseb Veerenni asumisse.



Illustratsioon 43. Jalakäijate liikumisvoog. Autori visand

Ligipääs

Krundile ligipääs toimub hoone kahest suunast, Liivalaia ja Uus-Tatari tänavalt. Krundi kaks kagupoolset külge piirnevad naaberkruntidega, kus ligipääs tänavalt puudub. Ühtlasi on hoone kaguküljed piiratud kõrgendatud müüriga.

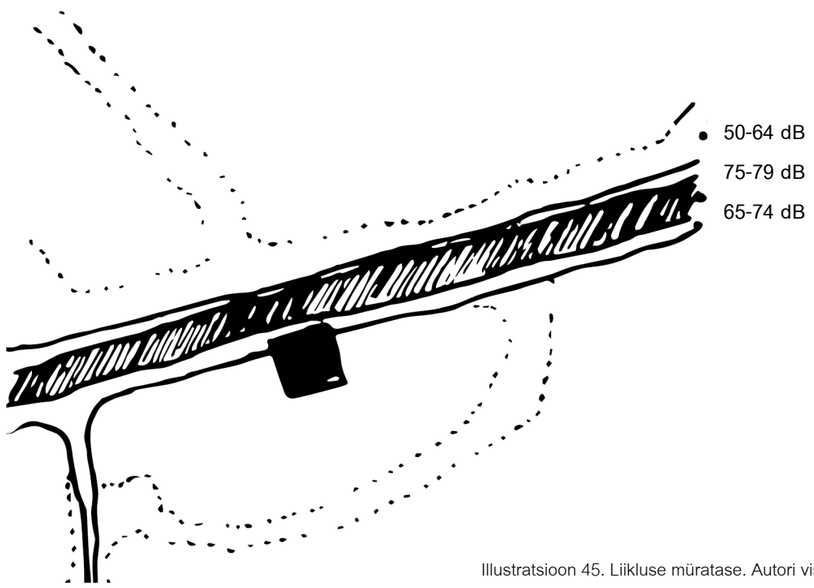


Illustratsioon 44. Ligipääs Autori visand

07.3 Keskkond

Müratase

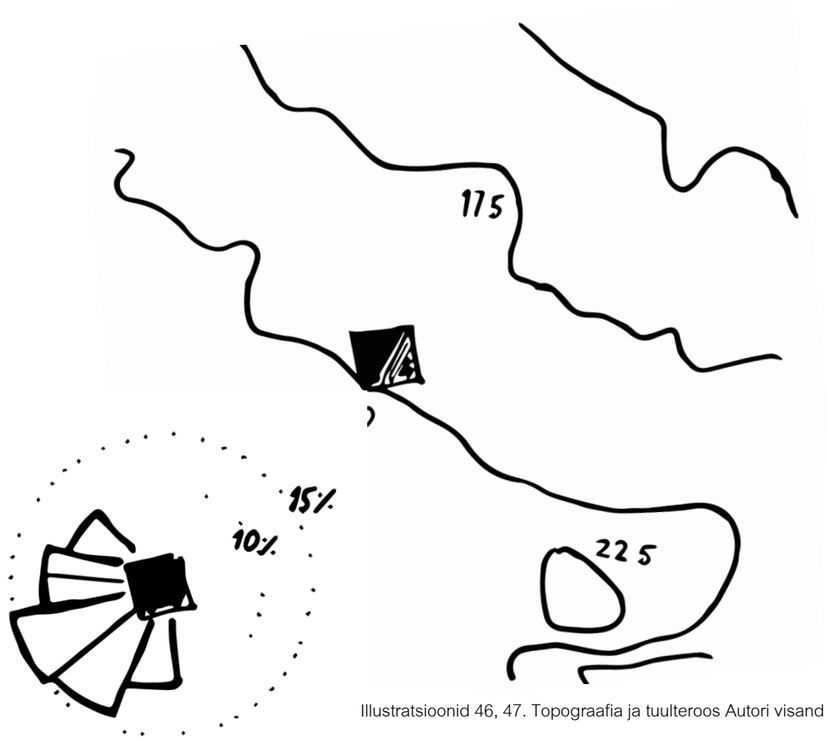
Projektiala piirneb Tallinna ühe tihedamini kasutatava sõiduteega Liivalaia tänavaga. Tänaval liiklevate sõidukite sagedus mõjutab krundi mürataset. Põhjapoolsel küljel on krundi müratase kriitiline ulatudes 79 dB-ni päevasel ajal.



Illustratsioon 45. Liikluse müratase. Autori visand

Topograafia ja tuuled

Krunt asub topograafilise joone ääres. Kõrguslik erinevus liigub kirdest edela suunas. Krundi keskmine kõrgus on 19-20 m merepinnast. Domineerivad tuuled edelasuunalt, mis loob ebamugava keskkonna hoone vastavas küljes.



Illustratsioonid 46, 47. Topograafia ja tuulteroos Autori visand

07.4 Liikumisvõimalused projektialal

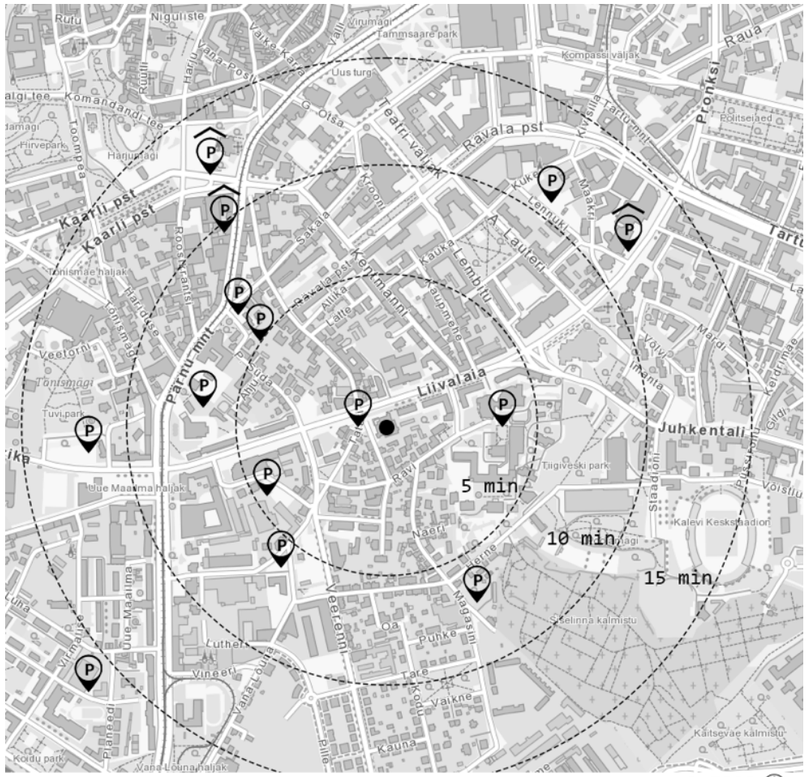
Ühistransporditeed

Ühendus ühistranspordipeatuste ja teedega on kesklinna linnaosas soodne. Lähimad ühistranspordipeatused krundile on alla 5 min jalutuskäigu kaugusel.

Illustratsioon 48. Ühistransporditeed ja peatused. Autori joonis

Parkimisalad

Projektiala külgneb parkimisplatsiga, mille kasutusulatus on alla 100%. 10 minuti jalutuskäigu kaugusel asub kuni 8 parkimisala ning 15 minuti jalutuskäigu kaugusel 3 parkimismaja.



Illustratsioon 49. Parkimisplatsid ja -majad. Autori joonis

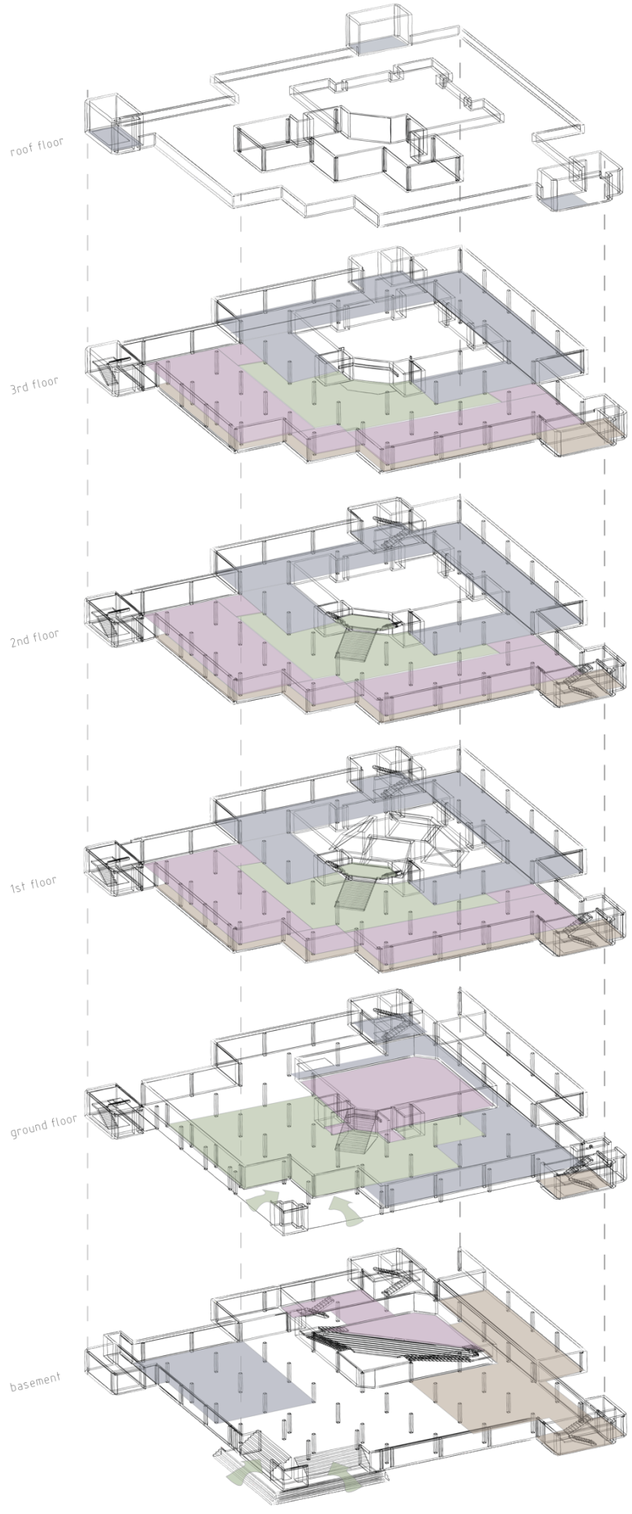
07.5 Kohtuhoone sisemine analüüs

Kohtuhoone ruumid ja liikumisteed on jaotatud kaheks: kohtualuse ja kohtumõistja liikumisteedeks, mis ei tohi ristuda. Tulemusena on arhitekt projekteerinud põneva ruumiprogrammi, mille arusaadavus esmapilgul küsimusi tekitab.

Sissepääs hoonesse asub esimesel korrusel, tänavaruumist kõrgemal. Esimesel korrusel asuvad vestibüül ja suur kohtusaal. Teisest neljanda korruseni asuvad töötajate bürooruumid, mis koonduvad hoone kagusuunda. Samuti on korrustel väiksemad kohtusaalid. Kohtualuste liikumine kohturuumidesse toimub fassaadile omase sik-saki taga, kus asuvad kütmata liikumisruumid.

Hoone tähelepanuväärseim ruum on suur kohtusaal, mille madalaim punkt asub soklikorrusel ning peasissepääs esimesel korrusel. Korruseid ühendab suur astmestik. Ruumi kohal asetseb katuslagi nelja valgusavaga. Valgus kõikidesse kohtusaalidesse on hajus ning vaade piiratud, selleks on kasutatud näiteks klaastellisaknaid.

Hoone kandvad konstruktsioonid on raudbetoonkarkassil tugipostid. Vahelaed moodustuvad raudbetoon õõnespaneelidest ning monoliitbetoonist. Välisseinad on laotud peamiselt põlevkivituhkgaasbetoonpaneelidest ning keraamilisest tellistest.



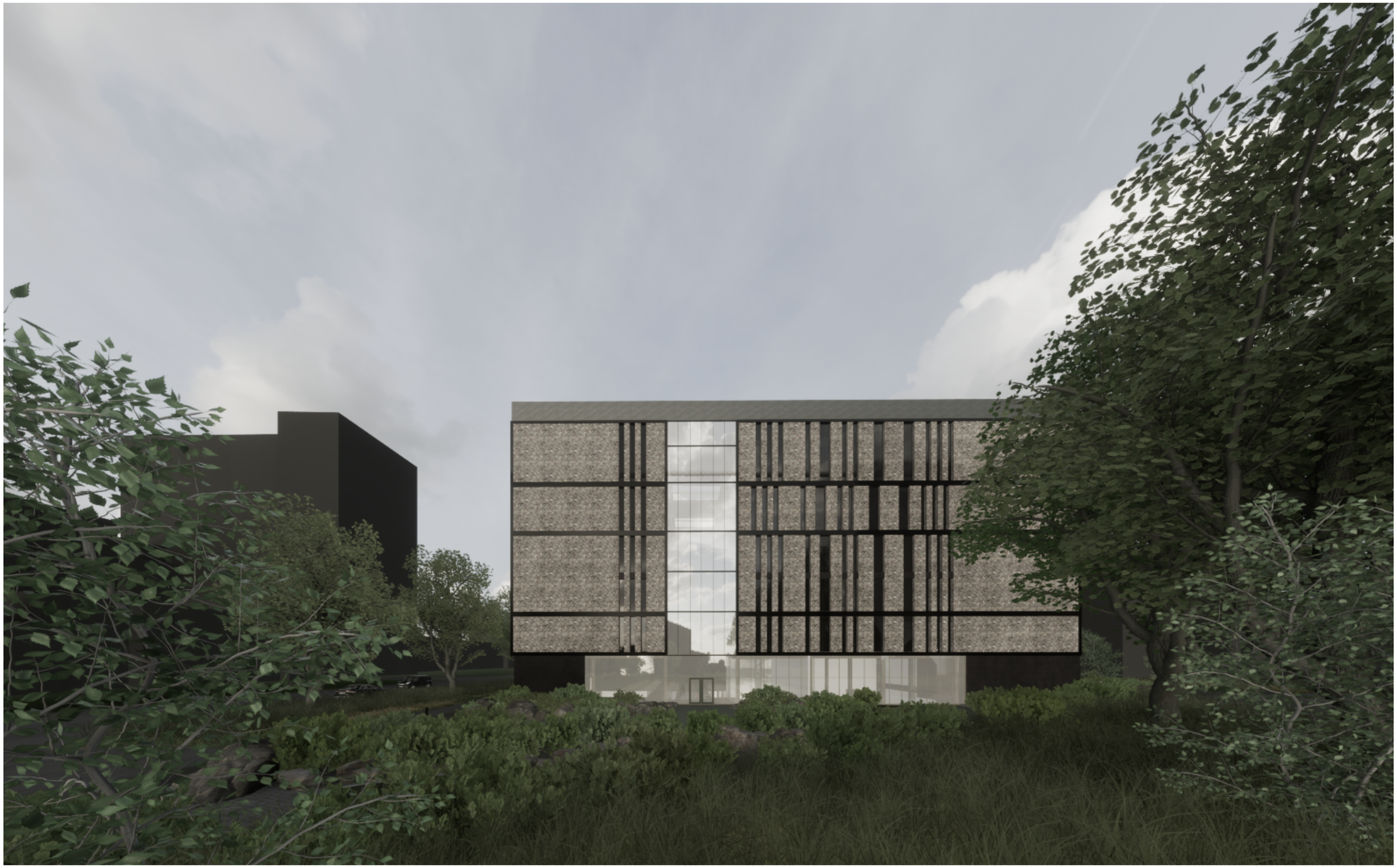
Kontoriruumid ja töötajate liikumisteed

Kohtusaalid ja abiruumid

Kohtualuste ruumid ja liikumisteed

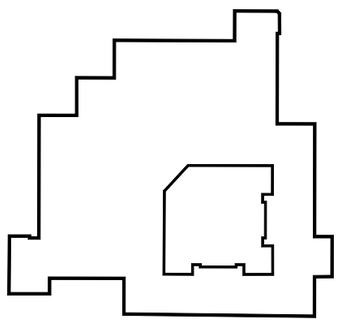
Avalik ala

Illustratsioon 50. Kohtuhoone ruumiprogramm. Autori joonis

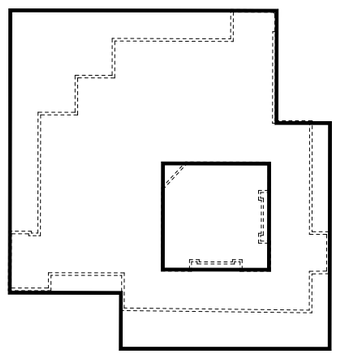


Illustratsioon 51 Projeteeritav kliimaministeeriumi hoonefront. Autori illustratsioon

HOONE ESIALGNE TARIND



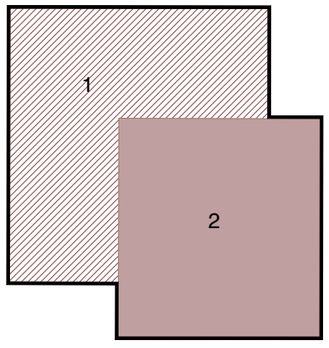
LAIENDUSETTEPANEK



Illustratsioonid 52, 53. Disaini juhtmõtted – plaaniline laiendus. Autori joonis

Hoone olemasolev välistarind laiendatakse põhimõttel, et kujuneb kaks hooneosa. Hooneosa 1 ülesanne on pakkuda mürakaitset, see osa on esinduslik, jõuline, mis kajastub ka fassaadimaterjalis - kivi. Hooneosa 2 iseloomustab, teovõimet, rahu ja harmooniat. Selles hooneosas on fassaadimaterjalina kasutatud puitu.

