

Eesti Kunstiakadeemia
Arhitektuuriteaduskond
Arhitektuuri ja linnaplaneerimise eriala

KOMPENSATSIOONIRUUM

Mis jääb planeeringute ja regulatsioonide vahele

Magistritöö

Juhendajad:
Raul Kalvo
Martin Melioranski

Elina Liiva
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 üldsusele kättesaadavaks interneti vahendusel.*

Elina Liiva

2020 a.

	Sisukord	
	SISSEJUHATUS	6
	<i>LISA: Väljavõtteid vestlusest Marek Strandbergiga</i>	9
Tänuõnad:	I . ANALÜÜS	10
	1.1 Konflikt	11
Täna Marek Strandbergi ja Maila Kuusikut, planeerimiseaduste tõlgendamise ja perspektiivide jagamise eest. Täna Toomas Paaverit inspireerivate vestluste eest.	1.2 Vale skaala	12
	<i>LISA: Karjalooma manifest</i>	15
Täna oma juhendajaid Raul Kalvot ja Martin Melioranskit.	1.3 Lihtsaim lahendus - penoplast	16
	1.4 Keskkonna(sõbralik) ruum	17
Täna Eik Hermanni ja Andres Ojarit.	1.5 Mugavus või ebamugavus?	20
	<i>LISA: Heterogeensuse manifest</i>	23
Täna kaaslaseid magistristuudiost.	1.6 Jalajalg - terve jalg, mitte ainult varvas	24
	1.7 Linna ainevahetus	26
Täna Markus Puidakut.	<i>LISA: Tervise manifest</i>	29
Täna oma perekonda.	II . ARVUTUSLIK MUDEL	30
	2.1 Neutraalne skaala	31
	2.2 Asukoht - transpordisõlm kui planeeringu kese	32
	2.3 Olol - olemasolev	36
	2.4 Olelusingi hindamine	40
	2.5 Valitud materjalid	42
	2.6 Kvaliteedi parameetrid	44
	2.7 Planeerimisstrateegia - CO2 tsoneerimisalad	44
	2.8 Arvutuslik mudel	46
	<i>Arvutuskäigu ülesehitus</i>	46
	<i>Valem</i>	47
	<i>Arvutuslik käik</i>	48
	III . ARHITEKTUURNE LAHENDUS	50
	3.1 Kompensatsiooniruum	51
	3.2 Maht/tihedus/kõrgus/orientatsioon	52
	3.3 Ebamugavuse väärtused	56
	3.4 Lokaalne eluviis	60
	<i>LISA: Õnne manifest</i>	67
		69
		71
	KOKKUVÕTE	72
	ABSTRACT	74
	<i>LISA: Mõtteid tehtud tööst</i>	77
	KASUTATUD ALLIKAD	78
	Lisa 1-2	82

SISSEJUHATUS

Antud töö sai alguse seadusandluse ja ruumi omavaheliste seoste analüüsis ning läbi selle uurimuse on tööd juhtivaks temaatikaks kujunenud ruumi sõbralikkus - nii keskkonna kui inimese kontekstis.

Huvi teema vastu sai alguse puutudes kokku Rail Balticu projektiga, milles muudeti suurema eesmärgi hüvanguks väga kergekäeliselt niivõrd kindlaid piire nagu seda on krundipiirid. Kasutusele võeti toimingud nagu ümberkruntimine, riigipoolne maa ostmine ja sundvõõrandamine. Projektiga kerkib pinnale tõdemus, kui suurt rolli mängivad ruumilise keskkonna kujunemisel füüsiliselt nähtamatud piirid ja reeglid. Julgen väita, et ruumiloome toimub suuresti läbi seaduste. Magistritöö aluseks olen käsitlenud ruumilisi “vigu”, mis on tekkinud tänu erinevate seaduste ja kokkulepete kitsaskohtadele. Näitena võib käsitleda järgmist konflikti - uus hoone peab olema liginullenergiamaaja, kuid samal ajal kehtib standard, mille järgi peab tagama igale korterile 1,4 parkimiskohta. Omavahel ristuvad kaks erinevat eesmärki, mis üksteisega ei suhestu. Uurides taolisi olukordi, olen seadnud eesmärgiks leida lahendus mitmekesise ja hea keskkonna planeerimiseks, mis oleks kooskõlas suurema eesmärgiga - magistritöö kontekstis kliimanetraalsuse saavutamiseks.

Keskkonnasõbralik ruum, arhitektuur või linn on sõnakooslused, mida kuuleme aina rohkem. Lihtne sõnapaar, mille taga laiub teadus sellest, kuidas ehitada ja planeerida ruumi, mis avaldaks keskkonnale võimalikult vähe koormust - mille ökoloogiline jalajälg oleks väike. Saavutamaks soovitud tulemust, on hoonetele kehtestatud energiatõhusust seadustavad regulatsioonid, mille tulemusena on Tallinn ümbritsetud A-energiaklassi märgisega hoonetest koosnevate põlluküladega. Seal elavad inimesed sõltuvad autodest, lapsed oma vanematest ning vanemad laste trennigraafikutest, sest nende kodu asub kaugel igasugusest eksisteerivast infrastruktuurist. Tekkinud ruum ei ole sõbralik - ei keskkonna ega ka inimese vaatepunktist. Inimese jaoks on see homogeenne, küllaltki igav ruum ning keskkonnale rõhuvat koormust kalkuleeritakse kilovatt-tundides, mitte CO₂e tonnides.

Magistritöö projekti raames astun välja krundipõhisest süsteemist ning vaatlen naabruskonda kui skaalat, mis on piisavalt suur väljumaks indiviidikesksest mõtlemisest ja piisavalt väike, et hoomata selles toimuvaid protsesse. Võimaliku lahendusena

kliimanetraalse Tallinna eesmärgiga kooskõlas oleva mitmekesise ja huvitava ruumi loomiseks pakun välja planeerimisstrateegia, mille kohaselt tsoneeritakse naabruskond süsinikujalajälje suuruse järgi.

Asukoht, millega tegelen - ühistranspordi sõlmpunkti ümbritsev Kitseküla ja Uus-Maailm - sisaldab mitut miljöövärtuslikuks nimetatud ala. Vaatamata oma säilitamist väärt struktuurile, on nendel aladel siiski üsna suur jalajälg. Selle tasakaalustamiseks loon oma projektis sinna kõrvale väga väikese jalajäljega tsooni - nõnda jääb kogu naabruskonna skaalas jalajälg inimese kohta ikkagi mõistlikkuse piiridesse. See tähendab miljöövärtuslike alade puutumatumust, kuid radikaalset tihendamist väikese jalajäljega tsoonis, mis omakorda nõuab väga tihedat elukeskkonda, lahti ütlemist krundipiiridest ja autodest ning väga inimsõbralikku tänavaruumi - ruumi, kus inimene ei tunne puudust autost ning ei väsi jalgsi liikudes ära.

Strateegiat võib võrrelda süsiniku kvootide vahetamisega naabruskonna skaalas. Ühest otsast annab see teatud arhitektuurse vabaduse, luues samal ajal uusi väljakutseid tiheda keskkonna loomisel. Olemasolevate puudujääkide kompenseerimine - ühe krundi “viga” - võib naabruskonna skaalal olla eelis. Inimese süsinikujalajälg on parameeter, millega tulevikus peame arvestama pea igal erialal. Usun, et arhitektile võib see luua uusi väljakutseid, mida ei saa lahendada vaid energiatõhusate hoonetega. Lahenduse leidmiseks tuleb mõelda läbi inimese argipäeva - kus, millal ja millega ta käib. Loodud ruum peab toetama võimalikult lokaalset eluviisi, peab pakkuma mugavat keskkonda jalakäijale, peab võimaldama piisavalt privaatsust ning ära ei tohi unustada ka ruumikogemust. Ruum peab olema põnev ja üllatuslik, et inimene seal tõepoolest aega veedaks.

Teksti ülesehitus:

Töö on jaotatud kolmeks põhipeatükiks: **analüüs**, **arvutuslik mudel** ja **arhitektuurne lahendus**.

Analüüs on peatükk, kus käsitlen erinevaid mõjutajaid, mille põhjal ruumi planeeritakse - mis on oluline ja mis ei ole. Toon välja konflikte praeguses ruumipraktikas ja sean küsimuse alla teatud väärtused ning eesmärgid, mida hetkel oluliseks peetakse. Analüüsi käigus selgub, millega tuleks planeeringu tegemisel arvestada.

Arvutuslik mudel on aluseks planeerimisstrateegiale, mille välja pakun. Mudel koosneb kindlatest ning muudetavatest parameetritest, mis tulenevad eelmisest peatükist. Selles peatükis käsitlen igat parameetrit täpsemalt ning toon välja nende omavahelised seosed. Peatükis joonistub välja selge arvutuslik lahenduskäik ning ühikud, millele planeeringut tehes toetun. Samuti annab peatükk selgituse asukoha valiku puhul.

Arhitektuurne lahendus käsitleb detailsemalt välja pakutud keskkonda. Lahendus on kooslus kindlatest numbritest, mis lähtuvad eelmisest peatükist ning tunnetuslikest otsustest, mille eest välja pakutud strateegia kohaselt vastutab arhitekt. Kirjeldatud on erinevad arhitektuursed võtted ja printsüübid, mida kogu planeeringu puhul rakendatud on. Peatüki lõpus on ülevaade naabruskonnas asuvatest detailsemalt lahendatud fragmentidest.

Põhitekst vaheldub isiklike tekstidega - *manifestidega*. Manifest on antud töös kui kirjalik illustratsioon põhitekstile.

Väljavõte vestlusest Marek Strandbergiga

“ehk, kas ma saan õigesti aru, et peamine küsimus on, et kui suures ulatuses ja kes ja mis motiividel saab maa kasutusse teha täiendusi ja piiranguid?”

Kui palju saab hoonete iseloomu ja nende energiakasutust sätestada üldplaneeringus, kui palju detailplaneeringus ja mil moel on näiteks ehitusload sellega kooskõlas ja kas hoone kasutusloa väljastamisel saab sellest keelduda, kui reeglitest pole lähtunud?”

“Jah, ma arvan, et võib tõesti nii küsida. Kuid neid küsimusi küsides jäängi jätta. Ei tea, mida ja keda tähele panna, kust alustada, kust viga otsida.”

*“Noh, on olemas planeerimisseadus...
See sätestab raame”*

Planeerimisseadus

1. peatükk Üldsätted

§ 1. Seaduse eesmärk ja reguleerimisala

(1) Käesoleva seaduse eesmärk on luua ruumilise planeerimise (edaspidi planeerimine) kaudu eeldused ühiskonnaliikmete vajadusi ja huve arvestava, demokraatliku, pikaajalise, tasakaalustatud ruumilise arengu, maakasutuse, kvaliteetse elu- ning ehitatud keskkonna kujunemiseks, soodustades keskkonnahoidlikku ning majanduslikult, kultuuriliselt ja sotsiaalselt jätkusuutlikku arengut.

“Seaduse eesmärk on täpselt see, mida te saavutada soovite.”

“Aga jah, seaduse rakendamise praktikad ei pruugi kogu seda valdkonda just nii võimaldada

omavalitsustel on suur kaalutusõigus neis asjus

aga tavaliselt - praktilistel kaalutlustel- nad neid võimalusi alati ei rakenda...

arendaja ei taha piiranguid jne jne jne

Laiemalt tuleb muidugi öelda, et tänane planeerimisseadus on ajale jalgu jäänud, sest riigis tervikuna on toimunud muutused just rahvusvaheliste kohustuste tõttu.

Kliima ja keskkonnavalaste lepete sõlmimise tõttu.

Loogiliselt peaksid riigi rahvusvahelised lepingud olema ülimuslikud. Ja iseenesest näiteks kliimaleppe olemasolu peaks kohustama asjakohaste muutuste tegemist ka planeeringutesse ja detailplaneeringutesse...loomulikult on sellele väitele väga palju vastuväiteid ja ükski arendaja ei soovi, et tema kohustused oleksid suuremad ja kasum kehvem või siis turuolukord talle kehvem, kui ta peab müüma õiget, aga kallimat asja.

omavalitsemine ongi selline omapärane asi, et suure voliga tegevus

ja volikogu ja selle paika pandud omavalitsejad saavadki teha, mida tahavad”

14.12.2019.

I

ANALÜÜS

Konflikt

Seoses kiireneva linnastumisega ja sellega kaasnevate probleemidega nagu liigne fossiilkütuste kasutamine, kliimakriis ja suurenev õhusaaste, on aina olulisemaks muutunud linna planeerimine. Kõiki neid probleeme ei saa aga lahendada vaid uute tehnoloogiate kasutusele võtmisega ja nende lisamisega olemasolevasse haldussüsteemi. Süsteemi, milles lisaks kliimaprobleemidele mängivad suurt rolli omandisuhted, seadused ja regulatsioonid. Tekib küsimus, kuidas arendada linna jätkusuutlikult arvestades samal ajal ruumiliste küsimustega ja kõikide osapoolte huvidega.

Muutuse toimumiseks ja jätkusuutliku linna ehitamiseks peab muudatus aset leidma juba süsteemis. Hetkel kehtivad regulatsioonid on sätestatud riigi poolt krundile. Regulatsioone ja norme, mida iga krundiomanik peab täitma on loendamatu hulk ning pea iga üksiku krundi omaniku tehtud otsus enda ruutmeetrite raames mõjutab tegelikkuses nii tema naabreid, naabruskonda, linna ja mõningatel juhtudel kogu maailma. Näitena võib siin kohal tuua Duvigneaud' 1977. aasta uurimuses "Écosystème Urbs" kirjeldatud olukorda Brüsselis, kus kanalisatsioon ei suutnud vastu võtta liiga suurt vihmaveehulka. Seda seetõttu, et linnas on liiga palju asfalteeritud või muud vett hülgavat maakatet, mis tekitab niivõrd suure koormuse kanalisatsioonile.¹

Seega võib ka maja soojusisolatsiooni ja energiatarbe nõuete sätestamine seadustes ja määrustes osutada poolikuks lahenduseks. Ehitamine ja elamine majades pole oma ulatuselt kõige suurema süsinikujäljega. Seda edestab kogu energiamuundamine, tööstus ja transport.²

Leian, et regulatsioonid, mille eesmärk on tegeleda süsihappegaasi vähendamisega, keskenduvad praegu liiga kitsale osale meie elukorraldusest. Tähelepanu keskmes on hoonete õhutiheduse parandamine ja "energiamajade" ehitamine, mis aitab küll vähendada elamufondi energiatarvet, kuid lubab ehitada põllukülasid, mille elanikud sõltuvad autodest, sest nende kodu on kaugel igasugusest infrastruktuurist. Lisaks sellele, et kehtestatud regulatsioonid tekitavad mõningaid küsimusi nende vastavuses esialgse eesmärgiga - vähendada CO2 emissioone - soosivad need ka üsna homogeensete ning igavate keskkondade

loomist. Keskkondade loomist, kus kõik hooned, hoonete omavaheline tihedus ning elanike elustiil on ühesugused. Selline ruum ei üllata, ei paku põnevust.

Keskkonnasõbralikkus, süsinikujalajalg, on ehitussektoriga seotud parameeter, mis tulevikus muutub aina olulisemaks ning mõjutab tugevalt ka arhitektuuri esteetilist poolt. Parameetrit saab käsitleda vaid numbrina, mis ütleb, kui paks peab olema soojustus ning mitu päikesepaneeli peab olema katusel. Kuid leian, et see parameeter võib arhitektile luua ka uue mänguvälja, mis annaks uusi väljakutseid ning soosiks looma mitmekesiset ruumi. Eriti, kui see ei piirdu ühe krundi detailplaneeringu või maja projektiga.

1 "Urban metabolism planning and designing approaches between quantitative analysis and urban landscape"

2 Marek Strandberg: Lühiloengud bensiniitünnidel. Sirp

1.2 Vale skaala

1997 aastal vastu võetud Kyoto protokollis esimene eesmärk oli riikide kasvuhoonegaaside heitkoguseid perioodil 2008-2012 vähendada 5 protsendi võrra võrreldes 1990. aastaga. Põhirõhk heitkoguste vähendamisele tegelemisel pidi langema arenenud riikidele seetõttu, et arenemise käigus on nad kõige rohkem kasvuhoonegaase atmosfääri paisanud.³

Kyoto protokollis eesmärkide saavutamiseks loodi kolm mehhanismi, millest üks on heitkogustega kauplemine (ET – Emissions Trading): *“Igale kokkuleppes osalevale riigile on antud omad süsinikuheite vähendamise eesmärgid. Nendega kaasnevad lubatud heitkoguse ühikud, mille riik peab ise oma majandustegevuse osaliste vahel ära jaotama. Kui mõni riik või ettevõtte ei suuda heitkoguseid ettenähtud ulatuses piirata, peab ta turult heitkoguse normühikuid juurde ostma. Kui neid osta ei õnnestu, tuleb tegevust keskkonnasäästlikumaks muuta või tegevus peatada. Kuna summaarne lubatud heitkoguste tekitamise hulk on ülemaailmselt kindlaks määratud, siis ei ole vahet heite vähendamise asukohas – atmosfäär on kõigi jaoks ühine.”*⁴

Mis saab sellise lähenemise puhul lokaalsest elukvaliteedist? Kas tundub tõesti mõistlik saastada täiesti ära üks koht ja hoida teist? Kasvuhoonegaasidega seotud probleem ei ole inimese loodud ühiskonnast eraldiseisev teema, selle tagajärrel muutuvad rahulolematuks just kohalikud elanikud, mis omakorda viib sotsiaalsete probleemideni.

Toetudes faktil, et hoonete materjalid, ehitamine, ülalpidamine ja lammutamine tarbivad 39% üleilmsest CO₂e-heitmest⁵, on Eestis kasvuhoonegaasidega tegelemisel pööratud kõrgendatud tähelepanu just hoonetele. Suur eraomandi osakaal maaomandis on üks põhjus, miks keskkonna kaitseks lihtsaim viis praeguses haldus- ja planeerimissüsteemis on kehtestada energiatõhususega seotud nõudmised igale hoonele - krundile. Selline raamistik on viinud tähelepanu ja probleemi lahendamise hoone skaalale. Peamine suund on võetud maja soojapidavuse parandamisele ning toimimise autonoomsusele. Kohati tundub, et hoone energiatõhusus kui selline on saanud uueks müügiartikliks. Turule tuleb aina enam hooneid, mida reklaamitakse kui liginullenergiama, passiivmaja, nullenergiama või plussenergiama.

Näitusel “Liginull” esitatud võrdlusest tuleb välja, et neli inimest, kelle 180. ruutmeetriga maja on templiga „liginull“ ja A-energiaklassis, kulutavad aastas sama palju energiat, kui poole väiksema pindalaga raiskava D-klassi templiga maja elanikud.⁶ Sellisest võrdlusest võiks teha järelduse, et tähelepanu peaks palju rohkem pöörama olemasolevale hoonestusele ja kahtluse alla seadma aina kasvava elamispinna suuruse inimese kohta, mitte lahendama uute hoonete tõhususe/passiivsuse probleemi. Iseenesest on see suund õige, kuid kuna sätestatud nõudmised ei ole arvesse võetud hoone asukohta, naabruskonda, materjalide tootmist ega selle elanike eluviisi, tekib küsimus, kas selline innovatiivsus tõepoolest heitmeid ka globaalsel skaalal vähendab. Sai ju ka algselt Kyoto protokollis põhirõhk langetatud arenenud riikidele nende arenemise tõttu.

Olukorra teise poole toob välja Mihkel Tüür väites, et tekkida võib reaalne oht, et alguse saab renoveerimise ajastu ja uusarhitektuur muutub elitaarseks eneseväljendusvormiks, kuna vana maja lubatakse uuendada oluliselt odavamalt kui rajada A-klassi uusehitist. Kui riik ajaks taga tegelikku kogusäästu, võiks õigem olla hoopis vanade majade mõõdukas parendamine.⁷

Ühest küljest vaadatakse kasvuhoonegaaside heidet, teisest küljest energiatõhusust, mida mõõdetakse kas lõpptarbimise või primaarenergiakasutusega ja kolmandalt poolt taastuvenergiat. Euroopa Liit on valinud sellise poliitika, et kõikides sektorites midagi toimiks. Need kolm paralleelset meetmete ploki peaksid viima selleni, et kõik töötaks samas suunas - CO₂ heitme vähendamiseks.⁸

Regulatsiooni esmane eesmärk on vähendada CO₂ heidet. Peale hoonete kasutamise tekib heidet aga ka hoone tarvis vaja minevate materjalide valmistamisest, transpordist ja kõikide tegevuste jaoks tarbitava energia algallikast. Muutes selle ringi lõpp-produkti ümbritsevast sõltumatuks ja iseseisvaks, saame tõepoolest väita, et oma elua jooksul see hoone tõenäoliselt kasutabki vähem energiat ja on passiivsem ümbritseva suhtes - tarbib vähem selle ressursse ega tekita ka ülejääki. Side ülejäänud keskkonnaga on väga pealiskaudne. Kiel Moe väidab, et arhitektid on andnud 20. sajandi jooksul tükkaaaval käest üha suurema osa oma tegevusalast, loovutades selle ehitusteadlastele või

6 Marek Strandberg: Lühiloengud bensiniitünnidel. Sirp
7 Mihkel Tüür: Uute liginullenergiatõhusate mõttekusest. Ehituskunst nr. 59, lk 90
8 Loeng “Inimõnn ja termodünaamika” Kaupo Vipp

-inseneridele⁹ ja viimasel ajal üha rohkem erinevatele konsultantidele, kes sageli pole isegi arhitektuuri- või ehitusala haridusega. Nemad aga ei ole huvitatud tervikpildist, mis moodustub hoone või linnaruumi elanikest.

Saavutamaks energiatõhusat hoonet, on justkui vaja kasutada erinevaid tehnoloogial põhinevaid seadeldisi. Kliimaseadmete kontseptsiooniga tuli välja Willis Carrier. Alguses töötas ta kliimaseadmed välja lao- ja tehasehoonete ning teiste sarnaste ehitiste jaoks. Seejärel võeti need süsteemid kasutusele eluhoonetes, ilma et neid oleks kuidagi selleks otstarbeks kohandatud. Seega ei olnud kunagi lähtepunktiks inimese või ümbritseva füsioloogia ega see, millega suudaksid hooned kui suured materjalikogumid hakkama saada. Arhitektid ei seadnud kunagi kahtluse alla selle tehnoloogia ülevõttu ega kõrvutanud omavahel seda, mida suudab see tehnoloogia ja mida suudaksid hooned ise hästi teha. Hooned on enamasti üpris passiivsed ja neil on suur termodünaamiline potentsiaal, mis jäetakse kõrvale siis, kui ehitise puhul peetakse silmas ainult kliimaseadmetega seotud kalkulatsioone.¹⁰ Sellest lähtudes võib arvata, et arenevad hoopis igasugused majale lisatavad seadmed, mitte arhitektuur.

Kliimaseadmetega mängimisest ja nende rakendamisest on sündinud uus suund - nn. “energiamaad”. Tahaplaanile jääb arhitekt oma loominguga ning tähtis on energiatõhusus ja autonoomsus ühe hoone raames. Üks hoone peab ise hakkama saama ning see saavutatakse erinevate kliimaseadmete abiga. Eesti teadusajakirjanik Tiit Kändler kirjutab passiivmajast kui hoonest, mille puhul välditakse ka kõiki liitumistasusid: *“Ma mõistan seda nõnda, et ei tohi liituda veevõrguga ega kanalisatsioonivõrguga, internetiga, elektrivõrguga ega ka mitte mingi ajakirjandusväljaande või raamatute tellimisega. Selles elab Homo passivus, kes majas vett ei joo ja kusel ei käi ning keda miski ümbritsev ei huvita.”*¹¹

Oluline on teadvustada, et soovides saavutada tõepoolest ökoloogilist elamisviisi, peame keskenduma kogu “energiaringile” - kust energia tuleb, milleks me seda tarbime ja mis sellest edasi saab?

Veidralt paradoksaalne on Keskkonnaministeeriumi

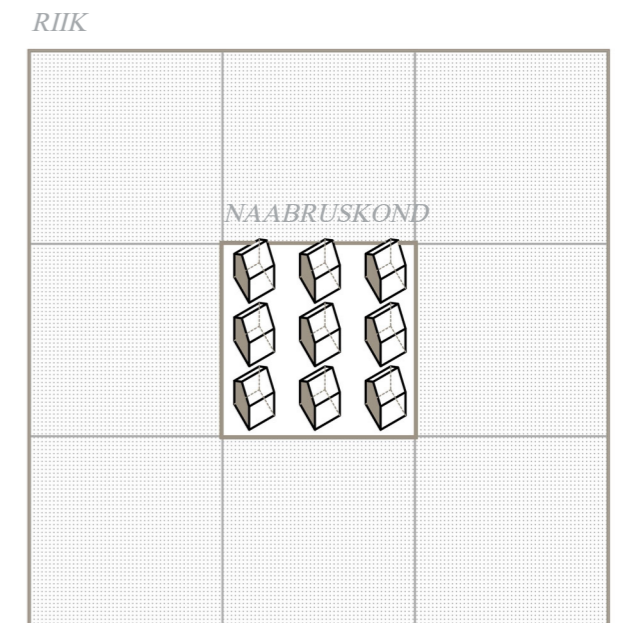
9 Kiel Moe: Pärilselt ökoloogilise ruumipraktika poole. Ehituskunst nr. 59, lk 79
10 Kiel Moe: Pärilselt ökoloogilise ruumipraktika poole. Ehituskunst nr. 59, lk 80
11 Tiit Kändler: Kuidas ehitada passiivsuisutare? . Eesti Loodus aprill 2019

kodulehel välja toodud lõik: *“Kuna summaarne lubatud heitkoguste tekitamise hulk on ülemaailmselt kindlaks*

määratud, siis ei ole vahet heite vähendamise asukohas – atmosfäär on kõigi jaoks ühine.” ning selle suhestumine regulatsioonidega. Oma olemuselt õigustab see lõik heitgaaside kvootidega kauplemist üle maailma. Eestis - riigi tasandil - kehtestatud regulatsioonid on aga otse vastupidised. Iga krunt peab saavutama teatud energiaarvu, pole mingit kauplemisvõimalust. Selles jadas puudub aga naabruskonna skaala. See, mida inimene ka tegelikkuses tunnetab ja hallata suudab. Kui skaala on liiga suur või väike, ei saa me aru, mida ja kui palju see globaalses kontekstis tähendab. Suur skaala muutub liiga üldistavaks ning väike liiga isiklikuks. Viimasele on eriti tundlik Eesti oma eraomandile üles ehitatud õigussüsteemiga.

Probleemi lahendamine ning selleks vajalike arvutuste tegemine naabruskonna skaalas annaks arhitektuurselt mõningase vabaduse ning looks platvormi, mille kohaselt peaksime looma keskkonda, mis mõjutaks ka inimese elustiili.

