



Eesti Kunstiakadeemia  
Arhitektuuri teaduskond  
Arhitektuuri ja linnaplaneerimise eriala

Magistritöö

# TAASVÄÄRTUSTAMINE

Lammutusjäätmete taaskasutamise mõju ruumile

Keiti Lige

Juhendajad :  
Katrín Koov  
Kadri Klementi

Tallinn 2020

## Autorideklaratsioon:

Kinnitan, et:

1. käesolev magistritöö on minu isikliku töö tulemus, seda ei ole kellegi teise poolt varem (kaitsmisele) esitatud;
2. kõik magistritöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd (teosed), olulised seisukohad ja mistahes muudest allikatest pärinevad andmed on magistritöös nõuetekohaselt viidatud;
3. luban Eesti Kunstiakadeemial avaldada oma magistritöö repositooriumis, kus see muutub üldusele kättesaadavaks interneti vahendusel.

Ülaltoodust lähtudes selgitan, et:

- käesoleva magistritöö koostamise ja selles sisalduvate ja/või kirjeldatud teoste loomisega seotud isiklikud autoriõigused kuuluvad minule kui magistritöö autorile ja magistritööga varalisi õigusi käsutatakse vastavalt Eesti Kunstiakadeemias kehtivale korrale;
- kuivõrd repositooriumis avaldatud magistritööga on võimalik tutvuda piiramatul isikute ringil, eeldan, et minu magistritööga tutvuja järgib seadusi, muid õigusaktide ja häid tavasid heas usus, ausalt ja teiste isikute õigusi austavalt ning hoolivalt. Keelatud on käesoleva magistritöö ja selles sisalduvate ja/või kirjeldatud teoste kopeerimine, plagieerimine ning mistahes muu autoriõigusi rikkuv kasutamine.

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)

\_\_\_\_\_  
(magistritöö autori nimi ja allkiri)

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele :

\_\_\_\_\_  
(kuupäev)

\_\_\_\_\_  
(magistritöö juhendaja allkiri, akadeemiline või teaduskraad)

Täna huvitavate mõtete ja julgustamise eest oma juhendajaid Katrin Koovi ja Kadri Klementit. Lisaks täna teisi juhendajaid ning Eik Hermannit.

Täna siiralt kõiki, kes võttid aega arutleda erinevate teemade üle ja vastata minu küsimutele. Liina-Liis Pihu, Annika Kaldoja, Maris Mändel, Illar Sildma, Renee Puusepp, Elari Hiis, Dimitri Moskovtsev, Jiri Tintõra, Tõnu Peipman, Oliver Orro, Targo Kalamees.

Täna oma kursusekaaslast, kellega koos seda teed käia on olnud kergem.

Aitäh perekonnale, sõpradele ja Randelile!

# SISUKORD

1. SISSEJUHATUS.....	5
----------------------	---

## I OSA

2. KAHANEMINE .....	9
2.1. Kahanev linn .....	9
2.2. „Tühjenevate kortermajade projekt“ .....	11
2.3. Lammutamine kui tööriist .....	12
2.3.1. Väljakutsed.....	12
3. KASVAMINE .....	17
3.1. Kasv.....	17
3.2. Hoone eluiga.....	18
4. RESSURSSIDE ÜMBERMÕTESTAMINE .....	23
4.1. Ringmajandus.....	23
4.2. Demonteerimine .....	25
4.2.1. Demonteerimine vs lammutamine.....	26
4.2.2. Demonteerimise planeerimine .....	27
4.2.3. Väärtusahel.....	29
4.3. Materjalide taaskasutamise võimalused .....	30
4.4. Korduskasutus – <i>repeat</i> .....	31
4.5. Uuskasutus - <i>rethink</i> .....	34
4.6. Ümbertöötlemine - <i>renew</i> .....	36
5. MATERJAL.....	39
5.1. Ida-Virumaa .....	39
5.2. Hruštšovka .....	41
5.3. Silikaattellis .....	45
5.4. Betoonplokid, -kivid, -paneel.....	47

## II OSA

6. TAASVÄÄRTUSTAMINE.....	53
6.1. Idee .....	53
6.2. Kiviöli.....	54
6.3. Keemiatööstus .....	57
6.3.1. Tööstusala tulevik.....	60
7. MATERJALIKESKUS .....	65
7.1. Ümbertöötlemine.....	65
7.1.1. Täitematerjali kasutamise võimalused.....	67
7.1.2. Purustatud täitematerjali kasutus uues betoonis .....	68
7.2. Tehas .....	71
7.2.1. Tööstus 4.0.....	71
7.2.2. 3D-printimine.....	74
7.2.3. Tehase väljund .....	74
7.3. Teabekeskus.....	76
7.4. Töökoda .....	79
8. MÕJU KIVIÕLI LINNALE.....	83
8.1. Avalik ruum .....	83
8.2. Privaatne ruum.....	89
9. KOKKUVÕTE.....	93
10. SUMMARY .....	96
11. KASUTATUD MATERJAL .....	99
12. LISAD.....	105

# 1. SISSEJUHATUS

Viimase 30 aasta jooksul on väiksemate tööstuslinnade elanike arv üha enam kahanenud. Nii mõnegi väikeasumi linnapilt on rusuv ja tekib küsimus: kuidas edasi? Nii vananev kui ka väljarändav elanikkond jätab endast maha kodud. Tühjad korterid sunnivad ka teisi majaelanikke välja kolima. See omakorda vallandab sündmuste jada, mille tagajärjel üks hoone teise järel tühjeneb. Korterid, mis jäetakse tühjaks, ei ole üldiselt elamiskõlbmatud, vaid nende järele puudub vajadus.

**Tühjad hooned**

Kohalikud omavalitsused seisavad silmitsi probleemidega, kuidas linnu kahandada nii, et säiliks sealsetele elanikele väärtuslik elukeskkond. Üheks tööriistaks on hoonete lammutamine, kuid see on üsna keeruline ja jäätmete utiliseerimine kulukas. Samuti ei teata, mida selle materjaliga ette võtta.

**Lammutusjäätmed**

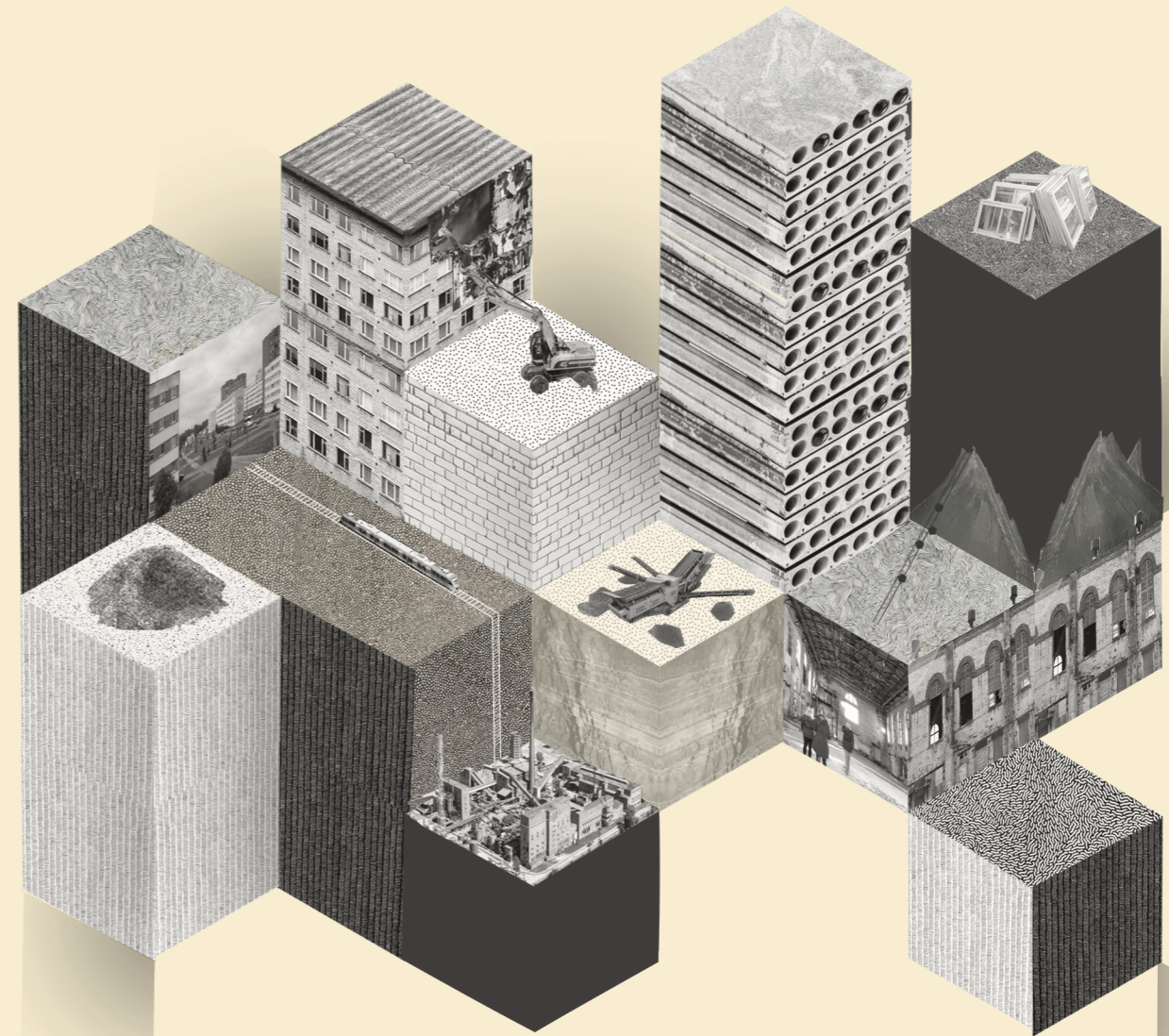
Hoone ehitamiseks kulub palju ressursse ja energiat. Kahetsusväärne, et alles 60 aastat tagasi ehitatud hooned juba lammutatakse – kõik kulutatud energia materjali tootmisele ja ehitamisele on raisatud. Eriti tänapäevases kontekstis, kus hetkel maailm maadleb toormaterjali puudusega ja süsinikehitmete vähendamisega, on see raiskav käitumisviis. Eestis hoonete ehitamine, materjalid, ülalpidamine ja lammutamine tarbib üle 50% CO<sub>2</sub>-heitmetest.<sup>1</sup> Hoonete ehitamine mitte ainult ei suurenda saastet, vaid ka üha enam suurenev tarbimine survestab loodusvarade kaevandamist.

**Mõju keskkonnale**

Magistritöö uurib Ida-Virumaa tühjaks jäänud kortermajade lammutusjäätmete väärtuse tõstmise võimalusi. Töö eesmärk on näidata, kuidas jäätmeid taaskasutada vastavalt asumite olukorrale. Sealjuures säilitades hooneosade ja materjalide väärtuse, enne kui need täielikud amortiseeruvad, ning suunata need uuesti ringlusesse. Töös pakutud lahenduste aluseks on põhjalik probleemi ja materjalide analüüs, mille kaudu avada lammutusjäätmete potentsiaali erinevates skaalades ja vormides. Sealjuures on pööratud tähelepanu taaskasutamise mõju linnaruumile ja seosele uue kuvandi loomisega.

**Eesmärk**

<sup>1</sup> E. Hermann, M. Tüür, R. Valner. (2018). Liginull näitus. <http://liginull.info>



# I OSA

Kahanemine  
Kasvamine  
Ressursside ümbermõtestamine  
Materjal

## 2.KAHANEMINE

### 2.1. Kahanev linn

Linnad on pidevas muutumises ning kahanemist võib pidada loomulikuks osaks linna arengus. Peamisteks põhjusteks on majanduslike, demograafiliste ning sotsiaalsete probleemide koosmõju, nagu näiteks tööpuudus, vananev ühiskond, kvaliteetse eluaseme puudus ja infrastruktuuri halvenemine. **Kahanemine**

Kahanevate asulate üheks põhiliseks tagajärjeks on tühjad hooned ja alakasutatud piirkonnad. Tühjaks ei ole jäänud ainult kodud, vaid ka poed, avalikud hooned ja tehased. Enamikke neid rajatise ootab ees lammutamine, kuna hoone eluea pikendamine restaureerides ei ole alati võimalik. Selleks puudub vajadus, pole piisavalt ressursse või on hoopis ehitise juba liialt amortiseerinud. **Tühjus**

Veel suuremat muret tekitavad pooltühjad kortermajad, kus alla 40% korteritest on kasutuses. Tühjad korterid üldiselt ei tähenda, et need on elamiskõlbmatud, kuid ajapikku need muutuvad selleks. Taoline järkjärguline tühjenemine tekitab dominoefekti. Korteriühistud on sattunud olukorda, kus kommunaalkulud endiselt vajavad maksmist, kuid maksjaid on vähem. Selle tagajärjel tekivad kergelt võlad. Suur kasutuseeta pind mõjutab kinnisvaraturgu ja on põhjuseks, miks nendes piirkondades on valdavalt madal elamispinnakvaliteet. Madal hind omakorda ei anna omanikule võimalust oma vara müüa ega kasutada kinnisvara laenulepingu tagatisena. **Pooltühjad hooned**





Illustratsioon 1. Keskpuiestee tänav, Kiviõli, Ida-Virumaa. 1960ndatel ehitatud hruštšovka tüüpi kortermaja. Autori foto. Sūgis, 2019.

**Korterite kinkimine** Viimastel aastatel on kasvanud tendents, et kahaneva elanikkonnaga piirkondades loovutatakse väheväärtuslikke kortereid riigile. 2019. aasta augustikuu seisuga on riigile loovutatud 258 korterit.<sup>2</sup> Madala väärtuste tõttu ei ole ka erasektor huvitatud investeerimast ei kinnisvara renoveerimisse ega ka uute kortermajade ehitamisse. Korterelamute asustamine jääb üha enam hõredaks. Heitluses ellujäämise nimel üritavad kohalikud elanikud leida lahendusi, kuidas kulude kokkuhoidmiseks hoonet osaliselt kütta. Osaline kütmine aga mõjub hoonele laastavalt – see hakkab lagunema.

<sup>2</sup> Rahandusministeerium. (2019). Tühjade korterelamute projekt. <https://www.rahandusministeerium.ee/et/eesmargidtegevused/riigivara/tuhjenevate-korterelamute-projekt>.

## 2.2. „Tühjenevate kortermajade projekt“

Tühjenevate kortermajade probleem on üha suuremaks kasvanud. Näiteks Kasvav probleem Valga linna praegune linnatänavate struktuur ja hoonestus vastab 18 500 inimese vajadustele, kuid linnas elab vaid ligikaudu 12 000 elaniku.<sup>3</sup> 2014. aastal viidi Valgas kohaliku omavalitsuse poolt läbi maakasutusinventuur. Selle tulemusena leiti, et vaid 80% kruntidest on kasutuses. Lisaks on 379st kortermajast 45 täielikult hüljatud ning on 34 kortermaja, kus on vähem kui pool kasutuses.<sup>4</sup> See ei ole enam mitte ainult kohaliku omavalitsuse, vaid ka riigi probleem. Tühjade korterite ülalpidamine on suhteliselt kulukas ja samaaegselt kinnisvara väärtuse langemine tekitab suurt kahjumit.<sup>5</sup> Rahandusministeerium algatas tänavu pilootprojekti „Tühjade kortermajade projekt“, mille asukohtadeks valiti Lūganuse vald, Kohtla-Järve linn ning Valga vald. Nendes piirkondades on kõige enam riigile kingitud või tühjasid hooneid.

Näidisprojekti esimeseks sammuks on tühjade ja pooltühjade kortermajade kaardistamine. Selle tulemusena saadakse täpne ülevaade, kui palju on probleemseid hooneid iga omavalitsuse territooriumil. Teiseks on kavas teha Lūganuse valla ja Kohtla-Järve linna piirkonnale ruumilise arengu analüüs. Pakutakse välja erinevaid stsenaariumeid, kuidas kohalik omavalitsus saab kohandada linnu vastavalt elanike arvule. Kolmandaks on plaanis igas projektis osalevas omavalitsuses 1-2 tühjeneva korterelamu näitel läbi viia erinevaid lahendusi nii elanike kolimisel kui ka omandiküsimuste lahendamisel. Kavas on katsetada erinevaid võtteid, kuidas omavalitsus saab tühja hoone täielikult enda omandisse, et hoone lammutada.<sup>6</sup> Kokkuvõtteks on eesmärk leida strateegia, kuidas tegeleda kahanemisega, sealjuures inimesi kokku koondada ja kinnisvara turgu stabiliseerida.

<sup>3</sup> Valga linna üldplaneering 2030+. (2017), lk 2

<sup>4</sup> J. Tintēra. (2019). Innovative Housing Policy Tools for Local Governments in Shrinking Communities with a large share of privately owned apartments: A Case Study of Valga, Estonia. Tartu, lk 6

<sup>5</sup> A. Mallack. (2012). Laying The Groundwork For Change: Demolition, urban strategy, and policy reform, lk4

<sup>6</sup> Rahandusministeerium. (2019). Tühjade korterelamute projekt. <https://www.rahandusministeerium.ee/et/eesmargidtegevused/riigivara/tuhjenevate-korterelamute-projekt>.

### 2.3. Lammutamine kui tööriist

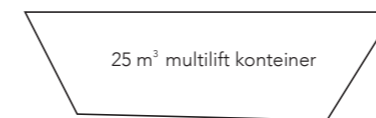
**Puudub nõudlus** Valga, Kiviõli ja Kohtla-Järve kontekstis on hoonete lammutamine võtmetegevuseks linna kahandamisel, sealse elukvaliteedi tõstmisel ja kinnisvara turuväärtuse tasakaalustamisel. 2013. aastal koostatud küsitluse alusel soovisid kohalikud omavalitsused renoveerida 223 ja lammutada 253 korterelamut.<sup>7</sup> Lammutamine tundub suhteliselt radikaalne lähenemine, kuna hooned on osa linnastruktuurist ja neis peitub ajalugu. Kuid ei saa eirata puuduvat turunõudlust ja realistlikku väljavaadet neid hooneid uuesti kasutada.

**Mõju elukeskkonnale** Lisaks on märgata nende hoonete negatiivset mõju kohalikele. Tühjad hooned tõmbavad ligi kuritegevust ning pidevalt tulekahju kustutustöid vajav hoone laguneb üha enam ja muutub ohtlikuks. Kohtla-Järve Järve linnaosas on ühe maja kohta kõige rohkem registreeritud päästeameti väljakutseid ühe aasta jooksul 19.<sup>8</sup> Sellist laadi kortermajad tekitavad piirkonnas negatiivset kuvandit, mis ei soosi elamiskõlblikku keskkonda ning tekitab lõhestust kogukonnas. Lõpptulemusena kaob side inimese ja koha vahel.

#### 2.3.1. Väljakutsed

**Lammutuskulud** Teatavasti ei ole lammutamine odav. Kivihoonete lammutamiskulud on riigihangete registrile tuginedes 14–21€/m<sup>2</sup>.<sup>9</sup> Selle hinna sisse kuuluvad hoonete lammutamine, krundi korrastamine ja materjalide utiliseerimine. Ehitus- ja lammutusjäätmed on ühed raskemad ja mahukamad jäätmevood. Euroopa Liidus moodustab see umbes 25–30% kõikidest tekkivatest jäätmetest. Kui vaadata Eesti olukorda, siis 2016. aastal toodeti 1,2 miljonit tonni ehitusjäätmeid.<sup>10</sup> See on üsna suur koormus jäätmekestetele.

Kui palju maksab ehitusprügi ehitusfirmale?



Materjali kaal ei tohi ületada konteineris 10 tonni. Hindadele lisandub käibemaks. Hind sisaldab konteinerite renti, transporti ja jäätmete utiliseerimist.



*Illustratsioon 2. Kui palju maksab ehitusprügi ehitusfirmale? Autori skeem. Allikas: Rand & Tuulberg (keskmise hinnaklassi detailiseerimata hinnakujundus)*

Eestis kasutatakse praegu enamik betooni-, liiva- ja kruusajäätmeid järgmistel ehitusobjektidel täitematerjalina, mida peetakse taaskasutamise kontekstis *downcycling*’uks ehk väärtuse alandamiseks. Väikelinnades, nagu Kiviõli või Valga, uusi hooneid ei rajata. Jäätmed tuleks viia suurematesse linnadesse, kus toimub ehitustegevus. Kuna transpordikulud selliste jäätmete veol on aga suured, siis on odavam kusagilt lähedalt karjäärast uut materjali kaevandada.

**Jäätmete transport**

Valga ja Kiviõli on tegelenud aktiivselt lammutamise ja elukeskkonna kvaliteedi parandamisega. See nõuab omavalitustelt suuri pingutusi. Hooned on jagatud korteriteks ja sageli mitme omaniku käes. Igaühega neist tuleb korduvalt ühendust võtta, mis on üsna aeganõudev. KredEx toetab küll lammutusprojekte 70% ulatuses, aga toetusi saab anda ainult hoonetele, mis kuuluvad täielikult kohalikule omavalitsusele. Samuti ei luba Eestis kehtivad seadused ametnikul kinnisvaralt hüpoteeki maha võtta. Need koormavad kinnisvara aastakümneid ja piiravad võimalust neid käsitleda.<sup>11</sup>

**Lammutamisprotsess**

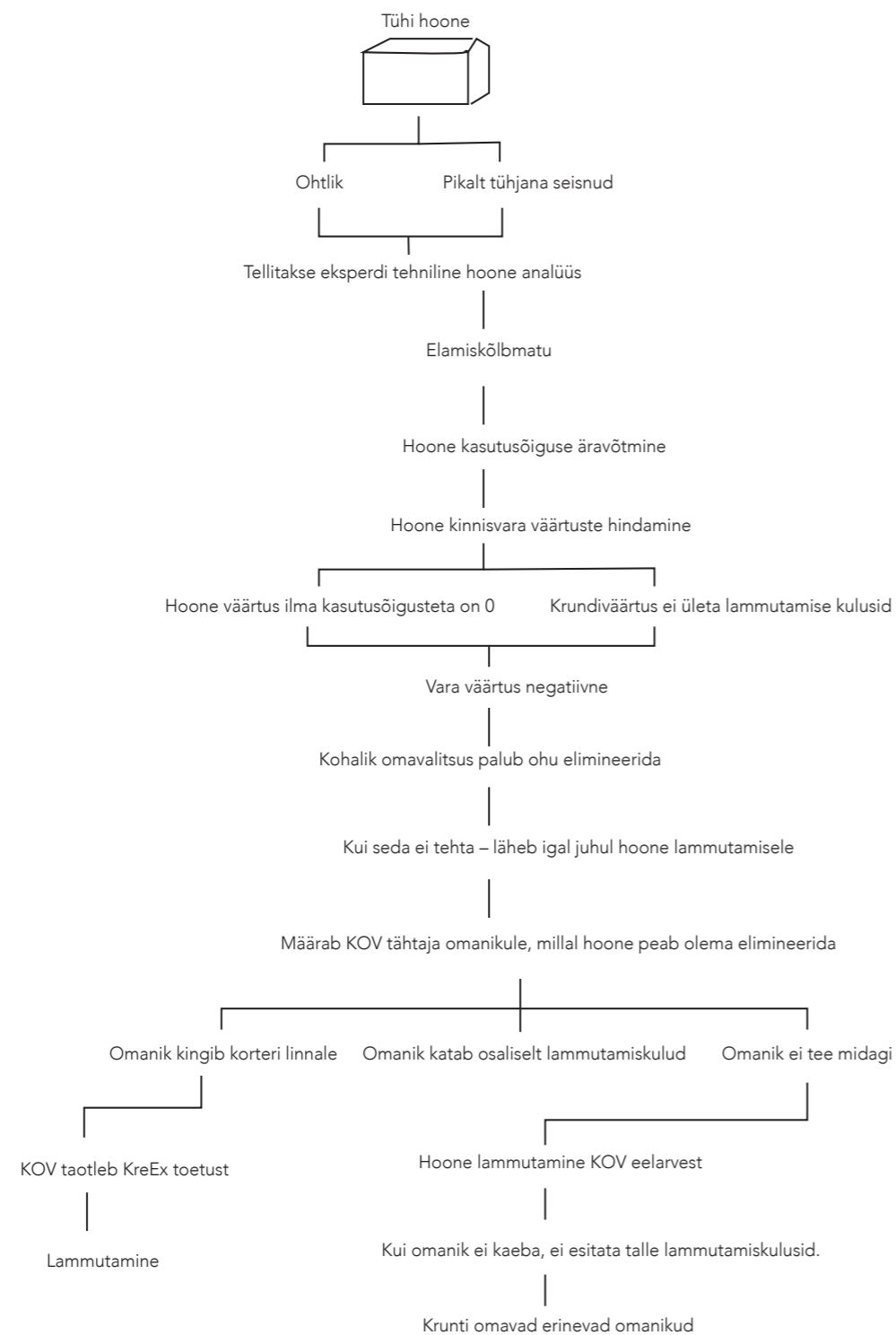
<sup>7</sup> Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. (2013). Uuring kasutusest väljalangenud ja mahajäetud elamufondi võimalikust probleemsusest, lk 6

<sup>8</sup> Vestlus Dimitri Moskovtseviaga.

<sup>9</sup> Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. (2013). Uuring kasutusest väljalangenud ja mahajäetud elamufondi võimalikust probleemsusest, lk 22

<sup>10</sup> Eesti Statistika andmebaas. (2016). KK068: Jäätmete kehtiv ja tegevusala (EMTAK 2008) järgi. <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=KK068>

<sup>11</sup> J. Tintëra. (2019). Innovative Housing Policy Tools for Local Governments in Shrinking Communities with a large share of privately owned apartments: A Case Study of Valga, Estonia. Tartu, lk 11



Illustratsioon 3. Kohaliku omavalitsuse sammud laguneva hoone puhul, kui hoonel on mitu erinevat omanikku. Autori diagramm

Omal jõul lammutamine on omavalitsusele väga kulukas, kuid nende hoonete ülalpidamine võib olla veelgi kulukam. Tühje krunte on see-eest lihtsam taaskasutada kui hooneid. Ameerika linnaplaneerija Alan Mallachi sõnul on enamikel juhtudel tühjal krundil vähem kahjulikku mõju kohalikule omavalitsusele kui tühjal hoonel. Neid saab müüa näiteks naabruses asuvate majade omanikele või kasutada neid ühiskondlike aedade ja mänguväljakute rajamiseks või sademevee haldamiseks. Sellega kaasneb tõenäoliselt vähem kulusid nii linnale kui ka naabruses asuvate majade omanikele. Paratamatult on laiaulatuslik lammutamine vajalik element iga linna strateegias, kus hoonete hooldamine või taaskasutamise on muutnud võimatuks. Hoonete lammutamine aga ei tohiks toimuda juhuslikult.<sup>12</sup>

**Tühi hoone vs tühi krunt**

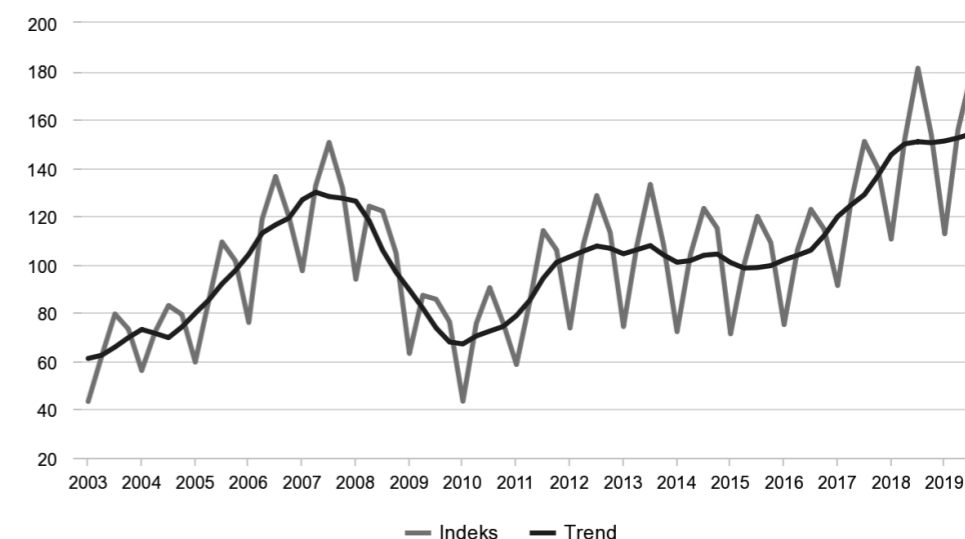
12 A. Mallach. (2012). Laying The Groundwork For Change: Demolition, urban strategy, and policy reform, lk15.

### 3.KASVAMINE

#### 3.1. Kasv

Ühelt poolt toimub väikelinnade kahanemine ja teisalt hoopis inimeste koondumine suurlinnadesse. Ühel juhul on probleemiks tühjad hooned, teisel eluaseme puudus. Alates 2012. aastast püsib Eestis kasvutrendis uute eluruumide ehitus. Ehitisregistri andmete kohaselt lubati eelmisel aastal (2019) kasutusse 7014 uut eluruumi, mis on 542 eluruumi rohkem kui aasta varem. Möödunud aastal väljastatud ehituslubadest eelistatim elamutüüp oli korterelamu. Nii nagu varasematel aastatel asub suurem osa valminud eluruumidest Tallinnas, Tallinna lähiümbruse valdades ja Tartumaal.<sup>13</sup>

**Vajadus uute eluasemete järgi**



Illustratsioon 4. Ehitusmahuindeks ja selle trend, I kvartal 2003–I kvartal 2019. Allikas: Statistikaamet

Sealjuures ei saa eirata tõsiasja, et pidev juurde ehitamine suurendab meie CO<sub>2</sub> jalajälge. 2015. aastal sõlmitud Pariisi kokkuleppe tulemusena tuleb vähendada kasvuhoonegaaside heitkoguseid 1990. aastaga võrreldes vähemalt 40%, suurendada energiatõhusust 27% ning suurendada taastuvate energiaallikate osakaalu lõpptarbimises 27%-ni. Eesmärk on, et kasvuhoonegaaside heide hakkaks kogu maailmas võimalikult kiiresti vähenema ning käesoleva sajandi teiseks pooleks saavutataks ülemaailmse inimtekkeliste CO<sub>2</sub>-heite ja CO<sub>2</sub> sidujate vahel tasakaal nn nullheide.<sup>14</sup>

**CO<sub>2</sub> jalajälje vähendamine**

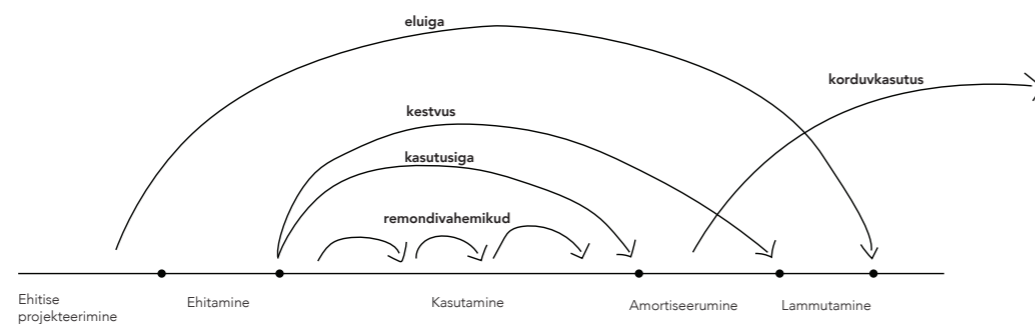
<sup>14</sup> Euroopa Parlament. (2020). Võitlus kliimamuutuste vastu, lk 2. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/et/sheet/72/kliimamuutustevastane-voitlus>

**Ehitussektor** Sellest lähtudes tuleks kriitiliselt üle vaadata ehitussektori CO<sub>2</sub> jalajalg ja leida lahendusi selle vähendamiseks. Eestis hoonete ehitamine, materjalid, ülalpidamine ja lammutamine tarbib üle 50% CO<sub>2</sub>-heitmetest.<sup>15</sup> Kuid Eesti CO<sub>2</sub> arvutamise meetodika võtab arvesse vaid kasutusea osa hoone elukaarest. Välja on jäetud materjalide tootmise, transpordi, ehitusplatsi ja utiliseerimise heitmed ning taaskasutamise ja väärtuse tõstmise potentsiaal.<sup>16</sup>

### 3.2. Hoone eluiga

Hoone ehitamise otsus on pikaajalise mõjuga, kuid hoone projekteerimisel tihti ei arvestata seda, mis saab hoonest peale kasutusea lõppu. Selleks, et terve hoone CO<sub>2</sub> jalajalge arvutada, tuleks arvesse võtta kõik ehitise eluea erinevate staadiumite aspektid.