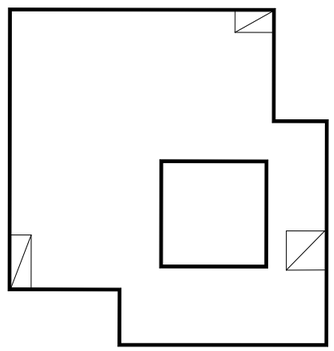
Hoonetarindi senine liigendatus planeeritakse kaotada, et suunata tähelepanu ja potentsiaal taaskasutatud fassaadimaterjalile. Samuti on eesmärk kaotada kohtuhoone trepitornide domineerivus ja monumentaalne väljanägemine.



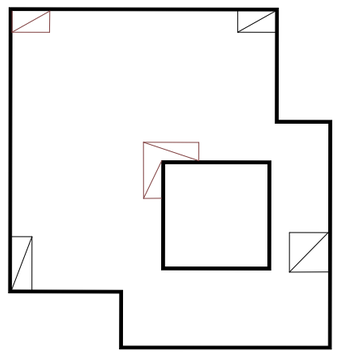
Illustratsioon 54. Disaini juhtmõtted – hoone mahud. Autori joonis

Tuletõrjenõuetele vastavuse täitmiseks kasutatakse ära 3 olemasolevat trepikoda hädaolukorra väljapääsuks. Lisaks planeeritakse juurde 1 varuväljapääs loodesse ning 1 peatrepp hoone keskele.

VERTIKAALSED PÄÄSUD - SÄILITATAVAD



VERTIKAALSED PÄÄSUD - PLANEERITAVAD

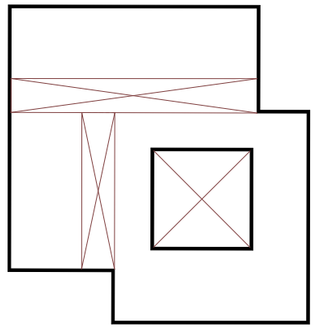


Illustratsioonid 55, 56. Disaini juhtmõtted – vertikaalsed pääsuteed. Autori joonis

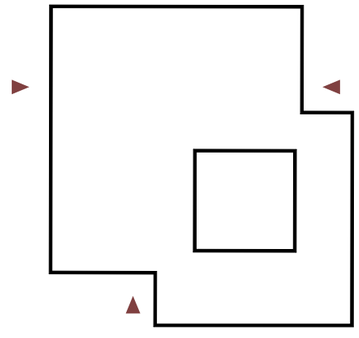
Hoone maht loob siseruumis valgusvaesed piirkonnad, mistõttu kavandatakse kahe hooneosa üleminekule valgusavad. Suur kohtusaal avatakse välisõhule, mille tulemusel kujuneb hoone keskele avatud sisehoov.

Valgusavade põhimõttel kavandatakse hoonesse kolm peasissekäiku kolmest hoone suunast.

VALGUSAVADE PÕHIMÕTTELINE SKEEM

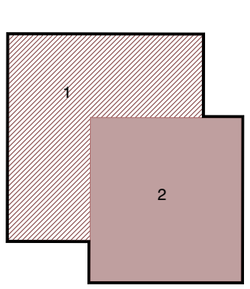


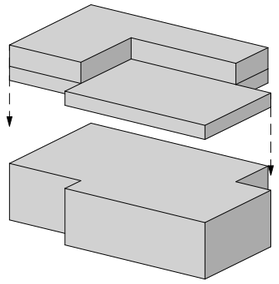
HOONE PEASISSEKÄIGUD



Illustratsioonid 57, 58. Disaini juhtmõtted – valgusavad ja sissekäik. Autori joonis

Neljakorruselisele hoonele kavandatakse kokku kaks lisakorrust. Hoonemahule 1 lisandub kaks korrust ning hoonemahule 2 üks lisakorrus. Lisakorruste puhul kasutatakse puitkandematerjale kerguse ning väiksema süsinikujalajälje soodustamiseks.





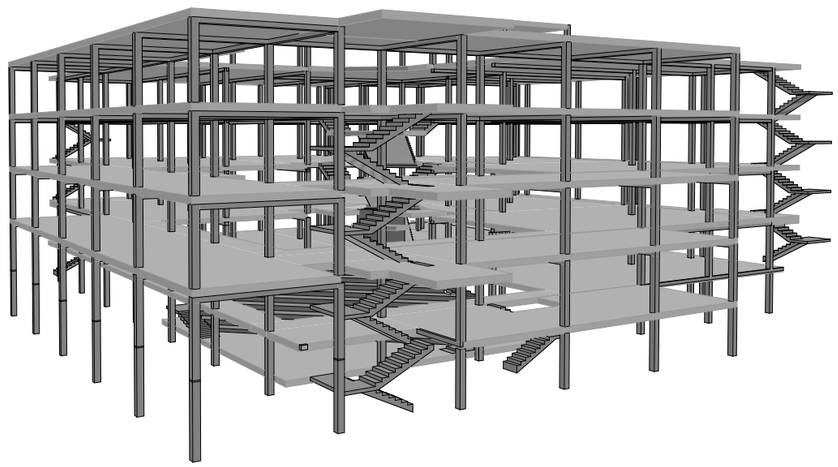
Illustratsioonid 59, 60. Disaini juhtmõtted – hoonemahud ja vertikaalne laiendus. Autori joonis

ADAPTIIVNE TAASKASUTUS

Adaptiivne taaskasutus teisisõnu ka kohanduv taaskasutus on protsess, mille käigus olemasolev hoone taaskasutatakse muul otstarbel kui see, milleks see algselt ehitati või kavandati. Käsitletakse ka kui ringlussevõtu strateegiat arhitektuurses planeerimises. [42] Üheks selliseks näiteks on 05 peatükis väljatoodud juhtumiuuring Norra büroohoone projektist 05.1 Kristian Augusti tn 13.

Käesoleva magistritöö arhitektuurse projekti strateegia on adaptiivne taaskasutus. Liivalaia tn 24 hoones säilitatakse selle kandeskelett põhjusel, et ligikaudu 30% uue hoone süsinikujalajäljest moodustab kandevkonstruktsioon [28]. Selle tulemusel vähendatakse märkimisväärselt uue hoone süsinikujalajälje mõju [28].

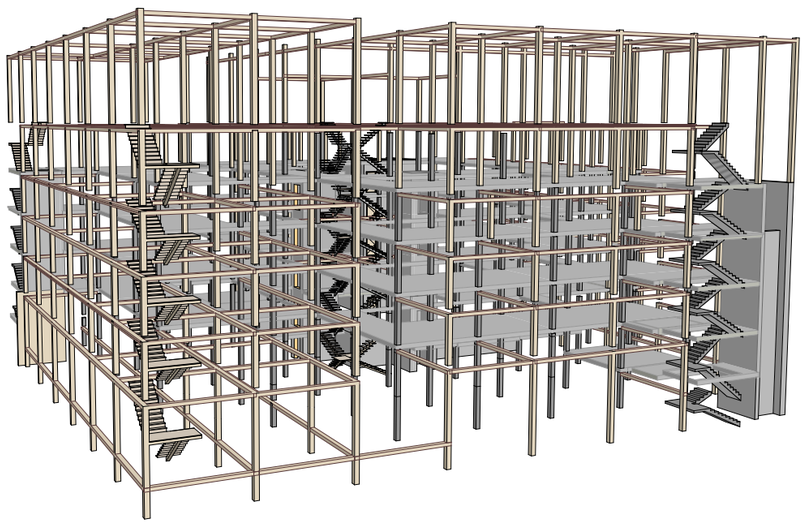
Illustratsioon 61. Kohtuhoone kandeskelett. Autori joonis

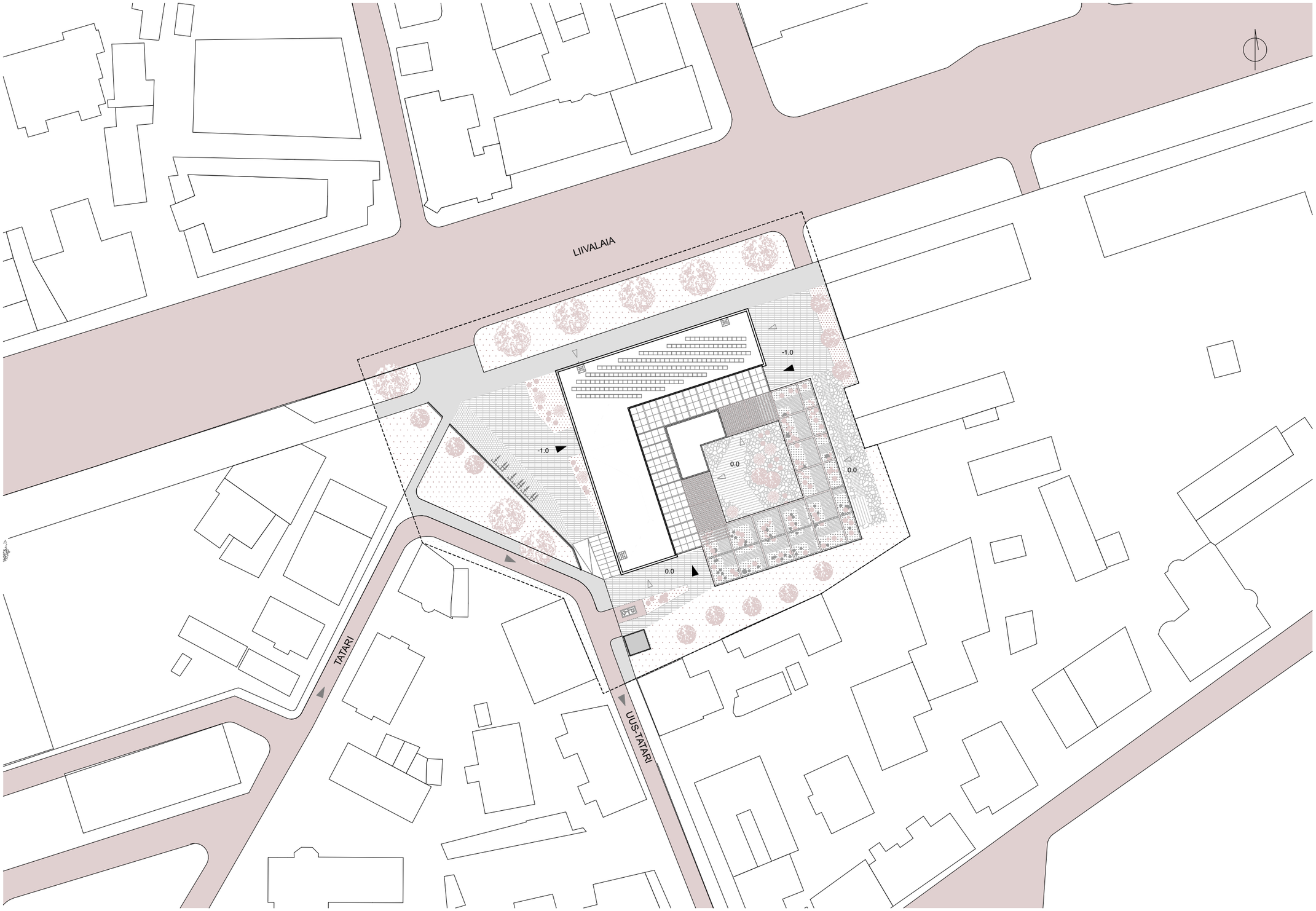


Kohtuhoone kandeskelett moodustub raudbetoonpostidel õõnesbetoonpaneelidest. Projektis kavandatakse säilitada kohtuhoone kandvad postid ja talad. Raudbetoonõõnespaneelid säilitatakse osaliselt, paneelid eemaldatakse sisselõikekohtades eesmärgiga tagada valguse ligipääs ning avarus.

Väljalõigatud ning täisväärtusliku kvaliteediga raudbetoonpaneelid korduvkasutatakse hoone laienduses tuletõkkeseinte või vahelaeosades, korduvkasutamine täpsemalt kirjeldatud peatükis 10. Kuna korduvkasutatavate materjalide osakaal ei täida vajalikku mahtu ning vastupidavust, siis kasutatakse laiendatud ja uutes hooneosades liimpuidust vahelaepaneele ning poste.