Illustratsioon 1 . Autori skeem



1.3 Lihtsaim lahendus - penoplast

“Inimene saab õnnelikumaks siis, kui ta saab energiat sisuliselt tasuta kätte. Keegi ei raiska ilma asjata energiat. Me ei kalkuleeri, palju me võime energiat raisata. Võta alati oma elukeskkonnast selline enrgiaallikas, mis on sulle kõige lihtsamini kättesaadav ja samas kõige parem võimalikest. Me kasutame võimalikult vähe energiat ja võtame võimalikult hea energiasaagisega asja oma keskkonnast.”¹²

- Kaupo Vipp

Inimese jaoks on oluline, et tal oleks soe ja kõht täis. Ta otsib parimat võimalust, kuidas vähima energia kuluga seda saavutada. Riigi poolt kehtestatud nõudmised seavad talle soojuse osas aga teatud piirid. Ta peab leidma tasakaalu hoone soojustamise ja selle kütmise vahel. Enamasti mõtleb ta kõige odavamale variandile, mis sobituks riigi poolt sätestatud nõudmistega.

Kalkuleeritud lahenduseks osutub sageli penoplast - tõhus “supersoojustaja”. Oma hinna ja tõhususe balansilt on ta parim valik. U-arv on hea, paigaldamine käib kiiresti ning ka mõju avaldub koheselt.

SPU- plaat ehk polüuretaanplaat: *kerge kollakas väikestest suletud õhumullidest moodustatud mitteelastne vahtplast. Mittehingav niiskuskindel materjal, mille põlemisel eralduvad mürgised gaasid.*¹³ Juba materjalikirjelduse järgi otsustades võiks öelda, et penoplasti kasutamine ei tundu kõige inim- ega ka hoonesõbralikum. Samuti tekib küsimus materjali elukaare kohta - kuidas ja kus see valmistati ja mis sellest edasi saab. Reklaamides räägitakse vaid materjali tõhususest. Suured ehitusmaterjalide tootjad on osava turunduse kaudu lämmatanud tavainimese huvi ja julguse kasutada looduslikke ehitusmaterjale. Keerulise olukorra loovad ka ehitusseadus ja paljud eeskirjad ning määrused, mis nõuavad ainult serditud materjalide tarvitust. Looduslikke materjale ja nende omadusi on raske standardiseerida, ja kui seda püütaksegi teha, siis on kulud väga suured.¹⁴

Praegused regulatsioonid on tekitanud olukorra, kus inimesele jääb tunne, et on tõhusa supersoojustaga muutnud oma eluviisi ökoloogilisemaks - CO2 heitme vähendamise eesmärgiga sätestatud nõudmised on ju täidetud. Suurusjärguliselt on kodu soojustamise

12 Loeng “Inimõnn ja termodünaamika” Kaupo Vipp
13 Taas avastatakse traditsioonilisi soojustusmaterjale
14 Martti-Jaan Miljar: Looduslähedased materjalid ökoehituses . Eesti Loodus, aprill 2019

energiavõit võrreldav aga igapäevasest autosõidust loobumise energiavõiduga - kuna viimane tegu ei nõua ehituslikke investeeringuid, siis on see isegi märksa tõhusam.¹⁵ Sellest võrdlusest tuleb hästi välja, et kehtestatud regulatsioonid on liiga kitsad ning tekitavad nõnda üsnagi absurdseid olukordi. Metsas asuva A-klassi märgisega hoone elanik, kes käib autoga linnas tööl, nullib nõnda oma “energiamaajaga” saavutatud ökoloogilisuse täiesti ära. BREEAM-i sertifikaadiga - ümbritsevat kaasav arvutusmeetod - üheks Eesti kõige “rohelisemaks” hooneks on märgitud Ülemiste ostukeskus.¹⁶ Tarbimiskultuurile suunatud hiiglaslik akendeta hoone, kuhu mugavalt saab ligi vaid autoga, sest selle ümber laiutab afaldist tühermaa - parkla.

“Mulle vahel tundub, et lihtsad loomulikud asjad, mis on alati töötanud, kipuvad moodsal ajal põlu alla sattuma või ununema. Kasvõi see, et ei ole vaja põdeda, kui aknapragudest tuleb õhku sisse, sest seda õhku ongi vaja. Energiasäästuga pole mõtet üle pingutada. Umbsest toast on palju rohkem jama kui väikesest lisanduvast küttekulust.”⁽²⁾

- Toomas Paaver

“We become a little better by insulating buildings, but we need to understand the system.”¹⁷ Thomas Auer vihjab selle lausega küll ühele hoonele ja selle süsteemile, kuid leian, et taolist suhtumist võiks mees pidada ka tervele ökosüsteemile mõeldes. Kehtestatud regulatsioonid on andnud suuna mõtlemaks välja uusi kliimaseadmeid ja -tehnoloogiaid, mis töötavad suuresti põhimõttel, kuidas end kõige energiasäästlikumalt välise keskkonna eest kaitsta. Enda kaitsmise asemel võiksime aga proovida end ümbritsevasse süsteemi sobitada, tõenäoliselt muutuks ka hoonete ehitamine nõnda palju lihtsamaks ja säästlikumaks. Me ei saa mõelda ainult ühe krundi ja hoone raames, kui see on vaid üks väga väike osa terveist süsteemist. Taaskord peaksime pöörama tähelepanu küsimustele - kust tuleb energia, mida me tarbime ja mis sellest edasi saab? Võib-olla oleks minu tekitatud CO2 heitme kasu naabril, kes selle abil kasvuhoones kurke saaks kasvatada. Või saaks ühest mitte tõhusast kodust väljunud jääsoojuse suunata avaliku ruumi kütmiseks.

15 Toomas Paaver: Jahutus ja soojustus on Eesti kontekstis ületähtsustatud . Ehituskunst nr. 59, lk 92
16 Eesti kõige jätkusuutlikumaks hooneks tunnustati Ülemiste keskus . Ehitusuudised
17 Thomas Auer . Lõpetamata linn

1.4 Keskkonna(sõbralik) ruum

Lisaks sellele, et teatud soojustuse kasutamine ei pruugi olla kõige kasulikum tervisele ega ka keskkonnasäästlik mitte (kui arvestada juurde inimese elustiili ja materjali elukaare), siis tihtipeale on ka lõpptulemi arhitektuurne väärtus kaheldav.

Ainult heast soojustusest ei piisa, et maja oleks energiatõhus. Soojustust peavad toetama erinevad lisaseadmed (kliimaseadmed) - rohekatus, päikesepaneelid, vihmaveekollektorid, ventilatsioonisüsteem, soojatagastiga ventilatsioonisüsteem ja nimekiri võiks veel olla pikk. Thomas Aueri illustratsioon (illustratsioon 2) on selle teema puhul üsna kõnekas.



Illustratsioon 2. “Too often green buildings are built like this Hummer, with solar panels, water collection systems, bike racks and a green roof stuck on top of an energy-guzzling vehicle.”¹⁸

Newporti ökoküla tunnuslause - *Homes are built to the highest level of sustainability but at affordable prices. The super-insulated energy efficient homes are all electric, require no district heating and no mains gas connection.*¹⁹ - on üsna täpse iseloomustusega. Küla koosneb ühesugustest hoonetest, ornamentideks päikesepaneelid. Iga hoone saab ka üksinda väga hästi hakkama, ei ole ta ühendatud teiste kruntide ega võrkudega, ei ole vaja naabriga jageleda, kui toru ei-tee-kust katki on.

Energiatõhususe küsimus on Eestis esile kerkinud ka seoses paneelmajadega, massiivse Nõukogudeaegse pärandiga. Ligikaudu 70% kõikidest Tallinna

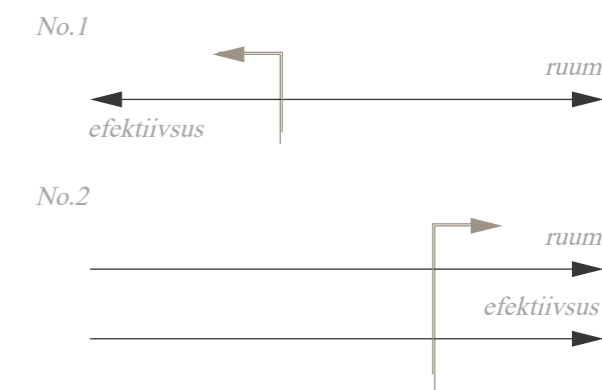
18 Katie Zemtseff: Expert says U.S. green buildings often are Hummers, not Priuses
19 Zero Bills Home

elamispiindadest asuvad energiakulukates ja madala ehituskvaliteediga paneelilamutes (rajatud vahemikus 1960 kuni 1980).²⁰ Loodud on mitmeid erinevaid fonde, mis toetavad korteriühistuid fassaadide renoveerimisel. Korteriühistu tähendab seda, et maja on üks, aga omanikke palju ning ühisele otsusele renoveerimise osas on raske jõuda. Seega lõppevad enamik kortermajade renoveerimisprojektid otsusega ümbritseda maja penoplastiga ning viimistluse käigus katta see mõne abstraktse “maalinguga”. Oma hinna ja kvaliteedi suhtelt on selline lahendus tõenäoliselt tasuvaim. Tulemus võib linnapildis mõjuda aga üsna veidralt ning kadunud on paneelmaja algne olemus - paneel.

Lame päikesepaneel on hoonele lisatav element, mis sarnaselt ornamendile, räägib oma loo. Fassaadid on kunagi mingisuguse mõttega tehtud koos detailide ja nüanssidega.²¹ Detailid ja maalingud hoonetel andsid edasi ajalugu või tähistasid rikkust. Tänapäeval läheb hästi inimesel, kes tänu päikesepaneelile maja katusel ja tõhusale soojustusele saab endale lubada kahte autot hoovis (illustratsioon 5). Veel paremini läheb sellel, kes lisaks autole saab soetada uue energiamaaja looduses.

Keskkonnasõbraliku, jätkusuutliku ruumi idee, mida regulatsioonide abil proovime saavutada, väljendub sageli vaid numbrites, kuid jääb vajaka esteetilises ning kogemuslikus mõttes. Numbrid ja füüsiline tulem peaksid käima koos, et jõuda inimeseni - et keskkonda säästev mõte ning idee jõuaks ka argiellu.

Illustratsioon 3 . Autori skeem



Renessanss, barokk, klassitsism, historitsism, juugend, modernism, stalinism, penoplastism või penolism..

20 Veiko Vahtrik magistritöö “Taskukohane eluase”
21 Toomas Paaver: Jahutus ja soojustus on Eesti kontekstis ületähtsustatud . Ehituskunst nr. 59, lk 92

Newporti "Ökoküla"
Ilupilt: ZEDfactory

Illustratsioon 4



Eramaja Sael
Autori foto

Illustratsioon 6



Ülemiste keskus
Ilupilt: artist.ee

Illustratsioon 5



Rakvere paneelmaja renoveeritud fassaad
Foto: Everster

"Omaette vaidlus on, kuidas säästa energiat vanades majades, eriti mälestiste korral. Isolatsioon lisada, soojustus peale panna paneelikatele, nõukogudeaegsele massehitusele on suhteliselt... ligi nulli sa ikka ei saavuta. Samas on see üsna hõlpsasti tehtav asi, väga palju ei kaota. Kohati võib-olla saavutada uue korrektse välimuse."

- Mart Kalm

Illustratsioon 7

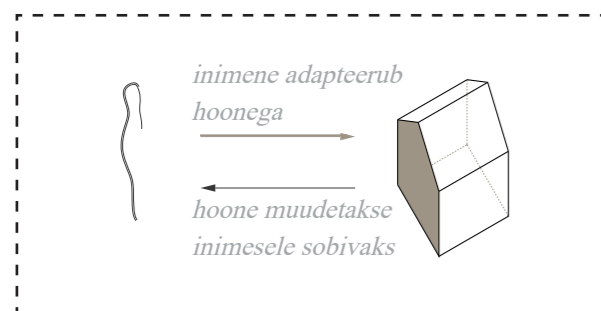


1.5 Mugavus või ebamugavus?

“Creating thermal comfort for man is a primary purpose of the heating and air conditioning industry, and this has had a radical influence ... on the whole building industry”

- Povl Ole Fanger

“CoolBiz: Overcoming the Constraints” on aastal 2005 alguse saanud kampaania Jaapanis, millega alustas tol ajal ametis olnud peaminister Junichiro Koizumi²². Kampaania peamine eesmärk oli esile tuua kaks erinevat suhtumist soojusmugavusse. Esimese puhul on inimene võimeline kohanduma hoones valitseva kliimaga ning teise puhul proovib ta muuta hoonet vastavalt enda nõudmistele.



MUGAVUS

Illustratsioon 8. Autori skeem

2009 korraldati Kyotos sama kampaania raames üritus MyCoolBiz, mis seadis kahtluse alla klassikalise kontoririetuse - triiksärk, lips, pintsak, ülikond, kontsakingad - sobivuse kohalikus kliimas. Eesmärk oli kontoritöötajate seas vähendada jahutusseadmete kasutamist ning mugavuse tagamiseks kanda ilmale vastavaid riideid - pintsaku ja lipsu asemel hoopis lühikeste varrukatega särki. Liikumine laienes kontorimaailmast ka igapäevaelu, kasutades erinevaid meetodeid, et julgustada inimesi tundma end ilma igasuguste lisaseadmeteta mugavalt 28-kraadises ruumis. Projekt toob esile, kuidas inimesel on võimalik kohanduda kliimaga ja saavutada mugavus, nihutades oma viisakuse ja etiketi piire.

Ürituse sõnum oli edasi anda tõdemus, et ei ole olemas temperatuuri, millega kõigil on ühtlaselt mugav. Mugavus ei sõltu vaid temperatuurist, see on psühholoogiline meeleseisund, mis on mõjutatud kliimast, kultuurist ja majandusest. Mugav hoone on maja, mis võimaldab sobivaid siseruumi tingimusi, võimalusi neid kõigil vastavalt vajadusele ise määrata

²² https://en.wikipedia.org/wiki/Cool_Biz_campaign

ning vabadust kohaneda igas olukorras.²³ Praegune arhitektuurisuund järgib peamiselt “teist suhtumist” soojusmugavusse - tööstus on suunatud tehnoloogiate arendamisele, mis on keskendunud hoone sisekliima reguleerimise lihtsustamisele vastavalt inimese vajadustele. “Soojusmugavusest” on saanud justkui toode, mida saab toota ja kliendile maha müüa ning majast on saanud ruum, mis on karbiks kunstlikule keskkonnale, mis ümbritsevaga ei suhestu. Väline temperatuur ei ole enam määravaks aspektiks siseruumi puhul, ka vastavalt nõuetele peab siseruumis olema võimalik hoida kogu aeg 21 kraadi sooja.

Illustreeriva teooriana saab siinkohal käsitleda ka Jevonsi paradoksi, mille aluseks on tõdemus, et kõrgem tehnoloogiline efektiivsus, millega kaasneb madalam hind (antud juhul madalam hind sisekliima loomisel, sest tehnoloogia arenguga muutub see kergemaks), loob seotud toodete või teenuste järele suurema nõudluse. See vähendab aga kas osaliselt või täielikult esialgu saavutatud kokkuhoidu. Nõnda võib keskkonnale avaldatav koormus vähenemise asemel isegi kasvada ja sellest tuleneb, et lisaks tootmise ökonoomsuse tõstmisele tuleks ühtlasi tegeleda ka tarbimise vähendamisega.²⁴

Sarnase mõtteviisiga on ka Kiel Moe, kes nendib, et mugavus on oluline ja hea, kuid leiab, et selle käsitlus peab märkimisväärselt muutuma võrreldes selle tõlgendusega 20. sajandil. Väga külmal päeval peaks lihtsalt kampsuni selga panema, mitte keerama küttesüsteemi põhja, et õhutemperatuuri terves majas samal tasemel hoida. Ta jõuab arusaamisele, et tegelikult loob mugavus- ja heaolutunde hoopis temperatuuride vaheldumine²⁵, kuid 21 kraadi igas ruumis seda ei võimalda. Temperatuuri vaheldumine kas ergastab mõttetööd või toimib kui lõõgastaja. Äärmuslikud näited sellele väitele on taliujumine ja saunas käimine. Millegipärast on mõlema puhul hilisem enesetunne väga hea.

Praeguse ühiskonna üks keeruliseim ülesanne on mugavuse ja väärtuste ümber mõtestamine. Oleme harjunud, et mugav on siis, kui on lihtne. Siis, kui on kerge enda jaoks õiget temperatuuri seadistada, kui poest saab süüa osta ja kord aastas soojal maal puhkusel käia. Sellise tegutsemisega eraldame end aina enam loodulikust keskkonnast ja seda raskem on

²³ Improving Thermal Performance in Traditional Buildings
²⁴ Tagasilöögiefekt (energiasääst) . Wikipedia
²⁵ Kiel Moe: Pärilisel ökoloogilise ruumipraktika poole . Ehituskunst nr. 59 , lk 86

sellega edaspidi kohaneda. Nii tekibki tunne, et ainus võimalus on kasutada tõhusamat soojustust ja ventilatsiooni, et ümbritsevas keskkonnas hakkama saada.

“The concept of insulation - as well as the theories and practices based on this concept - is rooted in the Latin word insula, meaning to isolate or set in a detached condition. Ancient Romans, for example, isolated themselves from the tumult and filth of early Roman street life by occupying the interior cells of large apartment blocks called insulae. Likewise, the Romans isolated and confined their sick to an island, the Insula Tiberina, replete with its own Temple of Aesculapius. The same clear emphasis on isolation in the etymology of the Latin word for island - insula - appears in the contemporary word insulation: to insulate means to isolate.”²⁶ Teatud mõttes on ka minu välja pakutud naabruskonna planeeringulahendus justkui saartestik - arhipelaag, mis küll ei toimi isoleerimise eesmärgil, kuid mille erinevad saared kannavad eriidentiteete.

Mugavus, kui sõna etimoloogiat vaadata, tähistab midagi, mis on head enesetunnet tekitav ja pingutamist vältiv ning ebamugavus selle vastand.²⁷ Oma praeguse tegutsemisega soovime saavutada mugavust, kuid tegelikkuses tekitame hoopis suurema ebamugavuse. Oleme kahe suhtumise seast valinud teise - proovime muuta keskkonda vastavalt oma vajadustele, mitte ei ürita sellega kohaneda. Isoleerime end suurest ökoloogilisest ringist tehkes väikeseid kunstlikke ringe, kus on hea ja mugav olla. Need väikesed ringid on suuresti sõltuvad erinevatest tehnoloogiatest, mille arendamisse energia läheb. Lisaks vajavad nad palju hoolt ja iga paari aasta tagant osade välja vahetamist. Soovime saavutada hoone sõltumatust, et läbi selle tekitada mugavust, kuid see tähendab aina rohkem tähelepanu pööramist hoone tehnoloogia seisukorrale. Seega on sõltumatuse taga ajamine mugavuse kontekstis küsitav. Kui mõelda vaid oma krundi raames, siis saab uhke olla saavutatud iseseisvuse üle, kuid tegelikkuses ollakse aina rohkem erinevate tehnoloogiate meelevaldas. Hooned lähevad keerulisemaks ja selle haldamine käib kasutajal üle jõu.

“Ehitised on tuhandeid aastaid olnud üsna lihtsad. Kui uurida näiteks lähemalt, milleks on suuteline 15 cm paksune betoonkiht täna oma termoaktiivsetele omadustele, siis muudaks see minu meelest täielikult arhitektuurivaldkonda. See tooks kaasa palju lihtsamad hooned, mis suudavad

²⁶ “Insulating Modernism” Kiel Moe, lk 14
²⁷ Eesti etimoloogiasõnaraamat: mugav

termodünaamiliselt ja ökoloogiliselt palju rohkem.”²⁸

- Kiel Moe

Ökoloogiliste suhete aluseks on pidev energiavahetus. Puud kasutavad vahel energiat väga ebatõhusalt, kuid selles pole midagi halba, sest jääkproduktina eralduv hapnik on inimesele vajalik. Nii et tänu avatud süsteemide ebatõhususele saavad tekkida mitmesugused ühisused ja seosed. Pole vahet, kui miski on ebatõhus, kui ahela järgmine liik kasutab jääkenergiat tõhusalt.²⁹

Lisaks sellele, et enda isoleerimine suurest ringist võib osutada ebatõhusaks tegevuseks, pärsib see ka ruumikogemust ja mõtte aktiivsust. Ruumid nagu veranda, sahver, lodža, kaminaruum ja isegi suvila hakkavad vaikselt oma tähendust kaotama. Sahvrit oli vaja, sest külmkappi ei olnud ja veranda oli selleks, et seal suvel istuda saaks, talvel ei kasutanud seda keegi. Talvel kasutati kaminaruumi, et kamina ees sooja saada. Aga kaminatoas ei magatud, selleks oli seal liiga soe. Magamistuba pidi jahe olema, see tagas hea une. Selliste funktsioonidega ruume ei ole enam vaja, sest nüüd on igal pool 21 kraadi, avatud köök ja ühetoalised stuudiokorterid. Ruum on ühtlane, ei teki temperatuuride vaheldumist, mis inimeses Kiel Moe sõnul tegeliku mugavus- ja heaolutunde tekitab. Mugav hoone on maja, mille sisekliimat saab vajadusel küll lihtsalt muuta, kuid mis samal ajal võimaldaks inimestel valida tingimustele vastavat riietust või liikuda sobivama temperatuuriga ruumi.³⁰

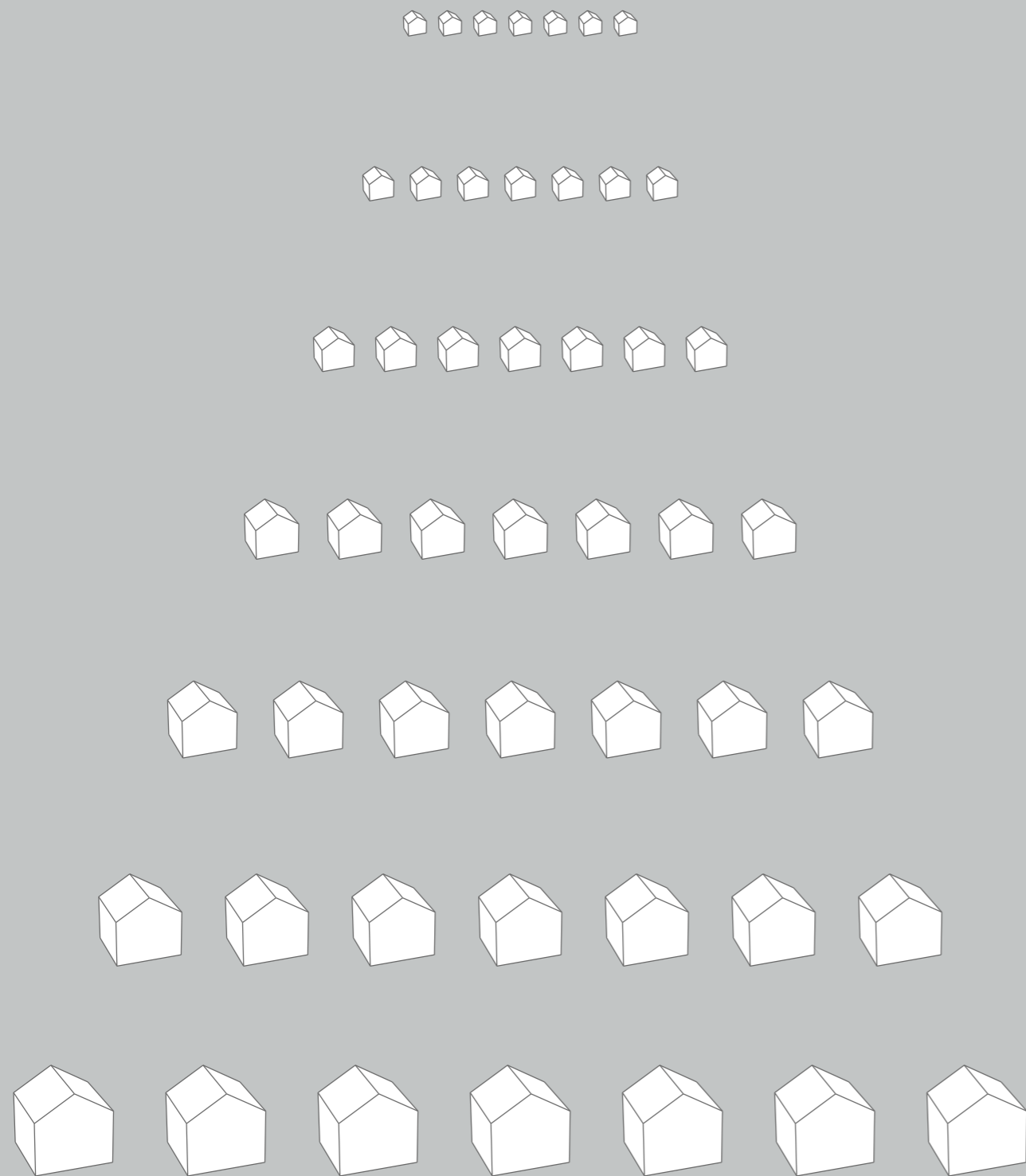
Kokkuvõttes üritavad inimesed alati võimalikult lihtsalt ja mugavalt oma elu korraldada. Usun, et inimese loomus on selline ja sellega võidelda on raske. Küll aga peame aeg-ajalt küsima, kas praegune arusaam mugavusest ikka on see, mida me väärtustame. Isoleerides end mugavuse tarvis välisest keskkonnast, ei saa me varsti seal enam hakkama ilma tehnoloogia abita. See tähendab rohkem atribuutikat ja vidinaid, nõrgemat immuunsussüsteemi ja pidevat vajadust kontrollida enda kodu ja ümbritsevat.

Tahaksin tõstatada küsimuse, mida saavad teha planeerijad ja arhitektid aitamaks ümber mõtestada mugavuse tähendust. Leian, et liiga palju pole kasu käskivas kõneviisis kirjutatud artiklitest, kus öeldud, et üle on vaja saada mugavuse lõksust.

²⁸ Kiel Moe: Pärilisel ökoloogilise ruumipraktika poole. Ehituskunst nr. 59

²⁹ Eesti etimoloogiasõnaraamat: mugav

³⁰ Improving Thermal Performance in Traditional Buildings



Heterogeensuse manifest

On ju meil see Eesti suve romantika - ja see ongi ilus. Saab telkida ja suvalises kohas magada ja ei pea end ilusaks tegema - päike juba teeb. Ja kõige rohkem oleme me elevuses kevadel, suve keskel vingume, et nii palav on ja augustis ei panegi me seda enam nii palju tähele, juba on tekkinud mingi ootus "midagi kasulikku teha".

Oskame lugu pidada päikesest ja suvest ja õitsevast loodusest ja hallist vihmast ja valgest lumest.

Ja verandal on talvel külm ja aknad on jääs. Ja kamina ees saab teki sees sooja. Kõlab kui kliše ja liigne romantika, kuid tegelikult on tore.

Kas Homo passiivus elabki homogeenses majas? Seal pole verandat ja pole tunda, kas väljas on -20 või +20. Seal on kogu aeg 21 ja saab käia lühikeste pükstega ja ei pea üldse mõtlema, mis õues toimub. Tal ei ole suvel elevust, sest tal on kogu aeg kõik samasugune, riided on samad ja vaade on ka varsti sama.