**Hoone eluiga** Hoone elukaar ehk eluiga (ill.5) algab hoone projekteerimisest ja lõpeb hoone lammutamisega. Sinna sisse jääb kestvus, mis algab peale ehitamist ja lõpeb lammutamisega. Kasutusiga algab hoone valmimisest ja lõpeb amortiseerumisega. Enne amortiseerumist on võimalik alustada ehitise rekonstrueerimist selle korduvkasutuseks ning kogu protsess algab uuesti.



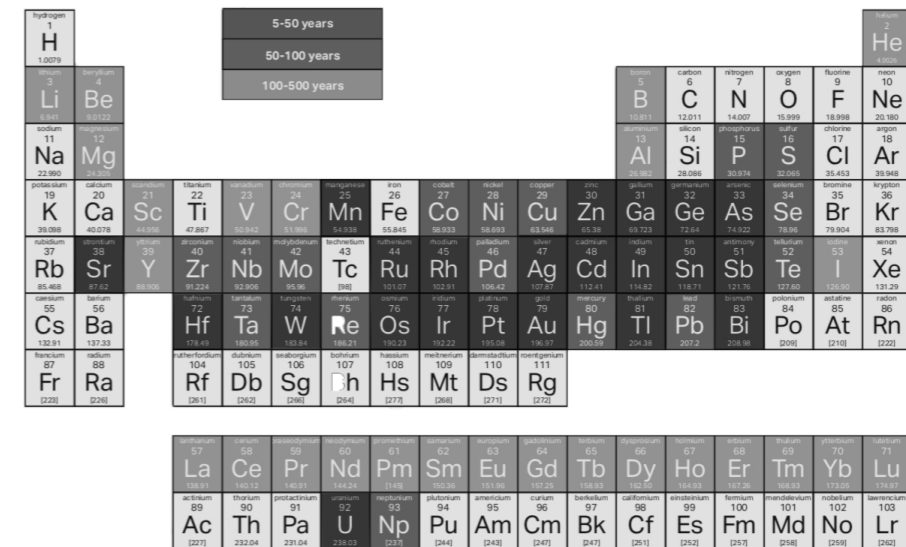
Illustratsioon 5. Hoone elukaar. Autori joonis. Allikas: Elukaare kavandamine kinnisvara korrashoiul. Risto Hakala

**Maavarade otsalõppemine** Paratamatult kõik need etapid kulutavad energiat ja loodusressursse. Alustuseks vajavad hoone elemendid materjali toorainet, nagu näiteks liiv ja kruus. Oluline on mõista, et maavarasid pole lõputul määral ja varudel on piir. Kui me ei suuda vähendada nende materjalide tarbimise vajadust, ei pruugi

<sup>15</sup> E. Hermann, M.Tüür, R. Valner. (2018). Liginull näitus. Hoonete osakaal Eesti heitmes. <http://liginull.info>

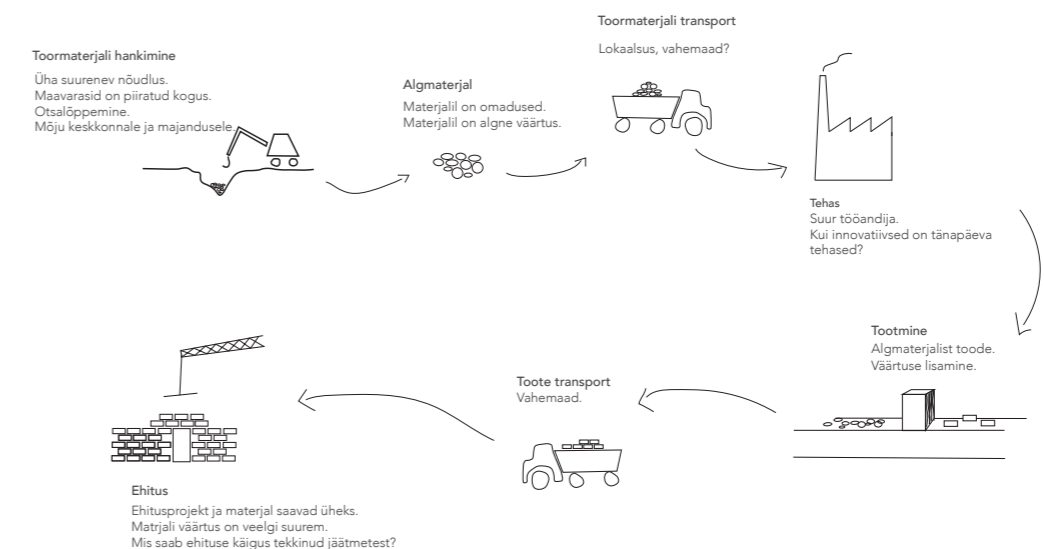
<sup>16</sup> E. Hermann, M.Tüür, R. Valner. (2018). Liginull näitus. Eesti meetodika ajalised süsteemipiirid. <http://liginull.info>

lähitulevikus meile looduslikest varadest enam piisata. OECD prognoosib, et 2060. aastaks kahekordistub meie vajadus liiva ja killustiku järele võrreldes 2017. aasta vajadusega. Ei saa ka märkimata jätta, et üha enam mõjutavad raskesti kättesaadavad materjalid lisaks keskkonnale ka majandust ja elukvaliteeti.



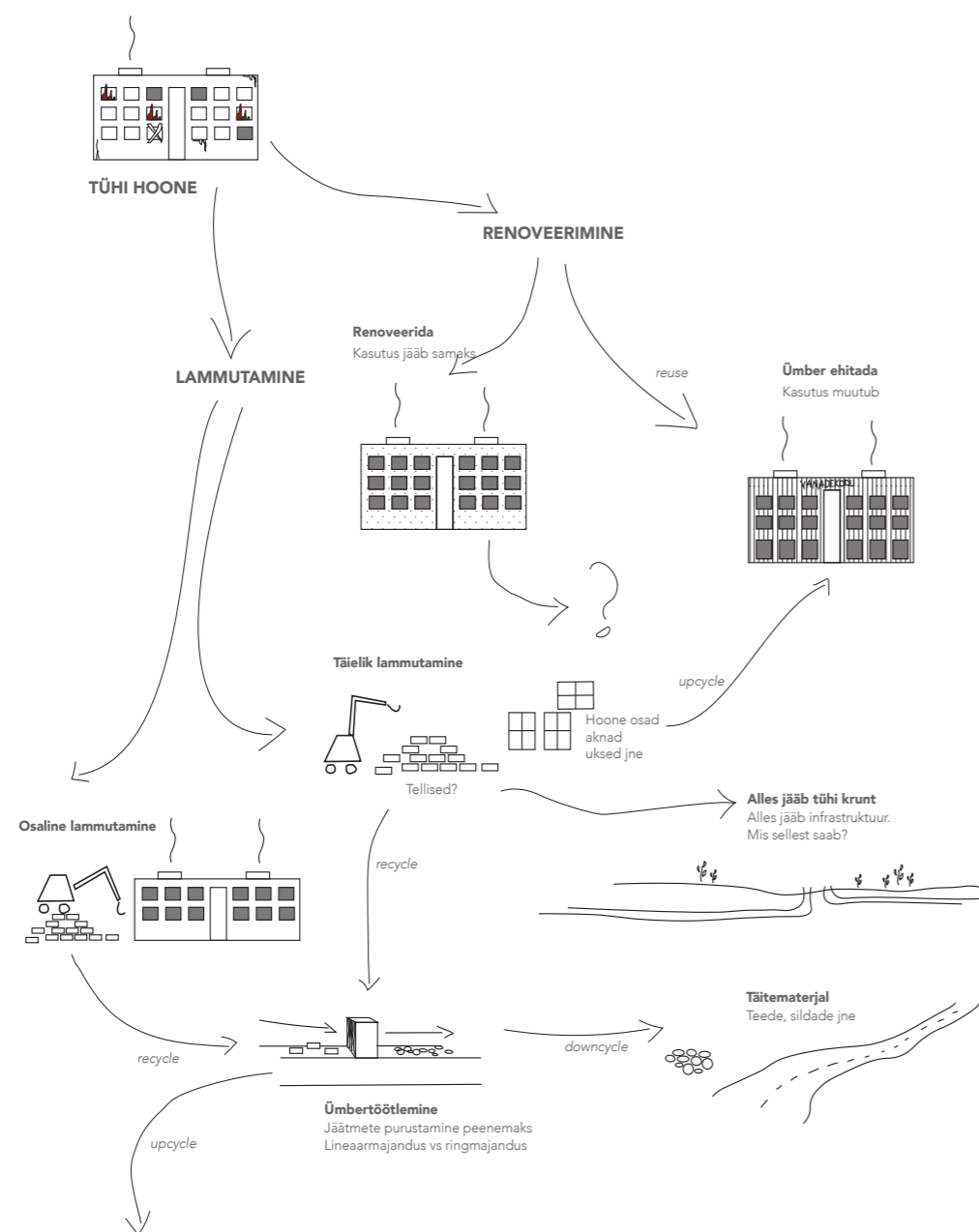
Illustratsioon 6. Aastad teadaolevate ressursside ammendumiseni. Allikas: Ellen MacArthur Foundation.

Lisaks materjalide kaevandamisele on suur mõju nende transpordil ja tootmisel. **Aegunud tehnoloogiad** Tänapäevased tehased on suures osas jäänud ajast maha. Arvesse ei võeta muutunud keskkonda ning tegutsetakse endiselt 20. sajandil välja töötatud põhimõtete järgi. Need on aga tänapäeva kontekstis põhjendamatult saastavad.



Illustratsioon 7. Illustratsioon skeem, kuidas materjal jõuab ehitusplastile. Autori skeem

**Hoone kasutusiga** Järgmise etapina jõuavad materjalid ehitusplatsile ja algab ehitus. Peale hoone valmimist algab tema kasutusiga. Hoone lülitatakse nn võrku – inimesed kolivad sisse, alustatakse kütmisega ning elektri ja vee tarbimisega. Omakorda hakkab ehitist mõjutama keskkond. Selle teguriteks võivad olla elanikkond, tööstus, avalik ruum, ligipääsetavus, poliitika, majandus, mugavus, tervis jne. Nende mõjutajate tõttu hakkab muutuma hoone väärtus ajas. Üheks võimaluseks on, et hoone väärtus tõuseb, või teise variandina hoopis langeb. Aga sellest hoolimata jõuab kätte aeg, mil lõppeb hoone kasutusiga ning tuleb otsustada, mida ehitisega teha. Renoveerida? Leida uus funktsioon? Osaliselt lammutada? Täielikult lammutada?



Illustratsioon 8. Renoveerida või lammutada? Autori skeem.

## 4. RESSURSSIDE ÜMBERMÕTESTAMINE

Viimastest aastakümnetest alates on jäätmete kõrvaldamine olnud suur probleem. Jäätmete ladestamine prügilasse on transpordi- ja ladestamistasude tõttu majanduslikult koormav. Seda enam on põhjust rõhuda materjali taaskasutusele. Lammutus- ja ehitusmaterjalide ringlussevõtt ei ole hiljutine strateegia. Keskkonna puhtuse hoidmise ja looduslike täitematerjalide reserveerimise huvides algas ringlussevõtu tehnoloogia rakendamine juba peale I maailmasõda. Peamiselt töödeldi sel perioodil mineraalseid materjale betooni tootmiseks nagu näiteks telliseid.<sup>17</sup>

Käsitledes vastanduvaid teemasid, nagu kasvamine ja kahanemine, näen suurt potentsiaali need protsessid ühiseks ringluseks muuta. Ühtepidi täituvad prügimäed materjaliga ja teistpidi kaevame välja uut toormaterjali. Ühtne ring eeldab, et materjalid ei lahku süsteemist. Kui kasutusiga on lõppenud, leiab materjal uue eesmärgi, kas siis vahetades kasutajat, funktsiooni või vormi. Materjalide väärtuse säilitamisega ja eluea pikendamisega on võimalik vähendada nii ladestamisega kui ka kaevandamisega seotud probleeme. Kasutades uuslamute ehitamisel ümbertöödeldud materjale on võimalik vähendada nende CO<sub>2</sub> jalajälge ehitusetapis kuni 70%.<sup>18</sup> See näitab, et tuleb kasutada olemasolevaid ressursse arukalt ja nii oleme võimelised rohkem säästma oma keskkonda.

**Jäätmete kasutamine uue ressursina**

### 4.1. Ringmajandus

Materjaliringluse toetamiseks tuleb üle minna lineaarselt majanduselt ringsele. Ringmajanduse eesmärk on hoida tooteid ja materjale võimalikult kaua kasutuses ning teenida seeläbi ka suuremat tulu.<sup>19</sup> Kui lineaarmajandusele omase tooda-tarbi-viska mudeli puhul materjali väärtus algelt tõuseb ja aja jooksul langeb ning seejärel kukub välja kasutusest, siis ringmajanduse puhul liigub väärtus rohkem intervallina üles ja alla. Materjalil on algne väärtus, siis väärtust tõstetakse, seejärel langeb ja jälle tõstetakse jne. Uute

**Ringmajanduse eesmärk**

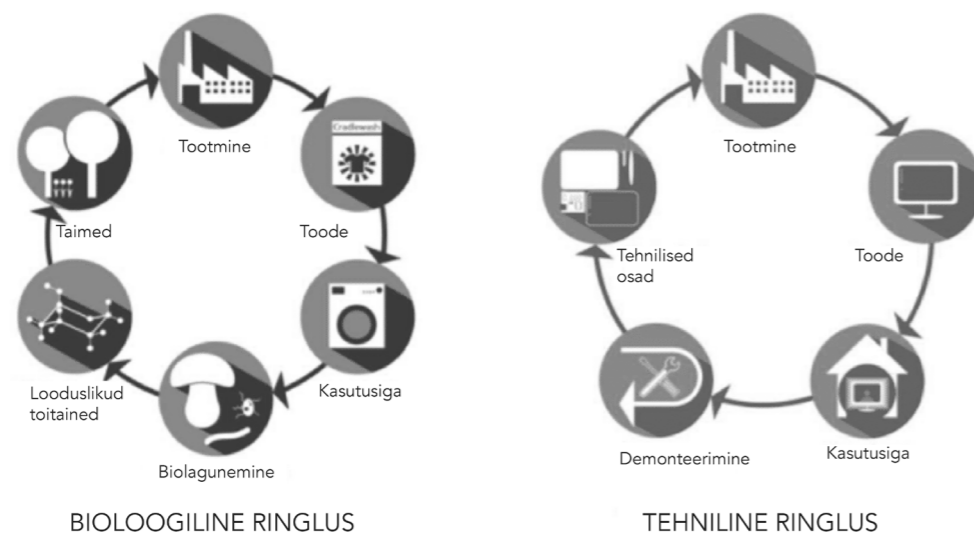
<sup>17</sup> M.Solyman. (2005). Classification of Recycled Sands and their Applications as Fine Aggregates for Concrete and Bituminous Mixtures, lk 5.

<sup>18</sup> Lendager Group. Lendager ARC. <https://lendager.com/arkitektur/>

<sup>19</sup> Keskkonnaministeerium. (2019). Eesti ringmajanduse tegevuskava sai nurgakivi. <https://www.envir.ee/et/uudised/eesti-ringmajanduse-tegevuskava-sai-nurgakivi>

ja olemasolevate toodete puhul on ringmajanduses peamine fookus kogu olusringi disainimisel. Lisaks nutikatele disainilahendustele on tähtis roll ka teadus- ja arendustegevustel, ökoinnovatsioonil, tehnoloogia arengul ja jagamismajandusel.<sup>20</sup> Ideaalis tuleks tähelepanu pöörata juba toodet kavandades, kuidas seda tarbitakse, kuidas sellest tekkivaid jäätmeid käideldakse ning kuidas jäätmed uuesti ressursina kasutusele saab võtta.

**Hällist hällini** 90ndadel arendasid William McDonough ja Micheal Braungart välja kontseptsiooni hällist hällini (*cradle to cradle*), mis on vastandiks hällist surmani ehk lineaarsele vormile. Pärast toote kasutamist võetakse materjalid ümbertötlussüsteemi osana tagasi ja jäävad seetõttu ringlusse. See aitab parandada kogu väärtuse loomise tsükli ökonoomsust ning ettevõtted võivad muutuda vähem sõltuvaks tooraineturgude hinnakõikumistest.<sup>21</sup> William McDonough ja Micheal Braungart on töötanud aastaid selle kallal, kuidas muuta inimeste arusaama prügi olemusest. Kõik materjalid, ehitised ja linnad on ressursid, millel on alati väärtus ning ei eksisteeri sellist mõistet nagu prügi. *Cradle to Cradle* kontseptsioonis eristatakse kahte materjalide tsükli: bioloogiline ja tehniline (ill. 9). Bioloogilises ringluses suunatakse materjalid biosfääri komposti näol tagasi. Tehnilises ringluses saab materjale, mis enam ei leia kasutust, ümbertöödelda ja uues tootes kasutada.<sup>22</sup>



Illustratsioon 9. Cradel to Cradel. Bioloogiline ja tehniline tsükkel. Allikas: <https://epea-hamburg.com/cradle-to-cradle/>

20 Ringmajanduse konverents. (2019). Ringmajanduse konverents – Tark Tormab.  
 21 Cradle to Cradle. <https://epea-hamburg.com/cradle-to-cradle/>  
 22 W. McDonough, M. Braungart. (2002). Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things.

Ringmajanduse põhimõtete ja eesmärkide elluviimine eeldab igaühe panust. Ühised eesmärgid Euroopa on seadnud 17 ühist eesmärki (ill. 10), mille poole püüelda, et saaksime elada meie planeedil jätkusuutlikumalt. Kaheteistkümnes eesmärk on vastutustundlik tarbimine ja tootmine, mis suunab kõiki Euroopa riike üle minema ringmajandusele ja ümber mõtlema praegused äri- ja tootmismudelid. Kõikide jäätmete ringlussevõtu protsent Eestis on hetkel vaid 32%. Kui ei muudeta seadusandlust prügimajanduse osas, siis ei suuda me saavutada 2030. aastaks nõutud 50%-list materjalide ringlussevõttu.<sup>23</sup>



Illustratsioon 10. Säästva arengu 17 eesmärki. Allikas: E.Lepik. ÜRO tegevuskava 2030 ja ülemaailmsed säästva arengu eesmärgid.

#### 4.2. Demonteerimine

Demonteerimine on süstemaatiline protsess, mis on vastupidine ehitamisele ehk viimasena paigaldatud materjalid võetakse esimesena lahti. Selle eesmärk on võimalikult palju materjale korduvkasutada, uuskasutada või ümbertöödelda, et vähendada materjalide sattumist prügimäele. Demonteerimine hõlmab rohkem kätetööd ja rasketehnika hoolikat kasutamist ning on ajamahukam kui lammutamine. Lammutamise ja demonteerimise vahel valimine sõltub paljudest teguritest. Nagu näiteks, mis on potentsiaalne materjalide kogus ja selle kvaliteet, mida saab päästa. Mida kauem hoone on kasutuseta, seda vähem on võimalik materjale ümbertöötlemisele saata. Samuti sõltub valik sellest, kas taaskasutatud materjalile on turgu ja kas see sisaldab ohtlikke jäätmeid. Lõpuks loeb ka see, kui palju on aega ehitise lammutamiseks.

23 Keskkonnaministeerium. (2019). Eesti ringmajanduse tegevuskava sai nurgakivi. <https://www.envir.ee/et/uudised/eesti-ringmajanduse-tegevuskava-sai-nurgakivi>



#### 4.2.1. Demonteerimine vs lammutamine

**Demonteerimise näide** Kuigi demonteerimine nõuab rohkem aega ja tööjõudu, on see suuremas pildis nii keskkondlikult kui ka majanduslikumalt kasulik. 2000. aastal Florida ehituse- ja keskkonnakeskus algatas programmi, mille käigus demonteeriti kuus 1- ja 2-korruselist hoonet, et võrrelda demonteerimise ajakulu ja jääkväärtuse kulutõhusust traditsioonilise lammutamisega. Hooned oli tüüpilised Kagu-Ameerika 1900. ja 1950. aasta puitkonstruktsiooniga eluhooned.

Üheks uurimuse objektiks oli 2930 NW 6. tänaval asuv ühekorruseline eramu garaažiga. Kogu hoone pind oli 2014 m<sup>2</sup>, millest 500 m<sup>2</sup> oli betoonpaneelidest garaaž. Maja ise oli puidust tellistest vundamendil. Lisaks leidis hoones kaks erinevat puitpõrandat ning kaks erinevat katuseviimistlust: metal- ja asfaltkate. Kokkuvõttes selle hoone demonteerimine võttis kauem aega kui lammutamine, kuid võrdlusest (ill.11) on näha, et suurema tööjõu ja tehnika kasutus vähendas märgataval määral utiliseerimiskulusid.

MAKSUMUS	LAMMUTUSE neto		DEMONTAERIMINE neto	
Luba	50.00		50.00	
Aspesti uuring	1,200.00		1,200.00	
Aspesti eemaldamine	740.00		740.00	
Utiliseerimine	5,873.67	96.67 t	1,344.01	22.12 t
WC	63.00		63.00	
Varustus	10.00		637.93	
Tööjõud ja tööriistad	3,504.36		8,469.38	
Kokku	11,441.03	5.68 m <sup>3</sup>	12,504.32	6.21 m <sup>3</sup>
<b>TULUD</b>				
Jääkväärtus	0.00		9,415.00	4.67 m <sup>3</sup>
<b>Neto väärtus kokku</b>	<b>11,441.03</b>	<b>5.68 m<sup>3</sup></b>	<b>3,089.32</b>	<b>1.53 m<sup>3</sup></b>
Keskmine utiliseerimiskulu on 60.76 \$ /t				

#### Majanduslik kokkuvõte 2930 NW 6<sup>th</sup> Street

*Illustratsioon 11. Lammutamise ja demonteerimise kulude võrdlustabel 2930 NW 6. tänava hoone kohta. Allikas: B. Guy. Building Deconstruction: Reuse and Recycling of Building Materials Alachua County Solid Wastes Management Innovative Recycling Project Program*

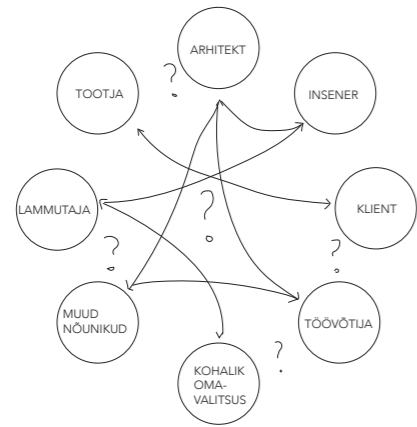
**Tulemus** Keskmine hinnanguline lammutuskulu kõigi kuue maja puhul oli 5,36 dollarit ruutmeetri kohta, millest materjalide utiliseerimine moodustas keskmiselt 40% kogukuludest. Keskmine maksumus demonteerimise korral oli 6,47

dollarit ruutmeetri kohta, mis on umbes 26% kõrgem lammutamisest. Utiliseerimiskulud demonteerimisel olid keskmiselt 15% kogukuludest. Esimene kogumaksumus ei sisalda jääkväärtust. Sel juhul on lammutamine odavam. Kui aga jääkväärtus maha arvestada, on kindlasti kasulik minna demonteerimise teed. Kui utiliseerimiskulusid jäätmejaamades veel enam tõsta, siis on kindel eelis demonteerimisel.

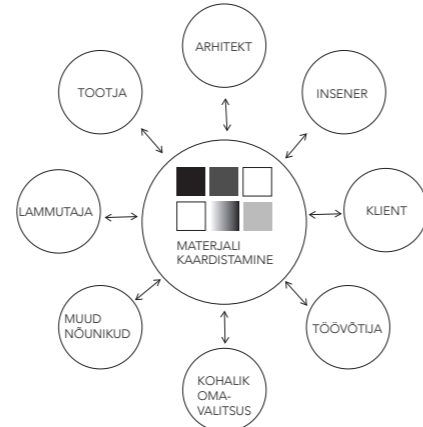
#### 4.2.2. Demonteerimise planeerimine

Kui aga materjale ei müüda edasi ega taaskasutata kohapeal, siis võivad **Demonteerimise planeerimine** transport ja ladustamine olla suured lisakulud. Siinkohal mängib olulist rolli demonteerimise planeerimine, et välja selgitada, kuidas saab erinevaid materjale ringlusse võtta. Demonteerimisega seotud kulude tasakaalustamiseks on vaja luua nende materjalide jaoks nõudlus ehk turg. See aga nõuab omakorda uut väärtusahelat, mille jaoks on vaja tihedat koostööd kõigi osapoolte vahel, nagu kohalik omavalitsus, tööstused, omanikud, lammutajad, arhitektid, insenerid.

Lendager Group on Taani büroo, kes tegeleb ringmajanduse arendamisega **Ühine platvorm** tuleviku linnades, hoonetes ja ärides. Nad on loonud endale jätkusuutliku äri strateegiaid ja annavad oma teadmisi ka edasi teistele firmadele. Sealjuures nad ise toodavad taaskasutatud ja ümbertöödeldud materjale ning integreerivad neid oma arhitektuursetes projektides. Lendager Groupi platvormi peamiseks komponendiks on koostöö. Kõigepealt on oluline välja selgitada, kes on huvirühmad ja mis on nende ühisosa. Lendager pakub välja ühisosaks materjali kaardistust (*Material Map*) ehk informatsiooni, missuguseid lammutuse käigus tekkivaid materjale on võimalik taaskasutada. Tänu materjali kaardistusele teab klient, mida tahta, lammutaja teab, mida hoida ja arhitekt teab, mida kasutada jne. Informatsioon on see, mis hoiab seda süsteemi koos.

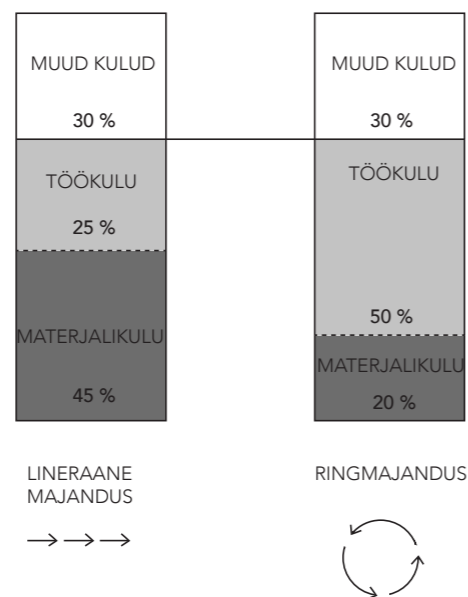


Illustratsioon 12. Koostöö on katkendlik huvirühmade vahel. Autori joonis. Allikas Lendager Group.



Illustratsioon 13. Ühisosa leidmine. Autori joonis. Allikas: Lendager Group.

**Kulude jaotus** Materjalide ja huvirühmade kaardistamine ning sellele vastava strateegia väljatöötamine nõuab suurt töökulu, kuid materjali kokkuhoid on meeletu. Olulist rolli mängib dünaamilisus, kuna alati pole õiget lahendust, vaid on palju erinevaid võimalusi. Tavaliselt hoone ehitamise kulud jaotuvad umbes 25% töökulu, 45% materjalikulu ja 30% muud kulud. Lendageri uues kulude jaotuses ei ole muutunud hoone maksumus, vaid rõhuasetus on töökulule. See on 50% kogumaksumusest ning materjalikulu on seejuures vaid 20%. Selline muudatus vähendaks nii CO<sub>2</sub>-heiteid kui parandaks ressursside planeeritumat kasutust.

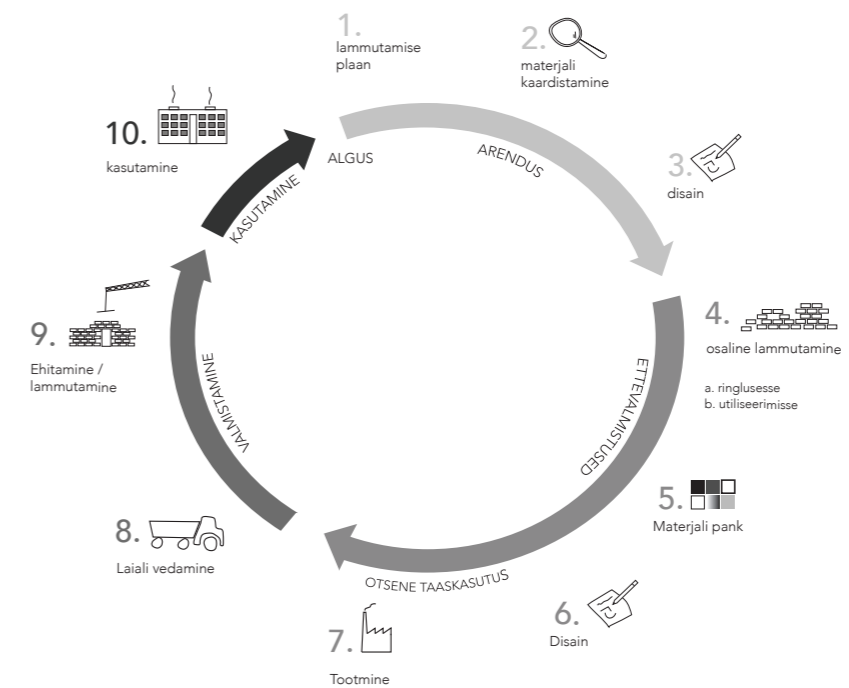


Illustratsioon 14. Uus kulude jaotus. Autori joonis. Allikas: Lendager Group

### 4.2.3. Väärtusahel

Levinud vertikaalne integreeritud väärtusahel (tooraine sisend -> tarnijad -> tootjad -> levitajad -> valmis materjal) põhineb omavahelisel konkurentsil ja seetõttu on toodetel madalam hind ja kiirem tootmine.<sup>24</sup> Lisaks mängib rolli tootmismah. Mida rohkem toodetakse, seda suurem on efektiivsus ja seda tulusamaks tootmine muutub. Selle vastandi ehk ringse väärtusahela aluseks on tihe koostöö ja informatsioon.

Ringne väärtusahel saab alguse lammutamise vajadusest, millele järgneb materjali kaardistamine. Kindlaks tuleb teha jäätmete seisukord, kui palju on väärtuslikku materjali ja kui palju vähem väärtuslikku. Sellele järgneb uute materjalide disain ja kasutuse valik, mille alusel teostatakse demonteerimine. Selle väärtusahela puhul lisatakse juba kasutusel olnud materjalidele väärtus ning selle arvelt on võimalik kompenseerida demonteerimise kulusid. Ringlusesse minevad materjalid lähevad materjalipanka, mille põhjal saavad arhitektid teha oma valiku. Selle tulemusena, vastavalt arhitektuursele projektile, viiakse jäätmed kas uuesti tootmisesse või lähevad materjalid suurema ümbertöötlemiseta otse ehitusplatsile. Peale hoone eluea lõppu algab kogu ring uuesti.