Illustratsioon 62. Kliimaministeeriumi kandeskelett. Autori joonis

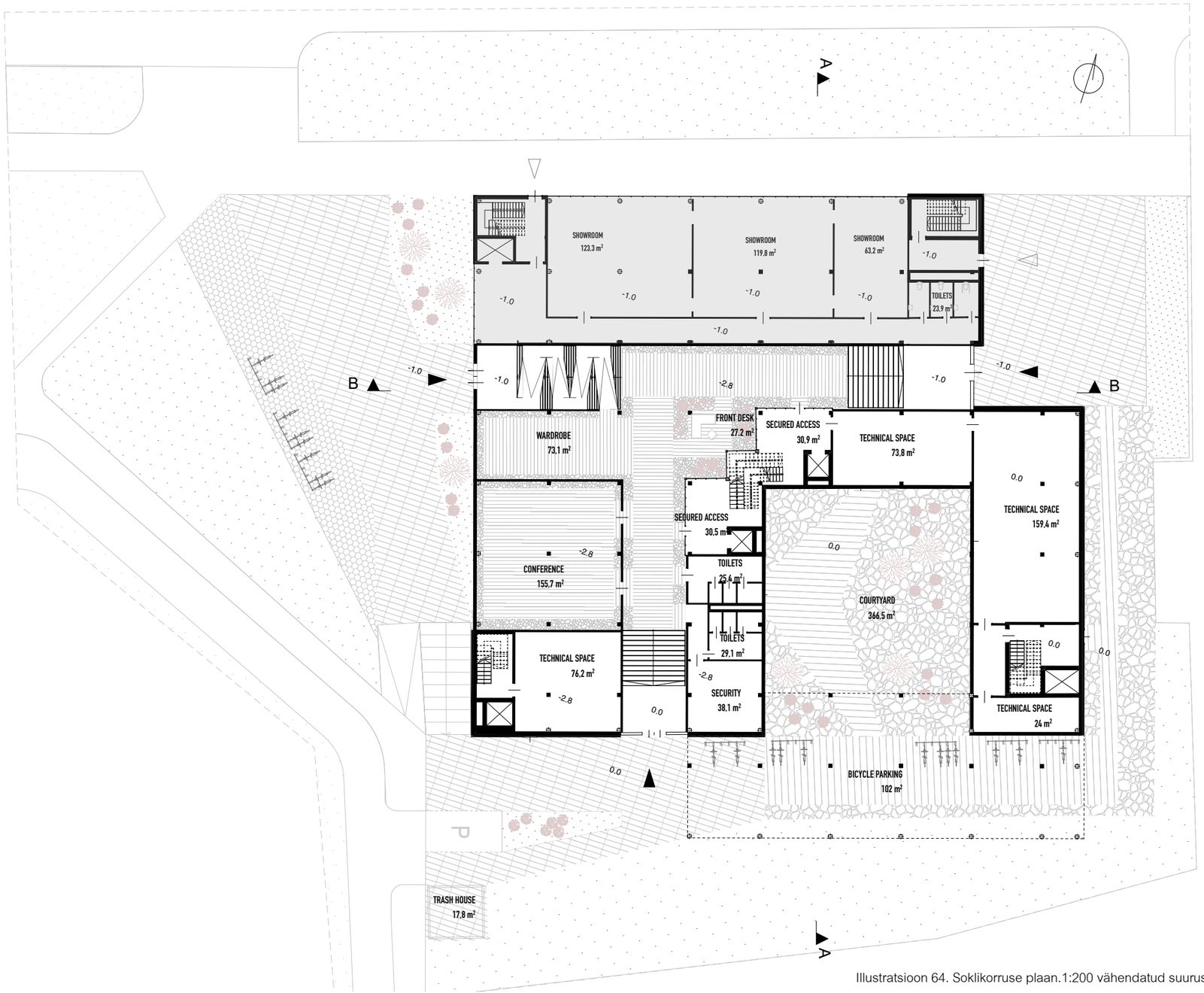




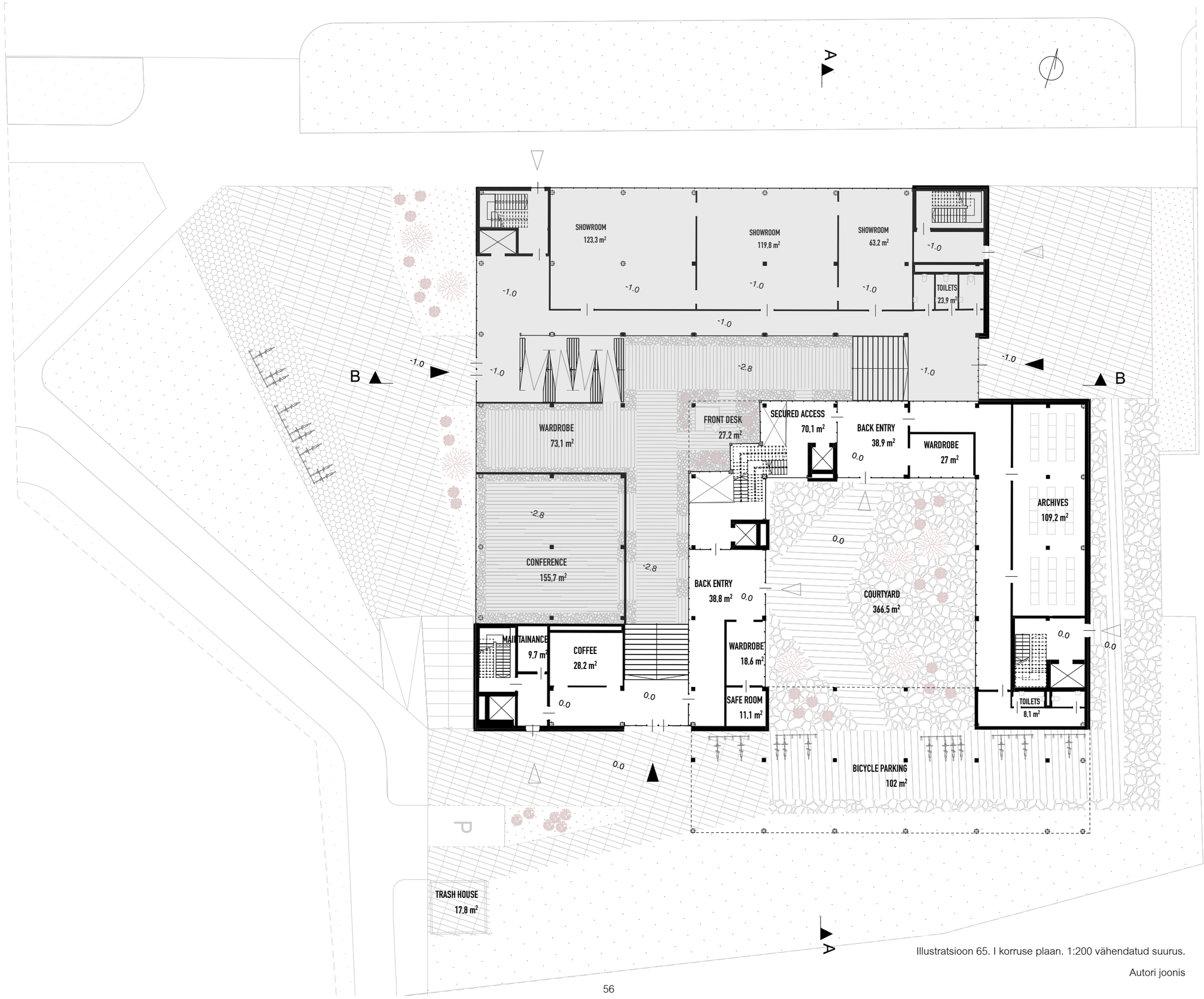
Illustratsioon 63. Asendiplaan.1:500 vähendatud suurus. Autori joonis

Projekti käigus antakse endisele kohtuhoonele uus funktsioon, ruumiprogramm ja identiteet. Projekt kavandatakse 2023. aastal loodud kliima- ja elukeskkonnaministeeriumi tarbeks.

Keskkonnamaja projekti süsiniku jalajäljest ligi 30% on maa-alune parkla. Liivalaiale kolimine kaotab vajaduse maa-aluseks parklaks, sest piirkond on hea ligipääsuga, tagatud on ühistransport kui ka parkimismajade olemasolu.

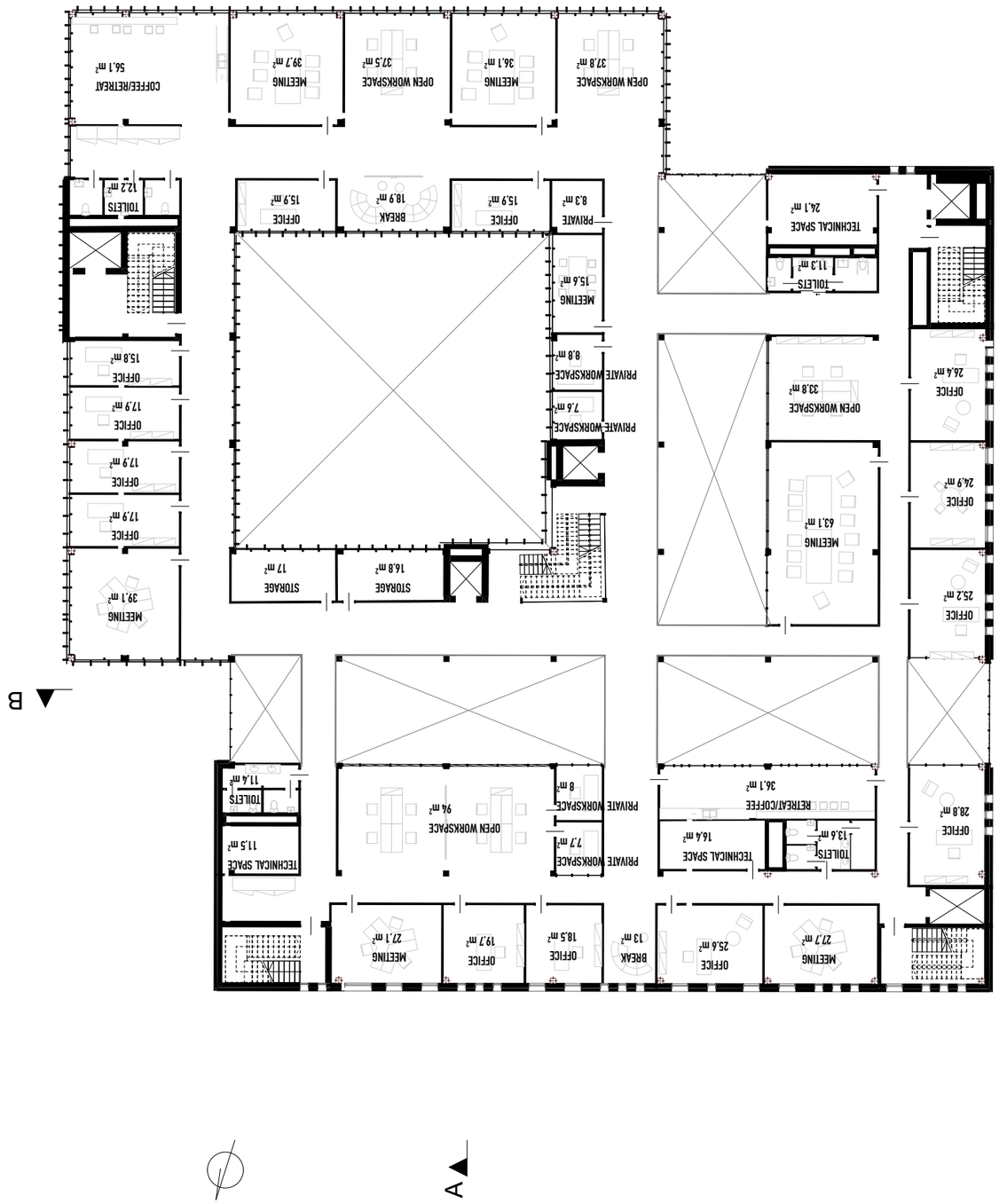


Illustratsioon 64. Soklikorruse plaan.1:200 vähendatud suurus. Autori joonis



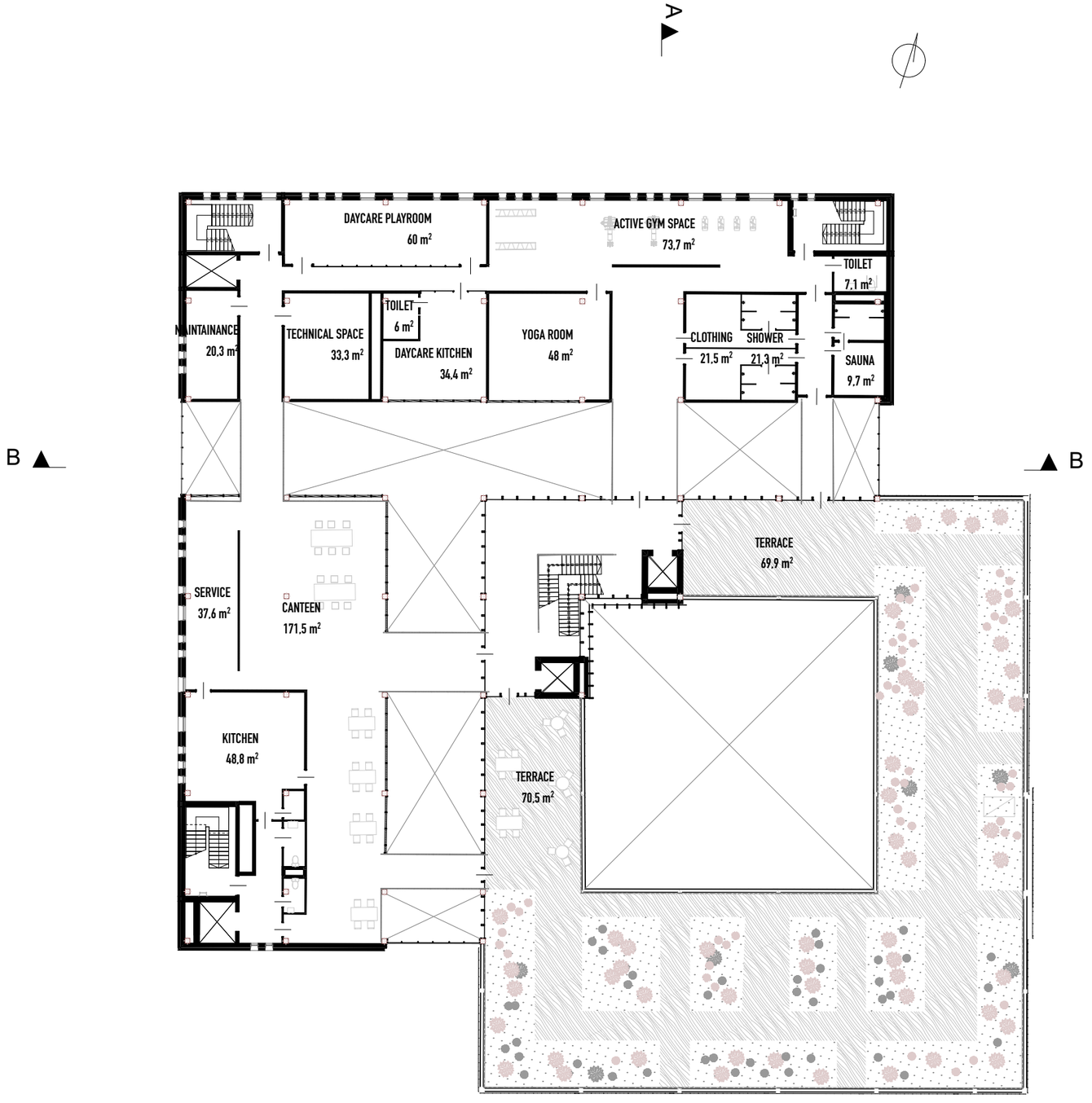
Illustratsioon 65. I korruse plaan. 1:200 vähendatud suurus.

Autori joonis



Illustratsioon 66. II-V korruse plaan. 1:200 vähendatud suurus.

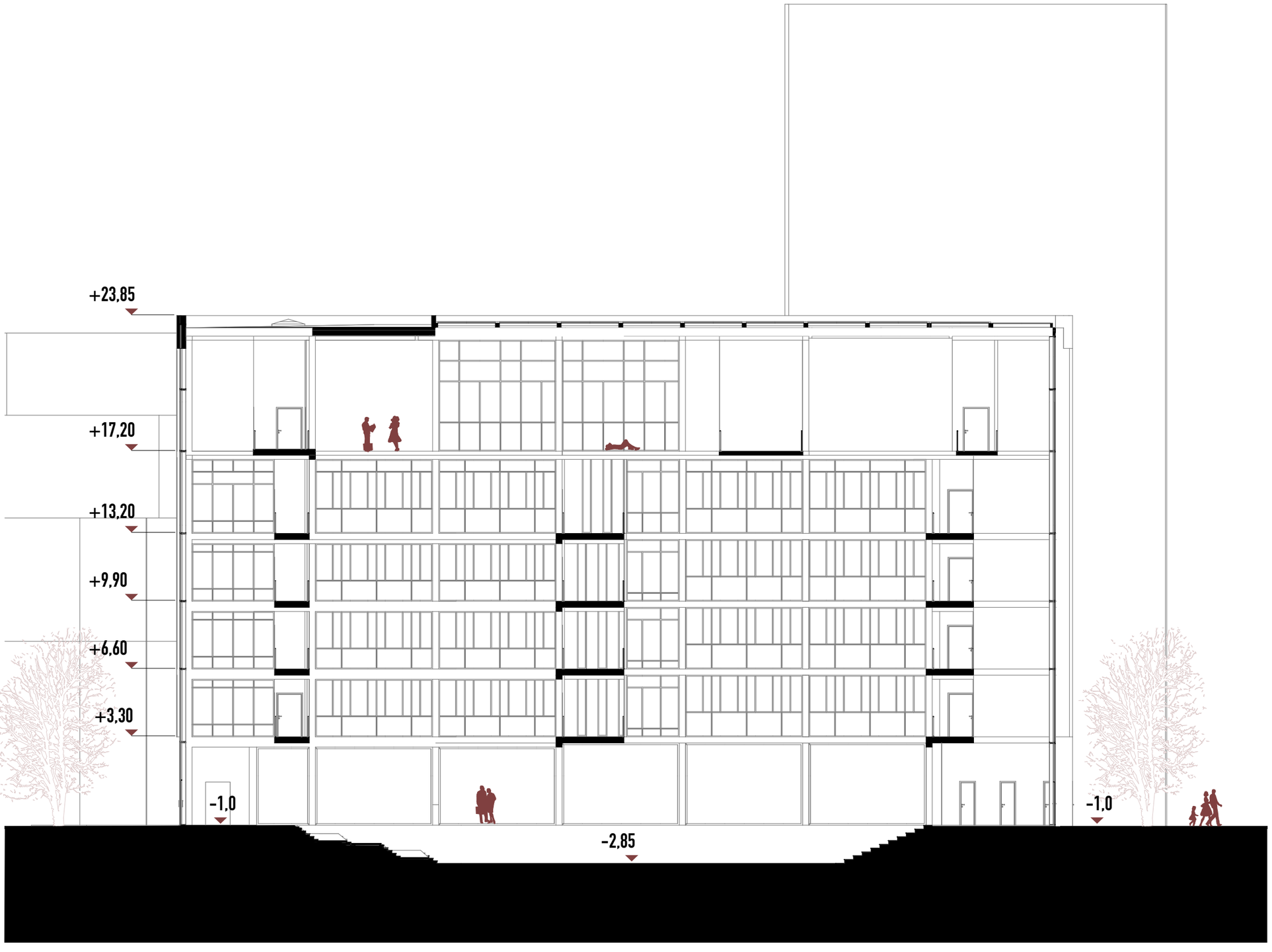
Autori joonis



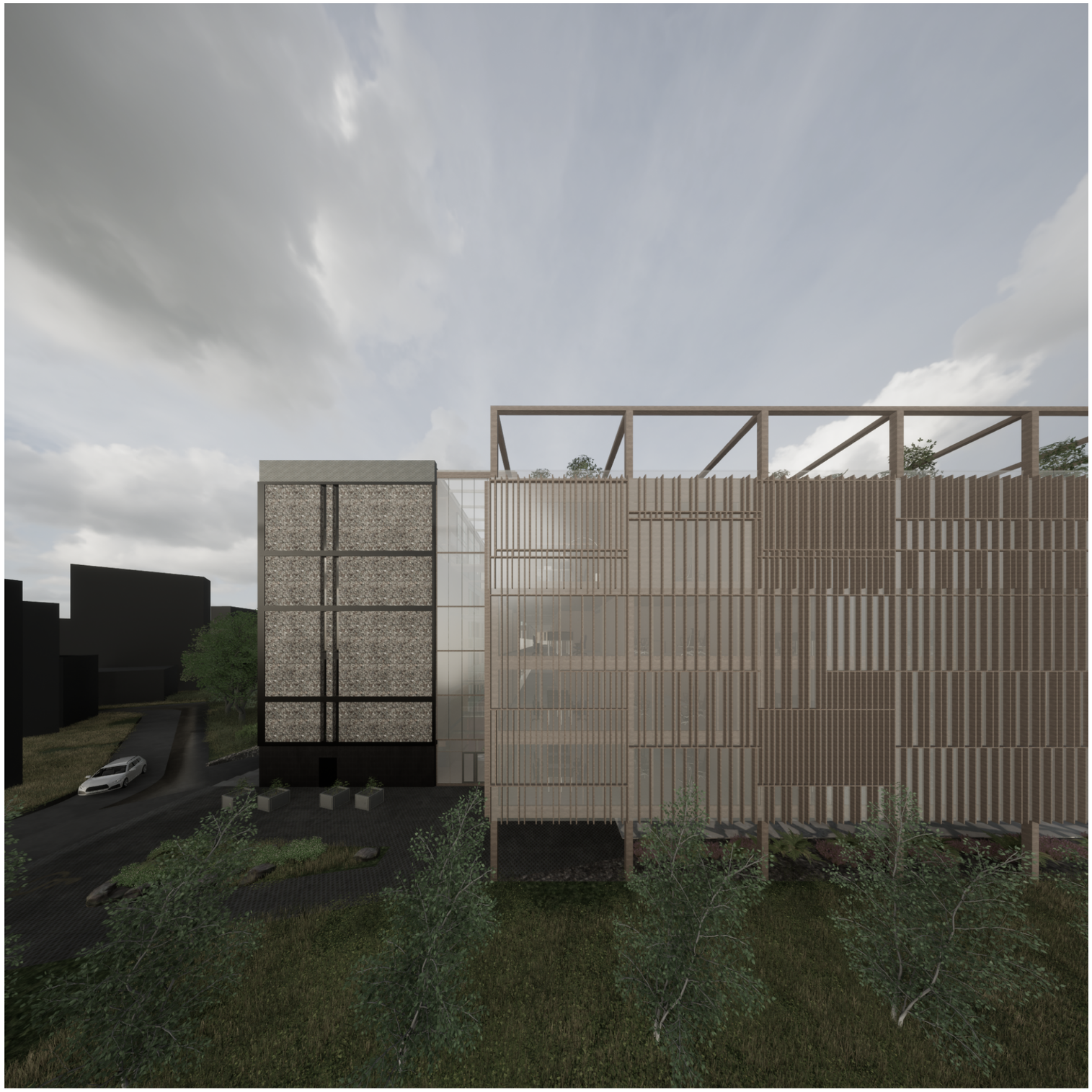
Illustratsioon 67. VI korruse plaan.1:200 vähendatud suurus.

