



# LINNADE HELIMAASTIK

– JUHENDAVAD PRINTSIIBID AKUSTILISE LINNAKESKKONNA  
KVALITEEDI PARANDAMISEKS

THE SOUNDSCAPE OF CITIES – GUIDING PRINCIPLES FOR IMPROVING THE ACOUSTIC  
ENVIRONMENT IN URBAN SETTINGS

---

MAGISTRITÖÖ

ÜLIÕPILANE / **JOANNA KORDEMETS**  
JUHENDAJA / **JAAN KUUSEMETS**  
KAASJUHENDAJA / **MARKO RÜNDVA**

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO  
INSENERITEADUSKOND  
EHITUSE JA ARHITEKTUURI INSTITUUT

TALLINN 2020

## AUTORIDEKLARATSIOON

OLEN KOOSTANUD LÕPUTÖÖ ISESEISVALT. LÕPUTÖÖ ALUSEL EI OLE VAREM KUTSE- VÕI TEADUSKRAADI VÕI INSENERIDIPLOMIT TAOTLETUD. KÕIK TÖÖ KOOSTAMISEL KASUTATUD TEISTE AUTORITE TÖÖD, OLULISED SEISUKOHAD, KIRJANDUSALLIKATEST JA MUJALT PÄRINEVAD ANDMED ON VIIDATUD.

**AUTOR:**

..... / .....

KUUPÄEV / ALLKIRI

**JUHENDAJA:**

TÖÖ VASTAB MAGISTRITÖÖLE ESITATUD NÕUETELE.

..... / .....

KUUPÄEV / ALLKIRI

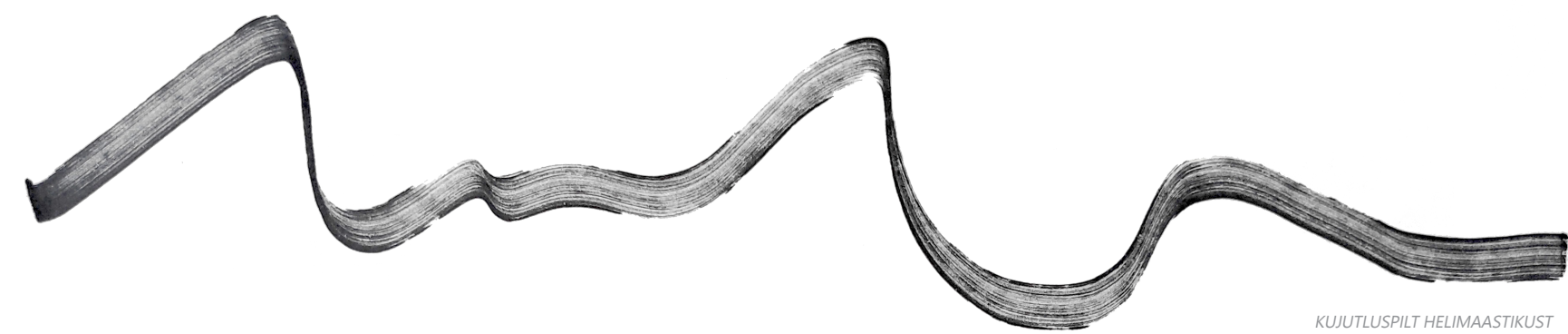
**KAITSMISKOMISJONI ESIMEES:**

KAITSMISELE LUBATUD

..... / .....

KUUPÄEV / ALLKIRI





KUJUTLUSPILT HELIMAASTIKUST

## ABSTRACT

**H**UMANS PERCEIVE THE SPACE AROUND THEM AS A MULTISENSORY EXPERIENCE AND THEIR PERCEPTION IS NOT RESTRICTED ONLY TO VISION. SOUNDS GIVE MEANING TO A PLACE AND ARE THEREFORE AN IMPORTANT PART OF A CITY'S IDENTITY, BUT IN TODAY'S CITIES THE DOMINANT SOUND IS TRAFFIC NOISE. THE INCENTIVE BEHIND THE MASTER'S THESIS IS TO FIND ALTERNATIVE METHODS FOR IMPROVING THE ACOUSTIC ENVIRONMENT FROM THE PERSPECTIVE OF THE LISTENER.

**T**HE WHOLE ACOUSTIC ENTITY WITH ITS POSITIVE AND NEGATIVE SOUNDS LIKE PLEASANT MUSIC AND ANNOYING NOISE, PLAYS AN IMPORTANT ROLE IN PEOPLES DAY-TO-DAY LIVES, AFFECTING THEIR HEALTH AND OVERALL WELLNESS AND BEHAVIOUR. SOUNDS CAN HELP YOU FOCUS AND RELAX, DO THE EXACT OPPOSITE OR HAVE BOTH EFFECTS AT THE SAME TIME DEPENDING ON THE RECEIVER. SOUNDSCAPE IS A CONTEXTUAL HOLISTIC CONCEPT THAT EXISTS THROUGH ONE'S PERCEPTION AND FOCUSES ON HOW A ROOM IS PERCEIVED BY THE LISTENER.

**T**HE AIM OF THE MASTER'S THESIS IS TO ANALYSE THE COMPLEX ENTITY OF A CITY'S SOUNDSCAPE FROM THE VIEWPOINT OF DIRECTLY MEASURABLE INDICATORS AND THE PERCEPTION OF THE SOUNDS AND BASED ON THE ANALYSIS, CONSTRUCT A GUIDELINE COMPOSED OF THE MAIN PRINCIPLES OF A CITY'S ACOUSTIC ENVIRONMENT THAT WOULD HELP REDUCE THE NOISE POLLUTION CAUSED BY CARS AND IMPROVE THE QUALITY OF TALLINN'S SOUNDSCAPE AND THEREFORE ENHANCE THE WHOLE VALUE OF ITS URBAN ENVIRONMENT.

**T**HE THESIS IS COMPOSED IN THREE MAIN PHASES. IN THE THEORETICAL PART, COMPONENTS OF AN URBAN ENVIRONMENT THAT MIGHT POTENTIALLY INFLUENCE THE QUALITY OF A CITY'S SOUNDSCAPE ARE ANALYSED MAINLY BASED ON PUBLISHED RESEARCH ARTICLES. IN ADDITION TO DIRECTLY MEASURABLE

INDICATORS, LIKE THE SOUND PRESSURE LEVEL, HOW THE LISTENER PERCEIVES THE ACOUSTIC ENVIRONMENT IS ALSO TAKEN INTO ACCOUNT BY EVALUATING THE CHARACTERISTICS OF THE SOUND, THE VISUAL ENVIRONMENT AND ALSO CONTEXTUAL FACTORS LIKE THE SURROUNDING FUNCTIONS FROM THE VIEWPOINT OF THE LISTENER.

**F**ROM THE ANALYSIS IT IS VISIBLE THAT MANY ESSENTIAL ELEMENTS OF AN URBAN SETTING SUCH AS BUILDING FACADES, CAN HAVE AN IMPORTANT IMPACT ON THE QUALITY OF THE ACOUSTIC ENVIRONMENT, YET THEIR ABILITY TO HAVE ADDITIONAL FUNCTIONS IS NOT BEING USED TO ITS FULLEST POTENTIAL. VISUAL ASPECT HAS ALWAYS BEEN THE DETERMINING FACTOR IN ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING, BUT THE IMPORTANCE OF SOUND PERCEPTION IS BECOMING MORE AND MORE SIGNIFICANT AND INTERNATIONAL STANDARDS ARE MOVING FROM SIMPLY EVALUATING THE NOISE LEVELS TOWARDS DESIGNING THE OVERALL SOUNDSCAPE. QUIETNESS DOES NOT GUARANTEE AN ACOUSTIC ENVIRONMENT'S QUALITY AND STRESS IS CAUSED BY THE ANNOYANCE OF A SOUND AND NOT BY THE SOUND PRESSURE LEVEL. BUT IN ESTONIA THE PRACTICE OF NOISE ABATEMENT IS MAINLY RESTRICTED TO EVALUATING NOISE LEVELS.

**T**HE CONCEPT OF SOUNDSCAPE CONSIDERS ALL THE SURROUNDING ELEMENTS AND CONTEXTUAL FACTORS IN ITS ENVIRONMENT, THAT COULD INFLUENCE THE OCCURENCE OF POSITIVE OR NEGATIVE REACTIONS, OFFERING ALTERNATIVE SOLUTIONS IN SITUATIONS WHERE LOWERING THE SOUND PRESSURE LEVEL IS NOT POSSIBLE OR REASONABLE OR WOULD NOT GUARANTEE AN IMPROVED PERCEPTION OF THE SPACE.

**T**HE RESULTS OF THE ANALYSIS ARE SYNTHESIZED INTO A STRUCTURE BASED ON THE PHASES OF SOUND ATTENUATION AND THE UTILIZATION OPPORTUNITIES OF THE METHODS. THE STRUCTURE INCLUDES THE POTENTIAL APPLICATIONS OF THESE COMPONENTS AND THEIR PRINCIPAL DESCRIPTIONS. IN THE LAST PHASE OF THE THESIS, THE RESULTS ARE EXTERNALIZED THROUGH A SOUNDSCAPE SCHEME, THAT IS BASED ON THE ANALYSIS AND THE DIVISION OF THE ELEMENTS INVESTIGATED IN THE THEORETICAL PART. WITH THE AIM OF ILLUSTRATING THESE PRINCIPLES, DIFFERENT SECTIONS OF TALLINN'S STREETS ARE ANALYSED AND THEIR PROBLEMATIC SITUATIONS AND POSSIBLE METHODS FOR IMPROVING THESE ENVIRONMENTS, ARE DESCRIBED.

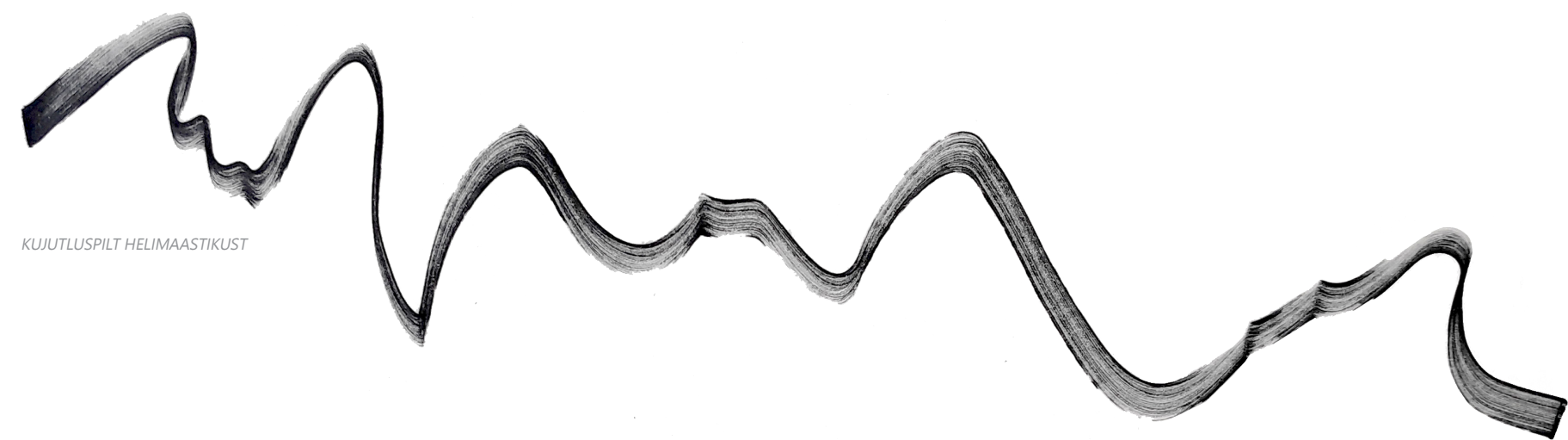
**W**ITH THE MASTER'S THESIS, THE DIFFERENT COMPONENTS OF AN URBAN ENVIRONMENT HAVE BEEN OUTLINED WITH THEIR INFLUENCE ON THE SOUNDSCAPE, AND THE NEXT STEP SHOULD BE TO EXPLOIT THAT POTENTIAL AS EFFECTIVELY AS POSSIBLE. ALTHOUGH MANY OF THE ANALYSED ELEMENTS ARE BASED ON ALREADY EXISTING AND TRADITIONAL CHARACTERISTICS OF SAID COMPONENTS AND THEREFORE HAVE A RELATIVELY SMALL EFFECT ON THEIR OWN, DESIGNING FUTURE ELEMENTS WITH THE INTENT FOR THEM TO ALSO HAVE AN ACOUSTICAL INFLUENCE COULD POTENTIALLY PROVIDE EVEN MORE NOTICEABLE RESULTS. THE COMPOSED GUIDING PRINCIPLES HAVE THE POTENTIAL TO FIND APPLICATIONS FOR ARCHITECTS, URBAN PLANNERS, LANDSCAPE ARCHITECTS AND MANY OTHER DISCIPLINES, WHOSE DAY-TO-DAY ACTIONS AND DECISIONS SHAPE THE ENVIRONMENT THAT WE LIVE IN, AND THEREFORE BE THE FIRST STEP TOWARDS RESHAPING THE PARADIGM OF HOW WE EVALUATE ENVIRONMENTAL NOISE.

## SISUKORD

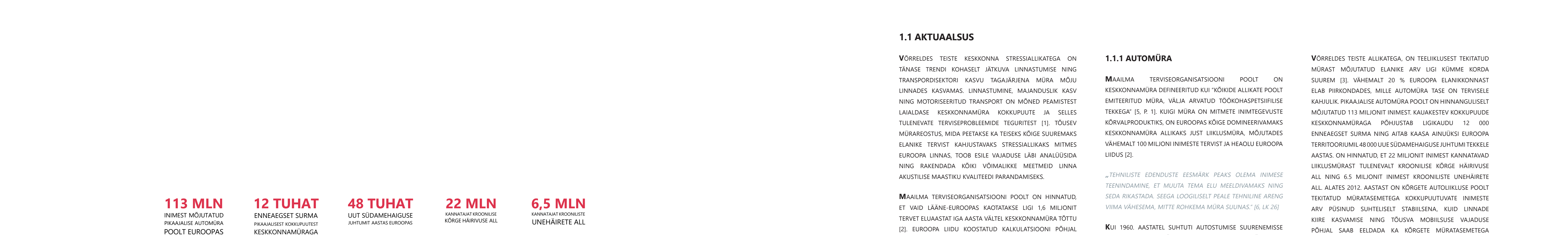
<b>ANNOTATSIOON</b> .....	7	4.2.1 MAKROTASAND	XX
<b>ABSTRACT</b> .....	9	4.3.2 MIKROTASAND	45
<b>I TEOREETILIS-UURIMUSLIK OSA</b> .....	13	4.3 VASTUVÕTJA	59
<b>1 SISSEJUHATUS</b> .....	15	4.3.1 ASUKOHA KONTEKST	65
1.1 AKTUAALSUS	17	4.3.2 ISIKLIKUD DIMENSIOONID	65
1.1.1 AUTOMÜRA	17	4.3.3 HELI PSÜHHOAKUSTILISED OMADUSED	66
1.1.2 MÜRAPROBLEEM EESTIS	18	4.3.4 ÜMBRITSEVA KESKKONNA ELEMENDID	67
1.2 VALDKONDADE KIRJELDUS	19	4.3.5 HELIALLIKA NÄHTAVUS	69
1.3 UURIMISTEEMA	19	<b>II PROJEKTLAHDENDUS</b> .....	73
1.4 TÖÖ EESMÄRK	20	HELIMAASTIKU SKEEM	74
1.5 TÖÖ ÜLESEHITUS	20	ELEMENTIDE TABEL	75
<b>2 KONTEKST</b> .....	23	RAKENDAMISE NÄITELAHDENDUSED	76
2.1 NORMDOKUMENDID	24	<b>KOKKUVÕTE</b> .....	97
2.2 EUROOPA KONTEKST	24	<b>KASUTATUD KIRJANDUS</b> .....	98
2.3 HINDAMISE KRITERIUMID	25	<b>LISAD</b> .....	101
<b>3 TEOREETILINE RAAMISTIK</b> .....	27		
3.1 AKUSTIKA TEOORIA ÜLEVAADE	29		
3.2 HELIMAASTIKU KONTSEPT	30		
3.2.1 AJALUGU	30		
3.2.2 HELIMAASTIK	31		
3.2.3 HINDAMINE	31		
3.2.4 RAKENDAMINE	32		
3.3 AKUSTILISELT KVALITEETNE KESKKOND	32		
3.4 AUTOMÜRA	33		
3.5 MÜRA MÕJU TERVISELE	33		
<b>4 AKUSTILISE KESKKONNA KOMPONENDID</b> ..	37		
4.1 ALLIKAS	39		
4.1.1 OTSESED MEETMED	39		
4.1.2 KAUSSED MEETMED	39		
4.2 TEEKOND	45		

## **| TEOREETILIS-UURIMUSLIK OSA**

KUIJUTLUSPILT HELIMAASTIKUST



# 1 SISSEJUHATUS



JONNIS 1.1 / KESKKONNAMÜRA MÖJU INIMESTELE / INFO [7]

## 1.1 AKTUAALSUS

VÖRRELDES TEISTE KESKKONNA STRESSIALLIKATEGA ON TÄNASE TRENDI KOHASOLT JÄTKUVA LINNASTUMISE NING TRANSPORDISEKTORI KASVU TAGAJÄRJENA MÜRA MÖJU LINNADES KASVAMAS. LINNASTUMINE, MAJANDUSLIK KASV NING MOTORISEERITUD TRANSPORT ON MÕNED PEAMISTEST LAIALDASE KESKKONNAMÜRA KOKKUPUUTE JA SELLES TULENEVATE TERVISEPROBLEEMIDE TEGURITEST [1]. TÕUSEV MÜRAREOSTUS, MIDA PEETAKSE KA TEISEKS KÕIGE SUUREMAKS ELANIKE TERVIST KAHJUSTAVAKS STRESSIALLIKAKS MITMES EUROOPA LINNAS, TOOB ESILE VAJADUSE LÄBI ANALÜÜSIDA NING RAKENDADA KÕIKI VÕIMALIKKE MEETMEID LINNA AKUSTILISE MAASTIKU KVALITEEDI PARANDAMISEKS.

MAAILMA TERVISEORGANISATSIOONI POOLT ON HINNATUD, ET VAID LÄÄNE-EUROOPAS KAOTATAKSE LIGI 1,6 MILJONIT TERVET ELUAASTAT IGA AASTA VÄLTTEL KESKKONNAMÜRA TÕTTU [2]. EUROOPA LIIDU KOOSTATUD KALKULATSIOONI PÕHJAL LÄHEVAD MÜRAST TINGITUD KULUD ÜHISKONNALE MAKSMA UMBES 0,2–2% SISEMAJANDUSE KOGUPRODUKTIST [3]. LISAKS OTSESELE SEOSELE LINNAELANIKE TERVISE JA ÜMBRITSEVA MÜRAREOSTUSE VAHEL, ON KESKKONNAMÜRAL OLULINE MÖJU KA LINNA JA TÄNAVARUUMI ÜLDISELE KVALITEEDILE JA VÄÄRTUSELE JA SELLEST TULENEVALT POTENTIAALSELE KASUTUSELE.

„IGAL LINNAL ON OMA KAJA, MIS SÖLTUB SELLE TÄNAVATE MUISTRIST JA SKAALAST NING VALDAVAST ARHITEKTUURSEST STIILIST JA MATERJALIDEST. KUID MEIE LINNAD ON ÜLDSE OMA KAJA KAOTANUD. LAIAD JA AVATUD KAASAEGSETE TÄNAVATE RUUMID EI TAGASTA MEILE HELISID.“ [4, LK 51]

### 1.1.1 AUTOMÜRA

MAAILMA TERVISEORGANISATSIOONI POOLT ON KESKKONNAMÜRA DEFINEERITUD KUI “KÕIKIDE ALLIKATE POOLT EMITEERITUD MÜRA, VÄLJA ARVATUD TÖÖKOHASPETSIIFILISE TEKKEGA” [5, P. 1]. KUIGI MÜRA ON MITMETE INIMTEGEVUSTE KÕRVALPRODUKTIS, ON EUROOPAS KÕIGE DOMINEERIVAMAKS KESKKONNAMÜRA ALLIKAKS JUST LIIKLUSMÜRA, MÕJUTADES VÄHEMALT 100 MILJONI INIMESTE TERVIST JA HEAOLU EUROOPA LIIDUS [2].

„TEHNILISTE EDENDUSTE EESMÄRK PEAKS OLEMA INIMESE TEENINDAMINE, ET MUUTA TEMA ELU MEELDIVAMAKS NING SEDA RIKASTADA. SEEGA LOOGILISELT PEALE TEHNILINE ARENG VIIMA VÄHESEMA, MITTE ROHKEMA MÜRA SUUNAS.“ [6, LK 26]

KUI 1960. AASTATEL SUHTUTI AUTOSTUMISE SUURENEMISSE POSITIIVSELT, SIIS MÜRAPROBLEEMID HAKKASID SÜVENEMA 1970NDATEL, KUI EHITATI JA LAIENDATI PEAMAGISTRAALE [3]. AUTODE MÜRA LEEVENDAMISEGA ON TEGELETUD JUBA AASTAKÜMNEID, KUID VÄIKSED EDUSAMMUD ON KOMPROMITEERITUD SUURENEVA LIIKLUSE HULGA NING UUTE ALLIKATE TEKKEGA. EUROOPA KESKKONNAAMETI 5. MÄRTSIL 2020. AASTAL AVALDATUD KESKKONNAMÜRA ARUANDE [7] PÕHJAL ON KESKKONNAMÜRA, EELKÕIGE AUTOMÜRA, JÄÄNUD PÜSIMA ÜHEKS PEAMISTEST KESKKONNAPROBLEEMIDEST NING TEISEKS KÕIGE OLULISEMAKS KESKKONNAPOLSEKS TERVISEKAHJUSTAJAKS LÄÄNE-EUROOPAS.

VÖRRELDES TEISTE ALLIKATEGA, ON TEELIKLUSEST TEKITATUD MÜRAST MÕJUTATUD ELANIKE ARV LIGI KÜMMME KORDA SUUREM [3]. VÄHEMALT 20 % EUROOPA ELANIKKONNAST ELAB PIIRKONDADES, MILLE AUTOMÜRA TASE ON TERVISELE KAHJULIK. PIKAAJALISE AUTOMÜRA POOLT ON HINNANGULISELT MÕJUTATUD 113 MILJONIT INIMEST. KAUAKESTEV KOKKUPUUDE KESKKONNAMÜRAGA PÕHJUSTAB LIGIKAUDU 12 000 ENNEAEGSET SURMA NING AITAB KAASA AINUÜKSI EUROOPA TERRITOORIUMIL 48 000 UUE SÜDAMEHAIGUSE JUHTUMI TEKKELE AASTAS. ON HINNATUD, ET 22 MILJONIT INIMEST KANNATAVAD LIIKLUSMÜRAST TULENEVALT KROONILISE KÕRGE HÄIRIVUSE ALL NING 6.5 MILJONIT INIMEST KROONILISTE UNEHÄIRETE ALL. ALATES 2012. AASTAST ON KÕRGETE AUTOLIIKLUSE POOLT TEKITATUD MÜRATASEMETEGA KOKKUPUUTUVATE INIMESTE ARV PÜSINUD SUHTELISELT STABIILSENA, KUID LINNADE KIIRE KASVAMISE NING TÕUSVA MOBIILSUSE VAJADUSE PÕHJAL SAAB EELDADA KA KÕRGETE MÜRATASEMETEGA KOKKUPUUDETE JA SELLEST TULENEVATE PROBLEEMIDE KASVU TULEVIKUPERSPEKTIIVIS. [7]

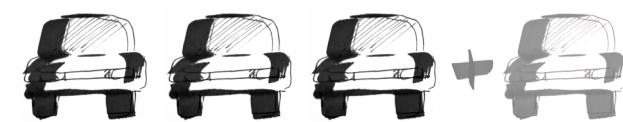
PRAEGUSED HINNANGUD NING ANALÜÜSID PÕHINEVAD SUURES OSAS MÜRATASEMETEL  $L_{den} \geq 55$  dB NING  $L_{night} \geq 50$  dB, KUID VÄRSKEMAD UURINGUD TÕESTAVAD, ET TERVIST JA HEAOLU MÕJUTAVAD KA MADALAMAD HELITASEMED. [8]

### 1.1.2 MÜRAPROBLEEM EESTIS

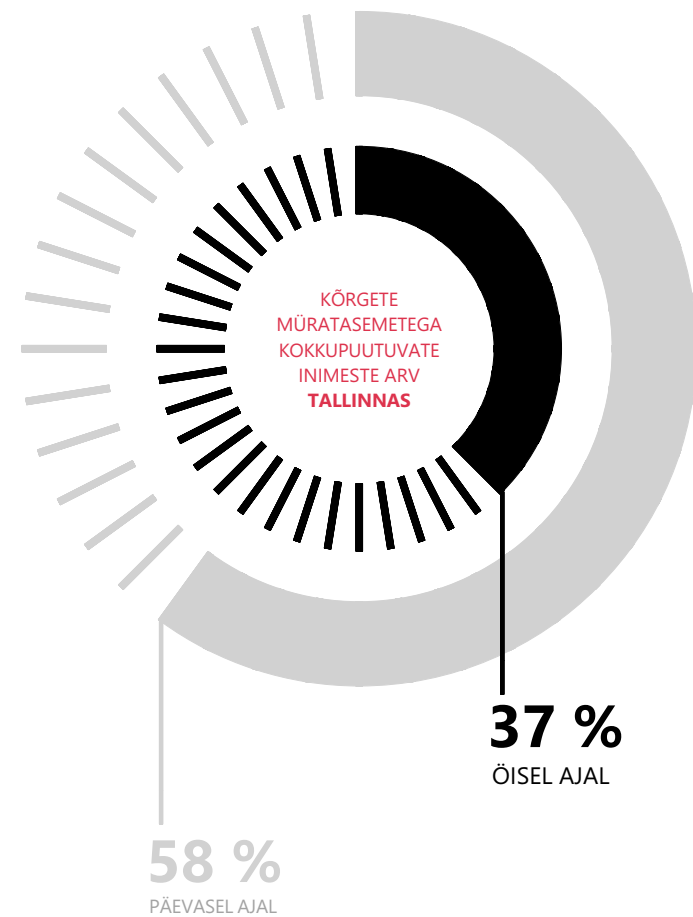
EUROOPA KESKKONNAAGENTUURI POOLT KOOSTATUD KOKKUVÕTTE PÕHJAL [9], MIS PÕHINEB VIIMASTEL AMETLIKEL MÜRAANDMETEL, ON TALLINNAS LIIKLUSEST TULENEVATE PÄEVASTE KÕRGETE MÜRATASEMETEGA KOKKUPUUTUVATE INIMESTE ARV 2017. AASTA SEISUGA 250 700 INIMEST, EHK 58% ELANIKEST NING ÖISEL AJAL 162 000 INIMEST EHK LIGI 37%. PÄEVASTE MÜRATASEMETEGA  $L_{den} \geq 55$  dB PUUTUB EESTIS KOKKU 2017. AASTA SEISUGA 298 500 INIMEST NING ÖISEL AJAL MÜRATASEMETEGA  $L_{night} \geq 50$  dB 196 400 INIMEST.

VÕRRELDES 2012 ANDMETEGA ON KÜLL ANTUD ARVUD VÄIKSEMAD (PÄEVAL -4% NING ÖISEL AJAL -15%), KUID ERINEVATE AASTATE ARUANDED EI OLE ALATI OMAVAHEL TÄIELIKULT VÕRRELDAVAD TULENEVALT MUUTUVATEST DEFINITSIOONIDEST, ERINEVATEST MÜRA HINDAMISE TEHNIKATEST NII RIIKIDE KUI KA AASTATE VAHEL NING KOHATI PUUDULIKU INFO RAPORTEERIMISEST. [9]

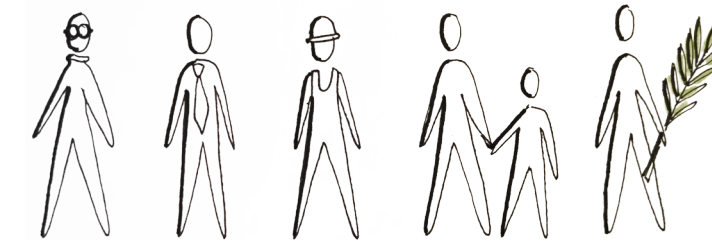
EUROOPA KOMISJONI 2016 AASTAL VÄLJA ANTUD EUROOPA LIIDU VÕRDLUSSTSENAARIUMI [10] PÕHJAL, MIS ANALÜSIB ENERGIA, TRANSPORDI JA KASVUHOONEGAASIDEGA SEOTUD ARENGUID AASTANI 2050, ON HINNATUD EESTI KONTEKSTIS TRANSPORDI AKTIIVSUSE TÕUSU KOLMANDIKU VÕRRA, VÕRRELDES 2015 AASTAGA.



JOONIS 1.2 / TRANSPORDI AKTIIVSUSE ENNUSTATAV KASV TALLINNAS AASTAKS 2050



JOONIS 1.3 / KÕRGETE MÜRATASEMETEGA KOKKUPUUTUVATE INIMESTE ARV TALLINNAS 2017. AASTA ANDMETE PÕHJAL



JOONIS 1.4 / KESKKONNAMÜRAGA SEOTUD VALDKONDADE ULATUS

### 1.2 VALDKONDADE KIRJELDUS

AKUSTILISE KESKKONNA KUJUNDAMINE PEAKS OLEMA KAASATUD PLANEERIMISPROTSESSI VÕIMALIKULT VARAJASES STAADIUMIS, ET ENNETADA EBASOODSAID AKUSTILISI TINGIMUSI NING TEKKIVAD MÜRAPROBLEEME, MILLE KÕRVALDAMINE NÕUAB KEERULISI JA KULUKAID SEKKUMISI. SEETÕTTU TEGELEB ANTUD MAGISTRITÖÖ KÜLL PEAMISELT AKUSTIKAGA, KUID ON TIHEDALT SEOTUD KA MITMETE TEISTE VALDKONDADEGA.

MÜRA HALDAMISE TENDENTSIS ON LIIKUDA ÜLEÜLDISE HELIMAASTIKU KUJUNDAMISE SUUNAS, MIS VAATLEB HELIKESKKONDA MULTISENSORSE KOGEMUSENA NING HAARAB ENDASSE LISAKS OTSELT MÕÕDETAVATELE AKUSTILISTELE OMADUSTELE KA HELIKESKKONNA TUNNETUSLIKU POOLE. VÄLISKESKKONNA AKUSTIKA HINDAMINE ON MUUTUMAS JÄRJEST KOMPLEKSEMAMAKS SÜSTEEMIKS, MILLESSE ON KAASATUD LISAKS SELGELT VÄLJA KUJUNENUD KESKKONNAMÜRA HINDAMISE VALDKONNALE MITMED ERINEVAD ERIALAD JA DISTSIPLIINID NAGU ARHITEKTUUR, LINNAPLANEERIMINE, POLITOLOOGIA, ÖKOLOOGIA, MEDITSIN, FILOSOOFIA, ANTROPOLOOGIA, PSÜHHOLOOGIA, SOTSIOLOOGIA, MEEDIA JPT [11].

ULATUDES MITMETESSE VALDKONDADESSE, ON VAJALIK AKUSTIKA JA KESKKONNAMÜRA VALDKONNA PÕHIMÕTETE MÕISTMINE MITMETE ERIALADE SPETSIALISTIDE JA KA KODANIKE POOLT, KELLE KÕIGI ARVAMUS VÕIB LANGETATAVAID OTSUSEID MÕJUTADA. SELLEST TULENEVALT ON MÜRAPROBLEEMIDE LEEVENDAMISE OLULISEKS OSAKS AVALIK TEADLIKKUS MÜRAST, KUI KESKKONNAPROBLEEMIST, ET TAGADA POLIITILINE TAHE NING AVALIK HEAKSIIT VAJALIKE MEETMETE KASUTUSELEVÕTUKS [12].

### 1.3 UURIMISTEEMA

MAGISTRITÖÖ UURIMISTEEMAKS ON AKUSTILINE HELIKESKKOND NING SEDA MÕJUTAVAD FÜÜSILISED ELEMENDID JA PSÜHHOLOOGILISED TEGURID. TÖÖS ANALÜSITAKSE KÕIKI KOMPONENTE, MIS PAIKNEVAD SÕIDUTEEL LIIKUVAST AUTOST KUNI HELI VASTUVÕTJANI NING LÄBI MILLE ON VÕIMALIK MÕJUTADA VASTAVA TÄNAVARUUMI AKUSTILISE KESKKONNA KVALITEETI. LISAKS OTSELT MÕÕDETAVATELE INDIKAATORITELE, NAGU MÜRATASE, VÕETAKSE ARVESSE KA SEDA, KUIDAS TÄNAVAL VIIBIVAD INIMESED VASTAVAT AKUSTILIST KESKKONDA VASTU VÕTAVAD JA TUNNETAVAD, HINNATES MÜRA ISELOOMU, ÜMBRITSEVAT VISUAALSET KESKKONDA NING KONTEKSTUAALSEID TEGUREID, NAGU ÜMBRITSEVAD FUNKTSIOONID, AKUSTILISE KESKKONNA TUNNETAMISE VAATEPUNKTIST.

SEE TÄHENDAB HELIMAASTIKU KONTSEPTI ANALÜÜSIMIST, MIS ON EUROOPAS KUJUNEMAS OLULISEKS SUUNAKS KESKKONNAMÜRA HALDAMISEL, KUID EI OLE LEVINUD LÄHENEMISEKS EESTI KONTEKSTIS, NING SELLE POTENTSIAALSEID RAKENDUSI SITUATSIOONIDES, KUS MÜRA MÕÕDETAVAT TASET EI OLE VÕIMALIK ALANDADA. TÖÖS ON KESKENDUTUD AUTODE POOLT TEKITATUD MÜRALE, TULENEVALT SELLE ULATUSEST JA OSAKAALUST LINNADE KESKKONNAMÜRA MAHUS.

LISAKS ON TÖÖS UURITUD, MILLISEID ASPEKTE TULEKS ERINEVATE MEETMETE JA LAHENDUSTE OTSTARBEKUSE HINDAMISEKS ANALÜÜSIDA, KUID TULENEVALT IGA KONKREETSE OLUKORRA SPETSIIKAST JA KEERUKUSEST, EI OLE NEID IGA ELEMENTI KORRAL ERALDISEISVALT HINNATUD. SEE TÄHENDAB, ET TÖÖS VAADELDUD ANTUD ELEMENTE AKUSTIKA PERSPEKTIVIST NING KÕRVALE ON JÄETUD IGA MEETME MÕJU TEISTELE VALDKONDADELE NAGU NÄITEKS HOONETE ENERGIATÕHUSUS.

## 1.4 TÖÖ EESMÄRK

**M**AGISTRITÖÖ EESMÄRGIKS ON ANALÜÜSIDA LINNA AKUSTILISE KESKKONNA KOMPLEKSSET ENTITEETI NII SELLE MÕÕDETAVAST KUI KA TUNNETUSLIKUST PERSPEKTIIVIST LÄHTUDES NING VÄHENDADA AUTOLIKLUSE POOLT TEKITATUD MÜRAREOSTUST EESTI LINNADES, PARANDADES SEELÄBI LINNA AKUSTILIST KESKKONDA NING LÖPPTULEMUSENA KA KOGU LINNARUUMI KVALITEETI. LISAKS KOHESELE RAKENDUSELE ON SIHIKS KA PIKEMAS PERSPEKTIIVIS LIKUDA KESKKONNAMÜRA HINDAMISE PARADIGMA MUUTUSE SUUNAS EESTIS, MIS PÕHINEB ÜKSNES OTSESELT MÕÕDETAVATEL JA ARVUTUSLIKULT MÄÄRATUD KESKKONNAMÜRATASEMTEL, LISADES VÕRRANDISSEKA HELIDE TUNNETUSLIKU POOLE. LISAKS ON EESMÄRGIKS MÕTESTADA ÜMBER FASSAADIDE, KUI ULATUSLIKU LINNAKESKKONNA DIMENSIOONI ROLL JA VÄÄRTUS TÄNAVARUUMIS NING ANALÜÜSIDA FASSAADE POTENTSIAALSE MÕJUTEGURINA VÄLISKESKKONNA HELIMAASTIKU KONTEKSTIS.

**T**ÖÖ SIHIKS EI OLE DEFINEERIDA KONKREETSEID NUMBRILISI VÄÄRTUSI ERINEVATE MEETODITE KASUTAMISEL VÕIMALIKES SPETSIIFILISTES KONTEKSTIDES VAID ANDA INDIKATSIOONE ERINEVATE LINNARUUMI KOMPONENTIDE POTENTSIAALSEST MÕJUST NII MÜRATASEMETELE KUI KA AKUSTILISE KESKKONNA TUNNETUSLIKULE KVALITEEDILE NING IDEID NENDE KASUTUSVÕIMALUSTEKS.

**T**ÖÖ LÕPPEESMÄRGIKS ON KOOSTADA LOOGILISE STRUKTUURIGA NING LIHTSASTI JÄLGITAV ABIMATERJAL LINNA AKUSTILISE KESKKONNA KVALITEEDI PARANDAMISEKS, MIS OLEKS RAKENDATAV NII OLEMAOSOLEVATE TÄNAVATE KVALITEEDI PARANDAMISEKS KUI KA UUTE TEDE NING LINNAKVARTALITE TEADLIKUKS PLANEERIMISEKS NING SISALDAKS KA KONKREETSEID LAHENDUSTE NÄITEID ERINEVATES TALLINNA PIIRKONDADES.

## 1.5 TÖÖ ÜLESEHITUS

**T**ÖÖ PÕHINEB NII KVALITATIIVSETEL KUI KA KVANTITATIIVSETEL MEETODITEL, ANALÜÜSIDES ERINEVAID PUBLITSEERITUD MATERJALE NING DOKUMENTE NING LISAKS TEOSTADES KOHAPEALSEID VAATLUSI NING MÕÖTMISI KOOSTÖÖS KAJAJA ACOUSTICS OÜ-GA. TÖÖ TEOREETILISES OSAS KÄSITLETAKSE LISAKS AKUSTIKA PÕHITEORIALE KA TEOORIAID AKUSTILISE KESKKONNA MITTEMÕÕDETAVAST TUNNETAMISEST NAGU HELIMAASTIKU KONTSEPT. LISAKS ON MODELLEERITUD ERINEVATE MAHULISI SITUATSIOONE NING SIMULEERITUD JA ANALÜÜSITUD NENDE MÕJU MÜRA LEVIMISELE TARKVARA RHINO NING GRASSHOPPER (PACHYDERM) ABIL.

**T**ÖÖ UURIMUS-TEOREETILINE OSA ON JAOTATUD NELJAKS PEATÜKIKS, MILLEST ESIMENE KÄSITLEB MAGISTRITÖÖ UURIMISTEEMAT, TAUSTA, PROBLEEME JA EESMÄRKE NING ANNAB ÜLEVAATE TÖÖ ÜLESEHITUSEST.

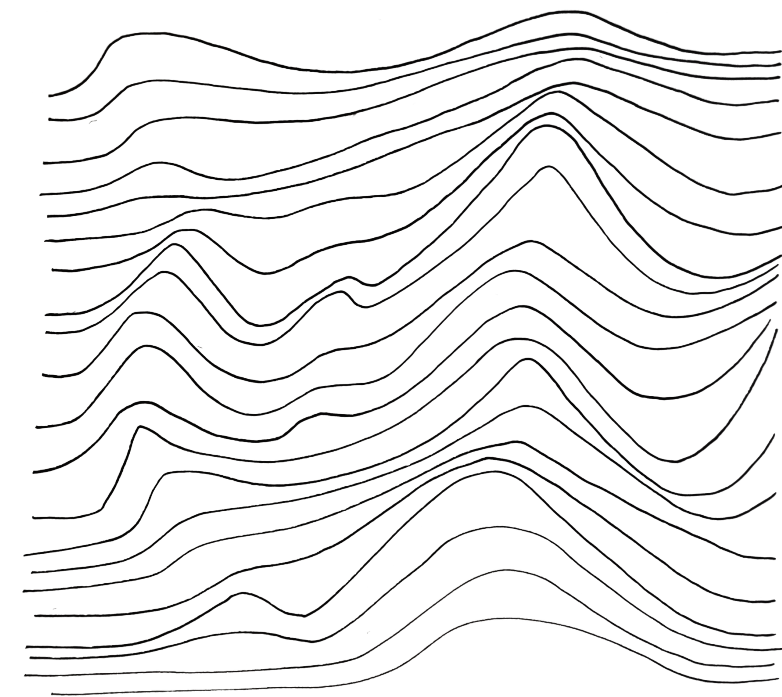
**T**EINE PEATÜKK KÄSITLEB UURIMISTEEMA KONTEKSTI, ANDES ÜLEVAATENIIKESKKONNAMÜRAGASEOTUDKASUTUSELOLEVATEST NORMDOKUMENTIDEST NING JUHENDIDEST EESTI RAAMES KUI KA ÜLEÜLDISTEST ARENGUSUUNDADEST JA PROJEKTIDEST KESKKONNAMÜRA TEEMAL EUROOPA TASANDIL. LISAKS TUUAKSE VÄLJA, MILLISEID KRITERIUMEID ON VAJALIK KÄSITLETAVATE MEETODITE VALIKUL ANALÜÜSIDA NING KUIDAS HINNATA NENDE MEETODITE RAKENDAMISE KULUEFECTIVSUST.

**K**OLMANDAS PEATÜKIS ANTAKSE ÜLEVAATE AKUSTIKA TEOREETILISEST RAAMISTIKUST. PEATÜKIS KÄSITLETAKSE NII AKUSTIKAMÕÕDETAVIDKUIKATUNNETATAVAIDOMADUSINING SELGITATAKSE HELIMAASTIKUL PÕHINEVAT LÄHENEMIST JA SELLE POTENTSIAALSEID RAKENDAMISVÕIMALUSI LINNA AKUSTILISE KESKKONNA KVALITEEDI HINDAMISEL NING ANALÜÜSITAKSE, MILLINE ON AKUSTILISELT KVALITEETNE KESKKOND. LISAKS ON TOODUD VÄLJA PEAMISED MÜRA NEGATIIVSED MÕJUD

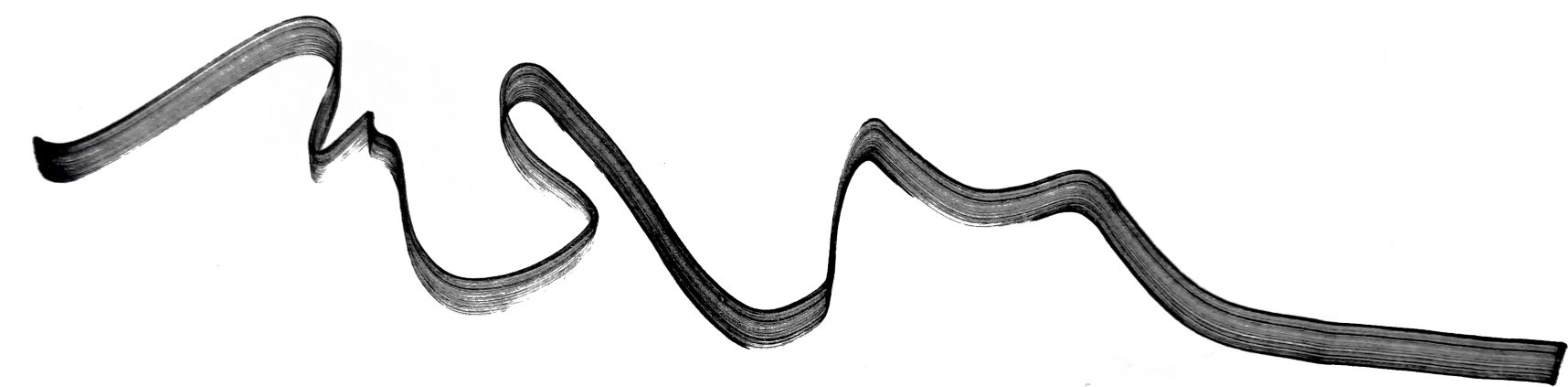
TERVISELE NING NENDE MÕJUDE HINDAMISEKS KASUTATAVAD INDIKAATORID JA NENDE OLULISEMAD PIIRVÄÄRTUSED.

**V**IIMANE PEATÜKK KOOSNEB KÕIKIDE TÖÖS KÄSITLETAVATE MÜRA HALDAMISE MEETMETE JA LINNA AKUSTILIST KESKKONDA MÕJUTAVATE ELEMENTIDE ANALÜÜSIST. MEETODID ON JAOTATUD KOLME ALAPEATÜKKI: ALLIKAS, TEEKOND JA VASTUVÕTJA. ALLIKA PEATÜKIS ON ANALÜÜSITUD MÜRA TEKKIMIST MÕJUTAVAD TEGUREID, TEEKONNA ALL KÕIKI ELEMENTE, MIS MÕJUTAVAD HELI EDASIST LEVIMIST NING VASTUVÕTJA ALL HELI TUNNETUSLIKKE SEOSEID MITTEHELILISTE ELEMENTIDE JA HELIKESKKONNA KVALITEEDI VAHEL.

**P**ROJEKTLAHENDUSE OSA TOETUB EELNEVALT TEOREETILISES OSAS KAARDISTATUD ELEMENTIDE ANALÜÜSILE NING VASTAVAD ELEMENTID ON SÜNTEESITUD JUHENDMATERJALIKS. LISAKS ON PÕHIMÕTETE ILLUSTRERIMISEKS KIRJELDATUD ERINEVATE TALLINNA TÄNAVALÕIKUDE PROBLEEMSEID SITUATSIOONE NING RAKENDATUD NENDES PIIRKONDADES NÄITELAHENDUSTENA TÖÖ TEOREETILISES OSAS ANALÜÜSITUD PRINTSIIBE.