Illustratsioon 15. Väärtusahel. Autori joonis. Allikas: Lendager Group

<sup>24</sup> Coursera. Deconstruction of the Value Chain. <https://www.coursera.org/lecture/bcg-uva-darden-digital-transformation/deconstruction-of-the-value-chain-OChsy>

**Koostöö** Ringne väärtusahel muudab ka osapoolte omavahelisi suhteid. Arhitektide jaoks tavaliselt lammutaja ei ole otsene koostööpartner. Lammutaja ilmub vertikaalses väärtusahelas alles viimases etapis, kui hoonet enam ei vajata ja see tuleb lammutada. Kasutades lammutusjätmeid uutes konstruktsioonides, saavad lammutustöölised arhitekti võtmepartneriks. Tegelikult on lammutajad esimesed inimesed, kellega arhitekt võiks ühendust võtta, kuna neil on materjale, mida ta saaks kasutada. See mängib suurt rolli disaini suunamisel jätmeteta maailma poole.<sup>25</sup>

### 4.3. Materjalide taaskasutamise võimalused

**Väärtuse tõstmise strateegiad** Nagu eelmises peatükis selgus, tuleb enne hoone demonteerimist leida vabanevatele materjalidele taaskasutus. Ameerika teadlaste J. Williamsi ja G.B. Guy teooria kohaselt on kolm strateegiat, mil moel materjali väärtust tõsta. Esiteks korduvkasutus (*repeat*), mis tähendab, et konstruktsiooni elementi kasutatakse uuesti konstruktsioonina. See vajab kõige vähem täiendavat energiakulu, andes samal ajal ehitusmaterjalile teise elu. Jätksuutlikkuse vaatenurgast on see variant kõige tõhusam. Teiseks strateegiaks on uuskasutus (*rethink*). Selle rakendamisel võib algset funktsiooni ignoreerida, seda lihtsam on uute võimaluste ettekujutamine. Teatud määral nõuab uuskasutus materjali töötlemist ning võib tuua kaasa rohkemate ressursside kasutamist. Kolmandaks on ümbertöötlemine (*renew*), mis vajab kõige rohkem energiat. Materjalidele antakse töötlemise käigus uus vorm ja sisu ning eelnevad omadused ei mängi suurt rolli.



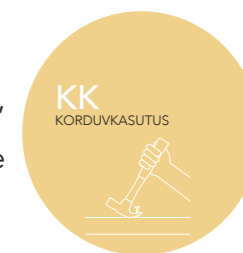
Illustratsioon 16. Materjali väärtuse tõstmise strateegiad. Autori joonis.

25 A. Lendager, D. L. Vind. (2018). A Changemaker's Guide to the Future, lk 46

Kõikide nende *upcycle*-meetodite puhul on oluline silmas pidada disaini. See on võimas tööriist, mille kaudu on võimalik muuta jäätmete väärtust, sealjuures kahjustamata arhitektuurset esteetikat, majandust ja keskkonda.

### 4.4. Korduvkasutus – repeat

Materjalide töötlemine on minimaalne. Näiteks kerge puhastamine, lihvimine, naelte eemaldamine. Näitena tooksin välja Türi Põhikooli lammutamise protsessi. Enamik materjale leidsid kasutuse ilma suurema töötlemiseta.



Türi Põhikooli lammutamine ei olnud tavapärane. Kohalikule omavalitsusele tuli idee enne hoone maatasa lõhkumist väärtuslikumad materjalid uuele ringile saata. Abivallavanema Elari Hiisi sõnul panid nad kohalikku lehte Türi Rahvaleht ja maakonnalehte Järva Teataja teate, kus kutsuti üles inimesi, kes lammutavast hoonest ja mittevajalikust inventarist midagi endale tahaks. Lisaks levitati uudist ka Kesk-Eesti TRE Raadios ja sotsiaalmeedias. Kahe kuu jooksul laekus umbes 30 avaldust. Sealhulgas oli nii eraisikuid, ettevõtteid, kolmas sektor (MTÜ) ja Türi allasutused, nagu lasteaed, koolid ja ujula. Peamiselt olid huvilised pärit Türi linnast ja vallast, aga oli ka mitmeid väljastpoolt. Kogu protsess enne lammutamist võttis aega ligi 3 kuud.

**Türi Põhikooli lammutamine**

## Ihkad koolilauda või võimlemismatte? Lammutatava kooli vara antakse soovijale ära

jt Järva Teataja



Illustratsioon 17. Allikas: Järva Teataja. (2019). Ihkad koolilauda või võimlemismatte? Lammutatava kooli vara antakse soovijale ära. — Järva Teataja. [WWW] <https://jarvateataja.postimees.ee/6533108/ihkad-koolilauda-voi-voimlemismatte-lammutatava-kooli-vara-antakse-soovijale-ara>

**Materjalide kättesaamine** Materjalide kättesaamine toimus avalduse alusel. Kohalik omavalitsus otsustas, kes mida saab. Pandi paika järjekord, kõigepealt Türi valla allasutused, siis MTÜ-d, seejärel eraisikud ja ettevõtted. Oluline oli tagada, et materjalid saaks need huvilised, kes päriselt neid rekonstrueerimisel või ehitamisel kasutavad, mitte ei lähe pärast vanametalli kokkuostu oma malmradiaatoreid müüma. See on ka põhjus, miks ei tehtud nii-öelda avatud uste päeva stiilis „tulge ja võtke“. MTÜ ja valla allasutused said materjalid enamjaolt tasuta, kuna nad kasutasid materjale oma hoonete renoveerimisel. Enampakkumine tehti plastakendele, välisustele ja malmradiaatoritele.

**Uuele ringile läinud materjalid** Materjalid, mille vastu inimesed huvi tundsid, olid väga erinevad. Uuele ringile läksid mööbel, terve võimla puitpõrand koos alustaladega, peaaegu kõik valgustid, vana tammeparkett, naturaalne linoleum, valamud, tualetipotid, tualetikabiinide vaheseinad, vihmaveesüsteem, kõnniteekivid ja plaadid, erinevad ukSED, ventilatsiooniseadmed ja -torustik, võimla inventar, aula kardinad, osaliselt elektrikaablid jne. Hoonestjäid järel ainult kivist ja betoonist seinad ja laed ning osa puit- ja parkettpõrandaid, mida ei õnnestunud tervelt kätte saada.<sup>26</sup>

**Populaarsemad materjalid** Populaarsemateks materjalideks osutusid garderoobide täispuitused, vineerist vaheseinad, välisüksed, aknad, parkett, elektrikilbid, säilinud nõukogudeaegsed valgustid. Samas oli ka materjale, mida ei saanud taaskasutada. Nagu näiteks isolatsioonimaterjalid, katusekattematerjalid, osa kaabeldust ja muu segapraht.

**Mõju lammutuskuludele** Kuigi koolimaja tehti sõna otseses mõttes paljaks, ei mõjutanud see lammutamiskulusid. Vald ei saanud tagada, et kõik kokkulepitu ka ehituse alustamise ajaks ära viiakse. Kohalik omavalitsus pidi hankedokumentatsiooni kirjutama, et teatud detailid ja seadmed võivad, aga ei pruugi olla demonteeritud.<sup>27</sup> Vaatamata kõigele leidsid asjaosalised, et selline lähenemine väärrib kordamist. Tagasiside oli hea ja paljud materjali leidsid endale uue eesmärgi.

26 Abivallavanema Elari Hiisi e-kiri (2019)

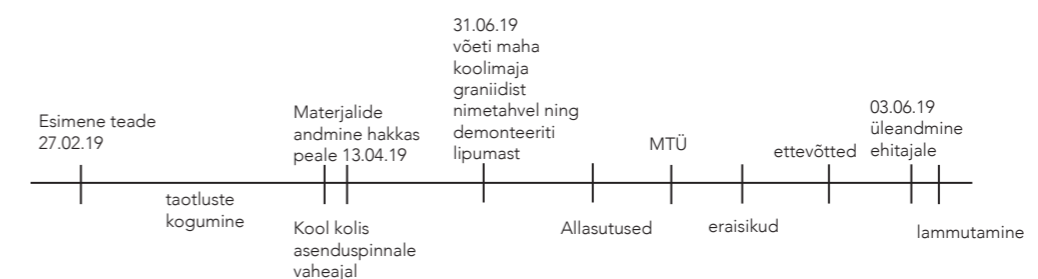
27 Abivallavanema Elari Hiisi e-kiri. (2019)



**Illustratsioon 18.** Allikas: M. Männi (2019). *Seinad on langenud: vana kooli lammutustööd algasid sööklast.* — Järva Teataja. [WWW] <https://jarvateataja.postimees.ee/6700843/seinad-on-langenud-vana-kooli-lammutustood-algasid-sooklast>

Projekti käigus ilmnisid ka mõningad väljakutsed. Esiteks tuli tagada materjalide sihipärane kasutus. Teiseks oli oluline tagada hoone turvalisus. Kurikaelad kipuvad sellistesse hoonetesse ja ilmastik võib pooledi lammutatud hooneosaid rikkuda. Lisaks tuli tähelepanu pöörata järkjärgulisele lahtivõtmisele. Avatäited jäeti ette demonteerimise ajaks, kuni hoone oli seest tühi. Samuti sai elektrilisi seadmeid ja valgusteid kätte alles siis, kui mingis hoone osas oli elekter lõplikult välja lülitatud. **Väljakutsed**

Türi Põhikooli näide oli üks esimesi katsetusi. See on hea näidisprojekt, mille põhjal töötav süsteem välja mõelda, kuidas kohalikus kontekstis materjale teisele ringile saata.



**Illustratsioon 19.** Türi Põhikooli lammutamise protsessi ajatelg esimesest teatest kuni lammutamiseni. Autori joonis.

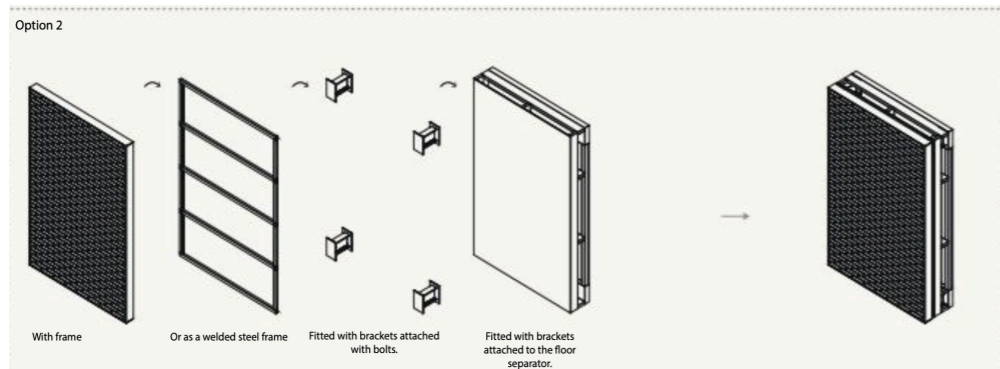


**Resource Rows**

**4.5. Uuskasutus – rethink**

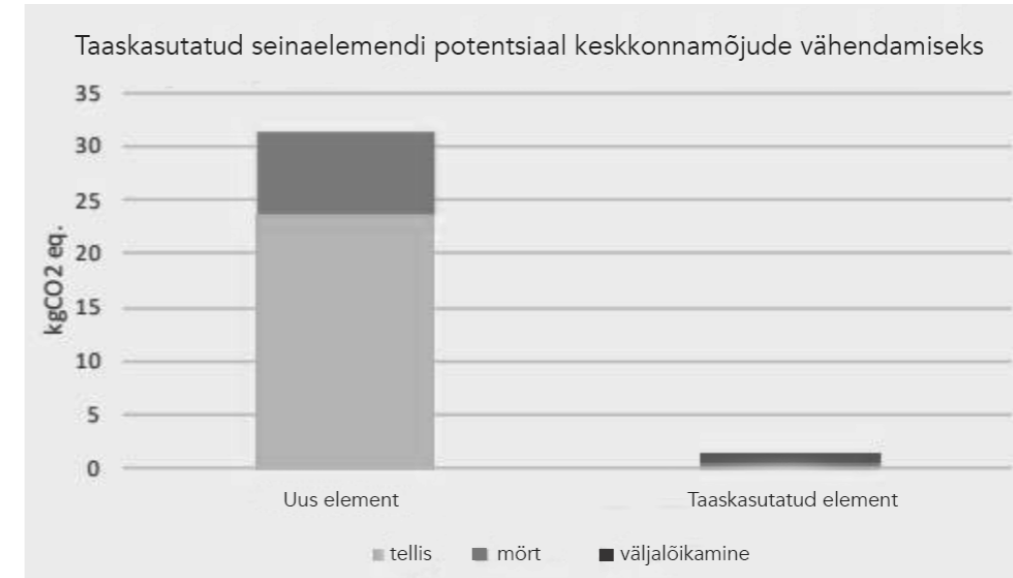
Lendageri projekt Resource Rows on üks näidetest, kuidas on võimalik olemasolevaid ressursse uuskasutada, sealjuures hoides kokku energia arvelt. Väga nutikalt on kasutatud Resource Rowsi hoone fassaadiks Carlsbergi Kopenhaageni ajaloolisest õlletehasest ja erinevatest koolidest ning tööstushoonetest välja lõigatud telliskivimooduleid.

**Moodulite lõikamine** Alates 1960. aastatest pole enam võimalik üksikuid telliseid ringlusse võtta, kuna mört on tugevam kui tellis ise. Sellegipoolest leiti lahendus, kuidas telliseid suuremate moodulite kaupa välja lõigata ja uuesti kokku panna. Siinkohal mängib suurt rolli disain. Lõigatud tükid pandi vormi ja tagakülg stabiliseeriti taaskasutatud betooniga pragude ärahoidmiseks. Lisaks kinnitati tellisemoodulid puitsõrestikkonstruktsioonile (ill.20), mis võimaldab elementide uuesti lahtivõtmist. Juba disaini protsessis on mõeldud sellele, kuidas on võimalik tulevikus hoonet demoneerida, et materjalid säilitaks oma väärtuse.



Illustratsioon 20. Tellismoodulite valmistamine. Allikas: A Changemaker's guide to future. Lendager Group

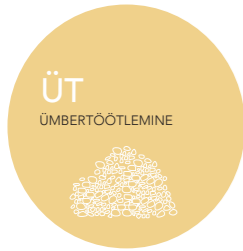
Selle projekti tulemusena on antud tellistele uus elu ja vähendatud hoone süsinikuheidet. Võrreldes uue materjali tootmisega on nendel moodulitel väga suur eelis keskkonnasaaste suhtes. Sealjuures annab unikaalne fassaad hoonele iseloomu ja ajaloolise väärtuse.



Illustratsioon 21. Taaskasutatud seinalelemendi potentsiaal keskkonnamõjude vähendamiseks. Allikas: A Changemaker's Guide to the Future. Lendager Group



Illustratsioon 22. Resource Rowsi hoone fassaad, milles on kasutatud tehaste ning koolide seintest välja lõigatud tellisemooduleid. <https://lendager.com/arkitektuur/ressourceraekkerne/>



#### Stonecycling

### 4.6. Ümbertöötlemine – renew

Hollandis tegutseb ettevõtte nimega Stonecycling. Nad tegelevad telliste tootmisega, mis on tehtud mineraalsetest ehitusjätmetest, nagu näiteks tellis, kivi ja betoon. Nad ei piirdu ainult sellega, vaid lisaks kasutavad ka keraamika-, klaasi- ja isolatsioonitööstuse jätmeid. Seetõttu on ka WasteBasedBrick tellistel väga omapärane väljanägemine. Nende suurem eesmärk on toota telliseid 100% jätmetest ja, et need oleks 100% taaskasutatavad. Hetkel suudavad nad toota telliseid minimaalselt 60% jätmetest. Need tooted sobivad nii väli- kui ka sisetingimustes kasutamiseks.



Illustratsioon 23. WasteBasedBrick. Allikas: <https://www.stonecycling.com/wastebasedbrick>

**Tagasivõtu strateegia** Nende ringne mudel töötab hetkel tagasivõtu meetodil. Jätmed kogutakse 150 kilomeetri raadiuses olevatest tehastest kokku<sup>28</sup>. Seejärel nad purustavad jätmed imepeenikeseks pulbriks ja segavad kindlad ained omavahel kokku ning põletavad kõrgel temperatuuril. Peale seda on WasteBasedBricki telliskivid valmis kasutamiseks ehitusel. Peale hoone eluea lõppu on võimalik tellised uuesti lahti võtta ja need tagasi tehasesse saata. Kui aga tellised on säilitanud oma esialgsed omadused, on võimalik need suunata järgmisele ehitusobjektile. Seda strateegiat kasutades pole Stonecycling mitte ainult uute jätmete teket vähendanud, vaid ka andud uue tähenduse toote ja teenuse koos müümisele.

<sup>28</sup> The Method Case (2017). WasteBasedBrick & StoneCycling, unique building materials from waste. <https://www.themethodcase.com/waste-based-brick-stone-cycling-project-tom-van-soest/>

Kõige keerulisem sellise toote valmistamisel on tagada materjali stabiilne sissetulek ja edukas turule toomine. Iga tellis vajab uut sertifikaati ja peab vastama Euroopa Liidu standarditele. See tähendab, et tellise segud ei saa kogu aeg varieeruda. Ja muidugi kui WasteBasedBricki tellist kõrvutada praegu turul olevate tellistega, siis on Stonecyclingi toode kolm korda kallim. Selle toote eeliseks on aga unikaalsus.

Väljakutsed

2016. aastal valmis ka üks esimesi hooneid, kus on kasutatud WasteBasedBrick toodet. See asub Rotterdams ja arhitektiks on Nina Aalbers, kes on ka selle maja elanik. Konkreetselt selle hoone ehitamisel on kasutatud 15 000 kg jätmeid ja väga suur osa CO<sub>2</sub>-heiteid kokku hoiatud. Lisaks eksperimenteeriti selles hoones ja seoti tellised ilma mördita, et peale hoone eluea lõppemist oleks neid võimalik kahjustamata lahti võtta.

Valmis näide



Illustratsioon 24. Arhitekt Nina Aalberi kodu. Rotterdam. Allikas: <https://resource.co/article/wastebasedbricks-laying-foundations-sustainable-building-11520>

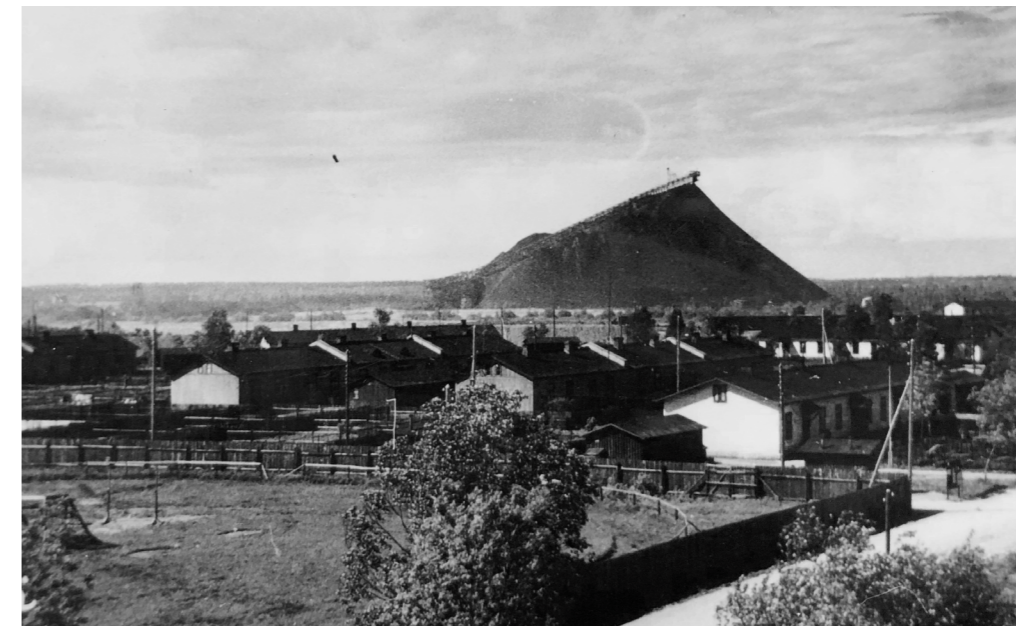
Ilmtingimata ei vaja taaskasutus keerulisi tehnoloogiaid. Vajalikud tööriistad on meil olemas, neid tuleb lihtsalt kasutada. Peamisteks raskusteks ongi tõrked ühiskonnas ja meie struktuurides, mis ei ole hetkel avatud materjalide ringmajandusele.

## 5.MATERJAL

### 5.1. Ida-Virumaa

Ida-Virumaa identiteet on peamiselt seotud põlevkivi kaevandamise ja elektrienergia tootmisega. Eelmisel sajandil rajatud tööstuste ja kaevanduste taristu on üsna muljet avaldav ja on jätnud endast maha omamoodi tehisliku maastiku. Teatavasti on kaevandamine keskkonnale koormav, kuid nii inimene kui ka loodus on võimelised olukorraga kohanema. Tänapäevaks on need rajatised muutunud Ida-Virumaa atraktiivseteks külastusobjektideks. Üheks silmapaistvamaks tunnuseks on kõrgustesse kerkinud tuha- ja aherainemäed, millela ei kujuta sealset piirkonda enam ette. Lisaks on kaevandamise tagajärjel tekkinud maapealsed augud ja kraavid. Ajapikku on need täitunud veega, mis meelitab inimesi uudistama oma ebatavalise helesinise värvuse tõttu. Selle kõigega seonduvalt on Ida-Virumaa loomas uut kuvandit, mis tutvustaks just sealset industriaalmaastikku ja pakuks külalistele huvitavaid elamusi.

**Põlevkivitööstuse  
pärand**



*Illustratsioon 25. Kiviõli töölisbarakkide taustal on kõrgumas poolkoksimägi. Foto: Kiviõli keemiatööstuse fotokogu.*

1980ndate lõpul elas Ida-Virumaal üle 220 000 inimese.<sup>29</sup> Kohe peale Nõukogude Liidu lagunemist hakkas Ida-Virumaa rahvastik järjepidevalt kahanema ja on jõudnud 2019. aasta seisuga 136 240 inimeseni. Kõigest

**Ida-Virumaa  
rahvastik**

<sup>29</sup> Eesti Statistikaamet. (1995). Eesti rahvastik rahvaloenduste andmetel, lk 41.

2018. aastal vähenes. Ida-Virumaa rahvaarv 2026 inimese võrra.<sup>30</sup> Nii mõnestki asumist on saanud kummituslinn. Kõige tuntum näide on põlevkivikaevanduse juurde rajatud Viivikonna asum, kus 1989. aastal elas 1406 inimest<sup>31</sup>, kuid nüüdseks on järel vaid sadakond inimest.

**Tuleviku prognoos** 2013. aastal läbi viidud uuringu alusel oli Ida-Virumaal 86 tühja või kuni 25% ulatuses tühja korterelamut.<sup>32</sup> Statistikaameti prognoosi kohaselt väheneb Ida-Virumaa rahvaarv 2045. aastaks veel 50 000 inimese võrra. Rahanduseministeerium on kalkuleerinud, et 50 000 inimese lahkumine toob kaasa umbes 25 000 eluruumi tühjaksjäämise. Kui Ida-Virumaa keskmine kortermaja koosneb 35 korterist, siis võib lihtsa arvutuse abil järeldada, et tühjade kortermajade arv võib kasvada 700–800ni.<sup>33</sup> Kindlasti ei tähenda see seda, et kõik need 700–800 kortermaja tuleb lammutada. Loodetavasti „Tühjenevate kortermajade projekti“ uue strateegia alusel mõned neist ka renoveeritakse. Kuid sellegipoolest tuleb suur osa kortermaju lammutada, mis omakorda toob kaasa suure koguse lammutusjäätmeid.

**Ida-Virumaa tüüpilised kortermajad** Ida-Virumaal on 2176 korterelamut,<sup>34</sup> millest enamik on ehitatud aastatel 1946–1990. Sellesse perioodi jäävad nii kivist stalinistlikud hooned, Hruštšovi-aegsed silikaadist ja betoonplokkidest hruštšovkad ja hilisemad raudbetoon-paneelmajad. Vaatluse alusel on märgata kõige rohkem tühje kortereid hruštšovkades ja Stalini-aegsetes hoonetes. Hilisemad paneelmajad on kõige rohkem asustatud.



Illustratsioon 26. Ida-Virumaa peamised kortermajade tüübid. Autori joonis.

30 Eesti Statistikaamet. Rahvaarvu muutuse komponendid maakonna järgi, haldusjaotus seisuga 01.01.2018.

31 Eesti Statistikaamet. (1995). Eesti rahvastik rahvaloenduste andmetel, lk 118.

32 Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. (2013). Uuring kasutusest väljalangenud ja mahajäetud elamufondi võimalikust probleemsest, lk 6.

33 Kirjavahetus Dimitri Moskovetšiga.

34 Eesti Statistikaamet. (2011). Rahva ja eluruumide loendus.

Kahtlemata on kõik need kortermajad osa ajaloo kihistustest. Kui aga otsustada, milliseid hooneid lammutada, siis esimeseks valikuks on hruštšovkad. Võrreldes stalinistlike kortermajadega on nad subjektiivselt hinnatuna vähem väärtuslikumad. Materjali valik, ehituskvaliteet ja arhitektuurikeel on mõnevõrra vaesem. Hruštšovkade levik üle Eesti on palju laialdasem, mis muudab need vähem ainulaadseks. Eelmainitud hinnangutest lähtudes keskendun hruštšovka-tüüpi kortermajade lammutusjäätmete taaskasutusele.

## 5.2. Hruštšovka

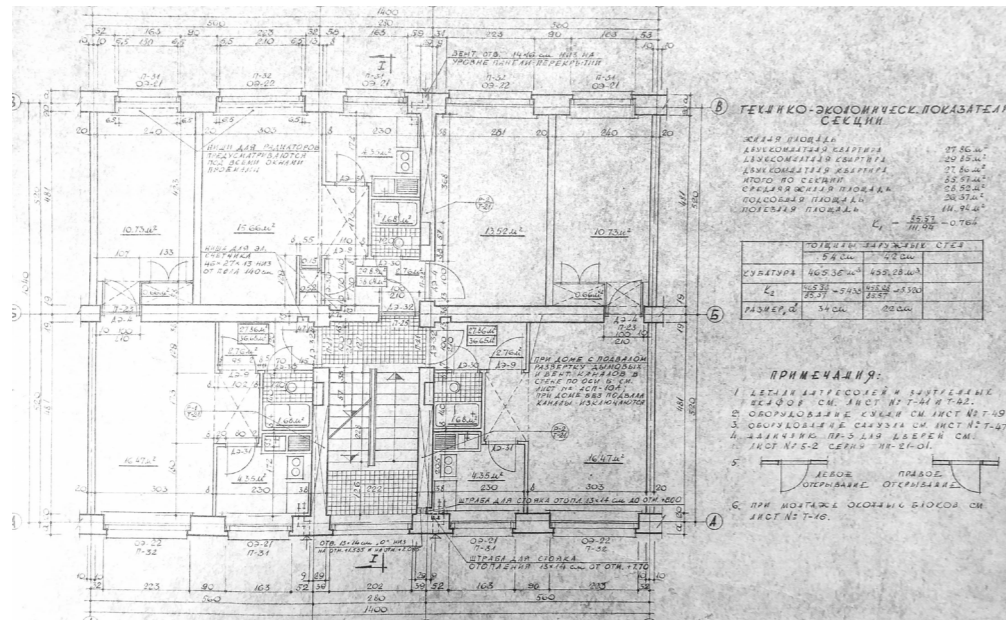
Hruštšovkade võidukäik sai alguse 1960ndate algul, kui Stalini võim Nõukogude Liidus asendus Hruštšovi sulajaga. Uusarhitektuur vastandus oma planeeringult ja kontseptsioonilt varasematele stalinlikele kortermajadele. Seda arhitektuuri nimetati valeks ja selle asemele pidi tulema hoopis industriaalne arhitektuur. Nagu on tabavalt öelnud arhitektuuriajaloolane Mart Kalm: „Stalinistlik arhitektuur oli oma esteetilises ebamajanduslikkuses olnud ühtepidi äärmus, Hruštšovi-aegne arhitektuur oli kui kunsti vaenamine ja täielik allutamise ehitaja diktaadile oli teine äärmus. Enne oli ametlikus ideoloogias helge tuleviku kujundajana väga tähtis ilusat perspektiivvaadet akvarelliv arhitekt, nüüd sai õnnesevaks paneelemonteeriv ehitustöölaine.“<sup>35</sup>

Hruštšovkad olid väga oma aja nägu. Võimutseva korteripuuduse tõttu viidi korterite disain äärmusliku ratsionaalsuseni. Püüti leida kiireid ehituslahendusi, kuidas võimalikult palju inimesi saaksid endale eraldi elamispinnad. Peamiselt ehitati paari erinevat tüüpprojekti silikaattellisest või betoonblokkidest kolme trepikojaga kortermaju. Selles olid ühe-kahetoalised korterid. Populaarsemaks seeriaks oli 1-317, mille autoriteks on M.Pordi juhtimisel R.Urb, R.Liiberg, Ü.Ellandi ja insener O.Sammal.<sup>36</sup> Üsna väikesed korterid, pisikese vannitoa ja köögiga olid mõeldud vaid ühte laadi perekonnale ja nendest kasvati kiiresti välja. Ka tänapäeval on neid keerulisem kohandada praegustele nõudmistele.