Linna ümber on 10 samasugust põldu. Igal põllul on 20 samasugust maja ja 20 samasugust aeda, mida eraldavad läbipaistvad võrkaiad. Igas aias on muru samamoodi niidetud uue Husqvarna robotiga ja igas aias on batuut - mõnel natuke suurem. Igas majas on garaaž ja kaks autot, kõigil oma tööriistakast. Ja siis nad võistlevad, kellel on kõige ilusam aed; nad ei tunne üksteist, sest nad käivad seal majas ainult magamas.

1.6 Jalajalg - terve jalg, mitte ainult varvas

Inimtegevuse tulemusena tekkinud kliimamuutus - globaalne soojenemine - on põhjustatud liigest kasvuhooonegaaside atmosfääri heitmisest.

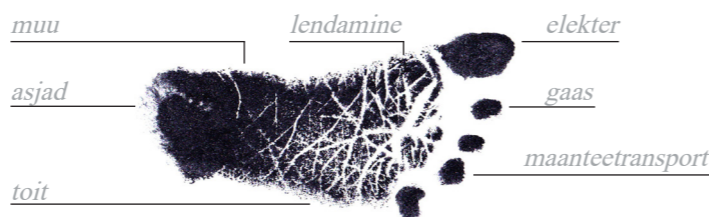
Kasvuhooonegaasid sisaldavad veeauru, süsihappegaasi, metaani, lämmastikoksiide ja osooni. Süsihappegaas - CO₂ - lendub atmosfääri peamiselt fossiilsete kütuste ja puidu põletamisel, metaan kivisöe, maagaasi ja nafta tootmisel ning transpordil. Metaani atmosfääri paiskumise põhjuseks on ka orgaaniliste jäätmete lagunemine prügimägedel. Lämmastikoksiid tekib põllumajandusliku ja tööstusliku tegevuse tulemusena, samuti tahkete jäätmete ja fossiilsete kütuste põletamisel.³¹

Praegu sätestatud energiatõhususega seotud regulatsioonid on tekitanud inimestes vale arusaamise ökoloogilisest eluviisist. Tundub, et kogemata on liiga suur tähelepanu langenud hoonetele ning nende energiatõhusaks muutmisele. Teine suur teema on fossiilkütusel põhineva energia tootmine, Eesti kontekstis on selleks põlevkivi, Põxit - põlevkivienergeetikast loobumine. Kuid siiski on need kaks suurt teemat vaid osa inimese ökoloogilisest jalajäljest. Jalajälje all pean silmas mõne asja kogu keskkonnale avalduvat mõju ning "asja" all võib mõista kõike - tegevust, asja, elustiili, firmat, riiki või kogu maailma.

Võttes arvesse, et üks "asi" võib kaasa tuua erinevates suurusjärgudes mitmete kasvuhooonegaaside tekitamise, muutub kogu jalajälje välja kirjutamine/arvutamine pea et võimatuks ülesandeks. Ülesande lihtsustamiseks on võimalik jalajälge väljendada süsinikdioksiidi ekvivalendi - CO₂e - kaudu. See tähendab kõikide kasvuhooonegaaside kogu keskkonnamõju, mis ühe "asja" poolt on tekitatud. Kõik mõjud on koondatud üheks ja väljendatud nõnda, et saadud suurusjärg on võrdsustatud süsihappegaasi kogusega, mille mõju keskkonnale oleks sama suur.³²

Mike Berners Lee on proovinud visuaalselt välja joonistada suurusjärgudena, millest inimese jalajälge tegelikkuses koosneb. Jooniselt on näha, et elekter ja gaas on vaid "kaks varvast" tervest jalajäljest.

31 Inimtegevuse mõju keskkonnale
32 How bad are bananas?, lk 14



Illustratsioon 9 - inspireeritud Mike Berners Lee joonisest

Lee väidab, et väga sageli kasutatakse jalajälje mõistet valesti, arvutusse ei kaasata kõiki asja või tegevuse poolt põhjustatud kasvuhooonegaase: "For example, many online carbon calculator websites will tell you that your carbon footprint is a certain size based purely on your home energy and personal travel habits, while ignoring all of the goods and services you purchase."³³

Tervikust aru saamist raskendab otseste ja kaudsete emissioonide vahel vahet tegemine. Näiteks kuuluvad auto jalajälje sisse peale summutist välja paiskuva heitgaasi (otsene) ka reostus, mis avaldub, kui fossiilkütust kaevandatakse ja transporditakse ning samuti ka kogu autoosade tootmise käigus tekkinud kasvuhooonegaaside hulk.³⁴ Seega tekitab jällegi küsimusi ka Eestis sätestatud nõuete efektiivsus tervikuna, arvestades, et eesmärgiks on kasvuhooonegaaside vähendamine. Penoplasti valmistamisest ei räägi keegi ning ka energiatõhususe arvutustes ei võeta arvesse tootmisprotsessides tekkinud heitmeid.

Skeptilisust süvendab veelgi Lee välja toodud arvulike põhjenduste selgitus päikesepaneelide kasutamise kohta. Sageli pakuvad elektritootjad taastuvenergiaallikatest üle jääva energia müüki suurde elektivõrku, lubades inimesele niimoodi lisaks keskkonnasäästlikkusele ka justkui võimalust raha teenida. Samuti vähenevad tunduvalt elektrikulud, sest suurema osa toodavad nüüd päikesepaneelid. Kui sinna juurde arvestada ka rahaline kulu, mis läheb toote ostmisele ja paigaldamisele, siis võib tegelikkuses minna ligikaudu 14 aastat enne kui paneelid kulutatud summa tagasi teenivad. Kuid nüüd väidab Lee, et see oleks vaid siis nõnda, kui raha püsiks sama väärtusega. Lisades arvutusele inflatsiooni ja tõdemuse, et 20 aastaga langeb paneelide töövõime 80%-le ja 40 aasta pärast peab need välja vahetama (ühe paneeli valmistamine = 3.5 tonni CO₂e), tuleb välja, et lubatud

33 How bad are bananas?, lk 14
34 How bad are bananas?, lk 15

kasumit kogu sellest üritusest ei tule. Eeldades, et paneelidest saadud elekter vahetab välja kogu fossiilkütustest saadud voolu, on aastane süsinikuvõit keskmiselt inimese eluea peale ligikaudu 50 tonni CO₂e.³⁵ Kui inimene kulutaks aastas 10 tonni, oleks 50 tonni võrdväärne viie aastaga. Hetkel on Eestlase süsinikujalajalg aastas 15 tonni ja peaks olema 5,5 tonni.³⁶

Siin kohal tuleb arvestada, et päikesepaneelide kohta tehtud arvutused on tehtud aastal 2011, kuid see peaks siiski panema mõtlema, mis põhjustel ja mis eesmärkidega keskkonnaga seotud otsuseid tehakse.

CO₂ heitme vähendamise puhul on ühe lahendusena räägitud selle maksustamisest.³⁷ Kuid peale selle, et kohe tekib küsimus, kuidas seda mõõdetakse, kõlab hoopis positiivsemana inimese premeerimine. Brüsselis saavad inimesed toetust, kui kasutavad ehitamisel looduslikke materjale. Siin kohal tekib muidugi ahela järgmine küsimus - kust tuleb toetuseks makstud raha. Kuid igatahes tasub võtta õppust, eesmärgiks pole seal nõuete täitmine, vaid väärtustatakse tööpoolest ka inimese tervist ja jalajälge tervikuna.³⁸ Nii ei ole inimene sunnitud leidma odavaimat lahendust, mis vastaks nõuetele, vaid on motiveeritud kasutama tööpoolest keskkonna- ja inimsõbralikke materjale.

Lisaks materjali naturaalsusele on oluline ka päritolu ja valmistamine. Esile tuleks tõsta kohaliku päritoluga toodete kasutamist, kuid seda on raskem valitseva vabaturumajanduse raames kuidagi kontrollida. Brüsselis on toetusega tähelepanu pööratud inimese tervisele, muutes teema isiklikuks iga tarbija jaoks. Sama toode võib kusagil mujal maksta aga palju vähem, kuid selle transpordiga toodetud reostust inimene enam nii otseselt ei taju. Samuti on raskendatud tegeliku reostuse arvutamine teadmatuses toote valmistamise kohta.

Illustreeriva näitena võib käsitleda Omniva juhi arvamuse avaldust sotsiaalmeedias: "Oleks hea, kui inimesed ei telliks teiselt poolt maailma tarbetud kaupa." Sellele vastukaja avaldus mitmete kommentaaride näol, kus peamiselt kritiseeriti Eesti ja Hiina kaupade hinnavahet.

35 How bad are bananas?, lk 95
36 Ylle Tampere: Sul on hiiglaslik süsinikujalajalg, tee midagi!
37 "Liginull" vestlusõhtu Tallinnas
38 What are the benefits of natural insulation?



Illustratsioon 10
Delfi facebook, detsember 2019

Valitsus saab regulatsioonide ja maksupoliitika abil kontrollida energia kasutust ning saaste tekkimist riigi piires, seega ka kõike, mis seotud ekspordiga. Kuid palju raskem on omada ülevaadet imporditud toodete kohta - kuidas ja kus need tehtud on ning mis nendest edasi saab. Nii on ka keeruline arvutada teatud "asjade" ja tegevuste tõelist süsinikujalajälge.³⁹

Mike Berners Lee on süsinikku oma olemuselt võrrelnud rahaga - seda ei saagi käsitleda, kui sellest aru ei saa. Inimene oskab enamike asjade väärtust määrata ilma, et peaks vaatama hinnasilti. Tajume koheselt, et pudel veini on kallim kui tass teed ja palju odavam näiteks majast. Üldiselt ei osteta maja kergekäeliselt. Välja arenenud finantstaju on see, mis aitab teha õigeid otsuseid ja paika panna oma väärtused. Kui inimene tahab veini ja ta selle ostab, siis saab ta koheselt aru, et üks hetk peab ta talle mõne vähem olulise, kuid sama rahalise väärtusega asja jätma ostmata.⁴⁰ Kui inimese "süsinikutaju" oleks samasugune, oskaksime ehk paremini otsustada, mille peale oma süsinikukrediiti kulutada.⁴¹

"We are a lot less smart at grasping the consequences when they are dispersed across billions of people whom we will never meet. This might not have mattered when we lived in caves, but it won't let us live well in a global society. Our impacts used to be local and visible. Today they are not."⁴²

- Mark Berners Lee

Oma argipäeva otsused peab iga inimene ise tegema. See kogus infot, mida peaks läbi analüüsima, et aru saada tegelikust keskkonnamõjust, käib inimesel üle jõu. Teiselt poolt on meil aga olemas oskused töötada arvuti ja big data'ga.

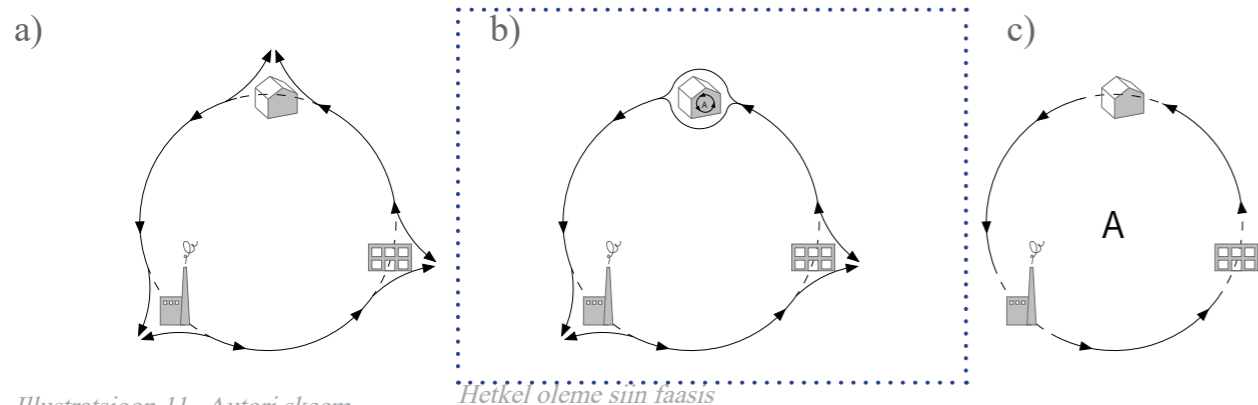
39 Urban metabolism: a review in the UK context
40 How bad are bananas?, lk 12
41 How bad are bananas?, lk 48
42 How bad are bananas?, lk 19

1.7 Linna ainevahetus

Penoplasti, soojustagastiga ventilatsiooni ja päikesepaneelidega muudame hoone suletud energiaringsiks ja jõuame nõnda olekust a olekusse b (illustratsioon 11). Saavutame ühele hoonele hea energiamärgise, kuid nagu väidab Kiel Moe, ei kasuta me tegelikkuses ära hoone tõelist potsentsiaali.⁴³ Potsentsiaali ära kasutamine aitaks meil jõuda olekusse c.

Austria arhitektuuribüroo Baumschlager Eberle Architekten on projekti 2226 raames looduseadused hoone kasuks pööranud. Hoonesse on lisatud võimalikult vähe tehnoloogiat - ainsaks automaatikaks on CO2 andurid. Ainus tehnoloogia on selleks, et mõõta midagi, mida inimene ise ei tunnetata. Büroohoone on ehitatud ilma soojustuseta, kasutatud on 38 cm laiuseid kiviplokke, mis talletavad soojust ning seda hiljem eraldavad. Ülejäänud soojuste tekitavad inimesed ning erinevad masinad. Arvutid, printerid, serveriruum tekitavad jääksoojust, mida hoone teise funktsiooni jaoks ära kasutab.

Sarnase mõttelaadi peale on üles ehitatud *urban metabolismi* teooria. *Urban metabolism* ehk linna ainevahetus on teooria, mis käsitleb linna kui organismi - kui tervikut. Linna ainevahetus koosneb sisendist/impordist ehk materjali- ja energiaressurssidest, väljundist/ekspordist ehk jäätmetest ja emissioonidest ning transformeerunud ressursist, mis jääb linnaruumi ehitatud hoonete ning infrastruktuuri näol. Mõistmaks täielikult organismi (linna) ainevahetuse mõju keskkonnale ja ressursidele, on oluline mõista ka kõikide organismi läbivate osade kogu elukaart, see tähendab, et arvestada tuleb kogu tarneahelaga olenemata sellest, kas see jääb linna piiresse või mitte. Materjali ja energia liikumine on mõjutatud linna struktuurist ja selle topograafiast, hoonete



Illustratsioon 11. Autori skeem

43 "Insulating Modernism", lk

kvaliteedist ja infrastruktuurist ning samuti ka sotsiaalsest struktuurist ja elanike käitumisest.⁴⁴

Teoorial on kolm lähenemist. Neist esimene läheneb linnale hoonete kaudu. Skaalaks on tavaliselt võetud naabruskond. Sinna alla kuulub hoonete materjalide analüüs, energia tarbimine ning muude kaudsemate vajaduste kuludega arvestamine. Teine lähenemine seab linnale range piirjoone ning analüüsib selle raames terve linna energiavahetust teisele poole piiri jääva alaga - kui palju ja kust tuleb toit, vesi, ehitusmaterjalid ja muu. Kolmas lähenemine on kõige keerulisem, võttes vaatluse alla kõik ressurside- ja energiavahetusega seotud protsessid, lisaks eelnevalt mainitule analüüsitakse ka erinevaid majandustegureid.⁴⁵

Kõikide protsessidega arvestamine on oluline, et aru saada, mis on kasvuhoonegaaside tekitajad.

Teooria kohaselt jagunevad linna ressursid kaheks - *urban stocks and flows (inflows / outflows)*. Esimese all mõistetakse kindlal ajahetkel olevat vara suurusjärku või kogust ning teine on esimest pidevalt mõjutav suurusjärk. Lihtsa näitena võib esimese all mõista pangakontol olevat arvu palgapäeval ning teise all kuu jooksul tehtud kulutusi või lississetulekuid, mis esimest seega mõjutavad. Singapuri kiire rahvaarvu tõus kuuekümnendatel oli otseses seoses suure ehitusmaterjalide impordi kasvuga, mida vajati uue infrastruktuuri tarbeks. Teised "pangakonto" mõjutajad kaovad kiiremini ning inimene tajub neid seega vähem füüsilisena. Elekter, gaas, toit ja vesi tarbitakse kiiresti ära ja seega ei jäta need linnale otseselt märgatavat jälge. Tegelikult on need aga väga olulised osad mõistmaks linna täielikku mõju keskkonnale, samuti ei tohi ära unustada kogu tööd ja energiat, mis läheb keskkonna hoolduse alla, et saavutada kvaliteetset elamisstandardit.⁴⁶

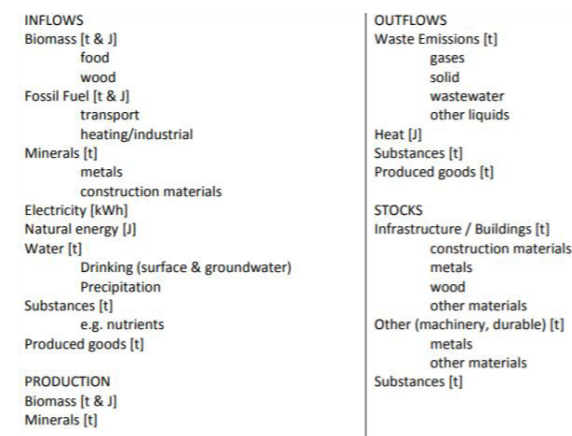
44

45 Urban metabolism: a review in the UK context

46 Urban metabolism: a review in the UK context

Linnades on valdavalt lineaarne tarbimissüsteem. Lineaarses süsteemis tarbitakse ressursid ära ning alles jääb jääk, mis lõpetab olenevalt jäägist kas prügimäel, kanalisatsioonis või atmosfääris. Lineaarset süsteemi nimetatakse sageli ka "fossiilkütusel baseeruvaks energiasüsteemiks". Vastureaktsioonina taolisele süsteemile pakkus Girardet 1990. aastal välja "ring"- ainevahetuse (ringmajandus). Sellise süsteemi iseloomustamiseks on vähendatud import, vähem jääke ja üldine efektiivne ressursikasutus. Mõte on olla võimalikult vähe sõltuv välisest impordist. Selle saavutamiseks on oluline kasutada võimalikult efektiivselt ära linna ressursid, jäägid kui ka olemasolev ehitiste fond ja infrastruktuur.

Linna sisendi all mõistetakse kõike alates toidust lõpetades inimeste isiklike asjadega, mida nad ostavad. Kõige analüüsiks peaks olema ka informatsioon, mida inimeste isiklike asjade kohta oleks väga raske saada. Olen välja toonud komponendid, mida oleks mõistlik andmete kättesaadavuse suhtes vaadelda (illustratsioon 12).⁴⁷ Alles jäänud komponente on endiselt palju, kuid nende omavaheline suhestumine hetkel on pigem küsitav. Soovides saavutada kasvuhoonegaaside vähenemist, muutub aina olulisemaks nende omavaheline sidumine - tervikuks muutmine. Oluliseks muutub lokaalne energia ja toidu tootmine - see võimaldaks vähendada fossiilkütust ja toidu transporti. Teiselt poolt tuleb ära kasutada tekkinud jääki - jääksoojus, reovesi, biomass, erinevad gaasid. Eelnevat võiks kombineerida olemasolevate ehitistega.



Illustratsioon 12

47 Urban metabolism: a review in the UK context

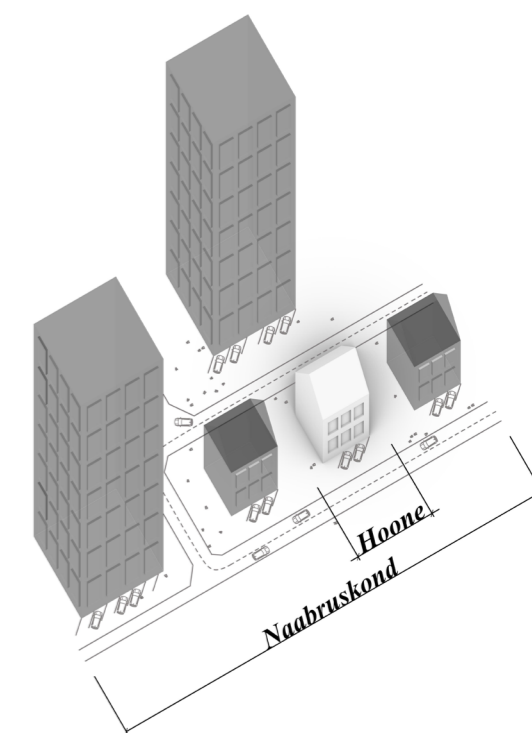
Energiatõhususega sätestatud nõudmised keskenduvad sealt listist kütuse vähendamisele soojuskao vähendamise kaudu ning taastuvenergia suurendamisele. Suund on võetud sellele, et hoone ei tekitaks jääki, kuid ära ei ole kasutatud selle potsentsiaali suunata hoone jääksoojus hoopis avaliku ruumi kütmiseks.⁴⁸ See on vaid üks näide, mis tähendab, et praeguses olukorras peame peale eluhoonete ka avaliku ruumi jaoks importima nii soojuseks minevat energiat kui ka soojustusmaterjali.

Suurematel skaaladel tehtud analüüsid on olulised, et panna paika üldisemad linna suunad ja strateegiad. Naabruskonna skaala on aga suurus, mille plaan ja mõõtkava muutuvad juba piisavalt detailseks, ei ole võimalik enam üldistada ning lahendusega peab minema konkreetseks.⁴⁹ Sellise detailsusastmega skaalas hakkavad inimesed tajuma ruumi ja selle protsesse ning tunnetama selles enda mõju. See omakorda võib panna inimesed tegema teadlikumaid otsuseid.

"Tegelik jõukus tuleneb sellest, et inimene energia abil muundab materiat endale vajalikus suunas."⁵⁰

- Kaupo Vipp

Illustratsioon 13. Autori skeem



48 Philippe Rahm: Kliimaga mängimine. Ehituskunst nr. 59

49 "Urban metabolism planning and designing approaches between quantitative analysis and urban landscape"

50 Loeng "Inimõn ja termodünaamika" Kaupo Vipp

Tervise manifest

Üks keeruline uus hoone on nagu suletud süsteem, kuhu õhk sisse ei pääse ja välja ka ei pääse.

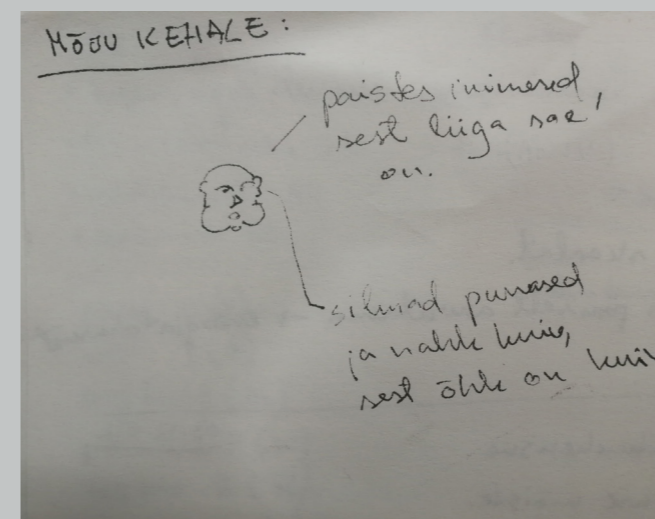
Seal sees olevad inimesed on paistes ja natuke ümarad. Neil on silmad punased, sest õhk on kuiv ja nad peavad palju kreemi kasutama, sest nahk kisub. Vahel on neil laua kõrval õhuniisutaja.

Nad ei ole väga ilusad.

Nad on sageli väsinud ka.

Tolmu seal majas ei ole. Ja ei tohigi olla, see on ju tervisele kahjulik. Uued materjalid tolmu ei tooda ja kui toodavadki, siis korjab robot selle ära.

Ja kui inimene läheb õue, siis tekivad tal allergilised sümptomid - no jälle läheb natuke paiste ja silmad kipitavad, "nina jookseb".. Aga see on ju sellest, et õues on must ja tolmune, millega ta harjunud ei ole.



Autori illustratsioon

II

ARVUTUSLIK MUDEL

Neutraalne skaala

ÜRO 2015. aasta kliimatippkohtumisel Pariisis jõudsid peaaegu kõik maailma riigid esimest korda kokkuleppele. See seadis eesmärgiks hoida temperatuuri tõus meie planeedil alla 2 kraadi ja püüda piirduda 1,5 kraadiga.⁵¹ Selle saavutamiseks on seatud sihiks jõuda kogu Euroopa Liidus kliimaneutraalsuseni hiljemalt aastaks 2050 (tegelik siht eesmärgini jõudmiseks peaks olema üleilmne). Siin kohal tuleb mainida, et osad riigid plaanivad selle eesmärgi saavutada varem, näiteks on Soome seadnud endale tähtaja aastaks 2035. Kliimaneutraalsus on seisund, kus **üks piirkond** ei paiska õhku vähem ega rohkem kasvuhoonegaase kui ökosüsteem parasjagu siduda jõuab. Seega tuleb kokku kasvuhoonegaaside summaks null.⁵²

Kliimaneutraalsuse saavutamine meie praeguste tavadega ühiskonnas on raske ning nõuab jõulisi pingutusi igas valdkonnas. Ehitussektoris on iga maja eraldi õhutihedaks putitamine samm selles suunas, kuid leian, et enne seda peaks radikaalsemaid muudatusi tegema linnaplaneerimises. A-energiaklassihoone ehitamine põllule, kaugemale igasugusest olemasolevast infrastruktuurist, tähendab ka kogu uue taristu ehitamist. See võtab aega ning nii kaua on hoone elanikud sunnitud elama autokeskset elu.

Planeeringu skaala ei ole vaid arhitektuursete mahtude lahendamine, vaid mõtlemine läbi inimese elustiili - kuhu, millal ja kuidas inimesed liiguvad. See hõlmab endas mitmeid erinevaid valdkondi, mis on otseses seoses keskkonnale mõjuva koormusega ja süsinikujalajäljega. Lisaks inimese elustiili mõjutamisele annab lähenemine antud teemale planeeringulises skaalas võimaluse ka mõningasele arhitektuursele vabadusele ja olemasoleva struktuuri ning ehituspärandi säilimisele. Siinkohal peab leidma tasakaalu, kui palju saab määrata planeeringuga ning kui palju saab inimene ise otsustada. Eesmärk ei ole luua ühiskonda, kus on keelatud põllukrundi või auto ostmine, vaid luua keskkond, kus elades inimene ei tunne sellest puudust ning on võimaldatud samaväärne või parem elukvaliteet, mis kaasneks põllul oleva eramajaga. See ei tähenda, et valglinnastumisega kaasnevaid väärtusi peaks üks-ühele üle kandma mõnda teise - keskkonnasõbralikumalt ehitatud - elamiskontseptsiooni. Uus kontseptsioon peab pakkuma väärtusi, mis muudavad inimese elukvaliteeti

pikaajaliselt paremaks mitmel erineval tasandil.