KUJUTLUSPILT HELIMAASTIKUST



KUJUTLUSPILT HELIMAASTIKUST

## 2 KONTEKST

## 2.1 NORMDOKUMENDID

**P**ÕHILISTEKSÕIGUSAKTIDEKS, MILLEGA ON KESKKONNAMÜRAGA EESTIS REGULEERITUD ON:

**A**TMOSFÄÄRIÕHU KAITSE SEADUS (RT I, 05.07.2016, 1) JA SELLE RAKENDUSAKTID;

**K**ESKKONNAMINISTRI 20.10.2016 MÄÄRUS NR 39 „VÄLISÕHU MÜRAKAARDI, STRATEEGILISE MÜRAKAARDI JA MÜRA VÄHENDAMISE TEGEVUSKAVA SISU KOHTA ESITATAVAD TEHNILISED NÕUDED JA KOOSTAMISE KORD“ (RT I, 21.10.2016, 13);

**K**ESKKONNAMINISTRI 16.12.2016 MÄÄRUS NR 71 „VÄLISÕHUS LEVIVA MÜRA NORMTASEMED JA MÜRATASEMETE MÕÕTMISE, MÄÄRAMISE JA HINDAMISE MEETODID“ (RT I, 21.12.2016, 27);

**R**AHVATERVISE SEADUS (RT I 1995, 57, 978)

**O**LEMASOLEVAKS EESTIKEELSEKS JUHENDMATERJALIKS ON PRAEGUSE SEISUGA SOOME KEELEST TÕLGITUD „KESKKONNAMÜRA HINDAMINE JA MÜRA LEVIKU TAKISTAMINE“ [3], MILLE EESMÄRGIKS SAMUTI JAGADA TEAVET AKUSTIKA JA KESKKONNAMÜRA TEEMAL, KUID MÕÕDETAVATEST NING STANDARDSETEST MEETMETEST EI OLE EESTI KONTEKSTIS EDASI LIIGUTUD.

## 2.2 EUROOPA KONTEKST

**E**UROOPAS ON TÖÖTATUD TERVIKLIKU MÜRAPOLIITIKA ARENDAMISE EESMÄRGI GA AASTAST 1993, KUI EUROOPA KOMISJONI VIIENDAS KESKKONNA TEGEVUSPROGRAMMIS VÄLJENDATI, ET „ÜKSI INIMENE EI TOHIKS PUUTUDA KOKKU MÜRATASEMETEGA, MIS OHUSTAVAD TERVIST JA ELUKVALITEETI“ [2]. 1999. AASTAL PUBLITSEERITI MAAILMA TERVISEORGANISATSIOONI POOLT KOKKUVÕTTEV MATERJAL [5] INIMESTE TERVISE KAITSEMISEKS, Kuhu KOONDATI TEADUSLIKULT TÕESTUSED, KUIDAS MÜRA KAHJUSTAB TERVIST NING SOOVITUSED HELITASEMETE PIIRAMISEKS JA RAHVATERVISE KAITSEMISEKS.

**2**002. AASTAL VÕETI KASUTUSELE EUROOPA LIIDU DIREKTIIV KESKKONNAMÜRA HALDAMISEKS, MILLE EESMÄRGIKS OLI DEFINEERIDA ÜHINE LÄHENEMINE, ET VÄLTIDA, ENNETADA JA VÄHENDADA KESKKONNAMÜRA KOKKUPUUTEST TULENEVAID KAHJULIKKE MÕJUSID [2] NING MIS ON EESTI ÕIGUSRAAMI ÜLE VÕETUD ATMOSFÄÄRIRÕHU KAITSE SEADUSENA. SELLELE VASTAVALT ON ENAMUS EUROOPA LIIDU LIIKMESRIIKIDEST KOOSTANUD STRATEEGILISI MÜRAKAARTENING TEGEVUSPLAANE [1]. 2014 KOOSTAS EUROOPA KESKKONNAAGENTUUR ESIMISE ARUANDE KESKKONNAMÜRAST EUROOPAS, TUGINEDES 2002. AASTA DIREKTIIVI ALUSEL ESITATUD RIIKIDE ANDMETELE, MILLEST JÄRELDUS, ET MÜRA ON SELGETE NEGATIIVSETE MÕJUDEGA KAALUKAS KESKKONNA TERVISEPROBLEEM EUROOPAS [7].

**A**ASTATE JOOKSUL PEALE ESIMEST EUROOPA KESKKONNAAGENTUURI ARUANNET ON TOIMUNUD OLULISI ARENGUID MÜRAPROBLEEMIDESSE LÄHENEMISES. NÄITEKS ON EUROOPA LIIT VÄLJA ARENDANUD ÜHISE MEETODI MÜRA KAARDISTAMISEKS, MIS LIHTSUSTAB ERINEVATE RIIKIDE ANDMETE VÕRDLEMIST. LISAKS ON TOIMUNUD ULATUSLIKKE PROJEKTE NING KORRALDATAKSE IGA-AASTASEID MÜRA-TEEMALISI KONVERENTSE NAGU INTER-NOISE.

**2**009. AASTAL ALUSTATUD HOSANNA (HOLISTILINE JA JÄTKUSUUTLIK MÜRA VÄHENDAMINE LÄBI OPTIMISEERITUD LOODUSLIKE JA TEHISLIKE VAHENDITE KOMBINATSIOONIDE) PROJEKTI EESMÄRGIKS OLI ARENDADA VÄLJA MEETODID, MILLEGA VÄHENDADA TEEDE JA RAUDTEEDE LIIKLUSMÜRA VÄLISKESKKONNAS, KASUTADES SELLEKS OPTIMAALSELT HALJASTUST, MAAPINDA NING TEISI LOODUSLIKKE JA TAASKASUTATUD MATERJALE KOMBINEERITUNA TEHISLIKE ELEMENTIDEGA. PROJEKT OLI KOORDINEERITUD CHALMERSI TEHNIKAÜLIKOO LI POOLT GÖTEBORGIS, ROOTSIS NING SISALDAS 13 PARTNERIT SEITSMEST RIIGIST. PROJEKTIS UURITI MITMEID MÜRA VÄHENDAMISE STRATEEGIAID, MIS VÕIKS PARANDADA MÜRAOLUKORDA, KASUTADES UUSI TÕKETE DISAINE, MADALHALJASTUST, PINNA- JA TEEKATETE TÖÖTLEMISE VIISE NING HOONETE FASSAADIDE JA KATUSTE ROHESTAMIST. [13]

**1**971. AASTAL ASUTATUD COST EHK EUROOPA KOOSTÖÖ VÕRGUSTIK TEADUSES JA TEHNOLOOGIAS VIIS 2013. AASTAL LÄBI HELIMAASTIKU TEEMAL LAIAULATUSLIKU PROJEKTI, SUUNATES TÄHELEPANU LISAKS MÜRATASEMETE MÕÕTMISELE KA HELIKESKKONNA TUNNETUSELE. PROJEKTIS OSALES 28 RIIKI, SEALHUGAS KA NÄITEKS SOOME, KUID EESTI ANTUD PROJEKTIST OSA EI VÕETNUD. [14]

**2**014. AASTAL ON VÄLJA ANTUD KA ISO STANDARD [15], KUS ON DEFINEERITUD HELIMAASTIK JA SELLE KONTSEPTUAALNE RAAMISTIK NING SELGITATUD PEAMISI HELIMAASTIKU MÕÕTMIS-, PLANEERIMIS, KUJUNDAMISE NING HALDAMISE LÄHTEPUNKTE.



JOONIS 2.1 / MÜRA HALDAMISE MEETMETE HINDAMISE KRITEERIUMID JA OMAVAHELISED SEOS

## 2.3 HINDAMISE KRITEERIUMID

**L**IIKLUSMÜRAGA SEOTUD SITUATSIOONID ON TIHTI KOMPLEKSSSED NING ÜHEST KONKREETSEST MÜRA VÄHENDAMISE MEETMEST PIISAB VÄGA HARVA. VAJALIKUD ON KOMBINATSIOONID ERINEVATEST MEETMETEST, ET SAAVUTADA EFEKT, MIS OLEKS KA VASTUVÕTJA JAOKS TUNNETATAV NING KULUEFFEKTIVNE. TULENEVALT SITUATSIOONIDE MITMEKESISUSEST, VAJAB PALJUDE MEETMETE KULUEFFEKTIVUSE HINDAMINE MITMETE ERIALADE SPETSIALISTIDE KOOSTÖÖD NING IGA VÕTTE KONKREETSED ARVULISED TASUVUSE ANALÜÜSID EI OLE ANTUD KONTEKSTIS PÕHJENDATUD. KÜLL AGA ON TÖÖS VÄLJA TOODUD, MILLISEID ASPEKTE ERINEVATE LAHENDUSE KORRAL ANALÜÜSIDA TULEKS, ET HINNATA NENDE EFEKTIIVSUST JA RAKENDAMISE MÕISTLIKKUST. MAAILMA TERVISEORGANISATSIOONI JUHENDMATERJALIS [5, LK 56-57] ON JAOTATUD MÜRA LEEVENDAMISE MEETMETE HINDAMISE ANALÜÜS NELJA KATEGORIASSE: TEHNILISED RESSURSID, RAHALISED RESSURSID, SOTSIAALSED FAKTORID JA MÕJU TERVISELE JA KESKKONNALE.

### TEHNILISED RESSURSID

**V**ALITUD MEETMETE KORRAL TULEB HINNATA, KAS NENDE ELLUVIIMISEKS JA PIKEMAS PERSPEKTIIVIS TOIMIMISE TAGAMISEKS ON ANTUD PIIRKONNAS OLEMAS VAJALIKUD EKSPERDID, PROGRAMMID JA MUUD TEHNILISED RESSURSID NING KAS ON VÕIMALIK TAGADA KA NENDE LAHENDUSTE TOIMIMINE PIKEMAS PERSPEKTIIVIS. [5]

### RAHALISED RESSURSID

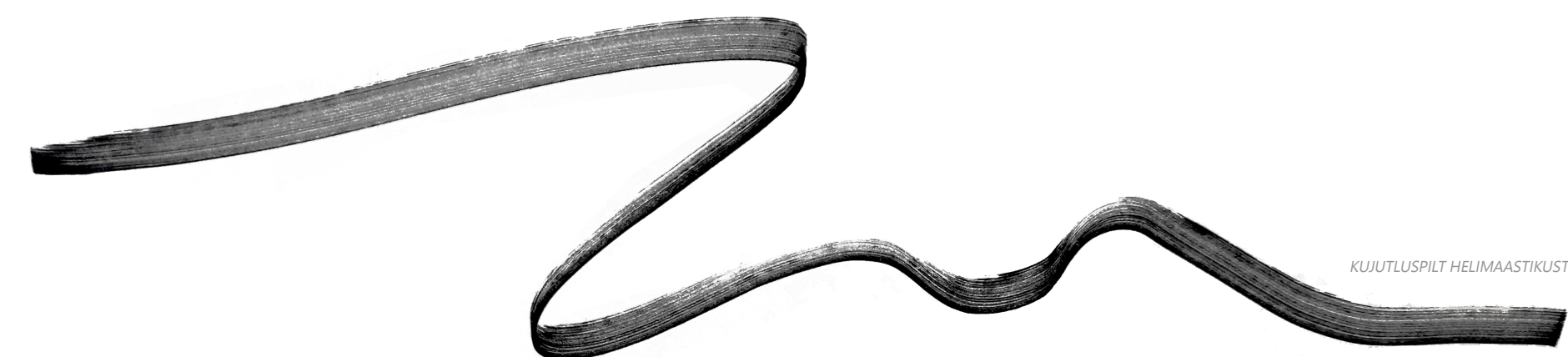
**M**ÜRA LEEVENDAMISE MEETMETE RAKENDAMINE EI SAA TOIMIDA, KUI EI OLE ARVESTATUD SAADAVALOLEVATE RAHALISTE RESSURSSIDEGA. HINNATA TULEB LAHENDUSTE VALIKUL NENDE KULUEFFEKTIVSUST JA MÕISTLIKKUST KA TULEVIKU VAATEPUNKTIST. SEE TÄHENDAB, ET LISAKS MEETME ELLUVIIMISE KULUDELE ON TAGATUD RESSURSID VALITUD LAHENDUSTE TÖÖKORRAS SEISUNDI SÄILITAMISEKS. [5]

### SOTSIAALSED FAKTORID

**M**EETODITE KORRAL TULEB HINNATA KA NENDE POTENTSIAALSET MÕJU ELANIKE ELUVIISIDELE, ÜHISKONNA STUKTUURIDELE NING KULTUURILISTELE TRADITSOONIDELE, NING KAS LAHENDUS VÕIB HÄIRIDA VÕI ÜMBER PAIGUTADA ELANIKKE, MUUTA MAAKASUTUS, MÕJUTADA KOGUKONDI, REKREATSIOONI JA KULTUURI. [5]

### TERVIS JA KESKKOND

**A**NALÜÜSIDA TULEB MEETMETE POTENTSIAALSET MÕJU TERVISELE JA KESKKONNALE. OLULINE ON HINNATA, ET AUTOMÜRA VÄHENDAMISEKS RAKENDATUD TEGEVUS EI SUURENDAKS TEISTE SAASTEALLIKATE KONSENTRATSIOONI [5] NING EI VÄHENDA KESKKONNA KVALITEETI MUUL VIISIL. TIHTI KORRELEERUVAD MÜRA VÄHENDAMISE MEETMED KA ÕHU SAASTATUSE VÄHENDAMISEGA, SEEGA MEETODITE KULUEFFEKTIVSUSE ANALÜÜS EELDAB KA ERINEVATE VALDKONDADE VAHELIST KOORDINATSIOONI JA KOOSTÖÖD [7].



KUJUTLUSPILT HELIMAASTIKUST

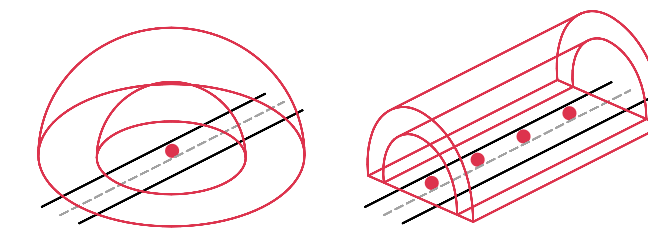
### 3 TEOREETILINE RAAMISTIK

### 3.1 AKUSTIKA TEOORIA ÜLEVAADE / MÕÕDETAV

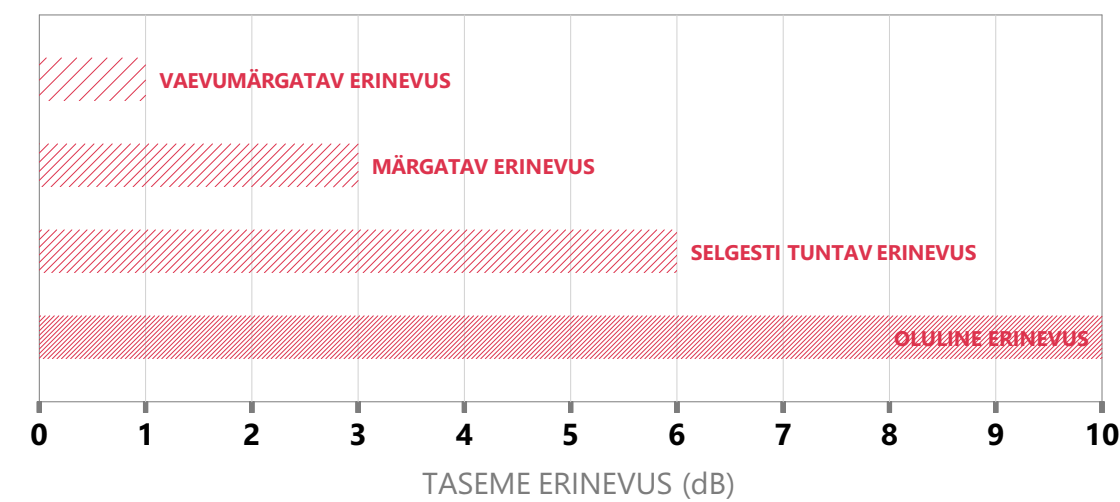
**HELI** ON ÕHUS VÕI MUUS KESKKONNAS ESINEV RÕHU MUUTUMINE, MIS KULGEB LAINELISE LIIKUMISENA. INIMESE JAOKS ON OLULISEMAKS HELI KIRJELDAVAKS SUURUSEKS HELIRÕHK, MILLELE INIMESE KÕRV REAGEERIB NING MIS ESINDAB RÕHU ERINEVUST ATMOSFÄÄRI RÕHUST. HELIRÕHU TASET MÕÕDETAKSE LOGARITMILISTE SUURUSTENA DETSIBELLIDES ULATUSES 0-160 dB. [3]

**KUNA** INIMESE KÕRV ON TEATUD SAGEDUSTEL TUIMEM NING TEISTEL TUNDLIKUM, KASUTATAKSE MÜRA MÕÖTMISEL FILTRIT EHK SAGEDUSKORREKTSIOONI, MIS IMITEERIB INIMKÕRVA KUULMIST. KESKKONNAMÜRA KORRAL ON PEAMISELT KASUTUSES A-KORREKTSIOON. [3]

**HELIRÕHUTASEMED** SUMMEERUVAD LOGARITMILISELT, MITTE ARITMEETILISELT, MISTÕTTU VÄHENEV JOONALLIKA KORRAL KAUGUSE KAHEKORDISTUMISEL HELITASE 3 dB(A) VÕRRA NING PUNKTALLIKA PUHUL 6 dB(A) (JONIS 3.2) [3]. HELITUGEVUSE LANGUS SÕLTUB LISAKS KA TEMPERATUURIST, TUULEST NING PINNASEST. 10 dB(A) SUURUST ERINEVUST TUNNETAVAD INIMESED KAKS KORDA SUUREMA TASEMENA NING ALLA 3 dB(A) ULATUSES ON HELITASEME MUUTUSED ENAMIKE JAOKS VAEVU MÄRGATAVAD (JONIS 3.1).



JONIS 3.2 / HELI LEVIMINE PUNKTALLIKA (ÜKSIK AUTO) JA JOONALLIKA (SÕIDUTE) KORRAL / ORIGINAALJONIS [3, LK 45]



JONIS 3.1 / HELI TASEME MUUTUSE ERISTATAVUS / ORIGINAALJONIS [88, LK 164]

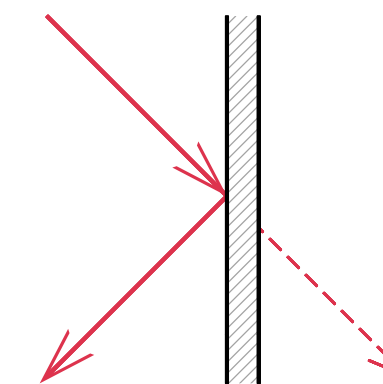
**EUROOPAS HINNATAKSE** PÄEVASE, ÕHTUSE JA ÕISET MÜRA INDIKAATORITEGA  $L_{day}$ , LEVENING NING LNIGHT. LISAKS ON KASUTUSES  $L_{den}$  EHK ÖÖPÄEVARINGNE KESKMINNE ENERGEETILINE TASE. EESTIS ON MÜRATASEMED NORMITUD EKVALENTSE HELIRÕHUTASEMEGA  $L_{Aeq}$ . MIS ISELOOMUSTAB AJAS MUUTUVAT MÜRA NAGU SÕIDUTE NING PEAB ERALDI MÄÄRATUD OLEMA PÄEVAL JA ÕSELE INDIKAATORITEGA  $L_d$  JA  $L_n$ . INIMESED TOETUVAD PIGEM MÜSTRITELE NING OLULISTELE MOMENTIDELE, MITTE KÕIKIDE KOGEMUSTE KESKMISELE HINNANGULE, MIS EI ÜHTI PRAEGUSTE HELITASEMETE MÕÖTMISE SÜSTEEMIGA, KUS ENAMASTI HINNATAKSE KESKMISI MÜRATASEMEID [16].

**MÜRAEMISSIOON** EHK ALLIKA POOLT ALGSELT TEKITATAV HELIVÕIMSUSTASE  $L_w$  EI OLE KESKKONNAS OTSESELT PROBLEEMIKS. PROBLEEME TEKITAB KONKREETSE OBJEKTI, INIMESE VÕI KESKKONNANI JÕUDEV TASE  $L_p$ , MIS ISELOOMUSTAB ALLIKA PÕHJUSTATUD HELIRÕHUTASET TEATUD KAUGUSEL EMISSIOON, MIDA KEEGI EI KUULE, EI OLE MÜRA, MISTÕTTU PIIRATAKSE EELKÕIGE MÜRATASEMEID, MIS OMAKORDA VÕIB TEKITADA VAJADUSE KA MÜRAEMISSIOONI PIIRAMISEKS. [3]

**MÜRA NORMITAKSE** TAOTLUS-, PIIR- KRIITILISE JA MAKSIMAALSE TASEMEGA (VT. LISA 1). UUTELE PLANEERINGUTELE NING OLEMASOLEVA MÜRAOLUKORRA PARANDAMISEKS ESITATAKSE MÜRA TAOTLUSTASE NING OLEMASOLEVA OLUKORRA HINDAMISEL JA UUTE EHITISTE PROJEKTEERIMISEL OLEMASOLEVALE HOONESTATUD ALALE SEATAKSE ETTE MÜRA PIIRTASE, MILLE ÜLETAMISEL TULEB RAKENDADA MEETMEID MÜRA VÄHENDAMISEKS. MÜRA MAKSIMAALTASE ISELOOMUSTAB MINGIL MOMENDIL TEKITATUD MAKSIMAALSET HELRÕHUTASET NAGU NÄITEKS LENNULIIKLUS NING MÜRA KRIITILINE TASE ISELOOMUSTAB OLEMASOLEVA OLUKORRA HINDAMISEL HALBA MÜRAOLUKORDA, MIS PÕHJUSTAB TERVISEKAHJUSTUSI.

**HELINELDUVUS** ISELOOMUSTAB, KUI PALJU HELIENERGIAT TAGASI PINNALT PEEGELDUB. TÄIELIKULT HELIPEEGELDAVAT PINDA EI OLE NING HELI PEEGELDUMINE ERINEB VASTAVALT SAGEDUSTELE. PINNALT PEEGELDUDES ANNAB HELILAINE OSA OMA ENERGIAST ÄRA LÄBI NEELDUMISE. HELI SUMMUTAMISEL TOIMUB ÜLDINE HELITASEME VÄHENEMINE.

**HELI ON VÕIMALIK HAJUTADA** EBATASASUSTEGA. EBAKORRAPÄRANE MUSTER HAJUTAB LEVI LAIAS SAGEDUSVAHEMIKUS, VÄHENDADES SELLEGA JÄRELKÕLAKESTUST EHK AEGA, MILLE VÄLTSEL HELIENERGIA TASE LANGEB 60 dB VÕRRA.



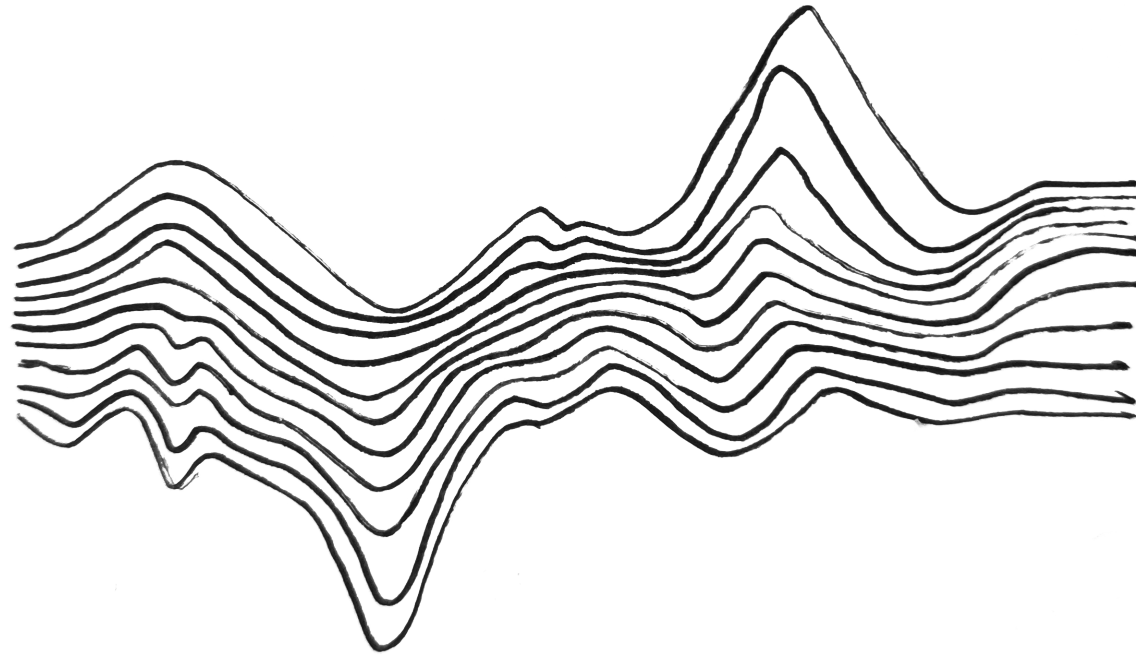
JONIS 3.3 / HELI PEEGELDUMINE

### 3.2 HELIMAASTIKU KONTSEPT / TUNNETATAV

#### 3.2.1 AJALUGU

1920. AASTATEL VIITAS SAKSA PSÜHHOLOOG WILLY HELLPACH MAASTIKU ELEMENTIDELE, MIS ON TAJUTAVAD LISAKS NÄGEMISELE, KA LÄBI KUULMISE, HAISTMISE JA KOMPAMISE NING TEMA TÖÖ VÕTTIS ÜLE SOOME GEOGRAAF JOHANNES GABRIEL GRANÖ, DEFINEERIDES ESIMESENA AKUSTILISE FENOMENI LIIGITUSE [17]. 20. SAJANDI TEISES POOLES HAKKAS LINNAPLANEERIMINE LIIKUMA HOLISTILISEMATE LÄHENEMISTE SUUNAS, VÕTTES ARVESSE KA TEISI LINNARUUMI TUNNETAMISE VORME, PEALE NÄGEMISE [18]. KUIGI KEVIN LYNCHI ÕPETUSED 1960NDATEL ON PEAMISELT SEOTUD LINNA VISUAALSE TUNNETUSEGA, OLI ÜKS TEMA KAASTÖÖTAJATEST MASSACHUSETTSI TEHNOLOOGIAINSTITUUDIS, MICHAEL SOUTHWORTH ÜKS ESIMESI, KES TUTVUSTAS HELILISE KESKKONNA IDEED LINNAPLANEERIMISSE NING ARENDAS VÄLJA ESIMESED NÄITED LINNA HELIDE KAARDISTAMISEST [19].

**HELIMAASTIKU** TERMINI KINNISTAS TEED RAJAVA TEADUSTÖÖGA 1960. AASTATE LÕPUS MUUSIK JA HELILOOJA MURRAY SCHAFER. TA NÄGI HELIMAASTIKKU KUI MUUSIKALIST HELITEOST, MIDA ON VÕIMALIK UURIDA JA ANALÜÜSIDA SARNASELT MAASTIKULE [16]. SCHAFER ÜRITAS LUUA METODOLOOGIAID, ET HINNATA OBJEKTIIVSULT HELIMAASTIKKU NING KASUTADA SEDA VÄLISKESKKONNA KUJUNDAMISEKS [17]. TEMA KÄSITLUSES OLI HELIMAASTIK JAOTUNUD ELEMENTIDEKS NAGU VÕTMENOODID EHK MAASTIKU PÕHIHELID, MIDA TEKITAVAD GEOGRAAFILISED JA KLIIMATINGIMUSED, SIGNAALID EHK JÄRSUD VÕI HÄIRIVAD HELID ESIPLAANIL NING HELIMÄRGID, LÄBI MILLE INIMENE KOHTA IDENTIFITSEERIB. 1960. AASTATE LÕPUS NING 1970. AASTATE ALGUSES VIIDI LÄBI MAAILMA HELIMAASTIKU PROJEKT, MIS KASVAS VÄLJA SCHAFERI PÜÜDLUSEST JUHTIDA TÄHELEPANU HELILISELE KESKKONNALE LÄBI MÜRAREOSTUSE PROBLEEMI [11].



JOONIS 3.4 / ILLUSTRATSIOON HELIMAASTIKUST

### 3.2 HELIMAASTIKU KONTSEPT / TUNNETATAV

#### 3.2.2 HELIMAASTIK

**HELIMAASTIK** ON KONTEKSTIPÕHINE HOLISTILINE KONTSEPT, MIS EKSISTEERIB LÄBI INIMISE JA ÜHISKONNA TAJU NING KESKENDUB SELLELE, KUIDAS KUULAJA RUUMI KOGEB. INIMENE TAJUB KESKONDA, MILLES TA VIIBIB, MULTISENSOORSENA NING SELLE TUNNETUS EI PIIRDU AINULT NÄGEMISEGA [20]. HELIMAASTIK KUI MAASTIKU AKUSTILINE VASTE ON DEFINEERITUD ISO 12913-1-S KUI „INIMISE POOLNE AKUSTILISE KESKKONNA TAJU TEATUD KONTEKSTIS, SISALDADES FÜSIOLOOGILISI JA PSÜHHOLOOGILISI REAKTSIOONE“. HELIMAASTIKEGA TEGELEV AKUSTIKAPROFESSOR WILLIAM J. DAVIES ON DEFINEERINUD HELIMAASTIKU KUI „ASUKOHA KÕIKIDE HELIDE KOGUM, RÕHU ASETUSEGA INDIVIIDI VÕI ÜHISKONNA HELILISE KESKKONNA MÕISTMISE TAJUMISEL JA VASTASMÕJUL“ [21]. HELID ON OLULISEKS KOMPONENDIKS OSAKS LINNA IDENTITEEDIST JA OLULISEKS LINNAPLANEERIMISE TAHUKS.

**KUID** MIKROFON EI TÕOTA SAMAMOODI NAGU FOTO MAASTIKUST [22]. KUIGI NII HELI KUI KA VALGUS ON LAINELISED FENOMENID, ERINEB HELILINE TAJU VISUAALSEST TUNNETUSEST MITMEL VIISIL. ERINEVALT VISUAALSEST RUUMIST, MIS ON VAATESEKTORI PÕHINE JA PIIRITLETUD, ON AKUSTILINE RUUM ASUKOHATU, KÕIKJALVIIBIV NING SELGETE PIIRIDETA. HELI RÕHUTAB PIGEM RUUMI ENNAST, MITTE KONKREETSEID ELEMENTE ANTUD RUUMIS. VÕRRELDES NÄGEMISEGA ON KUULMISMEEL SUHTLISELT PASSIIVNE NING HELI TAJUMINE ÜLDISELT INFORMATSIOONIVAENE, KUID EMOTSIOONIROHKE. INIMESED ON TIHTI LIIGUTATUD MUUSIKATEOSE POOLT, ÄRRITATUD HÄIRIVATE HELIDE POOLT VÕI RAHUSTATUD TEATUD LOODUSHELISID KUULDES [11]. ME OLEME PÜSIVALT

ÜMBRITSETUD HELIDEST JA MEIE KÕRVAD KUULAVAD ALATI. ME TÖÖTELEME KAS TEADLIKULT VÕI ALATEADVUSES MÜRA, MIS MEID ÜMBRITSEB, SEDA KA MAGADES. [16]

**KUIDAS** VÕETAKSE ANTUD KESKKONNAS VASTU HELISID EHK MILLISENA TAJUTAKSE HELIMAASTIKKU, ON MÕJUTATUD KA ANTUD KESKKONNA MITTE-HELILISTEST ELEMENTIDEST JA VASTUVÕTJA ISIKLIKEST DIMENSIOONIDEST (VT PTK 4.3). HELIMAASTIKU KONTSEPTIL PÕHINEV MÜRA VÄHENDAMISELE LÄHENEMINE HAARAB ENDASSE KA KÕIK LÄHIKESKKONNA ELEMENDID, MIS MÕJUTAVAD HELIDE POSITIIVSETE VÕI NEGATIIVSETE REAKTSIOONIDE ESINEMISI. SELLINE LÄHENEMINE ANNAB UUED LAHENDUSED OLUKORDADELE, KUS MÜRATASEME VÄHENDAMINE EI OLE VÕIMALIK VÕI MÕISTLIK NING EI GARANTEERIKS TAJUVALT PAREMAT KESKKONDA. TEATUD TASEMEST ALATES EI HINDA KESKKONNAS VIIBIJA SELLE KVALITEETI ENAM HELITASEME VAID HELI ISELOOMU JÄRGI, NING STRESSI EI TEKITA KÕRGE HELITASE VAID HELI HÄIRIVUS. SEEGA ON OLULINE PÕÖRATA TÄHELEPANU HELIDE KÕIKIDELE OMADUSTELE MITTE AINULT NENDE TASEMELE.

**LISAKS** OTSESELE MÕJULE TEATUD HELILISES KESKKONNAS VIIBIDES, OMAB KVALITEETNE HELIMAASTIK KA KAUDSEMAID JA PIKAAJALISEMAID TAGAJÄRGI, OLLES SEOTUD KESKKONNA ÜLEÜLDISE HINNANGUGA JA SEELÄBI KUJUNDADES INIMESTE LINNARUUMI KASUTAMISE HARJUMUSI NING TUNNETUSLIKKE SEOSEID ERINEVATE KOHTADEGA. NÄITEKS, MILLISTES PARKIDES EELISTATAKSE KÄIA LASTEGA MÄNGIMAS NING MILLISED PARGID EI MÕJU TURVALISENA, MILLIST MARSRUUTI MÕÖDA LINNAS LIIKUDA NING MILLISEID TRAJEKTOORE VÄLTIDA, MILLINE VÄLJAKURUUM MÕJUB ÕHTUL KÕLEDANA NING MILLISEST KOSTUB KUTSUV INIMESTE SUMIN.

**OLULINE** ON ERISTADA, ET HELIMAASTIK ON KONTSEPT NING HELIKESKKONNA TÕLGENDUS. KUI MÜRA ON KESKKONNAREOSTAJA JA MÜRA VÄHENDAMISE SIHTMÄRGIKS, SIIS HELIMAASTIKU EI SAA SAMAVÄÄRSELT SIHTMÄRGIKS VÕTTA [14]. HELIMAASTIK ISE EI OLE EI HEA EGA KA HALVA AKUSTIKAGA KESKKOND NING KA MÜRA ON HELIMAASTIKU KOMPONENT.

#### 3.2.3 HINDAMINE

**STANDARDITE** DEFINEERIMISE EELISTATAKSE HELI REGULEERIMIST KVANTITATIIVSETES TERMINITES, MIDA ON LIHTNE MÕÖTA JA HINNATA. VAADATES HOONE SISEMUST, ON EESMÄRGIKS SAAVUTADA PIISAVALT VAIKNE OLUKORD NING SALLEKS PIISAV HELIISOLATSIOON, KUID VÄLISE KESKKONNA JAOKS EI OLE VÕIMALIK UNIVERSAALSelt IDEAALSEID HELIMAASTIKU OMADUSI DEFINEERIDA. LINNA HELIMAASTIKU KUJUNDAMISE EESMÄRKI EI OLE VÕIMALIK TAANDADA VÕIMALIKULT LAIAULATUSLIKULT VAIKUSE LOOMISEKS. [23]

**HELIMAASTIK** KIRJELDAB, KUIDAS ANTUD KONTEKSTIS VIIBIJA TUNNETAB VASTAVAT AKUSTILIST KESKKONDA NING JÄÄB SEETÕTTU ALATI KONTEKSTIPÕHISEKS NING SUBJEKTIIVSEKS. ET LUUA TÄIELIK JA RAKENDATAV KONTEKSTIL PÕHINEV HELIMAASTIKU TEOORIA, TÄHENDAKS KÕIKSUSE TEOORIA LOOMIST [16]. KUID NII NAGU ON MUUSIKAPSÜHHOLOOGIA VALDKONNAS PÕHJALIKULT UURITUD MUUSIKA ERINEVATE ELEMENTIDE JA INIMISE PSÜHHOLOOGIA VAHELISI SEOSEID, ON VÕIMALIK SARNASEID LÄHENEMISI RAKENDADA KA HELIMAASTIKU HINDAMISSE.

**M**UUSIKA KASUTAMIST NII FÜÜSILISTE KUI KA VAIMSETE HAIGUSTE RAVIMISEKS ON DOKUMENTEERITUD TUHANDEID AASTAID. NII MUUSIKA KUI KA IGA TEINE HELI VÕIB ESILE KUTSUDA EMOTSIONAALSE REAKTSIOONI [24]. PSÜHHOLOOGILISED EKSPERIMENDID ON DEMONSTRERINUD, ET KEHA JA AJU REAGEERIVAD LISAKS LIHTSALT MÜRATASEMELE KA SELLE EMOTSIONAALSELE TÄHENDUSELE NING POSITIIVSED HELIMAASTIKUD TEKITAVAD POSITIIVSEID EMOTSIOONE [21]. ON TEATUD ELEMENDID, KOOSKÖLAD JA KOMBINATSIOONID, MILLEGA LUUAKSE KAS POSTIIVSEID VÕI NEGATIIVSEID SEOSEID NING MIDA SAAB LUGEDA VALDAVA ENAMUSE JAOKS KAS MEELDIVAKS VÕI HÄIRIVAKS. HELI MÕÕDETAVID OBJEKTIIVSEID OMADUSI, NAGU INTENSIIVSUS, MUUTUMINE AJAS, KARETUS, KÕIKUMISTE ULATUS, SAGEDUSSPEKTER ON VÕIMALIK SIDUDA HELIMAASTIKU SUBJEKTIIVSETE HINNANGUTEGA JA SEELÄBI POTENTIAALSelt TEATUD ULATUSES KASUTADA AKUSTILISI MÕÕTMISI KA HELIMAASTIKU ANALÜÜSIMISEKS [23].

### 3.2.4 RAKENDAMINE

**T**ULENEVALT MÜRAREOSTUSE PROBLEEMI ULATUSEST, ON VIIMASTEL AASTATEL KASVANUD TÄHELEPANU HOLISTILISTELE LÄHENEMISTELE HELIMAASTIKU KAARDISTAMISEL. OLULISEMAT MÕJU AVALDAB HELIMAASTIKU LÄHENEMINE OLUKORDADES, KUS PROBLEEME TEKITAVAD KESKMISE TUGEVUSEGA HELID, EHK HELID, MIS PILTLIKULT MAHUVAD KASUTUSELOLEVATE PIIRANGUTEULATUSSENINGASUKOHTADES, KUS MÜRATASEMETE VÄHENDAMINE EI OLE VÕIMALIK. VISUAALNE ASPEKT ON ALATI OLNUD MÄÄRAVAKS ARHITEKTUURIS JA LINNAPLANEERIMISEL, KUID HELILISE TAJU ROLL ON JÄRJEST ENAM TUNNUSTUST SAAMAS NING RAHVUSVAHELISED STANDARDID ON LIIKUMAS UUE LÄHENEMISE POOLE KESKKONNAMÜRA HINDAMISEL, MIS ULATUB KAUGEMALE, KUI AINULT MÜRATASEMED.

**K**UIGITÖÖ KOOSTAMISE HETKEL ON VASTAVA IDEERAKENDAMINE PIGEM SELGITAVAS NING IDENTIFITSEERIVAS FAASIS, ON JUST SELLES SUUNAS LIIKUMAS ÜLEMAAILMNE HELIKESKKONNA HINDAMINE. HELIMAASTIKU STANDARDISEERIMISEKS ON VAJALIK LEIDA KORRELATSIOONE MÕÕDETAVIDE HELI OMADUSTE NING NENDE PSÜHHOAKUSTILISTE MÕJUDE VAHEL NING LUUA ÜHINE KEEL VÄLISE HELIMAASTIKU KONTSEPTI JA TERMINITE JAOKS, ET TAGADA ALUS ERINEVATE AKADEEMILISTE DISTSIPLIINIDE JA KUTSELISTE ALADE VAHELISEKS SUHTLUSEKS [25]. ERINEVATES KOHTADES JA KONTEKSTIDES ON INIMESTE EELISTATUD AKUSTILINE KESKKOND ON VÄGA LAIALT VARIEERUV. ESMANE EESMÄRK IGASUGUSE HELIMAASTIKU HINDAMISE STANDARDISEERIMISELE LÄHENEMISEKS PEAKS OLEMA KOGU NENDE EELISTUSTE ULATUSTE JA SEOSTE IDENTIFITSEERIMINE [25].

### 3.3 AKUSTILISELT KVALITEETNE KESKKOND

**T**OOTE HELI KVALITEEDI TERMIN LOODI 1980. AASTATEL, VÄLJENDADES IDEED, ET AKUSTILISTEL EMISSIOONIDEL ON LISAKS HELITASEMELE KA TEISI OMADUSI [11]. RUUMI PUHUL TÄHENDAB HEA AKUSTIKA, ET RUUM VASTAB TALLE ETTENÄHTUD OTSTARBELE, SEALJUURES ÜMBRITSEVATE RUUMIDE OTSTARVET KAHJUSTAMATA. NAGU RUUMIAKUSTIKA PUHUL EI SAA ILMA KONTEKSTI TEADMATA ÕELDA, KAS VAADELDAVA RUUMI AKUSTIKA ON HEA VÕI HALB, ON KA HELIMAASTIKU KVALITEEDI HINDAMINE KONTEKSTIPÕHINE JA SÕLTUB SELLE EESMÄRGIST.

**V**ÄLISRUUMIS VÕIB VASTAVAT SEOST TÕLGENDADA, ET ANTUD KESKKONNA AKUSTILISED TINGIMUSED ON SOBILIKUD ANTUD RUUMIS ETTE NÄHTUD TEGEVUSTEKS, NAGU LIIKLEMINE, SUHTLEMINE, MÄNGIMINE, SIGNAALIDE LUGEMINE, NING EI PÕHJUSTA SAMAAEGSELT PROBLEEME ÜMBRITSEVATES KESKKONDADES JA SISERUUMIDES. ERINEVALT RUUMIAKUSTIKAST, MÕJUTAB LISAKS FUNKTSIONAALSELE SOBIVUSELE AKUSTILISE VÄLISKESKKONNA KVALITEETI KA HELI MEELDIVUS NING HELIALLIKA IDENTIFITSEERITAVUS [11]. VAIKUS EI TÄHENDA ILMTINGIMATA KVALITEETI NING KA VAIKSED PIIRKONNAD TULEKS ÜMBER MÕTESTADA HEA AKUSTILISE KVALITEEDIGA PIIRKONDADEKS.

### 3.4 AUTOMÜRA

**H**ELID ON INIMKONNA JAOKS OLULISE TÄHTSUSEGA, AIDATES TAJUDA KESKKONDA, MILLES VIIBIME, HOIATADA OHTUDE EEST NING ANDES MEILE MUUSIKA JA KÕNE EELISED. SEE VÕIB MEID RAHUSTADA JA ERGASTADA, SEE VÕIB KUTSUDA ESILE RÕÖMU VÕI KURBUST [26]. KUID ÜLELIIGNE NING TERVIST KAHJUSTAV HELI MUUTUB MÜRAKS. MÜRA ON ERI SAGEDUSE JA INTENSIIVSUSEGA HELIVÕNGETE KOGUM JA SEDA VÕIB DEFINERIDA KUI SOOVIMATUT HELI, MIS HÄIRIB JA KAHJUSTAB TERVIST, SEEGA ON MÜRA TUNNUSED OLEMUSLIKULT HELI OMADUSED. INIMESED REAGEERIVAD MÜRALE LÄBI OMA NÄRVISÜSTEEMI LISADES SEL HETKEL MÜRA HINNAGULE TEATUD KOGUSE SUBJEKTIIVSUST, KUID MADALATEL JA KÕRGETEL HELITASEMETE PIIRDEL ON MÕJU INIMESTELE SELGE, NÄITEKS 30 DB(A) EI OLE HÄIRIV, KUID 120 DB(A) ON KINDLASTI HÄIRIV KÕIKIDE KUULAJATE JAOKS [26].

**A**UTODE POOLT TEKITAV MÜRA VÕIB PIDADA VALDAVA ENAMUSE JAOKS HÄIRIVAKS, TULENEDES SELLE ÜLDISELT VALJUST OLEMUSEST (KÕRGEST HELITASEMEST) NING ESINEMISTIHEDUSEST. KA MEELDIV MUUSIKALINE TEOS VÕIB MUUTUDA HÄIRIVAKS, KUI SEDA IGAPÄEVALELT ERINEVATE TEGEVUSTE SAATEKS KUULATA ILMA VÕIMALUSETA SELLE ESINEMIST KONTROLLIDA. LISAKS ON INIMESED LIIKLUSMÜRAGA KESKKONNAS VÄHEM TEADLIKUD END ÜMBRITSEVAST KESKKONNAST [16], MÕJUDES NEGATIIVSELT KA LIIKLUSOHUTUSE VAATEPUNKTIST.

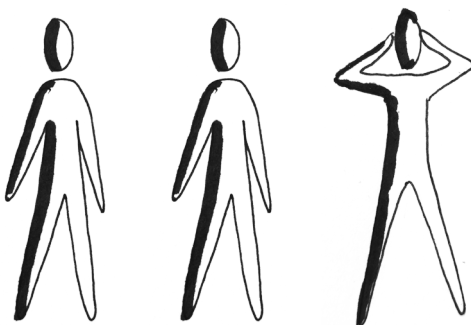
### 3.5 MÜRA MÕJU TERVISELE

**M**ÜRA MÕJU TERVISELE ESINEB NII KOHESTELT KUI PIKAAJALISELT, FÜÜSILISELT NING PSÜHHOLOOGILISELT JA NII OTSESELT KUI KA KAUSSELT. ALATES MAAILMA TERVISEORGANISATSIOONI KESKKONNAMÜRA JUHENDI [5] PUBLITSEERIMISEST 1999. AASTAL ON OLNUD MÄRKIMISVÄÄRNE TÕUS UURINGUTE ARVUS JA KVALITEEDIS SEOS KESKKONNAMÜRA MÕJUGA TERVISELE. LAIALDASELT LEVINUD KOKKUPUUTE TÕTTU ON AUTODE POOLT PÕHJUSTATUD KESKKONNAMÜRA OLULISEKS OSAKS MAAILMA HAIGUSKOORMUSEST, OLLES SEOTUD LISAKS OTSESELE KUULMISKAHJUSTUSELE KA MITMETE TERVISEPROBLEEMIDEGA NAGU SÜDAME- JA VERESOONKONNA HAIGUSED, DIABEET, KOGNIITIVSED KAHJUSTUSED, UNEHÄIRED, VAIMNE TERVIS JA ÜLEÜLDINE HEAOLU.