Autori joonis

Illustratsioon 68. Lõige A-A.1:200 vähendatud suurus. Autori joonis



Illustratsioon 69. Lõige B-B.1:200 vähendatud suurus. Autori joonis



Illustratsioon 70. 3D vaade hoonele. Autori illustratsioon

MATERJALIKAART

DOLOMIITKIVI D1

40 m^3

DOLOMIITKIVIPLAAT D2

150 m^3

DOLOMIITKIVIPLAAT D3

50 m^3

KERAAMILINE TELLIS

250 m^3

EKSTERJÖÖRI AKEN

290 m^2

PLEKK RIPPLAEPANEEL

80 m^2

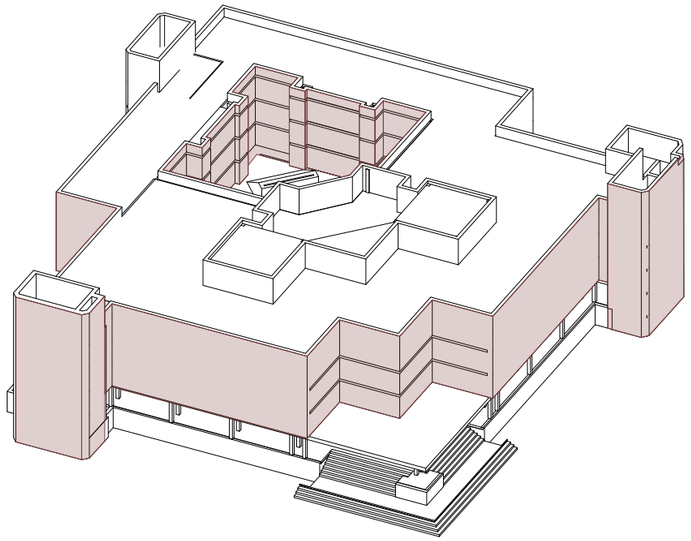
Illustratsioonid 71, 72, 73, 74, 75, 76. Materjalid kohtuhoones.

Autori jäädvustus

10.1 RAKENDUS NR 1 – PURUSTATUD KIVIST FASSAADIPANEELID

MATERJALIPANK

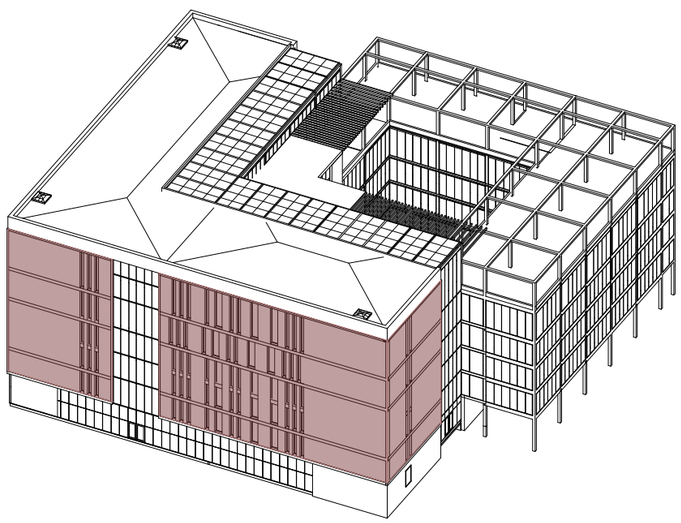
Kohtuhoone välimisest perimeetri muudatusest tulenevalt lammutatakse välisseinad pea täies mahus. Seintes on peamiselt kasutatud keraamilist tellist ning põlevkivituhkgaasbetoonpaneele.



Illustratsioon 77. Materjali kasutus kohtuhoones. Autori joonis

MATERJALI RAKENDUSVIIS

Kogu kivi ja betoonmaterjal välisseintest purustatakse ning taaskasutatakse kliimaministeeriumi välisfassaadil. Purustatud kivijäätmed suuruses 100 mm asetatakse metallvõrku, mis paigutatakse raamidesse. Raamis on kasutatud metallprofiile jäikuse tagamiseks.

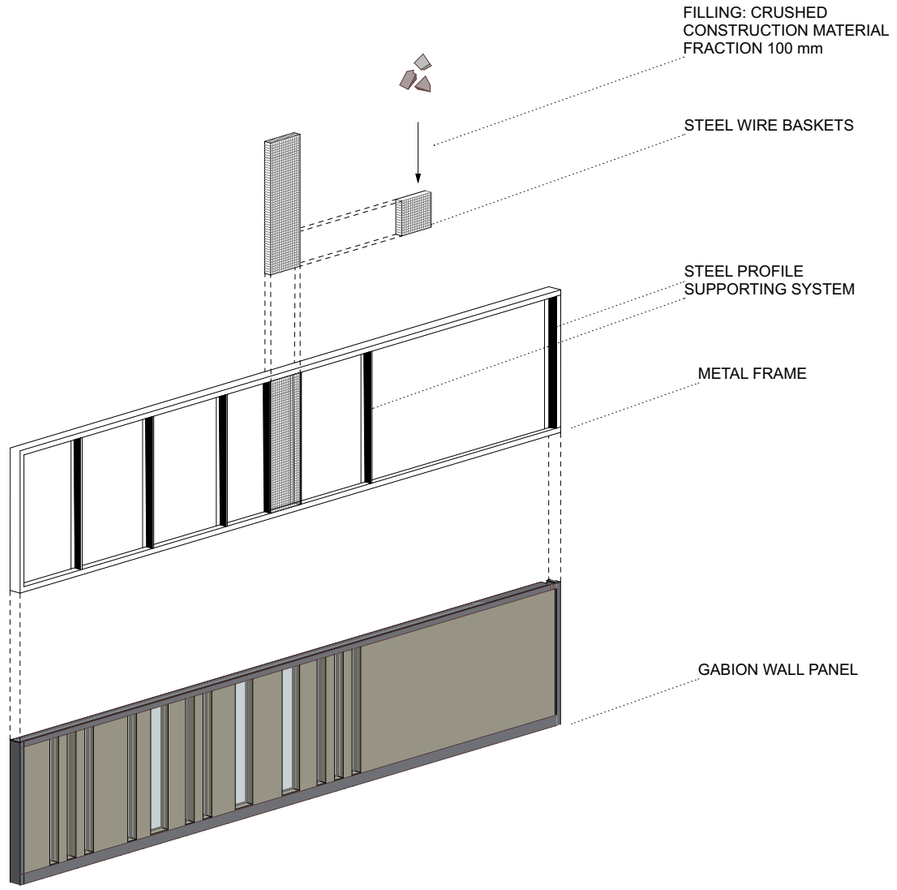


Illustratsioon 78. Materjali ringlussevõtt kliimaministeeriumis. Autori joonis

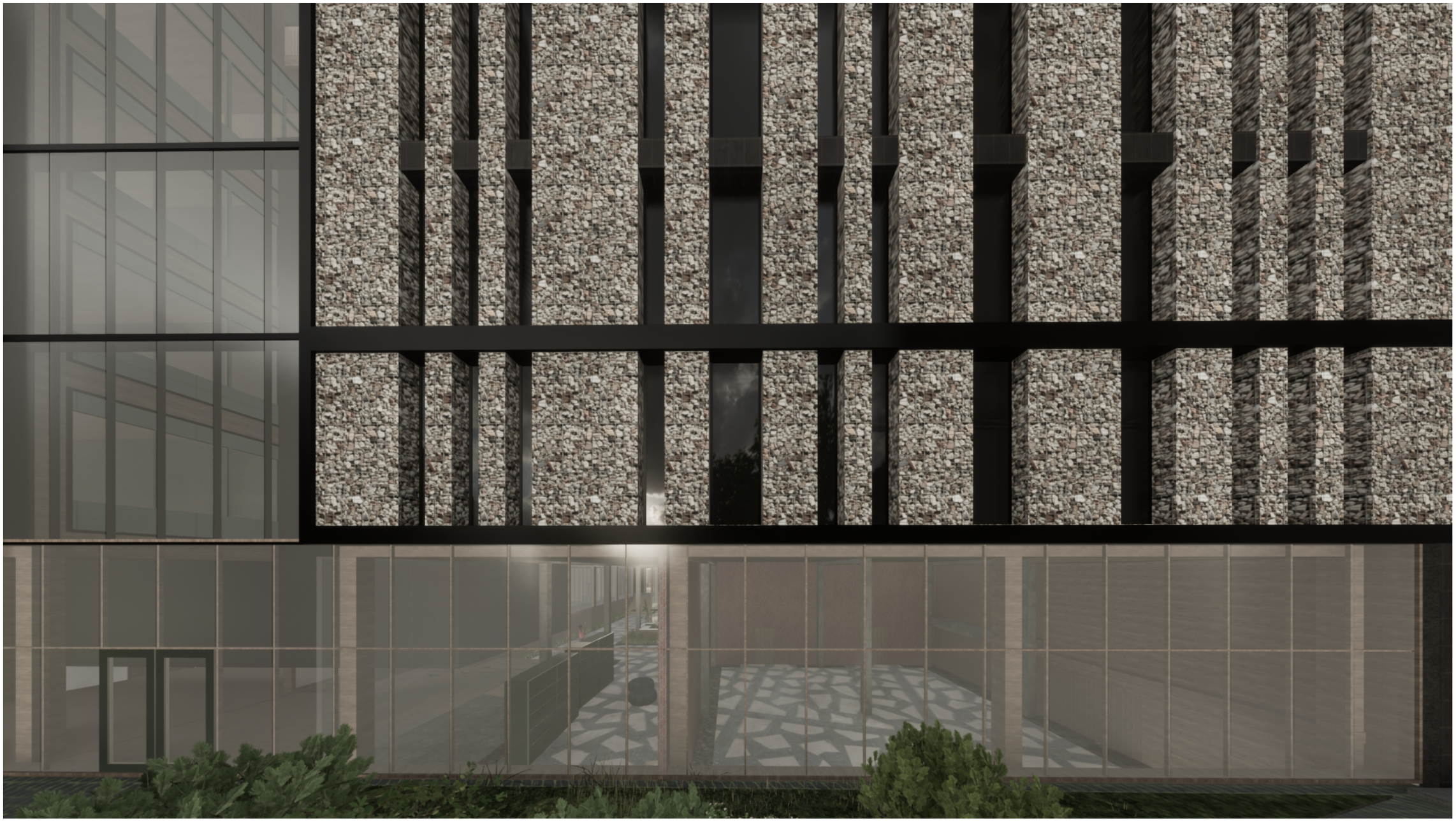
PUNANE TELLIS/ TUHAPLOKK

JÄÄTMEMAHT 460 m^3

TAASKASUTUSPOTENTSIAAL 70%



Illustratsioon 79. Detaili kirjeldus. Autori joonis



Illustratsioon 80. 3D vaade hoone detailile. Autori illustratsioon

10.2 RAKENDUS NR 2 –PUITLAUDISEST FASSAADIVARJESTUS

MATERJALIPANK

Kohtuhoones puitmaterjali, välja arvatud mööbel ja aknaraamid, ei esine. Ometigi tekib puiduga tegelevatel tehastel paratamatu ülejääk. Puittoodete suurus ja kuju on etteaimamatu, sest projekti jaoks spetsiifilist tehast näitena ei kaasatud, kuid juhtumiuuringule tuginedes on võimalik tehase ülejääke arhitektuurses projekteerimises edukalt ringlusesse võtta.

PUITLAUDIS - TEHASE ÜLEJÄÄK

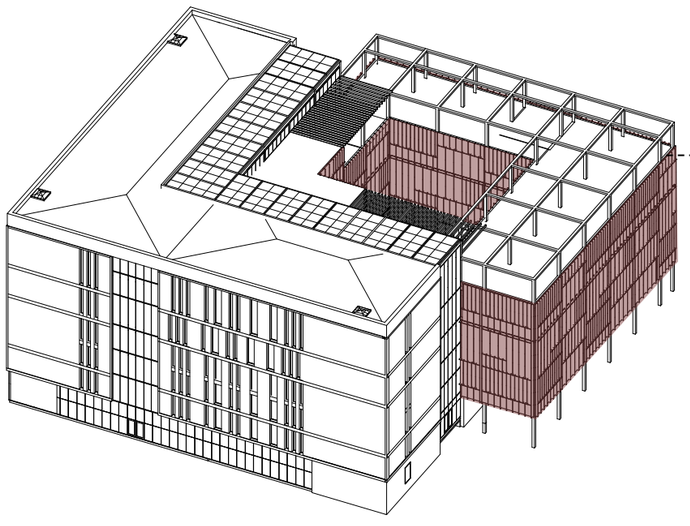
JÄÄTMEMAHT XX m^3

TAASKASUTUSPOTENTSIAAL 90%

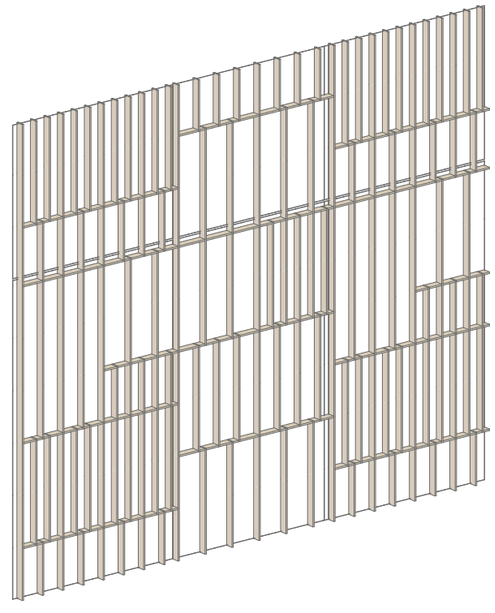
Illustratsioon 82. Paneeli mustri visandid. Autori visand

MATERJALI RAKENDUSVIIS

Kliimaministeeriumi hoovipoolses hooneosas 2 kasutatakse fassaadimaterjalina puitdetaile. Puitribid on paigutatud fassaadile erinevas jaotuses ja suuruses tulenevalt ülejäägist. Ribid rakenduvad varjestusena ning täidavad Keskkonnaministeeriumi soovi kasutada hoones ülekaalukalt puitmaterjali.



Illustratsioon 81. Materjali ringlussevõtt kliimaministeeriumis. Autori joonis



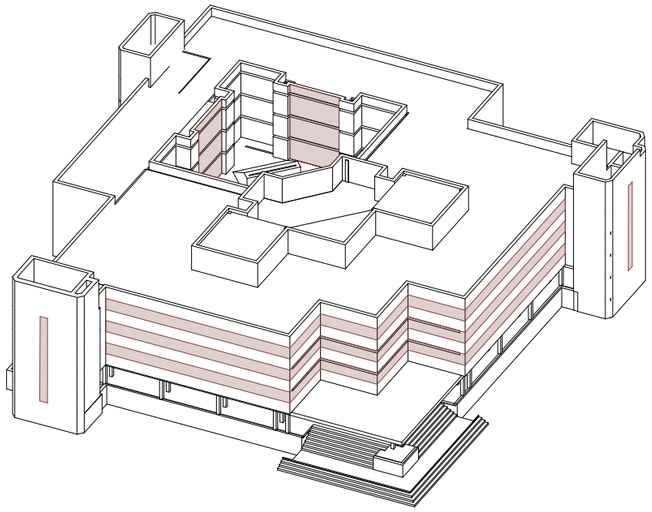
Illustratsioon 83. Detaili joonis. Autori joonis

Illustratsioon 84. 3D vaade puitfassaadile. Autori illustratsioon

10.3 RAKENDUS NR 3 – AKNAD

MATERJALIPANK

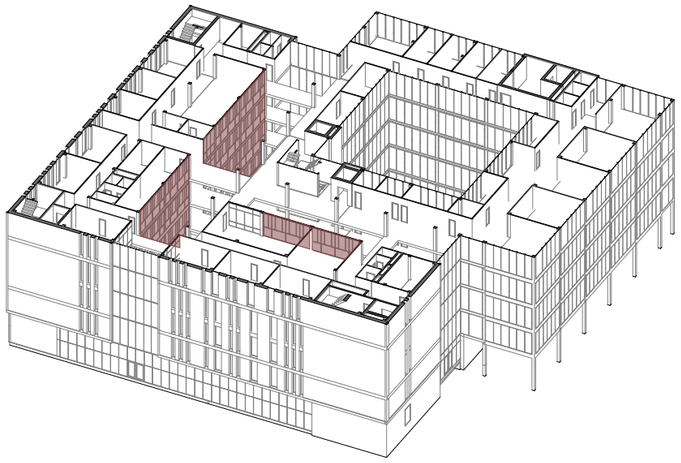
Tulenevalt välisseinte planeeritavast lammutamisest tekib ligikaudu 290 m^2 aknapinda. Kohtuhoonele on omased lintaknad, mis fassaadil esile tulevad. Hoovipoolsel küljel on kasutatud kindlas 6x1,8m suuruses aknamooduleid, mis võetakse ringlusesse.