Keskkonnaga seotud küsimused on olulised, kuid need ei tohiks lämmatada kõike muud. Usun, et on ka võimalusi, kuidas arhitektid saaksid seda võtta kui väljakutset, mille tulemusel võiks tekkida huvitav ruum.

Kogu riigile kehtib üks planeerimiseadus, mis jaotub mitmeks skaalaks. Üldplaneering on üleriigiline, ülelinnaline või linnaosi käsitlev, kuid ei anna enamasti täpseid juhiseid. Iga koht on erinev ning seega ei saagi teha ühte seadust, mis kõigele kehtib, see paneb paika suuremad eesmärgid, mida tuleb järgida. Järgmine skaala on detailplaneering, mille planeeringuala suurus sõltub kontekstist, kuid mille maht väga üldistatult on ligikaudu kuni kümme krunti. Sellest järgmine detailsusaste on juba hoone ehitusprojekt. Ehitusprojekt on aste, kus määratakse, mitu parkimiskohta on vaja, mis on hoone energiatõhususarv, kui suur peab olema roheala ja palju muud. Reaalselt tajutav detailsus lahendatakse läbi krundi raames - süsteemi piiriks on üks krunt.

Magistritöös lahendan planeeringuliselt naabruskonna skaalat. Planeering lähtub ühest ühikust - CO₂e tonni inimese kohta aastas. Skaala, mida lahendan on piisavalt väike ning piisavalt suur, et mahutada sinna sisse inimese argipäevased toimingud. See on suurem kui detailplaneering, kuid palju väiksem üldplaneeringust. Selle detailsusaste on aga kohati võrreldav ehitusprojektiga. Lähenemine toob välja hetkel kehtivate reeglite omavahelised konfliktid.

51 Climate Change - The Facts

52 Mida tähendab kliimaneutraalsus?

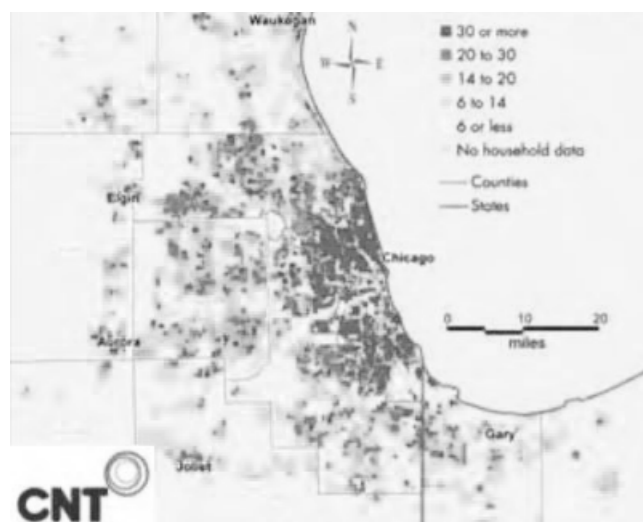


2.2 Asukoht - transpordisõlm kui planeeringu kese

Ehitatud objekt ei ole iseseisev ümbritsevast keskkonnast. Seega peaks igasugune ehitamine algama küsimusega - kuhu ehitada. Praegu on selle vastuseks sageli odav krunt, mille asukoht tundub kohati teisejärguline olevat. Tänu isiklikule autole ei mängi kodu asukoht enam elustiili kujunemise puhul suurt rolli. Sellest on välja kujunenud valglinnastumine - elamupiirkonnad, millel puudub igasugune keskus või muu eluks vajalik taristu. Nende piirkondade elanikud sõltuvad suuremast linnast, kus käiakse tööl ja koolis. Selline elustiil tähendab väga suurt transpordist tulenevat CO2 jalajälge. Peter Haas on oma töös analüüsinud transpordist tulenevat CO2 hulka ning sellest lähtuvalt teinud põhjaliku analüüsi Chicagole ja selle ümbrusele (illustratsioon 14). Haas mõeldab CO2 kogust läbi kahe erineva mõõtmisviisi - aastane kogus ühe aakri kohta ning aastane kogus ühe majapidamise kohta. Kaardistuselt tuleb selgelt välja, et vajadus transpordi järele on väiksem inimestel, kes elavad linnas. **Kogu** transpordist tulenev CO2 kogus on linna keskuses suurem kui äärealadel, sest inimeste hulk ruutkilomeetri kohta on tunduvalt suurem. Kui mõelda kogust aga ühe majapidamise kohta, on kaart justkui peegelpildis - äärealade inimesed paiskavad õhku kordades rohkem kasvahoonegaase.⁵³

Peter Haasi analüüs on hea näide tõestamaks kompaktsete linnade tõhusust, kui teemaks on kasvahoonegaaside vähendamine.

Illustratsioon 14 - Chicago climate action plan. Peter Haasi uuring



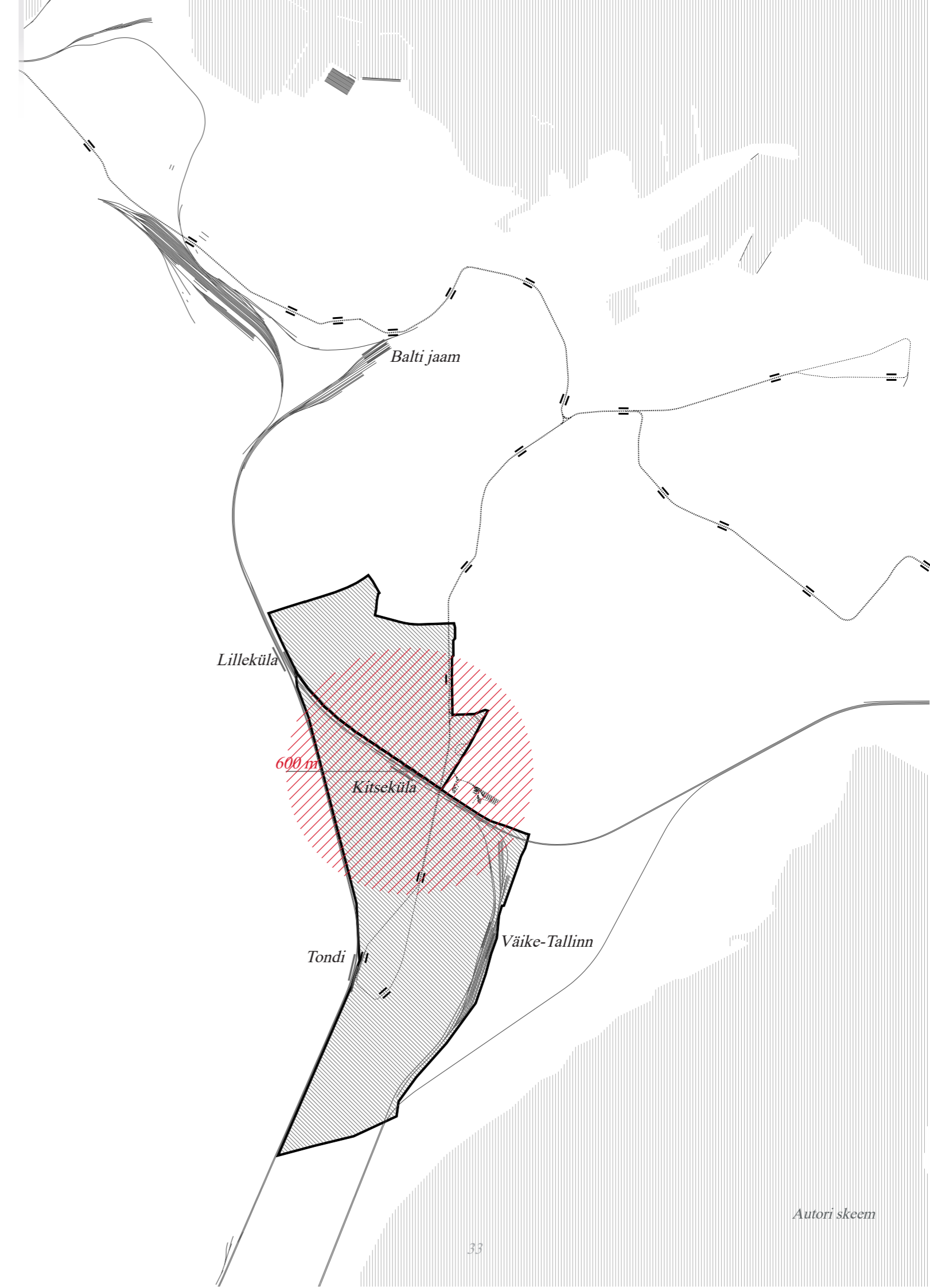
CO2 kogus pindala kohta

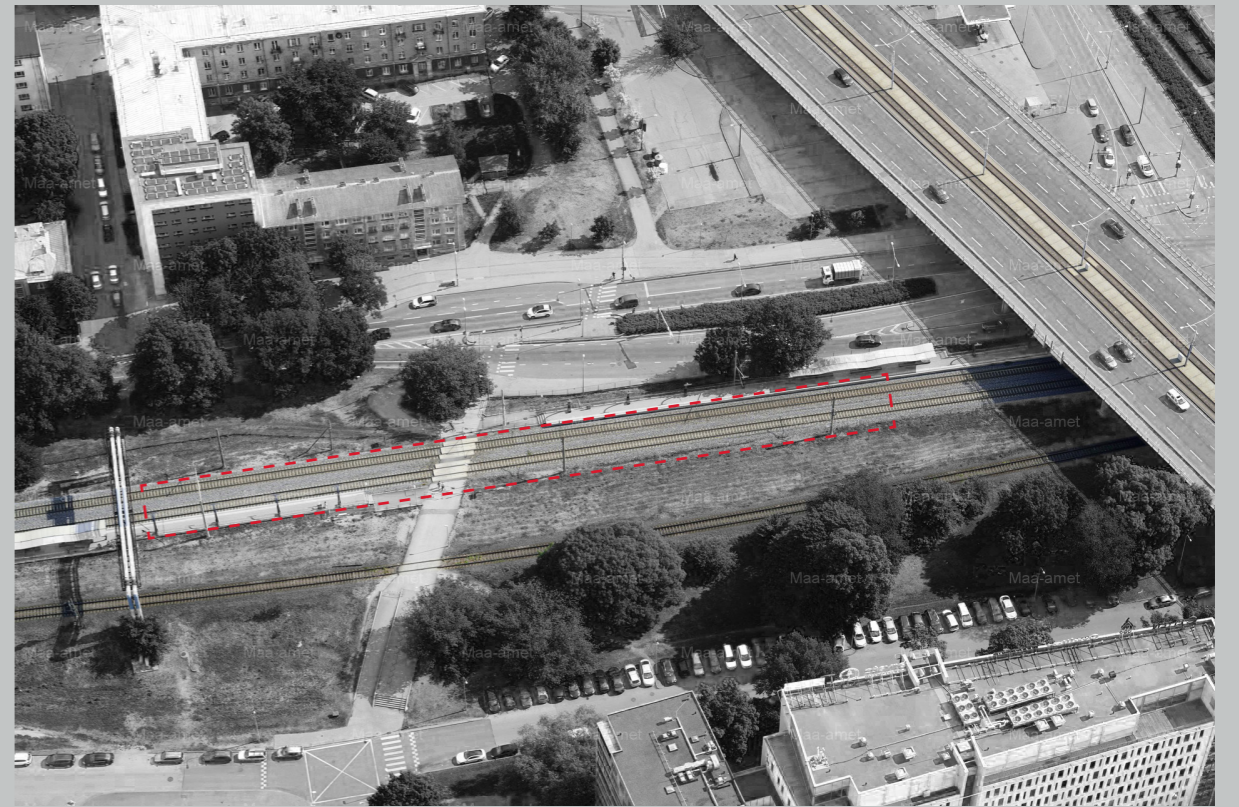
Vähendamaks autode kasutamist, muutub aina olulisemaks hea, kiire ning jalakäijale mugavalt ligipääsetav ühistransport. Mitmes suunas ühendust pakkuvate transpordisõlmude ümbrused võiksid sel juhul asukohaks olla ka uutele arendustele. Nii hakkaks linn tiheneda kohtades, kus elanikele on ühistranspordi näol pakutud piisavalt mugav alternatiiv liikumiseks.

Uurides erinevaid transpordiliike, osutus kõige tõhusamaks trammi- ja rongiliiklus. Elektrirongi ja trammi süsinikujalajalg on kordi väiksem fossiilkütuse baasil toimiva transpordi omast. Olen kasutanud veebiaadressi carbonfootprint.com⁵⁴ süsinikukalkulaatorit mitmete analüüside puhul. Sellest tulenevalt selgub, et 1000 km läbimisel tekib inimese kohta nii trammi kui rongi puhul 0,04 tonni süsihappegaasi ning bensiini tarbiva auto puhul 0,18 tonni - vahe on küllaltki suur. Muidugi sõltub tulemus ka elektri primaarallikast. Raudteeliiklus on oma eraldatuse tõttu üldiselt ka kiirem ning täpsem muust ühistranspordist.

Antud töö planeeringu asukohaks olen valinud Tallinnas asuva Kitseküla rongipeatuse ning selle ümbruse. Koht, kus omavahel saavad kokku mitmes erisuunas liikuvad rongiteed ning kesklinna suunduv trammiühendus. Hetkel küll osad rongid, Viljandi poole suunduvad, seal ei peatu, kuid võiksid seda tulevikus teha. Kitseküla peatuse vahetus läheduses on ka kolm teist rongipeatust - Lilleküla, Tondi ja Väike-Tallinn. Tallinna kontekstis on tegemist ainulaadse kohaga, kus tekib tunne, et rongiliikluse puhul on tegemist linna siseliiklusega. Olemasolev kontekst on potentsiaalne asukoht linna tihendamiseks ning eksisteeriva naabruskonna mitmekesistamiseks.

CO2 kogus majapidamise kohta





*Illustratsioon 15 . Kitseküla rongipeatus
Foto: Maaamet*



*Illustratsioon 16 . A. Le Coq Arena staadionikompleks rongipeatuse vahetuse läheduses
Foto: Maaamet*

2.3 Olol - olemasolev

Ligikaudu 600 meetrit Kitseküla rongipeatusest on ala, millega tegelen. See on distants, mis on mugav jalakäijale - "viie minuti kaugusel". Valitud ala sisse jääb osa Uus-Maailma ja osa Kitseküla asumist, mida raudtee üksteisest tugevalt eraldab. Seal on päris mitu lasteaeda ning kooli, mõned büroohooned, tööstushooned ja väiksemad poed ning kindlasti ei jää märkamata jalgpallistaadionitest koosnev kompleks.

Kohati on seal väga selgelt väljakujunenud tänavastruktuur, eelkõige miljööaladel, mis vaheldub üsna korrapärase planeeringuga aladega. 1944. aasta märtsi pommitamises sai piirkond suuri purustusi, hävinesid kümned puumajad Koidu tänava ja Pärnu maantee vahelisel maa-alal. 1940.-50. aastatel ehitati purustatud hoonete asemele stalinistliku planeeringu ja arhitektuurikeelega kivist elamud. Pärnu maantee ääres lammutati puithooned 1960. aastatel ning ehitati asemele moodsad elumajad.⁵⁵

Hoonefond on seal mitmekesine, segamini on hooned eriaegadest ja -materjalidest. Leidub puidust tehtud Tallinna ja Lenderi maju, tsaariaegseid tööliselamuid, silikaattellisest hruštšovkasid ning uuema aja betoonist paneel elamuid - nii olen enda töö raames olemasolevad hooned kategoriseerinud. Toetudes seejärel Tallinna Tehnikaülikooli uuringutele⁵⁶ ja ehitisregistri andmetele arvutasin kokku, et minu valitud piirkonnas elab ligikaudu 8100 inimest. Samadest andmetest sain ka nimetatud hoonetüüpide keskmised energiatarbimise kogused ning sellest tulenevalt ka piirkonna ligikaudse CO2 jalajälje inimese kohta aastas - 3,7 tonni⁵⁷. Siinkohal tuleb arvestada, et tegelik tulemus võib olla midagi muud. Käesoleva töö raames olen kasutanud olemasolevaid ning kättesaadavaid andmeid, töö eesmärk on välja töötada võimalik planeerimisstrateegia - selles faasis on tegelikest täpsetest numbritest olulisem tajuda ligikaudset suurusjärku ja paika saada põhimõtteline arvutusmodel.

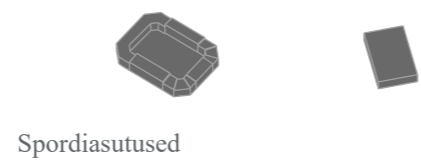
Vaatamata heale asukohale - ekisteeriv avalike funktsioonide võrgustik, hea ühistransport, väga lähedal kesklinnale - on piirkond hetkel (eriti Kitseküla poolne ala) üsna hõredalt asustatud.

55 Uus-Maailm ajalugu

56 Lisa 1-3

57 Lisa 4 . Arvutus

Avalikud hooned



Spordiasutused



Koolid



Lasteaiad



Haigla



Trammipark



Kontorid



Majutusasutus

Puithooned



Lenderi maja



Tsaariaegne tööliselamu



Tallinna maja; kolmekorruseline



Tallinna maja; kahekorruseline

Telliskivihooned



Telliskivi, kiviplokk hooned



Telliskivi, kiviplokk: - Asula tänava hooned

Betoonhooned



Betoon



Raudbetoonpaneel



Olemaolevate hoonete süsinikujalajalg

Olemaolevate hoonete jalajälje hulka olen arvanud nende energia tarbimisest tuleneva heitme, ma ei ole arvesse võtnud nende materjalidest ning ehitusprotsessist tulnud heitmehulka.

Hooned olen kategoriseerinud hoonetüübi ja materjali järgi. Andmed on pärit ehitisregistrist ja Tallinna Tehnikaülikooli poolt teostatud uuringutest. Tehtud uuringutes on analüüsitud erinevaid hoonetüüpe ning välja on toodud nende energiatarbimise andmed.

Kaardistasin ära kõik erinevad hoonetüübid planeeringu asukohas ja arvasin kokku nende pindalad - näiteks on piirkonnas kokku 41 Lenderi maja. Liitsin kokku nende pindalad ning sain vastuseks, et Lenderi maja omadustega ruutmeetrid on naabruskonnas 12 095.

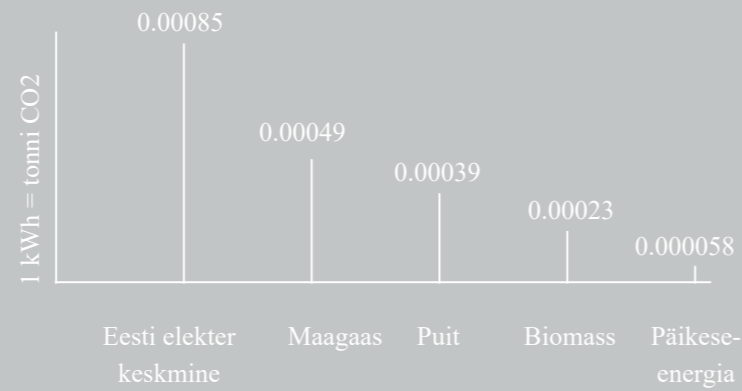
Seejärel sain Lenderi maja kohta käivad andmed uuringust "Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga". Seal on välja toodud hoone ETA - energiatõhususarv. Energiatõhususarv tähendab, kui palju tarbib hoone energiat ühe ruutmeetri kohta aastas. ETA on see, mis määrab ära hoone energiaklassi. Mida väiksem see on, seda parem klass. ETA arvutamisel korrutatakse energiatarbed (küte, soe vesi jne) läbi energiakandjate kaalumisteguritega. Kaalumistegur on primaarenergiaallika kohta käiv kordaja - sellega saab ETA't kas tõsta või langetada, sest vaatamata energia allikale, tarbib hoone ju ikka sama palju energiat. Kaalumistegurite mõte on karistada CO₂e-mahukamate sisendenergia kasutamist, kuid reaalsuses ei peegelda kaalumistegur tegelikke heitmeid.⁵⁸

Minu eesmärk oli teada saada tegelik heitmete hulk ning seega jagasin Lenderi maja ETA selle energiakandja kaalumisteguriga läbi ning sain vastuseks, et rekonstrueerimata Lenderi maja tarbib ruutmeetri kohta ilma kaalumistegurita energiat kokku 295 kilovatt-tundi aastas, millest 217 läheb kütmise peale, 51 soojale veel ning 27 elektrile. S

Järgmiseks korrutasin saadud vastuse - 217 (kütmine) läbi tegeliku heitmekogusega, mis sisendenergiast (puit ja elekter) tuleb. Sisendenergia liigi sain kas TTÜ uurimusest või ehitisregistrist. Juhul, kui hoone oli ühendatud kaugküttevõrku, arvestasin arvutamisel sellega.

$$ETA = \frac{\sum_i (E_{tar,i} - E_{eks,i}) f_i}{A_{kõetav}}$$

energiakandja i kaalumistegur



Lenderi maja kütmisest tulenev heide aastas:

$$217 / 2 = 108.5 \text{ (kWh)}$$

$$108.5 \times 0.00023 = 0.025$$

$$108.5 \times 0.00085 = 0.092$$

$$0.042 \times 12\,095 = 302$$

$$0.092 \times 12\,095 = 1113$$

$$1113 + 302 = 1415 \text{ t CO}_2\text{e aastas}$$

Samamoodi arvasin läbi eelnevalt välja toodud hooned. Küll aga ei kaasanud ma arvutustesse avalikke hooned. info puudumise tõttu. Võimalusel tuleks antud arvutuslikku mudelit kasutades seda kindlasti teha.

HOONETÜÜP	CO ₂ t jalajälj (aastas)		HOONETÜÜP	CO ₂ t jalajälj (aastas)		HOONETÜÜP	CO ₂ t jalajälj (aastas)	
	kütmine	elekter		kütmine	elekter		kütmine	elekter
PUIT	540 + 1177 = 1717	855	TELLISKIVI	1987+1125+304 = 3416	643	BETOON	54+31+8.3 = 93,3	31
	314 + 685 = 999	390		990+565+153 = 1708	322		100	70
	973 + 2120 = 3093	1887		530+301+81 = 912	171		62+35+10 = 107	61
	517 + 1126 = 1643	1008		1751+996+269 = 3016	567		127+72+20 = 219	72
			Erinevas suurus sarnaste omadustega hooned			201+114+31 = 346	114	
KOKKU	11 592			11 966			1043	

Neid ma tüübi järgi ei eristanud. Enamikel betoonist hoonetel oli ehitisregistris välja toodud energiatõhususarv. Arvutasin selle järgi. Hooned on peamiselt ühendatud kaugküttevõrku.

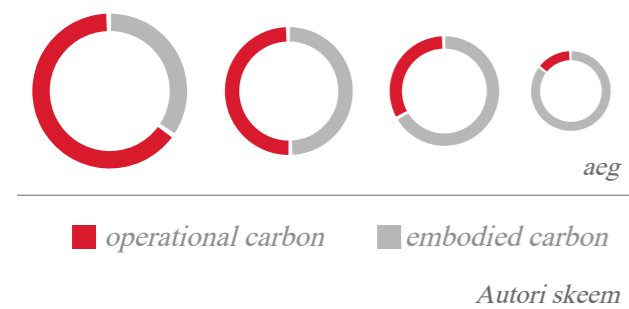
Olemaolevate hoonete süsinikujalajalg kokku on 24 600 tonni aastas.

2.4 Olelusringi hindamine

Ehitussektori CO₂e jalajälg jaguneb kaheks - hoone poolt tarbitava energia tekitatud (**operational carbon**) ning materjalidest ja ehitusprotsessist tulenev CO₂e hulk (**embodied carbon**).

Uusi hooned ehitatakse palju ning praeguste seaduste järgi peaksid kõik hooned, mis suuremad kui 180m², olema liginullenergiamajad, kuid need regulatsioonid ei arvesta CO₂e kogusega, mis paiskub õhku materjali tootmisel või transpordil ega ka ehitusprotsessi käigus tekkinud emissioonidega mitte. Küll aga läheb 44% kogu globaalsest materjali kasutusest just hoonestuse tarbeks.⁵⁹

Väga palju on keskendunud uute hoonete puhul erinevatele strateegiatele, mis aitaks vähendada hoone tarbimise jalajälge ning aina rohkem kasutatakse taastuvenergiat, mis vähendab seda veelgi. Seega on järgmiseks suuremaks takistuseks kliimanetraalsuse saavutamisel just **embodied carbon**.



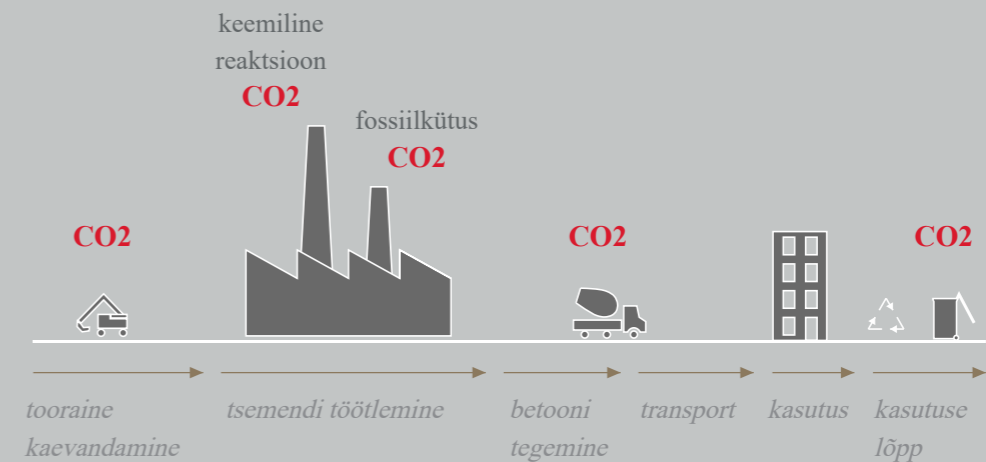
Euroopas on peamiseks ehitusmaterjaliks eluhoonete puhul betoon.⁶⁰ Betoonist ehitamise kogu protsess - materjali tootmine ning transport - on väga suure CO₂e jalajäljega ning selle kompenseerimiseks peab nägema palju vaeva õhutihedate ja õigesti paigutatud hoonete näol. Eesti kontekstis tuleks silmas pidada, et puidust ehitamine on kordi väiksema jalajäljega juba materjali lokaalsuse tõttu.⁶¹ Materjali lokaalsus on oluline selle transpordist tuleneva jalajälje vähendamise puhul. **Life Cycle Assessment (LCA)** ehk **olelusringi hindamine** on keskkonnajuhtimisvahend, millega hinnatakse toote või teenuse täielikku keskkonnamõju

59 Embodied Carbon Part 1:
60 Embodied Carbon Part 1
61 Info saamiseks kasutasin LCA kalkulaatorit www.oneclicklca.com

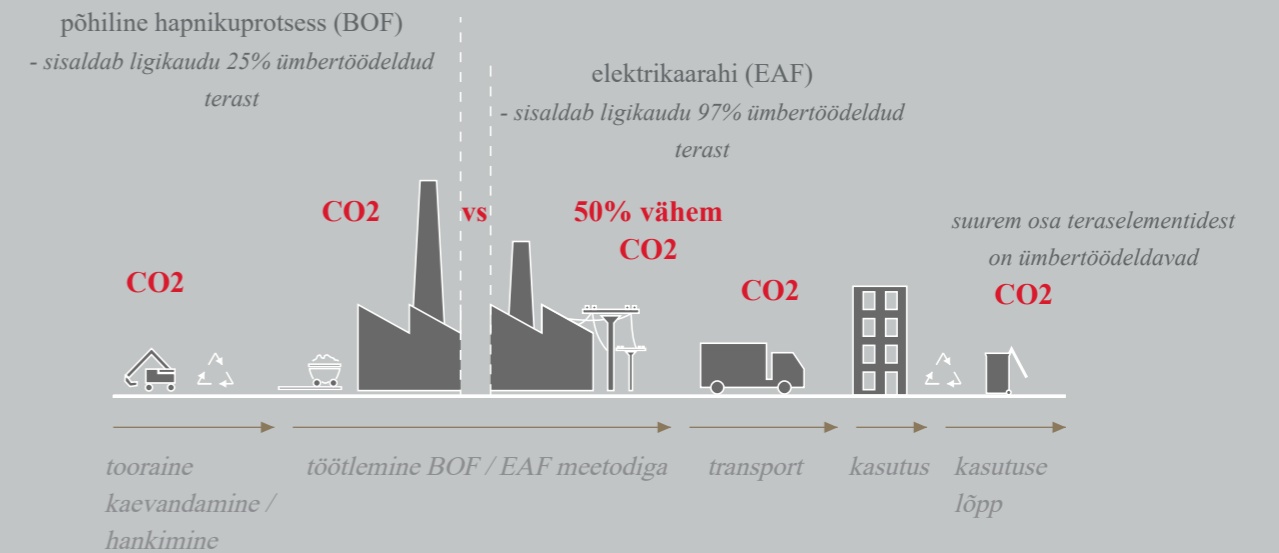
kogu olelusringi vältel.⁶² Hoone puhul arvestab see kogu protsessiga - alates materjalide tootmisest kuni hoone lammutamiseni. Antud töös olen kasutanud One Click LCA programmi, et välja selgitada materjalidest tulenev süsinikujalajalg. Materjali koguse arvutamisel, olen töös arvestanud vaid hoonete välisseinte, põrandate, katuste ja akendega. Just nendest konstruktsiooni osadest tuleb suurim osa süsinikujalajäljest⁶³ ning detailsem aste selguks alles iga hoone arhitektuurse projekti lahendamisel.