**K**UIDAS MÜRA TERVIST MÕJUTAB, SÕLTUB LISAKS FÜÜSIKALISTELE OMADUSTELE KA INIMESE SUBJEKTIIVSELE MÜRA TAJUMISELE [3]. PEAMISED NEGATIIVSED TÕLGENDUSED HELI KOKKUPUUTEST ON HÄIRITUS JA STRESS NING NENDEST TULENEVAD KÕRVALPRODUKTIDEST ON KÕIGE PÕHJALIKUMALT UURITUD UNE HÄIRITUST, ÕPPIMISHÄIRED NING EMOTSIONAALSED SEISUNDID [24]. MAAILMA TERVISEORGANISATSIOONI HINNANGUL [1] ON TULENEVALT LIIKLUSMÜRAST IGA KOLMAS ELANIK PÄEVASEL AJAL HÄIRITUD NING ÜKS VIEST KANNATAB UNE HÄIRITUSE ALL. EESTIS ON MÜRA POOLT HÄIRITUD 2017. AASTA SEISUGA 46 635 INIMEST NING ON HINNATUD, ET LIIKLUSEST TULENEVA MÜRA TÕTTU KAOTATAKSE 2391 Tervet ELUSAASTAT EHK DALY-T AASTAS [9].

### MÕJU HINDAMINE

**2**011 AASTAL ANDSID MAAILMA TERVISEORGANISATSIOONI EUROOPA REGIONAALBÜROO JA EUROOPA KOMISJON VÄLJA ARUANDE SEOS KESKKONNAMÜRA KOORMUSEST INIMESE TERVISELE, VÄLJENDADES SEDA Tervete ELUAASTATE KAOTUSENA LÄÄNE-EUROOPAS TULENEVALT KESKKONNAMÜRAST [1]. KESKKONNAMÜRA HINDAMISEKS ON KASUTUSELE VÕETUD MÕÕTÜHIKUKS DALY, MIS VASTAB ÜHELE KAOTATUD TERVISLIKULE ELUAASTALE. DALY EESMÄRGIKS ON OLLA UNIVERSAALSEKS INDIKAATORIKS, MILLEGA ISELOOMUSTADA INIMKONNA TERVISEGA SEOTUD KAHJU NING SEE ARVESTAB NII OTSESELTE KAOTATUD ELUAASTAID KUI KA PROBLEEMIST TINGITUD TERVISLIKE KAHJUDEGA ELATUD AASTAID [27]. HINNANGULINE KOORMUS LIIKLUSMÜRA NEGATIIVSEST MÕJUST TERVISELE ON LIGI 400-1500 DALY-T MILJONI INIMESE KOHTA. ANTUD ARV VÕTAB ARVESSE HELITASEMEID  $L_{night} \geq 50$  dB NING  $L_{den} \geq 55$  dB JA JÄTAB KÕRVALE MADALAMAD HELITASEMED, MILLEST VÕIB EELDADA ANTUD NUMBRITE ALAHINDAMIST [28]



JOONIS 3.5 / IGA KOLMAS INIMENE ON PÄEVASEL AJAL MÜRAST HÄIRITUD

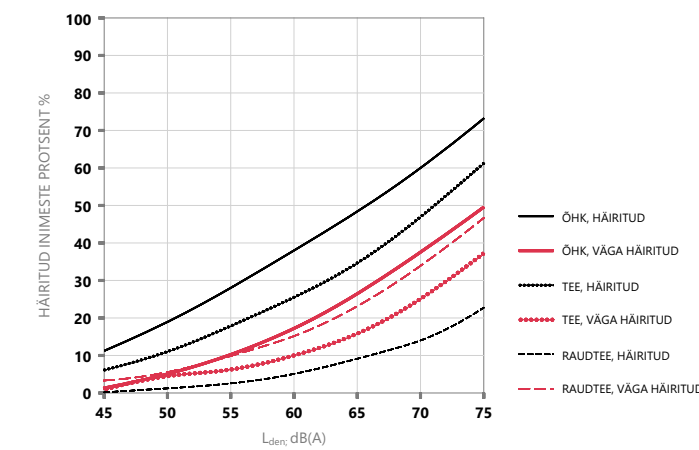
## FÜSIOLOOGILINE

MÜRAROHKETE TÄNAVATE ÄÄRES ELAVATELE INIMESTELE VÕIB MÜRAL OLLA TUGEVI, NII AJUTINE KUI KA PÜSIV MÕJU FÜSIOLOOGILISTELE FUNKTSIOONIDELE. PIKAAJALINE KOKKUPUUDE MÜRAGA PÕHJUSTAB NII PSÜHHOLOOGILIST KUI KA FÜSIOLOOGILIST STRESSI, NING VÕIB VIIA ORGANISMI TASAKAALUST VÄLJA, MÕJTADA AINEVAHETUST NING SÜDAME-VERESONKONDA [29]. FÜSIOLOOGILISTEST HELI MÕJUDEST ON KÕIGE OTSESEM VÄGA KÕRGETE HELITASEMETEGA SEOTUD KUULMISKAHJUSTUS VÕI TINNITUS, KUID PÜSIVATE KÕRGEMATE AUTOMÜRA TASEMETEGA KUNI 75 dB(A) SEDA EI SEOSTATA [5].

FÜSIOLOOGILISELT EI MÕJUTA INIMESE TERVIST AINUÜKSI OTSESENE KOKKUPUUDE KÕRGETE HELITASEMETEGA, VAID ENAMUS FÜSIOLOOGILISTEST HELI MÕJUDEST PÕHINEVAD PSÜHHOLOOGIAL JA HELI SUBJEKTIIVSEL TÕLGENDAMISEL HELI NEGATIIVSEST TÕLGENDAMISEST TULENEV STRESS PÕHJUSTAB NEGATIIVSE FÜSIOLOOGILISE TAGAJÄRJE. SÜDAME-VERESONKONNA HAIGUSED ON OBJEKTIIVSELT MÕÕDETAVID, MÕJUTAVAD PALJUSID INIMESI NING VÕIVAD OMAKORDA PÕHJUSTADA EDASISI SUUREMAID TERVISEPROBLEEME [2]. PEAMISELT ON NEED SEOTUD KÕRGE VERERÕHU NING ISHEEMILISTE HAIGUSTEGA, MIDA MÕLEMAT SEOSTATAKSE MÜRA POOLT PÕHJUSTATUD STRESSIGA [24]. LISAKS VÕIB MÜRA KUTSUDA ESILE ENNEAEGSEID SÜNNITUSI [2]. TULENEVALT SELLEST, ET ENAMUS KOKKUPUUTEID HELIDEGA ON SEOTUD MADALAMATE HELITASEMETEGA, MIS OTSESEID KUULMISKAHJUSTUSI EI PÕHJUSTA, ON JUST PSÜHHOLOOGILISED MÜRA MÕJUD, MIS OMAKORDA VÕIVAD VÄLJENDUDA FÜSIOLOOGILISTE PROBLEEMIDENA, LAIALDASEMALT LEVINUD NING PÕHJALIKUMALT UURITUD [24].

## HÄIRITUS

HÄIRITUS ON KÕIGE SAGEDASEM KAEBUS SEoses KESKKONNAMÜRAGA, MÕJUTADES SUURT OSA INIMESTEST NING ESINEDES ISEGI VÕRDLEMISI MADALATEL HELITASEMETEL. MÜRA HÄIRIVUST SAAB KIRJELDADA TEATUD AKUSTILISES KESKKONNAS NEGATIIVSE SUBJEKTIIVSE REAKTSIOONINA, MIS SISALDAB TAHTMATUT TÄHELEPANU KÕRVALEJUHTIMIST, RAHU RIKKUMIST, SEGAMIST, EBAMEELDIVUST AND ÄREVUST [30]. SEE VÕIB TULENEDA IGAPÄEVASTE TEGEVUSTE, TUNNETE, MÕTETE, UNE JA PUHKAMISE SEGAMISEST NING VÕIB ENDAGA KAASA TUUA NEGATIIVSEID REAKTSIOONE NAGU VIHA, PAHAMEEL, VÄSIMUS JA TEISI STRESSIGA SEOTUD SÜMPTOMEID [29]. HÄIRIVUS EI VARIEERU AINULT TULENEVALT HELI ISELOOMUST JA ALLIKAST, VAID KA SUURES OSAS MITTE-AKUSTILISTEST SOTSIAALSETEST, PSÜHHOLOOGILISTEST NING MAJANDUSLIKEST TEGURITEST [5]. JOONIS 3.6 ON NÄIDATUD ERINEVATEST MÜRATASEMEST HÄIRITUD INIMESTE PROTSENDID VASTAVALT ERINEVALELE LIIKLUSMÜRA ALLIKATELE.

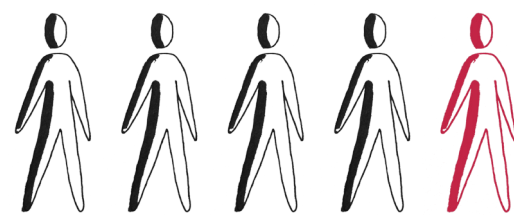


JOONIS 3.6 / SUHE MÜRATASEME NING SELLEST HÄIRITUD INIMESTE PROTSENDI VAHEL / ORIGINAALJOONIS [11, LK 22]

KESKKONNAMÜRA EI PEETA OTSESEKS VAIMSETE HAIGUSTE PÕHJUSTAJAKS, KÜLL AGA ON EELDATUD, ET SEE VÕIB KIIRENDADA JA VÕIMENDADA PEIDETUD HAIGUSTE ARENGUT [5]. PIDEVAD MÜRATASEMED VÕIVAD AIDATA KAASA DEPRESSIOONI NING ÄREVUSE TEKKELE JA PÕHJUSTADA LASTEL KÄITUMISHÄIREID JA HÜPERAKTIIVSUST. KAUSSELT SAAB SIDUDA AGA MÜRATASEMEID SELLEGA, ET MÜRAST PÕHJUSTATUD MAGAMISE HÄIRETE JAOKS VÕETAKSE KASUTUSELE RAVIMEID NING UNETABLETTE, MIS OMAKORDA VÕIVAD MÕJUTADA VAIMSET TERVIST.

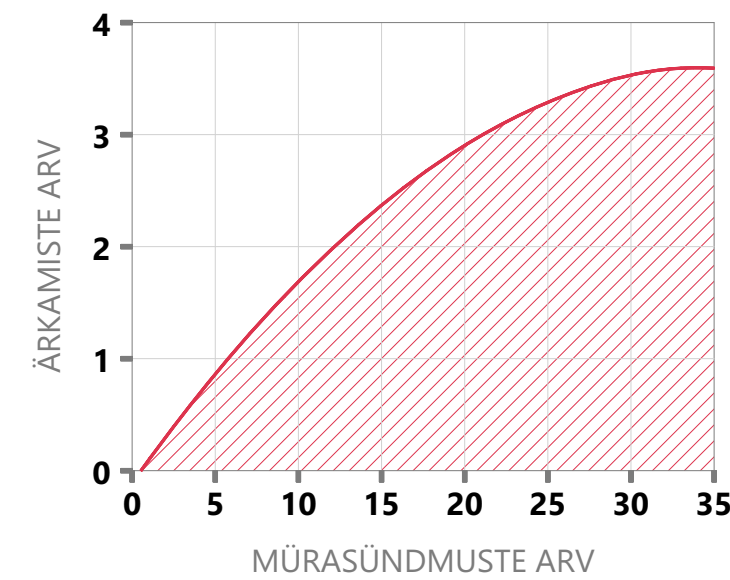
## UNE HÄIRED

HEA FÜSIOLOOGILISE JA PSÜHHOLOOGILISE TERVISE EELDUSEKS ON HÄIRIMATA UNI. PIDEVATE MÜRA HÄIRINGUTE PEAMISTEKS MÕJUDEKS MAGAMISE AJAL ON ÄRKAMISED, MUUDATUSED UNE FAASIDES JA SÜGAVUSES, KÕRGENENUD VERERÕHK JA SÜDAME PULSISAGEDUS, VERESOONTE AHENEMINE, MUUDATUSED HINGAMISES NING SÜDAME RÜTMHÄIREID. HÄIRITUD UNI OMAKORDA PÕHJUSTAB VÄSIMUST, DEPRESSIIVSET TUJU NING ÜLEÜLDISE HEAOLU JA SOORITUSVÕIME VÄHENEMIST. [5]



JOONIS 3.7 / IGA VIEES INIMENE KANNATAB LIIKLUSMÜRA POOLT PÕHJUSTATUD UNE HÄIRETE ALL

HEA UNE EELDUSEKS ON PIDEVA TAUSTAMÜRA HELITASEME PÜSIMINE ALLA 30 dB(A), ALATES MILLEST HAKKAVAD MÕÕDETAVID MÕJUD UNELE, NING ÜKSIKUTE HELISÜNDMUSTE PUHUL ALLA 45 dB(A), MIS ON UMBKAUDSEKS ÄRKAMISE PÕHJUSTAMISE LÄVEKS. ESIMESED MÜRASÜNDMUSTE MÕJUD ILMNEVAD HELITASEMETE TÕUSMISEL ÜLE 40 dB NING UNEHÄIRETE RISK SUURENEB MÜRASÜNDMUSTE HULGA KASVUGA [3]. SEADES PIIRANGUID ÕISELE MÜRALE, TULEKS ARVESSE VÕTTA KA MÜRA VAHELDUVUST JA ISELOOMU, MIDA SAAB TEHA MÕÖTES NII HELISÜNDMUSTE ARVU KUI KA ERINEVUST MAKSIMAALSE HELITASEME NING SAMAAEGSE TAUSTMÜRA VAHEL. MÜRA TULEKS HINNATA NII EKVALENTSE HELITASEME, KUI KA MAKSIMAALSE HELITASEME NING HELISÜNDMUSTE ARVUGA. [5]



JOONIS 3.8 / MÜRASÜNDMUSTE NING ÄRKAMISTE ARVU VAHELINE SUHE / ORIGINAALJOONIS [41, LK 96]

## KOGNITIIVSED HÄIRED

MÜRA VÕIB RASKENDADA KOGNITIIVSETE ÜLESANNETETÄITMIST NII LASTEL KUI KA TÖÖTAJATEL. KUIGI TEATUD OLUKORDEDES, KUS TULEB LAHENDADA LIHTSAID JA LÜHIAJALISI ÜLESANDEID, VÕIB MÜRA MÕJUDA ERGUTAVANA NING AIDATA KAASA PAREMATE TULEMUSENI, SIIS KOMPLEKSEMATE ÜLESANNETEGA TEGELEDES VÄHENDAB MÜRA OLULISELT TÄHELEPANUVÕIMET. PEAMISTELT MÕJUTAB MÜRA LUGEMIST, TÄHELEPANU, PROBLEEMIDE LAHENDAMIST NING MÄLU, OLLES TÄHELEPANU KÕRVALE JUHTIVAKS STIMULIKS. MÜRAROHKETE PIIRKORDEDES ON LASTEL KÕRGENENUD STRESSIHORMOONIDE TASE NING PUHKAVA SEISUNDI VERERÕHK. PIDEV KOKKUPUUDE MÜRAGA VARASAPÄEVA VÕIB KAHJUSTADA LUGEMISOSKUST, MOTIVATSIOONITUNNET JA ÜLEÜLDIST SUUTLIKUST NING SUURENDADA ABITUSE TUNDE TEKET. ON SELGE ET LASTEAIAD NING KOOLID EI TOHIKS PAIKNEDA SUURTE MÜRAALLIKATE LÄHEDUSES. [5]

TAUSTMÜRA MÕJUTAB TÕSISELT LÜHIAJALIST VERBAALSET MÄLU NING EBAOLULINE MÜRA HALVENDAB MEENUTAMISVÕIMET. ÜLELIIGNE MÜRA MÕJUTAB SOORITUSI TÖÖL, EFEKTIIVSUST NING OTSUSTE LANGETAMISE VÕIMEKUST. [16]

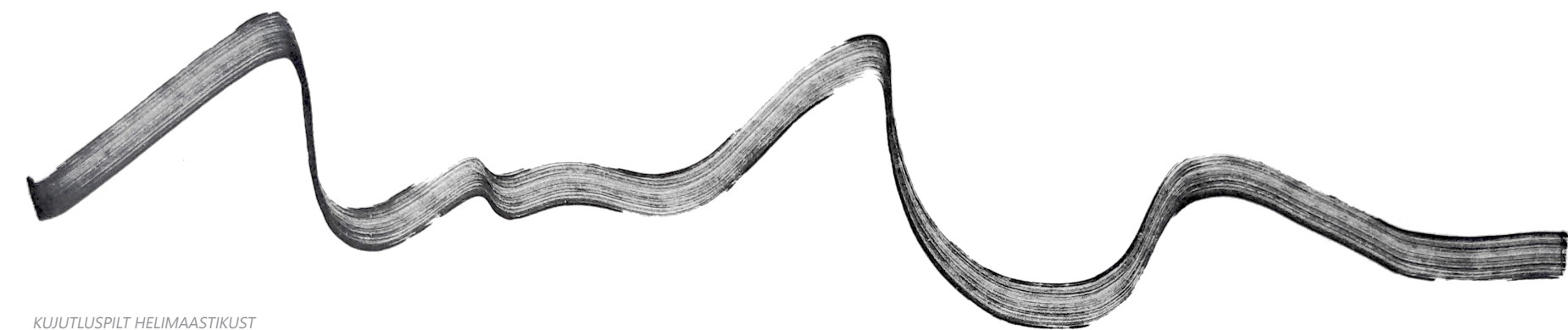
## SOTSIAALNE MÕJU

KÕNE KADU ON VÕIMETUS SAADA IGAPÄEVASTES ELUTINGIMUSTES ARU KÕNEST NING SEDA PEETAKSE TÕSISEKS SOTSIAALSEKS TAKISTUSEKS [5]. KÕNE KADUMISEL PÕHJUSTAB SAMAAEGNE VAHELESEGAV MÜRA RASKUSI KÕNE ARUSAADAVUSEGA, TULENEVALT KÕNE ENDA NING SEGAVA MÜRA TASEMETE ERINEVUSE VÄHENEMISEST. ALATES UMBES 55 dB MÜRATASEMEST ON KÕNE ARUSAAMISEKS VAJALIK RÄÄKIDES HÄÄLT TÕSTA. MÜRA HELITASEME TÕUSTES UMBES

60 dB-NI, ON SEE VAJALIK KA LÄHESTIKUSE VESTLUSE KORRAL [3]. KESKKONNAMÜRA VÕIB VARJATA KA MITMEID TEISI AKUSTILISI SIGNAALID, MIS ON OLULISED IGAPÄEVAELUKS, NAGU UKSEKELLAD, TELEFONI HELID, HÄIREKELLAD, TULETÕRJEALARM NING MITMED TEISED HOIATAVAD SIGNAALID JA MUUSIKA [5]. LIIGNE MÜRA KUTSUB ESILE KA REAKTSIOONIVÕIME LANGUST, MIS PÕHJUSTAB ÕNNETUSI.

LISAKS HÄIRITUSELE VÕIB MÜRA PÕHJUSTADA MITMEID SOTSIAALSEID NING KÄITUMISEGA SEOTUD EFEKTE, MIS ON TIHTI KOMPLEKSSSED, PEENED, KAUSSED NING TEISTE KESKKONNA ELEMENTIDE KOOSMÕJU TULEMUSEKS. LEIDUB ÜSNA JÄRJEKINDLAID TÕESTUSI, ET ÜLE 80 dB(A) MÜRATASEMED VÄHENDAVAD INIMESTE ABITAVAD KÄITUMISMUSTREID, NING ET KÕRGE MÜRATASE SUURENDAB AGRESSIIVSET KÄITUMIST INIMESTEL, KES ON SELLELE VASTUVÕTLIKUD. [5]

SOTSIAALSSES KONTEKSTIS MÕJUTAB MÜRA INIMESTE KÄITUMIST, NÄITEKS VÄHENDADES TEISTELE TÄHELEPANU PÕÖRAMIST, KOOSTÖÖVÕIMEKUST JA TEISTELE ABIKS OLEMIST. LISAKS VÕIB HELIKESKKOND MÕJUTADA JALUTAMISE KIIRUST, KÄITUMIST JÄRJEKORRAS SEISTES NING ANNETAMISE VALMIDUST. MUUSIKA OLEMASOLU PIKENDAB INIMESTE VIIBIMISE AEGA KONKREETSES KESKKONNAS NING VÕIB VÄHENDADA ANTISOTSIAALSET KÄITUMIST. [16]

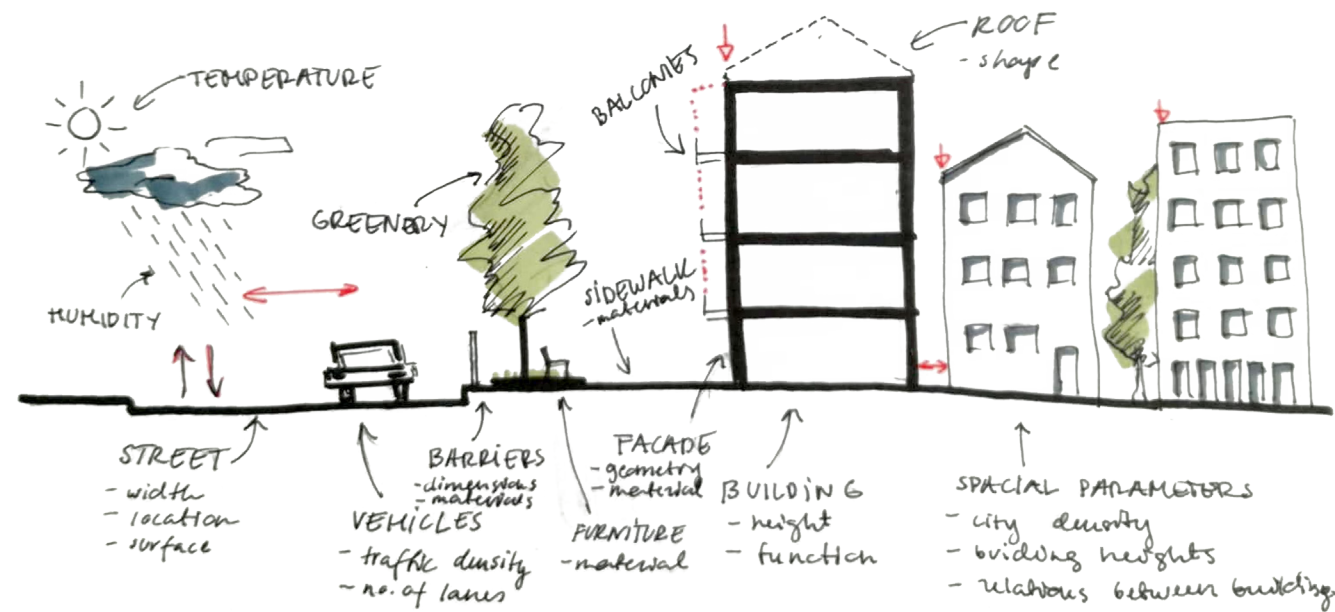


KUJUTLUSPILT HELIMAASTIKUST

## 4 AKUSTILISE KESKKONNA KOMPONENDID

MAAILMA TERVISEORGANISATSIOONI KESKKONNAMÜRA JUHISTES [5] ON MÜRA HALDAMISE MEETMED JAOTATUD KOLME ALAGRUPPI: SEADUSLIKUD, INSENERTEHNILISED NING HARIVAD- JA INFORMEERIVAD MEETMED. MAGISTRITÖÖS EI OLE LÄHTUTUD MÜRA PIIRAMISE MEETMETE JAOTAMISEL TEADUSHARUDEST JA VALDKONDADEST EESMÄRGIGA PIIRE NENDE VAHEL HÄGUSTADA NING MÜRAPROBLEEMI KÄSITLEDA INTERDISIPLINAARSELT. JAOTUSEL ON LÄHTUTUD MÜRA EKSISTEERIMISE ETAPPIDEST, EHK MÜRA TEKE, SELLE LEVIMINE NING VASTUVÕTMINE KUULAJA POOLT. SELLE ALUSEL ON ANALÜÜS JAOTATUD KOLME ALAGRUPPI: ALLIKAS, TEEKOND JA VASTUVÕTJA.

ALLIKA ALLA KUULUVAD KÕIK ELEMENTID, MIS MÕJUTAVAD HELI ALGSET TEKIMIST. NENDEKS ON NII OTSESED MEETMED, NAGU AUTO MOOTORIST TEKKIVA MÜRA SUMMUTAMINE, KUI KA KAUSDED MEETODID, NAGU LINNAPLANEERIMINE NING LIKLUSKORRALDUS, MIS PAIGUTAVAD ALLIKA KESKKONDA NING MÕJUTAVAD SELLE POOLT TEKITAVAT HELITASET. TEEKONNA PUHUL ON KÄSITLETUD KÕIKI INIMESE POOLT MANIPULEERITAVAD ELEMENTE, MILLE MÕJU RAKENDUB HELI LEVIMISE TEEKONNAL ALLIKAST VASTUVÕTJANI, NING NENDE KASUTAMISE VÕIMALUSI HELIMAASTIKU PARENDAMISEKS. VASTUVÕTJA PEATÜKIS ON KÄSITLETUD TUNNETUSLIKUD SEOSSED FÜÜSILISTE KESKKONNA ELEMENTIDE NING HELIMAASTIKU KVALITEEDI VAHEL. ANALÜÜSIST ON ANTUD TÖÖ PUHUL JÄETUD VÄLJA AKUSTILIST KESKKONDA MÕJUTAVAD ELEMENTID, MIS MÕJUTAVAD KÜLL HELI LEVIKUT NING ON VAJALIKUD KONKREETSETE SITUATSIOONIDE HINDAMISEKS, KUID MIDA EI OLE VÕIMALIK OTSESELT MÕJUTADA, NAGU TUUL JA TEMPERatuur.



JOONIS 4.1 / MÜRA MÕJUTAVAD ELEMENTID

#### 4.1 ALLIKAS

KÕIGE EFEKTIIVSEM MÜRA HALDAMISE MEETOD ON VÄHENDADA ALLIKA MÜRAEMISSIOONI – MIDA VÄIKSEM ON ALGNE TEKIV MÜRATASE, SEDA VÄIKSEM ON KAASNEV MÜRAPROBLEEM NING KERGEM JA KA KULUEFEKTIIVSEM TASET HALLATA. KUI VÄLTIDA LIIGSE MÜRA TEKIMIST ALLIKAS, ON MÜRAPROBLEEM SISULISELT LAHENDATUD ENNE SELLE TEKIMIST. ALLIKA MÜRAEMISSIOONI VÄHENDAMISE MEETMED ON JAOTATUD OTSESTES, MIS KÄSITLEVAD MÜRA VÄHENDAMIST LÄBI ALLIKA ENDA FÜÜSILISTE ELEMENTIDE NING OMADUSTE, NING KAUSDETEKS, MILLE PUHUL MÕJUTATAKSE AUTO LIIKUMISEL TEKIVAT MÜRATASET SÕIDUKI ENDA OMADUSTEST SÕLTUMATUNA.

PEAMISELT TEKITAVAD AUTODE PUHUL MÜRA SELLE LIIKUMAPANEVAD MEHHAANISMID JA REAKTSIOONID NING AUTO RATASTE JA TEEPINNA VAHELINE HÕÖRDUMINE. TULENEVALT SÕIDUKI TÜÜBIST NING SÕIDUTINGIMUSTEST SÕLTUB, KAS DOMINEERIB MOOTORI VÕI VEEREMISMÜRA [3]. RATTA JA TEE VAHELISEST KONTAKTIST TEKINUD HELI HAKKAB ÜLDJUHUL DOMINEERIMA ALATES KIIRUSEST 50 KM/H [24]. AUTO REHVIDE KEERLEMINE ILMA TEE KONTAKTITA MÜRA EI TEKITA, SEEGA KUULUB KA SÕIDUTE KATEND ANTUD KÄSITLUSES MÜRA ALLIKA ALLA. AERODÜNAAMILINE MÜRA ON AUTODE KORRAL VÄHESE TÄHTSUSEGA [11] NING SEDA ANTUD TÖÖS EI KÄSITLETA.



JOONIS 4.2 / ILLUSTRATSIOON

#### 4.1.1 OTSESED MEETMED

OTSESTE MÜRA VÄHENDAMISE MEETMETE ALLA KUULUVAD MEETMED, MILLE KORRAL VÄHENDATAKSE ALLIKA MÜRAEMISSIOONI LÄBI SÕIDUKI ENDA PARENDUSTE, NAGU NÄITEKS VAIKSEMA REHVID JA MOOTORIMÜRA SUMMUTAMINE. KÕIGE KULUEFEKTIIVSEM ON SEADA PIIRANGUID AUTODE LUBATAVALE MÜRATASEMELE, ET MÜRAPROBLEEMIGA ARVESTATAKSE JUBA UUTE TOODETE DISAINIPROTSESSIS. SÕIDUKITE MOOTORI- JA LÄBI REHVI ENDA PINNA TEKKIVA REHVIMÜRA REGULEERIMINE TOIMUB PEAMISELT LÄBI EUROOPA LIIDU ÕIGUSAKTIDE JA STRATEEGIADE [31]. VAADATES MÜRA EMISSIOONIDE PIIRAMIST EESTI KONTEKSTI ERALDATUNA, EI OLE NENDE PIIRANGUTE RAKENDAMINE REALISTLIK, SEST TARBIJATE HULK EI OLE PIISAV SURVE AUTODE TOOTJATELE, ET OMA TOOTEID TEHNILISELT TÄIENDADA, KÜLL AGA VÕIMALIK SEDA EUROOPA KONTEKSTIS RAHVUSVAHELISE TEGEVUSENA MÕJUTADA.

#### MOOTORIMÜRA

LINNARUUMIS ESINEVATEL MADALAMATEL KIIRUSTEL ON DOMINEERIVAKS MÜRA TEKITAJAKS TIHTI MOOTOR. TULENEVALT AUTODE MÜRA STANDARDTESTIST, MIS KESKENDUB ROHKEM MOOTORIMÜRALE, ON KA AUTOTÖÖSTUSE MÜRA VÄHENDAMISE KATSED KESKENDUNUD JUST MOOTORILE [3]. MOOTORIMÜRA TEKITAVAD PEAMISELT ALGNE PÕLEMISPLAHVATUS JA VÄLJALASKETORU NING MOOTORI JA KERE PINDADE VIBREERIMINE [3]. AUTODEST TEKIVAT MÜRA VÄHENDAVAD PIISAVAD SUMMUTID, HELINEELAVAD PIIRDED NING DISAINI TÄIUSTAMINE [11].

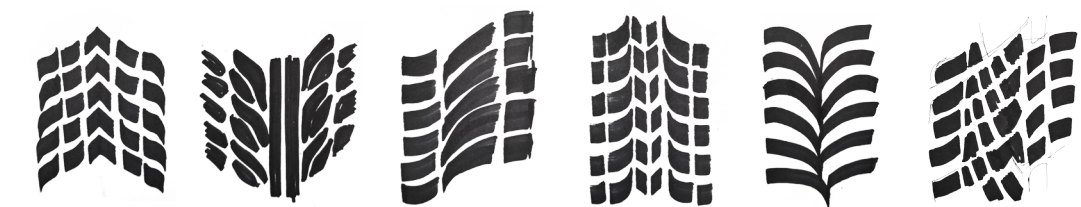
HOOULIMATA ÜLDISEST TENDENTSIST LIIKUDA VAIKSEMATE AUTODE POOLE, DISAINITAKSE SAMAAEGSELT SÕIDUKEID, MILLE EESMÄRGIKS ON TEKITADA VASTUPIDISELT TUGEVA MÜRA, MIS OLEKS KOOSKÖLAS NÄITEKS SPORTAUTODE PUHUL NENDE IDENTITEEDIGA.

ELEKTRIAUTODE PUHUL ON HUVITAVAKS ASPEKTIKS KA 2019. AASTAL KEHTESTATUD EUROOPA LIIDU REGULATSIOON, MILLE ALUSEL PEAVAD KÕIK UUED ELEKTRI- NING HÜBRIIDSÕIDUKID EMITEERIMA JALAKÄIJATE TURVALISUSE EESMÄRGIKS MÜRA. SELLE SÜSTEEMI NIMETUSEKS ON AVAS EHK AKUSTILINE SÕIDUKI HOIATUSSÜSTEEM, MILLE EESMÄRGIKS ON IMITEERIDA SISEPÕLEMISMOTORIGA SÕIDUKILE SARNAST HELI [32]. MITMED UURINGUT ON KÜLL PIGEM NÄIDANUD, ET VAJALIKU MÕJU RAKENDAMISEKS TÄHENDAKS SEE LIALT KÕRGEID HELITASEMEID, MIS AKUSTILISE KESKKONNA SUHTES EI OLEKS MÕISTLIKUD NING OHUTUS TULEKS TAGADA PIGEM MITTEAKUSTILISTE MEETMETEGA.

**REHVIMÜRA**

VÖTTESARVESSE TULEVIKU PERSPEKTIIVI NING LIIKUMIST JÄRJEST VAIKSEMATE AUTODE SUUNAS, NÄITEKS ELEKTRIAUTODE KUJUL, ON TÕENÄOLINE, ET JUST REHVIMÜRA TÄHTSUS LIIKLUSMÜRA KONTEKSTIS ON TÕUSMAS KA MADALAMATEL KIIRUSTEL. REHVIDE TÄHTSAIMATEKS TEGURITEKS MÜRA TEKKELE ON REHVI PÖÖRLEMISKIIRUS, MATERJAL JA PINNA MUSTER [3] NING LISAKS MÕJUTAVAD KA NÄITEKS TEEKATTE PINNAEHTUS, NIISKUS, JA TEMPERATUUR. REHVIDE MÜRA OLULINE SUURENEMINE ALGAB SÕIDUAUTODE PUHUL UMBES KIIRUSEST 30 km/h, HAKATES DOMINEERIMA 50 km/h KIIRUSE RINGIS. REHVIDE PUHUL ON MÜRA KONTEKSTIS OLULISTEKS REHVI MUSTER NING SELLE MUSTRI KORDUMINE NING JAOTUS [3].

REHVIMÜRA TEKITAVAD KAKS PEAMIST MEHHAANISMI – REHVI ELEMENTIDE JA TEEKATTE VAHELINE OTSESE KOKKUPUUTE MÕJU NING TEKIV ÕHUVOOL LÄBI REHVI MUSTRI [33]. ESIMESE NEIST MOODUSTAVAD REHVI JA AUTO KARKASSI ELEMENTIDES NING REHVI JA PINNA VAHEL TEKIVAD VIBRATSIOONID TULENEVALT TEEKATTE EBAKORRAPÄRASUSEST NING KATKENDLIKU LIIKUMISE EHK NN STICKSLIP EFEKT, KUI REHV „KLEEPUB“ PINNAKATTELE NING SEEJÄREL LIBISEB KAASA [12]. SEE ON VAADELDAV NÄITEKS JÄRSKUDE KURVIDES. REHVI VEEREMISEL PUMBATAKSE REHVI ESISERVAS MUSTRI AVADEST ÕHKU VÄLJA, NING TAGUMISES ÄÄRES TÕMMATAKSE SEDA SISSE, PÕHJUSTADES ÕHU RESONANTSI VEEREPINNA SOONTES [33].



JOONIS 4.3 / ILLUSTRATSIOON ERINEVATEST REHVI PINNA MUSTRITEST

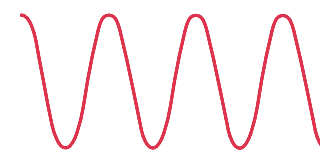
TÄIUSTATUD REHVI PINNA DISAIN SAAB VÄHENDADA TEKKIVAT REHVIMÜRA [26]. 2006. AASTA UURINGUS [12] VAADELDI ERINEVATE EUROOPAS KASUTUSELOLEVATE REHVITÜÜPIDE MÜRATASEMETE ERINEVUSI NING LEITI UMBES 6-8 dB SUURUSED ERINEVUSED TEATUD REHVIDE ALAMKATEGOORIATES. EUROOPA LIIDUS ON ALATES 2012. AASTAST LISAKS KÜTUSEKULULE NING TURVALISUSELE MARKEERITUD KA REHVIDE MÜRASET ISELOOMUSTAV INDIKAATOR.

**AUTOMAATKÄIGUKAST**

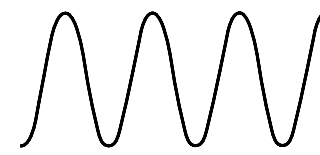
ÜKS VIIS, KUIDAS JUURUTADA RAHULIKUMAT SÕIDUSTIILI, ON LAIAULATUSLIKUM AUTOMAATKÄIGUKASTIDEGA AUTODE KASUTAMINE, MIS TAGAVAD ÜHTLASEMA KÄIKUDE ÜLEMINEKU VÕRDLEMISI MADALATEL PÖÖRLEMISAGEDUSEL. LISAKS PIKAAJALISELE MÜRA VÄHENDAMISE MÕJULE ON SEE KASULIK KA ÕHU SAASTE NING ENERGIA TARBIMISE SEISUKOHALT. SAMAL PÕHIMÕTTEL ON ALTERNATIIVINA VÕIMALIK TÄIUSTADA KA AUTODE TEHNOLOGIAT, INFORMEERIDES SÕITJAT OPTIMAALSEST KÄIGU VAHETAMISE AJAST JA SEELÄBI SOOSIDES VAIKEMAT SÕIDUSTIILI. [12]

**AKTIIVSED MEETODID**

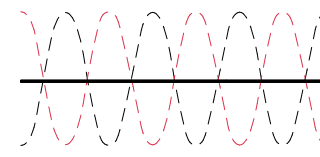
KUI PASSIIVSED MÜRA KONTROLLIMISE MEETMED PÕHINEVAD TEKKINUD HELI TÕKESTAMISEL VÕI NEELAMISEL, SIIS AKTIIVSETE MÜRA KONTROLLIMISE MEETODITE KORRAL LISATAKSE KESKKONDA JUURDE HELIENERGIAT, EESMÄRGIGA SOOVIMATUT HELI TÜHISTADA [26]. SELLEKS ON NÄITEKS AUTO VÄLJALASKETORUSSE VÕRDSE SUURUSJÄRGUGA NING VASTUPIDISE FAASIGA HELI LISAMINE, ET TÜHISTADA HELILAINE LEVIMINE.



ALGNE HELI



LISATAV HELI



ALGNE HELI TÜHISTATUD

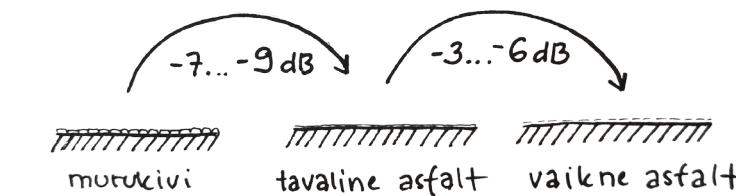
JOONIS 4.4 / MÜRA TÜHISTAMINE VASTUPIDISE FAASIGA HELI LISADES

**4.1.1 KAUSSED MEETMED**

KAUSETE MEETMETE KORRAL VÄHENDATAKSE LIIKLUSEST TEKKIVAD MÜRASETASEMEID LÄBI ELEMENTIDE, MIS MÕJUTAVAD AUTO LIIKUMISEL TEKIVAT MÜRASET, KUID EI OLE SEOTUD SÕIDUKI ENDA OMADUSTE JA ELEMENTIDEGA, NAGU TEEKATE, KIIRUSPIIRANGUD JA LIIKLUSE RAHUSTAMINE. KUI OTSESTE MEETMETE RAKENDAMISEKS ON VALDAVALT VAJA MUUDATUSI LAIEMAS EUROOPA KONTEKSTIS, SIIS KAUSETE MEETMETE KORRAL ON LIHTSAM NEID RAKENDADA KA LOKAALSELT – KAS RIIGI, LINNA VÕI KA VÄIKSEMA PIIRKONNA, NAGU KONKREETSE TÄNAVALÕIGU MASTAABIS.

**VÄHESE MÜRAGA TEEKATTED**

PINNAKATE VÕIB MÜRASETASEMEID VÄHENDADA KESKMISELT KUNI 8-10 dB, TULENEVALT OLEMASOLEVAST TEEKATTE SEISUKORRAST JA UUE PINNAKATTE VALIKUST [34]. TRADITSIOONILISED KASUTUSELOLEVAD VÄHESE MÜRAGA TEEKATTED VÄHENDAVAD LIIKLUSMÜRA TAVALISELT UMBES 2-4 dB UUE PINNA KORRAL [3]. NÄITEKS PEENEMA STRUKTUURIGA KATENDI KASUTAMINE TEEKATTEMATERJALINA, NAGU AB16 ASENDAMINE ASFALTSEGUGA SMA8, VÄHENDAB MÜRASET 3-4 dB [40]. TEEKATTE MÜRASETASEMEID MÕJUTAVAD KOLM PEAMIST KOMPONENTI: TEKSTUUR, POORSUS JA ELASTSUS [35].



JOONIS 4.5 / MÜRA VÄHENEMINE ERINEVATE TEEKATETE KORRAL / ORIGINAALJOONIS [63, LK 22]

SUURTE EBATASASUSTE PUUDUMINE VÄHENDAB VIBRATSIOONIDEST TINGITUD NING VÄIKESTE TEKSTUURIDE OLEMASOLU ÕHUVOOLUGA SEOTUD MÜRA [35]. LISAKS SUMMUTAB POORNE MATERJAL KA MOOTORIST TEKIVAT NING TEEKATTELT PEEGELDUVAT MÜRA [12]. MÄRG TEEKATTE PIND VÕIB TÕSTA MÜRASET VEEL 10 dB VÕRRA [11], SEETÕTTU VÄHENDAB POORSE MATERJALI SUUREM VEE IMBUMINE MÄRJA ILMA KORRAL OLULISELT SELLEST TINGITUD MÜRASETASEME TÕUSU.

POORSED MATERJALID KULUVAD AGA EESTIKLIIMATINGIMUSTEST KIIRELT, MIS LISAKS ÜLDISELE SEISUKORRALE HALVENDAB TEEKATTE MÕJU HELITASEME VÄHENDAMISELE. VEE JÄÄTUMINE TEEKATTE POORIDES NING NAASTREHVID LÕHUVAD NENDE STRUKTUURI NING MITMEID LEVINUD VÄHESEMA MÜRAGA TEEKATTEID EI OLE SEETÕTTU KULUEFFEKTIIVNE KASUTADA. LISAKS KOGUVAD AVATUD PINNAGA KATTED MUSTUST JA PRAHTI, VÄHENDADES NENDE TEKSTUURI MÕJU NING VAJADES HOOLDAMIST, SEEGA ON LINNAKESKKONNAS SOBIVAMAKS LAHENDUSEKS ÜHTLASED JA SILEDAD TEEKATTED [12]. HELI NEELAVAMATE MATERJALIDE MÕJU VÄHENEK KESKMISESELT AASTAS 0,4-0,9 dB [12].

KUIGI TRADITSIOONILISTE TEEKATETEGA VÕRRELDES VÕIB VÄHESE MÜRAGA TEEKATTEID HINNATA KALLIKS, SIIS VÕRRELDES TEISTE MÜRA VÄHENDAMISE MEETMETEGA, NAGU NÄITEKS EKRAANID VÕI HELIISOLATSIOON, ON NENDE HINNAD SUHTELISELT MADALAD [12] NING EFEKTIIVSUS, ERITI LINNATINGIMUSTES, SUUREM. KONKREETSEID TEEKATTEID ON KEERULINE EUROOPAS VÕRRELDA, TULENEVALT RIIKIDE ERINEVATEST STANDARDKATENDITE EELISTUSTEST [12]. KA TAVALISE TEEKATTE PARANDAMINE VÕIB ANDA TUNNETATAVA ERINEVUSE MÜRASETASEMETES NING HELI MAASTIKU MEELDIVUSES, VÄHENDADES AUKUDEST JA EBATASASUSTEST TEKKIVAD

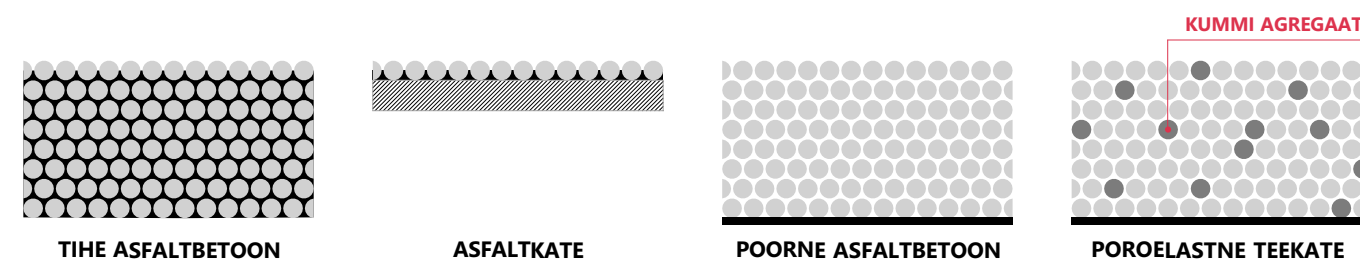
VIBRATSIOONE NING TERAVAD JA JÄRSKE HELISID [36]. SEE ON ERITI MÄRGATAVA MÕJUGA OÖSEL, KUS ÜLDINE MÜRASETASE ON MADALAM NING ÜKSIKUD SÜNDMUSED TULEVAD SELGEMINI ESILE.

KUI NII OPTIMEERITUD TEKSTUURI JA KA POORSUSEGA, VÕI MÕLEMA KOMBINATSIOONIGA TEEKATTED ON MITMETES RIIKIDES LAIALDASELT KASUTUSES, SIIS KOLMAS PARAMEETER, ELASTSUS, ON LEIDNUD REHVIMÜRA VÄHENDAMISEL VÄHE KASUTUST [35]. TÖÖS ON MITMEID UUE GENERATSIOONI PINNAKATTEID, MILLE EESMÄRGIKS ON SUURENDADA VASTUPIDAVUST KA PÕHJAMAADE TINGIMUSTES NAGU NÄITEKS POROELASTNE PERS TEEKATE, MIS VÕIB HELITASEMEID VÄHENDADA 10-12 dB(A) VÕRRA [35].

**PERS - POROELASTNE TEEKATE**

REHVIMÜRA VÄHENDAMISE KONTSEPT POROELASTSE TEEKATTEGA PÄRINEB JUBA 1970. AASTATE LÕPUST, KUI ROOTSI AKUSTIKA KONSULTANT NILS-ÅKE NILSSON LEIUTAS PERS MATERJALI. JUBA 1980. AASTATEL LOODUD VÄIKESKAALALISED TESTRAJAD NÄITASID POROELASTSE TEEKATTE POTENTSIAALI VÄHENDADA MÜRA KUNI 10 dB(A) VÕRRA. [35] POROELASTSED PINNAKATETE MÄRKIMISVÄÄRNE ELASTSUS VÄHENDAB REHVI JA TEEKATTE KOKKUPUUTE MÜRA NING POORNE STRUKTUUR TAGAB ÕHUVOOLUGA SEOTUD MÜRA VÄHENDAMISE [37]. PERSIGA TEGELETAKSE SIIANI EDASI NING VAHEPEAL OLNUD MITMEID KATSEID, MIS KINNITAVAD VASTAVAT TULEMUST MÜRA VÄHENDAMISEL, KUID PEAMISEKS PROBLEEMIKS ON OLUD PINNAKATTE ALUMISTE KIHTIDE KIIRE ERALDUMINE JA SELLEST TULENEB TEEKATTE HALB VASTUPIDAVUS.