Illustratsioon 85. Materjali kasutus kohtuhoones. Autori joonis

MATERJALI RAKENDUSVIIS

Juhtumiuuringud näitavad, et vanu aknaid on keeruline korduskasutada samaväärselt, sest iganenud akende soojuspidavusnäitaja ei vasta uue hoone nõuetele. Projektis nähakse ette vanade puit- ja alumiiniumaknende korduvkasutamist hoone interjööris. Valgusavade loomisel tekivad korrustele piirkonnad, kuhu on vajalik suunata valgus, kuid kus on oluline barjääri olemasolu. Sellistes piirkondades nähakse ette taaskasutatud aknapaneele. Puitraamid korrastatakse, värvitakse ja integreeritakse alumiiniumraami, et saavutada vajalik kõrgus.

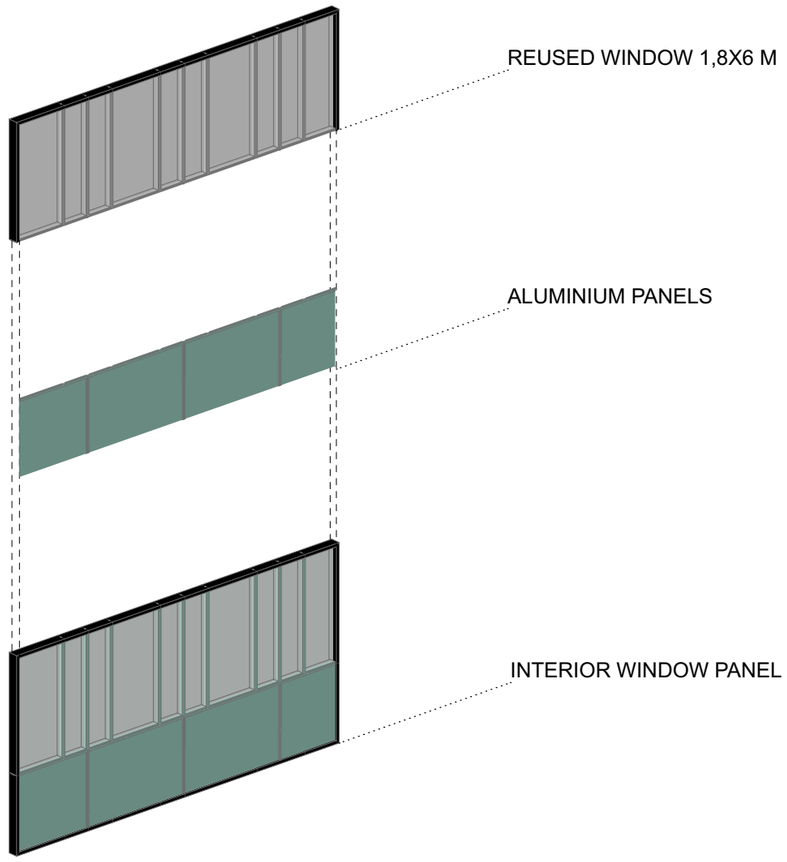


Illustratsioon 86. Materjali ringlussevõtt kliimaministeeriumis. Autori joonis

AKNAD EKSTERJÖÖRIS

JÄÄTMEMAHT 290 m^2

TAASKASUTUSPOTENTSIAAL 40%



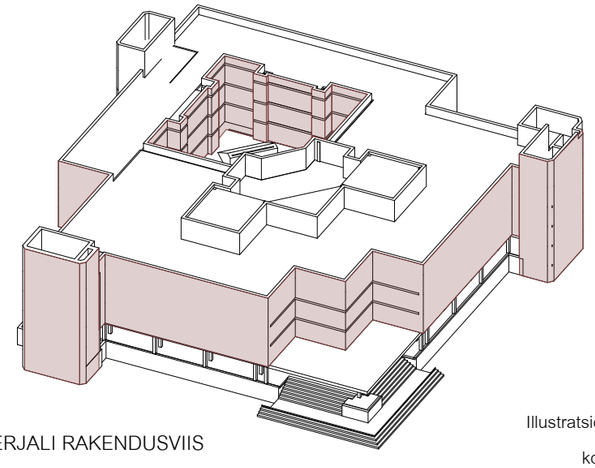
Illustratsioon 87. Detaili kirjeldus. Autori joonis

Illustratsioon 88. 3D vaade interjöör. Autori illustratsioon

10.4 RAKENDUS NR 4 – PÕRANDAMATERJAL FUAJEES/SISEHOOVIS

MATERJALIPANK

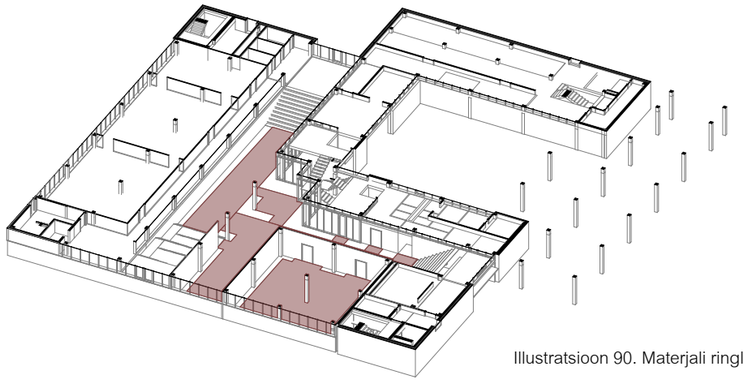
Kohtuhoone välisfassaadil ilutsevad dolomiitkiviplaadid. 40 mm paks dolomiitplaat on välisseinal kinnitatud 40 mm tsementsegule. Juhtumiuuringutest selgub, et eeldatavasti selle ajastu mört on väga tugev, mistõttu on valitud taaskasutusviis vastav.



Illustratsioon 89. Materjali kasutus kohtuhoones. Autori joonis

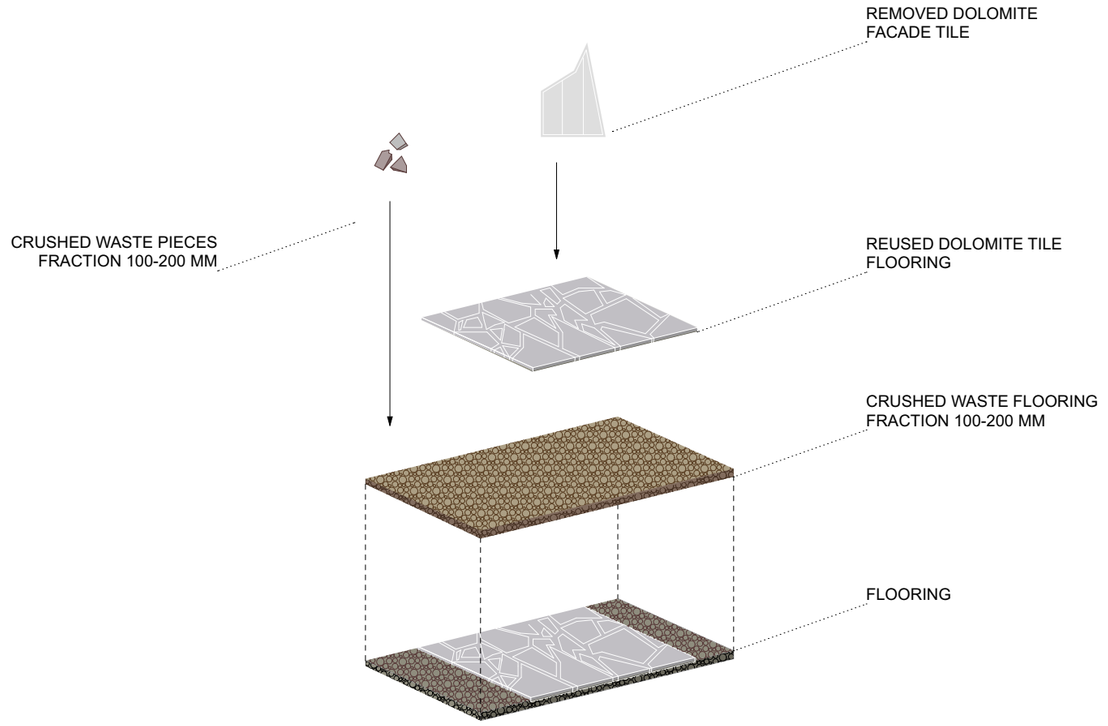
MATERJALI RAKENDUSVIIS

Dolomiitkivi fassaadiplaati taaskasutatakse kliimaministeeriumi fuajee põrandaplaadina. Materjal eemaldatakse sobival viisil fassaadilt ning paigaldatakse -1. korruse plaanil näidatud kohtades põrandakivina. Siinjuures on arvestatud, et plaate ei ole võimalik eemaldada tervena. Tulemusena rakendatakse fuajee põrandal Jaapani paranduskunsti *kintsugi't*. Põrandaplaatidest käigutee piirneb purustatud kivivanniga. Jäätmed hangitakse sarnaselt nr 1 rakensusviisile – välisseinte ja siseseinte purustamisel fraktsioonideks 100-200 mm. Visuaalselt tuuakse eksterjöör interjööri, kuid disaini eesmärk on hoone sissepääsul kuvada külastajale antud projekti põhimõtet ja ehitusjäätmete võimalikku ringlussevõttu. Lisaks fuajee põrandale, on projektis planeeritud samaväärselt taaskasutada dolomiitplaate ja purustatud jäätmeid sisehoovi käiguteedel.

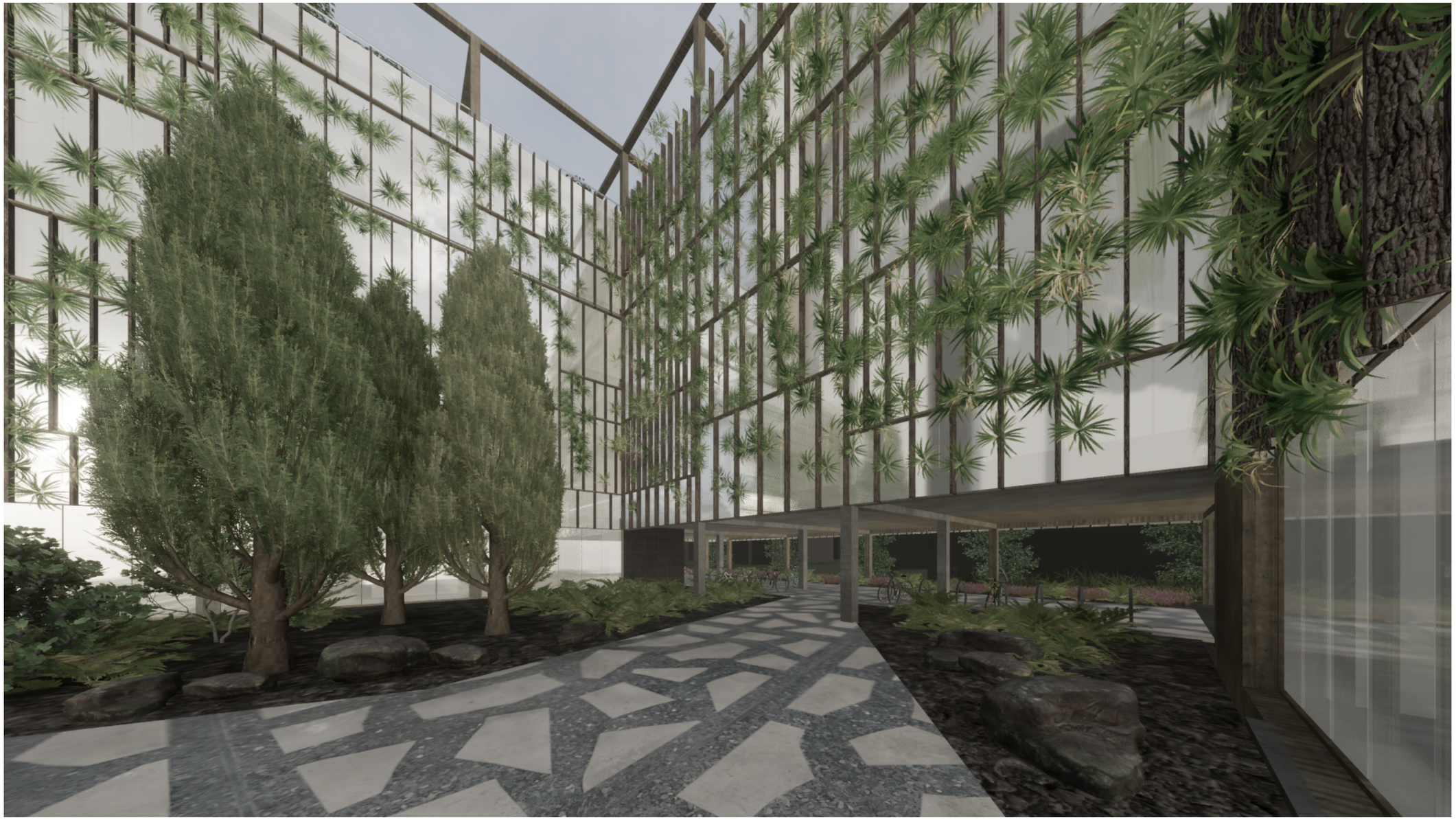


Illustratsioon 90. Materjali ringlussevõtt kliimaministeeriumis. Autori joonis

DOLOMIITKIVIPLAAT	
JÄÄTMEMAHT 240 m^3	
TAASKASUTUSPOTENTSIAAL 50%	



Illustratsioon 91. Detaili kirjeldus. Autori joonis



Illustratsioon 92.1 3D vaade sisehoovi. Autori illustratsioon

Illustratsioon 92.2. 3D vaade fuajeele. Autori illustratsioon

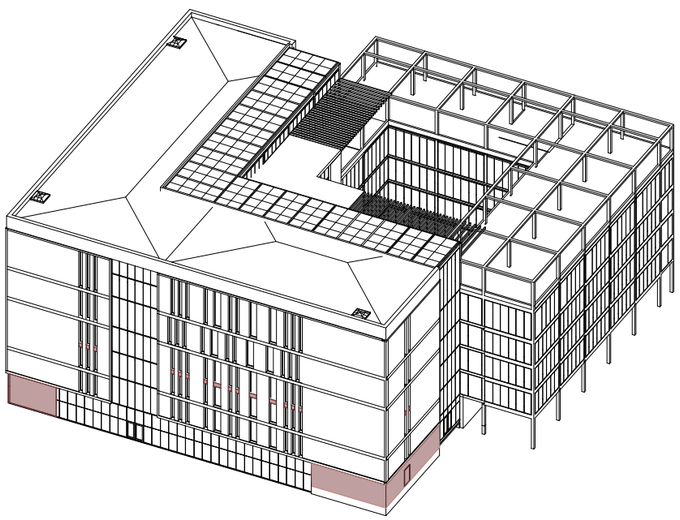
10.5 RAKENDUS NR 5 –FASSAADIELEMENDID

MATERJALIPANK

Kohtuhoone interjööris on kasutatud ripplae katmiseks alumiiniuist ripplaepaneele. Paneelide laius on 20 cm ning pikkus varieeruv kuni 3 m.

MATERJALI RAKENDUSVIIS

Plekist materjali taaskasutatakse projekti fassaadil väiksemas mahus. Paneelid lõigatakse, vajadusel pulbervärvitakse ning kinnitatakse mustrisse.