62 Olelusringi hindamine
63 Embodied Carbon Part 1

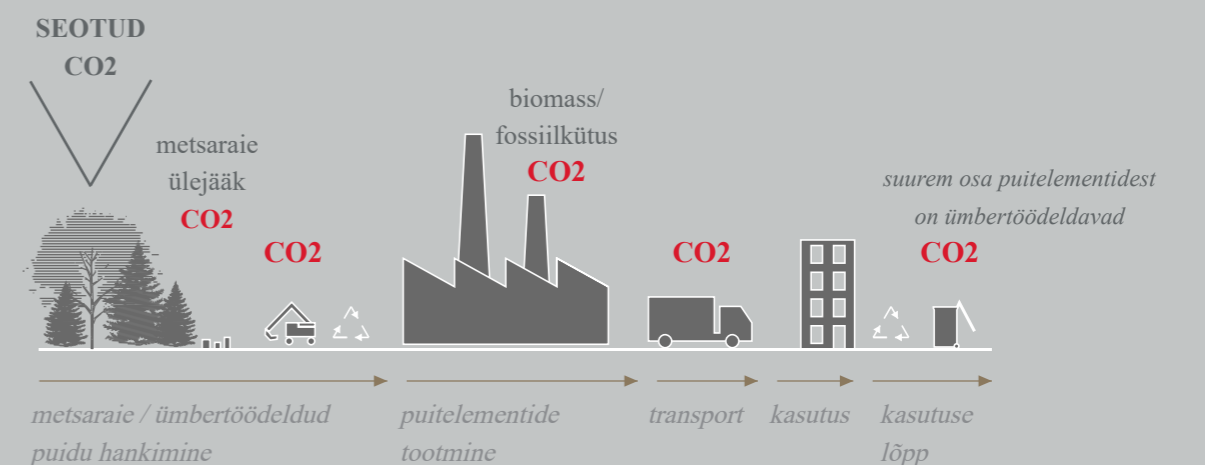
Betoon



Teras



Puit



2.5 Valitud materjalid

Planeeringu kontekstis olen peamise materjalina kasutanud puitu. Eestis on puidu näol tegemist kohaliku materjaliga ning see vähendab suurel hulgal transpordist tulenevat saastet.

Suurt rolli mängis ka puidu omadus oma eluea jooksul fotosünteesi käigus siduda süsinikku, mis aitab tasakaalustada üldist jalajälge. Kokkuvõttes läheb betooniga võrreldes puidust ehitamisel ka vähem materjali selle kerguse tõttu, mis omakorda tähendab ka kiiremat ning lihtsamat ehitusprotsessi.⁶⁴

Küll aga ei saa naiivselt uskuda, et puidu omadus süsinikku siduda ongi lahendus probleemile. Liigne metsaraie on puidu kasutamise lihtne tulema ning selle tagajärg avaldab keskkonnale väga suurt koormust. Landsat'i piltide põhjal tehtud analüüsides selgub, et praegu raiutakse ja põletatakse puitu üleilmselt sellisel määral, et ligi kolmandik süsinikdioksiidi heitmetest tuleb raadamisest. Metsa võetakse maha ja põletatakse suures osas põllumajanduslikel eesmärkidel, mis tähendab metsade kadumist.⁶⁵ Seetõttu peaks kasutama puitu, mis on pärit jätkusuutlikult majandatud metsast. See tähendab, et puud, mida kasutame, asendatakse uutega ning süsiniku sidumine saab jätkuda. Metsaraie puhul peaks vanad metsad võimalusel jätma puutumata. Vanades metsades on üldiselt suur bioloogiline mitmekesisus ning puude maha võtmine avaldab seal mitmetele protsessidele suurt mõju, mis omakorda eraldavad maapinda talletunud süsihappegaasi. Metsanduse praktikad erinevad piirkonniti palju, kuna puuliigid on erinevate omadustega. Tuleb arvestada, et praegu saadaval olevad LCA programmid ei erista metsanduse puhul piirkondi ning kasutavad puidu kui materjali tooraine saadavuse kalkuleerimisel *rahvusvahelist infot*.⁶⁶

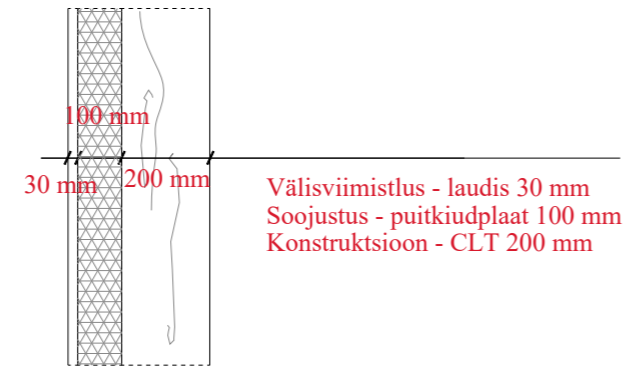
Soojustuse valimisel tuleks peale õhutiheduse jälgida ka muid materjaliomadusi. Sageli osutub just see aga määravaks otsuse langetamisel, et valmiks energiatõhus hoone. Kui vaadata aga süsinikujalajälge, võivad kõige “energiatõhusamad materjalid” olla kõige saastavamad.

Ka soojustusmaterjalide hulgas on neid, mis seovad süsinikku. Puit, põhk, savi, kanep, kork ja lambavill on laialdasemalt kasutusel olevad soojustusmaterjalid, mis seovad süsinikku oma eluea jooksul. *Polystyrene*

64 Täna mõttekäigu eest Ilmar Valdurit
65 Climate Change - The Facts
66 Embodied Carbon Part 1

(XPS), *expanded polystyrene (EPS)*, *spray foam*, *polyisocyanurate (Polyiso)* on kõik tooted, mis on valmistatud nafta baasil ning on sellest tulenevalt väga suure süsinikujalajäljega⁶⁷

Seina lõige

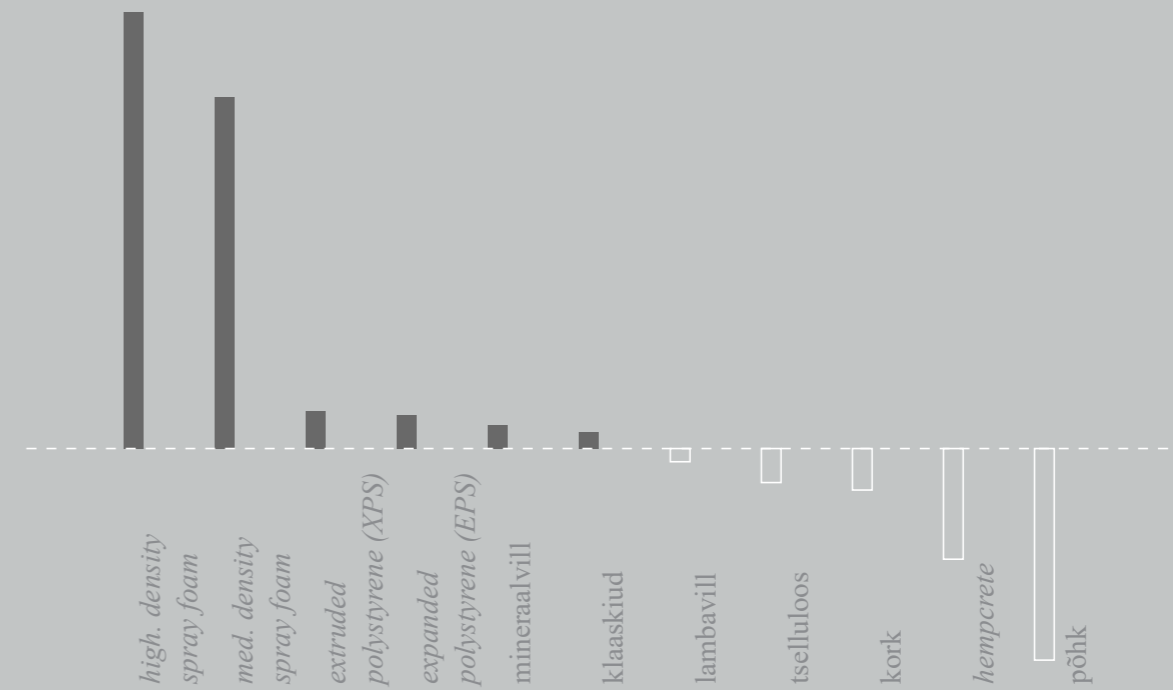


Selliste seintega hoonel on eeldus saavutada liginullenergia nõuded. Tegemist on looduslike materjalidega.

Materjalide valik ning täpne paksus sõltub väga palju hoone energiatarbimisest.

67 Materials palette

CO2 koguse eraldumise võrdlus erinevate soojustusmaterjalide vahel:



Autori kohandatud skeem; algallikas: Materials palette

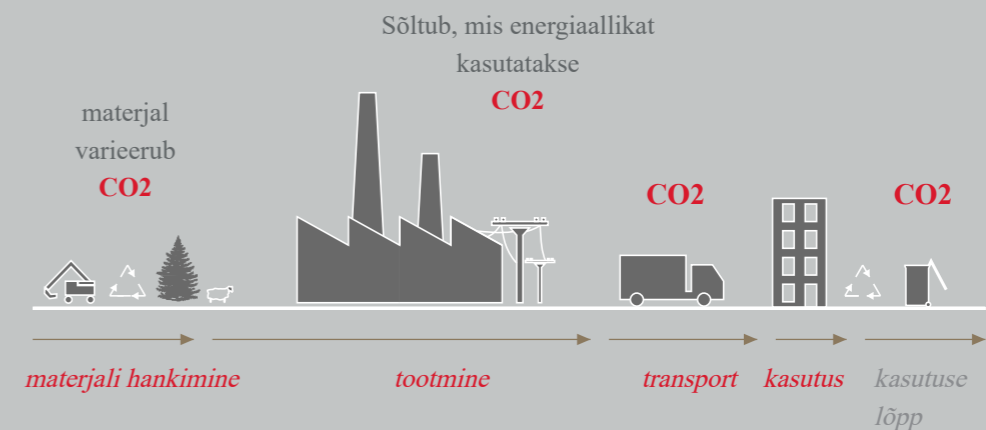
Looduslikud soojustusmaterjalid:



Lambavill Kanep Puitkiud Kork Põhk Tselluloos

Autori skeem

Soojustuse olerusring



Autori kohandatud skeem; algallikas: Materials palette

2.6 Kvaliteedi parameetrid

Mõeldes kaasa kliimanetraalsuse saavutamisele, näen ühe rakendatava meetodina Tallinna tihendamist - "strateegilist tihendamist". Meetod aitaks säilitada olemasolevat keskkonda ning vältida valglinnastumist.

Tihendamise all pean silmas selle kõige otsesemat tähendust - suurem arv inimesi ruutmeetri kohta. Keskkonna temaatikaga seotuna on see klassikaline mõtteviis, mis tähendab, et kasutatakse vähem maad - vähem ressursi. Strateegilise tihendamise all pean silmas läbi mõeldud asukohtade valikut uute arenduste puhul ning vajadusel ka ehituslubade saamise lihtsustamist nendes piirkondades. Tegemist peab olema asukohaga, kus on potentsiaali luua võimalikult lihtsalt autovaba keskkond. See on esimene samm, mida peaks silmas pidama algse eesmärgi, kasvahoonegaaside vähendamise, osas.

Olen võtnud eesmärgiks selgitada välja valitud naabruskonnas elavate inimeste arv, mis oleks tarvilik saavutamaks jalajälje suurust inimese kohta 1 tonn aastas. Saavutamaks ühte tonni, tuleb elanikkonda suurendada kaks kuni kolm korda, mis omakorda tähendab ka elamispinna kahe-/kolmekordistumist.

Üks tonn oleks lihtsalt saavutatav, kui kogu tarbitava energiana kasutaksime taastuvenergiat, päikese- või tuuleenergiat, kütusena puitu või biomassi. Ka maagaas on tunduvalt väiksema jalajäljega kui näiteks põlevkivist tulenev energia. Energiaallika välja vahetamine oleks mõistagi vajalik, kuid kui see on ainus rakendatav lähenemine, võib see endaga kaasa tuua homogeense ruumi, mille planeerimisel on rakendatud küllaltki rangeid reegleid.

Oluliseks parameetrik muutub elamispinna ja avaliku ruumi suurus inimese kohta. Mida suurem pind, seda rohkem läheb materjale ning kütmiseks kuluvat energiat. Siin kohal tuleb aga meeles pidada, et see on number, mis mõjutab otseselt väga palju inimese argielu.

Iga parameeter on oluline, ühtegi neist ei tohi ära unustada, kuid tuleb osata vahet teha, millised neist pakuvad kvaliteetset ruumi ning on olulised inimese jaoks, kes seal lõpuks elama peab. Ruum on erinev olenevalt sellest, mille arvelt see luuakse.

2.6 Planeerimisstrateegia - CO2 tsoneerimisühikud KVOODIVAHETUS

Ala, millega tegelen jaguneb kaheks - miljöõala ja "muu ala". Kuna miljöõalaks nimetamise eesmärk on asukoha algupärast olemust säilitada, kehtivad sellele piirkonnale mõnevõrra teised reeglid, sealhulgas võidakse seal mööda vaadata ka energiatõhususega seotud regulatsioonidest. Küll aga on piirkonna jalajälj siiski üsna suur ning vajab millegi näol tasakaalustamist.

Soovides alandada valitud naabruskonna piires CO2e jalajälge inimese kohta ühele tonnile, samal ajal säilitades miljöõalad, olen ala süsihappegaasi koguse järgi ära tzoneerinud. Miljöõalade jalajälje, 3,7 tonni CO2e inimese kohta aastas, tasakaalustamiseks on see kõrvutatud alaga, kus jalajälj inimese kohta on väga väike, et saada terve naabruskonna piires jalajälj inimese kohta 1 tonn CO2e aastas. Taoline lähenemine annab võimaluse säilida miljöõaladel ja ka kõikidel muudel olemasolevatel hoonetel. Sisuliselt on tegemist kvoodivahetusega, mis hetkel toimub riikide vahel. Leian, et meetod iseenesest ei ole vale ning annab võimaluse tegemaks asju, mida muidu teha ei saaks, kuid siiski kahtlen selle praeguses mastaabis. Riigi skaalal kvootidega kauplemine võib põhjustada ühe piirkonna suurt saastatust ning ei ole seetõttu õiglane. Kvootide tasakaalustamine naabruskonna skaalal annaks ühelt poolt võimaluse mõningasele arhitektuursele vabadusele ning teiselt poolt, luues üsnagi tihedat linnalist keskkonda, tekitaks huvitava ruumi.

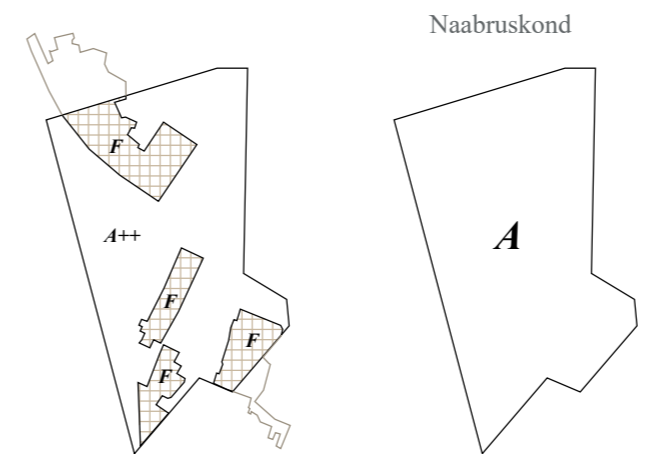
Süsihappegaasi kogusest lähtudes tzoneerimine mõjutab palju ka linna arhitektuurset vormi. Mida suuremat olemasolevat ala tahetakse säilitada, seda rohkem piirab see tasakaalustava tsooni arhitektuurset vormi - väikesele maa-alale tuleb mahutada suur hulk inimesi, mis üldiselt tähendab kõrghooneid (illustatsioon ...). Seetõttu tuleb leida balanss - kui palju säilitada, et ei kannataks seal elavate inimeste elukvaliteet ning et antud meetod aitaks peale jalajälje vähendamise parandada ka olemasolevat keskkonda.

Erineva jalajäljega tsoonid:

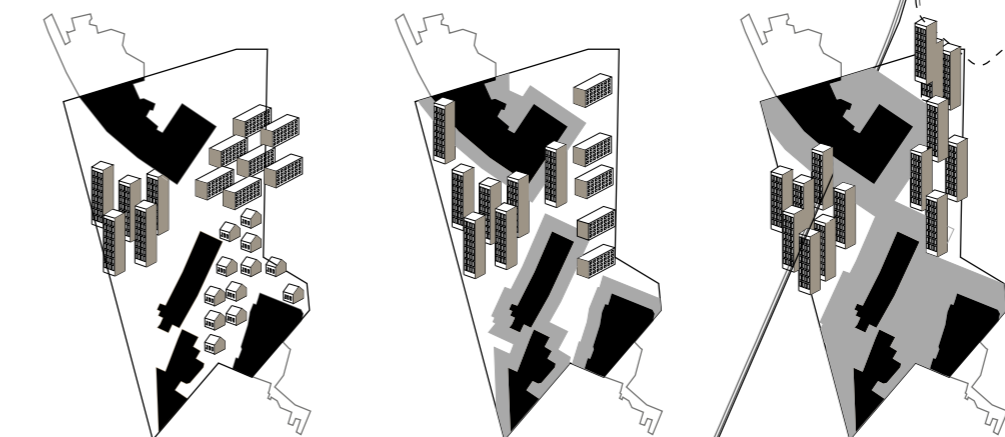
■ Miljöõala - suur jalajälj;
Inimese kohta 3.7 t

■ Kompensatsiooniruum - väike jalajälj;
Inimese kohta 0.5 t

Eraldi vaadates on tsoonid erinevate "energiaklassidega".
Kuid vaadates naabruskonda tervikuna on tulemuseks A.



Mida suurem on ala, mida soovime säilitada, seda intensiivsemaks läheb keskkond kompensatsiooniruumis ja seda rohkem mõjutab see arhitektuurset vormi.



Arvutuslik mudel

Arvutuskäigu ülesehitus

Tegeliku inimese süsinikujalajälje arvutamisel tuleb arvutusse kaasata kõikidest tegevustest tulenev saaste hulk - majapidamine, transport, tarbimine. Iga valdkond on detailselt läbi töötamiseks väga suure mahuga. Antud magistritöös olen arvutuskäiku kaasanud vaid ehitussektorist tuleneva süsinikujalajälje ning teiste valdkondadega tegelen ruumiliste lahenduste näol.

Arvutuskäiku olen kaasanud:

- Olemasolevate hoonete enegiatarbimine;
- Uute hoonete enegiatarbimine;
- Uute hoonete materjalid;
- Elamispinna suurus inimese kohta.

Transpordist tulenev saaste hulk on väga suur ning seetõttu on sellel oluline roll kliimaneutraalsuse saavutamisel. Transpordist tuleneva süsinikujalajälje vähendamiseks olen järginud järgmisi printsiipe:

- Naabruskonna skaalaks on suurus, kus jalakäija jaoks on "kõik viie minuti kaugusel"
- Planeeringu keskmeks on ühistranspordisõlm;
- Planeeringut läbib rattateedevõrgustik;
- Jalakäijale mõeldud tänavaruum;
- Lokaalne eluviis.

Tarbimine - toidu tarbimine, asjade ostmine - on kolmas väga suur osa inimese süsinikujalajäljest. Selle vähendamiseks olen kasutanud järgmisi lahendusi:

- "Piiratud" ruutmeetrite arv inimese kohta;
- Rohkelt vaba aja veetmise võimalusi, mis ei ole seotud tarbimisega;
- Kaubanduskeskuste asemel väikesed poed;
- Linnaruum toidu kasvatamiseks.

Lõplik eesmärk on leida planeeringu alas elava inimese süsinikujalajalg aastas.

Andmed

- Olemasolevate hoonete tarbimisandmed on pärit TTÜ uuringutest⁶⁸. Antud töö raames olen töömahtu ratsionaliseerinud. Tegelik jalajälje saamiseks tuleks kasutada kõikide hoonete täpseid enegiatarbimise andmeid.
- Olemasolevate elanike arvu olen saanud toetudes TTÜ uuringutele ja ehitisregistrist saada olevatele andmetele. Tegelik arv võib erineda, antud töö puhul on tegemist üldise suurusjärgu leidmisega.
- Primaarenergia allika tundmatute väärtused on pärit "Liginull" näituse infost.⁶⁹
- Materjalide tundmatute väärtused on pärit One Click LCA⁷⁰ programmist. Materjalide loetelu võib olla väga pikk, selles töös katsetasin välja toodud materjalidega.

Põhivalem:

$$\frac{\text{Olemasoleva hoonestuse tarbimise CO2 jalajalg} + \left(\text{Uue hoonestuse ehitusprotsessi CO2 jalajalg} + \text{Uue hoonestuse tarbimise CO2 jalajalg} \right)}{\text{Olemasolevad elanikud} + \text{Uued elanikud}}$$

Arvutuskäigus esinevad tundmatud (parameetrid):

- x - uus hoonestmaht (m²)
- x1 - uus elamispinna pindala (m²)
- x2 - uus avaliku ala pindala (m²)
- x3 - elamispinna suurus inimese kohta (m²)

Primaarenergia allikas: 1 kwh = ... tonni CO2

- a - puit = 0.00023
- b - Eesti elekter (keskmise) = 0.00085
- c - päikeseenergia = 0.000045
- d - tuuleenergia = 0.000011
- e - maagaas = 0.00049

- k1 - kordaja, mis määrab akende osa välisseinas
- vs - välisseina kinnise osa pindala (m²)
- vsa - välisseina aknapindala (m²)

Materjalid:

1 m³ = tonni CO2

- a1 - CLT = 0.57
- b1 - betoon = 0.39
- c1 - EPS = 0.21
- d1 - puitkiud plaat = 0.13
- e1 - tselluvill = 0.02

1 m³ = seob tonni CO2

a2 - CLT = 1

d2 - puitkiud plaat = 0.271

⁶⁸ Lisa 1- 4

⁶⁹ <http://liginull.info/tynn/18-pohisuudlane-polevkivielekter/>

⁷⁰ One Click LCA - *Life cycle analysis* veebikalkulaator

Arvutuslik käik:

1) Olemasoleva hoonestuse tarbimise CO2 jalajälg:

$$\left(\begin{array}{l} \text{olemasoleva hoonestuse} \\ \text{kütmise energia (kWh)} \end{array} * a/b/c/d/e \right) + \left(\begin{array}{l} \text{olemasoleva hoonestuse} \\ \text{elektri energia (kWh)} \end{array} * a/b/c/d/e \right)$$

2) Uuest hoonestusest tulenev CO2 jalajälg ning uute elanike arv:

- Muudetavad parameetrid

akende m2

välisseina pindala - (välisseina pindala * k1) = välisseina kinnise osa m2

(x1 * kWh * a/b/c/d/e) + (x1 * kWh * a/b/c/d/e) = uue elamispinna hoonestuse tarbimise CO2 jalajälg (t)

(x2 * kWh * a/b/c/d/e) + (x2 * kWh * a/b/c/d/e) = uue avaliku hoonestuse tarbimise CO2 jalajälg (t)

(x = lisatav maht - x2 = avalik ala) = x1 (uus elamispind)

= uute elanike arv

x3 = m2 in. kohta

Välisseina materjalidest tulenev seotud CO2:
Peamistest ehitusmaterjalidest seob süsihappegaasi puit.
Seega saab selle osaga arvestada vaid siis, kui materjalina on kasutatud puitu.

Välisseina materjalid:

> (m * a1/b1/c1/d1/e1) * vs + (m * a1/b1/c1/d1/e1) * vs + ... + aknaliik * vs

= uue hoonete materjalidest tulenev CO2 jalajälg (t)

= uute hoonete materjalidest tulenev seotud CO2 (t)

III

ARHITEKTUURNE LAHENDUS

Kompensatsiooniruum

Kasvuhoonegaase tekib hetkel liiga palju ning seda kui probleemi ei saa eirata. Seega muutub pea iga tegevuse juures CO₂e kogusega arvestamine tulevikus aina olulisemaks. Antud magistritöös ei ole ma võtnud eesmärgiks ainult CO₂e koguse vähendamist, vaid pean ka sama oluliseks hea ruumi loomist. Ruum, mis annaks seal elavatele inimestele uued väärtused ning muudaks nende arusaamise keskkonnasõbralikust elust loomulikuks argipäeva osaks. Siin kohal jõuan taaskord "ruumi sõbralikkuse" mõisteni. See on inimesele mõeldud ruum, mis märkamatult muudab selle elanike elustiili ümbritseva suhtes.