PERS TEEKATE SISALDAB GRANIITI, SIDUVA AINENA ELASTSET VAIKU NING SUURES OSAS KUMMI, MILLEKS ON VÕIMALIK KASUTADA VANU AUTOREHVE [35], VÕIMALDADES SÄÄSTA NATURAALSEID TÄITEMATERJALE JA KASUTADA ÄRA AUTOREHVE ILMA, ET NEID OLEKS VAJA PÕLETADA [38].



JOONIS 4.6 / ERINEVATE TEEKATETE STRUKTUURID / ORIGINAALJOONIS [37, LK 3]

LISAKS MÜRA VÄHENDAMISELE TAKISTAVAD POROELASTSED TEEKATTED MAHA VOOLANUD KÜTUSEGA TULEKAHJU LEVIKUT ÕNNETUSTE KORRAL, MIS MUUDAB NEED IDEAALSEKS PINNAKS TUNNELITES, BENSIINIJAAMADES JA TERMINALIDES KASUTAMISEKS [38]. VÕRRELDES TAVALISE ASFALTKATTEGA TOODAB PERS VÄHEM NAASTREHVIDEST TINGITUD TOLMU, ON HEA HAARDUVUSEGA NING VÄHENDAB JÄÄ TEKET [37]. KUNA TEEKATE ON POORNE, EI OLE VAJALIK KASUTADA SUUREMÕODULIST AGREGAATI, ET TAGADA HEA LIBISEMISTAKISTUS MÄRGADES TINGIMUSTES, SEST PERSI ÄRAVOOLU OMADUSED AITAVAD EEMALDADA VETT RATTATEEKATTE KOKKUPUUTEPIIRKONNAS [37]. SEE TAGAB KA TULENEVALT VEE PRITSIMISE VÄHENDAMISEST VÄGA HEA NÄHTAVUSE VIHMASE ILMAGA [39].

PEAMISTEKS PROBLEEMIKOHTADEKS ON PRAEGUSEL AJAL POROELASTSETE TEEKATETE KORRAL ILMASTIKUKINDLUSE TAGAMINE NING PINNA VEEREMISTAKISTUSE VÄHENDAMINE, MIS VÕRRELDES TRADITSIOONILISTE PINNAKATETEGA PÕHJUSTAB SUUREMAT KÜTUSEKULU [38].

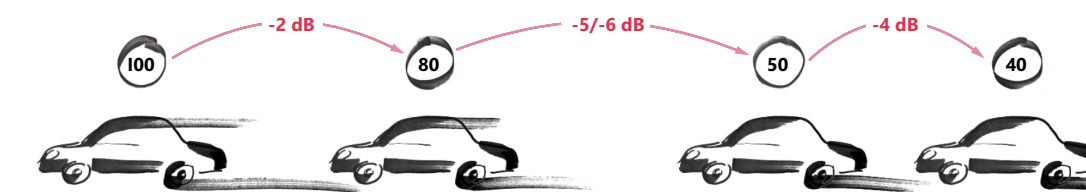
ÜLDISELT ON KAKS PERSI VERSIOONI – ÜKS SISALDAB AINUL KUMMI (GRAANULITE VÕI FIBRI KUJUL) JA ELASTSET SIDEAINET (BITUUMEN VÕI POLÜURETAAN), TEINE, MIS TUNDUB TULEVIKUS POTENTSIAALSEM LAHENDUS KÕRGEMA KULUMISKINDLUSE TÕTTU, SISALDAB KA MINERAALSEID AGREGAATE [37]. KUIGI POROELASTSED TEEKATTED ON VEEL VÄLJAARENDAMISE FAASIS, USUTAKSE, ET PERS KATTED ON VÕIMALIK VASTUPIDAVUSES VIIA TEISTE TAVAPÄRASTE TEEKATETEGA SAMALE TASEMELE NING SELLEL ON POTENTSIAALI SAADA OLULISEKS JA JÄTKUSUUTLIKUKS [37] LIIKLUSMÜRA VÄHENDAMISE MEETMEKS LÄHITULEVIKUS. POOLAS ALUSTATI 2018. AASTA KEVADEL SEPOR PROJEKT [38], EELDATAVA LÕPUGA 2021. AASTAL, MILLE EESMÄRK ON MATERJALI EDASI ARENDADA NING LEIDA UUSI LAHENDUSI ALUMISTE KIHTIDE SIDUMISEKS.

**LIIKLUSKORRALDUSLIKUD VÕTTED**

LÄBI LIIKLUSKORRALDUSE ON VÕIMALIK MÕJUTADA LIIKLUSE PAIKNEMIST, TIHEDUST, SAGEDUST, KIIRUST JA ISELOOMU, MIS KÕIK MÕJUTAVAD TEKIVAT MÜRASET. LISAKS LIIKLUSE MÜRATASEMELE ON OLULINE ARVESTADA KA TEKITATAVA MÜRA ISELOOMU. MITMEREALINE JA PIDEVA LIIKLUSEGA SÕIDUTE STABIILNE MÜRATASE VÕIB VASTUVÕTJA JAOKS MÕJUDA MÄRKAMATU TAUSTMÜRANA, KUI VÕRRELDA SEDA VÄHESEMA LIIKLUSE JA MÜRATASEMEGA TÄNAVAGA, MILLE KORRAL ON AGA IGA MÕÕDUVA AUTO TEKITATUD MÜRA SELGEMINI ERISTATAV NING ÜLDINE MÜRATASE EBAÜHTLASEM JA SEEGA HÄIRIVAM. TIHTI OSUTUVAD KÜLL LIIKLUSE TIHEDUSE, KIIRUSE JA ISELOOMU REGULEERIMISED MAJANDUSLIKEL JA POLIITILISTEL PÕHJUSTEL VÕI LINNAPLANEERINGUST TULENEVALT KEERULISTEKS.

PIIRKIIRUSE VÄHENDAMINE 10 km/h VÕRRA VÄHENDAB MÜRASET UMBES 1 dB, MIDA INIMENE EI SUUDA ERISTADA, NING 10-20 km/h UMBES 2 dB VÕRRA, MIS ON SAMUTI VAEVU TAJUTAV ERINEVUS [40]. VÄHENDADES KIIRUST 100 km/h PEALT POOLE VÕRRA, VÄHENEV MÜRATASE 5–6dB NING ALATES KIIRUSEST 60 km/h ANNAB POOLE VÕRRA VÄHENEMINE 3–4dB SUURUSE ERINEVUSE [3]. TIHTI EI OLE KIIRUSE VÄHENDAMINE AINSA MEETMENA SEETÕTTU MÕISTLIK.

VALIDES MEETMEID KIIRUSE VÄHENDAMISEKS, TULEKS SILMAS PIDADA, ET NENDE RAKENDAMINE EI TINGIKS ABIMEETMETE KASUTUSELEVÕTU VAJADUST [3], SEE TÄHENDAB, ET NENDE KASUTAMINE EI TOHIKS PÕHJUSTADA JÄRSKU PIDURDAMIST NING KIIRENDAMIST JA SÄILIKS SUJUV LIIKLUS. KIIRUSE VÄHENDAMINE 10 km/h VÕRRA ON NÄIDANUD REAALSET KESKMISE KIIRUSE VÄHENEMIST UMBES 2-5 km/h VÕRRA [15]. PIIRANGUTE TOIMIMISE TAGAMINE EELDAB KA TIHTI NENDE RAKENDAMISEJÄRGSET JÄLGIMIST JA KONTROLLI (NÄITEKS



JOONIS 4.7 / MÜRATASEME VÄHENEMINE KIIRUSE VÄHENEMISEL / ORIGINAALJOONIS [63, LK 23]

KIIRUS (km/h)	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
MÜRA (dB)	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	1.9	2.3	2.8		3.6

TABEL 4.1 / KIIRUSE VÄHENDAMISE MÕJU MÜRATASEMETELE / ALLIKAS [41]

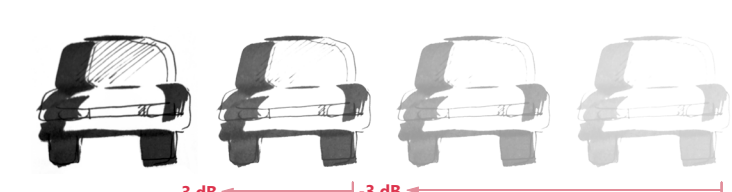
AUTOMAATNE JÄRELEVALVE) NING SÕIDUKESKKONNA MUUTMIST VASTAVAKS MADALAMA KIIRUSEGA – NÄITEKS KITSAM TEE.

LIIKLUSE ÜMBERSUUNAMISE EESMÄRGIKS ON VÄHENDADA LIIKLUST JA LÄBISÕITU MÜRATUNDLIKES PIIRKONDADES NING SUUNATA SÕIDUKEID ÜMBER PEAMAGISTRAALIDELE. ÜHES ASUKOHAS LIIKLUSE VÄHENDAMINE SUURENDAB SEDA TEISES PIIRKONNAS, KUID TULENEVALT MÜRATASEME LOGARITMILISUSEST, EI SUURENE SEE SAMA DETSIBELLI VÕRRA, VAID TUNDUVALT VÄHEM. [3]

LOGARITMILINE SUURENEMINE JA VÄHENEMINE TÄHENDAB KA SEDA, ET TUNNETATAVA ERINEVUSE SAAVUTAMISEKS ON LIIKLUST VÕRDLEMISI PALJU VAJA VÄHENDADA. NÄITEKS 25% LIIKLUSE KAOTAMINE VÄHENDAB MÜRASET VAID 1 dB VÕRRA [40] JA LIIKLUSE VÄHENEDES POOLE VÕRRA VÄHENEV MÜRATASE 3 dB NING LISAKS VÕIB LIIKLUSSAGEDUSE VÄHENDAMINE TUUA

KAASA KIIRUSE SUURENEMISE, MIS SAAVUTATUD MÜRATASEME VÄHENEMISE TÜHISTAB [41]. HILJUTISES UURIMUSES LEITI, ET ERAAUTODE KEELAMINE DUBLINI KESKLINNAS VÄHENDAS MÜRATASEMEID VAID 2 dB(A) VÕRRA, SEST LIIKLUSE VÄHENEMISEL SUURENDASID BUSSID SÕIDUKIIRUST [12]. SEETÕTTU ON OLULINE KA VASTAVAD MUUDATUSED KAS KESKKONNAS, ET KIIRUSI VÄHENDADA, VÕI BUSSIDE MÜRAEMISSIOONIS.

POTENTSIAALSSED VIISID, KUIDAS VÄHENDADA AUTODE ARVU NING LIIKLUSTIHEDUST. ERITI TALLINNA KONTEKSTIS, KUS VAHEMAAD ON LÜHIKESED NING TIPPTUNDIDEL ON UMMIKUTES SEISTES LIIKUMISAJAD TIHTI VÕRRELDAVAD RATTAGA LIIKUMISE OMADEGA, TÄHENDAKS RATTATEEDE VÕRGUSTIKU LAIENDAMINE TÕENÄOLISELT KA NENDE LAIALDASEMAT IGAPÄEVAST KASUTAMIST SOBIVATEL AASTAEGADEL. LISAKS SOODUSTAKS KVALITEETSEM TÄNAVARUUM KA POTENTSIAALSELT LÜHEMATE VAHEMAADE LÄBIMIST JALGSI.

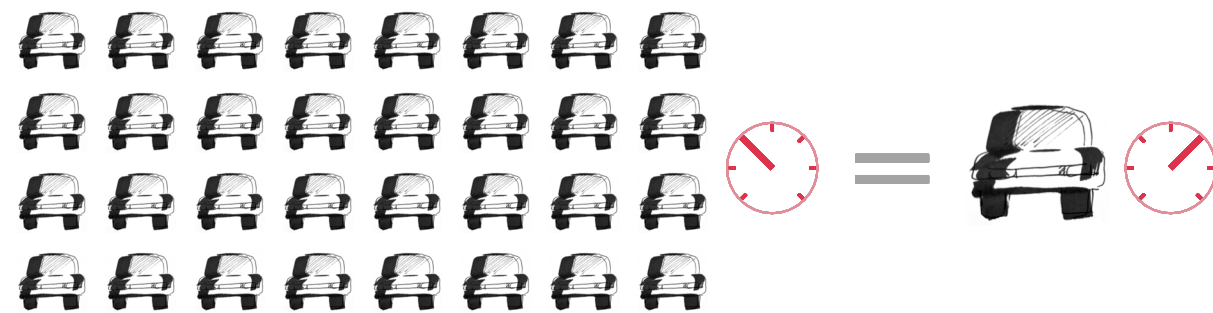


JOONIS 4.8 / MÜRATASEME VÄHENEMINE LIIKLUSE VÄHENDAMISEL

LIIKLUSE MAHU VÄHENDAMINE (%)	10	20	30	40	50	75
MÜRA VÄHENEMINE (dB)	0.5	1.0	1.6	2.2	3.0	6.0

TABEL 4.1 / MÜRATASEME VÄHENEMINE LIIKLUSE VÄHENDAMISEL / ALLIKAS [41, LK 95]

**LIIKLUSE RAHUSTAMISE** PEAMISEKS EESMÄRGIKS ON MUUTA LIIKLUSKESKKONDA OHUTUMAKS, KUID ANTUD MEETMEID ON VÕIMALIK RAKENDADA KA LIIKLUSMÜRA VÄHENDAMIST SILMAS PIDADES, VÕTTES ARVESSE, ET TIHTI ON LIIKLUSE RAHUSTAMISE MEETMETE TAGAJÄRJEKS VÄIKSEMAD SÕIDUKIIRUSED NING SUJUVAM LIIKLUSVOOL. AUTODE MÜRA SUURENEB OLULISELT KIIRENDAMISE AJAL [3]. KIIRUSTE 30 km/h RINGIS, SUURENEB KESKMISELT KIIRENDAMISE TÕTTU MÜRA 2 dB VÕRRA NING KIIRUSTEL 50-60 km/h RINGIS ON SEE SUURENEMINE 1-1,5 dB [41]. SÕIDUAUTODE PUHUL VÕIB PASSIIVSEM SÕIDUSTIIL VÄHENDADA MÜRA KESKMISELT 5 dB VÕRRA [41], MÕNINGATE ULATUSLIKUMATE UURIMUSTE ALUSES JÄÄB MÕJU 0-4 dB VAHEMIKKU [3]. PIDEVAD PIDURDAMISED, KIIRENDAMISED NING SIGNAALI LASKMISE VAJADUS SUURENDAVAD KÕIK LIIKLUSE MÜRAKOORMUST NING AVALDAVAD MÕJU KA LIIKLUSELE ENDALE, ÕHUSAASTELE NING KOGU TRANSPORTIVÕRGU EFEKTIIVSUSELE. TOIMIVAD LIIKLUSE RAHUSTAMISE VÕTTED VÄHENDAVAD NENDE TEGEVUSTE VAJADUST, PIIRATES LIIKLUSE KIIRUST NING TAGADES LIIKLUSE SUJUVUSE.



JOONIS 4.9 / 32 AUTOT PÖÖRLEMISKIIRUSEGA 2000 RPM TEKITAVAD SAMA PALJU MÜRA KUI ÜKS AUTO PÖÖRLEMISKIIRUSEGA 4000 RPM (ERALDISESVAD MOOTORID) / ALLIKAS [41, LK 68]

LIIKLUSKÜNNISED VÄHENDAVAD KÜLL KESKMISI KIIRUSEID, KUI OLULINE ON SILMAS PIDADA, ET NENDE KASUTAMINE VÕIB ESILE KUTSUDA PIDURDAMISI JA KIIRENDAMISI NING LISAKS VÕIVAD IGASUGUSED KÜNNISED TEKITADA KOKKUPÕRREL LISANDUVAT MÜRA JA VIBRATSIOONI. EFEKTIIVSEM VIIS ON PARANDADA ÜLEÜLDIST SUJUVUST NING KIIRUSI VÄHENDADA PIKEMA ULATUSEGA ELEMENTIDEGA NAGU TÄNAVATE KITSENDUSED, LOOKLEV TEE VÕI MARKEERITUD TEEKATE, MIS KORREKTSE LAHENDUSE KORRAL EI KUTSU ESILE JÄRSKU KIIRUSE VÄHENDAMIST JA SUURENDAMIST, KUID SUUNAVAD KIIRUST VÄHENDAMA. ÜHESUUNALISED TEED ÜHTLUSTAVAD LIIKLUSVOOGU NING SEELÄBI VÄHENDAVAD SAMUTI PIDURDAMISI JA KIIRENDAMISI NING TEKIVAT MÜRAEMISSIOONI [12].

**RISTMIKUD** ON MÜRA PERSPEKTIIVIST EBASOODSAD, KUTSUDES ESILE PIDURDAMISI, KIIRENDAMISI NING SEELÄBI PÕHJUSTADES EBAÜHTLAST MÜRASET NING KÕRGENDATUD TASEMEGA HELISÜNDMUSI. KUI VÕRRELDA ILMA RISTMIKUTA SITUATSIOONI, SUURENDAVAD RINGRISTMIKUD MÜRATASEMEID UMBES 1-2 dB NING TAVALISED RISTMIKUD UMBES 2-3 dB VÕRRA [3]. OLEMASOLEVATE RISTMIKUTE MÕJU ON VÕIMALIK VÄHENDADA NÄITEKS TAVALISE RISTMIKU ASENDAMISEGA RINGRISTMIKUGA, MIS VÄHENDAB MÜRASET KESKMISELT 2 dB [40]. ROHELISE LAINE TSÜKLI KASUTAMINE VÕIB SAMUTI VÄHENDADA 2 dB VÕRRA MÜRATASEMEID [40]. KUIGI NEED ARVULISED VÄÄRTUSED ON ERALDATUNA VAADELDES INIMESE JAOKS VAEVU MÄRGATAVAD, SIIS OLULINE ON NENDE MÕJU KA LIIKLUSE ÜHTLUSTAMISELE EHK ÜKSIKUTE KÕRGEMATE MÜRASÜNDMUSTE VÄHENDAMISELE. VALGUSFOORIDE KUSTUTAMINE ÕISEKS PERIOODIKS ON SAMUTI OLULINE, ET VÄHENDADA ÕISEID HÄIRINGUID, KA SIIS, KUI MÜRATASEMED ISE SUURENDATUD KIIRUSE TÕTTU EI VÄHENE.

**KITSENDUSTE** NING ERALDUSSAARTE KASUTAMINE SÕIDURADE VAHEL ENNE JA PÄRAST RISTMIKKE VÕIB SAMUTI MUUTA PIDURDAMISI NING KIIRENDAMISI SUJUVAMAKS. OLULINE ON TAGADA, ET PIKAD KISENDUSED EI PÕHJUSTAKS OOTEJÄRJEKORDI JA SEETÕTTU EI TAKISTAKS LIIKLUST.

**SÕIDUTE** KALLE MÕJUTAB SAMUTI AUTODE MÜRAEMISSIOONI. NÄITEKS 5% KALDE PUHUL LISANDUB ÜLESMÄGE SÕITES UMBES 3 dB(A) RASKETE SÕIDUAUTODE MÜRALE, KUID AUTODE PUHUL ON SEE MÕJU PIGEM VÄIKE NING EBAOLULINE [26].

## 4.2 TEEKOND

TEEKONNA ALLA KUULUVAD KÕIK INIMESE POOLT MANIPULEERITAVAD ELEMENTID, MIS MÕJUTAVAD LINNARUUMIS ASETSEVA ALLIKA JA VASTUVÕTJA VAHELISEL TEEKONNAL VASTUVÕTJANI JÕUDVA HELI OMADUSI. SEE TÄHENDAB MEETODEID, MILLE RAKENDAMISEL MUUTUB HELI LEVIMISE TEEKOND EESMÄRGIKA VÄHENDADA VASTUVÕTJANI JÕUDVAT MÜRASET. SEKKUMISI HELI LEVIMISE TEEKONNAL SAAB VAADELDA SUUREMAL JA VÄIKSEMAL SKAALAL. KUI MAKROTASANDIL KASUTATAVAD MEETODID EELDAVAD ÜLDJUHL VARASEMAS STAADIUMIS NING SUUREMASKAALALIST SEKKUMIST, SIIS MIKROTASANDI ELEMENTIDE KORRAL ON MEETMEID VÕIMALIK RAKENDADA JUBA VÄLJA KUJUNENUD LINNARUUMIS.

TEEKONNA PEATÜKI ALL ON KÄSITLETUD MITMEID RUUMILISI PARAMETREID NING TÄNAVAKESKKONNA ELEMENTE, KUID VAIK VÄHESEID NEIST ON VÕIMALIK OTSESTE VÄÄRTUSTEGA RAKENDADA REAALSETE TÄNAVATE KIRJELDAMISEKS. OLULINE ON ARVESTADA, ET LÕIKEPÕHISED UURINGUD ON TEOSTATUD KAHEDIMENSIOONILISELT, EELDUSEL, ET MÕÖDA KOLMANDAT DIMENSIOONI VARIEERUMIST EI ESINE. ERINEVALT IDEAAALSEST TÄNAVA MUDELIST, MUUTUVAD REAALSETE TÄNAVATE PARAMETRID REEGLIPÄRATULT NING NÄITEKS SAMA LAIUSEGA TÄNAVAD VÕIVAD SISALDADA ERINEVA LAIUSEGA SÕIDU- JA KÕNNITEID NING SEEGA VÕIB MITMETE PARAMETRITE KOOSMÕJU ÜHE MEETODI EELDATUD POSITIIVSEID EFEKTE VÄHENDADA [42]. SEE TÄHENDAB, ET ANTUD ELEMENTE TULEB KÄSITLEDA PARAMETRITENA, MIS MÕJUTAVAD LINNARUUMI AKUSTILIST KESKKONDA NING UURINGUTELE VASTAVAD NUMBRILISI MÕJUSID IGAS KESKKONNAS EELDADA EI SAA. KONKREETSE VÕTTE REAALSELT MÕJU SAAB HINNATA VAIK KONTEKSTIPÕHISELT. KÜLL AGA ANNAVAD UURINGUD INDIKATSIOONI, MILLISED RUUMILISED KOOSLUSED NING ELEMENTID ON POTENTSIAALSelt POSITIIVSE MÕJUGA

AKUSTILISELE KESKKONNALE NING MILLISED KOMBINATSIOONID VÕIVAD TEKITADA EBASOODSAID OLUKORDI MÜRA VÄHENDAMISE SEISUKOHALT VAADATUNA.

### 4.2.1 MAKROTASAND

#### 4.3.1.1 PLANEERING JA MAAKASUTUS

**PLANEERING** ON ÜHEKS OLULISEMAKS ENNETAVAKS MEETMEKS MÜRA HALDAMISEL, OLLES HELI LEVIMISE TEEKONNA LOOJAKS. PLANEERING ASETAB ALLIKA JA VASTUVÕTJA KESKKONDA NING MÄÄRAB SELLEGA TEEKONNA ALGUS NING LÕPP-PUNKTI LINNARUUMIS. LINNAPIIRKONDADES ON VALDAVALT KASUTUSED MÜRA VÄHENDAMISEKS JA HALDAMISEKS MEETODID, MIS KESKENDUVAD MÜRA ALLIKALE NING VAIK VÄIKE PROTSENT RAKENDAB SELLEKS LINNAPLANEERIMISEL PÕHINEVAD MEETODEID [7]. NII NAGU SISERUUMI AKUSTIKAS EI TÄHENDA HEA AKUSTIKAGA RUUM AINULT ENDA OTSTARBELE VASTAVAD AKUSTILISITINGIMUSI, VAIDEELDAB KA LÄBIMÕELDUD RUUMIDE PLANEERINGUT, ON KA LINNARUUMI AKUSTILISE KESKKONNA KVALITEET SÕLTUV SELLE PLANEERINGUST.

**LÄBI PLANEERINGU** ON VÕIMALIK KAITSTA VAIKSEID PIIRKONDI, TAGADA VAJALIKULT PUHVERTSOONID NING TÕKKED MÜRAALLIKATEST MÜRATUNDLIKE OBJEKTIDENI, PAIGUTADA STRATEEGILISELT KÕRGE MÜRATASEMEGA MAGISTRAALE, MÄÄRATA LINNARUUMI MAHULISI SUHTEID, TAGADA ÜHISTRANSPORDI, RATTATEEDE JA KÕNNITEEDE VÕRGUSTIKE KVALITEETI NING MÕJUTADA PALJUSID TEISI ELEMENTE, MIS MÄÄRAVAD LINNA MÜRATASEMEID NING NENDE JAGUNEMIST.

## MAAKASUTUS

**MAAKASUTUSE** KORRAL LAHTUTAKSE ÜLDJUHL, ET MÜRAALLIKA NING MÜRATUNDLIKU OBJEKTI VAHEL OLEKS VÕIMALIKULT SUUR KAUGUS, ET NENDE VAHELE OLEKS PAIGUTATUD MÜRA TALUVAID OBJEKTE, NING ET ÜKSIKUTE OBJEKTIDE ASEMELE OLEKS PLANEERITUD PIIRKONNAD NING SELLEST TULENEVALT OLEKS ALLIKA NING MÜRATUNDLIKE OBJEKTIDE VAHELINE SOODNE PAIGUTAMINE LIHTSAM. ÜLEÜLDISEKS MEETMEKS ON LIIKLUSMAGISTRAALIDE ÜMBRUSESSE PIISAVA VABA RUUMI PLANEERIMINE NING NENDE PAIGUTAMINE VÕIMALIKULT KAUGELE MÜRATUNDLIKEST OBJEKTIDEST. LÄBI MAAKASUTUSE ON VÕIMALIK MÄÄRATA MÜRATUNDLIKE NING MÜRA TALUVATE OBJEKTIDE PAIGUTUS ALLIKA SUHTES. KUI ELAMUID, KOOLE NING RAVIASUTUSI TULEKS MÜRA EEST KAITSTA, SIIS BÜROO-, ÄRI- NING TOOTMISHOONEID VÕIB PAIGUTADA KA MÜRARIKKAMATESSE PIIRKONDADESSE. [3]

## HOONED KUI EKRAANID

**KÕRGE MÜRATASEMEGA TEE ÜMBRUSES** ON ÜHEKS VÕIMALIKUKS LAHENDUSEKS KASUTADA VÄHESEMA MÜRATUNDLIKKUSEGA HOONEID EKRAANIDENA, ET KAITSTA MÜRATUNDLIKKE OBJEKTE. KAHEKORRUSELINE MAJA VÕIB MÜRA SUMMUTADA JUBA 10-15 dB VÕRRA NING MIDA KÕRDEM ON ESIMENE HOONE, SEDA PAREM ON SAAVUTATAV HELIVARJESTUS [3]. ÜKSIKUTE MAJADE TAVALINE LISASUMMUTUSVÕIME ON UMBES 5dB 100 MEETRI KOHTA. [3]

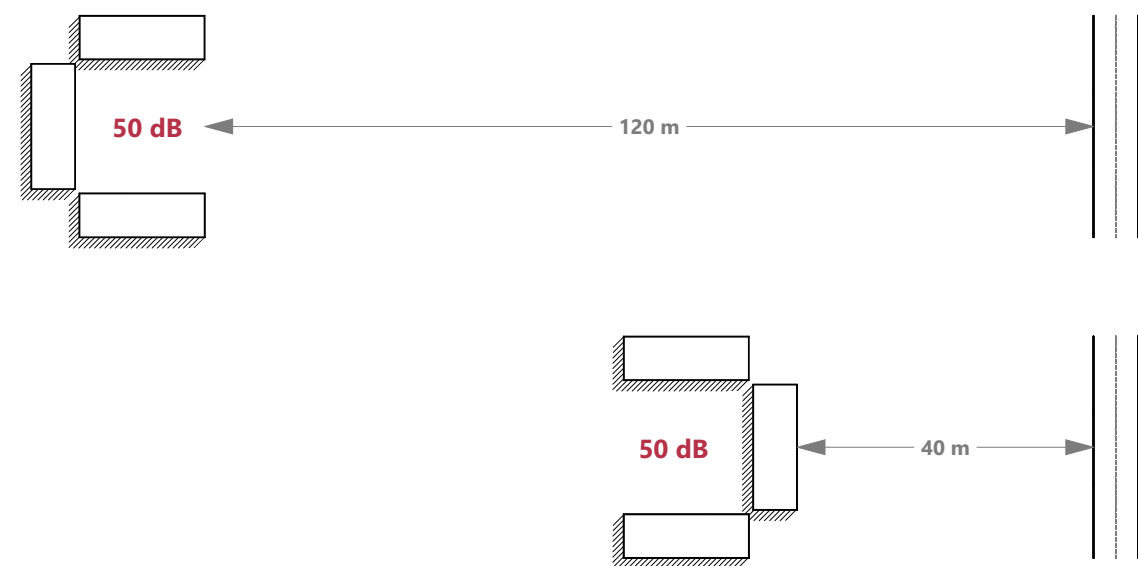
**KUI** KA EKRAANINA TÖÖTAVA HOONE FUNKTSIOON ON MÜRATUNDLIK, ON ÜLDJUHUL MÕISTLIKUM SUURENDA ANTUDHOONESÕIDUTEPOOLSEVÄLISSEINAHELIISOLATSIOONI, ET SÄILITADA HOONETAGUNE VÄÄRTUSLIKUM JA VAIKSEM ALA. KUIGI ESMAPILGUL VÕIB OLLA KASULIK PAIGUTADA HOONE VÄLISTEST HELIALLIKATEST NII KAUGELE KUI VÕIMALIK, SIIS TULENEVALT MÜRATASEME VÄHENEMISE LOGARITMILISUSEST KAUGUSE SUURENEDES, ON HOONE KAUGEMALE PAIGUTAMISEL EFEKTIIVNE MÕJU VAID OLUKORRAS, KUS ESIALGSELT ASETSES HOONE TEELE VÄGA LÄHEDAL. NÄITEKS LIIGUTADES HOONE 10 m JA 100 m KAUGUSELT VASTAVALT 20 m JA 200 m KAUGUSELE ALLIKAST, VÄHENDAVAD MÕLEMAD MUUDATUSED AUTOTEE MÜRA 3 dB VÕRRA [11].

**TULENEVALT** JOONALLIKA MÜRATASEME VÄHENEMISEST 3 dB VÕRRA KAUGUSE KAHEKORDSEL SUURENEMISEL. SEE TÄHENDAB, ET PIIRATUD RUUMIGA LINNAS EI OLE TIHTI OTSTARBEKAS VIIA HOONEID MÜRATASEMETE VÄHENDAMISE EESMÄRGIL ALLIKAST KAUGEMALE. KAUGUSE SUURENEMISE MÕJU HOONE FASSAADILE JÕUDVA MÜRATASEME SUHTES ON TÄHTSUSELT VÄIKE NING LISAKS KAOTATAKSE SELLEGA HOONETAGUNE POTENTSIAALSelt VAIKSEM ALA, MILLE SUHTES ANTUD TEEÄÄRNE HOONE TÖÖTAKS EKRAANINA.

**LÄBI** PLANEERINGU ON VÕIMALIK KA MÄÄRATA ALLIKÄÄRSETE HOONETE MAHULISED PARAMEETRID JA TÛÜBID. NÄITEKS AVADETA HOONEFRONDI KASUTAMINE EKRAANINA ERALDATUD ÜKSIKUTE VÄIKESTE HOONETE ASEMELE [12].

**SÛVENDATUD TEE**

**MÛRA** TÕKESTAMISE SEISUKOHALT ON SOODNE PAIGUTADA SÕIDUTEE TÄNAVATASAPINNA SUHTES SÛVENDISSE, SEST SELLISE PAIGUTUSEGA TÖÖTAVAD SÛVENDI KÛLJED MÜRATÕKETENA NING TAKISTAVAD SELLE LEVIKUT KÕNNITEE NING FASSAADINI, VÄHENDADES OLULISED MÜRATASEMEID NII JALAKÄIJATE TSOONIS KUI KA FASSAADIDEL, ERITI ESIMESTEL KORRUSTEL. LISAKS ON VÕIMALIK SUURENDA KA SÛVENDI KÛLGEDE HELINEELDUMIST. JOONISEL 4.11 ON VÄLJA TOODUD ERINEVAD SÛVENDATUD TEE KONFIGURATSIOONID: 1) SÛVENDATUD TEE, 2) SÛVENDATUD TEE MADALA VERTIKAALSE EKRAANIGA, 3) SÛVENDATUD TEE MADALA KALDUS EKRAANIGA, 4) KALDUS TUGISEINADega SÛVENDATUD TEE MADALA VERTIKAALSE EKRAANIGA, 5) KALDUS TUGISEINADega SÛVENDATUD TEE MADALA KALDUS EKRAANIGA.



JOONIS 4.10 / MÜRATASEME VÄHENEMINE KAUGUSE SUURENEMISE; HOONETE KASUTAMINE EKRAANINA / ORIGINAALJOONIS [63, LK 28]

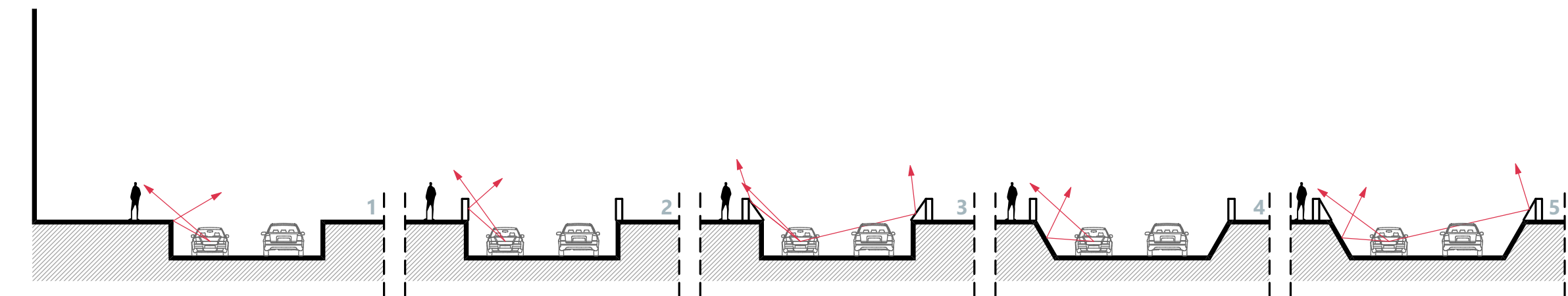
**AINUÛKSI** TEE SÛVENDAMINE EI PRUUGI TAGADA MÄRKIMISVÄÄRSET HELITASEMETE VÄÄRTUSTE VÄHENEMIST KÛLGNIVAL KÕNNITEEL, KÛLL AGA ON SEDA MÕJU VÕIMALIK SUURENDA MADALATE EKRAANIDE LISAMISEGA SÛVENDI SERVADELE NING TUGISEINADega KALLUTAMISEGA. KUI 1,7 MEETRI SÛGAVUSELE SÛVENDILE VERTIKAALSE MADALA EKRAANI LISAMINE VÄHENDAB KÕNNITEEL MÜRATASEMEID 1 dB(A), SIIS KALDUS EKRAAN TÕSTAB SEDA MÕJU JUBA 4,4 dB(A) VÕRRA JALAKÄIJATE JAOKS NING UMBES 2 dB(A) VÕRRA ÛLEJÄÄNUD FASSAADIL. KALDUS PINNAD VÄLDIVAD SÛVENDI NING EKRAANIDEVAHELIST HELIDE PENDELDAMIST NING SUUNAVAD ESIMESED PEEGELDUSED NING SEELÄBI OSA HELIENERGIAST TÄNAVALT VÄLJA. [43]

**SÛVENDI** TUGISEINADega KALLUTAMINE LISAB VEEL 2,7 dB(A) VÕRRA MÜRATASEME VÄHENEMIST, SAAVUTADES KOKKU 9,6 dB(A) SUURUSE MÜRATASEME VÄHENEMISE JALAKÄIJATE TSOONIS NING VERTIKAALSETE EKRAANIDEGA NING 10,7 dB(A) SUURUSE ERINEVUSE 20 KRAADISE KALDEGA EKRAANIDEGA LAHENDUSES. LISAKS ON VASTAVATE LAHENDUSTE KORRAL OLULINE MÜRATASEME VÄHENEMINE MADALAMATEL KORRUSTEL. HELINEELAVAMATERJALI LISAMINE VERTIKAALSETELE TUGISEINADELE VÕIB MÜRATASET VÄHENDADA VEEL LISAKS KUNI 7,5 dB(A) VÕRRA, KUID KALDUS SEINADega KORRAL EI OLE SEE ENAM OTSTARBEKAS, VÄHENDADES TASEMEID ALLA 1 dB VÕRRA NII JALAKÄIJATE KUI KA FASSAADIDEGA JAOKS. KALDUS TUGISEINADega SÛVENDITE MIINUSEKS ON TÄNAVAPINNA VÄHENEMINE NENDE ARVELT. [43]

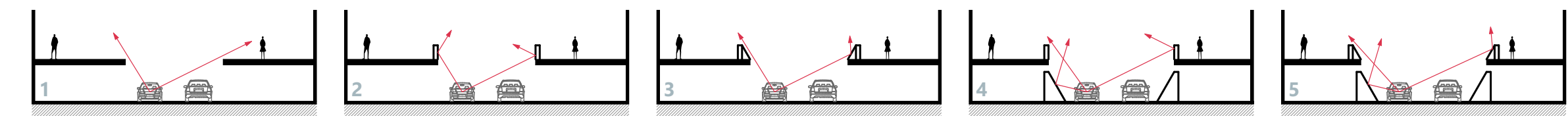
**KAHETASANDILINE TÄNAV**

**SÕIDUTE**E ASETAMINE TEISELE TASANDILE VÄHENDAB OLULISELT MÜRATASEMEID JALAKÄIJATE TSOONIS NING FASSAADIDEL. VÕRRELDDES SÛVENDATUD TEEGA ON 3 m SÛGAVUSE KAHETASANDILISE TÄNAVA KORRAL OLULINE MÕJU JALAKÄIJATENI JÕUDVALE MÛRALE KA ILMA EKRAANIDE LISAMISETA. JOONISEL 4.12 ON NÄIDATUD ERINEVAD KAHETASANDILISE TÄNAVA ASETUSED: 1) REFERENTSOLUKORD ILMA EKRAANITA, 2) MADAL VERTIKAALNE EKRAAN KÕNNITEE ÄÄRES, 3) MADAL KALDUS EKRAAN KÕNNITEE ÄÄRES, 4) KALDUS SEINAD NING VERTIKAALNE MADAL EKRAAN KÕNNITEE ÄÄRES, 5) KALDUS SEINAD NING KALDUS MADAL EKRAAN KÕNNITEE ÄÄRES

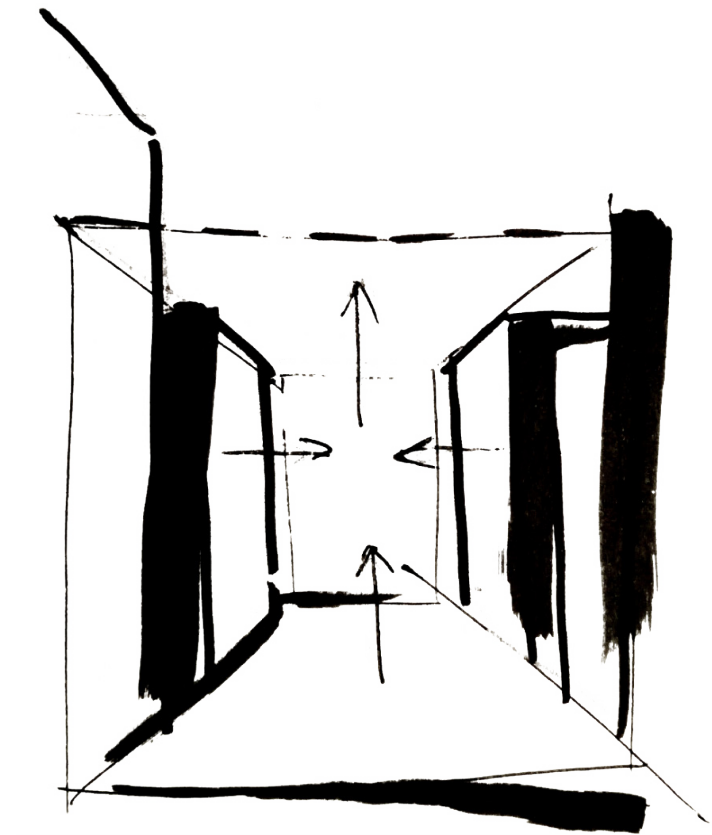
**PARKIMISKOHAD** TEE ÄÄRES VÄHENDAVAD MÜRATASEMEID JALAKÄIJATE JAOKS 5,3 dB(A) NING ESIMESE KORRUSE AKENDEL 6 dB(A) VÕRRA. MADALATE VERTIKAALSETE EKRAANID LISAMINE KÕNNITEE ÄÄRDE VÄHENDAB MÜRATASET LISAKS 3,5 dB NING KALDUS EKRAANI LISAMINE 4,8 dB(A) VÕRRA. KALDUS SEINA LISAMINE ANTUD OLUKORRAS OMAB VÄHEST MÕJU VÕRRELDDES SÛVENDATUD TEEGA. KOKKU ON VÕIMALIK JALAKÄIJATE JAOKS VÄHENDADA KAHETASANDILISE TÄNAVAGA MÜRATASEMEID KUNI 11,3 dB(A) NING ENNUSTATAV MÕJU ESIMESE KORRUSE AKENDELE ON 11,5 dB(A). [43]



JOONIS 4.11 / ERINEVATE SÛVENDATUD TEE KONFIGURATSIOONIDE MÕJU HELI LEVIMISELE / ORIGINAALJOONIS [43, LK 107]



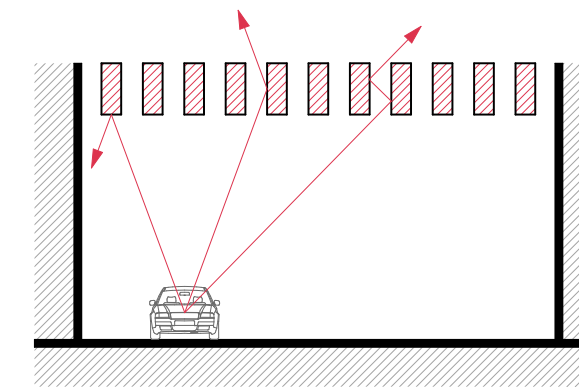
JOONIS 4.12 / KAHETASANDILISE TÄNAVA KONFIGURATSIOON / ORIGINAALJOONIS [43, LK 108]



JOONIS 4.13 / ILLUSTRATSIOON TÄNAVAKANJONIST

#### KATUS JA TUNNEL

TEE OSALINE VÕI TÄIELIK KATMINE ON KALLIS, KUID TÕHUS LAHENDUS, MIS ON KASUTUSELE VÕETUD MITMETES KESK-EUROOPA JA JAAPANI TIHEDATES PIIRKONDADES. KATUSEKS VÕIVAD OLLA NÄITEKS TEE KOHALE RIPUTATUD PANEELID, MIS NEELAVAD OTSESED HELID NING LASEVAD LÄBI VAID MURDUNUD HELID [11]. VÄGA KALLIKS MÜRA TÕKESTAMISE MEETMEKS ON TUNNEL, NING KUIGI SELLE MÕJU MÜRATAASEMETELE ON SUUR, SIIS AINULT MÜRA VÄHENDAMISE EESMÄRGIL ÜLDJUHUL NEID EI E HITATA. MÕISTLIK ON NEID KASUTADA PIIRKONDADES, KUS MAA HIND ON KÕRGE NING TUNNELITE PEALE ON VÕIMALIK E HITADA. [3]



JOONIS 4.14 / PANEELIDEGA TEE KATMINE / ORIGINAALJOONIS [11, LK 193]

#### 4.2.1.2 TÄNAVA MAHULISED PARAMEETRID

KUI VAADELDA HELI LEVIMIST SUUREMAS MASTAABIS NING KÄSITLEDA HELI VASTUVÕTJANA MITTE AINULT ANTUD SÕIDUTE VAHETUS KAUGUSES LIIKUVAT JALAKÄIJAT, VAID KA NÄITEKS KVARTALI SISEHOOVIS VIIBIJAT, SAAVAD KA HOONETE JA TÄNAVATE MAHULISTEST PARAMEETRITEST, NAGU TÄNAVA LAIUS-KÕRGUSLIKUD SUHTED NING HOONETEVÄHELISTEST AVADEST OLULISED HELI LEVIMISE TEEKONDA MÕJUTAVAD ELEMENDID.

#### TÄNAVAKANJONID

TÄNAVAKANJONITEKS VÕI KANJONTÄNAVATEKS NIMETATAKSE MÕLEMALT POOLT KÕRGETE HOONETEGA KÜLGNEVAID LINNATÄNAVAID, MIS LOOVAD KANJONIGA SARNANEVA LINNAKESKKONNA. TÄNAVAKANJONITES VÕIMENDUB OTSENE HELI HOONETE FASSAADIDELT PEEGELDUVATE HELILAINETE TÕTTU NING SEETÕTTU SUURENEB KA NENDE PUHUL HOONETE MATERJALIDE MÕJU AKUSTILISE KESKKONNALE [44]. AKUSTILISELT TÄHENDAB SEE KA SISERUUMILE SARNASTE HELI LEVIMISE OMADUSTE POTENTIAALSET ESINEMIST, MUUTES VÄLISRUUMI HELIKESKKONNA SELGEMINI MÕJUTATAVAKS LÄBI SELLE MAHULISTE PARAMEETRITE.

KÕRGE HOONE ANTUD KONTEKSTIS EI TÄHENDA KÕRGHOONEID NING EI OLE NIIVÕRD TINGITUD HOONE ENDA KÕRGUSEST, VAID PIGEM HOONE KÕRGUSE SUHTEST TÄNAVA LAIUSESSE. ECHEVARRIA SANCHEZ [43] LEIDIS 2016. AASTAL, ET KANJONILAADSETE TÄNAVATE KORRAL ON SELLE VORMIL OLULINE MÕJU LIIKLUSMÜRA TASEMETELE, UURIDES ERINEVATE PARAMEETRITE MÕJU HELITASEMETELE KÕNNITEEL NING FASSAADIL 25 m LAIUSE NING 25,6 m KÕRGUSE TÄNAVA KONFIGURATSIOONI NÄITEL.