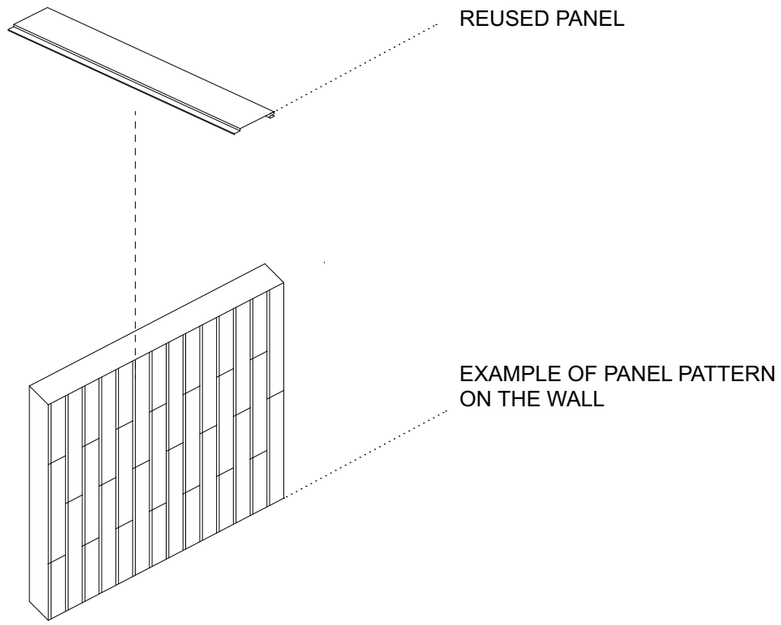


Illustratsioon 93. Materjali ringlussevõtt kliimaministeeriumis. Autori joonis

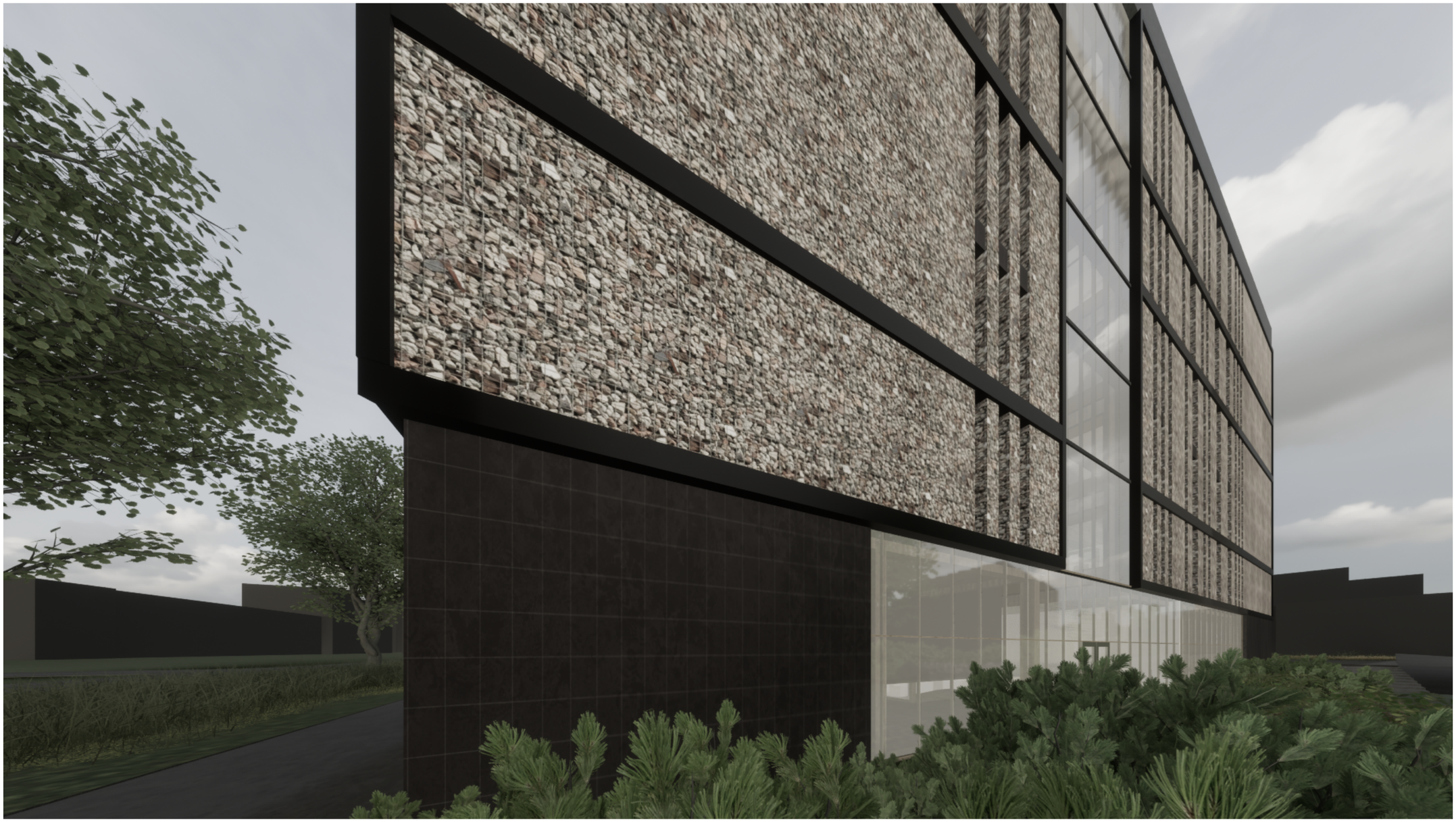
RIPPLAEPANEELID

JÄÄTMEMAHT 80 m^2

TAASKASUTUSPOTENTSIAAL 100%



Illustratsioon 94. Detaili kirjeldus. Autori joonis



Illustratsioon 95. 3D vaade fassaadi detailile. Autori illustratsioon

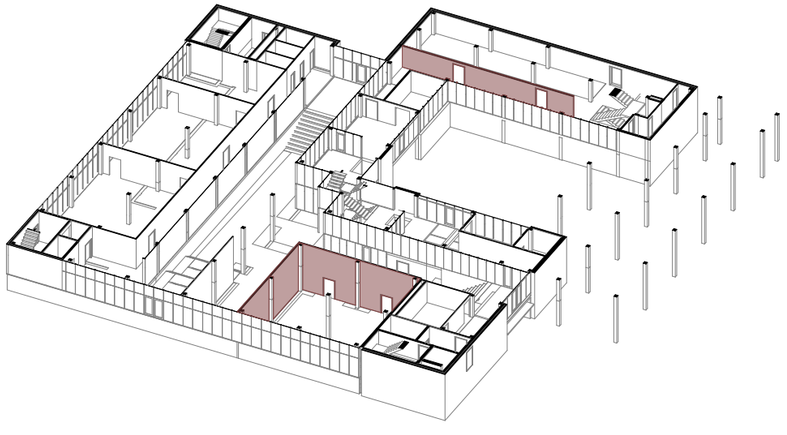
10.6 RAKENDUS NR 6 – MÜRATÕKKESEINAD INTERJÖÖRIS

MATERJALIPANK

Kohtuhoone siseseinte lammutamisel tekib ligikaudu 250 m^3 keraamiliste telliste jäätmeid. Keraamilist tellist on kasutatud kohtuhoone siseseinte kui ka välisseinte materjalina.

MATERJALI RAKENDUSVIIS

Keraamilist tellist, mida on kasutatud hoone siseseinte ladumisel taaskasutatakse sarnaselt selle esialgsele funktsioonile. Tellismüüritises lõigatakse horisontaalsel suunal välja vajaliku kõrgusega uue seina tükk. Müüritist kasutatakse tugevamate seinte püstitamiseks näiteks hoone soklikorrusel, mis vajavad suuremat mürakindlust. Müüritis eemaldatakse näiteks teemantsae abil.



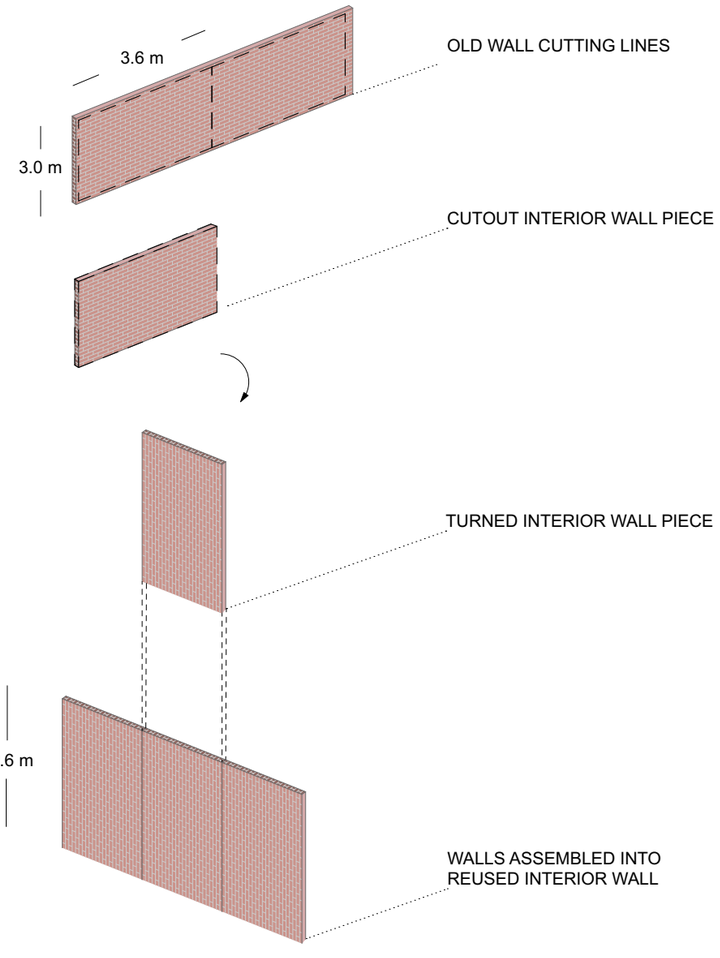
Illustratsioon 96. Materjali ringlussevõtt kliimaministeeriumis.

Autori joonis

KERAAMIILISE TELLISE MÜÜRITIS

JÄÄTMEMAHT 250 m^3

TAASKASUTUSPOTENTSIAAL 90%



Illustratsioon 97. Detaili kirjeldus. Autori joonis

Illustratsioon 98. 3D Vaade interjööri – tellissein. Autori illustratsioon

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

[1] „United Nations,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.un.org/en/global-issues/population. [Kasutatud April 2023].

[2] A.M.Neville ja J. Brooks, Concrete Technology: Second Edition, Harlow, Essex: Pearson Education Limited, 2010, p. 2.

[3] UNCC, „The Paris Agreement,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement.

[4] „Ringmajandus,“ Keskkonnainvesteeringute Keskus, [Võrgumaterjal]. Available: https://ringmajandus.envir.ee/et/ringmajandus. [Kasutatud 10 Mai 2023].

[5] Statistikaamet, „Statistikaamet,“ 2022. [Võrgumaterjal]. Available: https://andmed.stat.ee/et/stat/keskkond__surve-keskkonnaseisundile__jaatmete-teke/KK068.

[6] „Jäätmeseadus,“ 01 Märts 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigiteataja.ee/akt/114062013006. [Kasutatud Aprill 2023].

[7] K. Esop, T. Parenson, J. Idnurm, K. Kull, A. Krumme, K. Kenk, M. Vares, T. Plamus, K. Eljas, K.-L. Lepik ja U. Tuppits, „Eesti ringmajanduse tulevikupotentsiaali ja vajalike meetmete uuring Osa 1 – ehitussektor, plastitööstus, tekstiilitööstus,“ 2021.

[8] University of Lichtenstein Institute of Architecture and Planning, Upcycling: Reuse and Repurposing as a Design Principle in Architecture, Triest, 2020.

[9] M. P. Pearson, „Britannica,“ 6 April 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.britannica.com/topic/Stonehenge.

[10] E. Kaira, „Reuse Pasila Maximising the architectural potential of reusing concrete building parts - a case study in Itä-Pasila,“ Aalto University, 2020.

[11] N. E. Selin, „Encyclopedia Britannica,“ 14 September 2022. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.britannica.com/science/carbon-footprint.

[12] „EVS-EN 15978:2011 Ehitiste jätkusuutlikkus. Hoonete keskkonnatoimivuse hindamine. Arvutusmeetod,“ 05 mai 2011. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.evs.ee/et/evs-en-15978-2011. [Kasutatud Aprill 2023].

[13] „Renovation Wave,“ 14 October 2020. [Võrgumaterjal]. Available: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1835. [Kasutatud April 2023].

[14] „Energy performance of buildings (recast),“ 14 March 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0068_EN.pdf. [Kasutatud Aprill 2023].

[15] S. Ilomets, M. Kiviste, T. Tuisk, K. Paalandi, U. Kallavus, T. Hain, E. Pikas, K. Rebane, M. Mitt ja T. Kalamees, „Tühjenenud korterelamu lammutamisel tekkivate materjalide korduskasutuse ja ringlussevõtu rakendusuuring – 1. etapi vaheraport,“ TalTech, Tallinn, 2022.

[16] UNEP, [Võrgumaterjal]. Available: https://energies2050.org/wp-content/uploads/2017/02/2013-07-UNEP-SBCI_Plaquette-GB_12-pages.pdf. [Kasutatud Märts 2023].

[17] „Climate Action,“ 09 July 2021. [Võrgumaterjal]. Available: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/european-climate-law_en.

[18] Keskkonnaministeerium, Veebruar 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://commission.europa.eu/energy-climate-change-environment/implementation-eu-countries/energy-and-climate-governance-and-reporting/national-long-term-strategies_en.

[19] K. Esop, J. Idnurm ja K. Kull, „Eesti ringmajanduse tulevikupotentsiaali ja vajalike meetmete uuring: Lisa 1 - Ehitussektor,“ Technopolis Group, Vastutustundliku Ettevõtluse Foorum, Teeme Ära SA, 2021.

[20] Riigikantselei, „Riigikantselei: Valitsuse töö: Säästev areng,“ 26 Jaanuar 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigikantselei.ee/valitsuse-too-planeerimine-ja-korraldamine/valitsuse-too-toetamine/saastev-areng. [Kasutatud Aprill 2023].

[21] Riigikantselei, „Riigikantselei: Valitsuse töö toetamine: Säästev areng,“ Juuni 2020. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.riigikantselei.ee/valitsuse-too-planeerimine-ja-korraldamine/valitsuse-too-toetamine/saastev-areng. [Kasutatud Aprill 2023].

[22] V. Verš, M. Lipping, J. Hion, R. Pajula ja H. Puhkim, „Keskkonnaministeerium,“ 2022. [Võrgumaterjal]. Available: https://envir.ee/jäätmekavaksh.

[23] „European Parliament,“ 12 Veebruar 2015. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits?&at_campaign=20234-Economy&at_medium=Google_Ads&at_platform=Search&at_creation=RSA&at_goal=TR_G&at_audience=circular%20economy%20.

[24] Keskkonnaministeerium, „Ringmajandus,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://ringmajandus.envir.ee/et/jaatmed-ressursiks. [Kasutatud Aprill 2023].

[25] „RT 69-11183-et,“ Mai 2015. [Võrgumaterjal]. Available: https://ehituskeskus.ee/raamatud/rt-69-11183-et-jaatmehooldus-ehituses-12-lk/. [Kasutatud Aprill 2023].

[26] Euroopa Parlament, „Muudame tootmist ja tarbimist: uus ringmajanduse tegevuskava näitab, kuidas saavutada teadlike tarbijatega kliimaneutraalne ja konkurentsivõimeline majandus,“ 11 Märts 2020. [Võrgumaterjal]. Available: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/et/ip_20_420. [Kasutatud Aprill 2023].

[27] Keskkonnaamet, „Jäätmed,“ 01 Märts 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://keskkonnaamet.ee/keskkonnakasutus-keskkonnatasu/jaatmed.

[28] T. Häkkinen ja M. Kuittinen, Madalsüsinikehituse suunas. Hindamise ja projekteerimise käsiraamat, ET Infokeskuse AS, 2021.

[29] Eesti Keele Sihtasutus, Eesti õigekeelsussõnaraamat ÕS 2018, Tallinn, 2018.

[30] Rotor Deconstruction, „About Us,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://rotordc.com/aboutus-1. [Kasutatud Mai 2023].

[31 „Mad projektid: Kristian Augusti tn 13,“ Mad arkitekter, [Võrgumaterjal]. Available: https://mad.no/prosjekter/kristian-august-gate-13. [Kasutatud Märts 2023].

[32 P. Sankelo, K. Alhola, É. Chartrand, A. Borg, I. Andresen, K. Lylykangas, H.-K. Aljas ja K.-A. Kertsmik, „Synergies and trade-offs between carbon footprint and other environmental impacts of buildings,“ 16 September 2022. [Võrgumaterjal]. Available: https://pub.norden.org/temanord2022-551.. [Kasutatud Märts 2023].

[33 „Gjenbruk - den konvensjonelle retningen første oppskrift: en prosjektrapport til Enova,“ Oslo, 2021.

[34 R. Wilson, „Old into new: Recycled bricks form facade of Copenhagen housing project,“ *Architects Journal,* 8 August 2019.

[35 K. Overstreet, „Giving Demolished Building Materials a New Life through Recycling,“ *ArchDaily,* 17 Juuli 2020.

[36 Lendage Group, „Lendager works: Resource rows,“ Lissalde Studio, 2020. [Võrgumaterjal]. Available: https://lendager.com/project/resource-rows/. [Kasutatud Märts 2023].

[37 C. Asam, „URBAN RENEWAL IN LARGE EASTERN GERMAN RESIDENTIAL SETTLEMENTS WITH REGARD TO THE REUSE POSSIBILITIES OF THE DISMANTLED BUILDING ELEMENTS FROM LARGE FOR- MAT PRE-FABRICATED CONCRETE BUILDINGS,“ 2006.

[38 S. Huuhka, „Architectural potential of deconstruction and reuse in declining mass housing estates,“ *Nordic Journal of Architectural Research,* pp. 149-165, 2019.