Arvutusliku mudeli peatükis joonistuvad välja peamised parameetrid, mis kasvuhoonegaaside tekkimisel suurt rolli mängivad. Leian, et arhitektil on nende parameetrite muutmisel väga oluline roll - tuleb otsustada, millised neist muudavad ruumi kvaliteetseks ja meeldivaks, annavad juurde uusi väärtusi.

Peamise meetodina keskkonnasõbraliku naabruskonna loomisel olen kasutanud küllaltki radikaalset tihendamist. Minu eesmärk ei ole *vähem maad-vähem ressursi* lähenemine, vaid leian, et oluline on pakkuda elukeskkonda, mis muudab selle elanike argipäeva võimalikult lokaalseks. See tähendab, et seal on töökohti, haridusasutusi, poode, kohvikuid, vaba aja veetmise võimalusi, piisavalt privaatsust ja samas ka ruumi, mis annaks võimaluse juhuslikeks kohtumisteks. Antud projekti arhitektuurne lahendus on kui galerii erinevatest ruumilistest olukordadest, mida tekitab arvutuslikule mudelile põhinev kompensatsiooniruum.

Projekt pakub alternatiivi valglinnastumisele - elamismudelile, kus pea igal inimesel on oma maja, oma aed, oma auto ja vahel ka oma bassein. Sellises keskkonnas, mille välja pakun, ei ole kõigeeks selleks aga ruumi. Seetõttu peab loodav ruum pakkuma olulisemaid väärtusi nagu aeg, tervis, sõltumatus ja mitmekesine ruum.

Arvutuslikust mudelist tulenevad lähteandmed, millele arhitektuurse lahenduse loomisel põhinesin:

- 300 000m² uut elamispinda, 93 000m² uut avaliku ruumi pinda;
- keskmine elamispinna suurus inimese kohta 25m², avaliku pinna suurus 13 m²;
- peamine ehitusmaterjal on puit;
- lahendus pakub võimalusi erinevateks keskkondadeks: nii kõrged kui madalad hooned;
- 1/3 hoonete keskmine hoone energiatarve 140 kWh/(m²*a)⁷¹;
- 1/3 hooned tarbib päikeseenergiat ning tarbivad keskmiselt 105 kWh / (m²*a)
- olemasolevad hooned on jäänud puutumata.

Järgnevalt kirjeldan samm-sammult projekti ning toon välja arvutusliku mudeli ja arhitektuursete võtete omavahelised seosed.

Detailsemalt olen läbi lahendanud mitu erinevat fragmeti loodud keskkonnast, mis järgivad välja töötatud ruumiprintsiipe ning toovad esile selle ruumi võimalusi.

3.1 Maht/tihedus/kõrgus/orientatsioon

Maht: Planeeringu esimene samm oli mahtudena olemasolevasse keskkonda paigutada juurde lisatavad hooned, juurdelisatava hoonestuse kogupindala tuleneb arvutuslikust mudelist. Hoonestuse paigutamise puhul pidasin oluliseks saavutada tihedus, mis oleks tunnetatav ka tänavapildis. Seega eelistasin arhitektuurse vormi puhul kõrghoonete asemel pigem perimetraalseid kvartaleid ning muid tihendamise võtteid.

Tihedus: Asukoht, millega tegelen pakub tihendamise mõttes mitmekesisust. Uue-Maailma poolsel osal domineerib väljakujunenud tänavastruktuur, mida järgin. Kitseküla pool on aga palju tühja ruumi, mis vaheldub üksikute välja kujunenud ehituslike arhipelaagidega. Lähtudes olemasolevast keskkonnast kasutan järgmisi tihendamise strateegiaid:

- tühjale krundile ehitamine;
- sisehoovi ehitamine;
- silla alla ehitamine;
- raudtee lähedusse ehitamine;
- parklale ehitamine;
- üldisele haljastusele ehitamine;
- kõrghoonete ehitamine;
- perimetraalse hoonestuse ehitamine;
- vanade hoonete ümberehitamine;
- olemasolevate hoonete külge ehitamine;
- hoonete esimeste korruste ühendamine.

Kõrgus: Kui hoonestustihedus on liiga suur või hooned on liiga kõrged, siis päevavalguse juurdepääs ja päikesekiirguse kasutamine võib olla oluliselt piiratud.⁷² See on üks põhjustest, miks olen kõrghoonestust kasutanud vaid staadionite ümbruses, kus see aitab tasakaalustada staadioneid ümbritsevat laiuvat tühjust. Üldiselt jäävad uued hooned 2-6 korruselisteks ehk siis piisavalt madalaks, et ka kõrgeimatel korrustel elavad inimesed on kontaktis tänavaga. Ka katuste kasutamine on sellisel kõrgusel veel meeldiv.

Kõrgus varieerub ka perimetraalsete kvartalite puhul, lubades nõnda päikesevalgusel langeda tänavatele ning naaberhoonetele. Madalamad katused on ära kasutatud katuseterrasside ja kasvuhoonetena. Kõrgemad katused on enamasti kaetud päikesepaneelide ning vihmvee kogumise süsteemidega.

⁷² Energiatõhususe juhendmaterjal ja metoodika peaprojektiteerijatele ja arhitektidele

Orientatsioon: Liginullenergia projekteerimispõhimõtete ja eesmärkide saavutamisel mängib olulist rolli hoonete orientatsioon. See on üks kõige tähtsam madal- ja liginullenergia- ja passiivhoone projekteerimise strateegia, mis vähendab energiatarbimist. Sel on oluline mõju energiatarbimisele, sest kasutab ära päikese ja tuulte eeliseid. See mõjutab päikesekiirguse jõudmist hoonesse, loomuliku valguse hulka ja hoonet ümbritsevate tuulte hulka ja suunda.⁷³

Meie kliimas on liginullenergia- ja passiivhoonete ida-lääne suunaline orientatsioon parim maksimeerimaks passiivset päikeseenergia kasutamist - see tähendab, et pikemad fassaadid on orienteeritud lõunasse. See tahab valgusraie vaba loomulikku valgustatust suvel põhjaküljest, mis ei vaja varjestamist ning võimaldab päikeseenergia maksimaalset kasutamist lõunaküljes, mis koostöös varjestuselementidega kaitseb suvise ülekuumenemise eest. Lisaks võimaldab selline hoone paigutamine võimalikult efektiivset päikesepaneelide - kollektorite paigaldamist katustele ka viilkatuse puhul, mis on oluliseks faktoriks nõuete saavutamisel.⁷⁴

Kui iga hoone peab vastama liginullenergia nõuetele, võib juhtuda, et uued arendused moodustavad küllaltki homogeense ruumi, sest kõikide hoonete fassaadid on suunatud põhja ja lõuna suunas. Lähtudes aga "kompensatsiooniruumi planeerimisstrateegiast" ei pea kõik hooned vastama liginullenergia nõuetele.

Põhinedes arvutuslikule mudelile, peab antud töö raames planeeringu uuest hoonestusest 1/3 vastama liginullenergia nõuetele, see tähendab, et hoone maksimaalne energiatarbimine aastas on 105 kWh/(m²*a).⁷⁵ Omakorda tähendab see, et 1/3 hoonestusest peab rangelt järgima reeglit, kus pikemad fassaadid on suunatud lõuna poole.

Leian, et osaline range orienteeritus võib planeeringus mõjuda värskendavalt, luues teatud mõttes kindla suunaga tänavad.

Põhja ja lõuna suunas orienteeritud fassaadid on liginullenergia nõuete täitmisel sageli ka erineva iseloomuga, mis omakorda annavad erinevad karakterid ka hoonet ümbritsevatele tänavatele.

⁷³ Energiatõhususe juhendmaterjal ja metoodika peaprojektiteerijatele ja arhitektidele

⁷⁴ Energiatõhususe juhendmaterjal ja metoodika peaprojektiteerijatele ja arhitektidele

⁷⁵ Hoone energiatarbimise piirväärtused

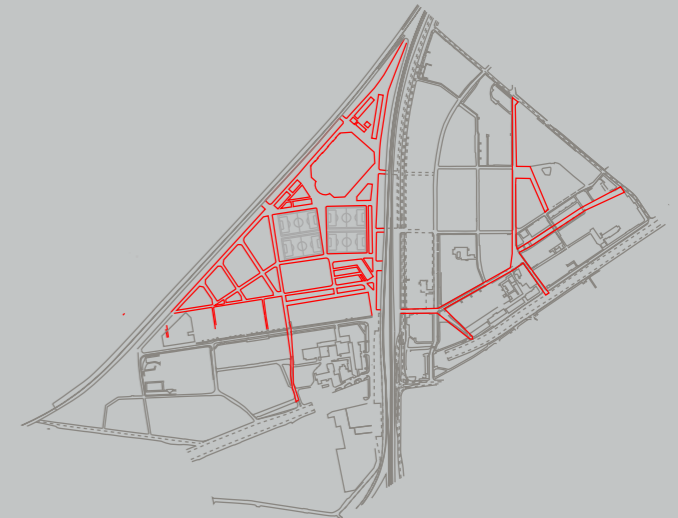
1/3 uuest hoonestusest on kas täielikult või peaaegu ida-lääne suunalised.



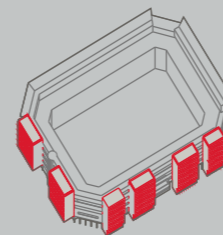
Algne tänavastruktuur



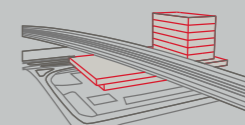
Uus tänavastruktuur



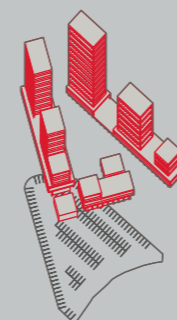
Tihendamise võtted:



Olemasoleva hoonestuse külge ehitamine



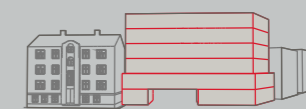
Silla alla ehitamine



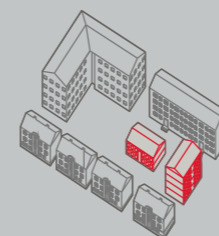
Parklatele ehitamine



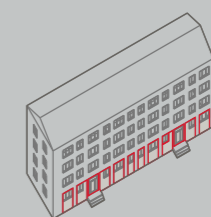
Tühjale maale ehitamine



Kvartali sulgemine



Sisehoovi ehitamine



Esimeste korruste avamine avaliku funktsiooni tarbeks

3.2 Ebamugavuse väärtused

“Ebamugavuse all pean silmas praeguse olukorra vastanduse disainimist, mis peaks olema uus huvitav väljakutse arhitektidele. Mugavuse vastand on ebamugavus ning väites, et peame ümber mõtestama enda arusaamist mugavusest, peaksime hakkama kõigepealt disainima ebamugavust ja leidma selles mugavuse kvaliteete.”⁷⁶

- Daniel Barber

Elamispinna suurus inimese kohta: *Elamispinna suurus inimese kohta* mängib arvutuslikus mudelis väga olulist rolli. Mida suurem see on, seda rohkem tekib kasvuhoonegaase hoonete ehitusprotsessist, materjalist ja ruumi energiatarbimisest. Hetkel kehtivad seadused, mille eesmärk on kasvuhoonegaase vähendada, seda aga arvesse ei võta.

Praegune arusaam mugavusest on, kui igal ühel on oma tuba, oma garderoob, kabinet, garaaž, saun ja palju muud. Antud planeeringus olen keskmiseks elamispinna suurusks võtnud 25 m². See on piisavalt suur, et ära mahutada eluks kõik vajalik ja natuke rohkem. Kuid kindlasti tähendab see ka mõningast väärtuste ümbermõtestamist. Sinna ei mahu suur garderoob, kabinet ega garaaž. See omakorda tähendab, et ruum, mis jääb kodu ümber - avalik ruum / ühisruum - peab pakkuma keskkonda, mis toimiks kui kodu “pikendusena”. **Ühisruum** on korterite vahel asuv ala, kus saab kuivatada riideid, teha joogat, tegeleda aiandusega, võtta päikest, lugeda raamatut, juua teed. See on ruum, mis ei ole kogu aeg kasutuses ning seega ei pea see olema iga ühe kodus, vaid saab olla ühiskasutuses ruum, mis nõnda on kokkuvõttes väiksema kogupindalaga.

Väiksem elamispiind tähendab ka, et vähem jääb ruumi asjade ladustamiseks - *tarbimiseks*. Ühisruum pakub mõningast lisaruumi panipaikadeks, kuhu saab paigutada tarbeesemeid, mida võib jagada ka naabritega. Ehk ei pea olema kõigil oma reha või mahlapressi?

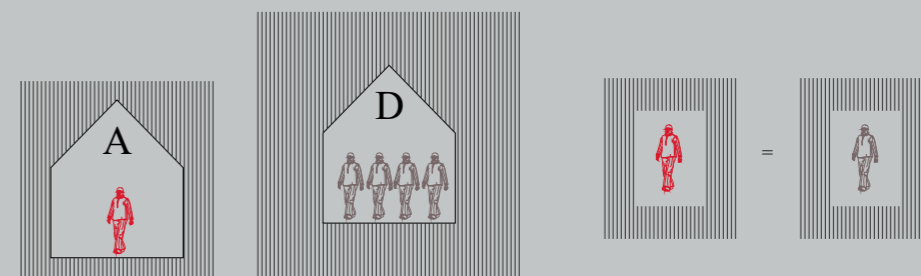
Ühisruum pakub ka võimalusi *mitte-kommertslikuks* vaba aja tegevuseks: sportimisvõimalused, väliköök, saun.

Ruumide hierarhia: Louis Kahn on pakkunud välja, et ruumide vahel hoones võiks valitseda hierarhia. Nii saab mõni ruum olla mugavam kui teine, mis loob erinevaid omadusi nii hoone kui ka selle kasutaja jaoks.⁷⁷

Soojustamise puhul tekib alati soojuskadu, seega võiks teisel pool soojustuskihti olla veel mõni ruum - näiteks sahvver, veranda, ühisruum - mille temperatuuri aitab tõsta just siseruumi soojuskadu. Nii tekib temperatuuride gradient. Ka vanad rehielamud on ehitatud sarnase põhimõttega. Rehetuba, kus toimus peamine tegevus, asus hoone keskel ning oli ümbritsetud erinevate ruumidega, mis toimisid ka kui soojustuskihina. (Illustratsioon ...) Selline ruumide paigutamine avaldab mõju ka hoone fassaadile. Fassaadilt on näha kuivav pesu, sahvris olevad purgid, joogat harrastavad inimesed.

Veel üks võimalus hoone sisetemperatuuri varieerida oleks kasutada ära asjaolu, et soe õhk liigub alati üles ja jahe õhk alla: nii et kui hoones asuvad ruumid eri kõrgustel, siis saavad madalamal asuda külmemad ja kõrgemal soojemad ruumid.⁷⁸ Nii võiks näiteks magamistoad asuda allpool, sest külm õhk on hea unele.

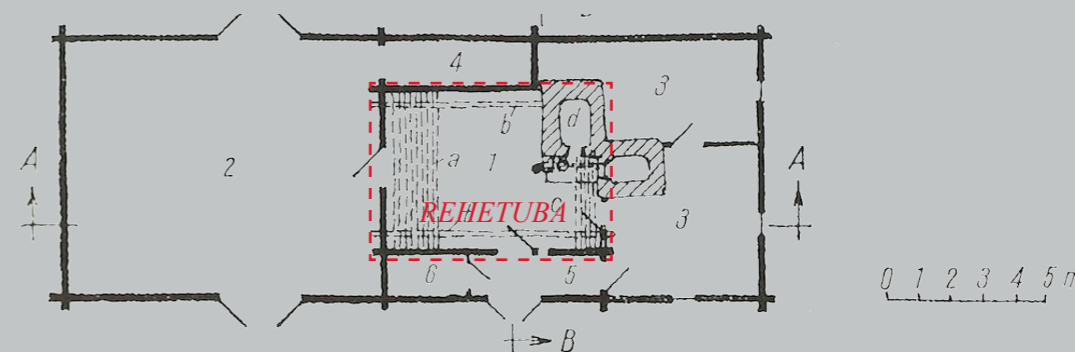
Kokkuvõttes leian, et nii väiksem ruutmeetrite arv inimese kohta kui ka ruumide hierarhiline paigutamine avatud planeeringu asemel võib pakkuda palju justkui peidetud omadusi, mis tõstavad tihedalt asustatud elamismudeli väärtust. See pakub inimestevahelist kokkupuudet, ruumide vaheldust ja aitab isegi majanduslikult säästlikumalt toime tulla.



Süsinikujalajälj erinevate energiaklassidega hoonetes võib olla võrdne.

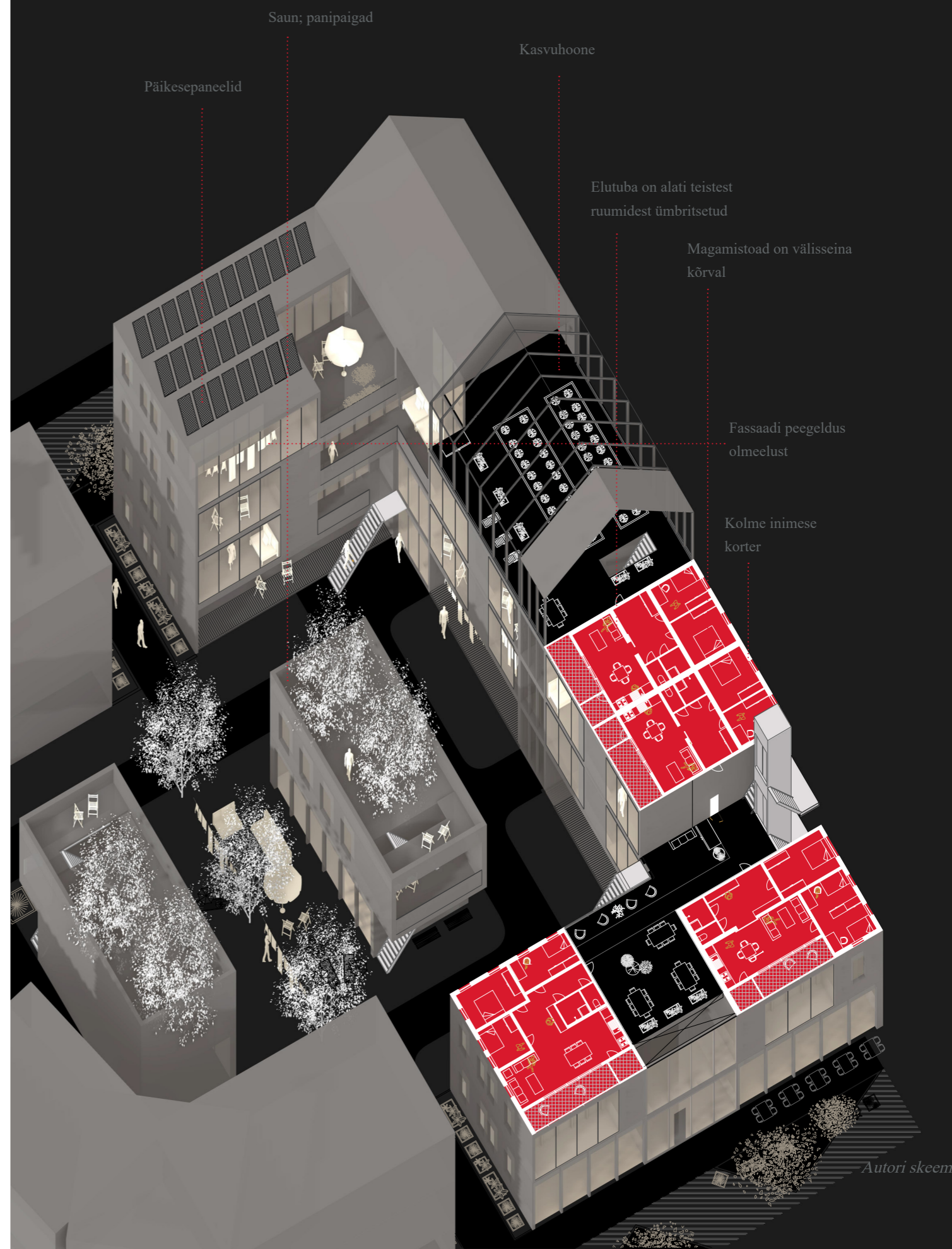


Piisavalt suur, et ära mahutada kõik vajalik ja natuke rohkem.



Ruumide terminine tsoonimine rehielamu näitel

Ühisruum
Privaatne



3.3 Lokaalne eluviis

Energiatõhus elu tähendab võimalikult lokaalset eluviisi - et inimene saaks pea kõik oma toimetused enda naabruskonna piires tehtud ja ei peaks kodust kaugele liikuma. Seal peab olema töökohti, haridusasutusi, poode, söögikohti, piisavalt rohelist ning vaba aja veetmiseks mõeldud kohti.

Avalikud ja privaatsed tänavad: Tänavastruktuur peab olema läbi mõeldud, et jätkuks piisavalt ruumi nii avalike funktsioonidega tänavatele kui ka privaatsematele. Tänavad, läbikäigud, väljakud ja avalikud ruumid, mis mõeldud inimestele, tehtud inimskaalale, moodustavad huvitava keskkonna, ei väsita inimest ära ning soodustavad liikuma jala. Leian, et ühel tänaval võiksid olla mitmed erinevad asutused hoidmaks tänavaid polüfunktsionaalsetena. See tagab, et kõik tänavad on pidevalt kasutuses, olenemata kellaajast.

Mitmekesine tänavafont: Huvitav on tänav, kui seal midagi toimub. Hiigelsuur kaubanduskeskus kui hoonetüüp on mõeldud inimesele, kes kasutab igapäevaselt autot. See hoone soodustab paljude kaupade korruga ostmist, mis omakorda tähendab selle koju vedamist ning üldiselt on seda mugavam teha autoga kui jala. Hoone ümber laiutab parkla funktsiooni kandev asfaltplats, mis ei kaitse tuule eest, täitub lompidega ning tundub jalakäijale kaks korda suurem selle tegelikust pindalast. Selline keskkond ei soodusta jala liikumist ning on mõneti isegi vaimselt kurnav.

Planeeringus olen vältinud suure ehitise aluse pinnaga avalikke hooned, mis tekitaksid tänavafondile pika ühtlase või tumma fassaadi. Suurt pinda vajavad avalikud funktsioonid olen paigutanud kõrghoonetesse ning võimaluse korral olen jaganud need väiksemateks ühikuteks - näiteks kaubanduskeskused asendan väikeste poodidega, mis avanevad tänavale.

Hoonete esimesed korrused on kasutusel erinevaks otstarbeks - seal on nii poed, väiksemad kontorid ja ärid, kohvikud, baarid, ilusalongid, töökojad.

Autovaba tänav: Planeerimisstrateegia kohaselt on tegemist autovaba naabruskonnaga. Siiski on tänavad piisavalt laiad, et võimaldada seal vajadusel (kauba laadimine, kiirabi, politsei, prügiveedu jm.) autoga liikumist. Autovaba tänav võimaldab esimese korruse

“valgumist” tänavale, mis omakorda tähendab tänava karakteri muutumist aastaegade vaheldumisel.

Lineaarse suunatud liikumise asemel soodustab selline tänav liikumist igas suunas.

Naabruskonda läbib küllaltki tihe jalgrattateede võrgustik ning jalgrattaparklad on tänavapildis tavalised.

Väline mikrokliima: Väli ruumi mugavusele avaldavad suurt mõju tuul, päike ja vihm, mis otseselt mõjutavad inimese tahet seal aega veeta. Leian, et hooned ümbritsev ruum peab pakkuma rohkelt võimalusi varjumiseks.

Tuulega seotud probleemide lahendamiseks maapinna -jalakäija- tasandil on mitmeid meetodeid: varikatused ja muud väljaulatuvad hooned, ning kõrghaljastus ja põõsad vähendavad tuulekiirust tõstes sellega tänava ja avaliku ruumi kvaliteeti. Hoonete orientatsioon peab olema selline, et kasutada ära tuule positiivseid võimalusi. Hooned tuleb paigutada nii, et vähendada võimalikke tuulekoridoride teket.⁷⁹ Sarnased lahendused toimivad ka liigse päikese varjestamiseks. Meie kliimas aga peab väli ruum pakkuma ka rohkelt tuulevaikseid, kuid samal ajal päikesele avatud kohti.

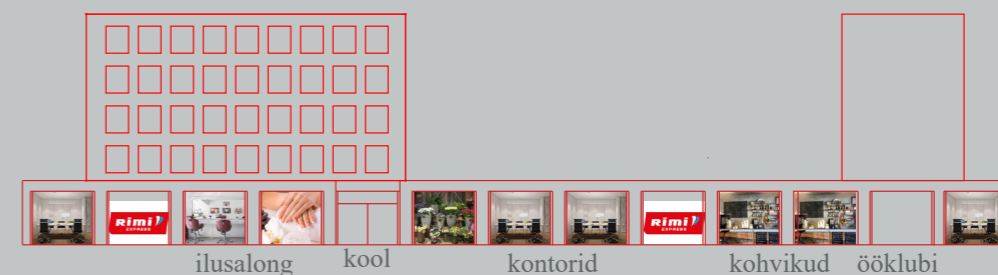
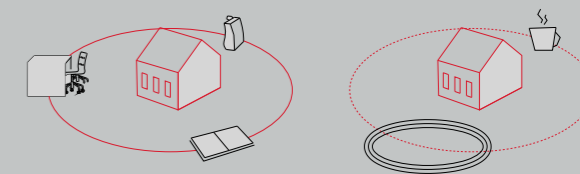
Vähese isikliku privaatruumiga elamismudel peab pakkuma võimalusi varjumiseks avalikus ruumis.

Olemasolevasse keskkonda kohandamine: Olemasolevasse keskkonda ehitamine tähendab kohati selle ümbermõtestamist. Planeeringu alal on palju garaaže, mis on kaotanud oma senise mõtte - enamasti ei mahu tänapäeva autod sinna enam ära. Kuna tegemist on ka autovaba keskkonnaga, olen garaažid kasutusele võtnud avaliku funktsiooni tarbeks. Garaažiboksid on hea suurusega mahutamaks sinna väiksemaid kontoreid, poode või kohvikuid. Samuti on need avatud otse tänavale, mis läheb kokku üldise planeeringu kontseptsiooniga.

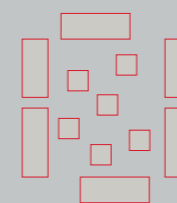
Planeeringu alal on ka suur staadionikompleks mõjudes justkui maamärgina, mis ei suhestu ümbritsevaga. Selle muutmiseks olen käsitlenud seda kui kvartalit ning ümbritsenud selle uue hoonestusega.

⁷⁹ Energiatõhususe juhendmaterjal ja metoodika peaprojektiteerijatele ja arhitektidele

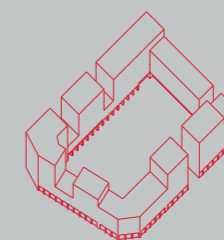
Vähendamaks liikumisest tulenevat transpordi hulka peab naabruskond pakkuma võimalusi nii igapäeva toimetusteks kui ka vaba aja veetmiseks.