#### TÄNAVA LAIUS JA KÕRGUS

TULENEVALT FASSAADIDELT PEEGELDUVA HELI TÄHTSUSEST LINNARUUMI AKUSTILISES KESKKONNAS, ON TÄNAVATE LAIUS EHK FASSAADIDEVAHELINE KAUGUS ÜKS OLULISEMAID RUUMILISI PARAMEETREID HELI LEVIMISEL LINNAS. ÜLDISELT VÕIB EELDADA, ET TÄNAVA LAIUSE SUURENEMISEL KASVAB KA HELIRÕHU TASEME VÄHENEMINE MÕÕDA TÄNAVAT. VÕTTES ARVESSE VASTUVÕTJA ASUKOHTA, OMAB ÜHE HOONEFRONDI LIIGUTAMINE VASTASKÜLJE TÄNAVARUUMILE VÄIKSEMALT MÕJU, SEST ANTUD ASUKOHA DOMINEERIVAD FASSAADI ENDA PEEGELDUSED. AKUSTIKAPROFESSOR JIAN KANG [11] ON LEIDNUD, ET HAJUTATUD PEEGELDUVATE PINDADE NING TÄNAVA KÕRGUSE 18 m KORRAL VÄHENEV HELITASE LÄHEDASES VÄLJAS 2,6 dB VÕRRA, KASVADES 20 MEETRI KAUGUSEL ALLIKAST 5,3 dB(A)-NI NING SEJÄREL VÄHENEDES UMBES 3 dB PEALE 60 m KAUGUSEL. JOONISEL 4.15 ON NÄIDATUD HELI VÄHENEMIST ALLIKA NING VASTUVÕTJA VAHELISE KAUGUSE SUURENEMISEL ERINEVATE TÄNAVA KÕRGUSTE KORRAL, KUS TÄNAVA LAIUSEKS ON 20 m NING KÕRGUSE-LAIUSE SUHTE ULATUSEKS 3,3-0,37. [11]

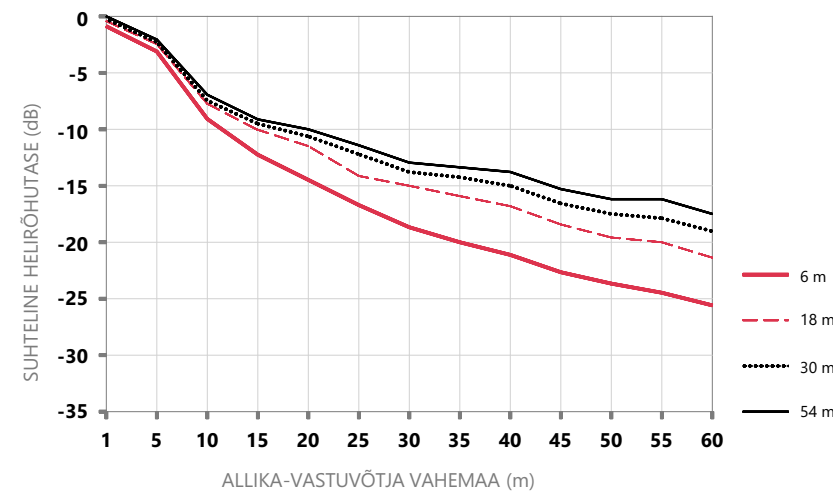
TÄNAVA KÕRGUS EHK HOONETE KÕRGUS EI MÕJUTA IDEAALSELT (SPEKULAARSELT) PEEGELDAVATE PINDADE KORRAL MÜRATAASEMEID KANJONTÄNAVA KORRAL, SEST EI LISANDU PEEGELDUSI, KUID HAJUTAVALT PEEGELDUVATE PIIRIDE KORRAL SAAB KÕRGEMA TÄNAVA KORRAL VÄHEM ENERGIAT SELLEST VÄLJA PEEGELDUDA NING ÜLEÜLDINE MÜRATAASE TÄNAVATEL SUURENEB. MIDA SUUREM ON ALLIKA-VASTUVÕTJA VAHEMAA, SEDA OLULISEMAKS MUUTUB PIIRITLEVATE PINDADE MÕJU JA SEEKA SUURENEVAD ERINEVATEST TÄNAVA KÕRGUSTEST TULENEVAD MÕJUD HELITASEMETELE.

UMBES 10 M KAUGUSEL ALLIKAST ON ERINEVATE KÕRGUSTE MÕJU TÄHTSUSETU OTSESE HELI KAALUKA OLULISUSE TÕTTU, KUID VAHEMAA SUURENEDES HAKKAVAD SUUREMAT ROLLI OMAMA KA ÜMBRITSEVATE PINDADE PEEGELDUSED. NÄITEKS ALLIKA JA VASTUVÕTJA VAHELISE KAUGUSEGA 60 m ON TÄNAVA KÕRGUSTE 6 JA 54 m KORRAL HELITASEME VÄHENEMISE ERINEVUSEKS 8 dB. [11]

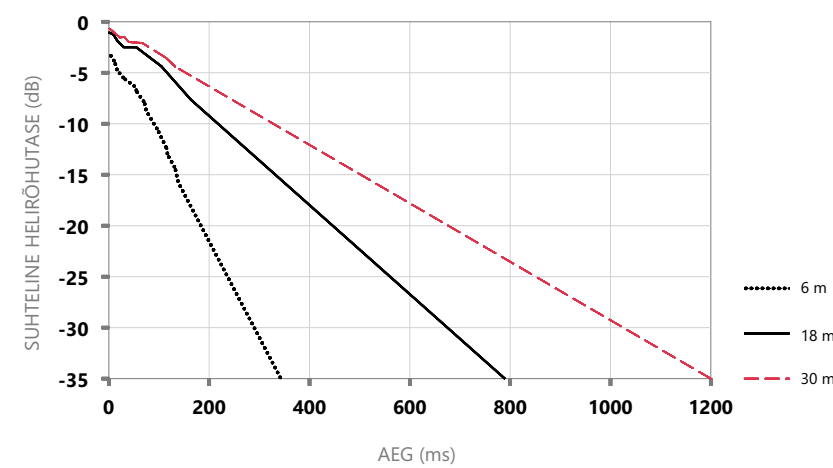
IDEAALSELT PEEGELDAVATE PIIRIDE KORRAL KASVAB KOOS TÄNAVA LAIUSE SUURENEMISEGA KA JÄRELKÕLAKESTUS, KUID PÜSIB STABIILSENA TÄNAVA KÕRGUSE SUURENEMISEL, KUI ALLIKA KÕRGUS ON ALGSEST TÄNAVA KÕRGUSEST MADALAMAL [9]. JOONISEL 4.16 ON NÄHA JÄRELKÕLAKESTUSE SUURENEMINE KASVAVA TÄNAVA KÕRGUSE KORRAL HAJUTAVATE PINDADE KORRAL.

**HOONETEVAHELISED AVAD**

HOONETEVAHELISED AVAD VÕIVAD MÜRA EDASISE LEVIKU TÕKESTAMISE OSAS OLLA NEGATIIVSE MÕJUGA, KUID TÄNAVARUUMIS MÜRA VÄHENDAMISE SEISUKOHAST ON NEIL JÄLLEGI POSITIIVNE EFEKT. KANG [11] VÕRDLES KAHTE TÜÜPILIST INGLISMAA JA HONGKONGI TÄNAVARUUMI NING LEIDIS, ET MÕLEMAS KESKKONNAS VÕIVAD HOONETEVAHELISED AVAD LANGETADA HELITASET 3-5 dB VÕRRA. HOONETEVAHELISTE AVADE MÕJU ON OLULISEM ANTUD AVADE ÜMBRUSES. ERINEVATE HOONETÜÜPIDE MÕJU VÄHENEV ALLIKA-VASTUVÕTJA KAUGUSE SUURENEMISEGA, VÄHENDADES HOONETEVAHELISI AVADE MÕJU NING SUURENDADES OTSESE HELI OSAKAALU. [11]



JOONIS 4.15 / HELI VÄHENEMINE ALLIKA JA VASTUVÕTJA VAHELISE KAUGUSE SUURENEMISEGA / ORIGINAALJOONIS [11, LK 209]



JOONIS 4.16 / JOONIS 4.15 HELI VÄHENEMINE TÄNAVA KÕRGUSE SUURENEMISEL 6 M PEALT 30 M PEALE. PIIRID HAJUTAVALT PEEGELDAVAD; TÄNAVA LAIUS 20M; ALLIKA-VASTUVÕTJA VAHELINE KAUGUS 20M / ORIGINAALJOONIS [11, LK210]

**4.2.1.3 HOONETE GEOMETRIA JA FASSAADID**

HOONETE VORMI NING MATERJALIDE MÕJU VÄLISELE HELIKESKKONNALE ON SAAMAS KASVAVAT TÄHELEPANU, TULENEVALT KESKKONNAMÜRA PROBLEEMI LAIALDASEMAST MÕISTMISEST NING PIIRATUD VÕIMALUSTEGA KESKKONDADEST, KUID PEAMISELT KESKENDUTAKSE HELIDE ISELOOMUDELE [19] NING SIIANI ON VAID VÄHESED UURINGUD ANALÜÜSINUD MORFOLOOGIA NING FASSAADIDE MATERJALIDE MÕJU LINNA MÜRAKESKKONNALE. MITMEID KASUTUSELOLEVAID MÜRATASEMETE VÄHENDAMISE VÕTTEID EI OLE VÕIMALIK OTSTARBEKALT RAKENDADA JUBA EELNEVALT ÜLES EHITATUD TIHEDAS LINNARUUMIS NING AKUSTILISE KESKKONNA MUGAVUSTUNNE EI SÕLTU ÜKSNES HELITASEMEST, VAID KA SELLE ISELOOMUST.

OMADES LINNASTRUKTUURIS PINNALISELT MÄÄRAVAT OSAKAALU, ON LISAKS HOONETE VORMILE KA NENDE FASSAADIDEL POTENTSIAALI OLLA OLULISEKS LINNAKESKKONNA AKUSTILISE KVALITEEDI MÕJUTAJAKS.

LINNARUUMI KONTEKSTIS HINNATAKSE FASSAADIDE KVALITEETI EESKÄTT VISUAALSE JA MAHULISE SUHTENA NEID ÜMBRITSEVASSE KESKKONDA, KUID ÜLEJÄÄNUD NÕUDED FASSAADIDE POOLT LOODUD KESKKONNA KVALITEEDI OSAS KEHTIVAD VAID SISERUUMI MAHUS, MIDA NAD PIIRAVAD [45]. INIMESED TAJUVAD JA KOGEVAD LINNARUUMI AGA LÄBI PALJU ENAMA, KUI VAID NÄGEMISE. SOOME ARHITEKT JA ARHITEKTUURITEOREETIK JUHANI PALLASMAA [4, LK 49] ON SÕNASTANUD IDEE LINNA VISUAALSE JA HELILISE OLEMUSE VÕRDLEMISEKS:

*„NÄGEMINE ISOLEERIB, SAMAL AJAL KUI HELI HAARAB ENDASSE; NÄGEMINE ON KINDLASIHILINE, SAMAL AJAL KUI HELI ON MITMESUUNALINE. NÄGEMISMEEL VIHJAB VÄLISELE POOLELE, KUID HELI LOOB TUNDE SEESPIDISUSEST. MA SUHESTUN OBJEKTIGA, KUID HELI LÄHENEV MINULE; SILM ULATUB, KUID KÕRV VÕTAB VASTU. HOONED EI REAGEERI MEIE VAATAMISELE, KÜLL AGA PEEGELDAVAD NAD TAGASI MEIE LOODUD HELISID.“*

ANALÜÜSIDES KÕIKI VÕIMALIKKE LINNARUUMI AKUSTILIST KESKKONDA MÕJUTAVAD KOMPONENTE, TULEB ÜMBER MÕTESTADA KA FASSAADIDE TÄHENDUS LINNARUUMI KONTEKSTIS. FASSAAD EI OLE VAID PIIRDEKS SISERUUMILE, VAID OMAB OLULIST MÕJU KA VÄLISELE RUUMILE NING FASSAADI KAKS KÜLGE PEAKS TÕÕTAMA VASTAVA KESKKONNA HEAOLU NIMEL. HOONETE FASSAADID ON VÕIMELISED FILTREETRIMA ÕHKU, PUHASTAMA VETT NING REGULEERIMA KESKKONNA TEMPERAATUURI NING ÕHUVOOLU [45] NING NENDE POTENTSIAALSET MÕJU VÄLISKESKKONNALE JA SEELÄBI RAHVATERVISELE TULEKS VAADELDA KA AKUSTIKA PERSPEKTIIVIST.

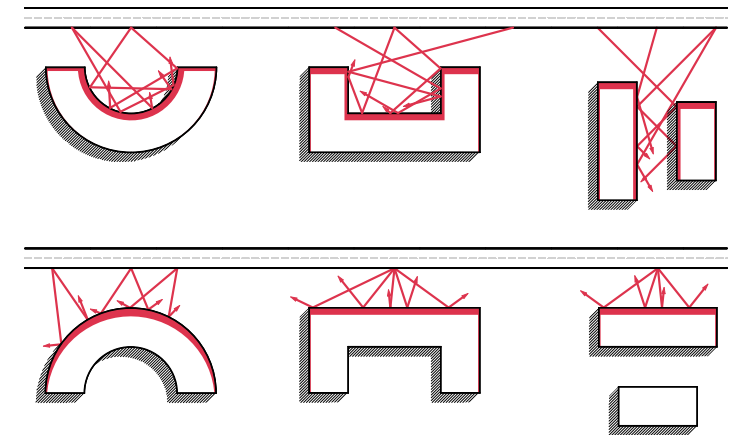
VERTIKAALSETE PINDADE MÕJU TÄNAVARUUMI AKUSTIKAS JALAKÄIJA SUHTES SUURENEB ALLIKA JA VASTUVÕTJA VAHEMAA SUURENEDES NING OLUKORDADES, KUS OTSENE HELI LEVIMINE ON TAKISTATUD, EHK VERTIKAALSETE PINDADE PEEGELDUSED OMAVAD SUUREMAT OSAKAALU VÕRRELDDES OTSESE HELIGA [46]. KUI PUUDUB OTSENE SIDE ALLIKA JA VASTUVÕTJA VAHEL, NÄITEKS SISEHOOVIS, MUUTUVAD KA FASSAADIDE MATERJALIDE OMADUSED MÄÄRAVAKS [46]. VÄIKSED GEOMEETRIILISED MUUDATUSED VÕIVAD OLLA OLULISEKS ARHITEKTOONILISEKS TÕÕRIISTAKS, ET PARANDADA AKUSTILIST KESKKONDA LINNADES [43]. LISAKS ON KOHATI VÕIMALIK FASSAADIPÕHISEID GEOMEETRIILISI NING MATERJALI MUUDATUSI LISADA KA OLEMASOLEVALE HOONETELE NENDE UUENDAMISTEL.

**HOONE ÜLDINE VORM JA ORIENTATSIOON**

HOONETE GEOMETRIA JA ORIENTATSIOON PEAKS OLEMA ESIMISEKS PLANEERINGULISEKS JA ARHITEKTUURSEKS KAALUTLUSEKS SEoses HELITASEMETEGA NII VAADELDAVA HOONE ENDA KUI KA LÄHEDASTE HOONETE SISEMISES JA VÄLISES KONTEKSTIS. MÜRA SILMAS PIDADES ON GEOMETRIA PUHUL OLULISEKS HELILAINETE PEEGELDUMISTE MÄÄR NING HOONE KUJU PEAKS POTENTSIAALSEID PEEGELDUSI PÕHILISTEST MÜRAALLIKATEST VÕIMALIKULT VÄHE TEKITAMA. SPETSIIFILISTELT TULEKS VÄLTIDA FASSAADIDE OMAVAHELISI PEEGELDUMISI NING PEEGELDUSTE KOONDUMISI. HOONETE GEOMETRIA JA PAIGUTUS TULEKS INTEGREERIDA PLANEERIMIS- JA PROJEKTEERIMISPROTSESSI NING KOHANDADA HOONETE SOBIVUSE HINDAMISE KRITERIUMIKS. [12]

**HORISONTAALTASAPINNAS**

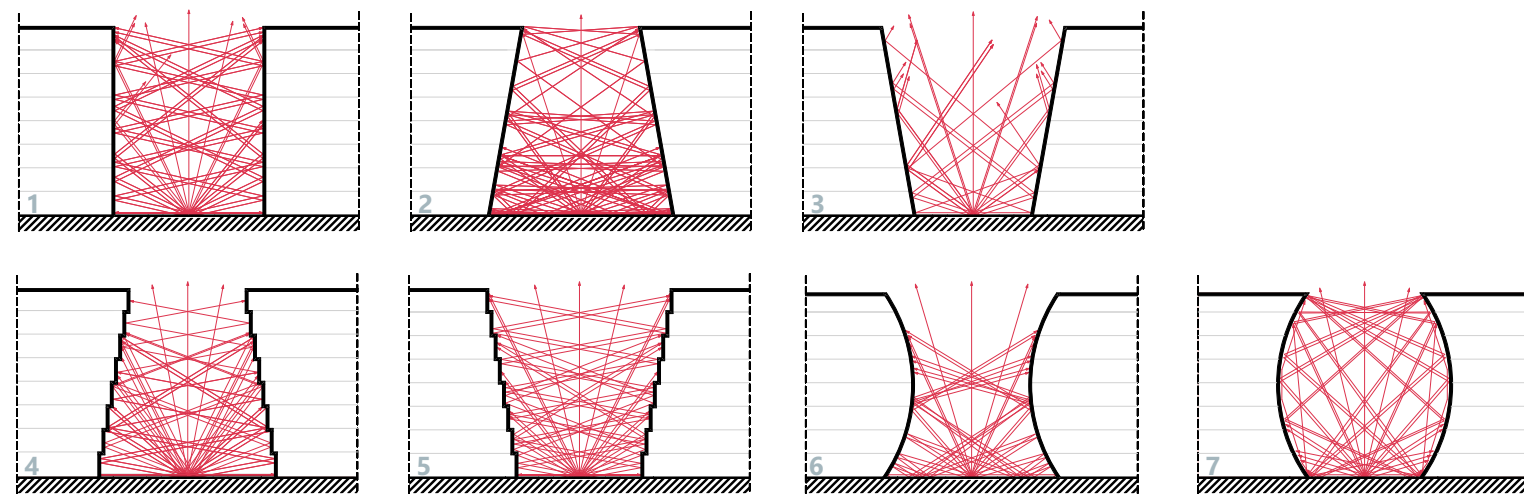
HOONE PAIGUTAMINE TEEGA RISTI EI OLE MÕISTLIK, SEST KUIGI TEEPOOLNE KÜLG ON KÕIGE LÜHEM, SIIS JÕUAVAD KA PIKEMATELE KÜLGEDELE KÕRGED MÜRATASEMED, MIDA VÕIVAD VEEL ENAM VÕIMENDADA KÕRVALOLEVATE HOONETE PEEGELDUSED. TEEGA PARALLEELSE PAIGUTUSE KORRAL ON ÜKS HOONE PIKKADEST KÜLGEDEST VAIKNE NING ON KAITSTUD KA HOONETAGUNE RUUM LIIGSEST MÜRAST. [3] JOONISEL 4.17 ON VÄLJA TOODUD MÕNINGATE GEOMETRIATE PAIGUTUSED, KUS ÜLEMINE RIDA ISELOOMUSTAB PAIGUTUSI, MIDA VÄLTIDA, NING ALUMINE RIDA, MIDA NENDE ASEMELE EELISTADA [12]. NÄITEKS TEE SUHTES NÕGUSA VORMI KORRAL KOONDUVAD HELID HOONE ESISEL ALAL, KUID KUMER VORM PEEGELDAB HELI EEMALE NING HAJUTAB MÜRA.



JOONIS 4.17 / HOONETE HORISONTAALSE GEOMETRIA MÕJU HELI LEVIKULE / ORIGINAALJOONIS NELSON 1987 „TRANSPORTATION NOISE REFERENCE BOOK“

**VERTIKAALTAAPINNAS**

FASSAADIDE VERTIKAALNE VORM OMAB MÄRGATAVAMAT MÕJU LINNAKANJONITE KONTEKSTIS. JOONISEL 4.18 ON NÄIDATUD HELI PEEGELDUMINE ERINEVATE HOONE VORMIDE KORRAL: 1) SILE VERTIKAALNE, 2) SILE LAIENEV KALDPIND, 3) SILE KITSENEV KALDPIND, 4) ASTMELISELT LAIENEV 5) ASTMELISELT KITSENEV, 6) KUMER, 7) NÕGUS. ÜLDINE FASSAADI KUJU OMAB OLULIST MÕJU MÜRATASEMETELE JALAKÄIJATE JAOKS NING ANTUD EFEKT ON SEDA SUUREM, MIDA PEEGELDAM ON FASSAADI MATERJAL. KLAASFASSAADI KORRAL VÕIB KUJUST TULENEV HELITASEMETE ERINEVUS JALAKÄIJATE TSOONIS OLLA KUNI 7 dB(A) NING TELLISE, EHK HELINEELAVAMA MATERJALI KORRAL 3 dB(A). [43]



JOONIS 4.18 / HOONETE VERTIKAALSED VORMID / ORIGINAALJOONIS [43, LK 101]

LAIENEVA KALDPINNAGA FASSAAD (4.18.2) PEEGELDAB HELIENERGIA TAGASI TÄNAVA SUUNAS JA SEETÕTTU VÕIB TÕSTA HELITASEMEID KUNI 6,1 dB(A) VÕRRA, KUI TEGEMIST ON KLAASFASSAADIGA. SELLESED VORMID SUURENDAVAD KA FASSAADI MATERJALIDE MÕJU TÄNAVA AKUSTILISELE KESKKONNALE NING ON SEETÕTTU KÕIGE EBASOODSAMAD LAHENDUSED. ÜLEVAL KITSENEV KALDUS FASSAAD (4.18.3) JÄLLEGI SUUNAB ESIMESED MÜRABEEGELDUSED TÄNAVARUUMIST VÄLJA AVANEMISE SUUNAS, VÄHENDADES SEELÄBI PEEGELDUMISTE ARVU NING HELITASEMEID TÄNAVA TASAPINNAS. PEEGELDUSTE VÄHENEMINE TÄHENDAB KA FASSAADMATERJALIDE VÄIKSEMAT MÕJU MÜRATASEMETELE. [43]

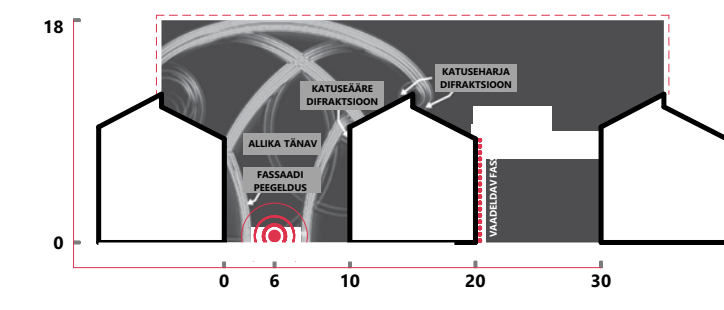
ASTMELISELT LAIENEVAD JA KITSENEVAD FASSAADID (4.18.4; 4.18.5) TÖÖTAVAD SARNASELT SAMASUUNALISTE SILEDATE KALDUS FASSAADIKUJUDEGA, SUURENDADES LAIENEVA ASTMELISUSEGA KLAASFASSAADI KORRAL KESKMISELT MÜRATASET TELLISE KORRAS 1,0 dB(A) VÕRRA NING KLAASMATERJALIGA ÜLE 3 dB(A). ALLAPOOLE LAIENEV ASTMELINE VORM AGA VÄHENDAB TELLISE KORRAL MÜRATASET 1,8 dB(A) VÕRRA. [43]

KUMERA FASSAADID (4.18.6) NÄITAVAD TELLISE KORRAL SARNASEID TULEMUSI VERTIKAALSE SILEDATA FASSAADIGA, KUID MÜRATASE TÕUSEB UMBES 4 dB VÕRRA JALAKÄIJA TSOONIS KLAASMATERJALI KORRAL. KUIGI KUMER PIND ON ÜLDJUHUL HAJUTAVA OMADUSEGA, SIIS VERTIKAALTAAPINNAS SUUNAB SEE OSA HELIDEST TAGASI TÄNAVA POOLE. JALAKÄIJATE VAATEPUNKTIST ON NÕGUS FASSAAD (4.18.7) KÕIGE OPTIMAALSEM, VÄHENDADES MÕLEMA MATERJALI KORRAL KESKMISELT MÜRATASET 1,5 dB(A) VÕRRA, KUI VÕRRELDA SILEDATA VERTIKAALSE FASSAADIGA. [43]

**KATUSE GEOMEETRIA**

KATUSE KUJU OMAB OLULIST MÕJU LIIKLUSMÜRA LEVIMISEL ALGSEST TÄNAVARUUMIST EDASI LÄHEDASTELE MÜRALE AVATUD FASSAADIDELE NING VÕIB MÕJUTADA MÜRATASEMEID NENDEL PINDADEL KUNI 20 dB ULATUSES, KESKMISELT KOGU FASSAADI KOHTA UMBES KUNI 10 dB [47]. KÕIGEST KATUSEHARJA KÕRGUSEST MÜRA LEVIKU MÕJU HINDAMISEL EI PIISA, OLULINE ON KA NII ANTUD HOONE KUI KA HELI VASTU VÕTVA HOONE KATUSE VORMID.

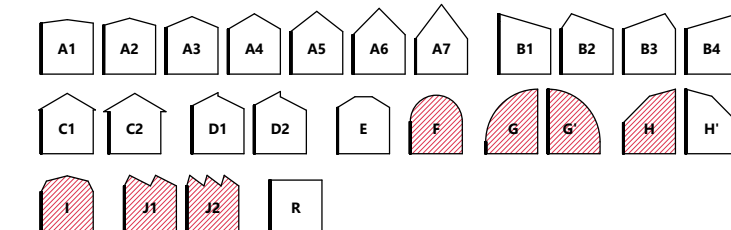
TÄNAPÄEVASTES MÜRA KAARDISTAMISE PROGRAMMIDES ON KALDKATUSTEGA HOONED TIHTI LIHTSUSTATUD, NING KATUSE KUJU EI OLE ARVESSE VÕETUD, ET VÄHENDADA MUDELI KONSTRUEERIMISE NING PROGRAMMI KALKULATSIOONIDE AEGA [11]. SEETÕTTU EI OLE KA KATUSTE VORM SAANUD LAIALDAST KASUTUST MÜRA LEEVENDAMISE VÕTTENA. KUID REAALSES OLUKORRAS VÕIVAD MÜRA LEVIMIST KATUSTE VORMID OLULISELT MÕJUTADA JA AIDATA MÜRA TÕKESTADA NING KATUSE KUJU SAAB KASUTADA KUI OLULIST ELEMENTI, ET VÄHENDADA MÜRATASEMEID KA HOONE VAIKSETEL KÜLGEDEL [47]. JOONISEL 4.19 ON ILLUSTRREETUD HELI LEVIMINE ÜLE HOONE KATUSE.



JOONIS 4.19 / KATUSE VORMI MÕJU HELI LEVIMISELE / ORIGINAALJOONIS [47, LK 1424]

VAN RENTERFHEM [47] ANALÜÜSIS<sup>1</sup> ERINEVATE KATUSEKUJUDE MÕJU UURITAVALE FASSAADIPINNALE JÕUDVATELE HELITASEMETELE, VÕRRELDES REFERENTSVORMIGA R, MIS ESINDAB TAVALIST NELJAKANDILIST LAMEDA KATUSEGA HOONET (JOONIS 4.20). TULEMUSED VASTAVAD KERGETE SÕIDUKITE POOLT TEKITATUD MÜRALE, MILLE SÕIDUKIIRUSEKS OLI 30-70 km/h. NEGATIIVSED VÄÄRTUSED JOONISEL 4.23 ISELOOMUSTAVAD PARANDATUD KAITSMISOMADUSI VÕRRELDES REFERENTSVORMIGA. UURINGU PÕHJAL ON GRUPPIDE A-E LAHENDUSED EBASOODSAMAD VÕRRELDES LAMEKATUSEGA NING ANTUD VARIANTIDEST ON KÕIGE EFEKTIIVSEMATEKS KATUSE VORMIDEKS LAHENDUSED F-J, VÄLJA ARVATUD H. [47]

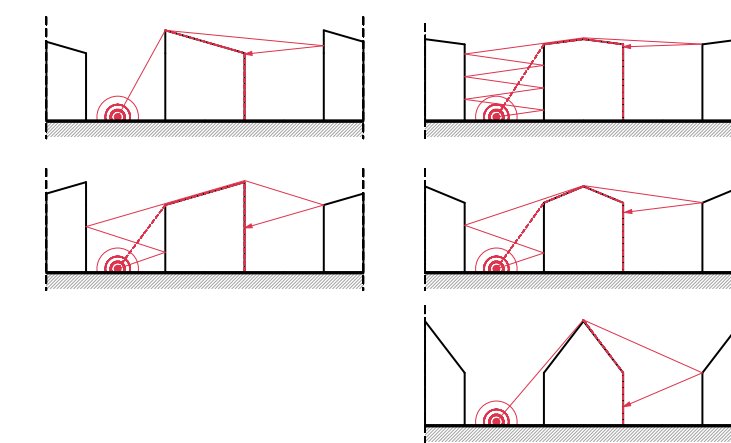
HINNATES KATUSTE MÜRA LEEVENDAMISE OMADUSI, VÕRRELDI KA ERINEVAID KERGETE JA RASKETE SÕIDUKITE OSAKAALUDE VARIATSIOONE, KIIRUSEID NING NENDE MÕJU ERINEVATELE FASSAADI TSOONIDE MÜRATASEMETELE NING LEITI, ET NII KIIRUS KUI KA SÕIDUKI TÜÜP EI OMA OLULIST MÕJU OPTIMAALSE KATUSEKUJU MÄÄRAMISEL. [47]



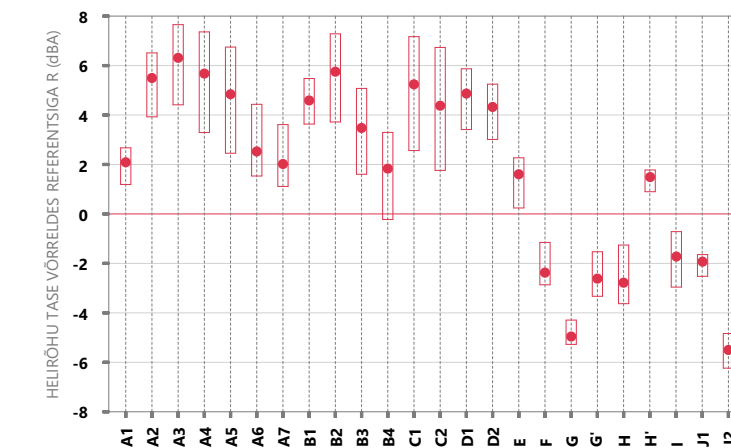
JOONIS 4.20 / UURITUD KATUSTE GEOMEETRIAD / ORIGINAALJOONIS [47, LK 1425]



JOONIS 4.21 / KATUSTE GEOMEETRIAD ON JÄRJESTATUD VASTAVALT TULEMUSTELE

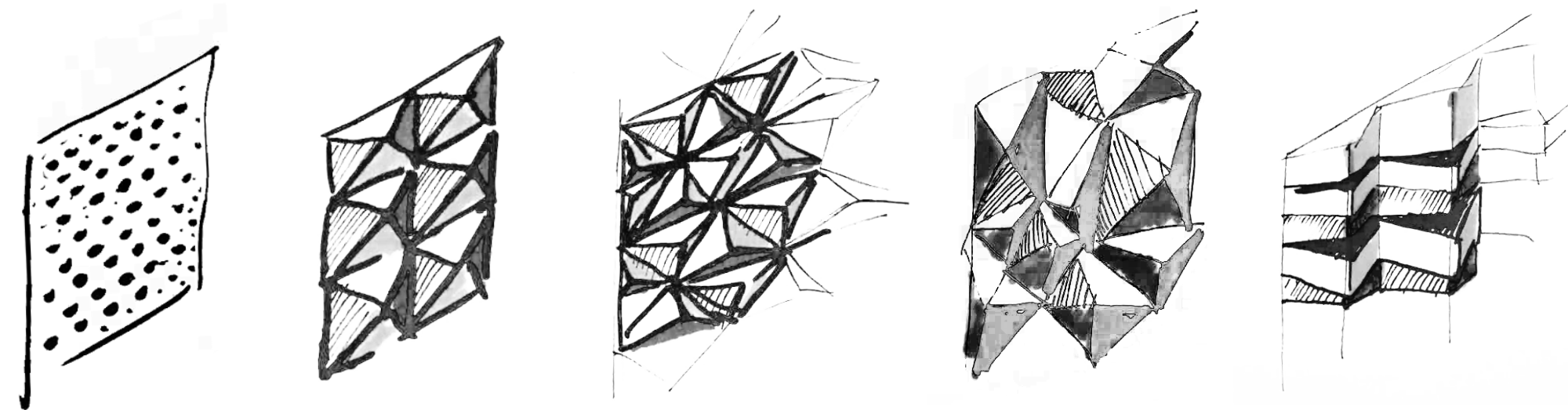


JOONIS 4.22 / MÜRA LEVIMINE ÜLE ERINEVATE KATUSEVORMIDE / ORIGINAALJOONIS [47, LK 1431-1432]



JOONIS 4.23 / AUTOLIKLUSEST PÕHIJATUD MÜRATASEMED UURITAVAL FASSAADIL VÕRRELDES REFERENTSOOLUKORRAGA R. / ORIGINAALJOONIS [47, LK 1428]

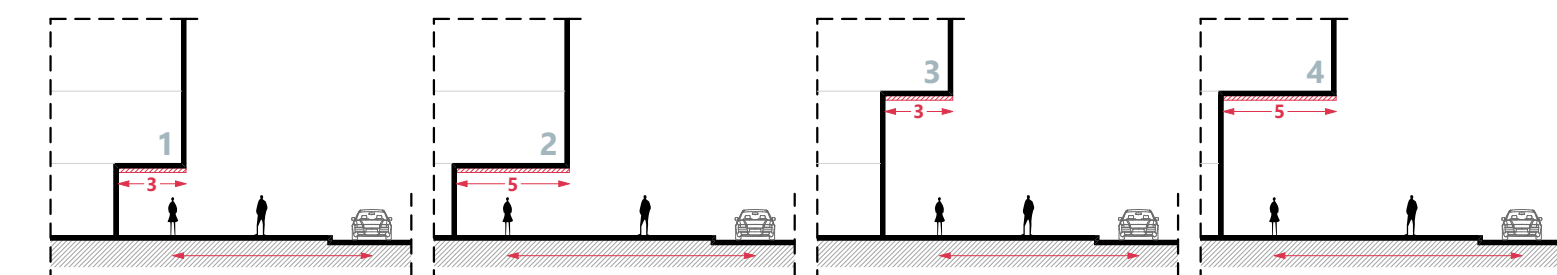
<sup>1</sup> KÕIK PINNAD HAJUTAVALT PEEGELDAVAD; KATUSED JA TÄNAVAPIND PERFEKTSILT PEEGELDAVAD. VERTIKAALSED FASSAADI PINNAD KUI TELLIS, 80% PEEGELDUSKOEFITISENGA, MÕÕTMISPUKTIID 5MM KAUGUSEL FASSAADIST.



JOONIS 4.24 / ILLUSTRATSIOON ERINEVATEST GEOMETRIATEST

**ESIMESTE KORRUSTE TAGASIASTE**

ESIMESTE KORRUSTE TAGASIASTEGA ON VÕIMALIK VÄHENDADA MÜRATASEMEID FASSAADIDEL, KUID SAMAS POSITSIOONIS JALAKÄIJA SUHTES ON SELLE MÕJU VÄIKE. PIGEM SEISNEB TAGASIASTE POSITIIVNE MÕJU JALAKÄIJA JAOKS TÄNAVARUUMI LAIENEMISES, MIS VÕIMALDAB LIIKUMIST KAUGEMAL MÜRAALLIKAST NING LISAKS VÕIMALDAB TAGASIASTE LISADA SELLE LAEPINNALE HELINEELAVOID MATERJALE, VÄHENDADES PEEGELDUSI NING POTENTSIAALSelt KA MÜRATASEMEID NII KÖNNITEEL KUI KA ESIMISE KORRUSE FASSAADIL. JOONISEL 4.25 ON NÄIDATUD ERINEVAD TAGASIASTE VARIATSIOONID: 1) 3 m TAGASIASTE 1. KORRUSE ULATUSES, 2) 5 m TAGASIASTE 1. KORRUSE ULATUSES, 3) 3 m TAGASIASTE 1-2. KORRUSE ULATUSES, 4) 5 m TAGASIASTE 1-2 KORRUSE ULATUSES.



JOONIS 4.25 / HOONE TAGASIASTETE VARIATSIOONID/ ALLIKAS [43, LK 102]

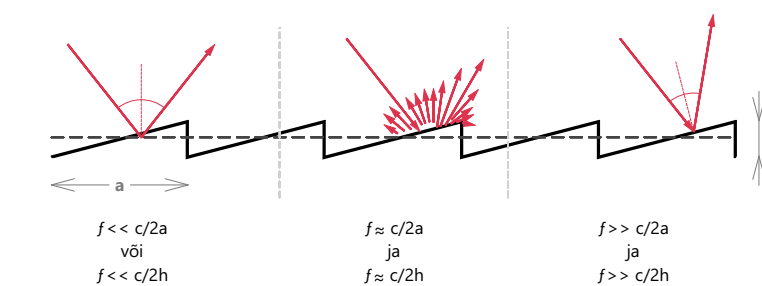
NÄITEKS 20 m LAIUSE NING 26,6 m KÕRGUSE TÄNAVAKANJONI KORRAL VÄHENDAB 3 m SÜGAVUNE TAGASIASTE ESIMESEL KORRUSEL MÜRATASET KUNI 4,2 dB(A), TEISEL KORRUSEL UMBES 2,4 dB(A) VÕRRA NING ÜLEJÄÄNUD FASSAADIL UMBES 1,5 dB(A). OLULINE MÕJU FASSAADILE ESINEB VAIK ESIMESTEL KORRUSTEL. TAGASIASTE KÕRGENDAMISEL ÜHE KORRUSE VÕRRA VÄHENEV FASSAADIL MÜRATASE UMBES 1 dB(A) VÕRRA, KUID ESIMESEL KORRUSEL ON EELDADA PIGEM MÜRA LISANDUMIST. TAGASIASTE SÜGAVUSE SUURENDAMINE 2 m VÕRRA VÄHENDAB JALAKÄIJATE MÜRATASET UMBES 1 dB(A) VÕRRA, KUID MÕJU FASSAADILE ON VÄIKE. [43]

TAGASIASTE PUHUL ON OLULINE NII SELLE MÕÖDUD KUI KA MATERJALID. KASUTADES SUURES OSAS SILEDAD NING PEEGELDAVAID PINDASID, VÕIB TAGASIASTE MÕJU OLLA VASTUPIDISELT NEGATIIVNE, KOONDADES MITMETE SUUNADE HELILAINED NING PÕHJUSTADES KÕLAKASTILE SARNASE EFEKTIGA MÜRA VÕIMENDUMISE. LISADES AGA PEHMEMAID JA HELINEELAVAMAID MATERJALE, ON VÕIMALIK SEDA OLUKORDA VÄLTIDA.

**FASSAADIDE GEOMETRIA**

FASSAADID ISE ON VAIKSED OBJEKTID, KUID NAD PEEGELDAVAD ALLIKATE HELISID. TÄNAVAKANJONITE KORRAL ON MÜRATASEMED VÕIMENDATUD PIDEVATE PEEGELDUSTE KAUDU ÜMBRITSEVATELT PINDADELT, MILLEKS ON PEAMISELT FASSAADID. SELLEST VÕIB JÄRELDADA, ET TEADLIKULT KAVANDADES ON VÕIMALIK FASSAADIDE GEOMETRIA JA MATERJALIDEGA AIDATA KAASA AKUSTILISE KESKKONNA KVALITEEDILE LINNADES. [44]

FASSAADIDE PINNAL ON OLULISEKS TEGURIKS SELLE GEOMEETRIILISED EBAKORRAPÄRASUSED, MIS MÕJUTAVAD HELI PEEGELDUMIST SÕLTUVALT SELLE SAGEDUSEST. FASSAADI KORRAPÄRATUSE DIMENSIOONIDEST SUUREMATE MÕÖTMETEGA HELILAINED PEEGELDUVAD FASSAADILT SARNASELT SILEDALE PINNALE. KORRAPÄRATUSTEGA SAMAS MÕÖDUS LAINED PEEGELDUVAD HAJUTATULT NING VÄIKSEMATE LAINEPİKKUSTE EHK KÕRGEMA SAGEDUSE KORRAL MUUTUB PEEGELDUMINE JÄLLEGI TÄIELIKUKS (JOONIS 4.26). [46]



JOONIS 4.26 / SAGEDUSTE ULATUSED HELI HAJUMISEKS PERIOODILISELT KORDUVALT PINNALT KAUGUSEGA A JA EBATASASUSTE SÜGAVUSEGA H / ORIGINAALJOONIS [46, LK 414]

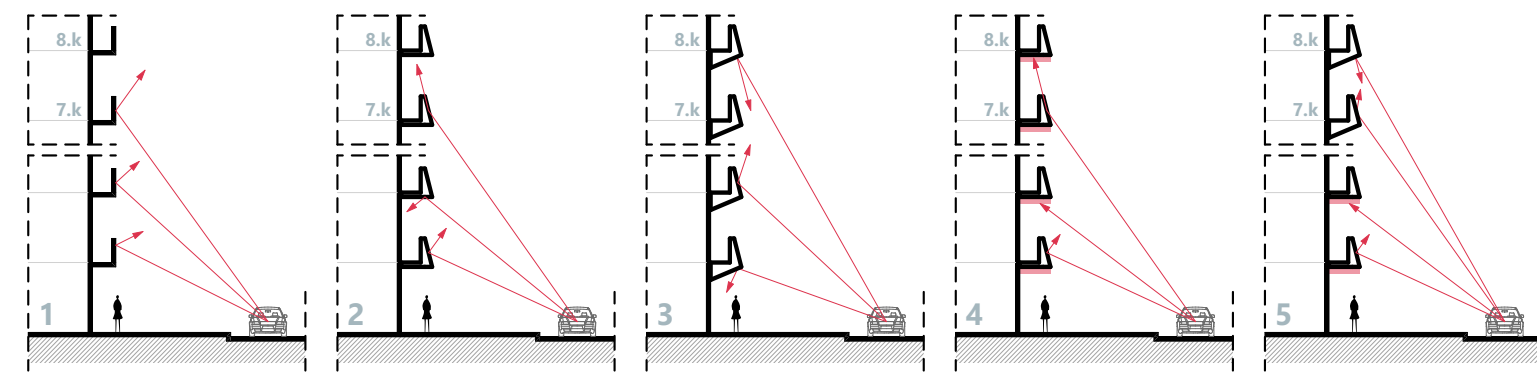
LISADES HOONELE ELEMENTE NING GEOMEETRILISI VORME, ON VÕIMALIK VÄHENDADA MÜRA NII FASSAADIL KUI KA KÖNNITEEL. RÕDUDE LISAMINE ON ÜKS PÕHJALIKUMALT UURITUD FASSAADI ELEMENTE SEoses NENDE AKUSTILISE MÕJUGA SISERUUMILE, NING NENDE KASUTAMISE MÜRA VÄHENDAMISE EESMÄRGIL ON KA JÕUDNUD PRAKTIKASSE

MÜRATASEMETE VÄHENEMIST FASSAADIL ON VÕIMALIK SUURENDADA LÄBI ERINEVATE RÕDU PIIRETE NING LAGEDE KALLETE NING LISADES RÕDU LAEPINNALE HELINEELAVIAD MATERJALE. JOONISEL 4.27 ON VÄLJA TOODUD ERINEVAD RÕDUDE GEOMEETRIAD: 1) VERTIKAALNE PIIRE, 2) KALDUS PIIRE, 3) KALDUS PIIRE JA KALDUS LAGI, 4) KALDUS PIIRE JA HELINEELAV LAGI, 5) HELINEELAV LAGI ESIMESTEL KORRUSTEL JA KALDUS PIIRE NING KALDUS LAGI KORRUSTEL 3-7. RÕDU VORMI OPTIMISEERIMINE VÕIB LISADA KUNI 6 dB(A) VÄÄRTUSES MÜRATASEME VÄHENEMIST FASSAADIL. IGASUGUSE HELINEELDUMISE PUUDUMISEL FASSAADIL, TÕSTAB NENDE OLEMASOLU RÕDUDE LAGEDEL KA RÕDUDEL AKUSTILIST MUGAVUST [48]. NÄITEKS RÕDU LAE JA PIIRDE KALLUTAMINE ÜLEMISTEL KORRUSTELE NING KUNI KOLMANDA KORRUSENI HELINEELAVATE MATERJALIDE LISAMINE RÕDU LAEPINNALE, VÄHENDAB KESKMISI MÜRATASEMEID ÜLEMISTE KORRUSTE AKENDEL KUNI 12,9 dB(A) VÕRRA. RÕDUDEL NING NENDE GEOMEETRIAL ON OLULINE MÕJU PEAMISELT KÜLL FASSAADIDE MÜRATASEMETELE, KUID VÕRRELDES ILMA RÕDUTA HOONEGA, VÄHENDAB NENDE OLEMASOLU KA JALAKÄIJANI JÕUDVAID MÜRATASEMEID. [43]

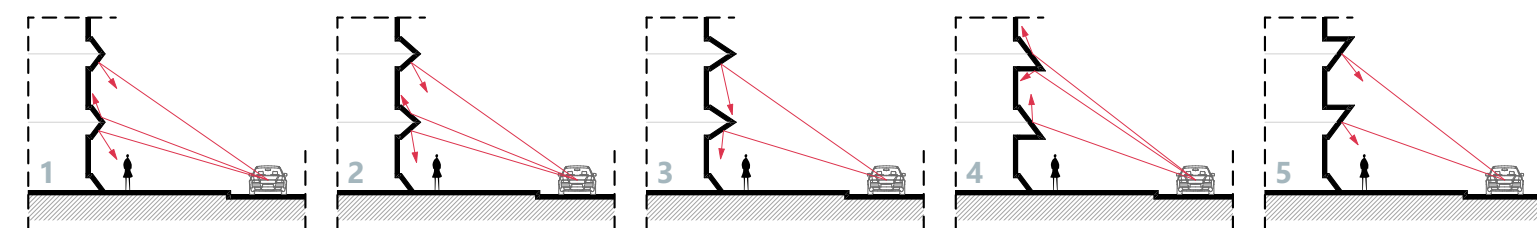
FASSAADILE LISATUD KOLMNURKSETE EENDUVATE EBAKORRAPÄRASUSTE LISAMINE VÕIB NII TÕSTA KUI KA LANGETADA MÜRATASEMEID NII FASSAADIL KUI KA KÖNNITEEL. JOONISEL 4.28 ON NÄIDATUD ERINEVAD FASSAADILE LISATUD GEOMEETRIAD NING NENDE MÕJU HELI PEEGELDUSTELE: 1)

KESKMINE KOLMNURGA VERTIKAALLÕIKE TIPP 0,6 m KAUGUSEL, 2) KESKMINE TIPP 0,9 m KAUGUSEL, 3) KESKMINE TIPP 1,2 m KAUGUSEL, 4) ALUMINE TIPP 1,2 m KAUGUSEL; 5) ÜLEMINE TIPP 1,2 m KAUGUSEL. ELEMENTIDE MÕJU SÕLTUB NENDE KUJUST JA VARIEERUVUSEST NING JALAKÄIJA SEISUKOHALT OPTIMAALSEIM LAHENDUS EI PRUUGI OLLA PARIM FASSAADILE JÕUDVA MÜRA SEISUKOHAST. NÄITEKS KONFIGURATSIOONIS 4 (JONIS 4.28), KUS ELEMENTI ALUMINE SERV ON NIHUTATUD 1,2 m KAUGUSELE FASSAADIST, VÄHENE JALAKÄIJATEL MÜRATASE 0,5 dB VÕRRA, KUID SELLINE VORM SOODUSTAB PEEGELDUSI FASSAADILE.