35 M.Kalm. (2001). Eesti 20.sajandi arhitektuur, lk 285

36 M.Kalm. (2001). Eesti 20.sajandi arhitektuur, lk 329

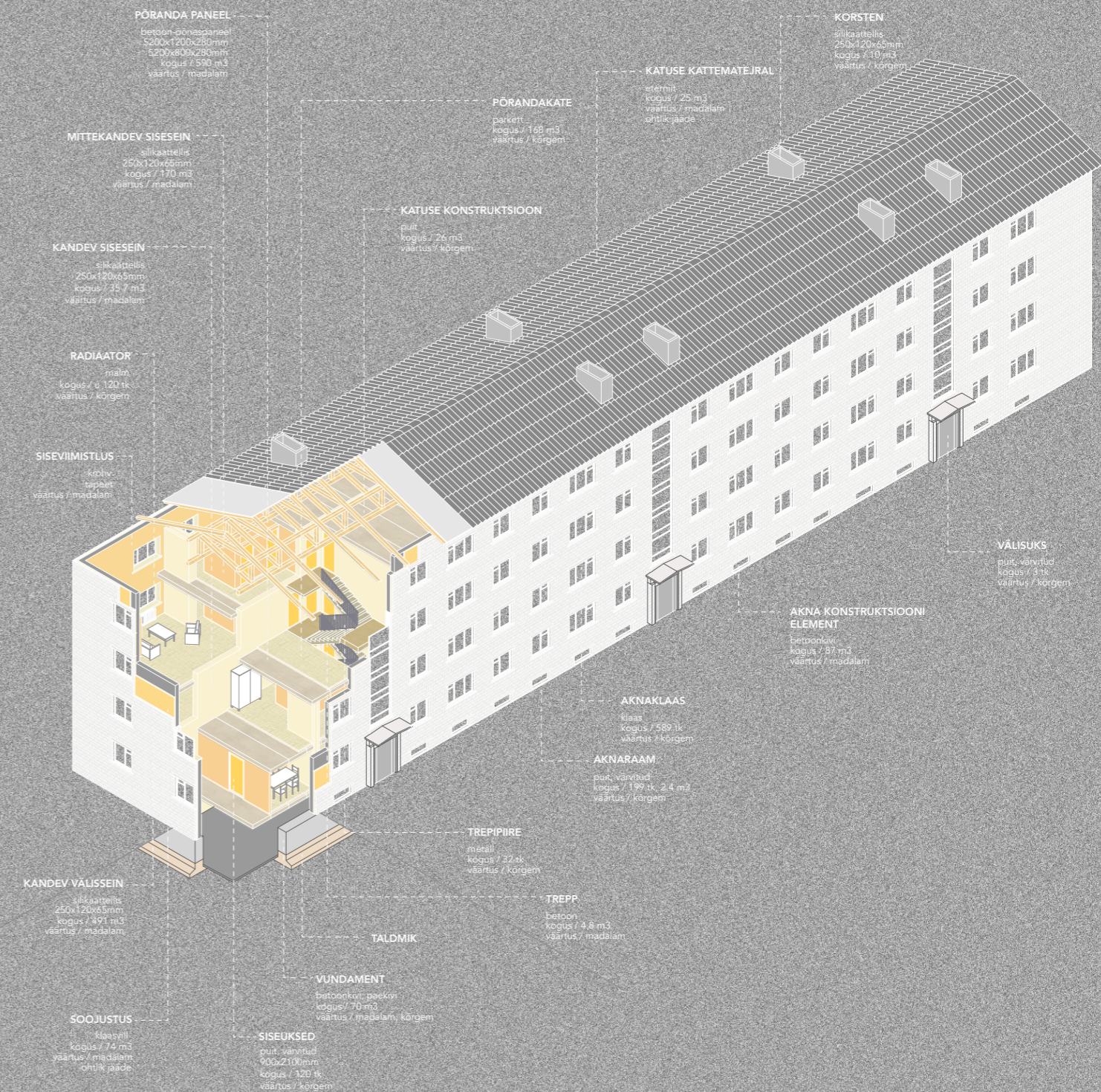




Illustratsioon 27. Hruštšovka seeria 1-317 sektsiooni plaan. Allikas: Rahvusarhiiv

**Ajastukohane materjal** Lisaks arhitektuurikeelele mõjutab hoonete väärtust materjal. “Nõukogude perioodil oli materjalide tootmine ja turustamine korraldatud riiklikult ega lähtunud mitte turunõudlusest, vaid ette antud plaaninormidest. See tähendab, et kasutatud ehitusmaterjalid ei kajasta sageli mitte niivõrd inimese isiklike eelistusi, kuivõrd peegeldavad parasjagu saada olnud sortimenti.”<sup>37</sup> Kuna parasjagu toimus industriaalajastu areng ja masstootmine võttis võimust, toodeti põhiliselt tehastes silikaattelliseid, betoonist ja silikaltsiidist suurplokke. Käsitöö järkjärguline asendumine masinatöoga tõi kaasa ka muudatusi materjalide väärtustamises. Materjali teeb väärtuslikuks üldjuhul selle ainulaadsus ja tema omadused. Massiliselt tehases toodetud silikaadi ja betooni väärtust peetakse seetõttu vähem väärtuslikumaks ja seostatakse Nõukogude disainivaese arhitektuuriga.

**Hruštšovka peamised materjalid** Lisaks silikaadile ja betoonplokkidele kasutati seerias 1-317 mõnedel juhtudel vundamendiks paekivi, vahelagede konstruktsioonis betoonist õõnespaneelid ja viilkatuse konstruktsioonis puitsarikaid, mis kaeti eterniidiga. Nii mõneski hoones paigaldati ka soojustuseks klaasvilla. Aknad ja uksed olid originaalselt puidust, aga praeguseks on nii mõnedki vahetatud pakettakende vastu. Trepid on valatud betoonist ja piire metallist.



Illustratsioon 28. Silikaattellisest hruštšovka seeria 1-317. Autori joonis.

37 Maris Mändel, Tehiskivimaterjalid Eesti 20. sajandi arhitektuuris, 2019. lk 34

ANALÜÜS

Material	Omadused	Kogus			Väärtus	
		m³	suur	väike	kõrgem	madalam
 välissein silikaattellis	Valmistatud lubjast ja kvartslivast. Ilmastiku- ja tulekindel, heliisoleeriv ning väga vastupidav ehitusmaterjal.	491	✓			✓
 siseseinad silikaattellis	Valmistatud lubjast ja kvartslivast. Tulekindel, soojust akumuleeriv, sisekliimat stabiliseeriv helipidav ning väga tugev.	527	✓			✓
 kivi (betoonkivi)	Koostis tsement, liiv ja vesi. Tugev, veepidav, külmakindel.	87		✓		✓
 põrandad ja laed raudbetoon	Koostis tsement, liiv ja vesi, armatuur. Tugev, veepidav, külmakindel, kestev, raske.	590	✓			✓
 akanraam puit	Kerge, tugev, hingav, kestev, imendab niiskust, kergesti töödeldav materjal.	2,4 (199 tk)		✓	✓	
 klaas	Koostis: liiv, sooda, lubjakivi, alumiiniumoksiid. Läbipaistev, suhteliselt tugev, raskesti kuluv, oluliselt inertne ja anorgaaniline, ümbertöödeldav materjal.	1,2 (589 tk)		✓	✓	
 välisüksed värvitud puit	Kerge, tugev, hingav, kestev, imendab niiskust, kergesti töödeldav materjal.	0,45 (3 tk)		✓	✓	
 siseüksed värvitud puit klaas	Kerge, tugev, hingav, kestev, imendab niiskust, kergesti töödeldav materjal.	340 (120 tk)		✓		
 soojustus klaasvill	Koostis: klaaskiud. Kerge, sooja- ja helipidav ning tulekindel. Tervist kahjustav.	80		✓		✓
 katus eterniit	Koostis: asbesti kiud, tsement. Vastupidav, vee- ja tulekindel, elastne, odav. Mürgine	25		✓		✓
 katus konstruktsioon puit	Kerge, tugev, hingav, kestev, imendab niiskust, kergesti töödeldav materjal.	26		✓	✓	
 vundament paekivi	On karbonaatkivimid, mis kuuluvad biokeemiliste merepõhja setendite rühma. Värvus valge-kollane, suhteliselt tugev, hea ehitusmaterjal.	70		✓	✓	
 trepp raudbetoon	Koostis tsement, liiv ja vesi, armatuur. Tugev, veepidav, külmakindel, kestev, raske.	4,8		✓		✓
 trepipiirded metall	Tugev, plastne, lihtsasti sepiatav ja vormitav, hea soojus- ja elektrijuhtivus, kõrge sulamistemperatuuriga, korrodeeriv.	32 tk		✓	✓	
 malm-radiaatorid	Malm on süsiniku ja raua sulam. Madala sulamistemperatuuriga ja kasutatakse valusulamina. Hea vedelvoolavus ja väike kahanemine	u 120 tk		✓	✓	
 segapraht		-				✓

Illustratsioon 29. Silikaattellisest hruštšovka seeria 1-317 materjali analüüs. Autori joonis.

### 5.3. Silikaattellis

Nagu eelnevalt mainitud, tõi tööstusrevolutsioon kaasa ehituses muutusi. Üheülbaline Käsitsi vormitud tellised asendati standardiseeritud silikaattellise arhitektuur masstoodanguga. Silikaattelliste tootmine Eestis sai alguse 20. sajandi esimesel kümnendil, kui avati esimene tehas Tallinnas. Neid ehituskive valmistati lubjast ja liivast ning tellise kivistumine toimus autoklaavis. Sarnase tehnoloogiaga valmistatakse silikaattelliseid tänapäevani. Algselt kasutati silikaattellist üksikutes hoonetes. Fassaadil eksponeeritud kivi andis edasi modernistlikku stiili. Materjali kasutamise kõrgajaks võib pidada 1950.–1960. aastaid. II maailmasõja järgsel perioodil oli silikaattellis üks väheseid kättesaadavaid ehitusmaterjale, mille kvaliteet oli enam-vähem stabiilne. Kerkisid nii individuaalmajad, korterelamud, koolid, klubid, kontorid kui ka põllumajandushooned. Loomulikult tõi selline ühe materjali üleekspluateerimine kaasa tüdimuse ning veel kaasajalgi kipub silikaattellis Eesti inimese teadvuses seostuma eeskätt nõukogudeaegse üheülbalise arhitektuuriga.<sup>38</sup> Kuid sellegipoolest on tegemist hea ehitusmaterjaliga, see on väga vastupidav nii ilmastikule kui tulele.



Illustratsioon 30. Hruštšovka kortermajad silikaattellistest, Kiviõli, 2019. Autori foto.

**Taaskasutus** Materjalid, nagu klaasvill ja eterniitkivi, kuuluvad ohtlike jäätmete hulka. See tähendab, et need materjalid tuleb utiliseerida. Kõik puitelemendid, metall ning klaas on kõige lihtsamini taaskasutatavad ning neil on materjalidest kõige suurem jääkväärtus. Kõige keerulisem on taaskasutada betooni ja silikaati, võttes arvesse nende materjalide väikest jääkväärtust, massi ja kvaliteeti pärast hoone lammutamist.

38 M.Mändel. (2019). Tehiskivimaterjalid Eesti 20. sajandi arhitektuuris, lk 100.

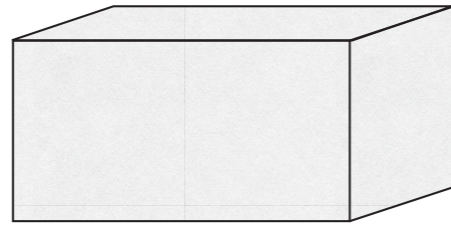
## SILIKAATELLIS

### Koostis

kvartslüiv 92-95%  
lubi 5-8%

### Mõõdud

250x120x65 mm



### Näitaja

### Väärtus

survetugevus	M25 (25N/mm <sup>2</sup> )
veeimavuse kiirus	0,6 ... 1 kg/m <sup>2</sup> min
soojujuhtivus	kuiv kivi $\lambda=0,7 \dots 0,8$ W/mK niiske kivi (W=5%) $\lambda=1,0$ W/mK
külmakindlus	vähemalt 108 tsüklit
tulepüsivus	120 mm - REI120
tihedus	1850 ... 1950 kg/m <sup>3</sup>
niiskuskahanemine	$\epsilon = 0,2 \dots 0,4$ mm/m
paindetugevus	4 ... 5 N/mm <sup>2</sup>
tulekindlus	mittepõlev (klass A1)
müraisolatsioon	1- kivisein – 56 dB ½ -kivisein – 48 dB ¼ -kivisein – 44 dB

*Illustratsioon 31. Silikaatellise omadused. Autori joonis. Allikas: <https://silikaat.ee/toode/silikaatellised>.*

**Taaskasutus** Silikaatellist on peaaegu et võimatu ühes tükis müüritisest lahti võtta. Tellise ladumisel kasutatud tsementmört on tugevam kui tellis ise. Nende kahe materjali eraldamine tervelt on väga suur töö. Võttes arvesse silikaatellise vähest väärtust inimeste silmis, leian, et parim lahendus oleks materjal ümber töödelda täitematerjaliks.

## 5.4. Betoonplokid, -kivid, -paneel

Enne I maailmasõda toodeti väikeettevõtetes peamiselt betoonkive- ja plokkide, millega oli ehitajal lihtne ümber käia. Peale sõda aga muutusid vabrikus valmistatud betonelemendid suuremaks ja hüppeliselt kasvas tootmisõudlus. Üleriigiline korteripuudus ärgitas otsima alternatiivseid lahendusi. Hakati piiluma läänemaailma ja võeti sealt eeskujuna suurpaneelidest mikrorajoonide ehitamisel. Suurpaneelmajade ehituse eelduseks oli 1960. aastal oma tegevust alustanud Tallinna Raudbetootodete Tehas Lasnamäel. 1965. aastal läks Männikul käiku teine raudbetoonpaneelide tehas.<sup>39</sup> Sealt saigi alguse suurpaneelide võidukäik. Kahtlemata on see jätnud suure jälje meie arhitektuuri ajalukku.

**Paneelide tootmine**



*Illustratsioon 32. Peale sõda Kiviõli uue elamurajooni ehitamine, 1962. Foto: Loss, G. Allikas: <https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=8a9d1d73173a48babcbfd7e74afe65b>*

Nii betoonpaneeli nagu ka silikaadi korduvkasutamine on keeruline, kuna nende kvaliteet ja tugevus on kaheldav. Võimalik oleks paneele uuskasutada ehk leida neile teine funktsioon. Näiteks katendi või ajutise barjääri näol. Kolmas variant on ümbertöötlemine, kus muutub nii füüsiline kuju kui ka funktsioon, sel moel on võimalik kasutada betoonpuru uuesti täitematerjalina.

**Taaskasutus**

<sup>39</sup> M.Mändel. (2019). Tehiskivimaterjalid Eesti 20. sajandi arhitektuuris, lk 101

# BETOON

## Koostis

Portlandsement 15%  
Liiv, kruus 75%  
Vesi 10%



## Betooni põhiomadusi mõjutavad tegurid on:

vesi-tsementtegur,  
tsemendi liik ja tugevusklass,  
kivistumistingimused (temperatuur, niiskus),  
täitematerjalide kvaliteet ja teraline koostis,  
seguvee kvaliteet,  
betoonisegu paigaldamise kvaliteet.

allikas: Betooni põhiomadused  
<https://www.knc.ee/et/node/4125>

Survetugevusklass (tähis C)	normtugevus (N/mm <sup>2</sup> )	näidiskasutusviis
C 8/10	10	terrassiplaadid, sillutis, mitte konstruktsiooni tööd
C 12/15	15	sillutise äärekivi, põrandakate ( <i>floor blinding</i> )
C 16/20	20	elamute põrandad ja vundamendid (kus konstruktsiooni kaal on kergem), põrandaplaadid
C 20/25	25	ehituseks kõigis valdkondades, mitmeotstarbeline betoonisegu, tavaliselt kasutatakse vundamendiks
C 25/30	30	kasutatakse välisseinte ja paneelide ehitamiseks ning teede ja maanteedehitusel
C 30/37	37	
C 32/40	40	
C 35/45	45	vundament, talad, teed, talub keemilist korrosiooni
C 40/50	50	

## Betooni koostise ja omaduste soovitatavad piirväärtused

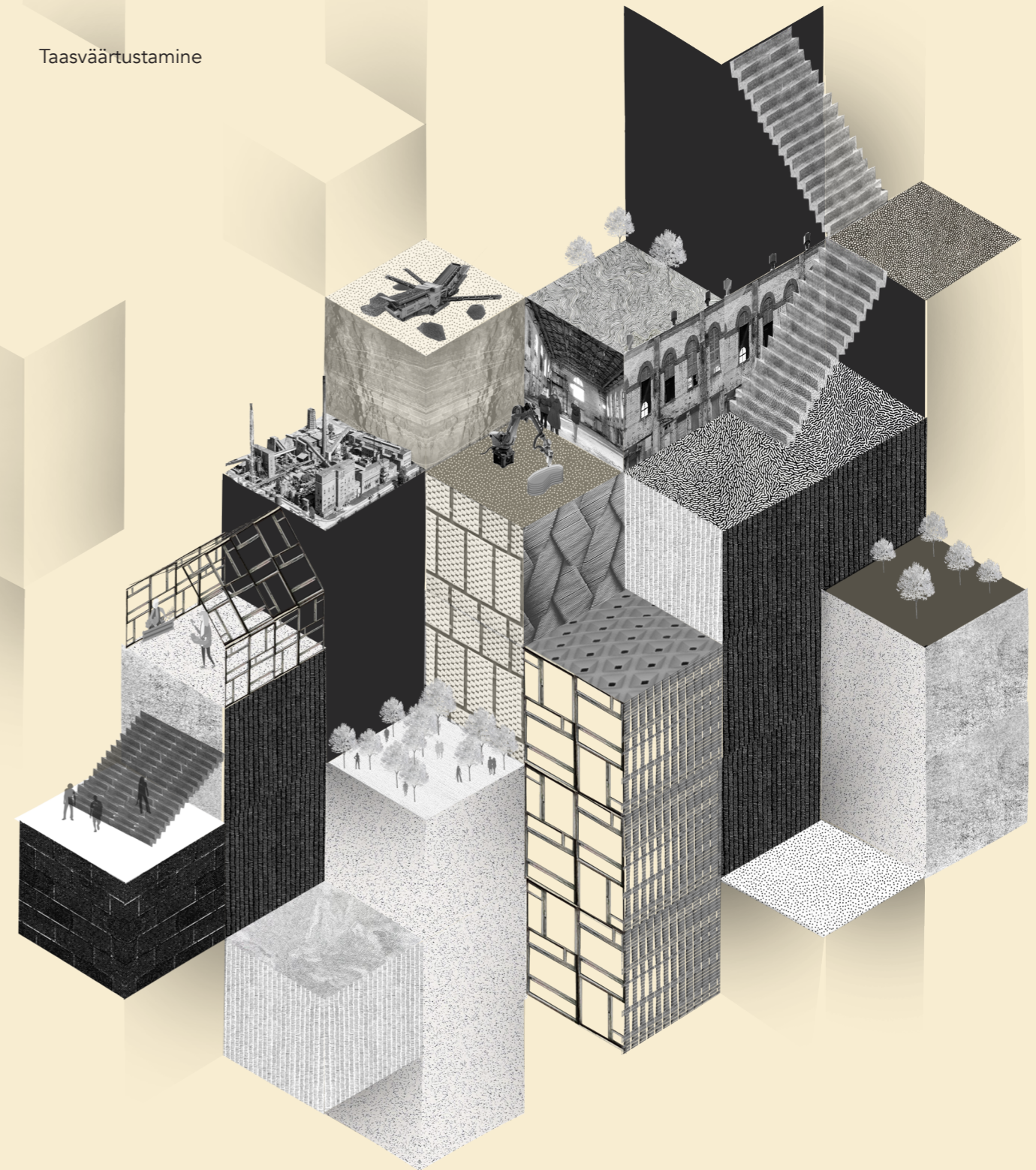
KESKKONNKLASS																						
	Korrosiooni-ohu puudub	Karboniseerumisest tulenev korrosioon								Kloriididest tulenev korrosiooni-ohu						Külmumise/ sulamise mõjur				Agressiivne keemiline keskkond		
		Merevesi				Muud kloriidid (mis ei pärine mereveest)				XF1		XF2		XF3		XF4		XA1	XA2	XA3		
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3			
Maksimaalne vesi-tsementtegur	...	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,45				
Minimaalne tugevusklass	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45				
Minimaalne tsemendi sisaldus (kg/m <sup>3</sup> )	...	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360				
Minimaalne õhusisaldus (%)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	4,0 <sup>a)</sup>	...	...	...					
Muud nõuded												Piisava külmumis/sulamis-kindlusega standardile EN 12620 vastav täitematerjal				Sulfaadikindel tsement <sup>b)</sup>						
<p>a) Kui õhku ei manustata, tuleks betooni toimivust katsetada, kasutades sobivat katsemeetodit ja võrrelda betooniga, mille külmakindlus antud keskkonnaklassi puhul on kontrollitud.</p> <p>b) Kui keskkonna sulfaate sisaldus viib keskkonnaklassideni XA2 ja XA3, siis on oluline kasutada sulfaadikindlaid tsemente, mis vastavad standardile EN 197-1 või vastavatele täiendatud rahvuslikele standarditele.</p> <p>c) k – väärtuse kontseptsiooni rakendamisel muudetakse vesi-tsementtegurit ja tsemendisaldust vastavalt jaotisele 5.2.5.2.</p>																						

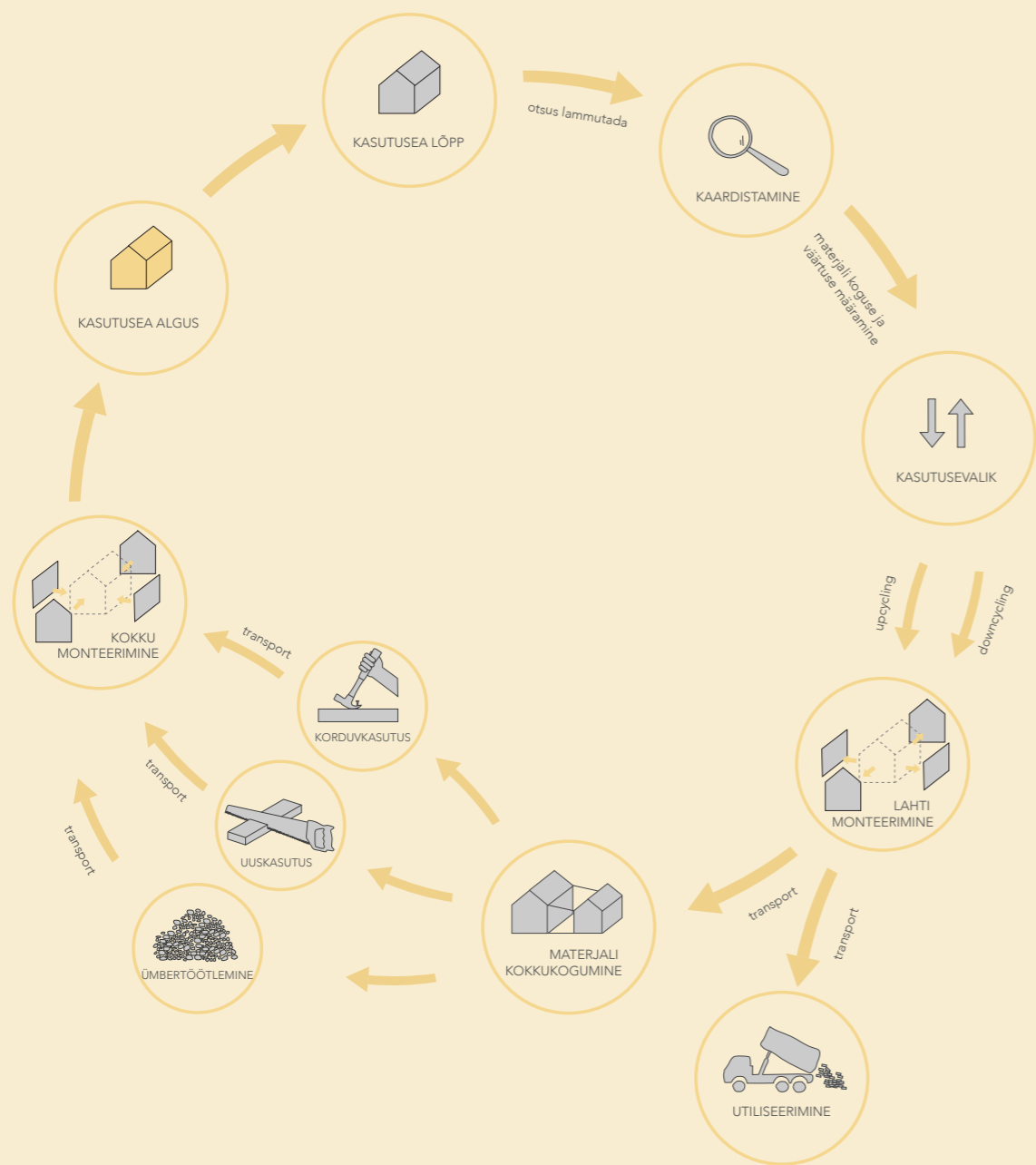
allikas: [https://betoonimeister.ee/betoon/betooni-klassid/?gclid=EAlaI-QobChMI2uW\\_vL3n5wIVCaQYCh3ixASyEAAYASAAEgJEYvD\\_BwE](https://betoonimeister.ee/betoon/betooni-klassid/?gclid=EAlaI-QobChMI2uW_vL3n5wIVCaQYCh3ixASyEAAYASAAEgJEYvD_BwE)

Illustratsioon 33. Betooni omadused. Autori joonis. Allikas: [https://betoonimeister.ee/betoon/betooni-klassid/?gclid=EAlaI-QobChMI2uW\\_vL3n5wIVCaQYCh3ixASyEAAYASAAEgJEYvD\\_BwE](https://betoonimeister.ee/betoon/betooni-klassid/?gclid=EAlaI-QobChMI2uW_vL3n5wIVCaQYCh3ixASyEAAYASAAEgJEYvD_BwE)

# II OSA

Taasväärtustamine





Illustratsioon 34. Materjali ringlus. Autori skeem.

## 6. TAASVÄÄRTUSTAMINE

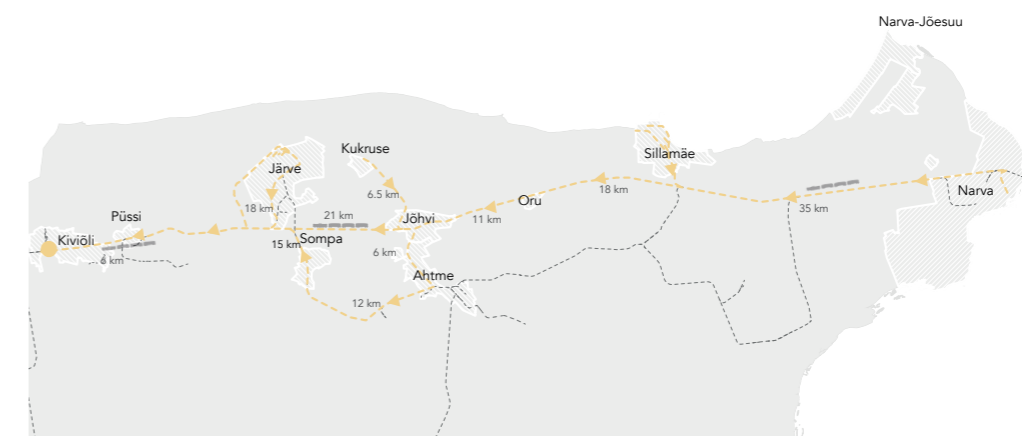
### 6.1. Idee

Projekti eesmärk on tutvustada taaskasutamise potentsiaali kolmes erinevas **Kontseptsioon** mõõtkavas. Esiteks hoone ehituses, teiseks avalikus ruumis ja kolmandaks privaatsetes ruumis. Selle toetamiseks on idee luua Kiviõli Keemiatööstuse kasutuseta hoonetesse materjalikeskus, mis ühendaks nii ümbertöötlemise, uue materjali tootmise kui ka teabekeskuse.

1.  **SUUR SKAALA**  
hoone ehitus
2.  **KIVIÕLI AVALIK RUUM**  
linnaruumi arendamine
3.  **KIVIÕLI PRIVAATNE RUUM**  
iseehitamise traditsiooni jätkamine

Illustratsioon 35. Taaskasutatud materjali kasutus erinevates skaalades. Autori joonis.

Tühjade kortermajade lammutusjäätmete tagasi ringlusesse saatmiseks **Materjali kokkukogumine** on vaja esmalt kogu Ida-Virumaalt materjal kokku koguda ja Kiviõlisse ümbertöötlemiseks transportida. Ida-Virumaa kontekstis on suure hulga materjali töötlemine mõistlik, kuna hea raudteetransport soodustab materjali kokkukogumist eri paikadest ja sealt tagasi ringlusesse saatmist. Sel moel oleks võimalik tagada stabiilne lammutusjäätmete sissevool ja uute materjalide tootmine.



Illustratsioon 36. Lammutusjäätmete kokkukogumine raudteetransporti kasutades. Autori skeem

## 6.2. Kiviõli

**Kiviõli linna algus** 1920. aastate alguses hakati lähemalt uurima põlevkiviladet ja juba 1922. aastal rajas AS Eesti Kiviõli põlevkivikarjääri Ida-Virumaale. Tööstuse ümber tekkis kiirelt arenev kaevandusasula. Rajati esimesed töölisbarakid ja juba 1930. aastaks oli seal umbes 3000 inimest. Linna ja tööstuse kiirele arengule aitas kaasa 1925. aastal avatud raudteejaam. Algselt kuulus piirkond Kohtla-Järve linna alla, aga 1946. aastal sai asum linnaõigused ja linn nimetati tööstuse järgi Kiviõlik. Kiviõli juurde kuulub ka Küttejõu ja Varinurme linnaosad, mis asuvad linnasüdamest kaugemal.



*Illustratsioon 37. 1938, vaade barakkidele praeguse Vabaduse pst ja Keskpuiestee ristmikult. Allikas: <https://kiviõli.vmaps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=8a9d1d73173a48babcabfd7e74afe65b>*

**Kiviõli linna areng** Kui Kiviõli ja Küttejõu piirkonnad koosnesid peamiselt töölisbarakidest, siis 1937. aastaks oli Varinurme ehitatud Säde tänav, mille lõppu kerkisid esimesed elumajad. Peale seda hakkas ka laienema Kiviõli kesklinna elurajoon. Esimesed suuremad kahekorruselised viilkatusega korterelamud rajati Paju ja Koidu tänavale. Lisaks elamutele rajati ka ühiskondlikke hooneid. 1931. aastal loodi haridusselts „Valgus“ ja hakati planeerima rahvamaja ja spordiväljakuid. Peale sõda, Saksa okupatsiooni ajal, oli Kiviõlis ja Küttejõus koonduslaager. Kuid see kaua kesta ei saanud, kuna punaarmee ründas taas ja 18. septembril

1944. aastal süütas taanduv Saksa armee Kiviõli tööstushooned.<sup>40</sup> Peale Nõukogude okupatsiooni algust, hakati ehitama suuremaid stalinistlikke kortermaju. Võimuvahetusega lisandusid 3–5-korruselised hruštšovkad, millele järgnes 1970ndatel rajatud Kiviõli esimene mikrorajoon paneelmajadega.



*Illustratsioon 38. 1962. Vaade veetorni otsast. Allikas: Kiviõli läbi aegade. <https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=8a9d1d73173a48babcabfd7e74afe65b>*

Tänu erinevatele kihistustele on Kiviõli väga mitmekülgne. Linn on väga jalutajasõbralik, kus atmosfäär on pigem vaikne ja roheline. Kiviõli linn jaguneb neljakserinevakselamurajooniks ja üheks suuremaks tööstusrajooniks. Inimesed elavad peamiselt mikrorajoonis ja eramajades. Ajalooline keemiatööstus töötab endiselt ja pakub paljudele kohalikele elanikele tööd. Keslinna silmapaistvamateks piirkondadeks on omanäoliselt arenenud väikesed nelja korteriga tööliselamud ja nende kõrval olevad kolmekordsete klassikaliste stalinlike kortermajade kvartalid. Tänapäevaks on endiste töölisbarakkide vahele kujunenud ainulaadne metsistunud õunapuudega haljasala. Kõige kasutatavam ala linnas on Keskpuiestee ja Metsa tänava ristmiku ümbrus, kus asuvad suuremad poed, nagu Maxima, Grossikaubad ja Rimi. Seda peetakse ka linna keskuseks ning kohalikul omavalitsusel on plaan üldplaneeringu järgi rajada Kiviõli keskväljak just nende poodide taha jäävale muruplatsile.

<sup>40</sup> Kiviõli läbi aegade. <https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=8a9d1d73173a48babcabfd7e74afe65b>

**Kiviõli linn  
tänapäeval**



Illustratsioon 39. Kiviõli võimalik keskväljak, 2019 sügis. Autori foto.



Illustratsioon 40. Kiviõli ainulaadne õunaaed, 2019 sügis. Autori foto.

**Turism** Kiviõli linna taustal ilmutavad end poolkoksimäed. Suurim neist on 138 meetri kõrgune ja on Baltikumi üks kõrgemaid tehismägesid. Kiviõli linn on mäe potentsiaali hästi ära kasutanud. 2014. aastal rajati mäel asuva prügimäe asemele Kiviõli Seikluskeskus, mis pakub võimalusi inimestel aktiivselt meelt lahutada. Keskus meelitab ligi palju turiste. See peaks soodustama Kiviõli linna ärilist õitsengut, kuid seda pole juhtunud. Väiksemad ettevõtted ei näe võimalust äriliseks tegevuseks linnas, kuna turismiattraksioonid on seotud Kiviõli Seikluskeskusega ja külastajad jäävad mäe piirkonda paikseks.