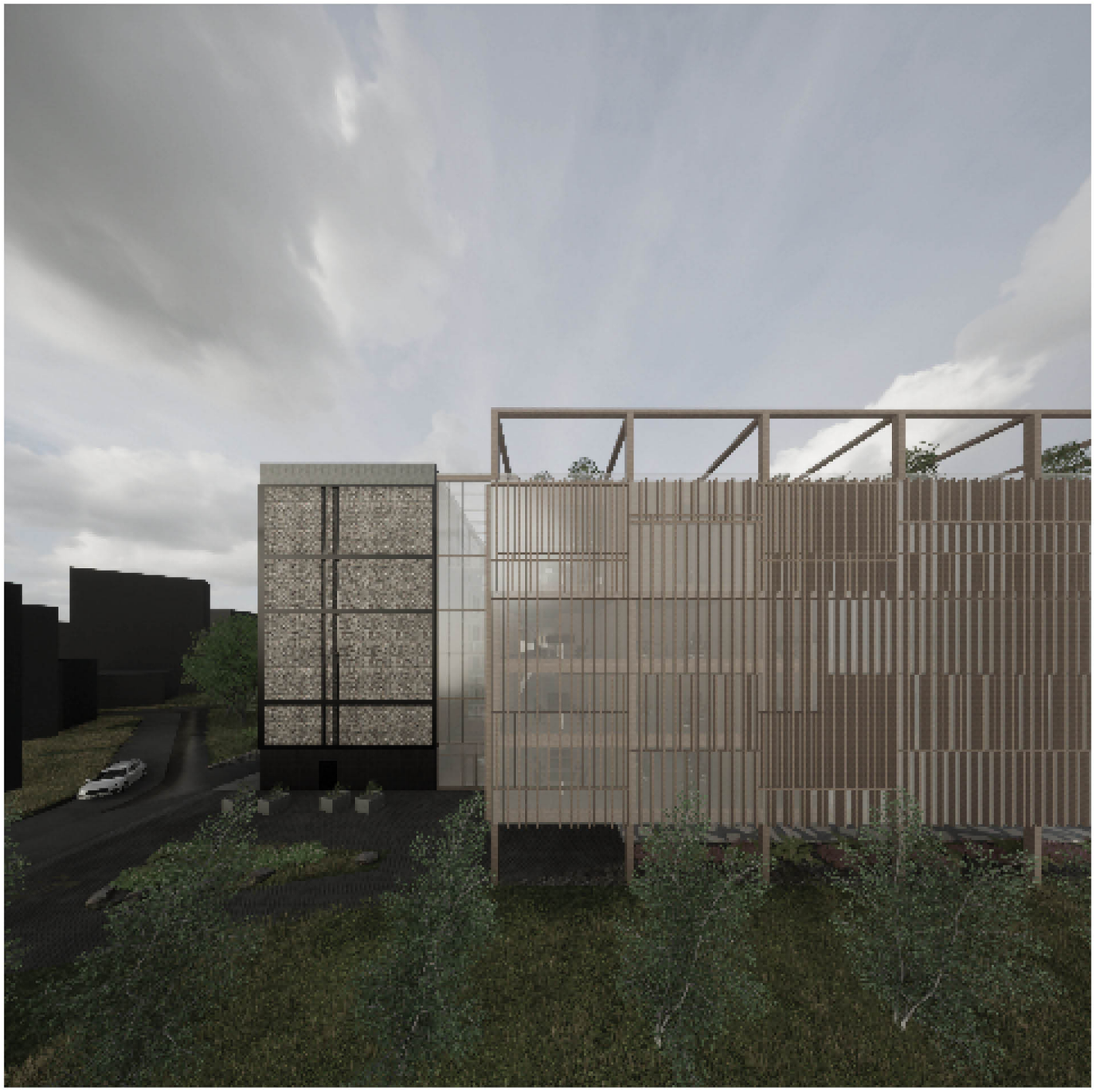
[39 „BAMB: BUILD REVERSIBLE IN CONCEPTION (B.R.I.C.),“ 2020. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.bamb2020.eu/topics/pilot-cases-in-bamb/bric/. [Kasutatud Märts 2023].

[40 M. Trell, Liivalaia kohtumaja, Tallinn, 2022.

[41 Tallinna Planeeringute Register, „DP041590,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://tpr.tallinn.ee/DetailPlanning/Details/DP041590#tab35. [Kasutatud Mai 2023].

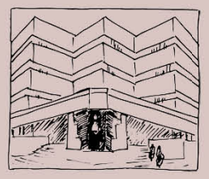
[42 R. W. Caves, Encyclopedia of the City, Routledge, 2004.

[43 K.-A. Kertsmik, „Hoone co2,“ 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://hooneco2.ee.



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
ARHITEKTUURI JA URBANISTIKA AKADEEMIA

TALLINN 2023



EHITUSMATERJALIDE JA KANDVATE ELEMENTIDE RINGLUSSEVÕTT: KOHTUMAJAST KLIIMAMINISTEERIUMIKS

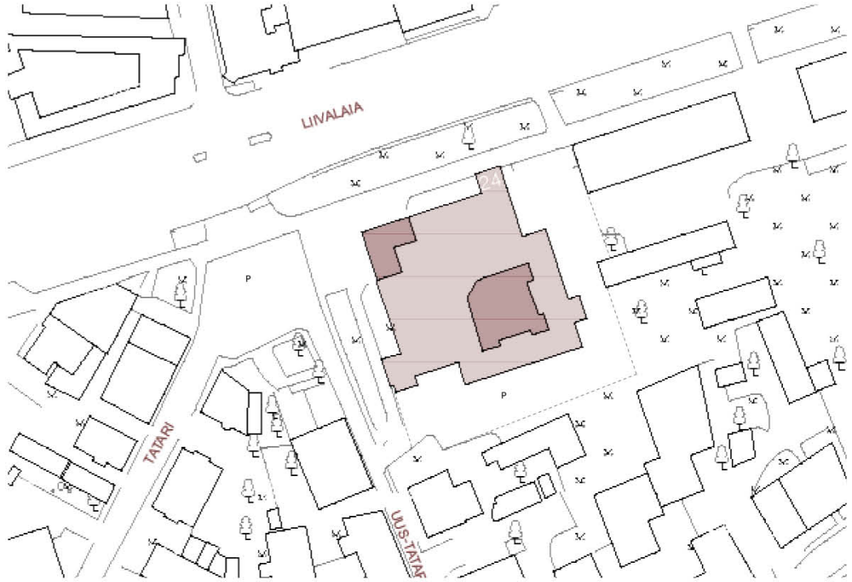
REUSE OF BUILDING STRUCTURES AND MATERIALS: COURTHOUSE INTO CLIMATE MINISTRY

MAGISTRITÖÖ I MASTER'S THESIS

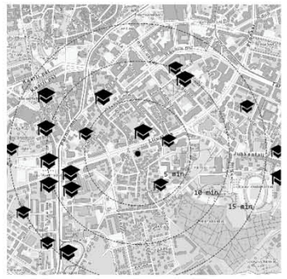
AUTOR: KRISTIN LÄNTS

JUHENDAJA: KIMMO SAKARI LYLYKANGAS

KAASJUHENDAJA: KADRI-ANN KERTSMIK



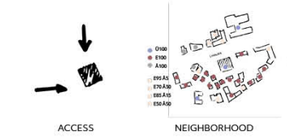
LOCATION SCHEME
1:500



EDUCATIONAL INSTITUTIONS ANALYSIS

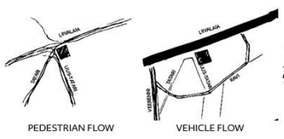
PARKING PLACES AND HOUSES ANALYSIS

PUBLIC TRANSPORT ACCESSIBILITY ANALYSIS



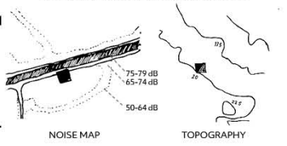
ACCESS

NEIGHBORHOOD



PEDESTRIAN FLOW

VEHICLE FLOW



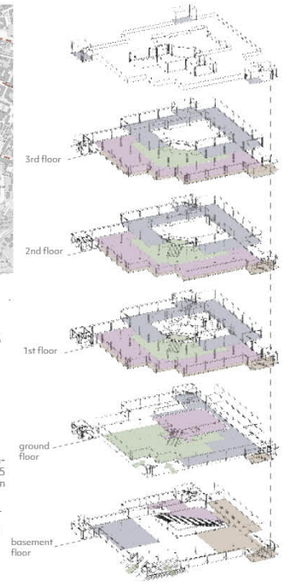
NOISE MAP

TOPOGRAPHY

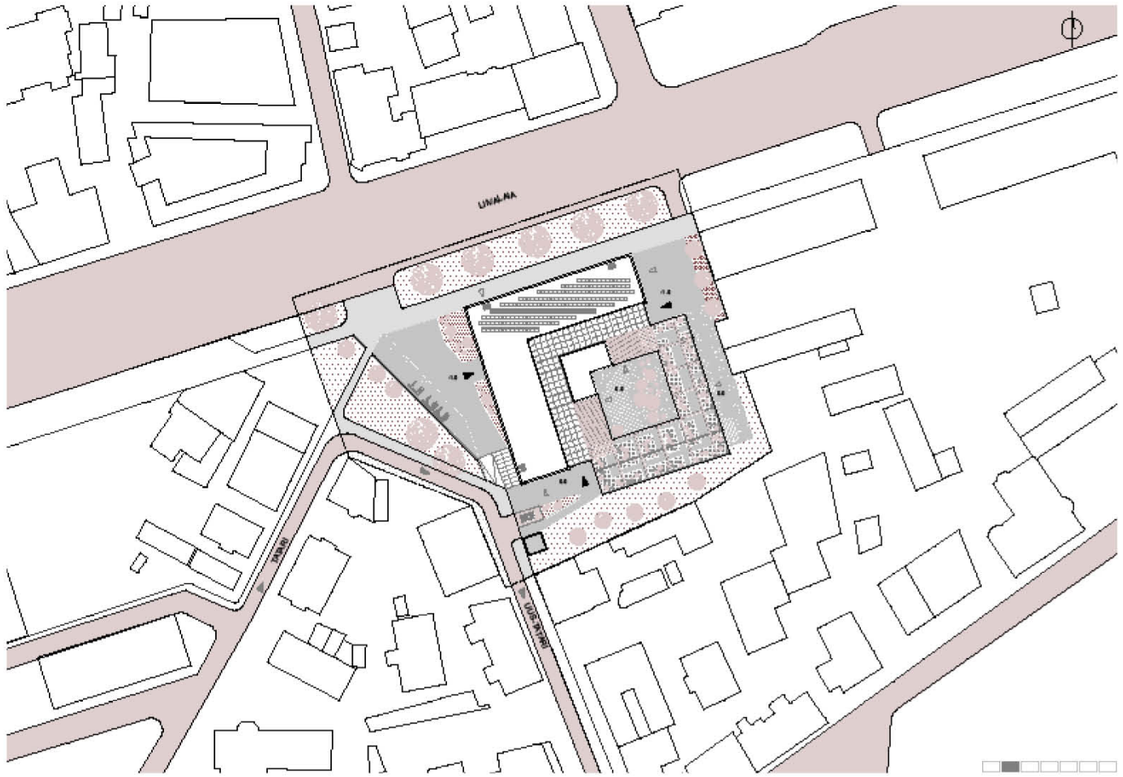
The site has two-side access. Liivalaia street and Uus-Tatari street. Courtyard has been in private use and separated with masonry. The south side neighborhood is manly in residential use and north side is a mix of business and institutional use. Liivalaia street is one of the most used vehicle pathways in the centre of Tallinn, therefore, the level of use is high and makes the noise levels even higher reaching to 79 dB at daytime.

Tatari and Uus-Tatari are in very low use. Two streets are mainly used for parking place access in front of the building. Pedestrians use the smaller streets for quicker access to Veerenni district towards southwest.The centre area has a good access to public transport.

Many parking places can be found around the site including three bigger parking houses in under just 15 minute walk. Therefore the public transport connection with parking places and site is convenient.



SITE PLAN
1:500



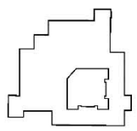
The strategy of the architectural project of this master's thesis is partly adaptive reuse as Liivalaia 24 building will retain its supporting skeleton. Approximately 30% of the new building's carbon footprint forms a load-bearing structure. As a result, the carbon footprint of the new building is significantly reduced. The bearing skeleton of the courthouse is formed from hollow concrete panels on reinforced concrete columns, which will be preserved. According to many case studies the reinforced concrete hollow panels can be cut out and reused in the extension areas if the physical quality meet the requirements.

EXISTING LOAD-BEARING SKELETON

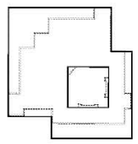
PROPOSED LOAD-BEARING SKELETON

The existing exterior of the building will be expanded on the principle that two building parts will be formed. Building part 1 acts as noise protection, this part is presentable, powerful, which is also reflected in the facade material - stone. Composition nr 2 is characterized by efficiency, peace and harmony. In this building part the facade material is wood.

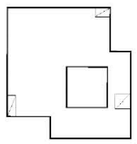
The existing articulation of the building structure is planned to be eliminated in order to direct attention and potential to recycled facade material. Also, the goal is to eliminate the dominance of the stair towers and its monumental appearance. 3 existing emergency stairwells are used to meet the fire safety requirements. In addition, 1 emergency exit will be added to the northwest. For the staff access only will be added one main staircase in the middle of the building.



EXISTING OUTER WALLS



EXTENSION PRINCIPLE

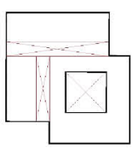


EXISTING VERTICAL ACCESS

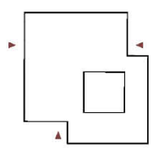
ADDITIONAL VERTICAL ACCESS

The volume of the building results in low-light areas in the interior. Dark areas will be opened to the light with vertical lightwells in the meeting point of the two compositions. The large courtroom is proposed to open to the outside air offering private courtyard. Based on the principle of light openings, three main entrances to the building are planned from three directions of the building.

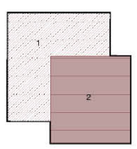
A total of two additional floors are planned for the four-story building. Two storeys are added to the building volume no 1 and one additional floor for the building volume no 2. For additional levels, wooden load-bearing materials are used to promote lightness and a smaller carbon footprint.