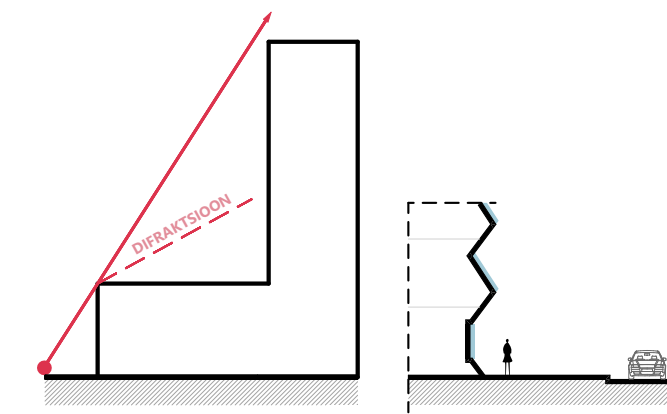
ÜLEMISE KOLMNURKSE ELEMENTI SERVA NIHUTAMINE VASTAVALT JOONISELE 4.28.5 SUUNAB VASTUPIDISELT VARAJASED PEEGELDUSED JALAKÄIJATE SUUNAS, TÕSTES MÜRATASET KÖNNITEEL 1,5 dB VÕRRA, KUID ON FASSAADI JAOKS KÕIGE SOODSAM LAHEDUS, VARJATES AKNAID OTSESE MÜRA EEST NING VÄLISTADES NENDESUUNALISI PEEGELDUSI. PIGEM ON SELLISTE KORRAPÄRASTE EBAKORRAPÄRASUSTE LISAMINE SOODSAM FASSAADI SEISUKOHAST, VÄHENDADES MÜRATASEMEID ÜLEMISTEL KORRUSTEL KUNI 8,4 dB(A) SUURUST VÄHENEMIST, NING OMAB ERALDATUD MEETODINA VÄIKEST MÕJU MÜRATASEMETELE KÖNNITEEL. [43]



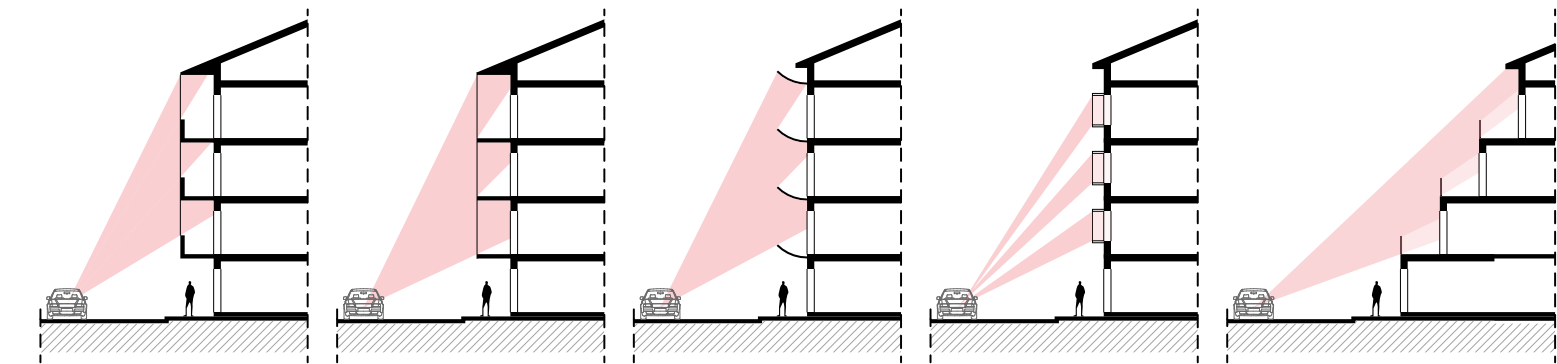
JOONIS 4.27 / ERINEVAD RÕDUDE GEOMEETRIAD. RÕDUDEL 2,5 M KLAASUKS / ORIGINAALJONIS [43, LK 103]



JOONIS 4.28 / ERINEVAD FASSAADIDELE LISATUD KOLMNURKSED GEOMEETRIAD / ORIGINAALJONIS [43, LK 104]



JOONIS 4.29 / ENNAST KAITSVATE HOONEVORMIDE NÄITED / ORIGINAALJONISED [11, LK 106]; [43, LK 104]



JOONIS 4.30 / RÕDUDE MÕJU HELI LEVIMISELE SISERUUMI; VIIEKORDNE HOONE; 10 M LAIUSE TEE ÄÄRES; 2,5 M KÖNNITEE / ORIGINAALJONISED [64, LK 319-321]

HOONEID ON VÕIMALIK TEATUD ULATUSENI KUJUNDADA ENNAST KAITSVATEKS [11], TAKISTADES OTSESTE HELIDE JÕUDMIST MÜRATUNDLIKELE FASSAADIDELE (JONIS 4.29), SINNA ALLA VÕIB LUGEDA KA RÕDUD. ENNAST KAITSVAD HOONE VORMID NING AKNAD VÄHENDAVAD OLULISELT MÜRA MÕÖDA FASSAADI, KUI NENDE POSITIIVSET MÕJU TÄNAVAKESKKONNALE EI OLE TÄHELDATUD. PIGEM VÕIVAD VERTIKAALSES LÕIKES NURGELISED AKNAD SUUNATA PEEGELDUSI NING VÄHESEL MÄÄRAL HOOPIS SUURENDADA MÜRATASEMEID KÖNNITEEL [43].

KA PÄIKESEVARJESTUSE SÜSTEEMID OMAVAD OLULIST ROLLI MITTE AINULT MÜRATASEMETELE FASSAADIL VAI KA HELI PSÜHHOAKUSTILISTELE OMADUSTELE. HELINEELAVAD VARJESTUSE SÜSTEEMID VÕIVAD OLULISELT VÄHENDADA NII MÕÕDETAVAT MÜRATASET (8dB ULATUSES) KUI KATUNNETAVAT HELI VALJUSUST (14 FOONI ULATUSES). SUHTELISELT HEA MÕJU KA KAREDUSELE, KUID EI MÕJUTA OLULISELT HELI TERAVUST. [49]

HELI HAJUTAMISEKS ERINEVATEL SAGEDUSTEL ON VAJALIK FASSAADI GEOMEETRIA DIMENSIOONIDE VARIEERUMINE, ET MÕJUTADA ERINEVA LAINEPIKKUSEGA HELIDE PEEGELDUMIST. OLEMASOLEVAD UURINGUD KESKENDUVAD ÜLDISELT ÜKSIKUTELE ELEMENTIDELE VÕI GEOMETRIATE VARIEERUVUSELE KAHEDIMENSIOONILISELT NING EI OLE HINNANUD KA GEOMEETRIA NING ERINEVATE FASSAADIMATERJALIDE STRATEEGILISE KUJUNDAMISE VÕIMALUSI, ET LEIDA OPTIMAALSEID LAHENDUSI NII TÄNAVARUUMI KUI KA FASSAADI MÜRATASEMETELE.

**FASSAADI MATERJAL**

KUIGI FASSAADIDE GEOMEETRIA HAJUTAB NING SUUNAB ÜMBER HELI, NING VÕIB SEEGA VÄHENDADA FASSAADIDEVAHELISI PEEGELDUMISI JA MÕJUTADA ALUSTILIST HELIMAASTIKKU, SIIS SUUREL SKAALAL VÄHENDAB MÜRATASEMEID AINULT HELIDE SUMMUTAMINE NING SELLEKS ON VAJALIK HELINEELAVATE MATERJALIDE KASUTAMINE [46]. TIHEDATES LINNAPIIRKONDADES VÕIMENDAB LAIAS ULATUSES AKUSTILISELT JÄIKADE MATERJALIDE ESINEMINE OLULISELT LIIKLUSMÜRA TASET NING HELI NEELDUVUSE JA HAJUTAMISE TASE VÕIB OMADA OLULIST MÕJU MÜRATASEMETELE, ERITI KITSAMATEL TÄNAVATEL [50]. SISEHOVID ON TIHTI TUGEVALT ERALDATUD OTSEST LIIKLUSMÜRAST, KUID SAGEDASTI ON KA NENDE MÜRATASEMED LIIALT KÕRGED, ET FUNKTSIONEERIDA VAIKSETE ALADENA [50] . MÜRATASEMEID PIIRKONDADES, Kuhu ei jõua otseсед helid, mõjutavad just fassaadimaterjalide omadused.

ON LEITUD, ET MÕÕDUKAS FASSAADI NEELDUMINE SUURENDAB AKUSTILIST MUGAVUST LINNARUUMIS NING NII PEEGELDAVAD KUI KA LIIALT HELINEELAVOID FASSAADE SEOSTATI PIGEM MADALA AKUSTILISE KESKKONNA KVALITEEDI HINNANGUGA. SEEGA ON AKUSTILISE KVALITEEDI SEISUKOHASt KASULIKUD NII MÕÕDUKA NEELDUMISEGA MATERJALIDE LISAMINE FASSAADILE, KUI KA TUGEVALT HELINEELAVATE MATERJALIDE KASUTAMINE PIIRATUD FASSAADI OSAL [48]

ÜHTLASELT JAOTATUD HELINEELDEMATERJALI LISAMINE HAJUTAVALT PEEGELDAVATE FASSAADIDE KORRAL ÜHELE FASSAADILE ANNAB UMBES 1-2 dB VÕRRA LISANDUVAT HELINEELDUMIST, NING KAHE FASSAADI KORRAL 2-4 dB. HELINEELAVATE MATERJALIDE JA ELEMENTIDE MUSTER NING PAIGUTUS SAMA MATERJALI KOGUSE KORRAL OMAVAD ÜLDISELT HELIVÄLJAS VÄHEST MÕJU, KUI NENDE JAOTUS ON ÜHTLANE.

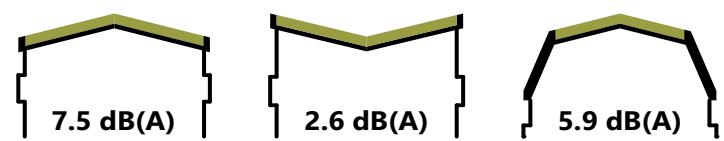
KUID NEELDUVA MATERJALI PAIGUTAMINE ON EFEKTIIVSEM, KUI SAMA KOGUS MATERJALI ON PAIGUTATUD ÜHELE FASSAADILE, VÕRRELDES SAMA KOGUSE JAOTAMISEGA KÕIGILE ANTUD TÄNAVALÕIGU PIIRIDELE. [11]

**HALJASTATUD PINNAD** ON HINNATUD NII LINNA- KUI KA MAAPIIRKONDADES. MITMED HALJASTUSE POSITIIVSED MÕJUD TÄHENDAVAD, ET UUTE HALJASTATUD PINDADE VÕI HALJASTUSELEMENTIDE LISAMISEKS NING KA OLEMASOLEVATE HOOLDAMISEKS KULUVAD RESSURSID ON KERGESTI ÕIGUSTATAVAD KA KESKKONNAMÜRA VAATEPUNKTI ARVESTAMATA [13]. HOONEPINDADE HALJASTAMINESUURENDAB NENDE HELINEELDUVUST JA SEEGA VÕIB VÄHENDADA OLULISELT ÜLDISEID MÜRATASEMEID LINNARUUMIS.

**HALJASTATUD KATUSED** OMAVAD OLULIST MÜRA VÄHENDAVOID OMADUSI, LISAKS MITMETELE MAJANDUSLIKELE JA ÖKOLOOGILISTELE EELISTELE [51]. LINNADES ON TÄNAVATELT VÄLJUNUD HELIDEL OMADUSEKS KÕRGEMATE KORRUSTE ÜMBRUSES LIITUDA NING SEALSEID MÜRATASEMEID VÕIMENDADA, SEEGA ON KATUSEPINDADE HELINEELDUVUSEL OLULINE VÄÄRTUS ÜLDISELE MÜRA VÄHENDAMISELE. HALJASTATUD KATUSTE MÕJU TULEB ESILE HELIGA MITTE OTSESELT, VAI KAUDSELT KOKKUPUUTUVAL FASSAADIL. JOONISEL 4.31 ON NÄIDATUD ERINEVATE VORMIDEGA KATUSTELE HALJASTUSE LISAMISE MÕJU MÜRATASEMETE VÄHENEMISELE, KUS VÄÄRTUSEID ON VÕRRELDUD IDENTSE VORMI KUID TÄIELIKULT PEEGELDAVATE KATUSTEGA. KATUSED VAJAVAD KÜLL SUHTELISELT LAIA HELINEELAVAT PINDA, ET OMADA ARVESTATAV MÕJU MÜRATASEMETELE, KUID MIDA SUUREMAD ON AUTODE KIIRUSED, SEDA SUUREM ON KA NENDE EFEKT. TÄNAVAKANJONILE OMASTE PARAMETRITE KORRAL ON AUTODE KIIRUSE MÕJU VÄIKSEM. [51]

**HALJASTATUD FASSAADIDE EFEKT** SUUREM KÕRGEMATEL KORRUSTEL, SEST ALUMISTEL TASAPINDADEL ANNAB EFEKTI PIGEM OTSENE HELILAINE NING KÕRGEMAL OMAVAD FASSAADI PEEGELDUSED SUUREMAT MÕJU. HELINEELAVATE FASSAADIDE MÕJU TÄNAVA TASAPINNAS ON PIGEM VÄIKE, VÄHENDADES KÕIKIDE FASSAADIDE KATMISEL MÜRATASET UMBES 1-2 dB ULATUSES NII TÄNAVA KUI KA VÄLJAKU KORRAL. [52] TÄNAVARUUMIS OMAB LISANDUV HALJASTUS AGA POSITIIVSET VISUAALSET MÕJU, TÕSTES SEELÄBI HELIMAASTIKU KVALITEETI.

KUIGI EESTI KONTEKSTIS VÕIB HALJASTATUD PINDADE MÕJU OLLA AASTAAJAL PÕHINEV, SIIS LANGEB SELLE TOIMIMISE AEG ÜLDJUHUL KOKKU JUST NENDE PERIODIDEGA, KUS KA TÄNAVARUUMIS ROHKEM AEGA VIIDETAkse. HALJASTATUD KATUSEID JA FASSAADIDE MÕJU VÕIB VAADELDA KA KUI HELINEELAVATE PINDADE OMA, MIDA VÕIB SAAVUTADA KA TEISTE MATERJALIDEGA, PEALE HALJASTUSE.



JOONIS 4.31 / HALJASTATUD KATUSE MÕJU MÜRATASEMETELE VÄHENEMISELE; KUUEKORDNE 19,2 M KÕRGUNE HOONE / ORIGINAAALJOONIS [50, LK 97]

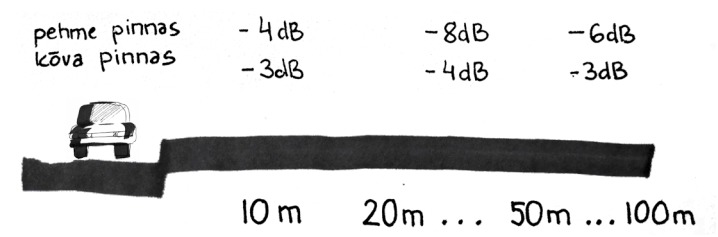
**4.2.2 MIKROTASAND**

VÄIKSEMA SKAALA ELEMENTIDE KASUTAMINE ON OLULISEKS MEETODIKS JUBA VÄLJA KUJUNENUD KESKKONNAS, KUS SUUREMAD MAHULISED SEKKUMISED EI OLE LÄHITULEVIKUS VÕIMALIKUD. SIA ALLA KUULUVAD NÄITEKS ERINEVAD PINNAKATTED, HALJASTUS JA TÄNAVAMÕÖBEL. KA INIMESED VÕIVAD OLLA OLULISEKS OSAKS HELIMAASTIKUST, KAS HELIDE TEKITAJA VÕI RAHVAMASSI KUJUL SUMMUTAJANA [53]. MAAPINDA ON ANTUD PEATÜKIS VAADELDUD MÜRA LEVIMISE, MITTE TEKKE PERSPEKTIIVIST (PTK 4.1.2).

**4.2.2.1 PINNAKATTED**

MAAPINNA MÕJU TULENEB OTSE ALLIKAST VASTUVÕTJANI LIIKUVA HELI NING MAAPINNALT PEEGELDUNUD HELIDE OMAVAHELISEST KOOSMÕJUST [50]. MÕNDADEL SAGEDUSTEL TÜHISTAVAD OTSESED NING PEEGELDUNUD HELID ÜKSTEIST, VÄHENDADES VASTUVÕTJANI JÕUDVAT HELITASET VÕRRELDES ILMA ANTUD PINNATA OLUKORRAGA, KUID SAMAAEGSELT VÕIVAD KA TEISTEL SAGEDUSTEL HELILAINED ÜKSTEIST VÕIMENDADA NING MÜRATASET TÕSTA [13]. SILEDATE NING AKUSTILISELT KÕVADE PINDADE KORRAL, NAGU ASFALT, SÕLTUB HELIDE TÜHISTAMISTE JA VÕIMENDAMISTE ESINEMINE AINULT MAAPINNALT PEEGELDUNUD JA OTSESELT LEVIVATE HELIDE TEEPIKKUSTE ERINEVUSTEST [50] NING ÜLDISELT VÄHENEMIST NING VÕIMENDUMIST EI TOIMU, KUID AKUSTILISELT PEHME PINNA KORRAL, NAGU MURUPIND, VÕIVAD NEED KAKS HELILAINET SUHTELISELT LAIAS SAGEDUSE ULATUSES ÜKSTEIST TÜHISTADA NING VÄHENDADA KUULAJANI JÕUDVAT MÜRATASET [13]. MAAPINNA EFEKTI MÕJUTAVAD REAALSES KESKKONNAS KA PINNA EBATASASUSED NING MITMETE ALLIKATE ESINEMISED, SEALHULGAS KA MOTOORIMÜRA [13].

KUI MÜRA ALLIKA ÜMBRUSES ON RUUMI EHK MAAPINDA, ON VÕIMALIK OLULISELT MÕJUTADA MÜRA LEVIMIST MUUTES NENDE PINDADE OMADUSI. ÜHEKS VÕIMALUSEKS ON AKUSTILISELT KÕVA PINNA ASENDAMINE POORSE PINNASEGA TEE KÕRVAL [50]. KUIGI SUUREM MÕJU ESINEB PINDADEL TIHEDAST LINNAKESKKONNAST VÄLJASPOOL, KUS NENDE ULATUS ON SUUREM, SIIS KA SÕIDU- JA KÕNNITEE VAHELISTE TEEPEENARDE NING KÕNNITEEDE PINNAOMADUSTE MUUTMINE VÕIB ANDA OLULISE ERINEVUSE. JOONIS 4.32 ISELOOMUSTAB HELITASEMETE VÄHENEMISE ERINEVUST KÕVA NING PEHME PINNASE KORRAL. AKUSTILISELT PEHMETE PINDADE KASUTAMINE AITAB KAASA KA PIIRKONDADE ÜLEÜLDISELE RAHUSTAMISELE NING KÕVADE PINDADE ASENDAMINE POOL- VÕI TÄIELIKULT LÄBILASKVATE PINDADEGA VÕIB OLLA KA POSITIIVSE MÕJUGA VEE ÄRAVOOLULE. KUIGI MÜRA HINDAMISE SKEEMID ARVESTAVADA MAAPINNA MÕJU, SIIS SIIS ÜLDISELT EI KASUTATA SEDA VÕTTENA MÜRATASEMETE KONTROLLIMISEKS.



JOONIS 4.32 / HELITASEME VÄHENEMINE ERINEVATE PINNAKATETE KORRAL / ORIGINAAALJOONIS [63, LK 26]

ENAMUS LOOMULIKULT ESINEVAID PINDASID VÄLISKESKKONNAS ON POORSED. KUI OSA HELIL ON VÕIMALIK LÄBIDA POORSET PINDA, MUUTUB KA SELLELT PEEGELDUNUD HELI FAAS NING OSA HELIENERGIAST MUUTUB SOOJUSEKS. ENAMIKES SKEEMIDES ON PINNAD HINNATUD KAS AKUSTILISELT TÄIELIKULT KÕRVAKS VÕI TÄIELIKULT PEHMEKS, EHK TÄIELIKULT PEEGELDAVAKS VÕI HELINEELAVAKS, MIS LIHTSUSTAB KEERULISES LINNAKESKKONNAS PINDADE MÕJU HELI LEVIMISELE. VASTAVALT ISO 9613-2 STANDARDILE [54] ON KÕIK MADALA POORSUSEGA PINNAD KÕVAD JA KÕIK MURU-PUU- VÕI POTENTSIAALSELT HALJASTUSEGA KAETUD PINNAD AKUSTILISELT PEHMED. PINNA POORSUS EI OLE AGA AINUS OMADUS, MIS MÕJUTAB SELLE AKUSTILISI OMADUSI. MÕJU OSTUTAB KA PINNA VOOLUTAKISTUS EHK KUI KERGESTI SAAB ÕHK LIIKUDA PINNA SISSE NING SEALT VÄLJA. LOODUSLIKULT ESINEVATE PINDADE POORSUS VARIEERUB VÄHEM, KUI NENDE VOOLUTAKISTUS NING SAMA POORSUSEGA PINDADEL VÕIVAD OLLA ERINEVAD VOOLUTAKISTUSED. [13]

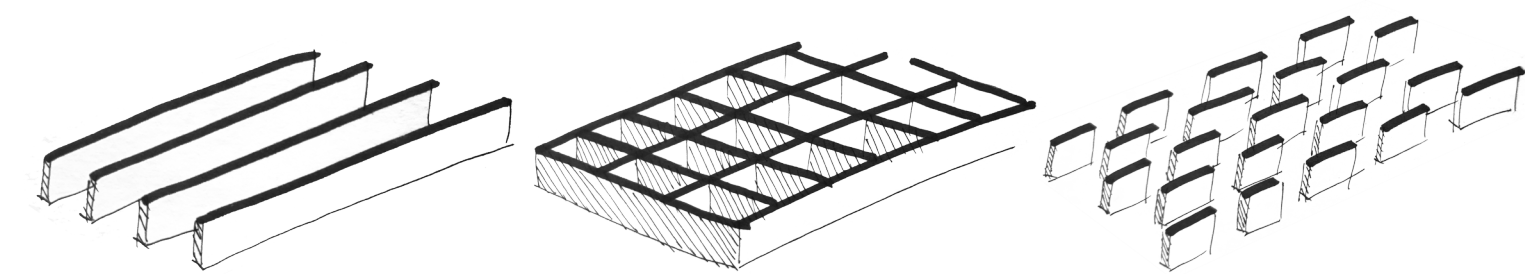
PINNATÜÜP	POORSUS	VOOLUTAKISTUS
PÖLLUMAA	0.50	2251.0
KARJAMAA	0.50	1344.0
SPORDIVÄLJAK	0.22	664.0
MURUPIND	0.50	176.0
KÕRGE ROHI	0.36	104.0

TABEL 4.3 / ERINEVATE PINDADE POORSUSE JA VOOLUTAKISTUSTE VÄÄRTUSED / ALLIKAS [50, LK 94]

### MADALAD STRUKTUURID

LISAKS PINNA POORSUSELE ON VÕIMALIK LÄBI PINNA SUUREMASKAALASTE GEOMEETRIILISTE OMADUSTE JA EBATASASUSTE MUUTA SELLE MÕJU MÜRATASEMETE VÄHENEMISELE.

ÜHEKS VIISIKS KUIDAS VÄLJAS PINNAKAREDEST TEKITADA ON KONSTRUEERIDES EBATASASUSI NING STRUKTUURE NAGU MADALATE PARALLEELSETE SEINADE READ (JONIS 4.33). JUBA 1982. AASTAL KATSETATI 16 PARALLEELSE MADALA TELLISESEINA MÕJU LIKLUSMÜRA VÄHENEMISELE. SELLINE ASETUS VÄHENDAS 100- 12500 Hz ULATUSES MAAPINNA MÕJUST TULENEVAT LISANDUVAT MÜRASET 4 dB(A) VÕRRA NING 1/3 OKTAAVRIBA ULATUSES (400-1000 Hz) KUNI 20 dB(A) VÕRRA. EBATASASUSTE MÕJU SÕLTUB NENDE ULATUSEST NING GEOMEETRIAST NING NENDE MÕJU SAAB VEEL SUURENDADA, KUI LISADA HELINEELAVAD MATERJALE STRUKTUURIDE VAHELE. [50]



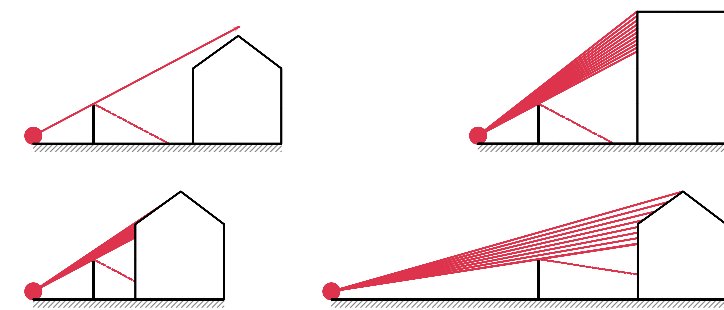
JONIS 4.33 / ILLUSTRATSIOON ERINEVATEST STRUKTUURIDEST

### 4.2.2.2 MÜRATÖKKE EKRAANID

MÜRATÖKKE EKRAANID ON HÄSTI TOIMIVAD LAHENDUSED MÜRA LEVIMISE TAKISTAMISEL. MÜRAEKRAANI EFEKTIIVSUS SÕLTUB NELJAST PEAMISEST PARAMEETRIST: ALLIKA JA EKRAANI VAHELININE KAUGUS, EKRAANI JA VASTUVÕTJA VAHELININE KAUGUS, EKRAANI KÕRGUS JA EKRAANI ULATUS [26]. EKRAANID ON EFEKTIIVSEMAID, KUI NAD ON PAIGUTATUD KAS ALLIKA VÕI VASTUVÕTJA LÄHEDUSSE [5]. LISAKS MÕJUTAB EKRAANI MÕJU SELLE TIHEDUS, HELIISOLATSIOON JA HELINEELDUVUS [3] NING KA ÜMBRITSEVA PINNA OMADUSED [50].

EKRAANI EFEKTIIVSEKS TOIMIMISEKS ON ÜLDREEGLINA OLULINE, ET OTSESTE HELIDE VÄLTIMISEKS OLEKS KATKESTATUD SILMSIDE HELIALLIKAGA, KUID HELITÕKESTAMINE EI TÕOTA SAMAVÄÄRSELT VALGUSE VARJAMISELE, SEST OSA HELIENERGIAST KANDUB KA ÜLE EKRAANI NIINIMETATUD VARJUPIIRKONDA (JONIS 4.35). KUI PALJU HELIENERGIAST PAINDUB ÜLE EKRAANI, SÕLTUB SELLE MURDUMISNURGAST. LIKLUSMÜRA ON VÕIMALIK EKRAANE KASUTADES VÄHENDADA KUNI 15-20 dB VÕRRA. [3]

TÜÜPILISED MÜRAEKRAANID ON HÄSTI TOIMIVAD LAHENDUSED, ET VÄHENDADA MÜRASETASEMEID MAANTEEDE ÄÄRES NING MÕNINGATEL JUHTUDEL KA LINNAKESKKONNAS MADALAMATE HOONETE KAITSMISEL (JONIS 4.34). TIHTI ON AGA TRADITSIOONILISTES MÕÖTUDES EKRAANIDE KASUTAMINE LINNAPIIRKONDADES LIMITEERITUD, TULENEVALT TURVALISUSE VÕI VISUAALSE ASPEKTIGA SEOTUD PIIRANGUTEST.



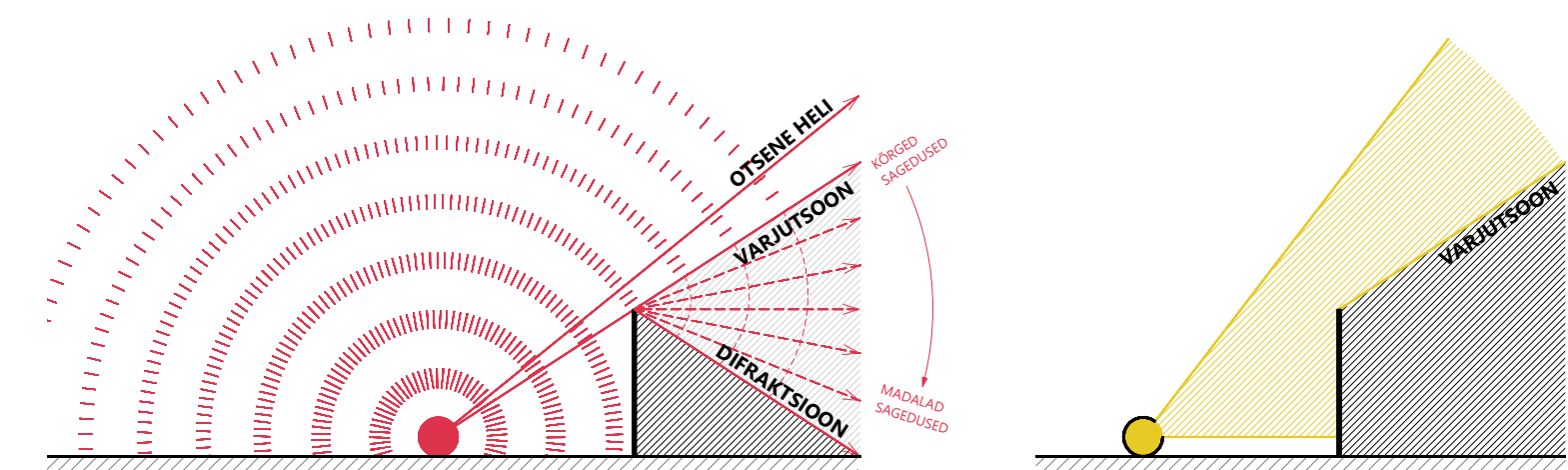
JONIS 4.34 / MADALAMATE HOONETE KAITSMINE EKRAANIGA

### MADALAD EKRAANID

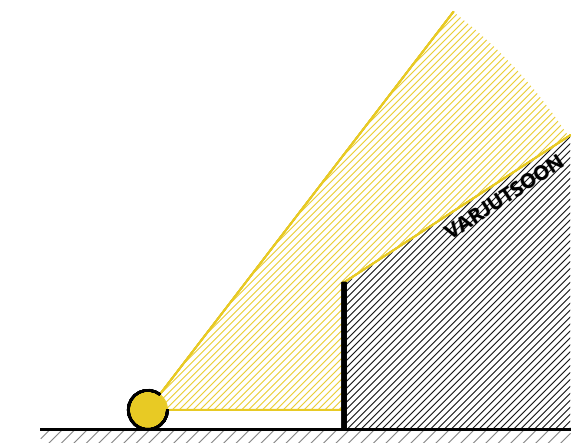
ÜHEKS VARIANDIKS MÜRATÖKKE EKRAANE LINNARUUMIS RAKENDADA ON TEHES NEED PIISAVALT MADALAD. ON LEITUD, ET KA MADALAD MÜRATÖKKED VÕIVAD OLLA EFEKTIIVSED LAHENDUSED LIKLUSMÜRA VÄHENDAMISEL NING PIIRAMISEL LINNAKESKKONNAS, TULENEVALT SUHTELISELT MADALAST LIKLUSMÜRA TEKKIMISE POSITSIOONIST [50]. OLULISEKS EELDUSEKS ON EKRAANIDE PAIGUTAMINE SÕIDUTE LÄHEDUSSE NING SAMUTI PEAKS KA VASTUVÕTJA ASUMA VÕIMALIKULT LÄHEDAL EKRAANILE. MADALAD EKRAANE ON VÕIMALIK KASUTADA KA TÄNAVAMÕBLINA, TÕÖTADES SAMAAEGSELT KA KAITSENA TUULE EEST JA SEELÄBI TÕSTES EKRAANITAGUSE TÄNAVARUUMI VÄÄRTUST. LISAKS SÄILIB VISUAALNE ÜHENDUS NING LIKLUSE ERALDAMINE EKRAAN VÕIB JALAKÄIJA VAATEPUNKTIST LIKLEMISE TURVALISUST SUURENDADA.

JONISEL 4.37 ON NÄIDATUD ERINEVAD MADALATE EKRAANIDE LAHENDUSED: 1) REFERENTSOLUKORD ILMA EKRAANITA, 2) VERTIKAALNE MADAL EKRAAN, 3) 30 KRAADI ALL KALDUS MADAL EKRAAN, 4) 0,26 m KÕRGUNE VERTIKAALNE OSA LISATUD KALDUS MADALA EKRAANI PEALE. MADALAD VERTIKAALSED EKRAANID VÕIVAD KESKMIST MÜRASET JALAKÄIJA JAOKS VÄHENDADA 4,3 dB(A) VÕRRA NING EKRAANI PAIGUTAMINE KALDE ALLA (4.37.3) SUURENDAB SELLE TOIMET VEEL 3,4 dB(A) VÕRRA, ANDES KOKKU 7,7 dB(A) SUURUSE MÜRASETASEME VÄHENEMISE VÕRREDES ILMA EKRAANITA OLUKORRAGA. KÕIGE EFEKTIIVSEMAKS ON 30 KRAADINE KALLE. EKRAANILE VÄIKSE VERTIKAALSE ELEMENDI LISAMINE (4.37.4) SUURENDAB SELLE MÕJU VEEL 1,1 dB(A) VÕRRA. [43]

OLULINE ON ARVESTADA, ET VASTAVAD NUMBRILISED VÄÄRTUSED KEHTIVAD ANTUD TÄNAVARUUMI PARAMEETRITE KORRAL NING EKRAANI NING ELEMENTIDE MATERJALID ON EELDATUD TÄIELIKULT PEEGELDAVATEKS. LISAKS ON ARVUTUSED TEHTUD KAHE DIMENSIOONILISELT NING EKRAANI ON VAADELDUD LÕPMATA PIKANA, KUID REAALSES LINNARUUMIS ON NENDES PIDEVAD KATKESTUSED. [43]



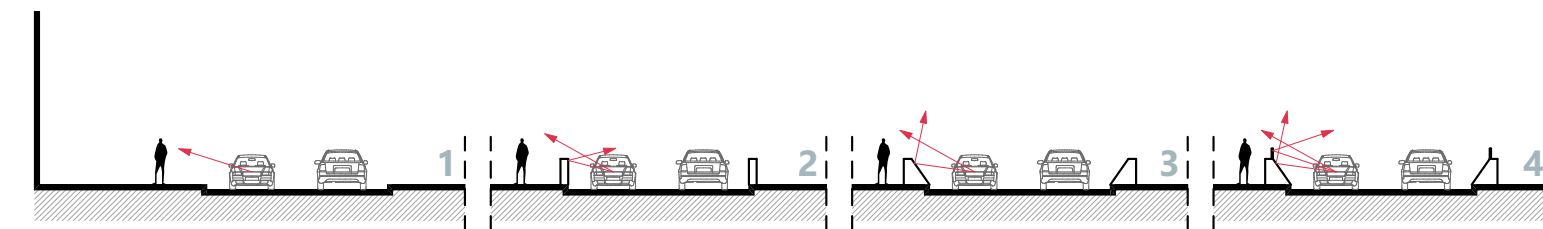
JONIS 4.35 / HELI JA VALGUSE VARJUTSOONI TEKKIMISE ERINEVUS



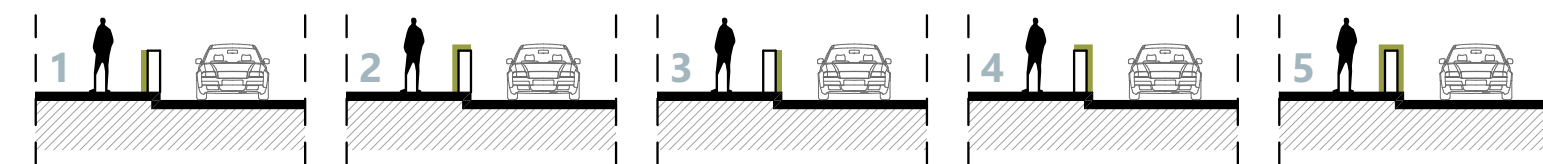
**HELINEELDUVUSE LISAMINE**

KUI EELNEVALT ON KÄSITLETUD EKRAANE TÄIELIKULT PEEGELDAVATENA, SIIS MADALATE EKRAANIDE MÕJU ON VÕIMALIK SUURENDADA, LISADES NEILE HELINEELDUVUST, NÄITEKS HALJASTUSE KUJUL. HELINEELDUVUSE LISAMISEL EESMÄRGIGA PEEGELDUVAID HELISID VÄHENDADA, ON KASULIK PAIGUTADA MATERJAL VÕIMALIKULT ALLIKA LÄHEDALE [26].

HALJASTUSE LISAMINE MADALATELE EKRAANIDELE OMAB VÄHEST MÕJU MÜRATASEMETELE FASSAADIL, KUID ON OLULISE EFEKTIGA JALAKÄIJATE TSOONIS. JOONISEL 4.38 ON NÄIDATUD ERINEVAD HALJASTATUD EKRAANIDE LAHENDUSED: 1) VASTUVÕTJA POOL HALJASTUS, 2) VASTUVÕTJA POOL JA EKRAANI PEAL HALJASTUS, 3) ALLIKA POOL HALJASTUS, 4) ALLIKA POOL JA EKRAANI PEAL HALJASTUS, 5) ALLIKA JA VASTUVÕTJA POOL JA EKRAANI PEAL HALJASTUS. HELINEELDUVUSE MÕJU SÕLTUB KA SELLEST, MILLISTELE EKRAANI KÜLGEDELE ON SEDA LISATUD. VASTUVÕTJA KÜLJELE LISATUD HALJASTUS TAGAB UMBES 5 dB(A) SUURUSE MÜRATASEME VÄHENEMISE JALAKÄIJA TSOONIS.



JOONIS 4.37 / ERINEVAD MÜRAEKRAANIDE LAHENDUSED JA NENDE MÕJU HELI LEVIMISELE / ORIGINAALJOONIS [11, LK 105]



JOONIS 4.37 / ERINEVA HALJASTUSE PAIGUTUSEGA EKRAANIDE LAHENDUSED / ORIGINAALJOONIS [11, LK 106]

NEELDUMISE LISAMINE ALLIKA KÜLJELE LISAKS VASTUVÕTJA POOLSELE KÜLJELE SUURENDAB MÜRATASEME VÄHENEMIST 2 dB(A) VÕRRA NING HALJASTUSE LISAMINE KA EKRAANIPEALSELE PINNALE 1 dB(A) VÕRRA. TULENEVALT KALDUS GEOMETRIATE MÕJU PÕHINEMISEL HELIDE PEEGELDUSTE SUUNAMISEL, EI OLE LISATUD HELINEELAVA MATERJALIGA KALDUS EKRAANIDELE MÕJU OLULISELT ERINEV VERTIKAALSEST. [43] HOSANNA PROJEKTI PÕHJAL LEITI, ET NELJAREALISE TÄNAVA PUHUL HALJASTATUD 1 m KÕRGUSTE EKRAANIDE MÕJU KUNI 5 dB(A) [13].

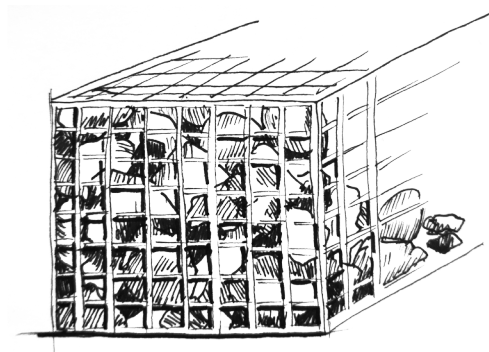
MADALATELE HELINEELAVATELE EKRAANIDELE ON LEITUD MITMEID KASUTUSVÕIMALUSI NING NEID ON VÕIMALIK LISADA KA SÕIDURADADE VAHELE, ET VEEL ENAM MÜRATASEMEID VÄHENDADA [50]. RIDADEVAHELISE HELINEELAVA ERAANI LISAMINE VÕIB OLULISELT VÄHENDADA MÜRATASEMEID TULENEVALT SELLE LÜHIKESEST DISTANTSIST ALLIKA SUHTES [13]. KUIGI MITMETE EKRAANIDE LISAMINE SÕIDURADADE VAHELE ON AKUSTILISELT POSITIIVSE MÕJUGA, SIIS LIIKLUSE TOIMIVUSE VAATEPUNKTIST ON PIGEM RAKENDATAVAKS LAHENDUSEKS ERINEVATE SUUNDADE VAHELISED TÕKKED.

**GABIOONID**

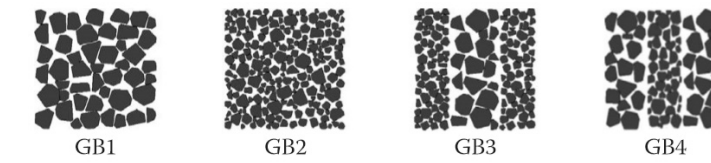
LISAKS HALJASTUSE LISAMISELE ON HELINEELDUVUSE LISAMISE VARIANDIKS KIVIAEDEDE EHK GABIOONIDE KASUTAMINE. KUIGI MADALATEL SAGEDUSTEL PEETAKE NEID AKUSTILISELT LÄBIPAISTVATEKS, SIIS ON 1,1 m LAIUSED JA 1 m KÕRGUSED KIVIAIAD VÕIMELISED LIIKLUSMÜRA SUURENEMIST VÄHENDAMA KUNI 8 dB(A) VÕRRA TÕKKE TAGA, KASUTADES ERINEVA SUURUSE VARIATSIOONIGA KIVE. [50]

ON UURITUD KA ERINEVA SUURUSEGA KIVIDE KOMBINATSIOONE (JOONIS 4.39), MILLEST KÕIGE EFEKTIIVSEMAKS LAHENDUSEKS ON VARIATSIOON GB3, KUID KÕIK LAHENDUSED SUURENDAVAD ENAM-VÄHEM VÕRDESELT MÜRATASEME VÄHENEMIST 7-8 dB(A) VÄÄRTUSES JALAKÄIJATE TSOONIS. [13]

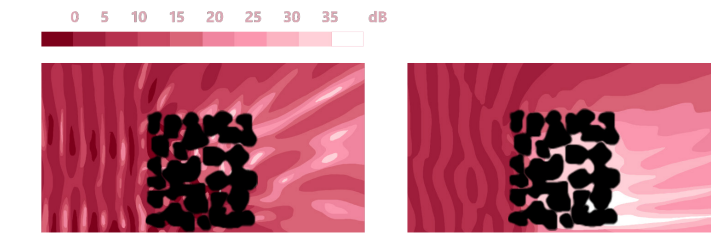
GABIOONIDE AKUSTILIST MÕJU ON VÕIMALIK SUURENDADA KASUTADES POORSEMAID KIVE (JOONIS 4.40). KIVIAEDEDE POSITIIVSEKS KÜLJEKS ON KA NENDE VISUAALNE MÕJU NING KERGEM VASTUVÕETAVUS LINNARUUMIS. [50]



JOONIS 4.38 / ILLUSTRATSIOON KIVIAIAST



JOONIS 4.39 / ERINEVATE SUURUSTEGA KIVIDE KOMBINATSIOONID / ALLIKAS [13, LK 25]



JOONIS 4.40 / POORSETE KIVIDE MÕJU GABIOONI EFEKTIIVSUSELE / ORIGINAALJOONIS [50, LK 91]

**4.2.2.3 HALJASTUS**

LINNARUUMI KONTEKSTIS KASUTATAKSE HALJASTUST PIGEM PINDADE HELINEELDUVUSE TÕSTMISEKS NING VISUAALSE HELIMAASTIKU MÕJUTAMISEKS, MITTE LIIKLUSMÜRA TASEME VÄHENDAMISEKS [50]. FÜÜSILISE MÜRA VÄHENDAMISE EFEKT NII KÕRGHALJASTUSE KUI KA TIHEDATE PÕÖSASTE JA HEKKIDE KAUDU ON KOKKUVÕTTES VÄIKE, KUID NAD OMAVAD POSITIIVSET PSÜHHOAKUSTILIST MÕJU (VT PTK 4.3.4) [50]. MÜRA VÄHENDAMISE MEETMENA TOIMIMISEKS PEAB HALJASTUSE TSOON OLEMA VÄGA PAKS NING TIHEDA ALUSTAIMESTIKUGA [3] NING LISAKS PEAKS HALJASTUS AASTARINGSEKS TÖÖTAMISEKS OLEMA IGIVALJAS. KUID KA VÄIKSEM KOGUS HALJASTUST SUMMUTAB KÕRGEMAID SAGEDUSI JA SEELÄBI MUUDAB HELI MEELDIVAMAKS [3]. KÕRGETEL SAGEDUSTEL VÕIVAD NÄITEKS HEKID VÄHENDADA MÜRA ÜLE 5 dB. HALJASTUSE KASUTAMINE EELDAB KA AKUSTILISELT PEHME PINNA LISAMIST, MIS OMAB OLULIST MÕJU KA MÜRATASEMETELE [3]. ERINEVATE MADALHALJASTUSE TÜÜPIDE VALIK VÕIB MÕJUTADA KA MAAPINNA AKUSTILISI OMADUSI. LISAKS AITAB HALJASTUS HAJUTADA TEKIVAT MÜRA [50] NING SEELÄBI VÄHENDADA NÄITEKS FASSAADIDEVAHELISI PEEGELDUSI.