Illustratsioon 41. Kiviõli seikluskeskus. Foto: <https://vatson.ee/50edulugu/eng/regional-development/developing-kivioli-adventure-centre>

### 6.3. Keemiatööstus

Kiviõli Keemiatööstus kuulub tingimata meie industriaalarhitektuuri **Tehismaastik** pärandisse. Vaatamata sellele, et tootmishoone puhul ei olnud oluline arhitektuurne esteetika, vaid tootmisvajadus, on sealne tehismaastik arenenud väga mitmekülgseks ja on kujundanud hoopis isesuguse maailma.



Illustratsioon 42. Vaade Kiviõli keemiatööstusele enne sõda. Allikas: Keemiatööstuse fotokogu



**Tööstuste rajamine** 1920ndatel jõuti arusaamale, et tööstusse investeerime aitab kaasa majanduskasvule. Enne seda toetus Eesti majandus peamiselt põllumajandusele. Esimene tööstus loodi Kohtla-Järvele, kus ehitati üles riiklik põlevkivitööstus. Veidi hiljem rajati Kiviõli Keemiatööstus, mis oli mõneti arenenum ja uhkem võrreldes Kohtla-Järve AS Põlevkivi tööstusega. Seda seetõttu, et Kiviõli Keemiatööstus ei olnud riiklik, vaid see rajati erakapitali põhjal ja baltsakslasest omaniku poolt. Ta tõi oma insenerid ja töölised Saksamaalt. Peamine innovatsioon seisnes tunnelahjude süsteemis, mille kaudu saadi põlevkiviõli.



Illustratsioon 43. Vaade Kiviõli keemiatööstuse generaatori hoonele. Allikas: Keemiatööstuse fotokogu.

Ajaloo jooksul on keemiatööstus olnud erinevate võimude kätes ja seeläbi on sellel territooriumil näha erinevaid hoone kihistusi. Tehas oli üsna edukas NSV Liidu lagunemiseni. Peale seda suur osa tootmisest suleti ning palju hooned jäid kasutuseta. Üheks neist on vana Kukersoli hoone, mis ehitati aastal 1930. 15 meetri kõrgune suurte kaarakendega paekivist tootmishoone on väga pillkupüüdev. Kukersoli hoones toodeti Vene sõjaväe allveelaevade jaoks märkimisväärne kogus diiselkütust. Hoone oli maast laeni täis reaktoreid, kus tunnelahjudest saadud põlevkiviõli ümber töödeldi. 1990ndatel peale Vene võimude lahkumist, lõpetati tootmine. 2000ndate alguses üritati toota seal pesupulbrit ja bituumenit asfaldi jaoks, aga see ebaõnnestus.<sup>41</sup> Hoonele ei ole siiani leitud kasutust ja tühjalt seismine on mõjutanud ehitise väliskihte, kuid konstruktsioonid seisavad veel kindlalt. Hetkel ei leita põhjust hoonesse investeerida ja pigem mõeldakse hoone lammutamise suunas.



Illustratsioon 44. Kukersoli hoone. Foto: Autor teadmata.

41 Vestlus Illar Sildmaga. (2020)

**Destillatsioonihooned** Teine väga ainulaadne hoone, mis seisab tühjana, on destillatsioonihooned. Hoone muudab omapäraseks selle keskne torn, mis mõjub tehasealal esinduslikult ja äratab huvi. Arhitektuurikeele järgi võib arvavata, et see on samuti 1930ndatel ehitatud. Destillatsioonihooned eesmärk oli reaktoritest ümbertöödeldud õli puhastamine kütuseks. Kuna selle hoone töö oli tugevasti seotud Kukersoli hoone tööga, siis peale Kukersoli sulgemist lõpetati töö ka destillatsioonihoones. 2005. aastal hoone renoveeriti ja peale seda kasutati seda hoonet veetsehi juhataja kontoriruumidena ja ka laopinnana. Peale mahutipargi lammutamist jäid ka need ruumid tühjaks.<sup>42</sup>



Illustratsioon 45. Destillatsioonihooned. Foto: autor teadmata.

Hoonete säilitamiseks vajavad mõlemad uut funktsiooni ja leian, et üheks potentsiaalseks kasutuseks on uus materjalikeskus.

### 6.3.1. Tööstusala tulevik

**Keemiatööstuse teadmata tulevik** Praegusel ajal on üha enam aktuaalseks teemaks jätkusuutliku keskkonna loomine, mis tähendab põlevkivi elektrienergia ja kütuse tootmise asendamist taastuva energiaga. Seega pole kindel, kas peale viimase kaevandamisloa lõppemist jätkab keemiatööstus samamoodi või tuleb leida uusi alternatiive, et säiliks industriaalarhitektuuri pärand.

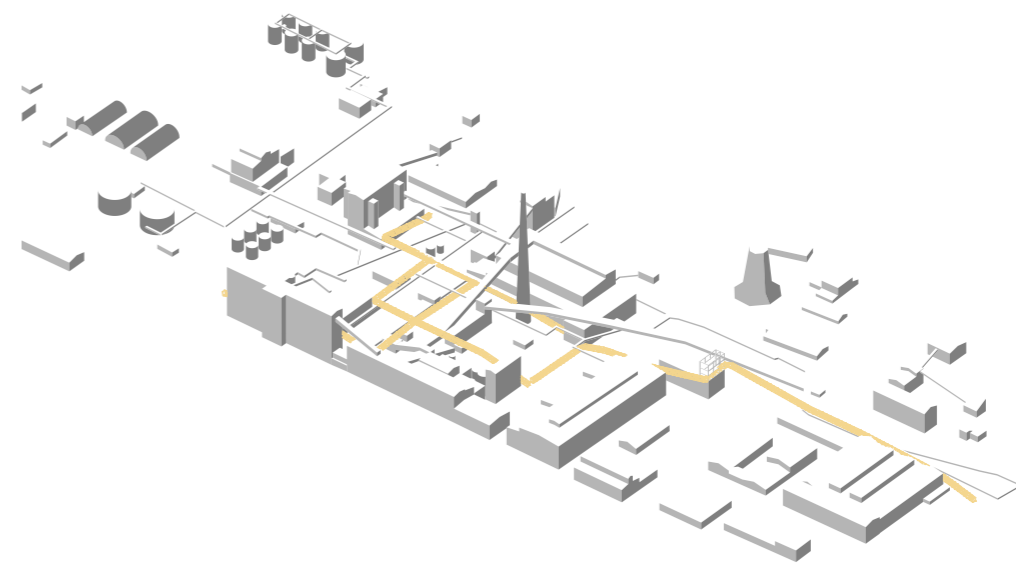
42 I. Sildma. (2017). Kiviõli Keemiatööstuse destillatsioonihooned, lk 13.



Illustratsioon 46. Vaade keemiatööstusele. Tänapäev. Allikas: Alexela fotokogu.

Kiviõli Keemiatööstuse alal on potentsiaali teha algust uue generatsiooni tööstuse loomisega. Järk-järgult võtavad keskkonnamõjusid arvestavad tehased tööstuse üle, mis näitaks teed järgmistele. Ida-Virumaal on valmidust ja vajadust uuteks tööstuseks. Inimesed vajavad töökohta, et säilitada nende elukoht. Seeläbi säiliks elu sealsetes väikelinnades. Uue tööstuse kujunemine tooks kaasa ka muutusi Ida-Virumaa kuvandis, muutes selle loodussõbralikumaks, innovaatilisemaks ja avatumaks.

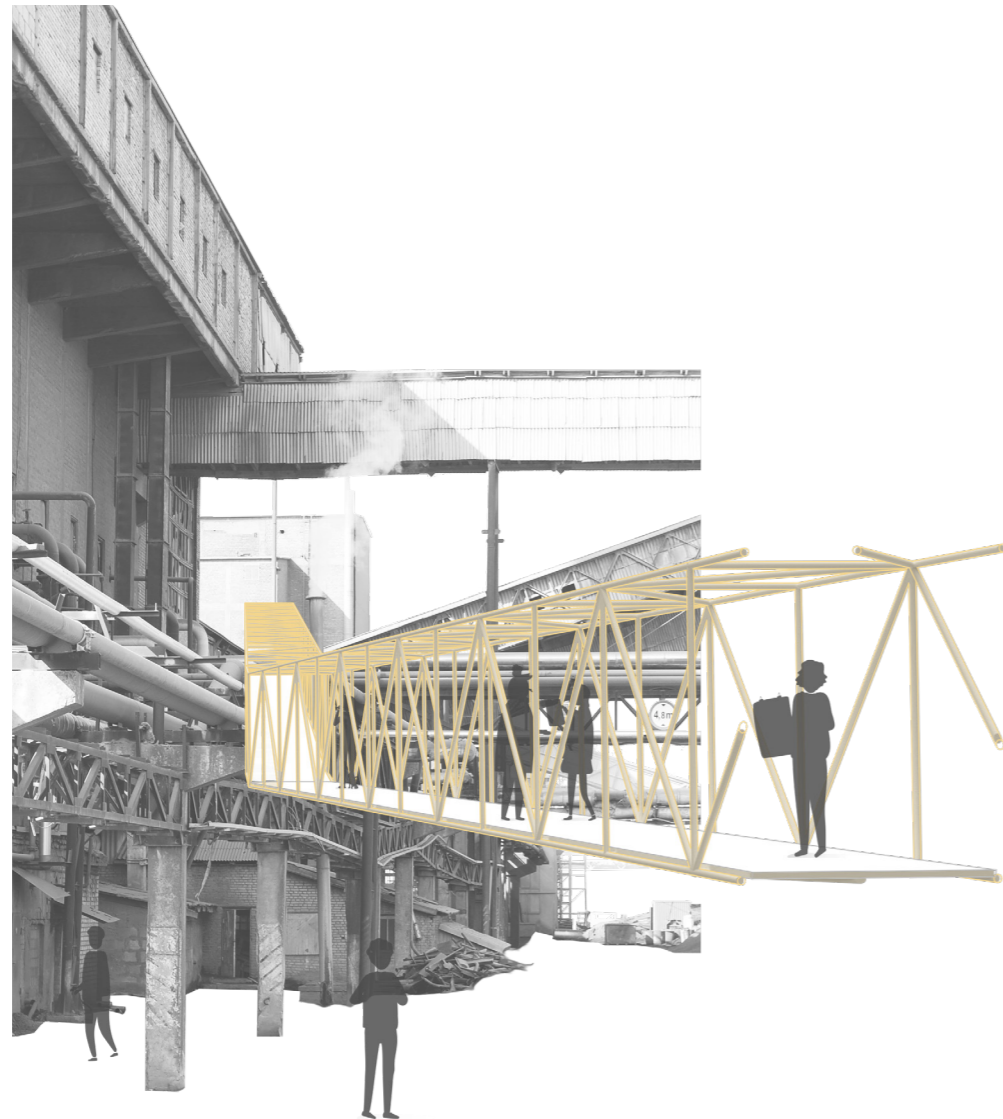
**Uute tehaste järkjärguline ülevõtmine**



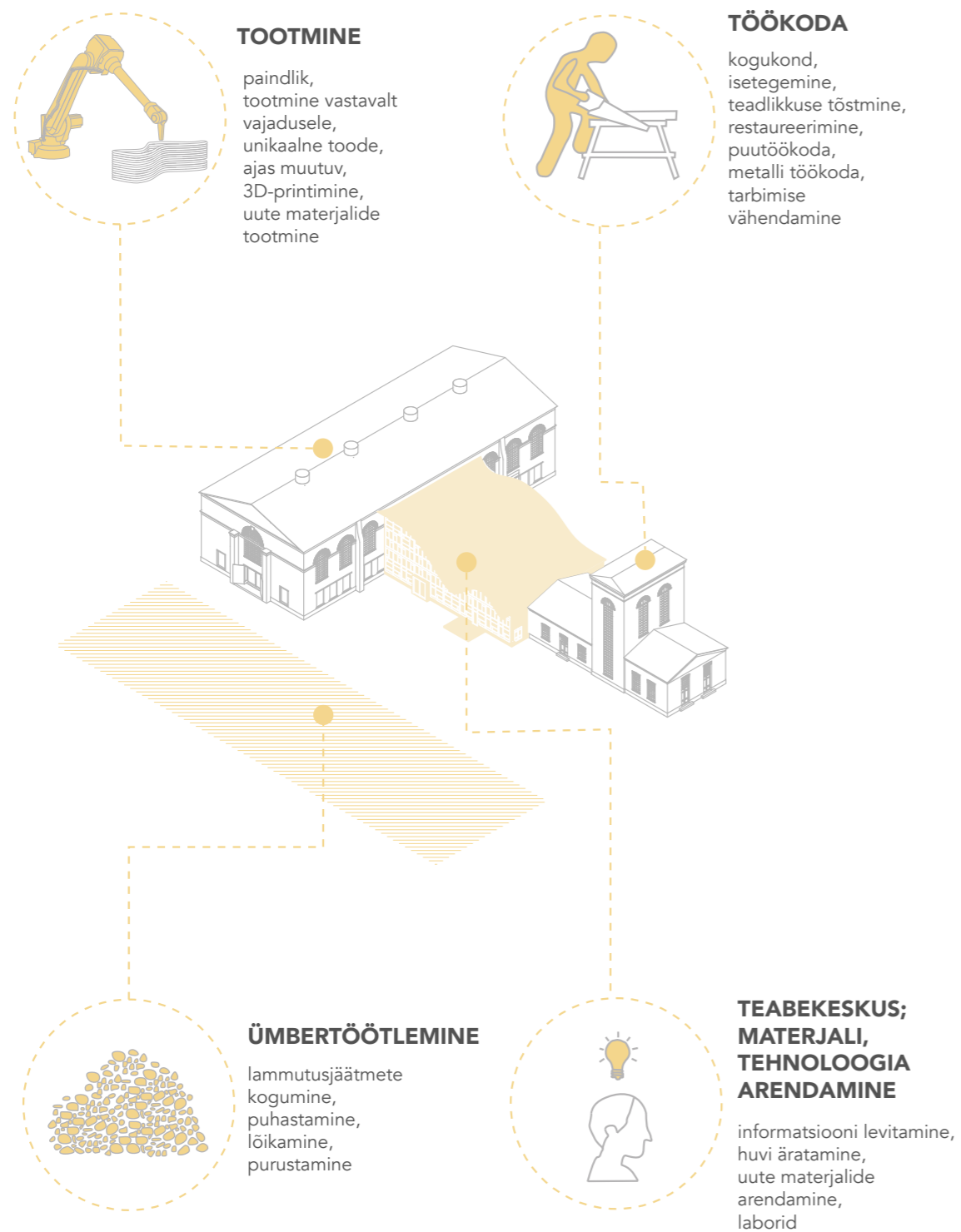
Illustratsioon 47. Kiviõli Keemiatehase tööstusala. Kollane joon markeerib teerada, mis kulgeb läbi tehaseala. Autori joonis.

**Aktiivne jalutuskäik** Tehaseala on olnud alati linnast eraldatud ja pigem jäänud salapäraseks

**Kiviõlis** keelatud maailmaks. Müüride taga olev maailm vääraks avamist kõikidele, tugevdamaks selle koha seost Kiviõli linna ja ajalooga. Kiviõlis juba tegutsev Seikluskeskus on hea näide, kuidas pöörata tehismaastik enda kasuks. Seikluskeskuse aktiivsed tegevused võiksid ühenduda tehasealaga matkaraja näol, kus läbi erinevate tasandite kulgev teerada tutvustaks sealselt tehismaastikku ja nii vanu kui uusi tootmisprotsesse (ill 48).



*Illustratsioon 48. Teerada, mis kulgeb läbi tööstusala. Autori joonis.*

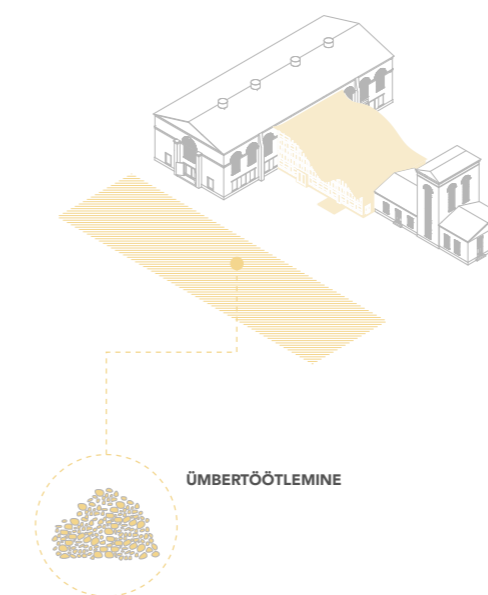


Illustratsioon 49. Materjalikeskuse kontseptsioon. Autori skeem.

## 7.MATERJALIKESKUS

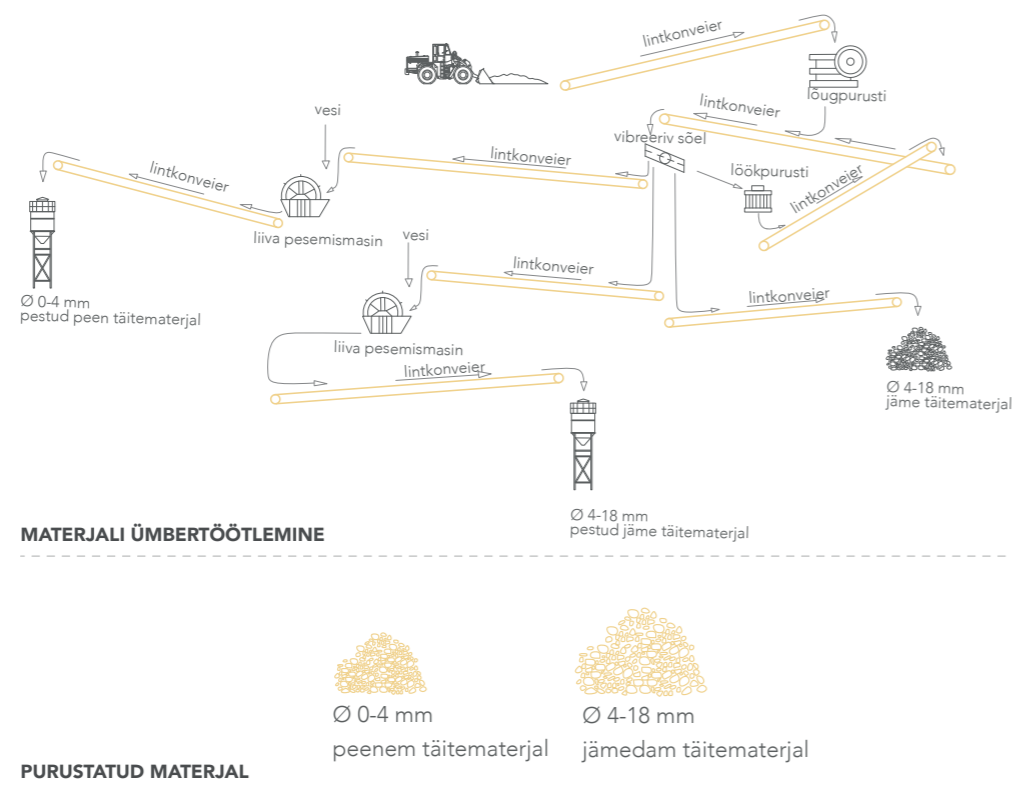
Materjalikeskuse eesmärk on ühtse tervikuna toetada materjali ringlust ja olla teerajajaks. Ühtepidi taaskasutab nii vanu tehasehooneid kui on ka näidisobjektiks lammutusjäätmete taaskasutamisel. Keskus ühendab endas nelja erinevat osa. Esiteks ümbertöötlemine, mille eesmärgiks on anda uus elu vähem väärtuslikele materjalidele. Teiseks osaks on tootmine, kus kasutades uusi tehnoloogiaid on võimalik ümbertöödeldud materjalist toota unikaalseid ehituselemente. Kolmandaks osaks on töökoda, mille eesmärk on võimaldada nii kohalikel kui ka küllastajatel ise tegeleda vana materjali töötlemisega. Lisaks toimib materjalikeskus ka teabekeskusena, mis annab edasi informatsiooni ja äratab huvi taaskasutamise vastu.

### 7.1. Ümbertöötlemine



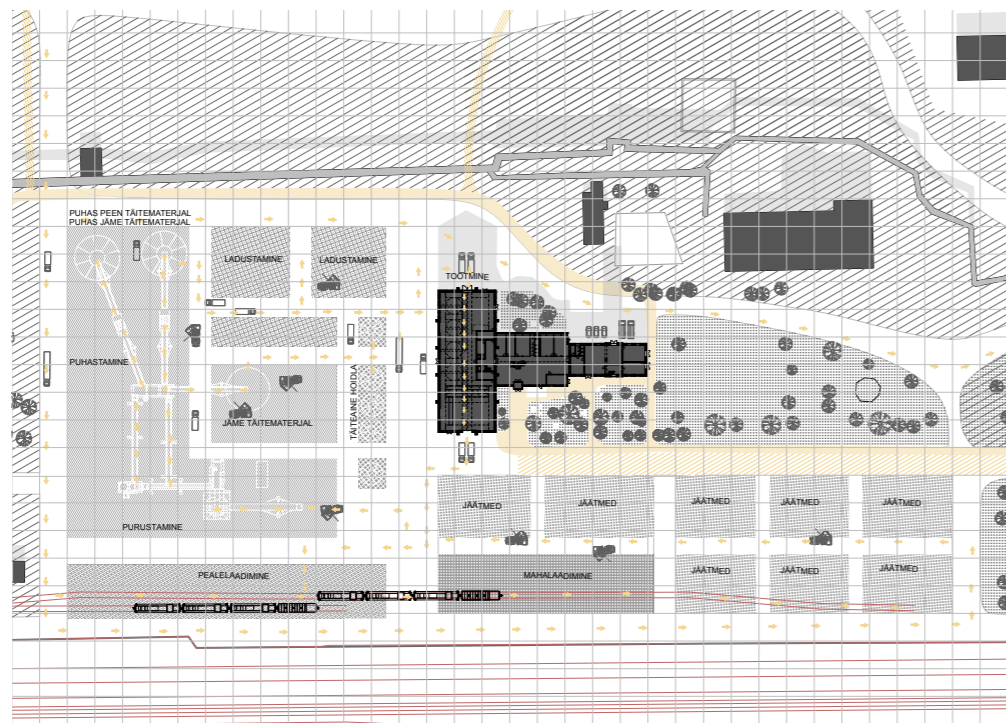
Illustratsioon 50. Ümbertöötlemine. Autori joonis.

Hruštšovka silikaadi- ja betoonijäätmed lähevad ümbertöötlusesse. Kõige sagedamini kasutatav tehnoloogia on materjali purustamine. Esmalt liigub materjal läbi lõugpurusti, seejärel sõelutakse tükid vastavalt suurusele ja vajadusel purustatakse uuesti. Kvaliteedi tõstmiseks tuleb materjali pesta. Selle protsessi abil on võimalik nii silikaadist kui ka betoonist saada peent ja jämedat täitematerjali.



Illustratsioon 51. Materjali ümbertöötlemise protsess. Autori joonis.

**Läbipaistvus** Kõik ümbertöötlemisega seotud protsessid asuvad hoonest väljaspool, kasutades seda ala nii algmaterjali ladustamiseks, purustamiseks kui ka uue materjali ladustamiseks. Ümbertöötlemine toimub teadlikult keskuse lähedal, kuna pean oluliseks tuua inimesteni kõikide etappide olulisus ja võimalused.

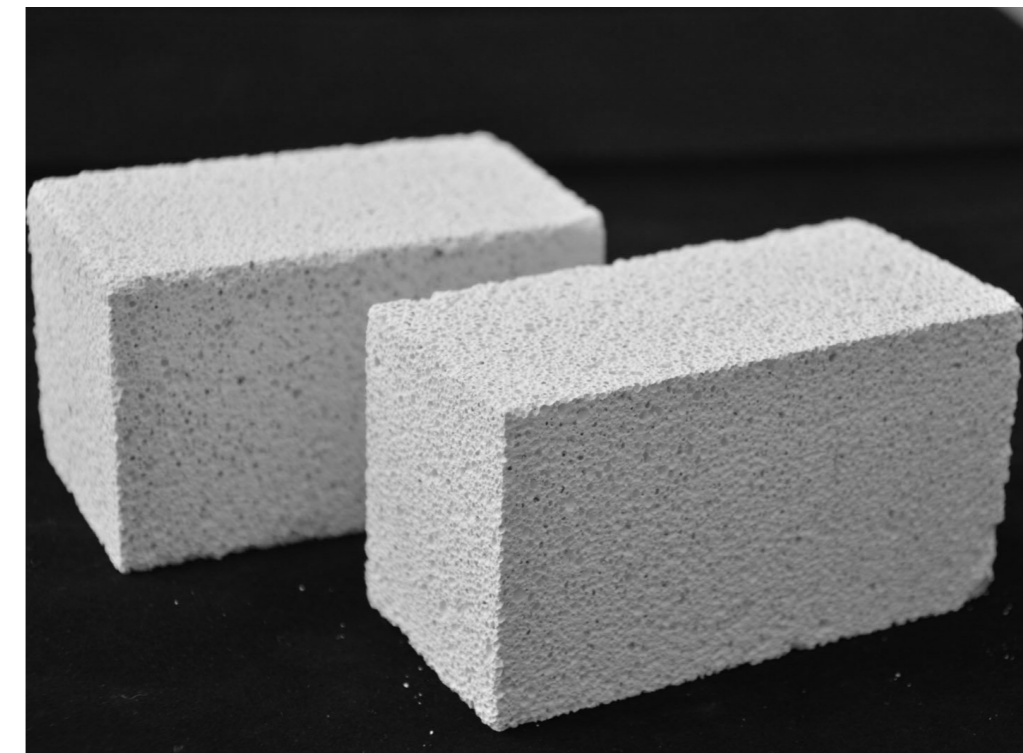


Illustratsioon 52. Ümbertöötluste plaaniline lahendus. Autori joonis.

### 7.1.1. Täitematerjali kasutamise võimalused

Tavapärasem on lammutusjäätmete nii-öelda *downcycle* ehk alandatakse **Rõhk väärtuse tõstmisel** väärtust võrreldes eelmise kasutusviisiga. Näiteks betoonijäätmeid kasutatakse peamiselt teedehituses või muudes tasandamise töodes. Kuid vähem tähelepanu on saanud selle ümbertöödeldud materjali *upcycle* ehk väärtuse tõstmise võimalused.

Saksamaal alustati projekti BauCycle, mille põhieesmärk on vähendada **Poorbetoon** algmaterjalide vajadust ja materjalide sattumist prügimäele ning keskenduda jätkusuutlikule ehitusele. Projekti raames otsitakse lahendust peeneteralise killustiku väärtuse tõstmiseks. Parimal juhul võib puhast täitematerjali ringlusse võtta ja taaskasutada poorbetooni tootmiseks. Materjal on heade soojusisolatsioonomadustega kerge ehitusmaterjal ja sobib kahekorruseliste majade ehitamiseks ning siseruumide soojustamiseks. Teadlased saavutasid parimad toote tulemused, kui kasutasid segu 80% silikaattelistest ja 20% taaskasutatud betoonist.<sup>43</sup>



Illustratsioon 53. Poorbetoon (aerated concrete) silikaattelistest. Allikas: Fraunhofer-Gesellschaft

43 Fraunhofer-Gesellschaft. (2018). A novel approach to recycling construction waste. <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2018/october/a-novel-approach-to-recycling-construction-waste.html>

**Uus silikaattellis** Sealjuures on võimalik ka vana silikaattellist uue tootmisel kasutada. Juba 1994. aastal viis W. Eden läbi uuringu, kus leiti, et uute silikaattelliste tootmisel saab materjalina kasutada kuni 50% purustatud tellistest. Tähelepanu tuleb pöörata sellele, et silikaattellise purustatud täitematerjal koosneb lisaks silikaadile ka tsementmördist. Selle eraldamine on keeruline, kuid pole võimatu.<sup>44</sup>

### 7.1.2. Purustatud täitematerjali kasutus uues betoonis

**Betoon** Betoon on komposiitmaterjal, mis koosneb täitematerjalist, tsemendist ja veest. Nende kolme komponendi suhtest sõltub betooni survetugevus. Looduslikuks täitematerjaliks on tavapäraselt kruus, killustik ja liiv. Neid jaotatakse üldjuhul kahte erinevasse kategooriasse – jäme või peene täitematerjal. Jämedad on tahked osakesed, mis on suuremad kui 4,75 mm ning sellest väiksemaid nimetatakse peeneteraliseks.<sup>45</sup>

**Suur jalajälg** Betoon on üks levinumaid ehitusmaterjale, mis on võrreldes puidu ja metalliga palju tugevam, tulekindlam ning võimaldab valada keerukaid detaile. Kuid üha enam on betooni kritiseeritud kui loodust kahjustavat ehitusmaterjali. Kui puitkarkassiga eramu ehitamisel kulub 19,5 tonni CO<sub>2</sub>, siis betoonmaja ehitamisel aga 64 tonni.<sup>46</sup> Suur CO<sub>2</sub> jalajälg on seotud algmaterjali kaevandamise ja tsemendi tootmisega. Seetõttu püütakse leida alternatiive, kasutades lammutusjäätmeid betooni täitematerjalina. Betooni laialdase kasutuse tõttu tähendaks see potentsiaalselt suure jäätmekoguse ringlussevõttu.

**Ümbertöödelud täitematerjal** Lammutusjäätmete purustamisel tekib nii jämedat kui ka peenemat killustikku. Tavapäraselt kasutatakse jämedat killustikku loodusliku täitematerjali asemel. Peenemat killustikku ehk nn taaskasutatud liiva on vähem kasutatud. Ühest küljest on see seotud asjaoluga, et ringlussevõetud betoonist ja silikaadist liiv sisaldab suures koguses vana tsementmörti. See aga suurendab liiva poorsust ja veeimavust ning vähendab uue betooni tugevust ja vastupidavust.