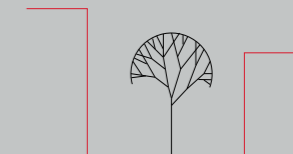
Mitmekesine tänavafont



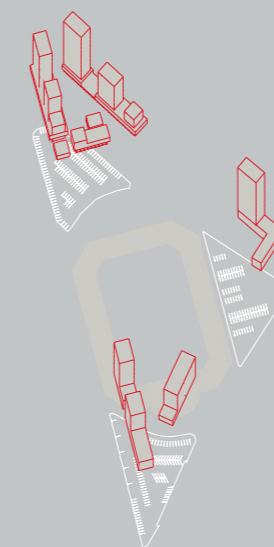
Sopilised sisehoovid



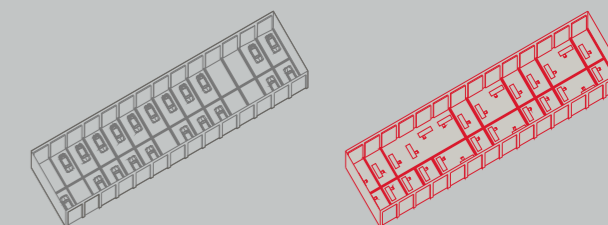
“Auklik” hoonestus, et lasta valgust ka tänavale.



Kõrghaljastusega tänavad



Staadioni ümber parklate asemel hoonestuse rajamine.

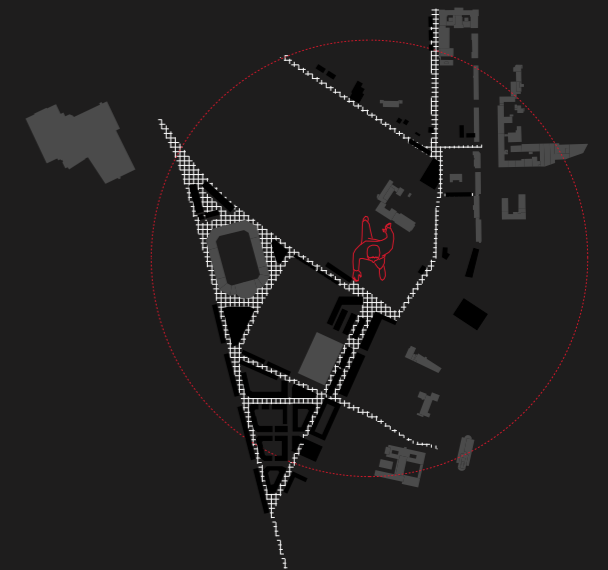


Garaažide ümber ehitamine väikesteks poodideks või kontoriteks.

Lokaalne eluviis - kõik on kättesaadav
distsantsilt, mis on jala käidav.

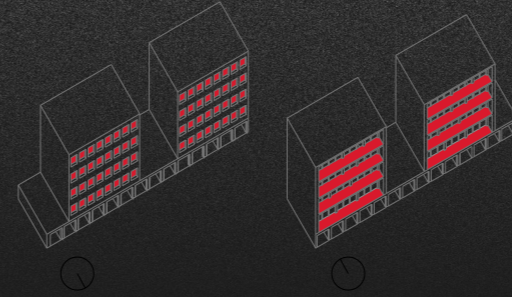
Naabruskonda läbib rattateede võrgustik,
mis ühendab erinevaid piirkondi linnas.

Olles mõjutatud A. Le Coq Arenast, tekib sinna
juurde suurem avalik ala, mis muudab
esinduslikumaks ka naabruskonna ühe "s
issepääsu" - Lilleküla rongipeatuse poolse ala.

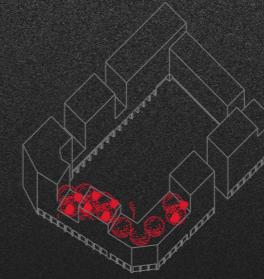


Uus hoonestus

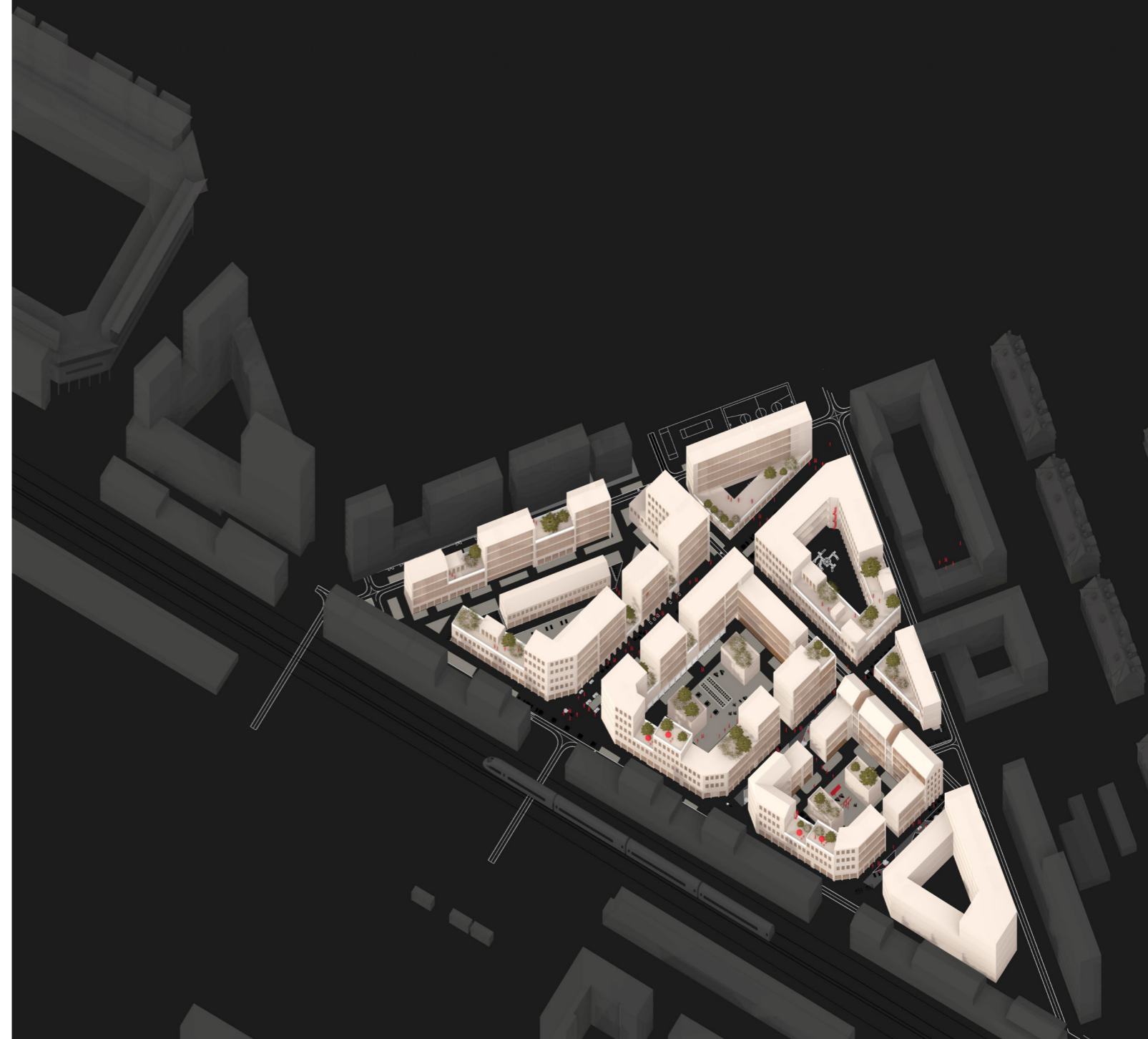
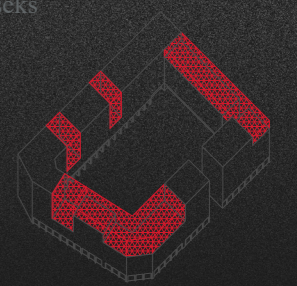
Fassaad on erinev vastavalt orientatsioonile.



Katused on kasutusel terrassidena

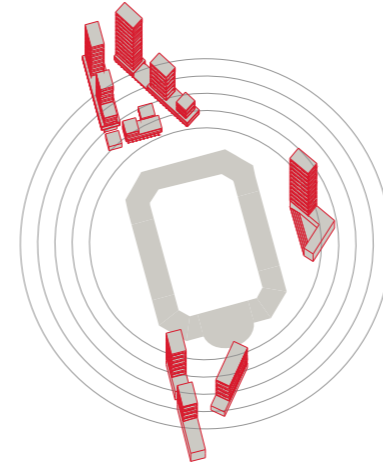


Perimeetraalne hoonestus on erinevate kõrgustega, et valgus ka tänavatele pääseks

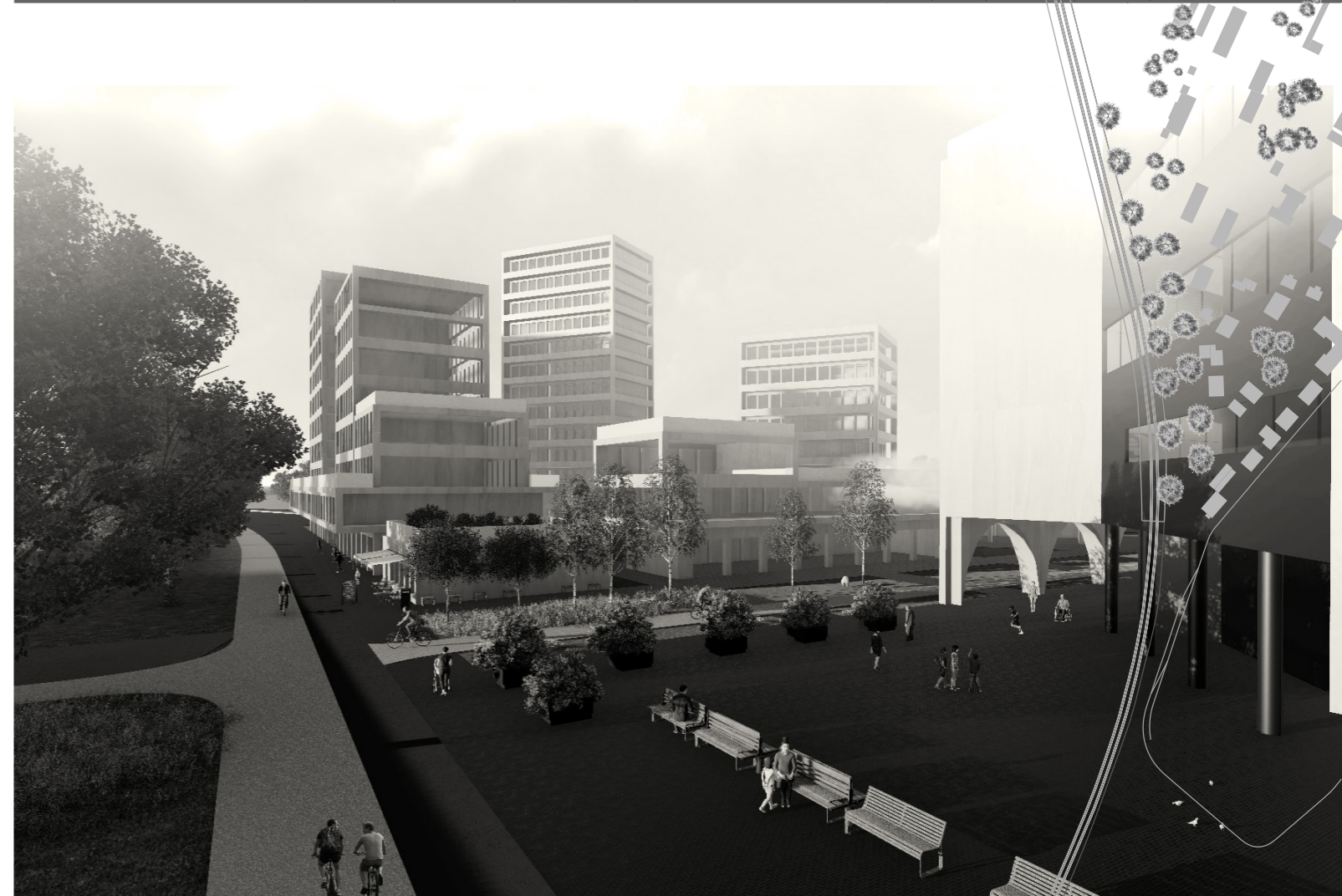
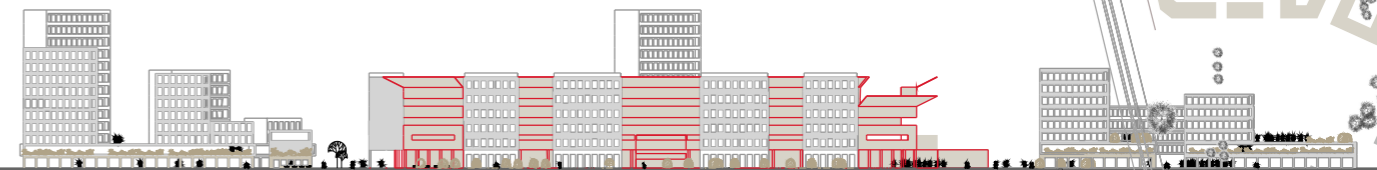
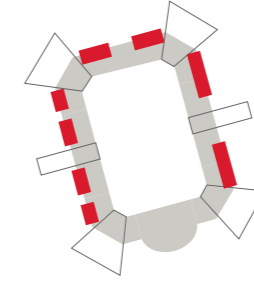


Olemasolevasse keskkonda kohandamine

Staadioni ümber loon hoonestuse, mis suhestub staadioniga.



Selle fassaadi külge lisan hooned, et lõhkuda pikka tumma pinda tänavapildis.



Õnne (argielu) manifest

Elina: aga kes ta isa siis on, et ta endale seal sellist villat saab lubada?

Markus: ma täpselt ei teagi, mingi miljokas noh. iga aasta veedavad seal kuu aega

Elina: tahaks ka miljokas olla

Markus: -

Elina: ma mõtlesin, et tegelt vist ikka ei tahaks miljokas olla

Markus: ma küll ära ei ütleks

Elina: aga ma mõtlen, et kui mul nii palju raha on, et ma midagi tegema ei pea, siis vist tekib küll suur masendus

Markus: ma ei tea, teedki siis ainult neid asju, mis meeldivad

Kui on palju raha, siis saad tegeleda asjadega, mis päriselt ka meeldivad. Muidu peab kogu aeg käima tööl selleks, et õhtul Selverist süüa saaks osta ja üüriraha üle kanda.

Aastas on 12 kuud, enamik inimesi käib 11 kuud tööl ja 1 kuu on neil puhkust. Selle jaotavad nad aasta peale ära. Sageli on nii, et kolm nädalat ollakse suvel suvilas ja siis talvel minnakse nädalaks näiteks Tenerifele puhkama. Oleneb, kuhu hea hinnaga lennupiletid leitakse.

Nad lähevad lennukiga, sest muidu nad ei jõuaks kohapeal üldse olla. Mööda maad minnes läheks ikka jube kaua aega. Aega neil ei ole, juba nädala pärast peavad nad tagasi tööl olema. Aga tundub, et nad on õnnelikud, üks kord ometi saab sellest tööl rabelemisest puhata. Saab rannas olla ja hotelli uhket hommikusööki süüa. Seal unustatakse ära, et värsketes saiakestes on gluteen ja sametises cappucinos laktoos - puhkus ju.. ja tasuta antakse ka veel (all inclusive). Ja üldsegi, nad on ju 11 kuud BodyAttackis käinud ja smuutisid joonud, võib ju see nädalake veidi patustada.

Aga ma mõtlen, et kui neil oleks hästi palju raha, nii et ei peaks tööl käima ja oleks lõputult aega, kas nad siis läheksid mööda maad? Nii näeksid nad kõiki riike ja kultuure, mis teele jäävad. Ja siis võiksid nad Poolas süüa pelmeene ja Prantsusmaal croissante ja ei peaks käima BodyAttackis, sest nad ju kõnnivad iga päev.

Või läheksid nad ikkagi lennukiga ja ostaksid ilusad spordiriided, et käia veel rohkem kallis tennis ja telliksid proteiinipulbrit, et makrod ikka täis saaks?

Elina: ma arvan, et see on inimesele üks suur väljakutse saamaks aru, mis talle päriselt meeldib teha. Väljakutse, millega väga vähesed saavad hakkama. Väljakutse, mille puhul tuleb mugavus ja oma väärtushinnangud lahti mõtestada.

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks on pakkuda välja strateegia keskkonna- kui ka inimsõbralikuks linnaplaneerimiseks naabruskonna skaalal.

Töö sai alguse ruumilisi otsuseid mõjutavate seaduste ja regulatsioonide analüüsist ning võtab detailsema vaatluse alla need, mille eesmärk on vähendada inimtegevusest tulenevat koormust keskkonnale. Riigis tervikuna on toimunud muutused rahvusvaheliste kohustuste tõttu - kliima ja keskkonnavalaste lepete sõlmimise tõttu, kuid kõige enam on seda tunda iga üksiku krundi skaalas. Regulatsioonid, mille eesmärk on vähendada süsinikuheidet, on kehtestatud hoonetele ning ei käsitle seega tervikut. Hoone energia tarbimisest tulenev saaste on vaid üks osa kogu heitmest. Kuid kliimaleppe olemasolu peaks olema justkui ülimuslik ning kohustama asjakohaste muutuste tegemist ka planeeringutesse ja detailplaneeringutesse, mis oma olemuselt käsitlevad loodud keskkonda kui tervikut süsteemi.

Planeerimisseaduse kohandamine keskkonnasõbralikuks tähendab aga olulist muutust inimese argipäevas ning seni tuntud väärtuste ümbermõtestamist. Paljudele inimestele on saanud uueks ja ihaldusväärseks elamismudeliks eramaja niinimetatud põllu peal, milles elava pere vanemad sõltuvad laste huviringidest ning kus laps ei saa kunagi iseseisvalt oma sõpradega kokku saada. Silme ees sätendavad oma maja, oma aed, oma auto, oma tuba, oma batuut ja veel palju muud ning unustatakse ära, mis kõige selle heaks peab ohverdama - oma aja, oma sõltumatuse. Tekib küsimus, kas mugavus, mis kaasneb oma asjadega on ikka tõepoolest mugavus?

Ebamugavus on mugavuse vastand, ning magistritöö raames välja pakutud planeering toob välja selle väärtused, mis omakorda on kooskõlas suuremate eesmärkidega.

Hetkel eksisteeriva krundi ja riikliku maailma konflikti võimalikuks lahenduseks pakun välja planeerimisstrateegia, mis astub välja krundipõhisest süsteemist ning vaatleb naabruskonda kui skaalat, mis on piisavalt suur väljumaks indiviidikesksest mõtlemisest ja piisavalt väike, et hoomata selles toimuvaid protsesse.

Võimaliku lahendusena kliimanetraalse Tallinna eesmärgiga kooskõlas oleva mitmekesise ja huvitava ruumi loomiseks pakun välja planeerimisstrateegia, mille kohaselt tsoneeritakse naabruskond

süsinikujalajälje suuruse järgi. Tulemusena on igal seadusel ja eesmärgil sama ühik ja skaala. Hoone kohta käivate kilovatt-tundide ning parkimiskohtade arvu asemel arvestan elaniku ning tema süsinikujalajäljega (CO₂e tonni aastas). Krundi asemel lahendan ligikaudu kuuesaja meetri raadiusega naabruskonda. Suurus, kus kõik on inimesele piisavalt lähedal, et oma toimetused jalgsi teha. Lahenduseks on planeering, mis oma skaalalt on suurem kui detailplaneering, kuid palju väiksem üldplaneeringust. Selle detailsusaste on aga kohati võrreldav ehitusprojektiga. Selline lähenemine võtab vaatluse alla terviku.

Suurt rolli mängib planeeringu puhul asukoht. Mitmete oluliste piirkondade vahele jääv Kitseküla rongipeatuse ümbrus. Planeeringu keskpunktiks on ühistranspordisõlm - trammitee ja mitmes suunas mineva raudtee lõimumiskoht. Ainulaadne koht Tallinnas, kus rongiliiklusest saab justkui linna sisetranspordi osa ühendades omavahel erinevaid olulisi piirkondi. Hea ühenduvus ühistranspordiga on olulise tähtsusega vähendamaks inimese liikumisest tulenevat süsinikuheidet.

Lisaks on valitud asukohas mitu miljööväärtuslikuks alaks nimetatud piirkonda. Nendele põhinedes mängin läbi planeerimisstrateegia. Säilitan miljööalade olemuse ja struktuuri kompensatsiooniruumiga. Kompensatsiooniruum on miljööalade vahele jääv ala, mille süsinikujalajalg on kordi väiksem miljööalade omast, tasakaalustades nõnda kogu naabruskonna jalajälge. Strateegiat võib võrrelda süsiniku kvoodivahetussüsteemiga. Küll aga toimub vahetus naabruskonna, mitte riigi skaalal. Sellel skaalal ei kaota süsteem oma väärtust ning eesmärki.

Töö on jaotatud kolmeks põhiosaks: analüüs, arvutuslik mudel ja arhitektuurne lahendus.

Esimeses osas analüüsin põhjalikult käsitletavat probleemi ning toon välja vaatenurgad mitmel eritasandil. Kerkib esile, kes ja mis eesmärkidel ruumilisi otsuseid teeb ning selle alusel seadakse kahtluse alla otsuseid reguleerivad seadused.

Teises osas jõuan täpsemate parameetriteni, mis avaldavad mõju süsinikujalajälje arvutamisele. Kirjeldan igat parameetrit pikemalt lahti ning peatüki lõpuks jõuan planeerimisstrateegiani ja sellega kaasneva arvutusliku mudelini. Arvutuslik mudel on alus planeeringule, mille kaudu leian selle lähteandmed. Selles peatükis tuleb ka välja, mida ma

täpselt jalajälje leidmise puhul arvutusse kaasan ning mida lahendan ruumiliste otsustega.

Kolmas osa annab ülevaate arvutusliku mudeli ning arhitektuurse lähenemise omavahelistest seostest. Toon välja, kui suur roll ning vastutus on arvutuste ja numbrite kõrval arhitektil. Kolmanda osa lõpus annan ülevaate detailsemalt lahendatud planeeringu fragmentidest, mis toovad esile töö käigus välja kujunenud ruumilised printsiibid.

Töö seab olulisele kohale tasakaalu leidmise kõige aspektide vahel. Iga parameeter - iga ruumiline otsus - mõjutab lõplikku tulemust. Iga hoone ei pea vastama liginullenergia nõuetele, kui vähendame heidet valides keskkonnasõbralikuma transpordi. Igat vanat hoonet ei pea õhutihedaks renoveerima, kui kasutame uute hoonete ehitamisel lokaalseid ja väiksema ökoloogilise jalajäljega materjale. Samas ei pea iga uus hoone olema ehitatud puidust, kui vahetame põlevkivienergia taastuvenergia vastu.

Selle tulemusena tekib mitmekesine ja erinäoline, inimsõbralik ruum, mis pakub üllatusmomente.



ABSTRACT

The aim of this project is to offer a strategy for environmentally friendly urban development while also keeping in mind what is friendly for people. The scale of the planning is the neighbourhood.

The project started by analyzing the laws and regulations that affect the spatial decisions and takes a more detailed look at those, where the aim is to reduce the impact of human activities on the environment. The country as a whole has changed due to international obligations - due to the conclusion of climate and environmental agreements, but this is most noticeable on the scale of each individual plot. Regulations aimed at reducing carbon emissions are imposed only upon buildings and therefore do not cover the whole discussion. The pollution caused by the energy consumption of a building is only a shred of the total emissions. However, the existence of a climate agreement should be supreme and also oblige appropriate changes to be made in plannings and zone plans that essentially consider the created environment as a whole system.

Adapting the planning law to the environment means a significant change in a person's everyday life and a rethinking of the values known so far. For many people a private house on a so-called field has become a new and desirable model of living, although there the parents often depend on the children's extracurricular activities and the children can hardly meet their friends on their own. The personal garden, car, room, trampoline, and much more sparkle before their eyes, and they forget what they have to sacrifice for all that - their time and their independence. It raises a question, whether the comfort that comes with your belongings actually is a comfort, or not?

The opposite for convenience is the inconvenience, and the plan introduced in the master's thesis highlights its values, and which in turn conform with higher goals.

As a possible solution for creating a diverse and interesting space in line with the goal of climate-neutral Tallinn, I propose a planning strategy according to which the neighborhood is zoned according to the size of the carbon footprint. As a result, every law and purpose has the same unit and scale. Instead of kilowatt-hours per building and the number of parking spaces, I take into consideration the resident and his carbon footprint (tonnes of CO₂e per year). Instead of a plot, I settle a neighborhood with a radius of about six hundred meters. This an area with a size where

everything is close enough to a person to carry out its daily activities on foot. The solution is a plan that is larger in scale than the zone plan, but much smaller than the comprehensive plan. However, its level of detail is sometimes comparable to a construction project. This approach discusses the integral whole.

The location plays an important role in planning. In this case it is the surrounding area of the Kitseküla train stop, positioned between several other important areas. The center of the planning is the public transport hub - the integration point of a tramway and a multi-directional railway. A unique place in Tallinn, where the train traffic becomes a part of the city's internal transport, connecting various important regions. Good connectivity to public transport is essential to reduce the carbon emissions produced by the means of human transport. In addition, there are several areas of environmental value in the selected location. My planning strategy is based on these conditions. I preserve the nature and structure of the environmental areas with a compensation space. The compensation space is the area between the environmental zones, and its carbon footprint is many times smaller than the one of the environmental zones, thus balancing the footprint of the whole neighborhood. The strategy can be compared to a carbon quota exchange system. However, the exchange takes place on the scale of the neighborhood, not the country. On this scale, the system does not lose its value and purpose.

The work is divided into three main parts: analysis, computational model and architectural solution.

In the first part, I analyze the problem in depth and highlight the perspectives at several different levels. It emerges who makes the spatial decisions and for what purposes, and on this basis I call in question the laws that govern these decisions.

In the second part, I come to the more precise parameters that have an impact on the calculation of the carbon footprint. I describe each parameter in more detail and at the end of the chapter I come to the planning strategy and the accompanying computational model. The computational model is the basis of the planning through which I find its initial data. This chapter also reveals what exactly I include in the calculation when finding the footprint, and what I solve with spatial decisions.

The third part provides an overview of the relations

between the computational model and the architectural approach. In addition to the calculations and numbers, I would like to point out the importance and the responsibility of the architect in this process. At the end of the third part, I give an overview of the fragments of the planning that have been solved in more detail, which highlight the spatial principles developed in the course of the work.