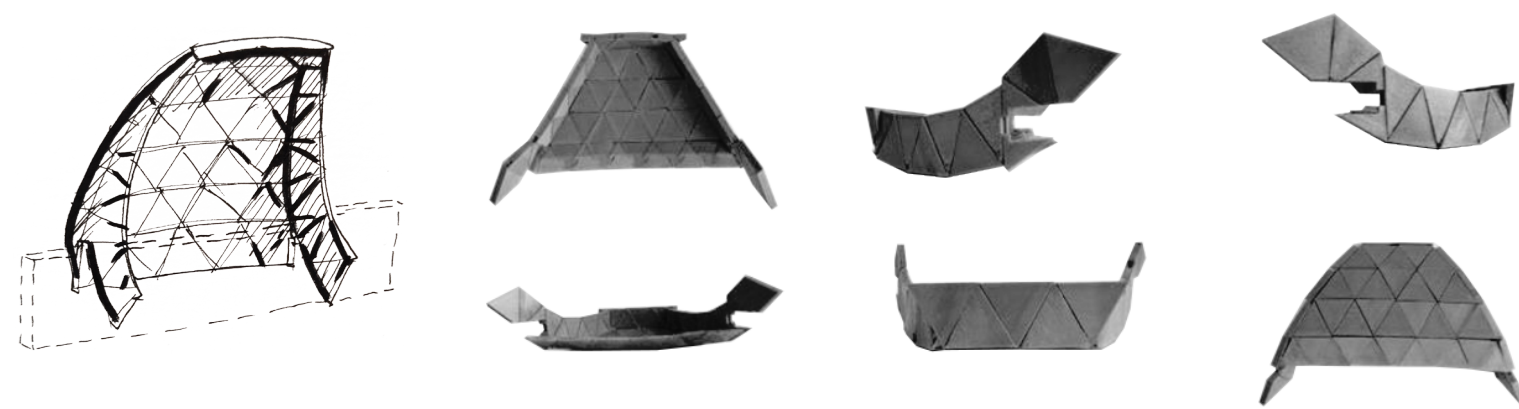
**4.2.2.5 PARKIVAD AUTOD**

TÄNAVAPILDIS ON PARKIVAD AUTOD TIHEDALT ESINEVAD ELEMENTID, KUID NENDE MÕJU MÜRA LEVIMISELE ÜLDISELT EI ARVESTATA. KONKREETSET SITUATSIOONI ANALÜÜSIDES JA HINNATES ON OLULINE VÕTTA ARVESSE KA PARKIVATE AUTODE MÕJU, KUI NEED ESINEMINE ANTUD KESKKONNAS ON KAS PÄEVASEL VÕI ÕISEL AJAL PÜSIV. PARKIVATE AUTODE RIDA VÕIB TÖÖTADA MÜRATÕKKE EKRAANILE SARNASELT JA MÕJUTADA KUNI 8 dB ULATUSES MÜRATASEMEID TÄNAVAL [56]. PARKIVAD AUTOD OTSESELT MÜRA VÄHENDAMISE MEETMENA KASUTUST PIGEM EI LEIA, TULENEVALT NENDE JUHUSLIKUST NING AJALISELT MUUTUVAST ESINEMISEST, KUID VÕTTES ARVESSE NENDE MÕJU MÜRA LEVIMISE, ON VÕIMALIK STRATEEGILISE PARKIMISALADE PAIGUTAMISEGA KASUTADA ÄRA KA NENDE TÕKESTAVAD OMADUSI.

4.2.3.4 TÄNAVAMÖÖBEL

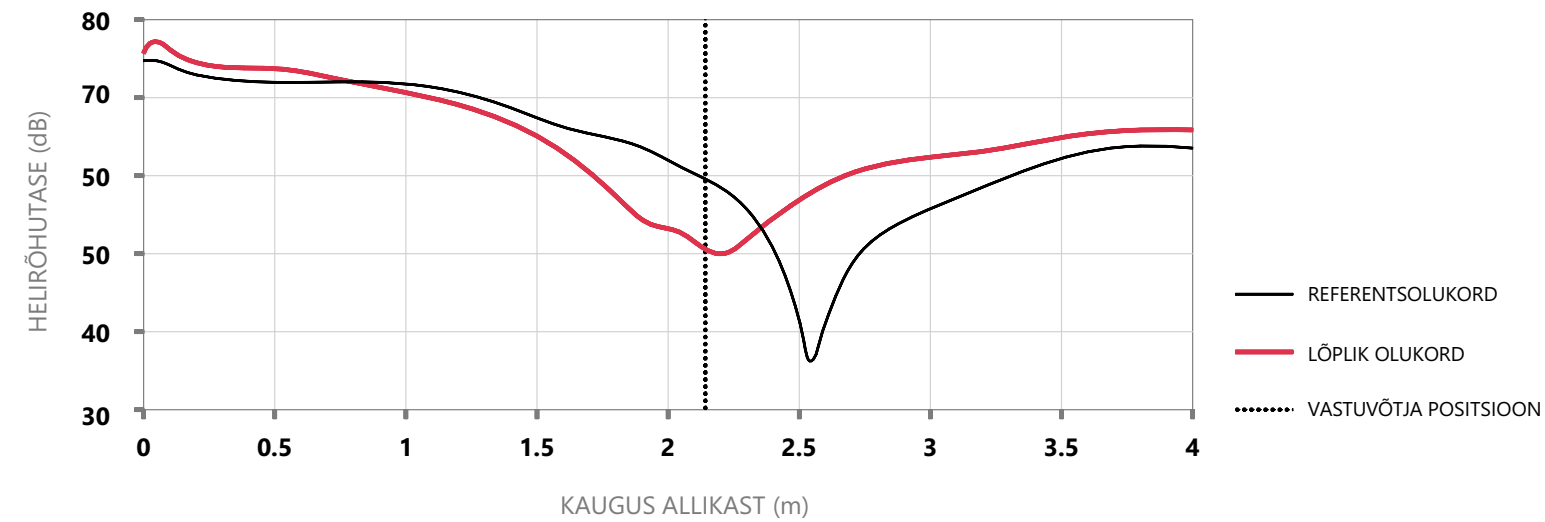
ELIMAASTIKU KVALITEETI MÕJUTAVAD KÕIK ANTUD KESKKONNA ELEMENDID, SEEGA VÕIB KA TÄNAVAMÖÖBLIT VAADELDA KUI POTENTSIAALSET TEGURIT, ET AIDATA KAASA MÜRATASEMETE VÄHENDAMISELE NING HELIMAASTIKU KVALITEEDI PARENDAMISELE LINNAKESKKONNAS. MÖÖBLI KUJUNDAMIST AKUSTILISEST PERSPEKTIIVIST VÕIB JAOTADA KAHTA KATEGORIASSE: MÜRA OMADUSTE MÕJUTAMINE NING HELI SUMMUTAMINE TULENEVALT SELLE MATERJALIST JA VASTUVÕTJA VARJAMINE MÜRA EEST SARNASELT EKRAANILE. TULENEVALT MÖÖBLIELEMENTIDE PINNA OSAKAALUST TÄNAVARUUMIS NING NENDE KAUGUSEST MÜRAALLIKAST, ON TÕENÄOLISELT NENDE SUMMUTAV MÕJU VÄIKE.

VARJAMISE KASUTAMINE VÕIB AGA ANDA OLULISE ERINEVUSE NÄITEKS SUURE LIIKLUSEGA TEE ÄÄRES PAIKNEVATE PINKIDE KORRAL, KUI MUUL VIISIL TERVE TÄNAVARUUMI AKUSTILISTE TINGIMUSTE MUUTMINE VÕIMALIK EI OLE. EKRAANIDE NING MUUDE TÕKETE MÕJU ON SUURIM SELLE VAHETUS KAUGUSES, SEEGA NENDE INTEGRERIMINE TÄNAVAMÖÖBLISSE, TEKITADES VÄIKSED VARJATUD TSOONID MÜRARIKKAS PIIRKONNAS, VÕIB OLULISELT PARANDADA SEAL VIIBIMISE MUGAVUST. TÄNAVAMÖÖBLI POTENTSIAALI ISELOOMUSTAB 2016. AASTAL LÄBI VIIDUD PROTOTÜÜBI KATSE [55], KUS PINGILE KAITSVA ELEMENDI LISAMINE (JONISED 4.41, 4.42) VÄHENDAS MÜRATASEMEID SELLE TAGA KUNI 4,3 dB(A) VÕRRA. GRAAFIKUL 4.43 ON VÕRRELDUD 60 X 40 X 20 cm MÕÕTUDEGA PROTOTÜÜBI MÕJU REFENTSIKS OLEVA NELINURKSE PANEELIGA MÕÕTUDEGA 180 X 100 X 6 cm.



JOONIS 4.41 / ILLUSTRATSIION ELEMENDI KINNITUMISEST

JOONIS 4.42 / EHITATUD PROTOTÜÜBI VAATED- ALLIKAS [55, LK 5]



JOONIS 4.43 / HELIRÕHUTASEMED ERINEVATEL KAUGUSTEL, KUS PROTOTÜÜP ASUB 2 M KAUGUSEL / ORIGINAALJONIS [55, LK 4]

4.3 VASTUVÕTJA

KUULAJANI JÕUDVA HELI TAJUTAVAD OMADUSED SÕLTUVAD NII HELI ENDA FÜÜSILISTEST OMADUSTEST, ÜMBRITSEVA KESKKONNA RUUMILISEST, AJALISTEST JA SOTSIAALSEST KONTEKSTIST KUI KA HELI VASTUVÕTJA ISIKLIKEST DIMENSIOONIDEST. HELIMAASTIK LINNARUUMIS EI OLE AINULT MÜRA PIIRAMISE JA AKUSTIKA KÜSIMUS [57]. VASTUVÕTJA PEATÜKIS ON KÄSITLETUD TUNNETUSLIKUD SEOSSED FÜÜSILISTE KESKKONNA ELEMENTIDE NING HELIMAASTIKU KVALITEEDI VAHEL, MILLEST KÕIK EI OLE OTSESELT MÕJUTATAVAD, KUID MILLE MÕJU TULEKS KESKKONNA AKUSTILIST KVALITEETI HINNATES ARVESSE VÕTTA.

4.3.1 ASUKOHA KONTEKST

HELIMAASIKU OMADUSTE EELISTUS SÕLTUB OLULISELT KESKKONNA KONTEKSTIST. NII SEAL ESINEVAD FUNKTSIOONID, RUUMILISED DIMENSIOONID KUI KA AJALINE JA KULTUURILINE KONTEKST MÄÄRAVAD, MILLIST HELIKESKKONDA ANTUD ASUKOHA KVALITEETSEKS PEETAKSE. SEE TÄHENDAB, KAS AKUSTILINE KESKKOND PEAKS OLEMA RAHUSTAV JA LÕÕGASTAV VÕI HOOPIS TEKITAMA UUDISHIMU JA KUTSUMA ESILE ELEVUST, ET VASTATA ANTUD KESKKONNALE SEOTUD EESMÄRGILE. KA KESKKONNA OMADUSED NAGU TEMPERATUUR, VALGUS JA TUUL OMAVAD ROLLI HELIMAASTIKU KVALITEEDIS, MÕJUTADES INIMESE ÜLDISES MUGAVUSTUNNET ANTUD KESKKONNAS.

KUI TRADITSIOONILISELT VAADELDAKSE KONTEKSTI MÕJU KUI MITTESOOVITUD KÕRVALEKALDEID, MIDA TULEB ARVESTADA, KUID MIS ISE EI OMA TEOREETILIST TÄHTSUST [58], SIIS HELIMAASTIKU KONTSEPTI RAAMES ON KONTEKST OLULISEKS RESSURSIKS.

FUKTSIONAALNE KONTEKST

NII KONKREETSE KESKKONNA ENDA KUI KA SEDA ÜMBRITSEVATE HOONETE FUNKTSIOONID MÕJUTAVAD HELIMAASTIKU OMADUSTE EELISTUSI. ERINEVATE FUNKTSIOONIDEGA ASUKOHTADES VÕIDAKSE SAMU HELIALLIKAD HINNATA ERINEVALT [53]. NÄITEKS VÕRRELDES VIIBIMIST KOHVIKUTEGA ÜMBRITSETUD LINNAVÄLJAKUL, MILLE PUHUL ON ROHKETE INIMHELIDE KOHALOLU POSITIIVNE, PARGIPINGIL RAAMATU LUGEMISEGA, KUS EELISTATAKSE VAIKSEMAT HELIKESKKONDA LOODUSHELIDEGA.

RUUMILISED DIMENSIOONID

KA TÄNAVA RUUMILISED PARAMEETRID NING KUULAJA POSITSIOON MÕJUTAVAD HELIMAASTIKU TUNNETUST. NÄITEKS VASTUVÕTJA ASETUS RUUMIS MÕJUTAB TEMA TUNNETUSLIKU HINNANGUT RUUMI LAIUSELE [19]. LAIAL KÕNNITEEL LIIKUDES NING EEMAL MÜRAALLIKAST VÕIB TUNNETATAV MÜRATASE OLLA MADALAM, KUI KITSAL TÄNAVAL SÕIDUTE E LÄHEDUSES KÕNDIDES, KUI KA TEGELIK MÕÕDETV MÜRATASE SEAL ON KÕRREM.

KULTUURSED, SOTSIAALSED JA DEMOGRAAFILISED DIMENSIOONID

SÕLTUVALT KULTUURILISEST KESKKONNAST VÕIVAD HELIMAASTIKE EELISTUSED OLULISED ERINEDA. ÜHES PIIRKONNAS ELANUD INIMESE JAOKS KODUSE JA RAHUSTAVANA MÕJUV HELIMAASTIK VÕIB TEISE JAOKS TUNDUDA VÕÕRA JA HÄIRIVANA. SARNASELT VÕIB VAIKNE KESKKOND MÕJUDA RAHUSTAVANA, VÕI VASTUPIDISELT ÄREVUST TEKITADA, KUI ON HARJUTUD VIIBIMA TUNDUVALT SUUREMA MÜRAGA PIIRKONNAS. KONKREETSE PIIRKONNA KVALITEEDI HINDAMINE

SÕLTUB SELLEST, KUI KAUA ON ANTUD INIMENE SEAL ELANUD, KUIDAS NEMAD SEDA PIIRKONDA DEFINEERIVAD NING KUI PALJU ON NAD KAASATUD ANTUD PIIRKONNA SOTSIAALSESSE ELUSSE [57]. LISAKS VÕIB MÕJUTADA KA SÕLTUVUS INFRASTRUKTUURIST AUTOMÜRA HÄIRIVUST. KUI INIMENE ISIKLIKULT AUTOGA EI LIIGU, VÕIB NENDE POOLT TEKITATUD MÜRA OLLA TUNDUVALT HÄIRIVAM VÕRRELDES INIMESEGA, KELLE IGAPÄEVASEKS LIIKUMISEKS ON AUTODE OLEMASOLU VAJALIK EHK KES ON ISE SÕLTUVAD MÜRA ALLIKAST.

VANUS, SUGU, ERIALA, HARIDUS NING ELAMISTINGIMUSED OMAVAD KÕIK MÕJU HELIMAASTIKU EELISTUSELE, OLGUGI ET NEED ON SUHTELISELT VÄIKESE OSAKAALUGA. OLULISEMAD NEIST ON VANUS, SUGU NING ELAMISTINGIMUSED. NÄITEKS KÕRREMAS EAS EELISTATAKSE ROHKEM LOODUSE NING KULTUURIGA SEOTUD HELISID NING OLLAKSE TOLERERIVAMAD HELIKESKKONNA SUHTES. [59]

AJALINE KONTEKST

NII ERINEVATEL AASTAEGADEL KUI KA ÜHE PÄEVA VÄLTEL VÕIB SAMA ASUKOHA HELIMAASTIKU EELISTUS ERINEDA. HOOAJALISED ERINEVUSED ON TIHTI SEOTUD KA SELLE VASTAVATE KESKKONNA TINGIMUSTEGA NAGU TEMPERATUUR JA TUUL NING AJALISE KONTEKSTIGA ON SEOTUD KA SEAL KESKKONNAS VIIBIMISE TEGEVUSLIK PÕHJUS. [53]

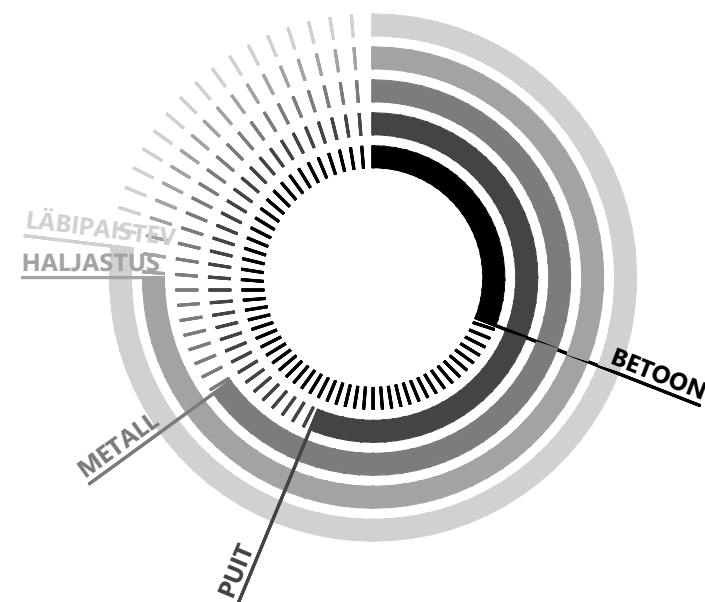
4.3.2 ISIKLIKUD DIMENSIOONID

LÄBI KOGNITIIVSETE PROTSSESSIDE ANTAKSE MEID ÜMBRITSEVALE MAAILMALE TÄHENDUS NING INIMESED EHITAVAD ÜLES OMA TUNNETUSE KESKKONNAST TUGINEDES RETROSPEKTIIVSELT EELNEVALE KOGEMUSTELE JA MÄLESTUSTELE, SIDUDES NEID KONKREETSEL AJAHETKEL TUNTAVATE SENSATSIOONIDEGA [16]. SEE TÄHENDAB, ET ME KANNAME IGAL AJAHETKEL ENDAGA KAASAS TEATUD OOTUSI JA EELDUSI VIIBITAVA KESKKONNA HELIMAASTIKU OSAS.

KOGEMUSED JA EELDUSED

INIMESTEL ON SELGE EELDUS, MILLISELT PEAKS KÕLAMA VÄIKE KOOSOLEKURUUM VÕI KONSERTSAAL, TUGINEDES EELNEVALE KOGEMUSTELE SARNASTES KESKKONDADES. HELIMAASTIKU HINNANGUT MÕJUTAB SELLE VASTAVUS INDIVIIDI EELDUSELE, MILLISENA ANTUD KESKKONNA HELIMAASTIK KÕLAMA PEAKS, MIS SÕLTUB KA KONKREETSES ASUKOHAS VIIBIMISE PÕHJUSEST NING TEGEVUSEST. NÄITEKS PARGIST EELDATAKSE LOODUSHELISID NAGU SAHISEVAD PUUD, VOOLAV VESI JA LAULVAD LINNUD. NENDE PUUDUMISEL EI KÕLA PARK ENAM NII NAGU INIMENE EELDAB JA OOTAB, ET PARK KÕLAMA PEAKS JA SEE LANGETAB ANTUD HELIMAASTIKU HINNANGUT. KUI PARK KÕLAB NAGU TIHEDA LIIKLUSEGA TÄNAV, ON TÕENÄOLISELT INIMESED HÄIRITUD [23].

INIMESTE TUNNETUSLIKKU HINNANGUT MÕJUTAVAD NENDE KOGEMUSED JA EELDUSED ERINEVATE KESKKONDADE NING ELEMENTIDE OMADUSTE SUHTES. SELLEST TULENEVALT ON KA ERINEVATE MATERJALIDE KORRAL MÜRATÖKKE EKRAANI EELDATAV MÜRA VÄHENDAMINE SÕLTUV NENDE MATERJALIST NING MÕÕDETAVALT SAMA MÕJUGA EKRAANI TUNNETATAV EFEKT VÕIB OLLA NEIST SÕLTUV. JOONIS 4.44 ISELOOMUSTAB, MILLIST MÜRA VÄHENDAMISE OMADUST EELDATAKSE EKRAANILT VASTAVALT SELLE MATERJALILE. [11]



JOONIS 4.44 / EELDUSED ERINEVATE EKRAANIDE MÜRA TÕKESTAMISE VÕIME SUHTES SÕLTUVALT NENDE MATERJALIST. VÄÄRTUSED SKAALAL 1-5, KUS 5 ON KÕIGE VÄHEM EFEKTIIVSEM HINNANG / ORIGINAALJOONIS [11, LK 197]

KOKKUPUUDE MÜRAGA

MÜRA HÄIRIVUST VÕIB MÕJUTADA KA IGAPÄEVASELT MÜRAGA KOKKUPUUTUMISE MÄÄR. KUI MÜRA ON INIMESE JAOKS KROONILISEKS PROBLEEMIKS, VÕIB SELLE ESINEMINE OLUKORRAS, KUS MÜRA ESINEMA EI PEAKS, HÄIRIDA ROHKEM, KUI ISIKU JAOKS, KES PIDEVALT MÜRAROHKES PIIRKONNAS EI VIIBI. VASTUPIDISELT VÕIB JÄLLEGI VAIKUSEGA HARJUNUD INIMESE JAOKS OLLA MADALAM MÜRATASE HÄIRIVAM, KUI INIMESE JAOKS, KES PIDEVALT MÜRARIKKAS KESKKONNAS VIIBIB. ERINEVA TUNDLIKKUSE TÕTTU MÜRA SUHTES VÕIB INIMESTE TUNNETATAVAT MÜRATASE VARIEERUDA 10 dB VÕRRA [11].

TEGEVUSED

MÜRA HÄIRIVUS SÕLTUB KA TEGEVUSEST KESKKONNAS. RÄÄKIMISE JA INTELEKTUAALSETE TEGEVUSTE KORRAL VÕIB SAMA MÜRATASE OLLA TUNDUVALT HÄIRIVAM, KUI MÕNE FÜÜSILISE TEGEVUSE KORRAL. MÄÄRAVAKS ON MÜRA HÄIRIVUSE PUHUL ASJAOLU, KAS ANTUD MÜRATASE OTSESELT TAKISTAB JA SEGAB ANTUD TEGEVUSE LÄBIVIIMIST VÕI MITTE. [11]

TEADLIKKUS

INIMESE SUHTUMIST MÜRATASEMETESSE MÕJUTAB KA TEMA TEADLIKKUS VÕIMALIKEST MEETMEST SELLE VÄHENDAMISEKS. KUI ARVATAKSE, ET KONKREETNE MÜRAKESKKOND ON VÄLTIMATU NING SEDA PARANDADA EI SAA, OLLAKSE KA MÜRA OSAS LEPLIKUMAD VÕRRELDES INIMESEGA, KES ON TEADLIK, ET ANTUD PROBLEEMI ON LIHTSATE MEETMETE ABIL VÕIMALIK VÄHENDADA. SARNASELT HÄIRIB MÜRA ROHKEM, KUI SELLEGA SEOSTATAKSE NEGATIIVSEID MÕJUSID TERVISELE VÕI TUNNETATAKSE HELI ALLIKAGA SEoses OHTU. [11]

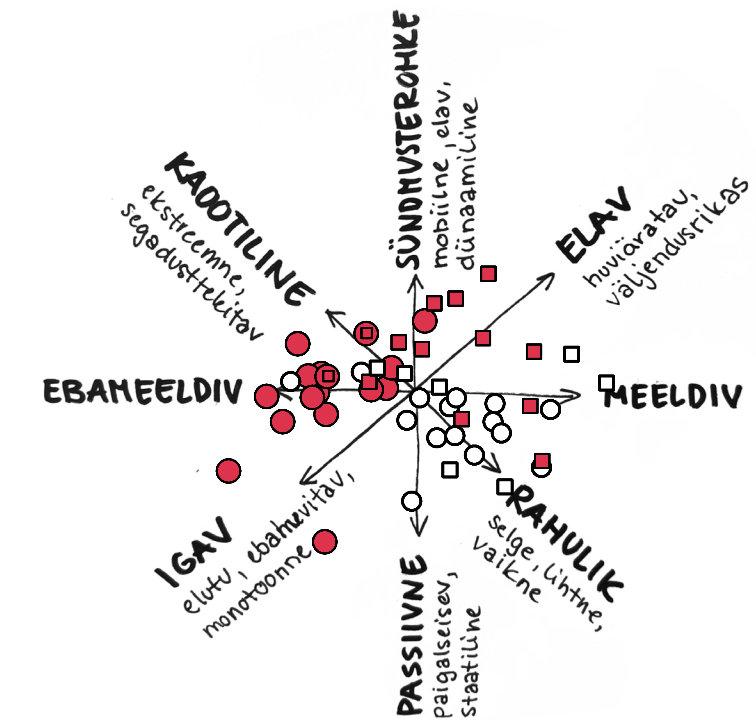
4.3.3 HELI OMADUSED

LISAKS HELIRÕHUTASEMELE NING KONTEKSTIPÕHISTELE OMADUSTELE MÕJUTAVAD HELIDE HÄIRIVUST KA ALLIKA IDENTIFITSEERITAVUS NING HELI SAGEDUS, KESTUS, TOONIDE SELGUS, TERAVUS JNE. MITMETE HELIMAASTIKU HINDAMIST UURIVATE TÖÖDE SUUNAKS ON LEIDA KORRELATSIOONE ANTUD OMADUSTE NING HELIMAASTIKU MEELDIVUSE VAHEL, ET KASUTADA NEID SEOSEID HELIMAASTIKU HINDAMISE ALUSRAAMISTIKUNA.

ON MITMEID UURINGUID, MIS SOOVITAVAD, ET HELI POOLT ANTAVAL INFORMATSIOONIL PÕHINEVAD HELIMAASTIKU OMADUSED ON SOBIVAMAD HELIDE TUNNETAMISE ENNUSTAMISEKS, VÕRRELDES AKUSTILISTE OMADUSTEGA. 2008. AASTAL VIIDI LÄBI UURIMUS [60], MILLE RAAMES 100 INIMEST KUULAS 50 ERINEVA KESKKONNA HELISALVESTUSI NING HINDAS NENDE VASTAVUST 116 VALITUD TUNNUSELE NAGU MEELDIV, HÄIRIV, RAHULIK, KURB, JA KINNINE. TUNNUSTEKS VALITI HELIMAASTIKULE VASTAVAD OMADUSED NAGU MEELDIV JA RAHULIK NING VÄLJA JÄETI KIRJELDAVAD OMADUSSÕNAD NAGU VALJU JA TERAV, MIS ON SEOTUD PIGEM SPETSIFIILISE ALLIKA KUI HELIMAASTIKUGA. IGA SALVESTUSE KOHTA LEITI HINNANGUTE ARITMEETILINE KESKMININE NING UURITI KORRELATSIOONE VALITUD TUNNUSTE NING KOLME DOMINEERIVA PÕHIKOMPONENTI VAHEL, MILLEKS ON MEELDIVUS, SÜNDMUSTEROHKUS JA TUTTAVLIKKUS. ANTUD TUNNUSTE JAOTUS VASTAVALT KOMPONENTIDELE ON NÄIDATUD JOONISEL 4.46, KUS TELG 1 VASTAB MEELDIVUSELE NING TELG 2 SÜNDMUSTEROHKUSELE JA ALLAJOONITUD MÄRKSSÕNAD ON SEOTUD TUTTAVLIKKUSEGA. [60]

LISAKS LEITI KORRELATSIOONE FÜÜSILITE HELIMAASTIKU OMADUSTE NING KOMPONENTIDE HINNAGUTE VAHEL, MILLEST SELGUS, ET DOMINEERIVATE TEHNOLOOGILISTE HELIDEGA KESKKONNASID PEETI EBAMEELDIVATEKS, LOODUSHELIDEGA MEELDIVATEKS NING INIMESTE HELIDEGA SÜNDMUSTEROHKETEKS. SUHTED JÄID PÜSIMA KA HELITASEMEID TÕSTES, KINNITADES HELIDE INFORMATIIVSETE OMADUSTE OLULISUST VÕRRELDES HELI TASEMETEGA, HINNATES HELIMAASTIKKE. ANTUD TÖÖ PÜSTITAB RAAMISTIKU TULEVIKUS HELIMAASTIKKE HINDAMISEKS UURIMUSTEKS JA PRAKTIKAKS NING PAKUB VÄLJA PEAMISED DIMENSIOONID, MIS ON VAJALIKUD HELIMAASTIKU KVALITEEDI MÕÕTMISEKS. [60]

JOONISEL 4.45 ON MARKEERITUD ERINEVATELE KATEGOORIALELE VASTAVATE HELIDE JAOTUMINE VASTAVALT PÕHIKOMPONENTIDELE. SÜMBOLID ESINDAVAD DOMINEERIVAD HELIKATEGOORIAID, KUS PUNASED RUUDUD ESINDAVAD INIMESTE HELISID, PUNASED RINGID TEHNOLOOGILISI HELISID, VALGED RUUDUD LOODUSHELISID NING VALGED RINGID ILMA DOMINEERIVA KATEGOORIA TA HELISID. MEELDIV HELIMAASTIK SAAB OLLA NII SÜNDMUSTEROHKE KUI KA SÜNDMUSTEVAENE NING RAHULIK JA MONOTOONNE VÕIB ESINDADA NII MEELDIVAT KUI KA EBAMEELDIVAT HELIMAASTIKKU. KUI VÕRRELDA NÄITEKS RAHULIKKU LOODUSHELIDEGA MAAKOHTA NING LISADES SINNA VAIKSE, KUID PÜSIVA TEHNOSADME MÜRA TAUSTALE. [60]



JOONIS 4.45 / HINNANG 50-LE HELIMAASTIKU KOMPONENTIDELE / ORIGINAALJOONIS [60, LK 2844]



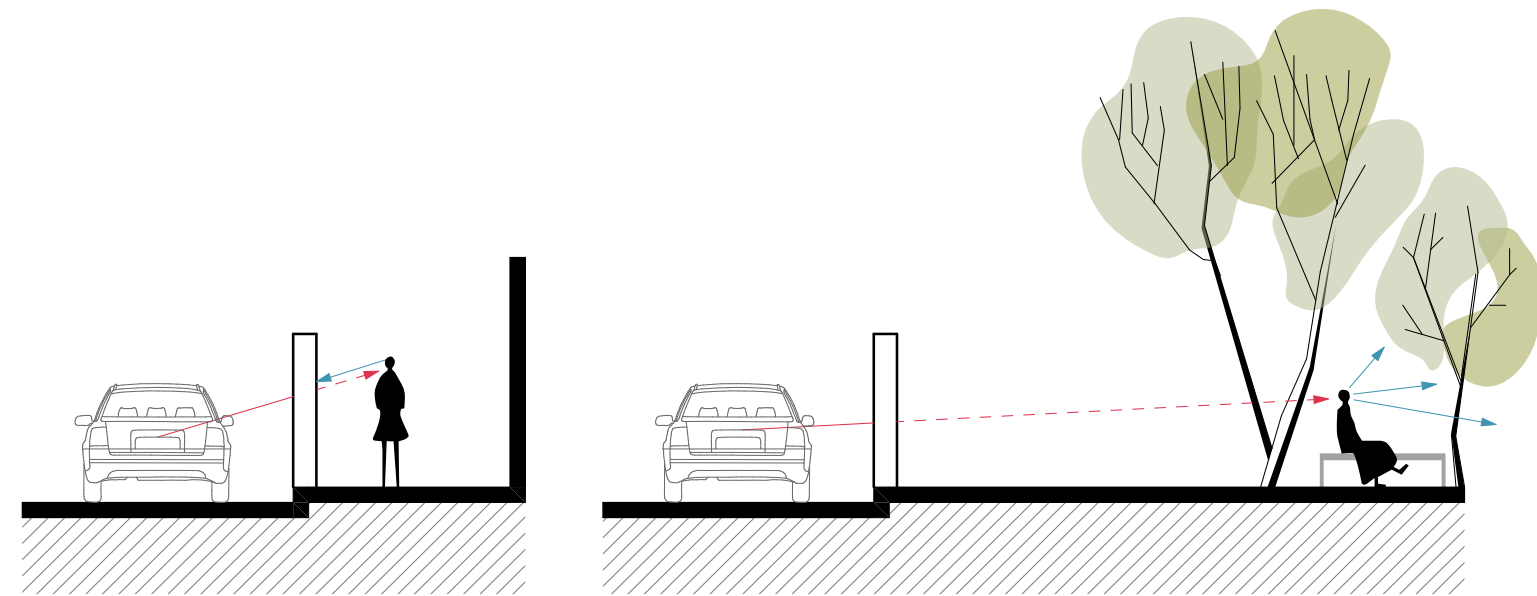
## HELIALLIKA NÄHTAVUS

**HELIALLIKA NÄHTAVUS** MÕJUTAB MÜRA HÄIRIVUST NING KAS SEE MÕJU ON POSITIIVNE VÕI NEGATIIVNE, SÕLTUB OLULISELT KONKREETSEST SITUATSIOONIST. KUI ALLIKAS ON VISUAALSELT TÄIELIKULT ERALDATUD VASTUVÕTJAST VÕIB TEATUD KONTEKSTIS EELDADA, ET OLLAKSE TUNDLIKUMAD TEKITATUD HELI SUHTES [62]. BLOKEERIDES ÜHE AISTMISMEELE, TUGEVBNEB TEINE. SELLINE MÕJU ON VAADELDAV NÄITEKS LIIKUDES SÕIDUTEEST KÕRGE EKRAANI, HEKI VÕI MUU PIIRDEGA ERALDATUD KITSAL KÖNNITEEL. ANTUD SITUATSIOONIS ON KESKKONNAST VISUAALSELT SAADAV INFO VÄHENENUD, NING SELLE ARVELT SUURENEB IGA KUULDAVA JA MUUL MOEL TUNNETATAVA ELEMENDI MÕJU. LISAKS PÕHJUSTAB KONKREETSELT AUTOMÜRA KORRAL TAOLISES SITUATSIOONIS KA OHU TUNNET, MIS TAASKORD SUURENDAB TAJUTAVAT MÜRA, KUI KA TEGELIKULT ANTUD ERALDAV ELEMENT SEDA MÕÕDEtava SUURUSENA VÄHENDAB. ÜHEKS HELI KVALITEEDI TEGURIKS ON HELIALLIKA IDENTIFITSEERITAVUS [11] NING VISUAALNE ERALDUS VÄHENDAB SEDA OMADUST. KUI AGA VAADELDA NÄITEKS PARGIS VIIBIVAT INIMEST, SIIS ON AUTODE VISUAALNE ERALDAMINE POSITIIVSE MÕJUGA, NING AUTODE POTENTSIAALNE HÄIRIVUS SUUREM, KUI ALLIKAS ON NÄHTAVAL [29].

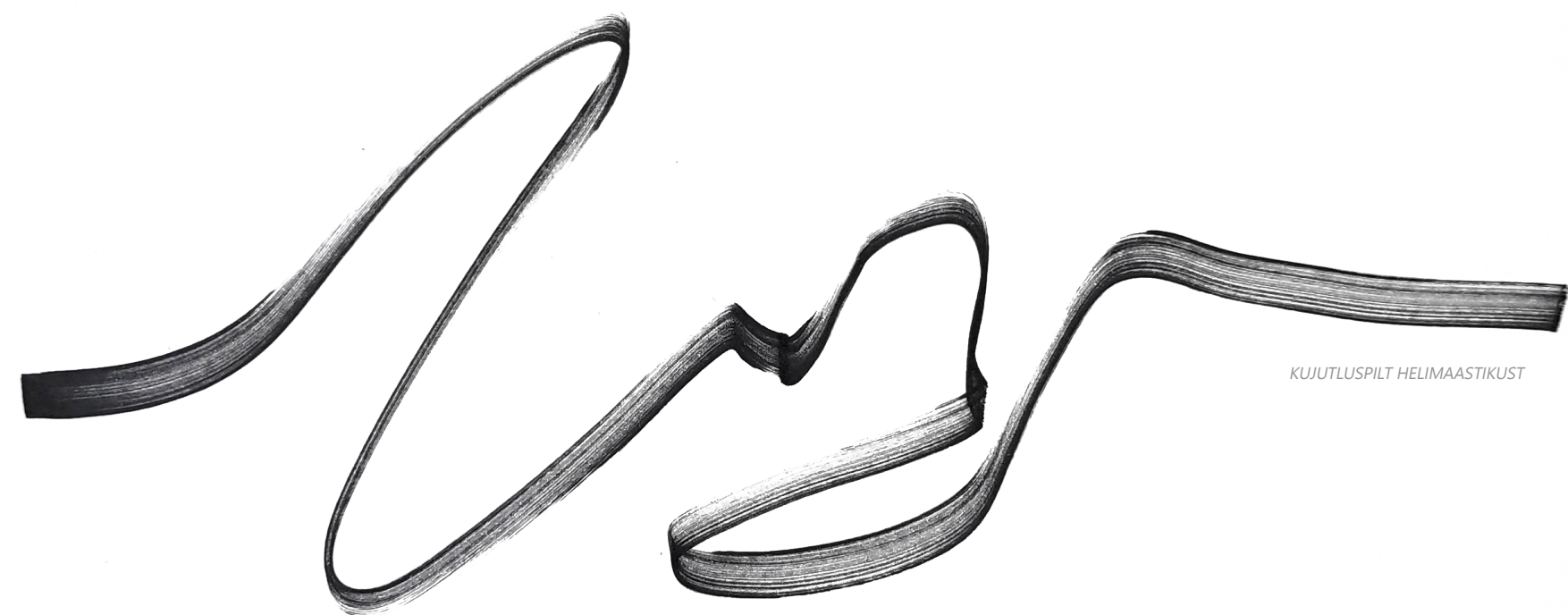
**SEE TÄHENDAB, ET ALLIKA NÄHTAVUSE KORRAL ON MÄÄRAVAKS, KAS SELLE NÄGEMINE ON ANTUD KONTEKSTIS NING VASTAVA TEGEVUSE JAOKS VAJALIK VÕI VASTUPIDISELT ÜLELIIGNE INFORMATSIOON. KUI TÄNAVAL LIIKUDES ON TURVALISUSE EESMÄRGIL OLULINE OLLA VÕIMALIKULT TEADLIK END ÜMBRITSEVAST KESKKONNAST, SIIS PARGIS NING AUTOTEEST KAUGEMAL VIIBIDES, EI OLE NENDE NÄGEMINE VAJALIK. SARNASELT ON LIIKLUSMÜRA KOOLIHOONE KÕRGEMATEL KORRUSTEL, KUS LIIKUVAD AUTOD ON NÄHA, TUNDUVALT**

HÄIRIVAM VÕRRELDES MADALAMATE KORRUSTEGA, KUS ALLIKAD NÄHA EI OLE [30]. PIDEVALT LIIKUVAD ELEMENDID HAARAVAD TÄHELEPANU NING SEGAVAD KESKENDUMISVÕIMET.

**NENDELE SEOSTELE TUGINEDES ON JUST KÕRGETE PUUDEL MITMEST VAATEPUNKTIST POSITIIVSED OMADUSED LINNARUUMI HELIMAASTIKULE, ERALDADES VISUAALSELT KÕRGEMATEL KORRUSTEL VIIBIJAD SÕIDUTEEST NING SÄILITADES SAMAAEGSELT TÄNAVATASAPINNAS AUTODE NÄHTAVUSE. VÕIB EELDADA, ET MADALATEL EKRAANIDEL ON SEETÕTTU KA LISAKS MÜRATASEME VÄHENDAMISELE LISANDUV POSITIIVNE PSÜHHOAKUSTILINE MÕJU, SÄILITADES MÜRAALLIKA NÄHTAVUSE NING SAMAAEGSELT SUURENDADES OHUTUSE TUNNET LÄBI AUTO JA JALAKÄIJA FÜÜSILISE ERALDAMISE.**

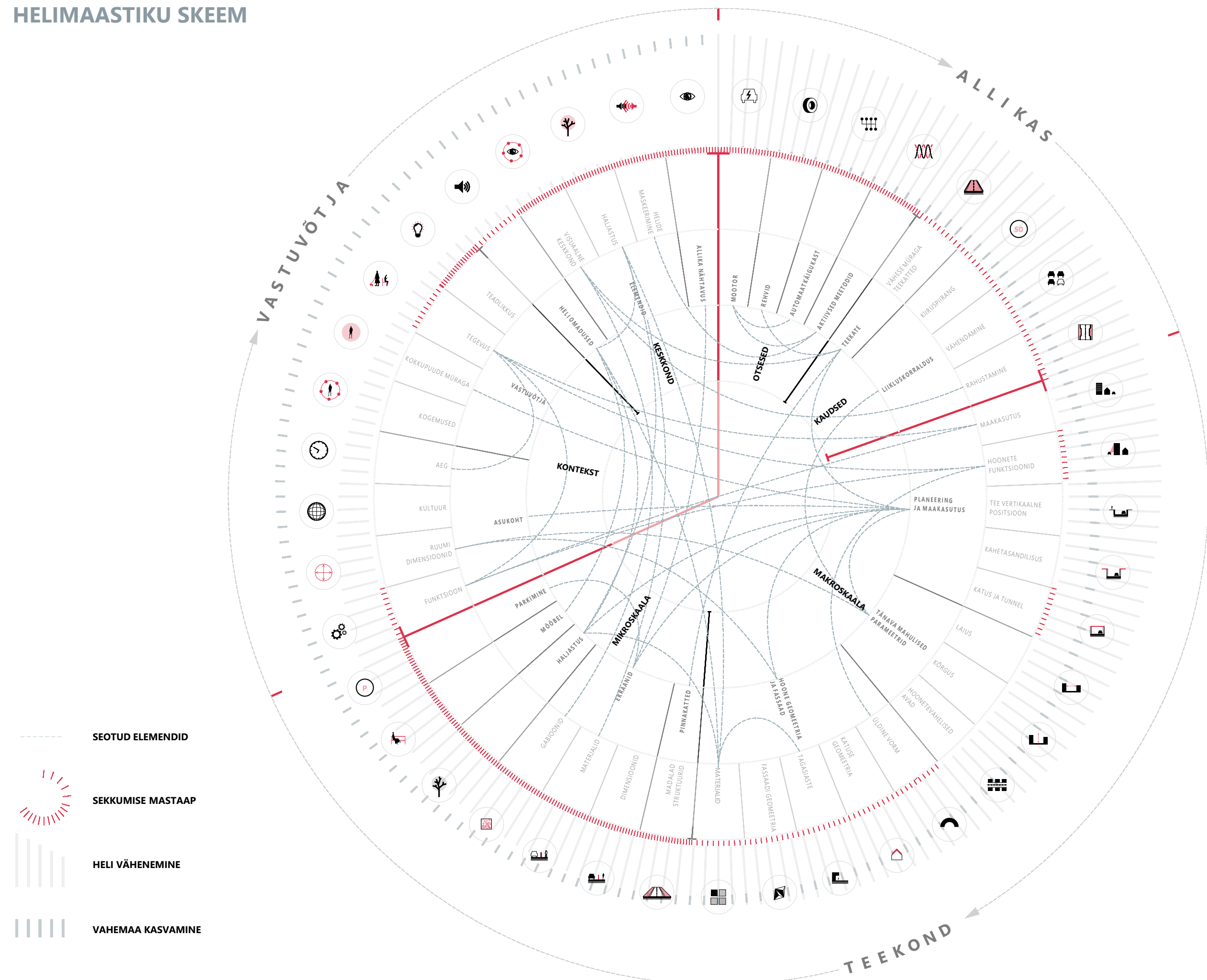


**JOONIS 4.47** / HELIALLIKA NÄHTAVUSE PUUDUMINE SAMA MÜRATASEME KORRAL MÕJUB NEGATIIVSELT KITSAL KÖNNITEEL NING POSITIIVSELT KAUGEMAL PARGIS VIIBIDES, KUS ANTUD INFORMATSIOON EI OLE VAJALIK



KUJUTLUSPILT HELIMAASTIKUST

## II PROJEKTLAHENDUS



MAGISTRITÖÖ PROJEKTLAENDUSE EESMÄRGIKS ON VÕTTA SELGE VÄLJUNDINA KOKKU TÖÖ UURIMIS-TEOREETILISES OSAS ANALÜÜSITUD ELEMENTID NING TEGURID, MIS MÕJUTAVAD HELIMAASTIKKU NING SÜNTEESIDA NEED ÜHTSEKS SKEEMIKS, MIDA TOETAVAD LOETLETUD ELEMENTIDE TABEL NING VÕTETE KASUTAMISE NING SEOTUD PROBLEEMSETE SITUATSIOONIDE NÄITELAENDUSED TALLINNA TÄNAVALÖIKUDES.