44 M. Solyman. (2005). Classification of Recycled Sands and their Applications as Fine Aggregates for Concrete and Bituminous Mixtures, lk 11

45 Greenspec. Specifying Recycled and secondary Aggregates. <http://www.greenspec.co.uk/building-design/guidance-for-specification-recycled-and-secondary-aggregates/>

46 E. Hermann, M. Tüür, R. Valner. (2018). Puidu jalajälg on positiivne. Liginull näitus. <http://liginull.info>

Dr Mahmoud Solyman koostas 2005. aastal doktoritöö, mille peamine eesmärk oli erinevatest ehitus- ja lammutusmaterjalidest toodetud liiva iseloomustamine ja klassifitseerimine. Sealjuures uurida loodusliku liiva täieliku või osalise asendamise mõju betoonis. Täitematerjali asendamisel katsetati erinevaid lammutusjäätmeid, nagu näiteks betoon, silikaattellis, paekivi ja keraamiline tellis. Kui asendada betooni täitematerjalis looduslik liiv taaskasutatud liivaga, tuleb arvestada, et materjali tera läbimõõt ei või olla suurem kui 4 mm. Uuringud näitasid, et purustatud peene ehitusprahist liiv koosneb umbes 20–40% ulatuses 0–2 mm ja 30–60% ulatuses 0–4 mm osakekestest sõltuvalt purustusviisist ja purustatavast materjalist

Tabel (3-1): Taaskasutatud ja loodusliku liiva identifitseerimine

Allikas	Liiv	Koostis	Tähis
Labor	purustatud betooni liiv	100% betooni (B35, tsement I 32.5) toodetud laboratoorselt	RC 1
Tehas A	011205 eelsõeltud purustatud tellise ja asfaldi liiv, kvaliteet kontrollitud	70% betooni + 30% asfaldi betooni	RC 2
	011220 eelsõeltud külmakaitse materjalid	100% eelsõeltud ehitusprügi	RC 3
	011222 purustatud ehitusprügi liiv	100% ehitusprügi	RC 4
Tehas B	purustatud betooni liiv	80% betooni + 20% tellist	RC 5
	purustatud eelsõeltud ehitusprügi liiv	100% eelsõeltud ehitusprügi	RC 6
	purustatud tellise liiv, sorteeritud	95% tellist + 5% mörti	RC 7
	purustatud tellise liiv, müüritis	60% tellist + 40% mörti	RC 8
	purustatud silikaattellise liiv, RP I, sorteeritud	100% silikaattellist	RC 9
	purustatud silikaattellise liiv, RP III, müüritis	70% silikaattellist + 30% mörti	RC 10
Tehas C	purustatud paekivi liiv, kuivalt purustamine	paekivi	LQ 1
	purustatud paekivi liiv, märjalt purustamine	paekivi	LQ 2
Kassel Region	naturaalne ränikivi liiv	100% ränikivi liiv	NS

*Illustratsioon 54. Taaskasutatud (ringlussevõetud) ja loodusliku liiva identifitseerimine. Allikas: M. Solyman. (2005). Classification of Recycled Sands and their Applications as Fine Aggregates for Concrete and Bituminous Mixtures.*

**Mõju betoonile** Katsekäigus võrreldi värske betooni töödeldavust, jäigastumist, survetugevust, tõmbetugevust, tihedust, külmakindlust jne. Taaskasutatud liiva lisamismäärad ulatusid 10%-st kuni 100%-ni. Katsetulemusi analüüsid selgus, et lisaks ringlussevõetud täitematerjalide poorsusele vähendab betooni tugevust taaskasutatud liiva koguse suurendamine segus.

**Klassifitseerimine** Taaskasutatud liivad jaotati kolme rühma vastavalt sellele, kuipalju on maksimaalselt võimalik seda materjali betooni tootmisel täitematerjalina asendada. Tabelis (ill. 55) on välja toodud liivade klassifikatsioonide maksimaalsed kogused, kui betooni survetugevust on lubatud vähendada 10% ja 20% võrra. Esimeses rühmas GI võib loodusliku liiva asendada betoonist purustatud liivaga RC 1 (betoon) ja RC 5 (betoon+tellis) kuni 100%. GII ringlussevõetud liiva saab asendada vahemikus 30–70%, kui survetugevus väheneb 10%. Samas kui survetugevust vähendada 20%, siis on võimalik looduslikku liiva asendada täielikult. Kolmanda rühma GIII ringlussevõetud liiva RC9 (silikaattellis) saab betooni keskkonnaklasside XC1– XC4 jaoks väärtuslikus koguses kasutada ainult siis, kui survetugevus on väiksem kui 20% või on sellega võrdne.

Tabel (8-6): Ringlussevõetud liiva klassifikatsioon ja iga rühma suurim lubatud kogus betooni survetugevuse suhtes.

Grupp	liiv	max kogus RV liiva massiprotsent loodusliku liiva asendamisel, kui survetugevus väheneb kuni 10 %		max. kogus RV liiva massiprotsent loodusliku liiva asendamisel, kui survetugevus väheneb kuni 20 %	
		XC 1 – XC 4	XF3 & XF4	XC 1 – XC 4	XF3 & XF4
G I	RC1	70 - 100 <sup>1)</sup>	60 - 100	100	100
	RC5				
	LQ1				
	LQ2				
G II	RC3	40 - 60	30 - 70	90 - 100	70 - 100
	RC6				
	RC 7				
G III	RC2	25 - 50	25 - 40	65 - 100	40 - 70
	RC4				
	RC9				

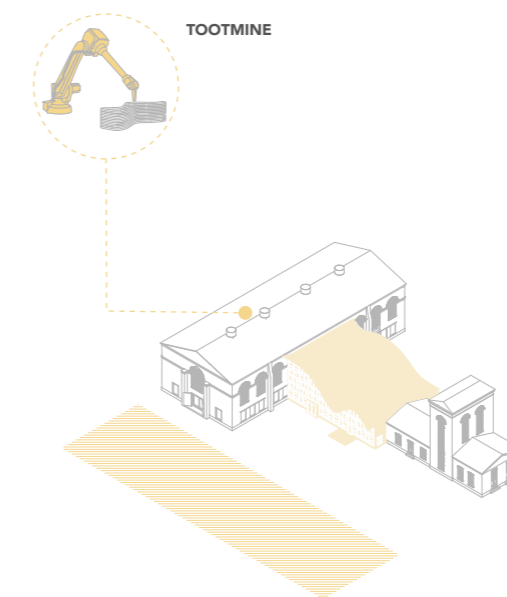
1): Vahemik vastavalt vee ja tsemendi suhtele

*Illustratsioon 55. Ringlussevõetud liiva klassifikatsioon ja iga rühma suurim lubatud kogus betooni survetugevuse suhtes. Allikas: M. Solyman. (2005). Classification of Recycled Sands and their Applications as Fine Aggregates for Concrete and Bituminous Mixtures.*

## 7.2. Tehas

### 7.2.1. Tööstus 4.0

Kiviõli keemiatööstuse vanadesse hoonetesse projekteeritava materjalikeskuse üheks osaks on tehas, kus toodetakse ümbertöödeldud materjalidest uusi ehitusmaterjale.

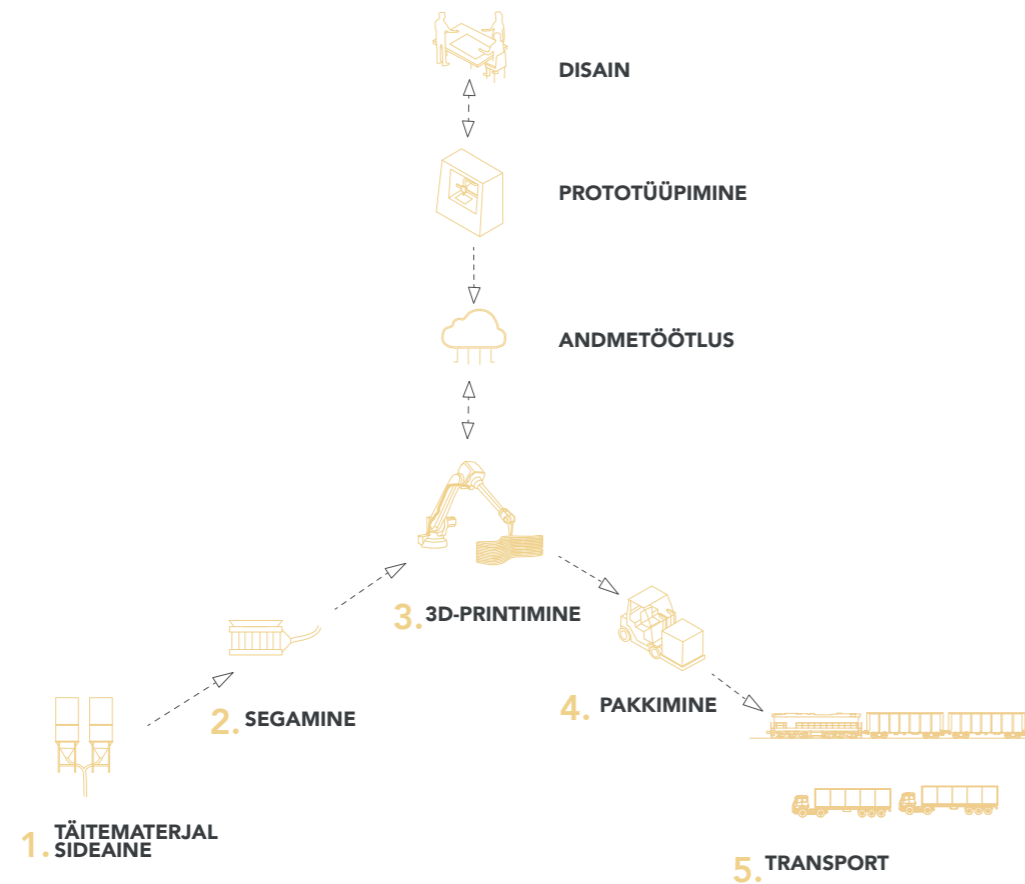


Illustratsioon 56. Tootmine. Autori joonis

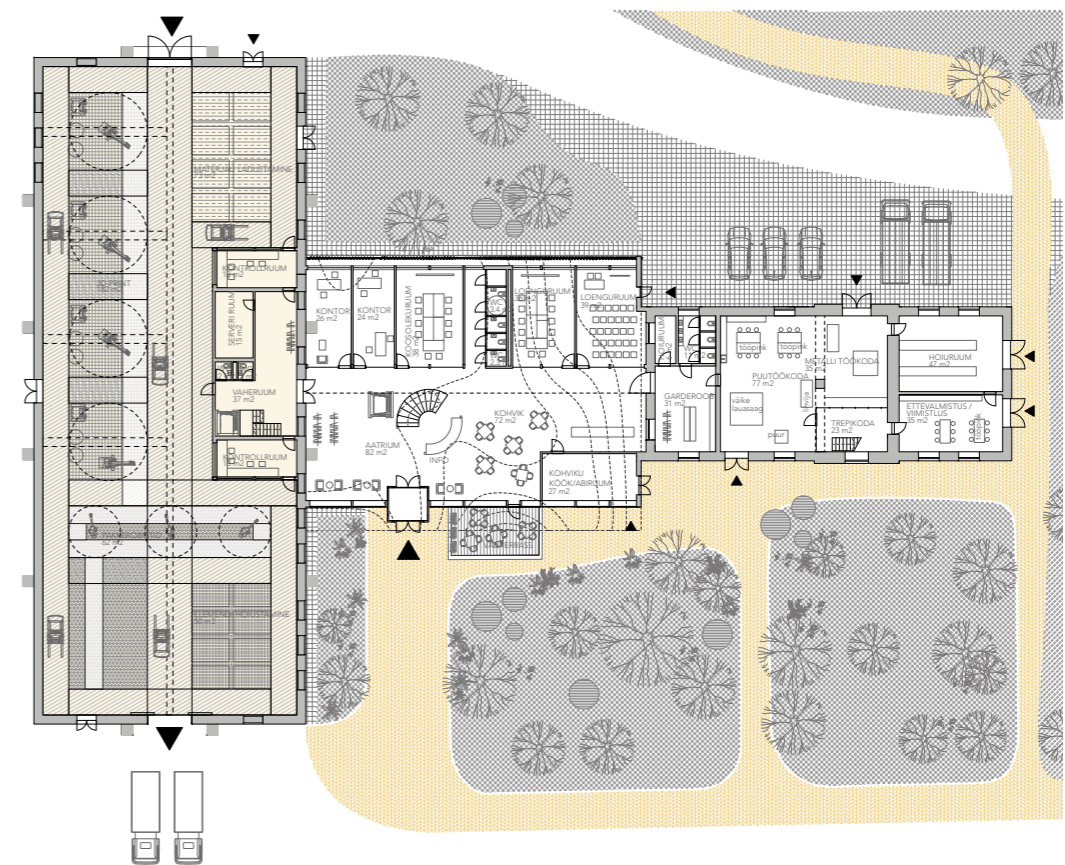
Hetkel on käimas uus tööstusrevolutsioon 4.0, mis toob kaasa murrangulisi muutusi tootmises, tehnoloogias, transpordis, materjalitehnoloogias ja tootmiskorralduses. Tootmisettevõtted peaksid tuleviku turgudel konkureerimiseks olema võimelised tootma tooteid väikestes partiides või isegi eritellimusel õigeaegselt ja kulutõhusalt. Lisaks sellele peab tootmisettevõtetel olema hea kontakt klientide ja tarnijatega, et nende nõuetele vastata.<sup>47</sup> Uued tehnoloogiad võimaldavad reguleerida ja optimeerida tööjõudu ning süsteemide paindlikkus võimaldab toota vastavalt vajadusele. Seda nimetatakse ka „targaks tehaseks“, kus tark võib tähendada tarku tehnoloogiaid. Kuid samas võib see ka tähendada dünaamilise organisatsiooni moodustamist, kus erinevad tööstuslikud ja mittetööstuslikud partnerid teevad koostööd.

**Uus tööstuse ajastu**

<sup>47</sup> M. Mabkhot, A. Al-Ahmari, B. Salah, H. Alkhalefah. (2018). *Requirements of the Smart Factory System: A Survey and Perspective*, lk 1.

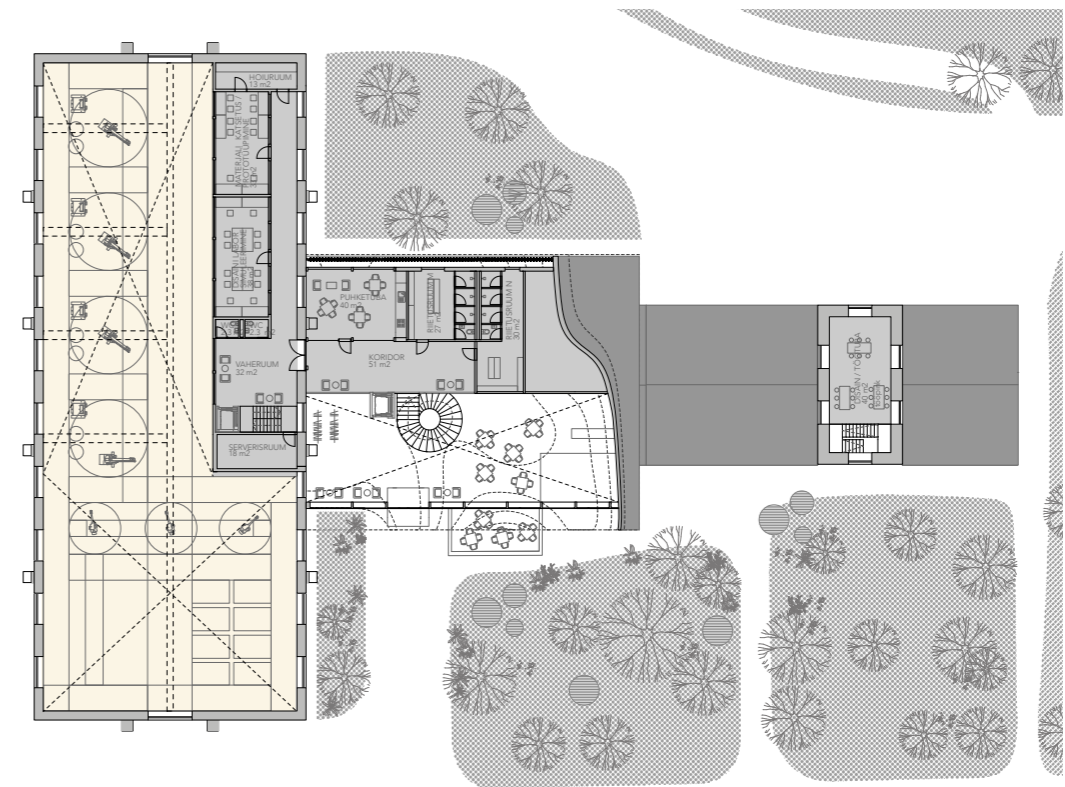


Illustratsioon 57. Tehase töötamise kontseptsioon. Autori joonis.



Illustratsioon 58. Tootmine 1. korrus. Autori joonis.

**Digital Twin** Targa tehase tootmissüsteemid toetuvad virtuaalsetele lahendustele, et aidata inimestel ja masinatel nende ülesandeid täiuslikult täita. Digital Twin (digitaalse kaksiku) tehnoloogia abil luuakse digitaalses maailmas füüsiliste objektide virtuaalne mudel, et simuleerida ja jälgida nende käitumist reaalses keskkonnas. See koosneb kolmest komponendist, milleks on füüsilised üksused, virtuaalsed mudelid ja omavahel ühendatud andmed. Illustratsioonil 57 on kujutatud, kuidas disaini info jõuab pilve, sealt edasi juba robotiteni, mis omakorda realiseerivad digitaalse objekti.



Illustratsioon 59. Tootmine 2. korrus. Autori joonis.

**Hoone plaan** Tehas paikneb vanas Kukersoli hoones. Hoone vajab küll renoveerimist, aga on oma ruumilt ideaalne uueks tööstuseks. Esimesel korrusel asuvad robotid, kontrollruumid ja serveriruumid. Selle tehase disaini puhul on oluline ümber configureeritavus, mis viitab võimalusele muuta tehase põranda paigutust ja kohandada protsessi funktsioone vastavalt tootmisele. Teisel korrusel asuvad nii-öelda eeltöö tootmisel ehk materjali laborid, prototüüpimine ning disaini protsess.



### 7.2.2. 3D-printimine

**Uuenduslik ehitusmeetod** Uute tehnoloogiate ja ehitusmeetodite kasutamine nagu näiteks 3D-printimine, võimaldab ehituse tõhustamist mitmel tasandil. See vähendab ehitusprotsessi kestvust, eemaldades traditsioonilises meetodis mõned aeganõudvad protsessid. Samuti vähendab uute tehnoloogiate kasutamine projektiga seotud kulusid, minimeerides materjali raiskamist ja ületootmisele kuluvat tööjõu kasutust. 3D-printimine võimaldab paindlikult ehitada selliseid konstruktsioonilisi elemente, mida tavapäraselt pole võimalik, muutes need funktsionaalsemaks ja andes arhitektidele rohkem vabadust. Lisaks parandab see ehitise üldist ohutust ja keskkonnamõju.<sup>48</sup>

**3D-printimissegu** Üks suurimaid katsumusi 3D-printimise juures on leida ideaalne printimissegu, mis järgiks viite aspekti: väljapressimine, voolavus, ehitatavus, survetugevus ja aeg. Eesmärk on jõuda seguni, mis voolab hõlpsasti printeri otsikust välja ja kivistub õigeaegselt ning betoonikihid seisaksid üksteise peal ilma kokku varisemata.<sup>49</sup> 3D-printimiseks toodetava betooni jaoks võib taaskasutatud killustikku segada looduslike täitematerjalidega, mille suurus on kuni 10 mm.

### 7.2.3. Tehase väljund

Ehitusmaterjalide taaskasutuse laiemat levikut ja kasutust näen ette hoonete ehituses. Vastavalt täitematerjali asendamise kogusele on võimalik toota unikaalseid elemente. Kui kasutada taaskasutatud betooni kuni 10–20%, on võimalik toota kandvaid konstruktsioonelemente, nagu seinapaneelid, laetalad, seinaplokid, postid ja laepaneelid. Mittekandvate ehituselementide betoonisegus võib kasutada näiteks suuremas koguses taaskasutatud silikaadist täitematerjale. Sellisest betoonist saab toota fassaadielemente, katusekive, mööblit nii sise- kui ka välitingimustesse.

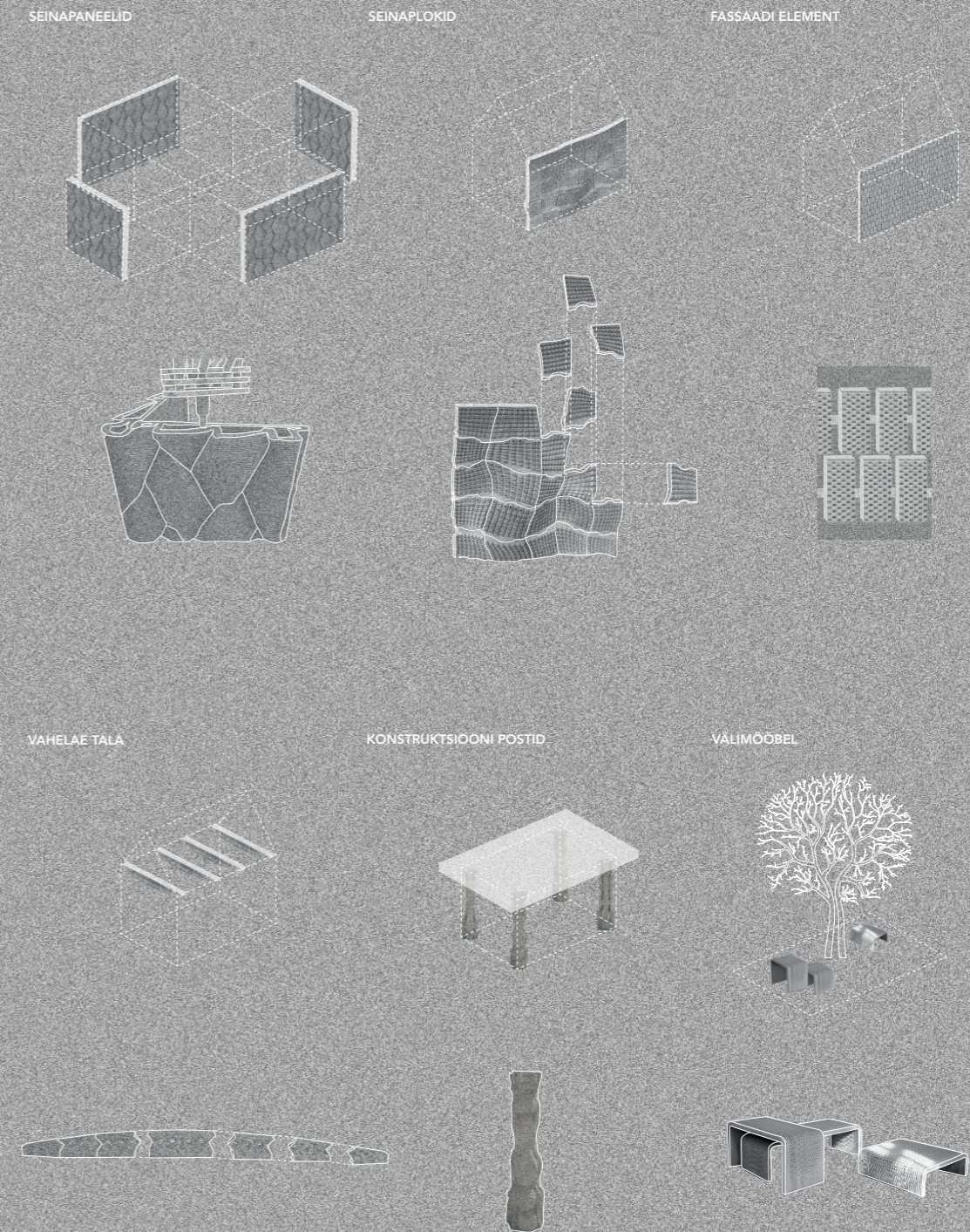


**SUUR SKAALA**  
hoone ehitus

**Võimalikud tooted**

48 Z. Malaeb, H. Hachem, A. Tourbah, N. Zarwi, F. Hamzeh, T. Maalouf. (2015) *3D Concrete Printing: Machine and Mix Design*. — International Journal of Civil Engineering and Technology, lk 15

49 Z. Malaeb, H. Hachem, A. Tourbah, N. Zarwi, F. Hamzeh, T. Maalouf. (2015) *3D Concrete Printing: Machine and Mix Design*. — International Journal of Civil Engineering and Technology, lk 15



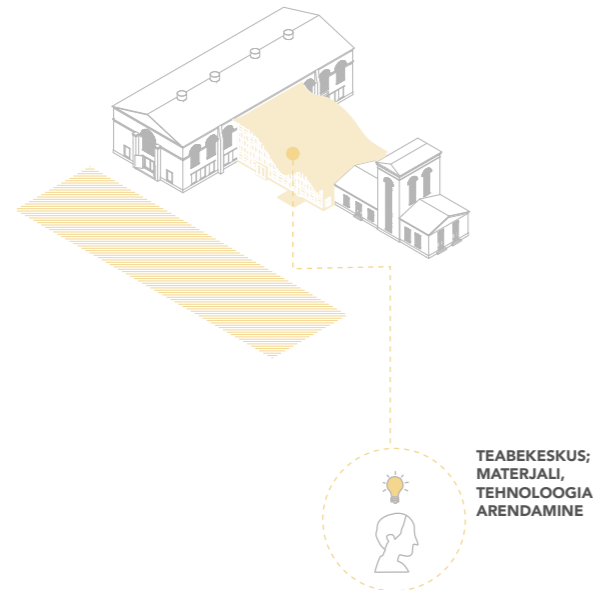
Illustratsioon 60. Võimalused materjali kasutuseks. Autori joonis.

Toodete disainil puhul on oluline modulaarsus ja demonteeritavus, mis annaks võimaluse materjale rikkumata lahti võtta ja taas ringlusesse saata. Selle eesmärk on maksimeerida majanduslikku väärtust, minimeerida keskkonnamõjusid ja lammutusjäätmeid. Demonteeritavus nõuab juba disaini protsessis sõlmede, elementide, materjalide, ehitustehnikate ning haldussüsteemide väljatöötamist.

**Demonteeritavus**

### 7.3. Teabekeskus

**Informatsiooni levitamine** Teabekeskus on koht, kus saab informatsiooni nii materjali ringlusest, uute materjali tootmisest kui ka taaskasutamise võimalusest. Teabekeskuse eesmärk on tutvustada inimestele praeguse tarbimiskultuuri mõju ja millised on võimalused muutusteks.

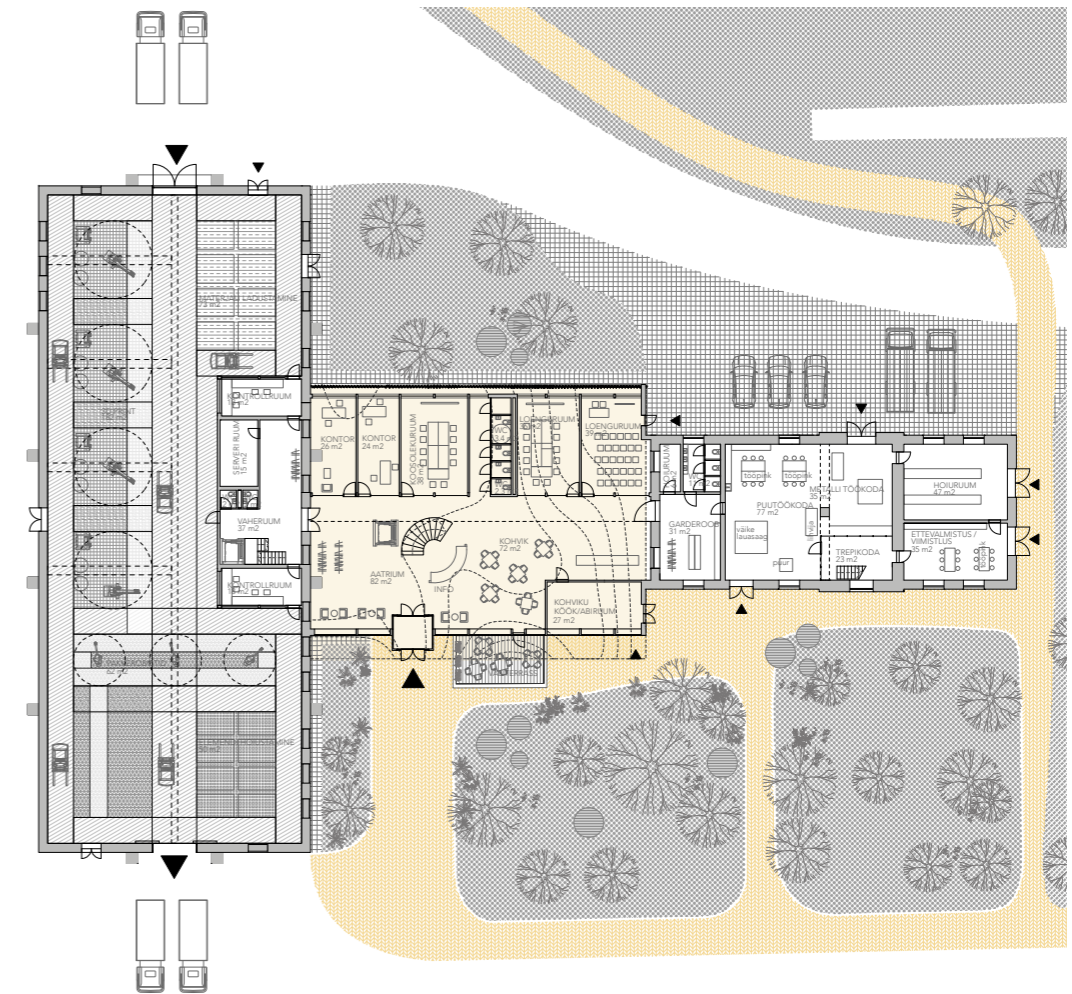


Illustratsioon 61. Teabekeskus. Autori joonis.

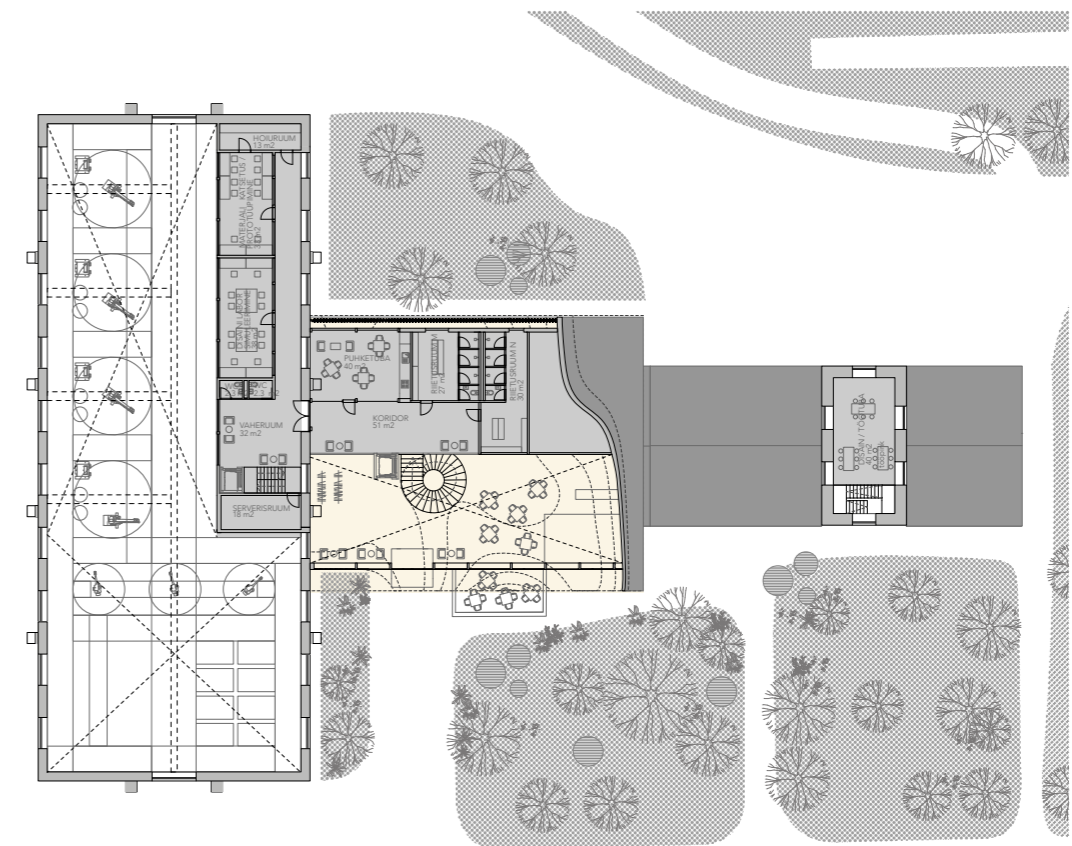
**Hoone plaan** Teabekeskus asub kahe vana hoone vahel. Peasissepääs asub teabekeskuse lõunapoolsel küljel, mille läbipaistev fassaad eristub vanadest hoonetest. Sealt sisenevad nii materjalikeskuse töötajad kui ka külalastajad. Esimesel korrusel asuvad kontori- ja loenguruumid, kus on võimalik pidada erinevaid seminare ja töötubasid. Lisaks asub esimesel korrusel infopunkt ja kohvikuala. Teine korrus on nii-öelda tehase osa pikendus, kus asuvad töötajate puhke- ja



Illustratsioon 62. Materjalikeskuse vaade lõunaküljelt. Autori joonis.