This work places an important emphasis on finding a balance between all aspects. Every parameter - every spatial decision - affects the final result. Not every building has to meet the close to zero energy requirements if we reduce emissions by choosing more environmentally friendly transport. And not every old building needs to be renovated airtight if we use local material and materials with a smaller ecological footprint in the construction of new buildings. At the same time, not every new building has to be built of wood if we replace oil shale energy with renewable energy.

The result is a diverse and distinctive, human-friendly space that offers moments of surprise.

Mõtteid tehtud tööst

See töö ei alanud mõttest päästa loodust või võitlusest liigse tarbimise ja reisimise vastu. See sai alguse hoopis soovist tõestada, et ruumiline “viga” võib olla hea. Vea all pidasin silmas ootamatuid ruumilisi olukordi. Olukordi, mis on tekkinud juhuslikult ja mida ei ole planeeritud. Põnevust pakkusid segased ja kaootilised kohad nagu slummid ja getod, kus valitseb mingi muu seadus, mitte planeerimisseadus.

Huvi pakkusid ka krundipiirid - nähtamatud jooned, mis ühest küljest on nii mitte-olulised, kuid samal ajal mõjutavad ruumi niivõrd palju.

Sealt edasi sukeldusin ruumilisi otsuseid reguleerivatesse seadustesse, lootuses leida vastuseid järgmistele küsimustele:

- mis kaalutlustel ruumi luuakse?
- kes teeb otsuseid?
- kuhu maani annab reegleid nihetada?

Ma ei saanud täpseid vastuseid ning üldiselt pean tunnistama, et küllaltki raske oli seadusi dešifreerida. Erinevaid osapooli ja nende huvisi, mis otseselt ruumi üle kanduvad, on väga palju ning seadused justkui aitavad neid huve mingites raamides hoida. Seadustega saab öelda, millisel maalapil tohib ehitada, kus tohib äri ajada, kus elada, kus lõket teha, kus autoga sõita, kus rattaga sõita. Aga seadustega ei saa öelda, milline on huvitav ruum. Ja tihti tundubki, et muud huvid - näiteks arendaja soov võimalikult palju tulu teenida - kaaluvad üle ruumi põnevuse. Arendaja siis teebki selle seaduse piiridesse lubatud “miinimumi”.

Keskkonna teemani jõudsin, kui uurisin, mis kaasneb ühe krundiga - mida reguleerib krundi piir. Energiatõhusust.

Huvitava ja “vigase” ruumi tekkimiseks on vaja mõningast vabadust ning reeglite paindlikkust.

KASUTATUD ALLIKAD

Raamatud / väljaanded

“Insulating Modernism. Isolated and non-isolated thermodynamics in architecture.” Kiel Moe

“Architecture and energy performance, performance and style” William W. Braham ja Daniel Willis

“Design for Human Ecosystems. Landscape, land use and natural resources” John Tillman Lyle

Ehituskunst nr. 59

Log 47: Overcoming Carbon Form

“How bad are bananas?” Mike Berners Lee

Uurimustööd

Urban metabolism: a review in the UK context . September 2015

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/470766/gs-15-30-future-cities-urban-metabolism.pdf

Roberta Pistoni ja Sophie Bonin: Urban metabolism planning and designing approaches between quantitative analysis and urban landscape

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1186%2Fs40410-017-0076-y.pdf>

Chicago climate action plan

<https://www.chicago.gov/content/dam/city/progs/env/CCAP/CCAP.pdf>

Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga

https://www.mkm.ee/sites/default/files/puitkorterelamute_uuring.pdf

Eesti eluasemefondi telliskorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga

https://www.mkm.ee/sites/default/files/telliskorterelamute_uuring.pdf

Energiatõhususe juhendmaterjal ja meetodika peaprojekterijatele ja arhitektidele

<https://www.rkas.ee/sites/default/files/public-uploaded-files/juhendid/Juhendmaterjal%202017%2010.pdf>

Veiko Vahtrik magistritöö “Taskukohane eluase”

Seadused

Hoone energiatõhususe arvutamise meetodika

Hoone energiatõhususe miinimumnõuded

Ehitusseadustik

Planeerimis- ja ehitusseadus

Standard parkimine

Hoone energiatõhususarvude piirväärtused

Intervjuud ja vestlused

Marek Strandberg. Suuline vestlus autoriga ja kirjavahetus autoriga. Märkmed autori valduses.

Maila Kuusik. Suuline vestlus autoriga. Märkmed autori valduses.

Toomas Paaver. Suuline vestlus autoriga. Märkmed autori valduses.

Artiklid

Mihkel Kunnus: Häirivalt veenev raamat lootusest, kui lootust ei ole . Postimees

<https://kultuur.postimees.ee/4289065/hairivalt-veenev-raamat-lootusest-kui-lootust-ei-ole>

Marek Strandberg: Lühiloengud bensiinitünnidel . Sirp

<https://sirp.ee/s1-artiklid/arhitektuur/luhiloengud-bensiinitunnidel/>

Tõnis Arjus: Hambaid ise ei puuriks, linna planeeriks küll

<https://www.err.ee/962117/tonis-arjus-hambaid-ise-ei-puuriks-linna-planeeriks-kull>

Tiit Kändler: Kuidas ehitada passiivsuitsutare? . Eesti Loodus, aprill 2019

http://www.eestiloodus.ee/arhiiv/Eesti_Loodus04_2019.pdf

Keskkonnaministeerium, Kyoto protokoll

<https://www.envir.ee/et/kyoto-protokoll>

Taas avastatakse traditsioonilisi soojustusmaterjale

<https://www.aripaev.ee/uudised/2006/05/31/taas-avastatakse-traditsioonilisi-soojustusmaterjale>

Martti-Jaan Miljar: Looduslähedased materjalid ökoehituses . Eesti Loodus, aprill 2019

https://www.eestiloodus.ee/arhiiv/Eesti_Loodus04_2019.pdf

Merit Männi: Põllulapp täitus päikesepaneelidega

<https://jarvateataja.postimees.ee/6460832/pollulapp-taitus-paikesepaneelidega>

Improving Thermal Performance in Traditional Buildings

<http://cotac.global/resources/roof.pdf>

Inimtegevuse mõju keskkonnale

https://e-ope.khk.ee/oo/2011/jaatmete_kaitlemine_ettevottes/inimtegevuse_mju_keskkonnale.html

What are the benefits of natural insulation?

<https://www.energiguide.be/en/questions-answers/what-are-the-benefits-of-natural-insulation-materials/2142/>

Ylle Tampere: sul on hiiglaslik süsinikujalajalg, tee midagi!

<https://epl.delfi.ee/forte/sul-on-hiiglaslik-susinikujalajalg-tee-midagi?id=87536937>

Eesti kõige jätkusuutlikumaks hooneks tunnistati Ülemiste keskus . Ehitusuudised

<https://www.ehitusuudised.ee/uudised/2018/05/15/eesti-koige-jatkusuutlikumaks-hooneks-tunnistati-ulemiste-kaubakeskus>

Loengud/ vestlusõhtud/ dokumentaalfilmid

“Liginull” vestlusõhtu Tallinnas

<http://www.liginull.info/vestlusringid/>

Thomas Auer. Lõpetamata linn

<https://vimeo.com/232552739>

Valdur Mikita: lapsed ei oska enam igavust tunda

<https://kultuur.err.ee/920555/valdur-mikita-lapsed-ei-oska-enam-igavust-tunda>

Öölikool. Kaupi Vipp : Inimõnn ja termodünaamika

<https://vikerraadio.err.ee/802334/ooulikool-kaupo-vipp-inimonn-ja-termodunaamika>

Embodied Carbon Part 1: The Blind Spot of the Building Industry

<https://vimeo.com/392537612>

Climate Change - The Facts

<https://jupiter.err.ee/1086809/kliimamuutus-faktid>

Internetileheküljed

Katie Zemtseff: Expert says U.S. green buildings often are Hummers, not Priuses

<https://www.djc.com/news/en/12017412.html>

Zero Bills Home

<https://www.zerobillshome.com/about>

Uus-Maailm ajalugu

<http://www.uusmaailm.ee/ajalugu/>

Plussen hoone komponendid

<https://www.plussen.com/ee-tehnoloogia>

Tagasilöögiefekt (energiasääst) . Wikipedia

[https://et.wikipedia.org/wiki/Tagasil%C3%B6%C3%B6giefekt_\(energias%C3%A4%C3%A4st\)](https://et.wikipedia.org/wiki/Tagasil%C3%B6%C3%B6giefekt_(energias%C3%A4%C3%A4st))

Mida tähendab kliimanetraalsus?

<https://www.kliimamuutused.ee/uudised/mida-tahendab-kliimanetraalsus>

Olelusringi hindamine

https://et.wikipedia.org/wiki/Olelusringi_hindamine

Materials Palette

<https://materialspalette.org/>

Ehitisregister

<https://www.ehr.ee/app/esileht?0>

Internetikalkulaatorid

One Click LCA - *Life cycle analysis* veebikalkulaator

www.oneclicklca.com

Carbon Footprint Calculator

<https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>

Ubakus U-väärtuse veebikalkulaator

<https://www.ubakus.de/der-abakus-fuer-den-u-wert/>

https://www.mkm.ee/sites/default/files/puitkorterelamute_uuring.pdf

Kolmekorruselise keldriga ühe trepikojaga “Tallinna maja” tüüpi elamu arvutuslik energia tarbimine mõõtmisjärgses olukorras

Elamu olemasolevas olukorras ja standardkasutusel energiakasutuse profiil vt. Tabel 11.6.

Tabel 11.6 Kolmekorruselise keldriga ühe trepikojaga „Tallinna maja” tüüpi elamu arvutuslik energia tarbimine mõõtmisjärgses olukorras ning määrusejärgsete standardkasutuse ja vabasoojustega.

Arvutus-variant	ETA	Kokku	Energia erikasutus, kWh/(m ² ·a)					
			Ruumide kütte	Ventilatsiooniõhu soojendamine	Ventilaatorid, pumbad	Elektri-seadmed	Valgustus	Soe vesi
0, MWh	176,9	122,7	kaetakse küttega	4,7	14,1	6,6	28,6	
0, kWh/m ²	279	282	196	kaetakse küttega	8	22,5	11	46

Et selgitada välja üksikute renoveerimismeetmete mõju hoone energiatõhususele ning ruumide kütte- ja ventilatsiooniõhu soojendamise energia erikasutusele, on olemasoleva hoone arvutusmudel (sisekliima klass III) iga uue arvutusvariandi korral muudetud ainult ühte komponenti (ventilatsiooni renoveerimisel on sisekliima klass II). Üksikute renoveerimismeetmete mõju energiatõhususarvule ja soojusenergia erikasutusele vt. Tabel 11.7.

Tabel 11.7 Kolmekorruselise keldriga ühe trepikojaga „Tallinna maja” tüüpi elamu üksikute renoveerimismeetmete mõju energiatõhususarvule ja soojusenergia erikasutusele.

Renoveerimismeede	Renoveerimisjärgne energiatõhususarv ja selle protsentuaalne vähenemine võrreldes algolukorraga (kaugküte)		Ruumide kütte- ja ventilatsiooniõhu soojendamise energia erikasutuse ja selle protsentuaalne vähenemine võrreldes algolukorraga	
	kWh/(m ² ·a)	%	kWh/(m ² ·a)	%
• Algolukord (kaugküte)	279		242	
• Pööningu vahelae lisasoojustamine (+200 mm)	268	4	230	5
• Pööningu vahelae lisasoojustamine (+400 mm) infiltratsioon -5 %	264	5	225	7
• Keldrilae lisasoojustamine (+100 mm)	275	1	240	1
• Akende remont: aken $U_g=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, $U_f=1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	267	4	229	5
• Akende vahetus: aken $U_g=1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, $U_f=1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ infiltratsioon -5 %	261	6	222	8
• Akende vahetus: aken $U_g=1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, $U_f=1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ infiltratsioon -10 %	257	8	218	10
• Ventilatsioonisüsteem (soojustagastus 80 %)	260	7	202	17
• Välisseinte lisasoojustamine (+20mm), infiltratsioon -15 %	265	5	226	6
• Välisseinte lisasoojustamine (50+20 mm), infiltratsioon -15 %	252	10	212	12
• Välisseinte lisasoojustamine (100+20 mm), infiltratsioon -15 %	247	12	206	15
• Välisseinte lisasoojustamine (100+50+20 mm), infiltratsioon -15 %	243	13	202	16
• Algolukord (ahiküte)	410		418	
• Ahiküttelt kaugkütele	279	33		

191



Kahekorruselise keldriga ühe trepikojaga “Tallinna maja” tüüpi elamu arvutuslik energia tarbimine mõõtmisjärgses olukorras

Kahekorruselise keldriga ühe trepikojaga „Tallinna maja” tüüpi elamu algolukorra arvutusvariandis on arvestatud järgmiste konstruktsioonitüüpidega:

- välissein (seestpoolt välja poole) – viimistlus, ehituspapp, palk 150 mm, TEP-plaat 60 mm, krohv;
- pööningu vahelagi (altpoolt üles) – laelaudis, soojustus (saepuru), õhkvahe, laudis, pörandataide (liiv), vahelae paksus 290 mm;
- aken – kahekordse raamiga puidust aken;
- välisuks – puidust uks;
- sokkel (keldri välissein) – paekivist müür paksusega 740 mm;
- keldripörand – betoonpörand pinnasel;
- katusekate – plekk (viimase korruse lae peal olev pööning on eraldi arvutustsoon).

2-korruselise keldriga ühe trepikojaga „Tallinna maja” tüüpi elamu olemasolevas olukorras ja standardkasutusel energiakasutuse profiil vt. Tabel 11.9

Tabel 11.9 Kahekorruselise keldriga ühe trepikojaga „Tallinna maja” tüüpi elamu arvutuslik energia tarbimine mõõtmisjärgses olukorras ning määruse järgsete standardkasutuse ja vabasoojustega.

Arvutus-variant	ETA	Kokku	Energia erikasutus, kWh/(m ² ·a)					
			Ruumide kütte	Ventilatsiooniõhu soojendamine	Ventilaatorid, pumbad	Elektri-seadmed	Valgustus	Soe vesi
0, MWh	79,6	58,3	kaetakse küttega	2,1	6,4	3,3	9,6	
0, kWh/m ²	279	282	206	kaetakse küttega	8	22,5	12	34

Et selgitada välja üksikute renoveerimismeetmete mõju hoone energiatõhususele ning ruumide kütte- ja ventilatsiooniõhu soojendamise energia erikasutusele, on olemasoleva hoone arvutusmudel (sisekliima klass III) iga uue arvutusvariandi korral muudetud ainult ühte komponenti (ventilatsiooni renoveerimisel on sisekliima klass II). Üksikute renoveerimismeetmete mõju energiatõhususarvule ja soojusenergia erikasutusele vt. Tabel 11.10.

Tabel 11.10 Kahekorruselise keldriga ühe trepikojaga „Tallinna maja” tüüpi elamu üksikute renoveerimismeetmete mõju energiatõhususarvule ja soojusenergia erikasutusele.

Renoveerimismeede	Renoveerimisjärgne energiatõhususarv ja selle protsentuaalne vähenemine võrreldes algolukorraga (kaugküte)		Ruumide kütte- ja ventilatsiooniõhu soojendamise energia erikasutuse ja selle protsentuaalne vähenemine võrreldes algolukorraga	
	kWh/(m ² ·a)	%	kWh/(m ² ·a)	%
• Algolukord (kaugküte)	279		240	
• Katuslagi +200 mm	256	8	215	10
• Katuslagi +400 mm infiltratsioon -5 %	250	11	208	13
• Kelder +100 mm	269	4	229	4
• Akende remont: aken $U_g=1,8 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, $U_f=1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	268	4	228	5
• Akende vahetus: aken $U_g=1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, $U_f=1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ infiltratsioon -5 %	263	6	222	7
• Akende vahetus: aken $U_g=1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, $U_f=1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ infiltratsioon -10 %	260	7	219	9

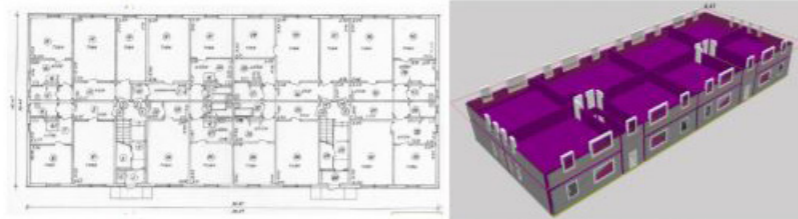
193



Kahekorruseline keldrita kahe trepikojaga “Tööliselamu” tüüpi elamu arvutuslik energia tarbimine mõõtmisjärgses olukorras

11.2.2.3 Kahekorruseline keldrita kahe trepikojaga „Tööliselamu“ tüüpi elamu

Hoone arvutati 11-tsoonilise hoone mudelina nii, et iga korter, trepikoda, kelder ja pööning moodustasid omaette arvutussooni, vt. Joonis 11.10



Joonis 11.10 Kahekorruselise keldrita kahe trepikojaga „Tööliselamu“ tüüpi elamu energiaarvutusmudeli korruseplaan tsoonide jaotusega ja välisvaade.

Energiaarvutustes kasutatud peamised lähteandmed vt. Tabel 11.11.

Tabel 11.11 Kahekorruselise keldrita kahe trepikojaga „Tööliselamu“ tüüpi elamu piirde- tarindite ja ventilatsiooni põhiomadused erinevate arvutusvariantide korral.

		Arvutusvariant
		0: (algolukord VVm.258 standardkasutusel)
Soojusjuhtivus, W/(m ² ·K)	Välissein	0,51
	Sokkel	-
	Pööningu vahelagi	0,66
	Keldri põrand	0,46
	Aken: klaas / raam (raami osakaal 35%)	2,9 / 1,4
	Päikesefaktor g, Välisuks	0,76 / 2,0
Õhulekkearv q ₅₀ , m ³ /(h·m ²)		10,26
Infiltratsiooni õhuhulk, l/(s·m ²)		0,1425
Ventilatsiooni õhuvooluhulk, l/(s·m ²)		0,4 (III klass)
Sooja vee kasutus l/(m ² ·d)		1,86

Algolukorra arvutusvariantis on arvestatud järgmiste konstruktsiooni tüüpidega:

- välissein (seestpoolt välja poole) – viimistlus, ehituspapp, palk 200 mm, laudis;
- pööningu vahelagi (altpoolt üles) – laelaudis, soojustus (saepuru), põrandatäide (liiv), lae paksus 220 mm;
- aken – kahekordse raamiga puidust aken;
- välisuks – puidust uks;
- sokkel (keldri välissein) – paekivist müür paksusega 740 mm;
- põrand – puitlaagidega põrand pinnasel;
- katusekate – plekk (viimase korruse lae peal olev pööning on eraldi arvutussooni).

Elamu olemasoleva ja energiakasutuse profiil standardkasutusel vt. Tabel 11.12.

Tabel 11.12 Kahekorruselise keldrita kahe trepikojaga „Tööliselamu“ tüüpi elamu arvutuslik energia tarbimine mõõtmisjärgses olukorras ning määruse järgsete standardkasutuse ja vabasoojustega.

Arvutus-variant	Energia erikasutus, kWh/(m ² ·a)							
	ETA	Kokku	Ruumide kütte	Ventilatsiooniõhu soojendamine	Ventilaatorid, pumbad	Elektri-seadmed	Valgus-tus	Soe tarbevesi
0, MWh	188	121,9	kaetakse küttega	6,1	18,6	6,3	35,3	
0, kWh/m ²	228	229	148	kaetakse küttega	7	22,5	8	43



Kahekorruselise keldriga ühe trepikojaga “Lenderi maja” tüüpi elamu arvutuslik energia tarbimine mõõtmisjärgses olukorras

juhul on hoone üks otsa sein paekivist tulemüür, mis jääb kahe hoone vahele ja ei ole terves ulatuses avatud väliskeskkonda.

2-korruselise keldriga ühe trepikojaga „Lenderi maja“ tüüpi elamu olemasolevas olukorras ja standardkasutusel energiakasutuse profiilid vt. Tabel 11.15.

Tabel 11.15 Kahekorruselise keldriga ühe trepikojaga „Lenderi maja“ tüüpi elamu arvutuslik energia tarbimine mõõtmisjärgses olukorras ning määruse järgsete standardkasutuse ja vabasoojustega.

Arvutus-variant	Energia erikasutus, kWh/(m ² ·a)							
	ETA	Kokku	Ruumide kütte	Ventilatsiooniõhu soojendamine	Ventilaatorid, pumbad	Elektri-seadmed	Valgus-tus	Soe tarbevesi
0 (puit), MWh	88,8	58,1	kaetakse küttega	1,8	6,6	3,1	19	
0 (puit), kWh/m ²	295	302	197	kaetakse küttega	6	22,5	11	65
0 (tulemüür), MWh	92,5	61,8	kaetakse küttega	1,8	6,6	3,1	19	
0 (tulemüür), kWh/m ²	306	314	210	kaetakse küttega	6	22,5	11	65
0 (T_const), MWh	84,6	53,9	kaetakse küttega	1,8	6,6	3,1	19	
0 (T_const), kWh/m ²	282	287	183	kaetakse küttega	6	22,5	11	65

Selgitamaks välja üksikute renoveerimisemeetmete mõju üleni puit-välisseintega hoone energiatõhususele ning ruumide kütte- ja ventilatsiooniõhu soojendamise energia erikasutusele, on olemasoleva hoone arvutusmudel (sisekliima klass III) iga uue arvutusvariandi korral muudetud ainult ühte komponenti (ventilatsiooni renoveerimisel on sisekliima klass II). Üksikute renoveerimisemeetmete mõju energiatõhususarvule ja soojusenergia erikasutusele vt. Tabel 11.16.

Tabel 11.16. Kahekorruselise keldriga ühe trepikojaga „Lenderi maja“ tüüpi üleni puit-välisseintega elamu üksikute renoveerimisemeetmete mõju energiatõhususarvule ja soojusenergia erikasutusele.

Renoveerimisemeede (kõik välisseinad on puitseinad)	Renoveerimisjärgne energiatõhususarv ja selle protsentuaalne vähenemine võrreldes algolukorraga (kaugküte)		Ruumide kütte- ja ventilatsiooniõhu soojendamise energia erikasutuse ja selle protsentuaalne vähenemine võrreldes algolukorraga	
	kWh/(m ² ·a)	%	kWh/(m ² ·a)	%
• Algolukord (kaugküte)	295		262	
• Ventilatsiooni süsteem (soojustagustus 80 %)	265	10	225	14
• Välisseinte lisasoojustamine (+20 mm) infiltratsioon - 15 %	285	4	250	4
• Välisseinte lisasoojustamine (+70 mm) infiltratsioon -15%	269	9	233	11
• Välisseinte lisasoojustamine (+120 mm) infiltratsioon - 15 %	262	11	225	14
• Välisseinte lisasoojustamine (+170 mm) infiltratsioon - 15 %	257	13	219	16
• Pööningu vahelae lisasoojustamine (+200 mm)	280	5	246	6
• Keldri lae lisasoojustamine (+100 mm)	288	2	255	3



https://www.mkm.ee/sites/default/files/telliskorterelamute_uuring.pdf

Neljakorruselise kahe trepikojaga I-317 ja I-318 tüüpi elamu arvutuslik kaalutud energiakasutus mõõtmisjärgses olukorras

Tabel 11.6. 4-korruselise 2 trepikojaga I-317 ja I-318 tüüpi elamu arvutuslik kaalutud energiakasutuse võrdlus mõõtmisaegse olukorra (T) ja elamu ehitusjärgse olukorra (0) puhul

Arvutus-variant	Energia kaalutud erikasutus, kWh/(m ² ·a)						
	Kokku	Ruumide kütte	Ventilatsiooniõhu soojendamise	Ventilaatorid, pumbad	Elektriseadmed	Valgustus	Soe tarbevesi
T, MWh	298	222	(kaetakse küttega)	1,5	39,6	11,1	22,6
T, kWh/m ²	257	192	(kaetakse küttega)	1,4	34,4	9,6	19,6
0, MWh	354	254	(kaetakse küttega)	1,5	39,0	12,2	48,2
0, kWh/m ²	307	220	(kaetakse küttega)	1,4	33,8	10,5	41,7

Selgitamaks välja üksikute renoveerimisemeetmete mõju hoone energiatõhususele ning ruumide kütte- ja ventilatsiooniõhu soojendamise energia erikasutuse, on olemasolev hoone (variant T) viidud ehitusjärgsesse olukorda (variant 0, sisekliima klass III) ja iga uue arvutusvariandi korral on muudetud ainult ühte komponenti (ventilatsiooni renoveerimisel ka sisekliima klass II). Üksikute renoveerimisemeetmete mõju energiatõhususarvule ja soojusenergia erikasutusele vt. Tabel 11.7.

Tabel 11.7. 4-korruselise 2 trepikojaga I-317 ja I-318 tüüpi elamu renoveerimisvariantide energiakasutus ja -sääst.

Renoveerimisemeede	Renoveerimisjärgne energiatõhususarv ja selle protsentuaalne vähenemine võrreldes ehitusjärgse olukorraga		Ruumide kütte- ja ventilatsiooniõhu soojendamise energia erikasutuse ja selle protsentuaalne vähenemine võrreldes ehitusjärgse olukorraga	
	kWh/(m ² ·a)	%	kWh/(m ² ·a)	%
Akende vahetus, U=1,1 W/(m ² ·K) (3-kordne selektiivklaasidega argoontäitega klaaspakett, väikese soojusjuhtivusega raam)	270	11	206	16
Välisseinte lisasoojustamine U=0,29 W/(m ² ·K) (=+10 cm)	241	21	173	29
Välisseinte lisasoojustamine U=0,21 W/(m ² ·K) (=+15 cm)	236	22	169	31
Välisseinte lisasoojustamine U=0,17 W/(m ² ·K) (=+20 cm)	234	23	166	32
Katuslae lisasoojustamine, U=0,19 W/(m ² ·K) (=+20 cm)	273	10	209	15
Katuslae soojustamine U=0,13 W/(m ² ·K) (=+30 cm)	271	11	207	15
Soojuspumbaga ventilatsioonisüsteem (COP ≥ 4,0)	299	2	226	8
Soojustagastusega ventilatsioonisüsteem (temperatuuri suhtarv 0,6)	313	-3	209	14
Soojustagastusega ventilatsioonisüsteem (temperatuuri suhtarv 0,8)	286	6	192	22

Energiasäästu saavutamise juures tuleb arvestada, et maksimaalne sääst on saavutatav toimiva küttesüsteemi korral, see tähendab, et küttesüsteem on renoveeritud, reguleeritud, tasa-kaalustatud ja ei teki ülekütmist. See eeldab alati renoveerimisel terviklahenduse kasutamist. Üksikkomponentide mõju analüüs on tehtud vaid erinevate osade mõju väljatoomiseks, mis võib aidata renoveerimisjärjekorra koostamist, kui ei tehta kõike korraga. Siiski tuleb alati eelistada elamu korraga tervikrenoveerimist.

Üksikute komponentide võrdluses annavad kõige suuremat energiasäästu välisseinte soojustamine ja efektiivse ventilatsioonisüsteemi kasutamine. 20 cm ja paksema soojustuse korral on