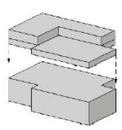
LIGHTING PRINCIPLE



PUBLIC ACCESS PRINCIPLE



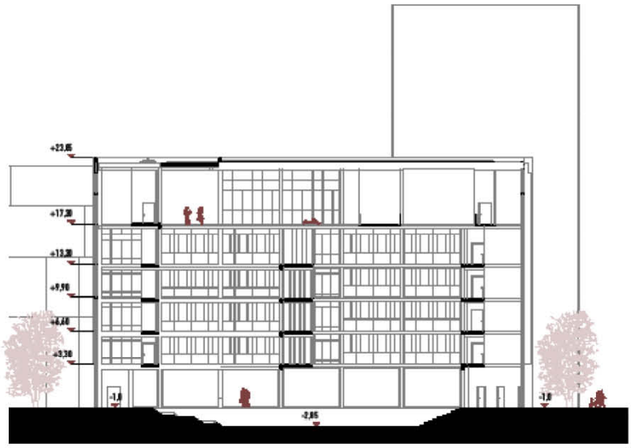
COMPOSITION PRINCIPLE



VERTICAL EXTENSION PRINCIPLE

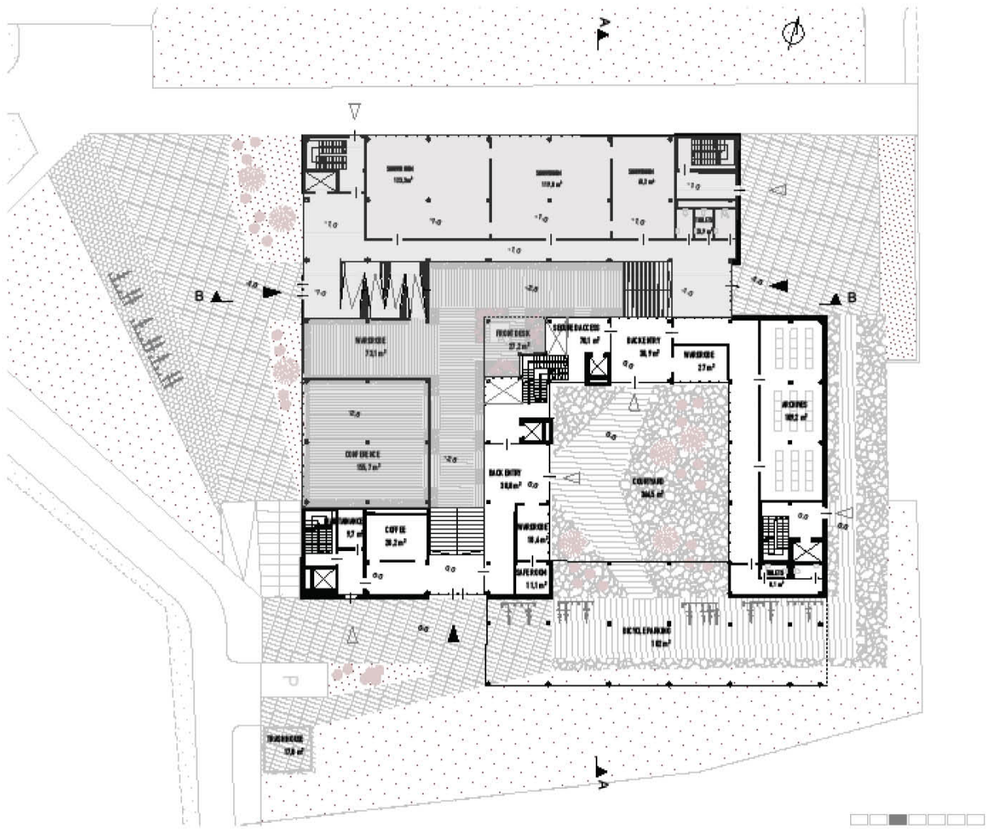
-1 FLOOR PLAN
1:200

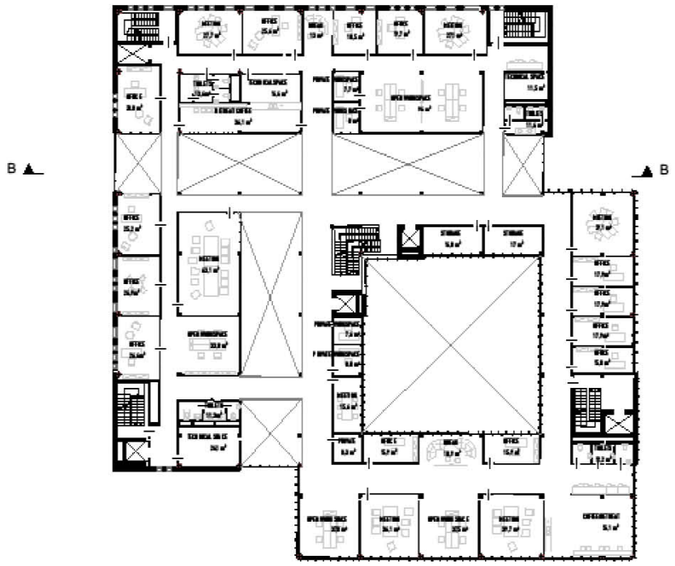
SECTION A-A
1:200



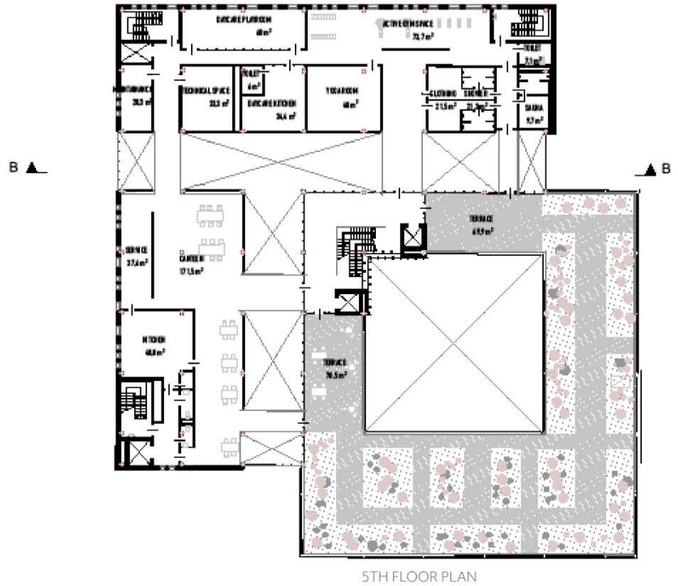
SECTION B-B
1:200

GROUND FLOOR PLAN
1:200





1ST - 4TH FLOOR PLAN
1:200

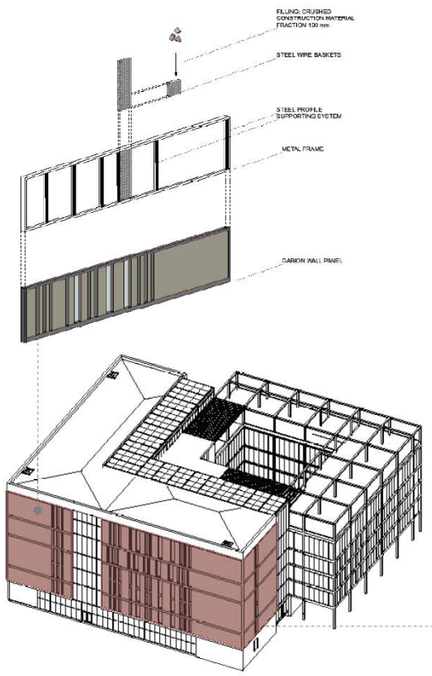


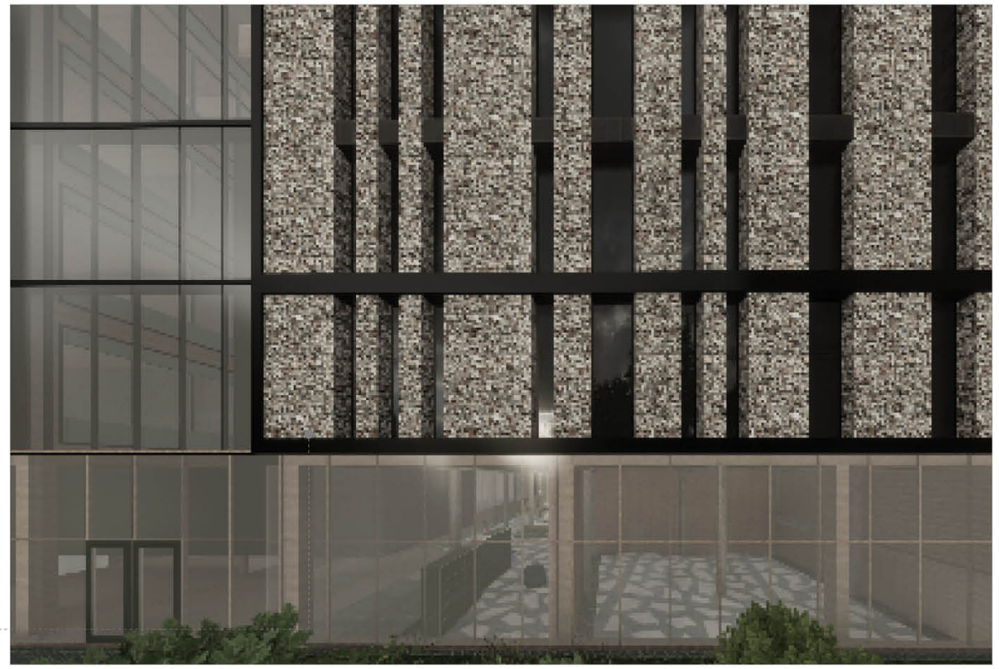
5TH FLOOR PLAN
1:200

MATERIAL: RED BRICK/ASH CONCRETE PLOCK

WASTE VOLUME: 460 M^3

RECYCLING POTENTIAL: 70%



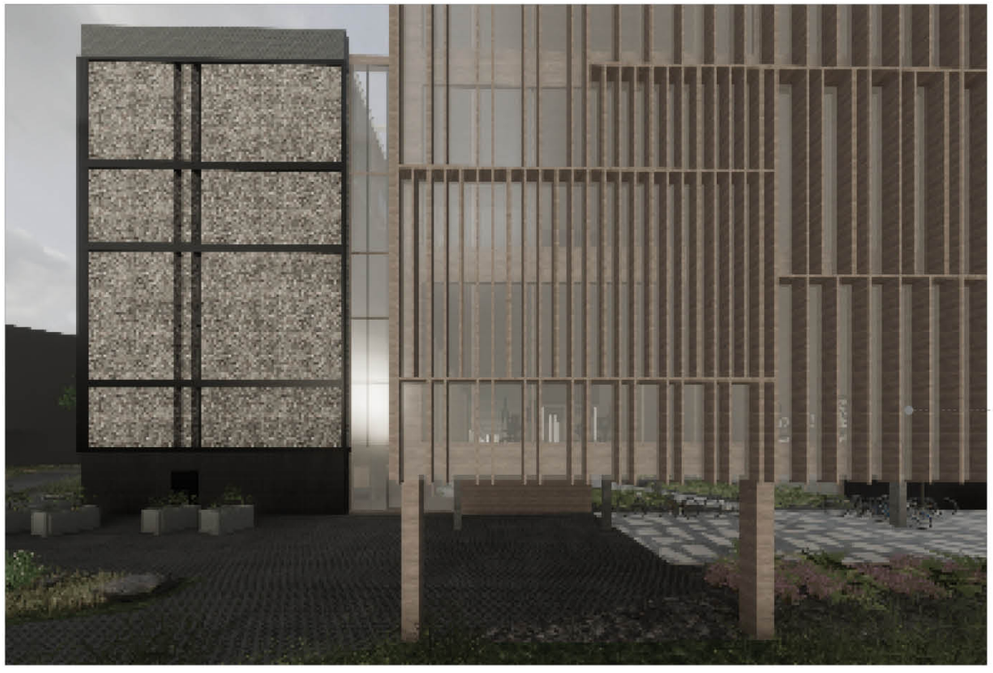


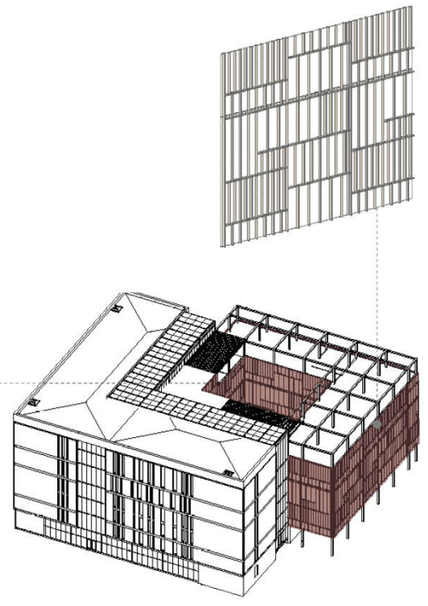
MATERIAL BANK

As a result of the change in the outer perimeter of the courthouse, the outer walls will be demolished entirely. Ceramic bricks and oil ash shade gas concrete panels are mainly used in the wlls.

IMPLEMENTATION OF RECYCLING

All stone and concrete material from the external walls will be crushed and reused on the external facade of the ministry of climate. Crushed stone waste with a size of 100 mm is placed in a metal mesh, and secured in a frame. Metal profiles are used in the frame to ensure rigidity.





MATERIAL: WOODEN BOARDS - FACTORY LEFT-OVERS

WASTE VOLUME: X M^3

RECYCLING POTENTIAL: 90%

MATERIAL BANK

There is no wooden material used in courthouse except for furniture and window frames. However, there is an inevitable surplus in the factories processing wood. The size and shape of the wood product is not specified as specific factory was not included. Based on many case studies, factory leftovers can be recycled in architectural design successfully.

IMPLEMENTATION OF RECYCLING

Recycled wooden parts are used as a facade material in building part 2. Wooden ribs are placed on the facade in different distribution and size due to surpus. The ribs act as shading and fulfill the ministrys desire to use predominantly wooden material in the building.

MATERIAL: EXTERIOR WINDOWS

WASTE VOLUME: 290 M²

RECYCLING POTENTIAL: 40%

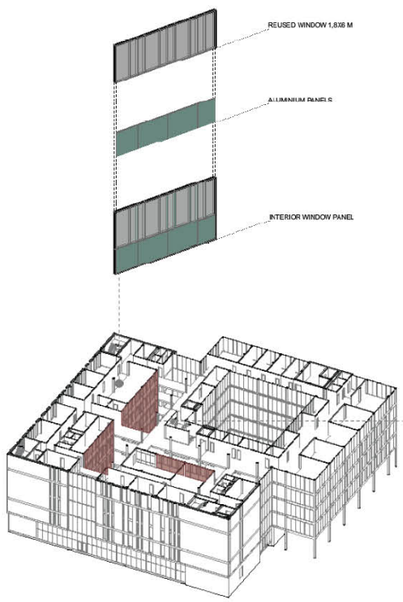
MATERIAL BANK

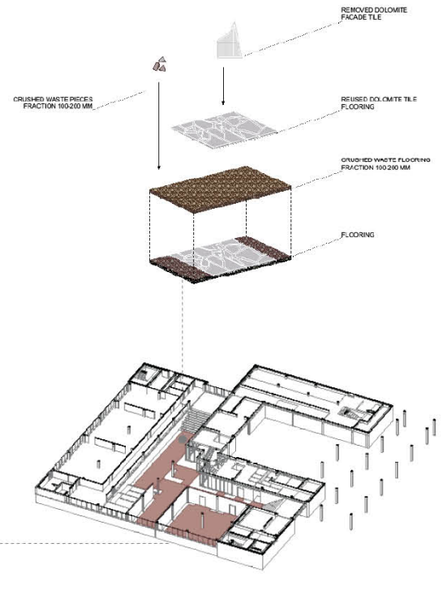
As a result of the demolition of the external walls, an average of 290 m² of window space will be demolished. The courthouse has tape windows that stand out on the facade. On the private side of the courthouse there is been used window modules in a fixed size of 6x1.8m. Window modules are being upcycled in the project.

IMPLEMENTATION OF RECYCLING

Based on case studies it is difficult to re-use old windows in exterior space because of the lower isolation value than needed . Therefore, outdated windows do not meet the requirements of the new building.

The old wooden and aluminium windows of courthouse are reused in the interior space of ministry building. Lightwells provide the light to the workspace where upcycled window frames provide the transparency and barrier. Wooden frames for upcycle will be painted and integrated into the aluminum frame.





MATERIAL: DOLOMITE FACADE TILES

WASTE VOLUME: 240 M³

RECYCLING POTENTIAL: 50%

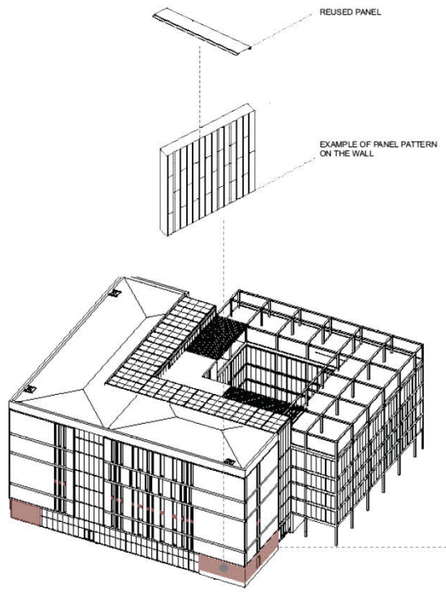
MATERIAL BANK

The exterior facade of the courthouse is made of dolomite facade tiles. A 40 mm thick dolomite slab is on the outer wall attached to 40 mm cement mix. The case studies reveal that the mortar of this era is expected to be very strong, which is why the chosen recycling method is following.

IMPLEMENTATION OF RECYCLING

The dolomite stone facade tile is reused as a floor slab in the lobby of the Ministry of Climate. Material is removed from the facade in a suitable method and installed as a floor slab on the places shown on the -1 floor. It has been taken into account that it is difficult to remove the tiles intact. As a result, the Japanese art of Kintsugi is performed on the floor tiles.
The dolomite walkpath is bordered by a broken stone bath. Construction waste is procured in a similar way to implementation method no. 1 – when breaking external walls and internal walls into fractions of 100-200 mm. Visually, the exterior is brought to interior, but the purpose of the design is to display the principle of the project given to the visitor at the entrance of the building and possible recycling of construction waste. In addition to the floor of the lobby, the it is planned equally reuse dolomite slabs and crushed waste on courtyard walkways.

MATERIAL: SUSPENDED CEILING PANELS
WASTE VOLUME: 80 M²
RECYCLING POTENTIAL: 100%

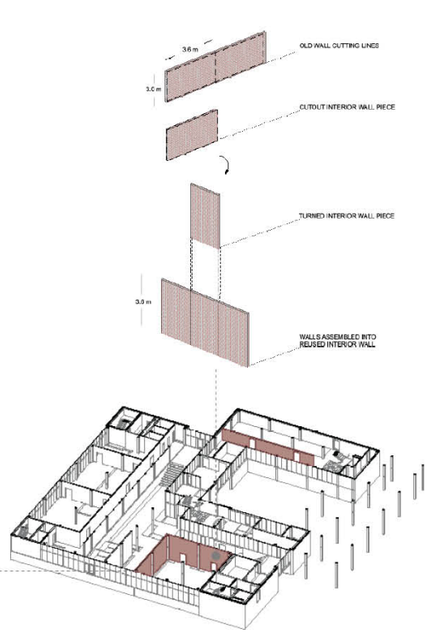


MATERIAL BANK

In the interior of the courthouse, aluminum suspended ceiling panels are used to cover the constructional ceiling. Panels length varies up to 3 m, the width is fixed 20 cm.

IMPLEMENTATION OF RECYCLING

Metal sheets are upcycled as facade material on a smaller area. Mainly on the street level facade area. The panels are cut into sizes, powder coated and attached into the pattern.



MATERIAL: CERAMIC BRICK MORTAT
WASTE VOLUME: 250 M³
RECYCLING POTENTIAL: 90%

MATERIAL BANK

Ceramic brick has been used as a material for the inner and outer walls of the courthouse. From the demolishion of the inner walls of the courthouse, approximately 250 m³ of ceramic brick waste would be generated.

IMPLEMENTATION OF RECYCLING

The ceramic brick, which has been used in laying the interior walls of the building, is uprecycled in a similar way to the initial function. The new brick masonry wall would be cut out from the existing masonry in the horizontal direction to establish the required height of a new wall. Old masonry walls are upcycled to build heavier walls for noise resistance. The diamond saw can be one of the option to make a proper cut out.