Illustratsioon 63. Õppekeskus 1. korrus. Autori joonis.



Illustratsioon 64. Õppekeskus 2. korrus. Autori joonis.

**Materjalide taaskasutuse näidishoone** Teabekeskus on kui näidisprojekt, kus on kasutatud hruštšovka-tüüpi kortermajade ringlussevõetud lammutusjäätmel. Uus hoone on vastanduv vanadele hoonetele, luues kontrasti teabekeskuse ja tootmise vahel. Lõunafassaadil on eksponeeritud hruštšovka vanu aknaid, mis on osa topelfassaadist. See esindab uuskasutuse võtet, mille kaudu on ümbermõtestatud hruštšovka vanad aknad uueks õhuliseks ning modernseks fassaadilahenduseks. Põhjafassaadil on kasutatud aga tehases toodetud elemente, millega on loodud lainetava fassaadi illusioon, muutes sisselangeva valguse mänguliseks. Keskusesse sisenedes on kõige pilkupüüdvamaks elemendiks hoone katus. Parameetiline katuse struktuur toob välja 3D-prinditud elementide mõju ruumile. Lisaks on trepid, vahelagi ja vaheseinad on tehtud ümbertöödeldud materjalist. Kõiki elemente on võimalik demonteerida ja vajadusel välja vahetada. See hoiaks ära tulevikus terve hoone lammutamise.

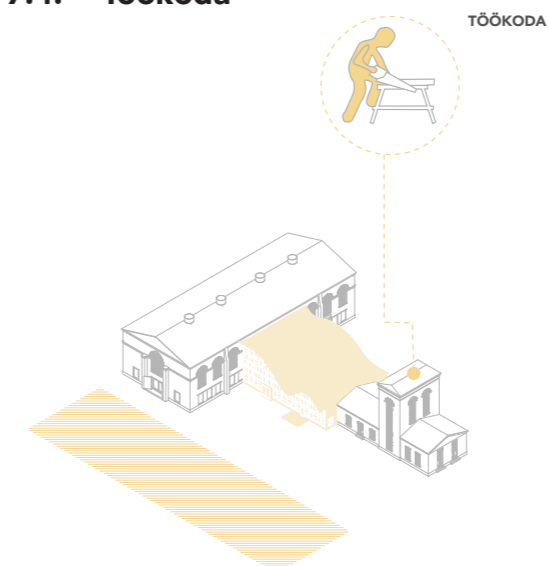


Illustratsioon 65. Teabekeskus vaade esimeselt korruselt. Autori joonis.



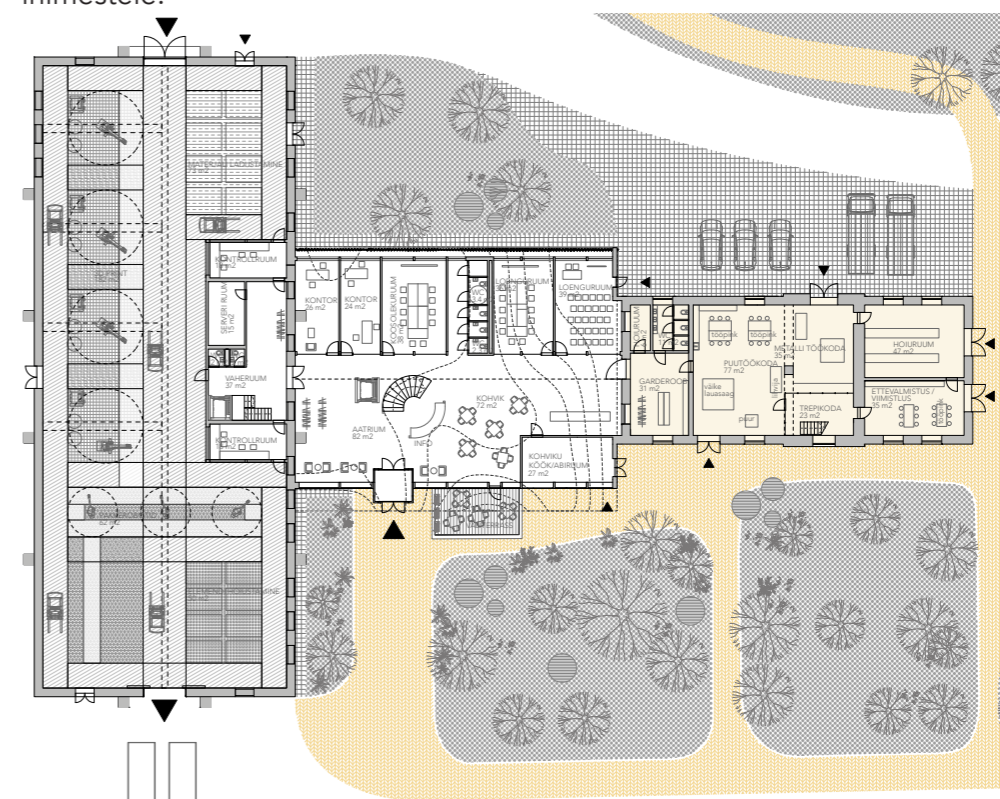
Illustratsioon 66. Materjalikeskuse vaade põhjaküljelt. Autori joonis.

## 7.4. Töökoda



Illustratsioon 67. Töökoda. Autori joonis.

Vana destillatsioonihoonet saab uue funktsiooni töökoja näol. Töökoda on mõeldud nii kohalikele kui ka külalistele taaskasutamise võtete rakendamiseks. Seal on olemas puutöökoda, metalli töökoda ja viimistlusosakond. Lisaks ka töötoad ja 3D-printimise võimalused. Materjalikeskuse töökojal on potentsiaal teha koostööd kohalike koolidega ja integreerida õppekavasse taaskasutamise oskused ja teadmised. Pean oluliseks, et materjalide väärtustamine ei jääks ainult spetsialiste hooleks, vaid see laieneks kõikidele inimestele.



Illustratsioon 68. Töökoda 1. korrus. Autori joonis.



Illustratsioon 69. Materjalikeskuse lõige A-A. Autori joonis.

## 8.MÕJU KIVIÕLI LINNALE

### 8.1. Avalik ruum

Teise skaalana tegelen avaliku ruumiga. Arvestades käesolevaid väljakutseid, nagu linnastumine, äärealade kahanemine, sotsiaalsed muutused, neljas tööstusrevolutsioon, kliimamuutused ja keskkonnakahjustused, on suur mõju sellel, kuidas kujundame oma elukeskkonda. Seikluskeskuse rajamine on olnud suunanäitajaks, kuidas pöörata negatiivsus positiivseks. Järgmise sammuna jätkusuutlikuma tuleviku suunas on Kiviõli tehaseala arendamine ja selle avamine. See annab võimaluse luua linnale uut identiteeti. Ringmajandus, keskkonnateadlikkus, ressursside jätkusuutlik käsitlemine, materjalide taaskasutus – need on uued võtmesõnad, millega tulevikus Kiviõli linna seostatakse.

Lisaks tehasele ja Seikluskeskusele on vaja ka linna südames tugevdada sealsete kohtade identiteeti. Kiviõli linnas on peidus potentsiaalseid kohti, nagu rahvamaja, rulapark, õunapuuaed, kunstide maja tagune park, „külaplats“, linnakeskus ja spordiväljak. Kvaliteetne avalik ruum toob kokku kohalikke ja meelitab uudistama inimesi ka väljast. See omakorda aitab arendada ja suurendada ärilist tegevust linnas. Lisaks hea avalik ruum innustab inimesi üksteisega suhtlema ning toetab kaasavaid ja ühtekuuluvaid sootsiime. Selle tulemusena tekivad intensiivse lävimisega kogukonnad ning see võib aidata luua ja hoida kohataju, tugevdada identiteeti ja tekitada kodanikuuhkust.<sup>50</sup> Võimaldades inimestel määratleda ennast oma elamise ruumi kaudu, loome siduvat ühiskonda ning ühtlasi tugevdame keskkondlikku teadlikkust.

Hetkel eraldi seisvad materjalitehas, linnakeskus ja seikluspark on vaja ühendada, et erinevad tõmbekeskused omavahel põimuks ja toetaks üksteist. Näiteks Seikluskeskuse aktiivne õues tegutsemine võiks jätkuda nii tehase alal kui ka linnas matkaraja näol. Tehase alal muutub rada kõrgustega vahelduvateks käiguteedeks ja linnaruumis muutub matkarada tehase ümbertöödeldud materjalide testrajaks.



**KIVIÕLI AVALIK RUUM**  
linnaruumi arendamine

**Uue identiteedi loomine**

**Kvaliteetne linnaruum**

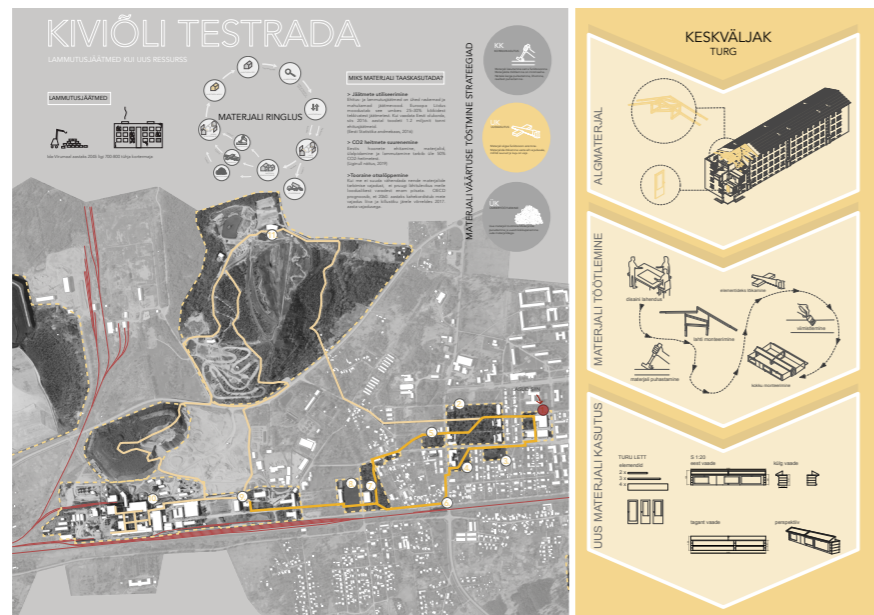
**Tõmbekeskuste ühendus**

<sup>50</sup> Euroopa Arhitektide Nõukogu. (2019). Ehitatud keskkonna kvaliteedi saavutamine. [http://arhliit.ee/uudised/ace\\_declatation\\_quality/](http://arhliit.ee/uudised/ace_declatation_quality/)



Illustratsioon 70. Kulgev rada läbi Kiviõli. Autori joonis.

**Testrada** Mööda testrada jalutades või rattaga sõites on võimalik tutvuda erinevate avaliku ruumi ajaveetmispaikadega ja nende kujundamisel kasutatud taaskasutatud materjalidega. Vanade materjalide kasutamine linnaruumis loob lisaks uusi väärtusi, nagu kasutusväärtus, majanduslik väärtus, keskkonnahoid, aga ka elamus, ajalooline tähendus ning identiteet. Teerada on jälgitav eristuva teekatendi järgi ja iga objekti juures on ka jalgratta parkla, mis on integreeritud infotahvliga. Seal on võimalik lugeda, mis objektiga on tegu ja kuidas on teatud lammutusjäätmetest saadud uus element. Omamoodi moodustab see infoga põimitud õpperetke, mis inspireerib inimesi enda ümber vaatama ja märkama materjali väärtust.



Illustratsioon 71. Infotahvel. Autori joonis.

Linn on oma olemuselt elav ning peab käsitlema meie ehitatud keskkonda **Muutuv keskkond** kui inimkujundatud maastikku, mida võib ümber ehitada ja ümber kujundada vastavalt meie aja sotsiaalsetele, kultuurilistele, keskkonnaalastele ja majanduslikele vajadustele.<sup>51</sup> See tähendab, et keskkonda kujundavad elemendid ei ole igavesed, mis õigustab materjali demontreeritavust ja ringluse kontseptsiooni.

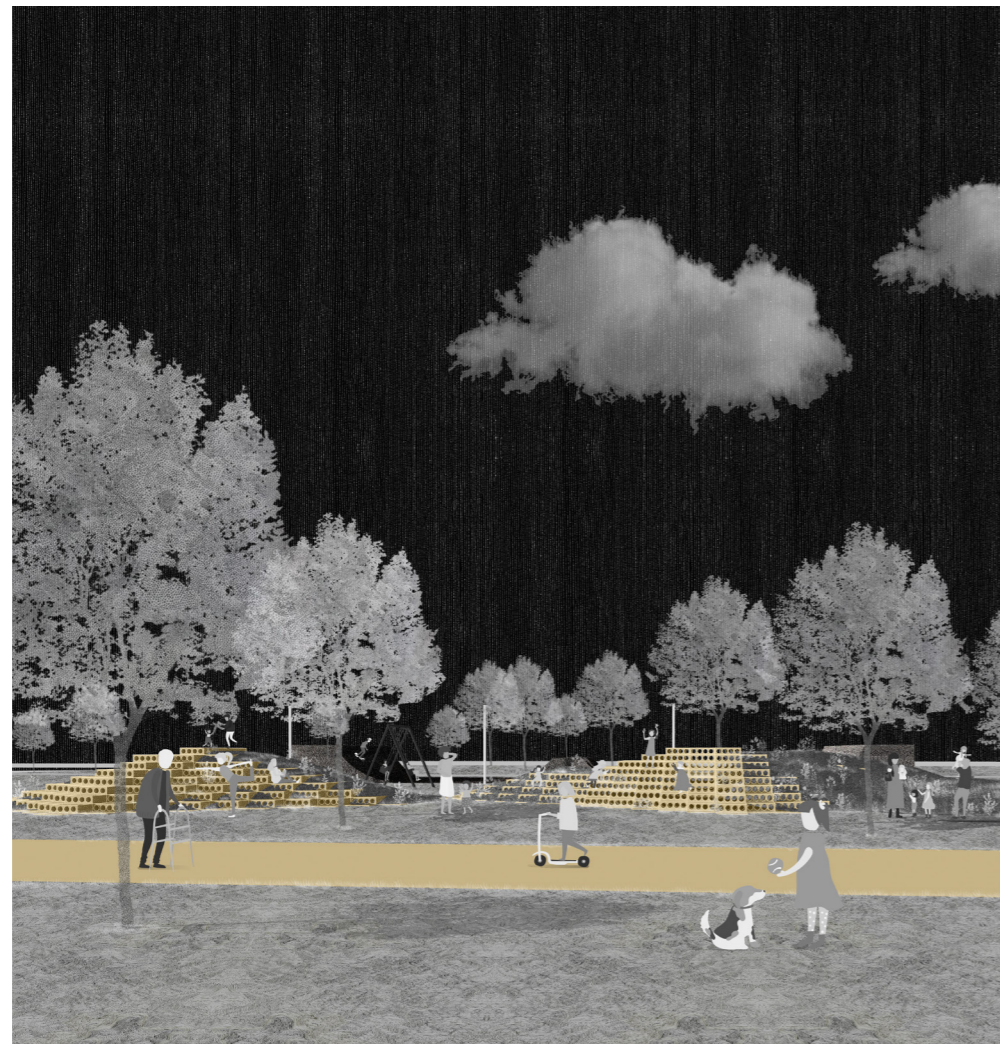
Esimeseks väljavalitud alaks on keskväljak. 2014. aasta Kiviõli linna **Keskväljak** üldplaneeringus on välja pakutud linna keskväljakuks suurte poodide tagust muruplatsi. Pakun välja, et keskväljakul võiks tegutseda turg, mis annaks võimaluse ka väiksematele kohalikele ettevõtetele oma kaupa müüa.



Illustratsioon 72. Keskväljaku turg. Turu väikevormide konstruktsioonis on kasutatud taaskasutatud katusetalaseid ja vanu siseuksi. Autori joonis.

51 Euroopa Arhitektide Nõukogu. (2019). Ehitatud keskkonna kvaliteedi saavutamine. [http://arhliit.ee/uudised/ace\\_declatation\\_quality/](http://arhliit.ee/uudised/ace_declatation_quality/)

**Õunapuu** Järgmiseks on õunapuu, mis keset linna on üks tugevamaid eripärasid Kiviõli puhul. Inimestele meeldib seal aega veeta, jalutada oma koeraga ja imetleda lõhnavaid õunapuid. Parki oleks vaja lisada istumiskohti, piknikulaudu, valgustusi ja prügikaste. Pargis olevale rulapargile lisan juurde betoonpaneelidest mängulise maastiku. Tehiselemendi ja loodusliku maastiku kooslus pakub ka kodu putukatele, muutes keskkonda liigirikkamaks.



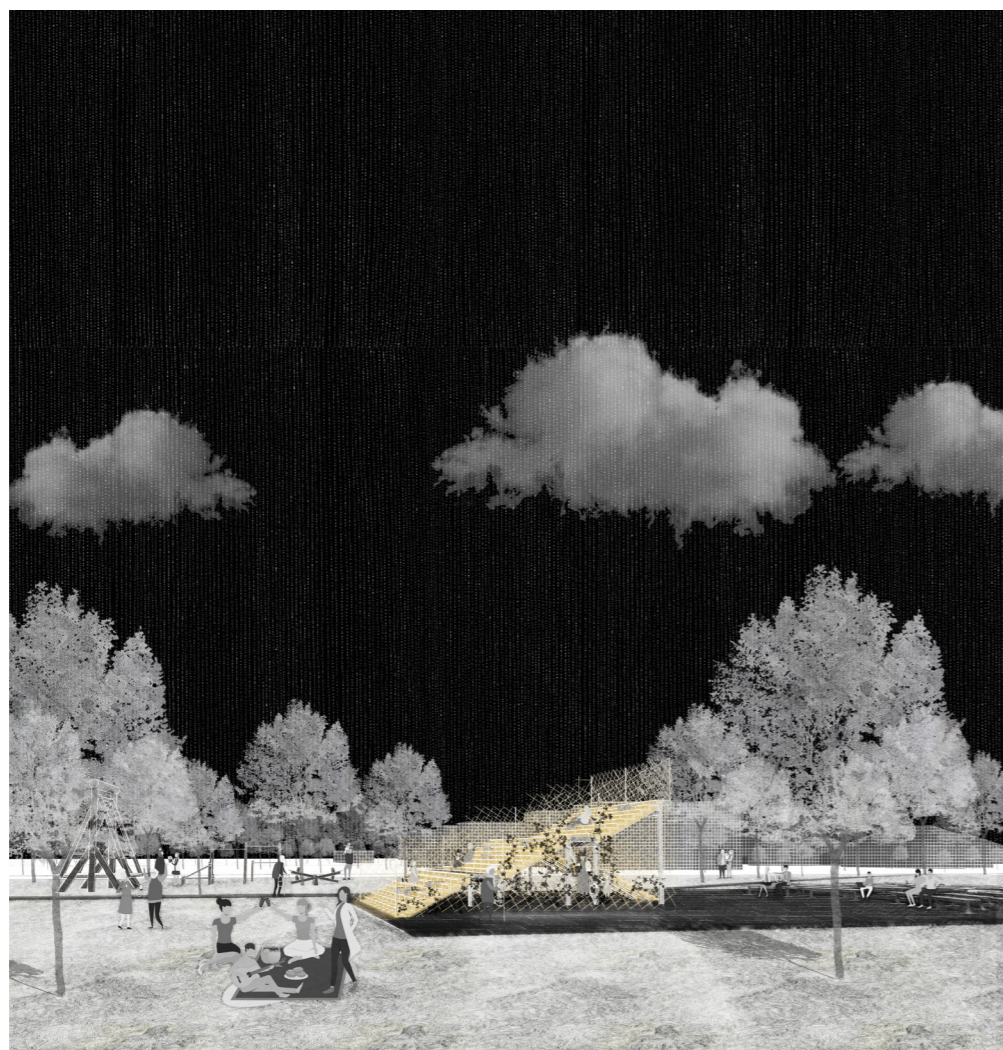
Illustratsioon 73. Õunapuu. Autori joonis.

Kiviõli Kunstide Kooli taha jäävale alale võiks rajada skulptuuride pargi. **Skulptuuripark** See kujutab endast variatsioone tehase toodetud prototüüpidest, mis on õppematerjaliks, kuidas materjali segud ja struktuurid ilmastikule vastu peavad. Lisaks prinditud elementidele asub seal ka taaskasutatud materjalidest ehitatud vaatetorn, mille tipust saab näha nii tuhamäge kui ka Kiviõli linna. Nii Kunstide Koolil kui teistel koolidel on võimalus kaasa lüüa skulptuuripargi loomisel.



Illustratsioon 74. Skulptuuripark. Autori joonis.

**Külaplats** Külaplats asub vanade tööliselamute läheduses. Sealne atmosfäär seostub mulle kogukondlikkusega ja näen sellel alal potentsiaali kohalike vabaõhuürituste läbiviimise paigana. Hetkel asuvad seal külakiik, pingid ja lava. Olemasolevale betoonist lavale lisan varjualuse, mis teise funktsioonina toimib tribüünina, kus on võimalik nautida kontserte või etendusi, mis ei mahu varjualuse alla.



Illustratsioon 75. Külaplats. Lava varjualuses on kasutatud vanu treppe ja piirdeid.

## 8.2. Privaatne ruum

Kolmanda skaalana käsitlen kohalike privaatset ruumi. Lisaks innovaatilistele tehnoloogiauuendustele väärivad endiselt tähelepanu traditsioonilised kohalikud ehitusoskused. Minu jaoks üks meeldejäävamaid elemente Kiviõli linnas on vanad tööliselamud, mis on jagatud mitme pere vahel. Kuigi hooned on tüüpprojektid, on need aja jooksul väga erinevalt arenenud. Küll on juurde lisatud tuulekodusid, terrasse, fassaadi vahetatud jne. Lisaks ümbritseb hoonet suur aed, kuhu elanikud on ehitanud lisahooneid materjalidest, mis neile kätte on juhtunud. See on väga hea näide, kuidas on materjalidele leitud uus kasutus. Materjalikeskuse töökojas on inimestel võimalus ise tutvuda materjalide taaskasutamisega ja suunata need oma kodu tarbeks. Olen välja pakkunud lihtsaid puitkonstruktsioone, mida kombineerides hruštšovka lammutusjäätmetega on võimalik kasutada erinevate abihoonete ehitamisel.



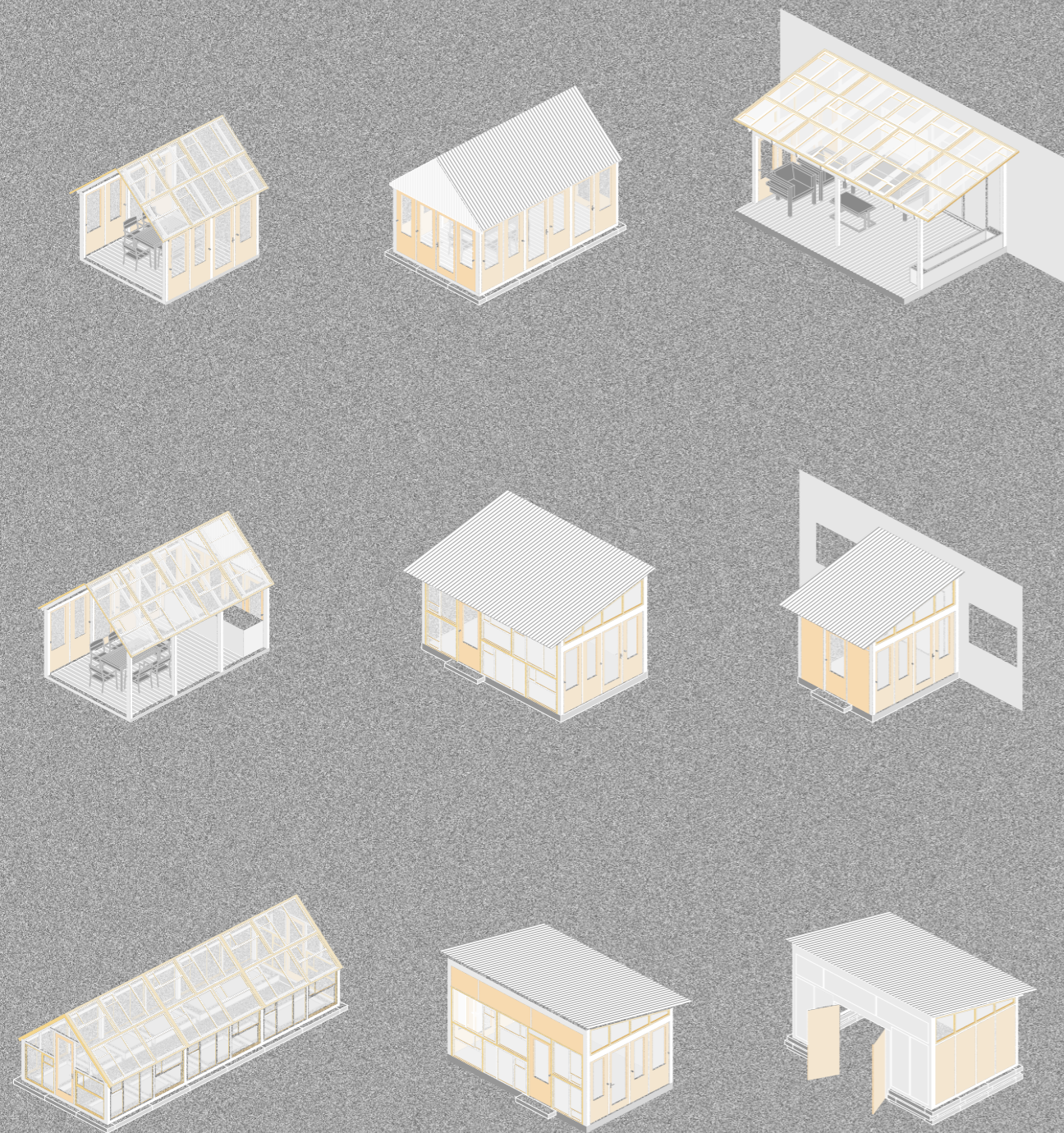
Illustratsioon 76. Kiviõli aedlinn. Autori joonis.



**3. KIVIÕLI PRIVAATNE RUUM**  
isehitamise traditsiooni jätkamine

Isehitamine





*Illustratsioon 77.* Elemente kombineerides on võimalik ehitada erinevaid abihooneid

## 9.KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärk on materjalide ja ruumide taasväärtustamine. Ühest küljest ehitusjätmete väärtustamine uuskasutuse ja ümbertöötlemise kaudu, teisest küljest linnaruumi ja tööstusalade väärtustamine laiemalt sellesama protsessi osana. Leian, et madal kinnisvaraväärtus, jäätmed ning majanduslikud ja keskkonnaprobleemid on tugevalt seotud nii sotsiaalsete probleemide kui ka kvaliteetse ruumiloomisega. Tegemist on väga aktuaalsete teemadega, mis mõjutavad tervet maailma.

**Ülemaailmne probleem**

Eesti riigil on selge huvi tegeleda väikelinnade elu edendamise ja ruumi kvaliteetsemaks muutmisega. Kahanevate linnade kontekstis on hoonete lammutamine võtmetegevuseks ning parasjagu käib töö tühjade kortermajade kaardistamisega valitud piirkondades. Peamiseks eesmärgiks on linnu kahanda, kolides inimesi kokku, ja tühjaks jäänud hooned lammutada. Kõigest Ida-Virumaal prognoositakse 15 aasta pärast 50 000 inimese lahkumist, mis tähendab ligikaudu 700–800 korterelamu tühjaks jäämist. See toob endaga kaasa suure hulga lammutusjätmeid.

**Olukord praegu**

Ühtepidi täituvad prügimäed materjaliga ja teistpidi kaevame välja uut toormaterjali. Näen potentsiaali jätmeid kasutusele võtta uue ressursina. Selleks on vaja teha uuendusi süsteemides – minna üle lineaarselt majanduselt ringsele, ümber mõtestada nii hoonete kulude struktuur kui ka väärtusahel. Sealjuures rõhuda ühisele koostööle ja informatsiooni jagamisele. Ühtne ring eeldab, et materjalid ei lahku süsteemist kasutuse lõppemisel, vaid leiavad uue eesmärgi, vahetades kasutajat, funktsiooni või vormi.

**Materjaliringlus**

Magistritöö keskseks teemaks kujunes materjali väärtuse tõstmine ehk *Upcycle* meetodi kasutamine. Materjali *upcycle*’i kolm strateegiat on korduvkasutus, uuskasutus ja ümbertöötlemine. Kõige ressursisäästlikum on korduvkasutamine, mille puhul jääb materjali kasutus samaks. Kõige rohkem energiat vajav on ümbertöötlemine, kus materjal saab nii uue vormi kui ka funktsiooni. Väärtuse tõstmises mängib väga suurt rolli disain. Disaini kaudu on võimalik kujundada hoiakuid ja julgustada muutusteks.

**Upcycle**

**Hruštšovka** Võtsin vaatluse alla peamised tühjaks jäänud hruštšovka-tüüpi kortermajad. Hruštšovka koosneb põhiliselt silikaattelistest ja betoonpaneelidest. Võttes arvesse väikest jääkväärtust ja suurt materjalikogust, on kõige kasulikum materjal ümbertöödelda. Kõrgema väärtusega materjalid, nagu klaas, puitraamid, katuse puitkonstruktsioon, ukсед, metall, malmradiaatorid, on võimalik uuskasutada. Erinevad materjalide väärtuse tõstmise strateegiad kajastuvad projektis kolmes erinevas skaalas: hoone ehitus, avalik ruum, privaatne ruum.

**Materjalikeskus** Idee on Ida-Virumaalt kõik lammutusjäätmekokku koguda ja suunata materjalikeskusesse, kus nad tagasi ringlusesse saadetakse. Keskus asub Kiviõli keemiatööstuses tühjades tehase hoonetes. Koosneb peamiselt neljast erinevast funktsioonist: ümbertöötlemine, tehas, teabekeskus ja töökoda.

**Skaala1.** Materjalikeskuses on kasutatud uusi tehnoloogiaid, mille abil on võimalik

**Hoone ehitus** toota ainulaadseid ehituselemente. Lisaks võimaldab see reguleerida ja optimeerida tööjõudu ning toota vastavalt vajadusele. Materjalikeskus on esimeseks sammuks Kiviõli kuvandi muutmisel ja jätkusuutlikuma tootmise suunas liikumisel.

**Mõju Kiviõlile** Kiviõli linna aktiveerimiseks pakun välja erinevate tömbekeskuste, sh Seikluskeskuse, tehaseala ja linna ühendamist matkaraja näol. Kiviõli tehaseala arendamine ja avamine pakub võimaluse nii hariduslikele kui ka meelelahutuslikele tegevustele. Lisaks jätkub teadlikkuse levitamine mööda

**Skaala 2.** testrada edasi Kiviõli linnaruumi. Testrajal on võimalik tutvuda erinevate

**Avalik ruum** avalike ajaveetmispaikadega ja nende kujundamisel kasutatud taaskasutatud materjalidega. Kvaliteetne avalik ruum toob kokku nii kohalikke inimesi kui ka külalisi. See omakorda aitab arendada ja suurendada ärilist tegevust linnas. Lisaks on eesmärk innustada inimesi looma kogukonnatunnet, mis läbi tugevdada ja hoida kohataju ning tekitada kodanikuuhkust. Samalaadne

**Skaala3.** mõtteviis võiks kanduda edasi avalikust ruumist ka privaatseesse ruumi.

**Privaatne ruum** Taasavastades isehitamise traditsiooni, pakun välja erinevaid taaskasutuse võtteid eramute abihoonete ehitamiseks.

Tegemist on suurema ringse süsteemi loomise ja arendamisega. Materjali ümbertöötlemine ja tootmine võiks ühtse võrgustikuna laieneda üle kogu Eesti ja sealt edasi ka naaberriikidesse. Kiviõli linna potentsiaali arendamine näitab, kuidas tugevdada kahanevate väikelinnade identiteeti ning sarnast lähenemist on võimalik kasutada ka teistes asumites. Usun, et igal kohal on oma väärtus, mis tuleb üles leida.

## 10. SUMMARY

The aim of this Master's thesis is the revaluation of space and materials. **Global problem**  
Valuing construction waste through reuse and recycling from one point and valuing urban space and industrial area more widely as a part of the process from the other point. The low real estate value and environmental problems are strongly associated with social problems and also with designing quality space. This topic is very actual, and influences the whole world.

Estonian government has a clear aim to promote the life of small towns and improve the quality of space. **Current situation**  
Demolishing of buildings is the key activity in shrinking towns. The main purpose is to reduce the size of towns, and move the residents together and to demolish the buildings that are left empty. In Ida-Virumaa, it is prognosed that in 15 years 50 000 people will leave the area, which signifies an estimated 700-800 apartment buildings to be left empty. That means a huge amount of construction waste.

While the landfill is filled with material, we dig out new raw material at the same time. **Cycle of materials**  
I see potential in using waste as a new resource. In order for it to work it's necessary to make changes in the system - to switch over from linear economy to circular economy. To rethink construction cost structure and the value chain. Additionally, focusing on collaboration and sharing information. Circular economy assumes that materials won't leave the system at the end of the life cycle, instead they will find new purpose while changing the user, function or form.

The focal subject of this Master's thesis is to increase the value of the material, **Upcycle**  
using the upcycling method. The three strategies of upcycling are - reuse, rethink and renew. Reusing is the most energy efficient, the use of the material stays the same. Rethink means that materials functions can be changed and in the renew strategy, the material gets a new form as well as a new function. The design is playing a big role in increasing the value. It is possible to shape attitude and encourage for change through design.

**Hruštšovka** I observed the main vacant hruštšovka-type apartment buildings. Hruštšovka mainly consists of sand-lime brick and concrete panels. When considering the small salvage value and big amount of material, then renewing the material is the most useful. The materials with the highest value - like glass, wooden frames, the wood construction of the ceilings, doors, metal and cast iron radiators are possible to rethink. The different material upcycling strategies are reflected in three different scales in this project - the construction of building, public space and private space.

**Material Centre** The idea is to gather all the construction waste from Ida-Virumaa and direct it to the Material Center from where it will be sent back to the material cycle. The center is located at Kiviõli's chemical industry empty buildings. It mainly consists of four different functions: recycling, factory, learning center and workshop. New technologies are used in the Material Center to produce unique construction elements. Additionally the factory is able to regulate and optimise work labor and produce according to the demand. The Material Center is the first step to change the image of Kiviõli and moving towards sustainable production.

**Impact to Kiviõli** I'm proposing to connect different attraction points to activate the city of Kiviõli, for example connecting the Adventure center, the factory area and city centre through the hiking trail. The development and opening of the Kiviõli factory area offers opportunities for educational and entertaining activities. One part of the hiking trail is the test road which begins from the Factory area and leads to Kiviõli's city center. On the test track it is possible to familiarise with public spaces and the recycled materials which are being used in their design. High quality public space gathers the locals and guests. This helps to develop and increase business in the city. The aim is to enthuse people to create the sense of community, and to strengthen and sustain the sense of space and develop civic pride. The same way of thinking should transfer from the public space to the private space. To rediscover the tradition of self-building, I suggest different recycling techniques while constructing the auxiliary buildings of the private houses.

It's about creating and developing a bigger circular system. The upcycling and production should spread across Estonia as a network and to the neighbour countries from there on. The potential evolvement of Kiviõli shows how to strengthen the identity of decreasing small towns. It's possible to use similar approach in other locations. I believe that everything has it's own value, which has to be found.

## 11. KASUTATUD MATERJAL

E. Hermann, M.Tüür, R. Valner. (2018). Liginull näitus. [WWW] <http://liginull.info> (vaadatud 20.09.2019)

Rahandusministeerium. (2019). Tühjade korterelamute projekt. [WWW] <https://www.rahandusministeerium.ee/et/eesmargidtegevused/riigivara/tuhjenevate-korterelamute-projekt>. (vaadatud 21.10.2019)

rahandusministeerium.ee/et/eesmargidtegevused/riigivara/tuhjenevate-korterelamute-projekt. (vaadatud 21.10.2019)

A. Mallach. (2012). Laying The Groundwork For Change: Demolition, urban strategy, and policy reform. [WWW] <https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/24-land-use-demolition-mallach.pdf>. (vaadatud 14.11.2019)

Tartu ülikooli sotsiaalteaduslike rakendusuringute keskus RAKE. (2015). Territoriaalne rahvastikuprognosis KOV-üksuste aastaseks 2010 ja 2030.

Valga linna üldplaneering 2030+. Stsenaariumid. (2017). [WWW] <https://www.valga.ee/documents/17893995/21673498/Valga+linna+uldplaneeringu+2030+%20stsenaariumid.pdf/b523efd9-8958-4c91-8333-417532964da6> (vaadatud 05.12.2019)

J. Tintëra. (2019). Innovative Housing Policy Tools for Local Governments in Shrinking Communities with a large share of privately owned apartments: A Case Study of Valga, Estonia.

Riigi Teataja. (2007). Valga linna 2007–2013 arengukava. Ajalooline areng. [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/12868064>. (vaadatud 11.12.2019)

J. Tintëra. (26.09.2017). Arvamus: Valga vanad ja uued asumid pürgivad kaardile. — Lõuna-Eesti Postimees. [WWW] <https://lounapostimees.postimees.ee/4255297/arvamus-valga-vanad-ja-uued-asumid-purgivad-kaardile>. (vaadatud 11.12.2019)

Vestlus Dimitri Moskovtsevigaga. (November, 2019)

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium. (2013) Uuring kasutusest väljalangenud ja mahajäetud elamufondi võimalikust probleemsest. Teostaja DTZ Kinnisvaraekspert. [WWW] [https://www.mkm.ee/sites/default/files/131210\\_uuring\\_probleemsed\\_korterelamud\\_2013.pdf](https://www.mkm.ee/sites/default/files/131210_uuring_probleemsed_korterelamud_2013.pdf) (vaadatud 28.09.2019)

Eesti Statistika andmebaas. KK068: Jäätmete jäätmeliigi ja tegevusala (EMTAK 2008) järgi. [WWW] <http://andmebaas.stat.ee/Index>.

aspx?lang=et&DataSetCode=KK068 (vaadatud 16.09.2019)

Euroopa Parlament. (2020). Võitlus kliimamuutuste vastu. [WWW] <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/et/sheet/72/kliimamuutustevastane-voitlus> (vaadatud 19.09.2019)

B.Guy, S. Mclendon. (2001) Building Deconstruction: Reuse and Recycling of Building Materials. Alachua County Solid Waste Management Innovative Recycling Project Program. Center for Construction and Environment.

Keskkonnaministeerium. (2019). Eesti ringmajanduse tegevuskava sai nurgakivi. [WWW] <https://www.envir.ee/et/uudised/eesti-ringmajanduse-tegevuskava-sai-nurgakivi>. (vaadatud 15.10.2019)

Ringmajanduse konverents (2019).Tark tormab!

Cradle to Cradle®. Innovation, quality and good design. [WWW] <https://epea-hamburg.com/cradle-to-cradle/>. (vaadatud 29.09.2019)

European Commission. EU commitment to sustainable development. [WWW] [https://ec.europa.eu/info/strategy/international-strategies/sustainable-development-goals/eu-approach-sustainable-development-0\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/international-strategies/sustainable-development-goals/eu-approach-sustainable-development-0_en) (vaadatud 03.10. 2019)

Ellen MacArthur Foundation. [WWW] <https://www.ellenmacarthurfoundation.org> (vaadatud 02.09. 2019)

Lendager Group. [WWW] <https://lendager.com/arkitektur/> (vaadatud 13.09. 2019)

A.Isik. (2003). Disassembly And Re-Use Of Building Materials: A Case Study On Salvaged Timber Components.

A. Lendager, D.L. Vind (2018). A Changemaker's Guide to the Future. Narayana press.

Coursera. Deconstruction of the Value Chain. [WWW] <https://www.coursera.org/lecture/bcg-uva-darden-digital-transformation/deconstruction-of-the-value-chain-OChsy> (vaadatud 18.12.2019)

Järva Teataja. (2019). Ihkad koolilauda või võimlemismatte? Lammutatava kooli vara antakse soovijale ära. — Järva Teataja. [WWW] <https://jarvateataja.postimees.ee/6533108/ihkad-koolilauda-voi-voimlemismatte-lammutatava-kooli-vara-antakse-soovijale-ara> (vaadatud 11.11.2019)

Abivallavanema Elari Hiisi e-kiri. (November 2019)

M. Männi (2019). Seinad on langenud: vana kooli lammutustööd algasid sööklast. — Järva Teataja. [WWW] <https://jarvateataja.postimees.ee/6700843/seinad-on-langenud-vana-kooli-lammutustood-algasid-sooklast> (vaadatud 11.11.2019)

Lendager Group. Resources Rows. [WWW] <https://lendager.com/arkitektur/ressourceraekkerne/> (vaadatud 02.10. 2019)

The Method Case. (2017). WasteBasedBrick & StoneCycling, unique building materials from waste. [WWW] <https://www.themethodcase.com/waste-based-brick-stone-cycling-project-tom-van-soest/> (vaadatud 28.09. 2019)

L. Butler. (2016). WasteBasedBricks: laying the foundations for sustainable building. — Resource. [WWW] <https://resource.co/article/wastebasedbricks-laying-foundations-sustainable-building-11520> (vaadatud 28.09. 2019)

Eesti Statistikaamet. (1995). Eesti rahvastik rahvaloenduste andmetel. Population of Estonia by population censuses. Eesti Statistikaamet, Tallinn.

Eesti Statistikaamet. Rahvaarvu muutuse komponendid maakonna järgi, haldusjaotus seisuga 01.01.2018. [WWW] <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=RV0213U> (vaadatud 07.01.2020)

Eesti Statistikaamet. (2011). Rahva ja eluruumide loendus. [WWW] <https://estat.stat.ee/StatistikaKaart/VKR> (vaadatud 07.01.2020)

M. Kalm. (2001). Eesti 20. sajandi arhitektuur. Prisma Prindi Kirjastus.

M. Mändel. (2019). Tehiskivimaterjalid eesti 20. sajandi arhitektuuris. Doktoritöö

Silikaat. Silikaattellised. [WWW] <https://silikaat.ee/toode/silikaattellised/> (vaadatud 10.01.2020)

Kiviõli läbi aegade. [WWW] <https://www.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=8a9d1d73173a48babcbfd7e74afe65b> (vaadatud 12.11.2019)

Betoonimeister. Betooni klassid. [WWW] [https://betoonimeister.ee/betoon/betooni-klassid/?gclid=EAlaIQobChMI2uW\\_](https://betoonimeister.ee/betoon/betooni-klassid/?gclid=EAlaIQobChMI2uW_) (vaadatud 10.01.2019)

I. Sildma. (2017). Kiviõli Keemiatööstuse destillatsioonihooned. Arhitektuuri konserveerimise ja restaureerimise täiendkoolituskursuse lõputöö, Jõhvi.

Fraunhofer-Gesellschaft. (2018). A novel approach to recycling construction waste. [WWW] <https://www.fraunhofer.de/en/press/research-news/2018/october/a-novel-approach-to-recycling-construction-waste.html> (vaadatud

03.02.2020)

M. Solyman. (2005). Classification of Recycled Sands and their Applications as Fine Aggregates for Concrete and Bituminous Mixtures. Doktoritöö

Greenspec. Specifying Recycled and secondary Aggregates. [WWW] <http://www.greenspec.co.uk/building-design/guidance-for-specification-recycled-and-secondary-aggregates/> (vaadatud 03.02.2020)

M. Mabkhot, A. Al-Ahmari, B. Salah, H. Alkhalefah. (2018). Requirements of the Smart Factory System: A Survey and Perspective.

Z. Malaeb, H. Hachem, A. Tourbah, N. Zarwi, F. Hamzeh, T. Maalouf. (2015) 3D Concrete Printing: Machine and Mix Design. — International Journal of Civil Engineering and Technology.

Euroopa Arhitektide Nõukogu. (2019). Ehitatud keskkonna kvaliteedi saavutamine. [WWW] [http://arhliit.ee/uudised/ace\\_declatation\\_quality/](http://arhliit.ee/uudised/ace_declatation_quality/) (vaadatud 12.03.2020)

Davos Declaration. (2018). Kvaliteetse ehituskultuuriga Euroopa poole. Tõlkinud Indrek Rünkla.

Anna Katrin Karlsson. Future built (2014). Kaanefoto inspiratsioon



## 12. LISAD

LISA 1. Kiviõli linna kaart



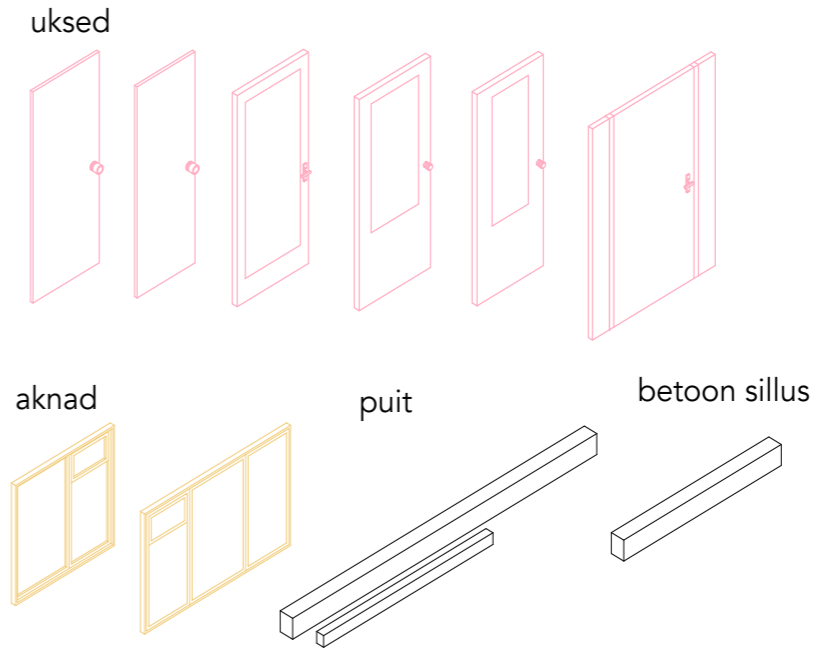
LISA 2. Kiviõli keemia tööstuse kaart.



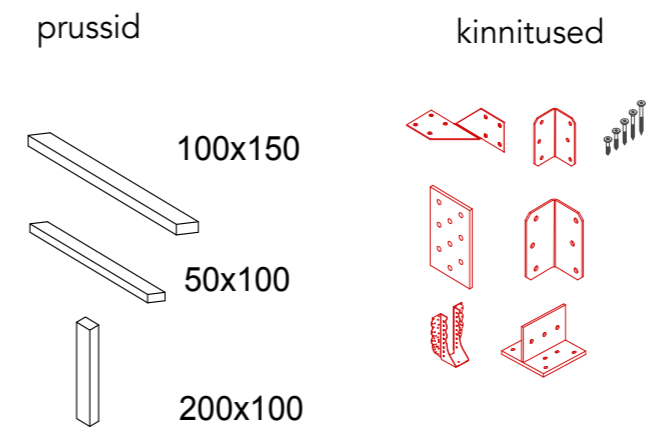
- 1. GS tootmiskorpus
- 2. GS konditsioneer hooned
- 3. peapunkrite hooned
- 4. lühispunkrite hooned
- 5. lühispunkrite hooned
- 6. PK vastuvõtukrite hooned
- 7. PK vastuvõtukrite hooned
- 8. PK vastuvõtukrite hooned
- 9. PK vastuvõtukrite hooned
- 10. Bitumensõlmehooned
- 11. Bitumensõlmehooned (konserveeritud)
- 12. Materjalide hooned
- 13. Desillatsioonihooned
- 16. TSK seadme administratiivhoone
- 18. TSK seadme tootmiskorpus
- 19. Def. seadme tootmiskorpus
- 22. Ruusilinnite hooned
- 30. KMJ hooned
- 31. Katseseadme hooned
- 32. Katseseadme vahapunkrite hooned
- 33. Remonditehnikahooned
- 34. Tehnikaboks
- 35. Kõrghõltsi hooned
- 36. SE I tootmiskorpus
- 37. Turbatiivseerimisjaoskonna hooned
- 40. 3. alajaama hooned
- 43. elektrijaoskonna hooned
- 44. 22. alajaama hooned
- 45. KMJ hooned
- 46. Lao anjaar nr. 1
- 47. Lao anjaar nr. 2
- 48. Lao anjaar nr. 3
- 49. Lao anjaar nr. 3 all
- 50. Seadme hooned
- 51. Remonditehnikahooned
- 52. Remonditehnikahooned
- 53. Remonditehnikahooned
- 54. Remonditehnikahooned
- 55. Pesu hooned
- 56. Pesu hooned
- 57. Pesu hooned
- 58. Pesu hooned
- 59. Pesu hooned
- 60. Buidosertid
- 62. Remonditehnikahooned
- 63. Traktorite remonditehnikahooned
- 64. tootmiskorpus
- 65. abikorpus
- 66. pumbamaja
- 67. pumbamaja
- 71. Joogivee pumbajaam nr. 8a
- 72. Joogivee pumbajaam nr. 8b
- 73. Joogivee pumbajaam nr. 8c
- 74. VVJ keemilises veepuhastuse hooned
- 75. Joogivee pumbajaam nr. 1
- 76. Joogivee pumbajaam nr. 2
- 77. Fekaalivete ümberpumbajaam nr. 1
- 78. Fekaalivete ümberpumbajaam nr. 2
- 79. Fekaalivete ümberpumbajaam nr. 3
- 80. Fekaalivete ümberpumbajaam nr. 4
- 81. Joogivee pumbajaam nr. 8
- 82. Joogivee pumbajaam nr. 5
- 83. Joogivee pumbajaam nr. 6
- 84. Tehnilise veepumbajaam nr. 6
- 85. baarihooned
- 86. pääsahoone nr. 2
- 87. Administratiiv-olmeihoone
- 88. Gaasipästuhooned
- 89. 21. alajaama hooned. Kaugküttevõtte pumbajaam
- 90. Raakemehhanika remonditehnikahooned
- 94. Sookita
- 95. Põlevküttevõtte mahutipark
- 96. pumbahooned
- 97. VRJ
- 98. AJ 28
- 99. AJ 28
- 100. Tuleõõrumpila nr. 1
- 101. Tuleõõrumpila nr. 2
- 102. Põlvküttevõtte mahutipark
- 103. Tehnoloogiliste mahutite park

LISA 3. Abihoonete ehituselemendid

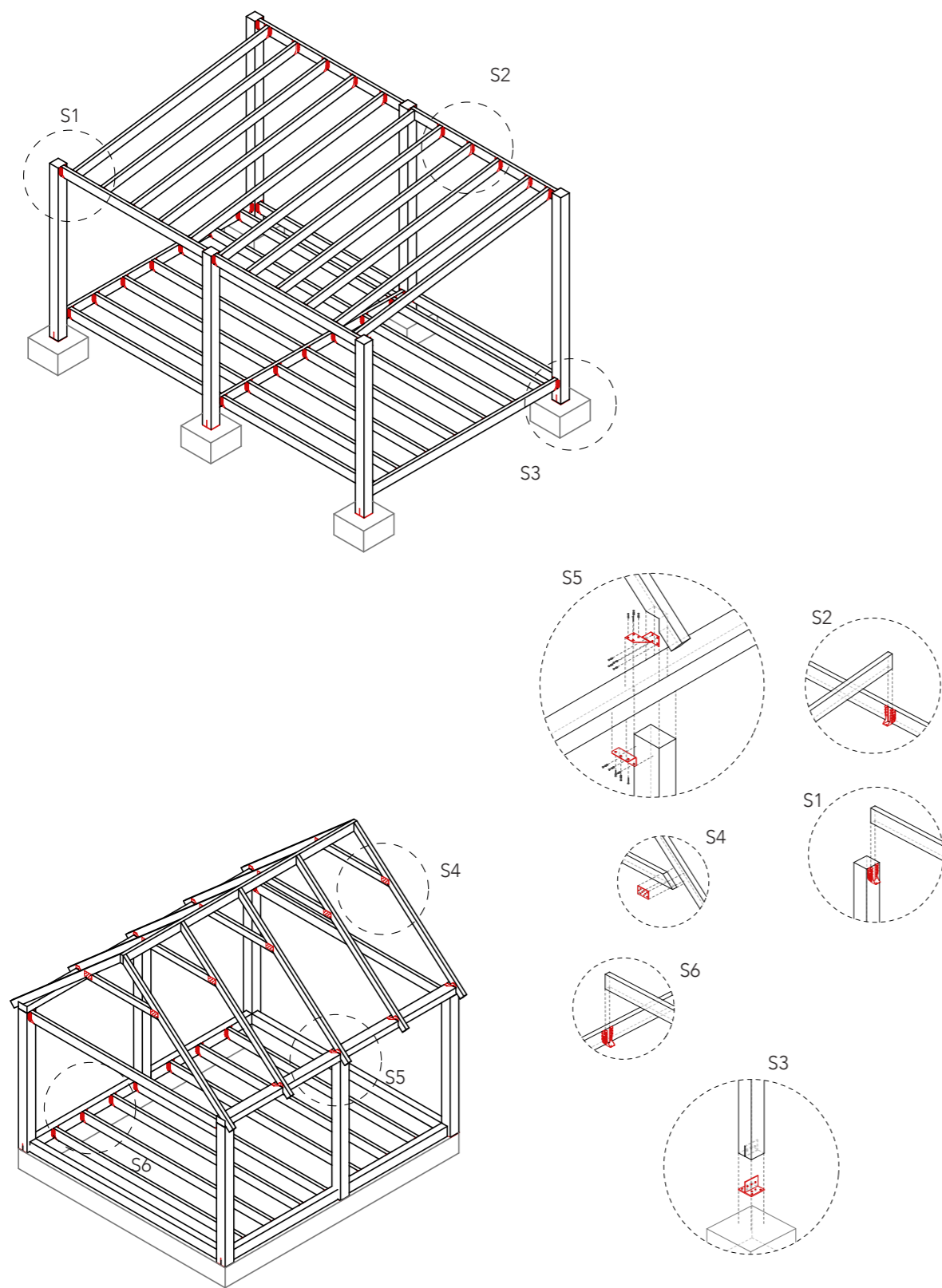
TAASKASUTATUD ELEMENDID



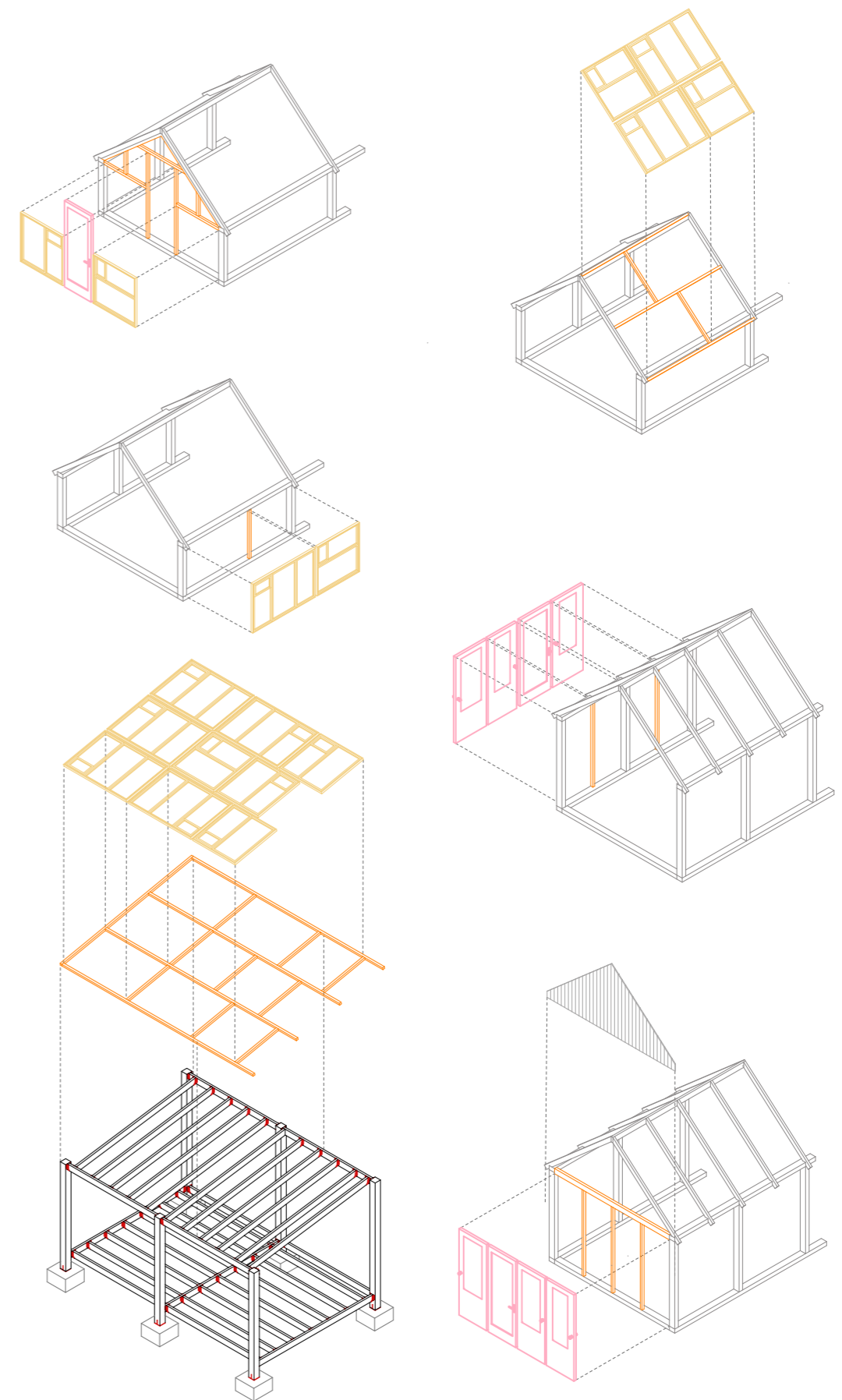
UUED ELEMENDID

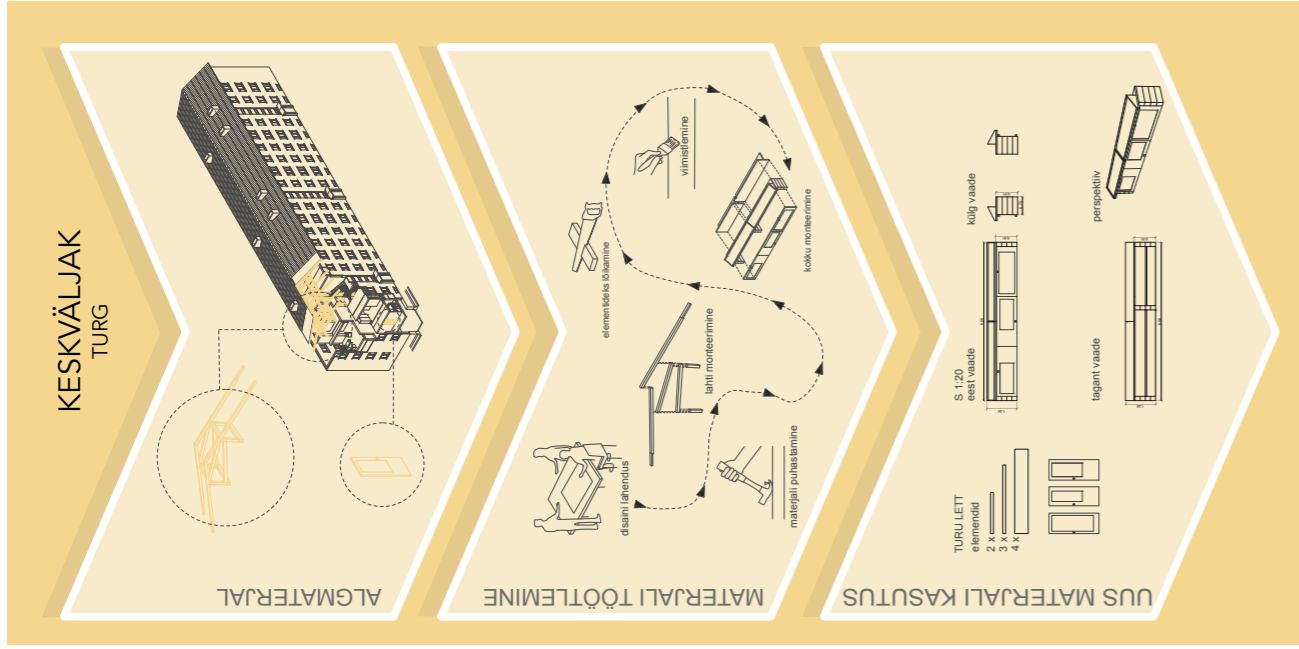


LISA 4. Abihoonete puitkonstruktsioon



LISA 5. Abihoonete väliskihi lisamine





# KIVIÕLI TESTRADA

LAMMUTUSJÄÄTMED KUI LÜÜS RESSURSS

**LAMMUTUSJÄÄTMED**  
Iid-Võrumaal aastaks 2045 ligi 700-800 tonni korterite jaoks

**MATERJALI RINGLUS**

**MIKS MATERJALI TAASKASUTADA?**

- > **Jäätmete utiliseerimine**  
Ehituse ja lammutusjäätmed on ühed raskemad ja moodustab see umbes 25-30% kõikidest ehitusjäätmetest. Kui kasutada Eestis olulist, ahtuajalõhmeid, loobub ligi 50% mürgisest tootest (Eesti Statistika andmebaas, 2016)
- > **CO2 heitmete suuremine**  
Üks kõige suurema CO2 heitmisega tootmisetapiga on ehitusmaterjalide tootmine ja kasutamine. Üks 50% CO2 heitmetest.
- > **Tootmine osalõppevõime**  
Ehitusmaterjalide tootmine ja kasutamine on keskkonnale kõige suurema CO2 heitmisega tootmisetapiga. OECD andmetel võivad ehitusmaterjalide tootmine ja kasutamine vastata ligi 20% CO2 heitmetest. OECD andmetel võivad ehitusmaterjalide tootmine ja kasutamine vastata ligi 20% CO2 heitmetest.

**MATERJALI VÄÄRTUSE TÕSTMINE STRAATEGIAD**

- KK KÕRVALDAMINE**  
Materjalide kõrvaldamine ja lammutamine on oluline osa ehitusmaterjalide taaskasutusest.
- UK KÕRVALDAMINE**  
Materjalide kõrvaldamine ja lammutamine on oluline osa ehitusmaterjalide taaskasutusest.
- ÜK VÄÄRTUS**  
Materjalide kõrvaldamine ja lammutamine on oluline osa ehitusmaterjalide taaskasutusest.

**MATERJALI VÄÄRTUSE TÕSTMINE STRAATEGIAD**