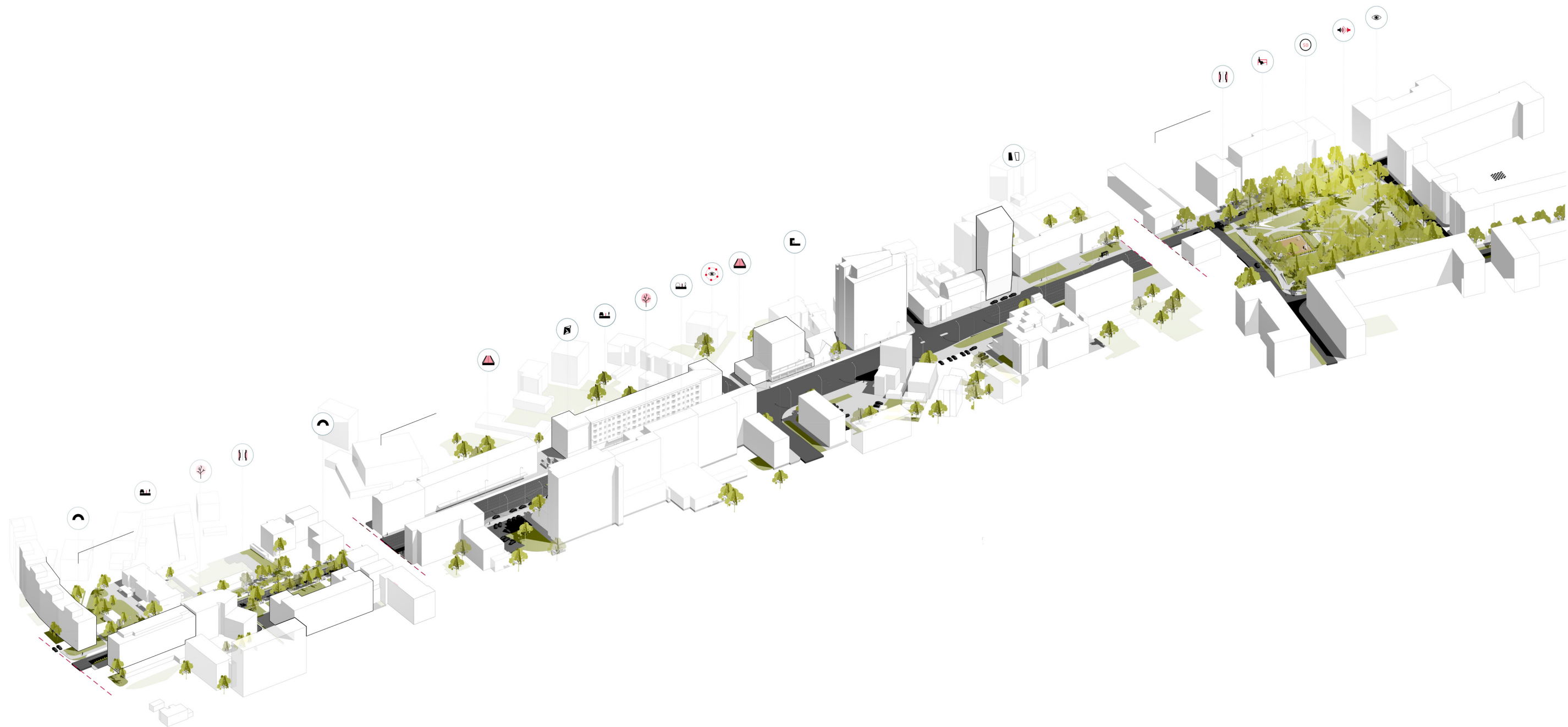
**HELIMAASTIKU SKEEM**

HELIMAASTIKU SKEEM HÕLMAB KÕIKI ANALÜÜSITUD ELEMENTE, OMADUSI JA NENDEVAHELISI SEOSEID NING ON STRUKTUREERITUD VASTAVALT HELI LEVIMISE ETAPPIDELE. RING ON JAOTATUD KAHEKS PEAMISEKS SEKTORIKS – HELI MÕÕDETAVALD NING HELI TUNNETATAVALD OMADUSED. SKEEMI LIIKUMINE TOIMUB PÄRIPÄEVA NING RINGI SEEST VÄLJAPOOLE, ALUSTADES ALLIKAST, MILLE LAHENDUSTE RAKENDAMINE ON MÜRAPROBLEEMIDE KORRAL ÜHTLASI KA KÕIGE EFEKTIIVSEM. SEEJÄREL LIIGUTAKSE TEEKONNA SEKTORISSE, KUS ON ESINDATUD VÕIMALUSED HELI LEVIKU TAKISTAMISEKS NING MÕJUTAMISEKS. VASTUVÖTJA SEKTORIS PAIKNEVAD HELI TUNNETAMIST MÕJUTAVAD ELEMENTID NING OMADUSED, MILLE KASUTAMINE VÕIB OLLA ALTERNATIIVSEKS LAHENDUSEKS OLUKORDADES, KUS EELNEVATE MEETMETEGA MÜRATASEMETE VÄHENDAMINE POLE VÕIMALIK VÕI OTSTARBEKAS. KÕIKIDE KOMPONENTIDE RINGIST VÄLJAPOOLE SUUNATUD JAGUNEMINE TUGINEB TEOORIAOSAS RAKENDATUD ÜLESEHITUSELE, LIIKUDES SUUREMATEST NING ÜLDISEMATEST JAOTUSTEST VÄIKSEMATE JA SPETSIIFILISTE ELEMENTIDENI.

PUNKTIIRIGA ON ÜHENDATUD ERINEVATE SEKTORITE ELEMENTID, MIS VÕIVAD OMAVAHEL SEOTUD OLLA VÕI OMADA ÜHEAEGSELT MÕJU NII MÜRATASEMETELE KUI KA HELI TUNNETUSELE. LISAKS MARKEERIB RINGSKEEMI PERIMEETRIS TRIIBUTUSE TIHEDUS VASTAVA MEETODI RAKENDAMISE LIHTSUST OLEMASOLEVAS LINNARUUMIS. HÕREDAMAD VÕI ILMA MARKEERINGUTA MEETODITE JA ELEMENTIDE RAKENDAMINE EELDAB SEKKUMIST VARASEMAS STAADIUMIS NING TIHEDAMAT ON POTENTSIAALSelt LIHTSAM RAKENDADA KA VÄLJAKUJUNENUD KESKKONNAS.

**ELEMENTIDE TABEL**

HELIMAASTIKU SKEEMIS ON KOMPONENDID ESINDATUD KOMPAKTSUSE NING SELGE ÜLESEHITUSE EESMÄRGIK VAI NENDE NIMETUSEGA, KUID INFORMATIIVSELT TOETAB NEID TABEL, KUS ON SKEEMIS ESINEVATE ELEMENTIDE NING MEETODITE MÕJU JA VÕIMALUSED PIKEMALT LAHTI SELGITATUD. TABELIS TOIMUB ALLIKA, TEEKONNA JA VASTUVÖTJA JAOTUS VERTIKAALSelt NING ELEMENTID ON JAOTATUD VASTAVALT HELIMAASTIKU SKEEMI JÄRJESTUSELE LIIKUDES VASAKULT-PAREMALE NING ÜLEVALT-ALLA.

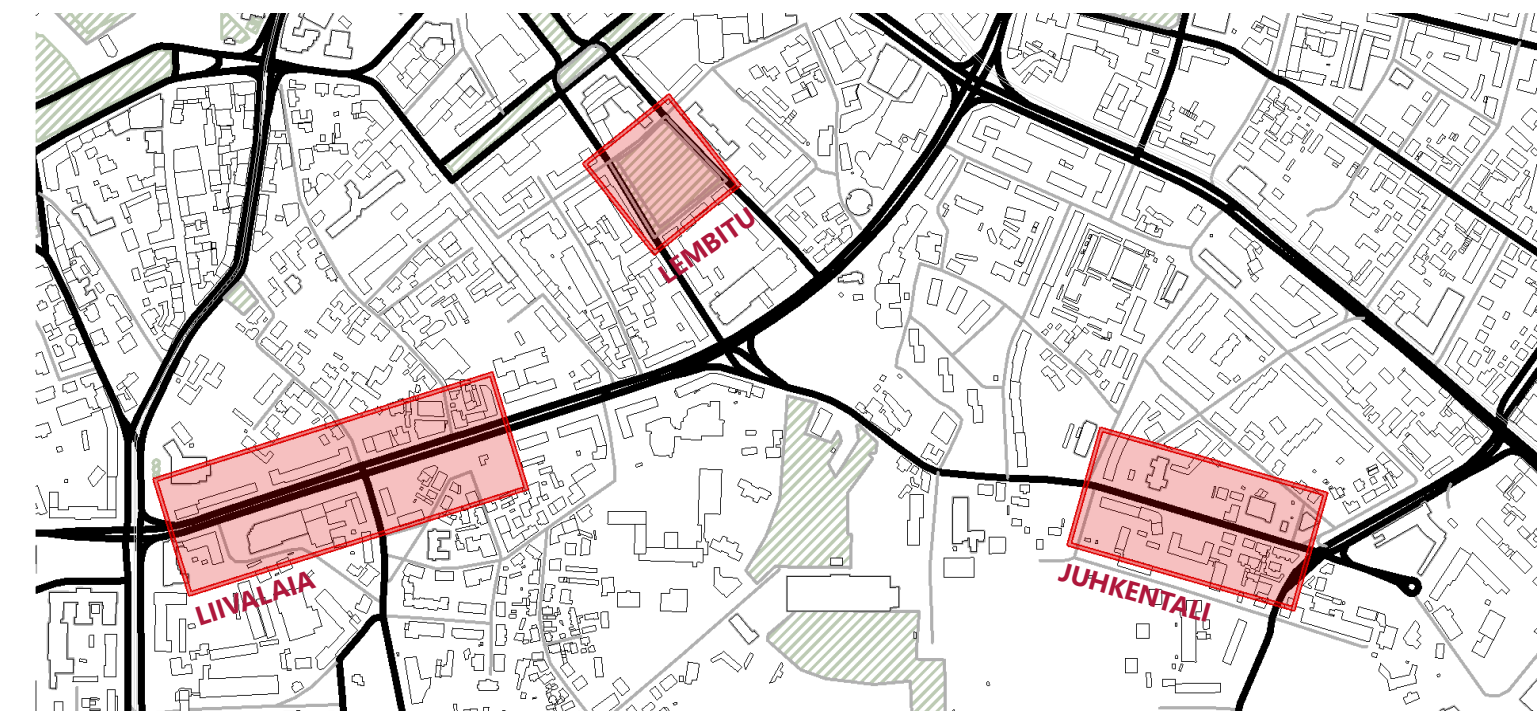


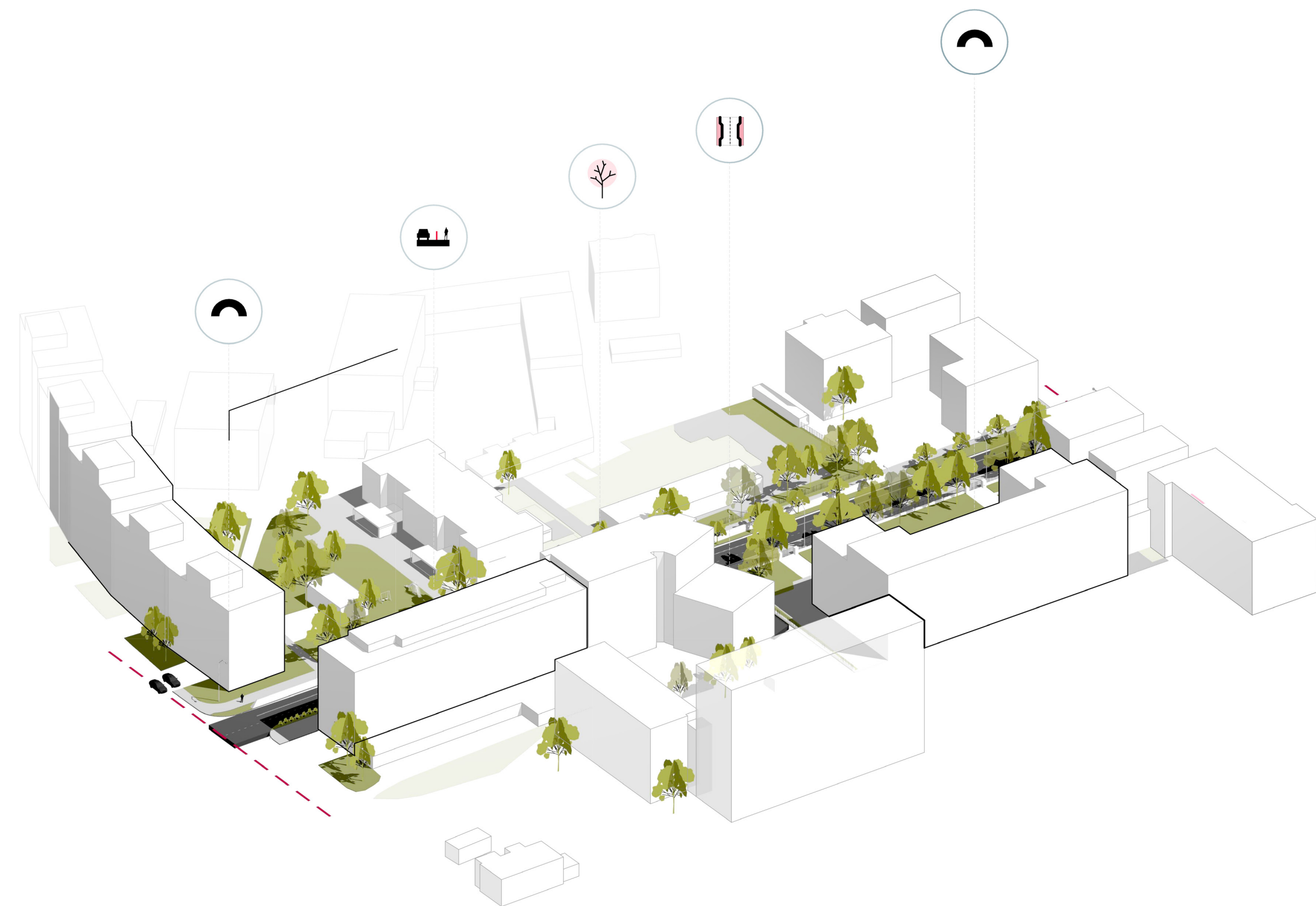
**RAKENDAMISE NÄITELAHENDUSED**

VIIMASENA ON ANALÜÜSITUD KOLME OLEMASOLEVAT TÄNAVALÕIKU TALLINNAS - LIIVALAIA TN, JUHKENTALI TN JA LEMBITU PARK - NING TOODUD VÄLJA EELNEVALE TEORIALE PÕHINEDES ERINEVAD PROBLEEMSED SITUATSIOONID, LAHENDUSED, MIDA EELISTADA NING VÕIMALIKUD RAKENDATAVAD MEETODID.

MÕÖDA HELIMAASTIKU PERIMEETRIT ON MARKEERITUD IGA SEKTOR SÜMBOLIGA, MIS ON ABIKS VASTAVA ELEMENDI KIRJELDUSE LEIDMISEL TABELIST NING KA VASTAVA MEETODIGA SEOTUD VÄLJAVÕTETEGA SIDUMISEKS TÄNAVALÕIKUDES. NÄITELAHENDUSTE EESMÄRGIKS ON ILLUSTREREIDA KÄSITLETUD PÕHIMÕTTEID NING ANDA IDEID MEETODITE RAKENDAMISEKS JA SEETÕTTU EI OLE SPETSIIFILISTE MEETODITE KULUEFFEKTIIVSUST NING TÄPSET MÕJU ANTUD KONKREETSETES SITUATSIOONIDES ANALÜÜSITUD.

LAHENDUSTE EESMÄRGIKS EI OLE OLNUD ESITADA SPETSIIFILISI ARHITEKTUURSEID VÕI MAASTIKUARHITEKTUURSEID LAHENDUSI VAID DEMONSTREREIDA, KUIDAS ANALÜÜSITUD PÕHIMÕTETELE TUGINEDES ON VÕIMALIK PARANDADA HELIMAASTIKU TINGIMUSI.





**JUHKENTALI**

JUHKENTALI TÄNAV ON VÕRRELDES LIIVALAIAGA POOLE VÄIKSEMA LIIKLUSEGA, KUID OMETI MÕJUVAD SELLES PIIRKONNAS HELITASEMED KÕRGEMA NING HÄIRIVAMANA. LIIVALAIA ON KÕRGE MÜRATASEMEGA NING 6-REALISE SÕIDUTEEGA TÄNAV, KUID KUI VÕRRELDA JUHKENTALIGA, SIIS TÄHENDAB KA RIDADE ROHKUS, ET ÜSIKUTE SÕIDUKITE MÜRA EI OLE NII SELGESTI ERALDATAV JA SEEGA EI OLE MÜRA NII HÄIRIV. VAADATES JUHKENTALI TÄNAVAL NING LIIVALAIA MÕÖTMISTULEMUSTE GRAAFIKUID, JONISTUB SELGELT VÄLJA, ET HELITASE ON PÜSIVAM NING VÄIKSEMA AMPLITUUDIGA. SEEGA MÕJUB LIIVALAIA MÜRA ÜHTLASEMA TAUSTANA NING ON VÄHEM HÄIRIVAM, VÕRRELDES JUHKENTALI JÄRSEMATE AJALISTE MUUTUSTEGA TASEMETES.

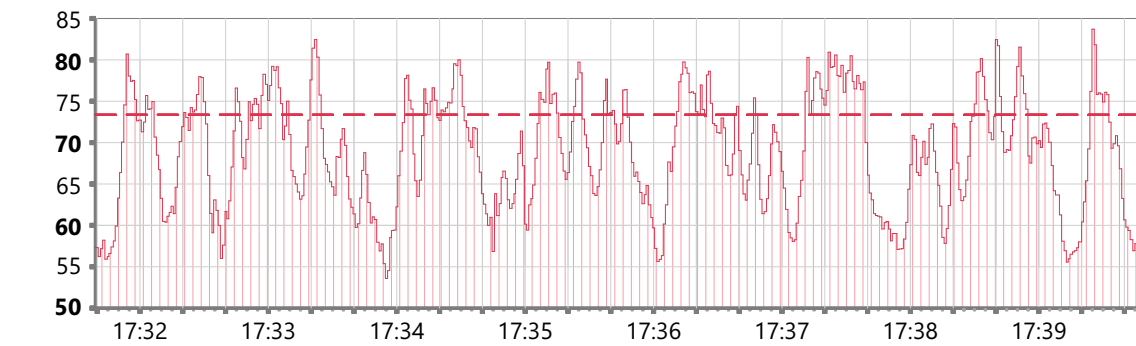
LISAKS MÕÕDETI JUHKENTALI TÄNAVAL KA SAMAVÄÄRSETES TINGIMUSTES SARNASED MÜRATASEMED, ISELOOMUSTADES, KUIDAS KAHEKORDNE SÕIDURADADE NING LIIKLUSE HULK EI TÄHENDA TINGIMATA KÕRGEMAID MÜRATASEMEID JALAKÄIJA TSOONIS.

JUHKENTALI 30 ON VIIEKORDNE KORTERMAJA NING JUHKENTALI 25 AADRESSIL ASUB LASTEAED AVATUD HOOVIGA. MÜRATASEMEID MÕÕDETI LÕIKES, KUS ÜHEL POOL ASUS UMBES 4 MEETRI KAUGUSEL MÕÖTMISPUNKTIST ANTUD KORTERMAJA NING TEISEL POOL, JUHKENTALI 30 POOLSEL TEEKÜLJEL AVATUD ALA OSALISE KÕRGHALJASTUSEGA.

GRAAFIKUD ISELOOMUSTAVAD FASSAADIDE MÕJU TÄNAVALIKES, KUS KORTERMAJA POOLSEL KÜLJEL TÄIDAVAD FASSAADI PEEGELDUSED SÕIDUKITE VAHELISE AJA NING MÜRATASE EI KÕIGU SAMA TIHEDUSEGA, KUI AVATUD ALA POOL, KUS HELI SUMBUB KIIREMINI, SEST LEVIKU EES EI OLE TAKISTUSI.

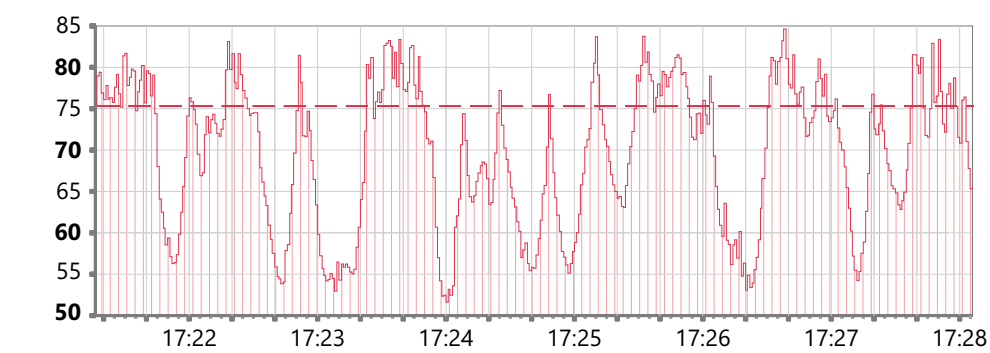
**JUHKENTALI 25**

L <sub>Aeq</sub>	<b>73.4</b>
KERGED SÕIDUKID	<b>175</b>
RASKED SÕIDUKID	<b>8</b>



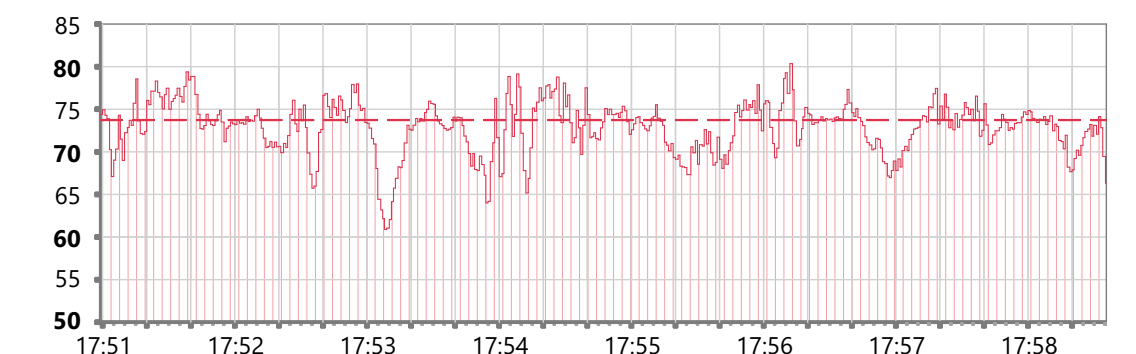
**JUHKENTALI 30**

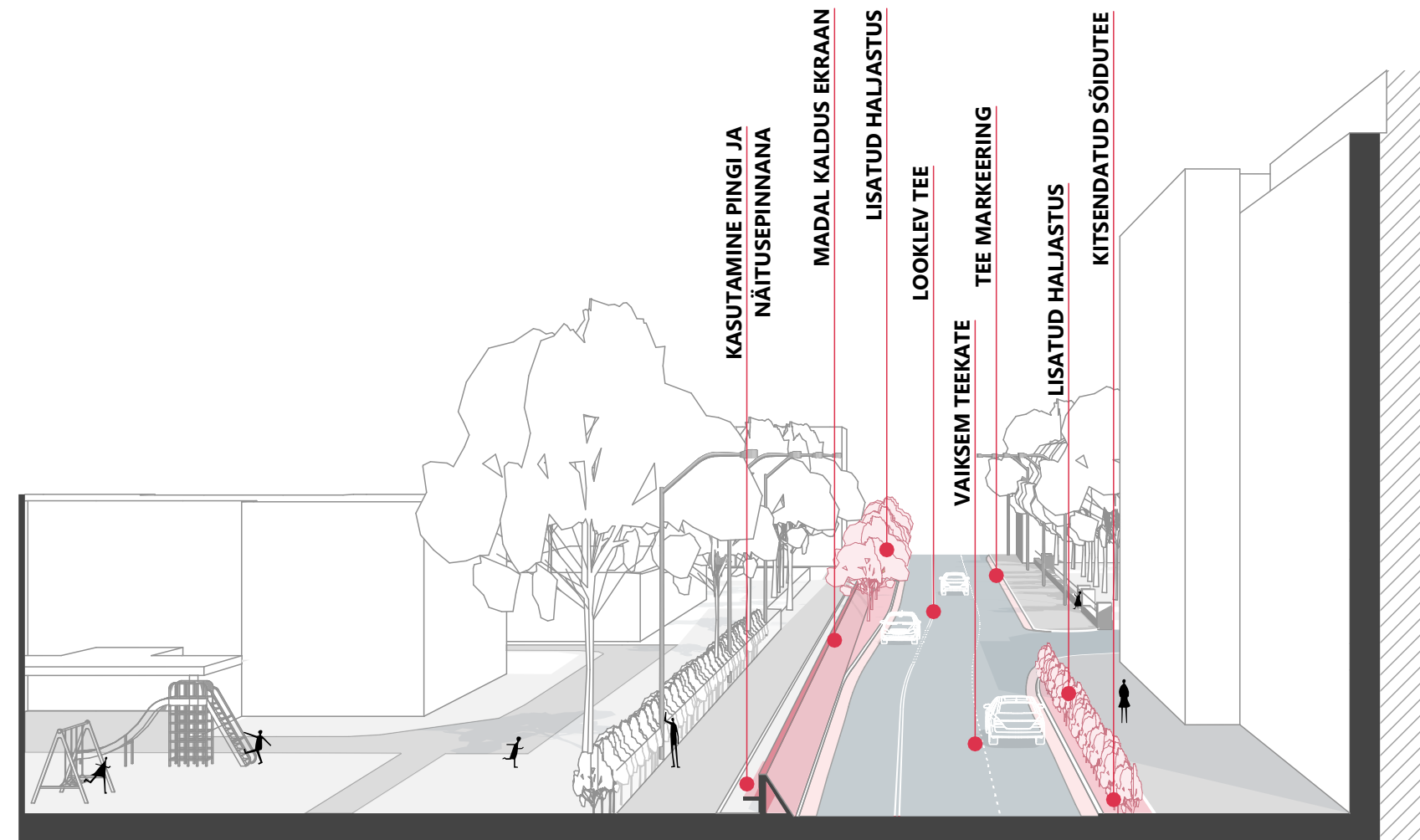
L <sub>Aeq</sub>	<b>75.4</b>
KERGED SÕIDUKID	<b>183</b>
RASKED SÕIDUKID	<b>4</b>



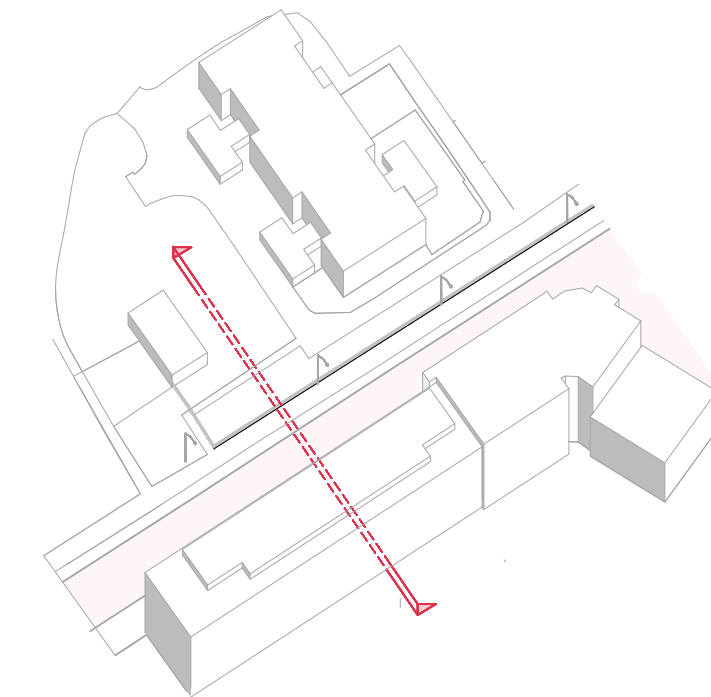
**LIIVALAIA 21**

L <sub>Aeq</sub>	<b>73.7</b>
KERGED SÕIDUKID	<b>503</b>
RASKED SÕIDUKID	<b>11</b>





JUHKENTALI TN LÕIGE



JUHKENTALI TÄNAVALT VALITUD LÕIGU KORRAL ON TEGEMIST ALAGA, KUS ASUVAD NII LIIKLUSMÜRALE AVATUD LASTEAED KUI KA KOOL. LASTEAIA HOOV PAIKNEB SÕIDUTEE KÕRVAL NING EI OLE TEISTE HOONETE VÕI ELEMENTIDEGA MÜRA EEST KAITSTUD. KÕRGE NING PIDEVALT AJAS MUUTUV MÜRATASE ON HÄIRIV NII TÄNAVAL VIIBIDES KUI KA ÕPPETEGEVUSE JAOKS.

VÕIMALUSED HELIMAASTIKU PARANDAMISEKS:

1) KITSENDATUD NING KERGE SUJUVA LOOKLEVUSEGA TEE AJENDAB SÕIDUKEID KIIRUST VÄHENDAMA ILMA TEE LÕIGU LÄBILASKEVÕIMET VÄHENDAMATA. SELLE VÕIMENDAMISEKS ON TEE ÄÄRTESSE LISATUD TEEKATTE MÄRGISTUS, MIS JÄTAB KITSAMA TEE MULJE KUID TEGELIKULT SÕIDUTEE LAIUST EI PIIRA.

2) VÄHESE MÜRAGA TEEKATTE KASUTAMINE

3) LASTEAIA POOLE ON LISATUD KALDUS EKRAAN, MIS SUUNAB OSA OTSESTEST PEGELDUSTEST ÜLES NING LISAKS ERALDAB VISUAALSELT HOOVIS MÄNGIVAD LAPSED JA AUTOD. KUI KÕNNITEEL EI OLE VISUAALNE ERALDUS POSITIIVNE, TULENEVALT SUHTELISELT LÄHEDALASUVAST SÕIDUTEEST, SIIS AIAS MÄNGIDES EI OLE LIKUVATE AUTODE INFORMATSIOON VAJALIK. EKRAANI TAGUMIST KÜLGE OLEKS VÕIMALIK KASUTADA TÄNAVAMÕÖBLINA NING NÄITEKS LASTELE JOONISTUS- VÕI GALERIIPINNANA, MILLEKS HETKEL ON KASUTATUD EKRAANI VASTAS ASUVAT AEDA.

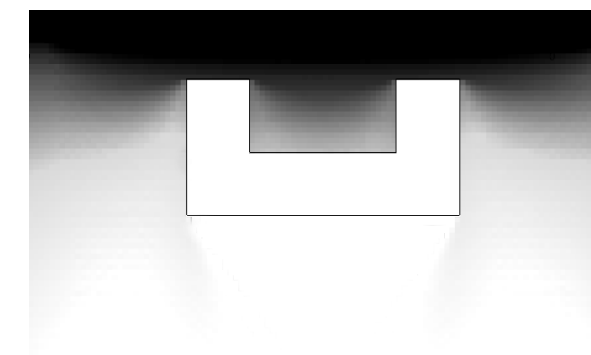
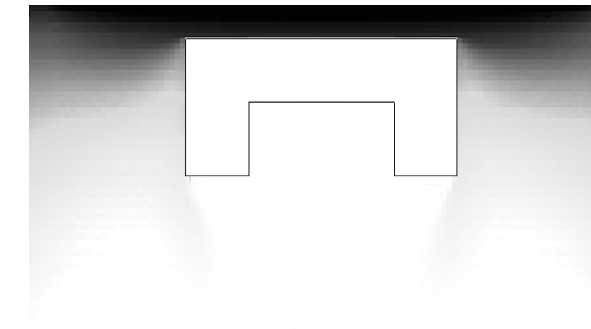
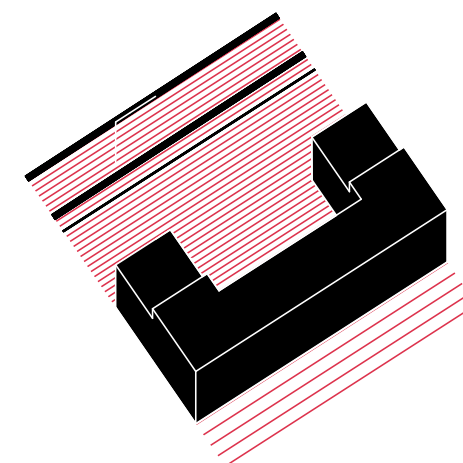
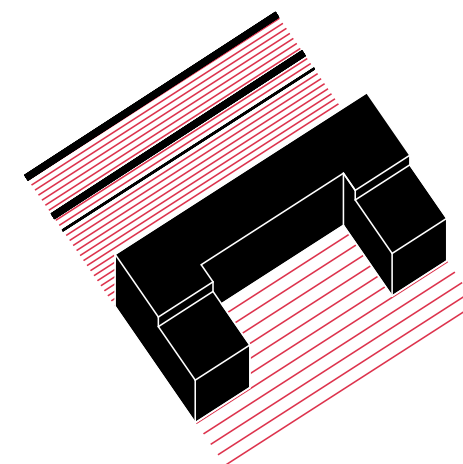
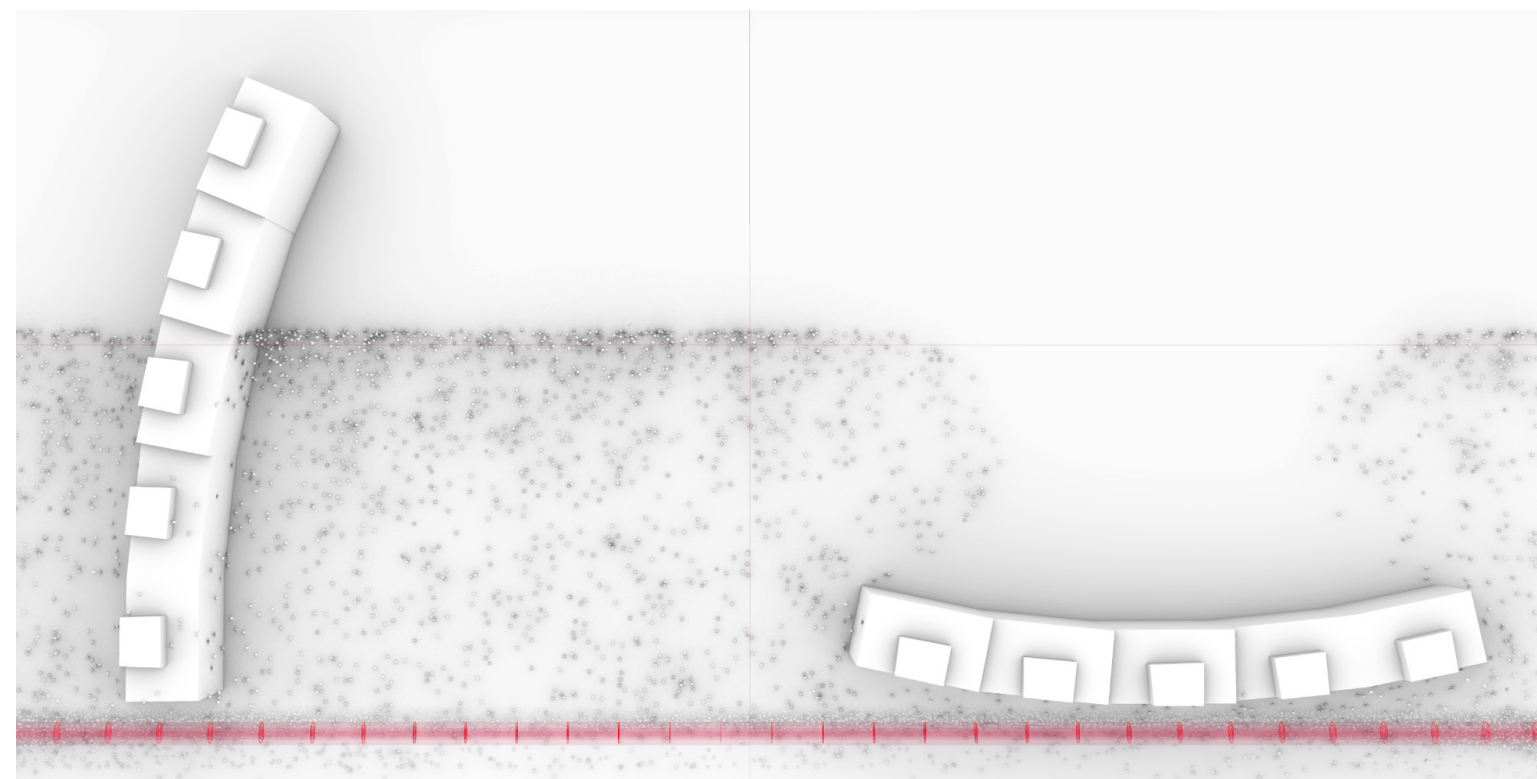
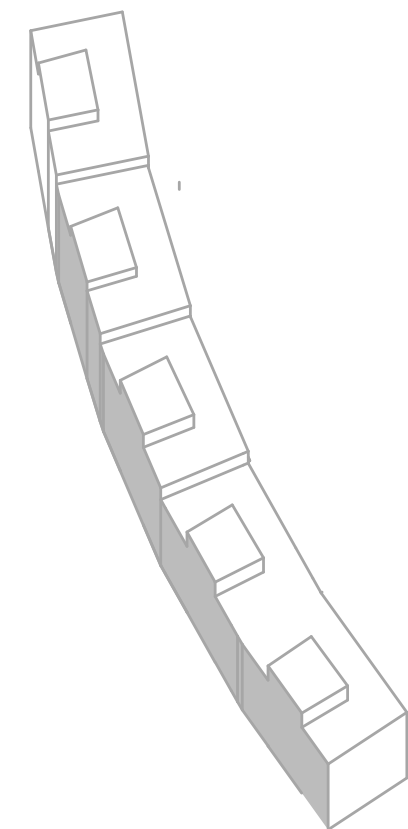
4) ÜLEÜLDINE HALJASTUSE LISAMINE ON POSITIIVSE TUNNETUSLIKU MÕJUGA. JUHKENTALI 30 HOONE ETTE ON LISATUD TEE KITSENDAMISE ARVELT TEEPEENAR MADALHALJASTUSEGA, MIS KÜLL EI VÄHENDA MÜRATASEMEID, KUID ON POSITIIVSE PSÜHHOLOOGILISE MÕJUGA NING LISAKS TEKIB ERALDATUSE TUNDE SÕIDUTEEST NING PIIRAB OSALISELT VAADET AUTODELE, ILMA VAJALIKU INFORMATSIOONI KAOTAMATA.

TULEMUSEKS ON LISAKS TUNNETUSLIKULE TASEME VÄHENEMISELE VÕIMALIK KA OTSESELT MÕÕDETAVID MÜRATASEMEID JALAKÄIJA JAOKS ANTUD VÕTETEGA VÄHENDADA KUNI 20 %.

**KELDRIMÄE 2**

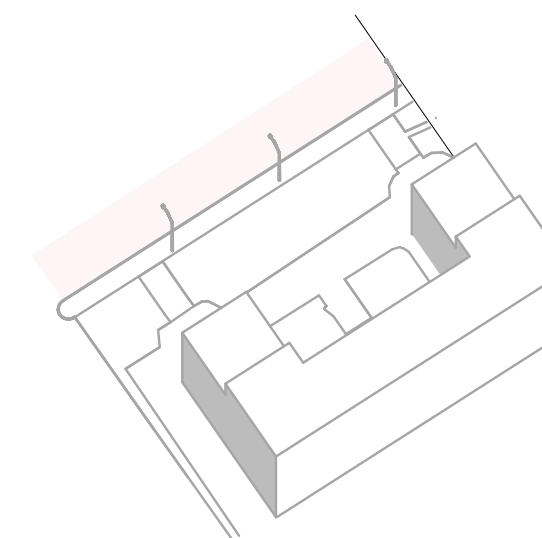
**K**ELDRIMÄE 2 HOONE KORRAL JÕUAV JUHKENTALI TÄNAVA MÜRA PIKAS ULATUSES MÕÖDA MÖLEMAT HOONE PIKKA KÜLGE, NING PRAEGUNE PAIGUTUS ET PAKU MÜRA EEST VARAJTUD ALASID HOONE TAGA.

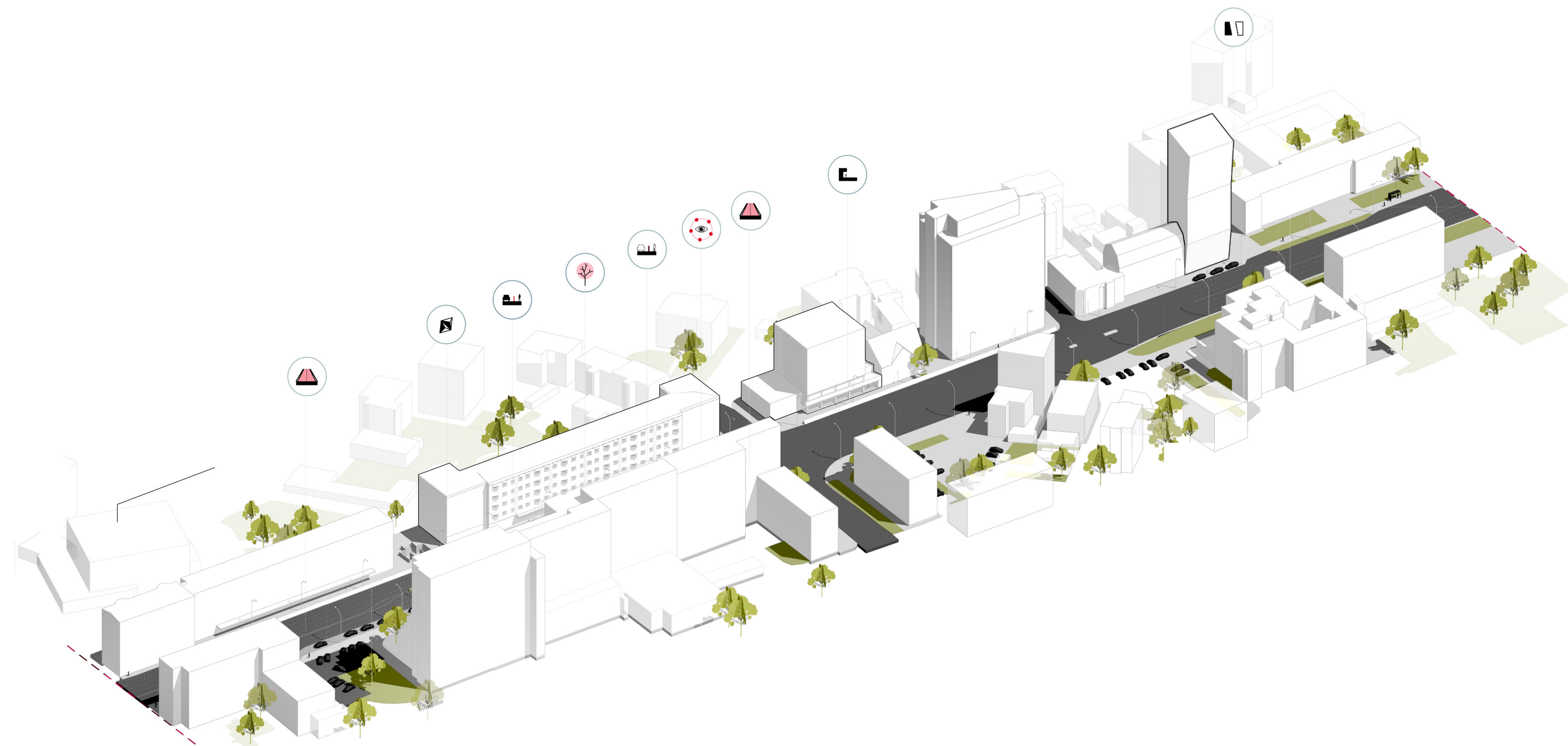
**A**SETADES HOONE PIKI TEED, ON VAJALIK KÜLL TEEPOOLSE FASSAADI HELIISOLATSIOONI SUURENDAMINE, KUID HOONE TAGUMINE KÜLG NING HOONETAGUNE VÄLIRUUM ON MÜRA EEST VARJATUD.



**JUHKENTALI 36**

**J**UHKENTALI 36 KOOLIHOONE KORRAL ON ANALÜÜSITUD ANTUD HOONE VORMI PAIGUTUSE MÕJU MÜRATASEMETELE. HOONE PAIGUTUS AVAB ULATUSLIKUMA FASSAADIPINNA OTSESELE JUHKENTALI TÄNAVA MÜRALE NING KA KRUNDI HOOVIALA JÄÄB TEE POOLSELE KÜLJELE. PAIGUTADES SAMA HOONEVORMI VASTUPIDISE ORIENTATSIOONIGA NING LIIGITADES HOONET TEELE LÄHEMALE, SUURENEVAD KÜLL HELITASEMEED TEEÄÄRSEL FASSAADIL, KUID HOONE TAGUNE HOOVIALA JÄÄB MÜRA EEST VARJATUMAKS. LISAKS JÄÄVAD PIKEMAS HOONE PERIMEETRIS MÜRATASEMED FASSAADIL MADALAMAD.





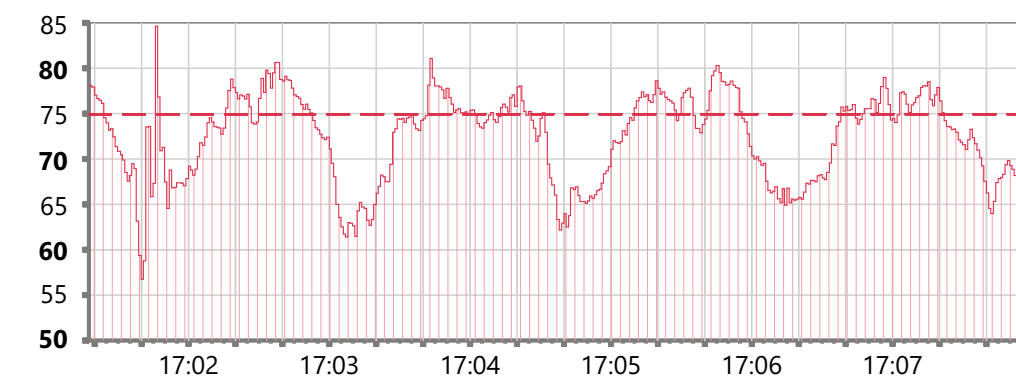
**LIIVALAIA**

LIIVALAIA 9 HOONE MÕÕTMISED DEMONSTREERIVAD ESIMISE KORRUSE TAGASIESTE NEGATIIVSET MÕJU. PEGELDAVATE PLAATIDE KASUTAMISEST TAGASIESTES VÕIMENDAB HELISID NING TEKITAB KÕLAKASTILE SARNASE EBAMEELDIVA HELIKESKONNAGA OLUKORRA. OLUKORDA ON VÕIMALIK PARANDADA, LISADES NÄITEKS TAGASIESTE LAEPINNALE HELINEELAVAMAID MATERJALE.

LIIVALAIA 21 KALDUS FASSAAD PEGELDAB OSA MÜRAST TAGASI TÄNAVAKESKKONDA NING HELI HAJUMINE TÄNAVAST VÄLJA KESTAB KAUEM.

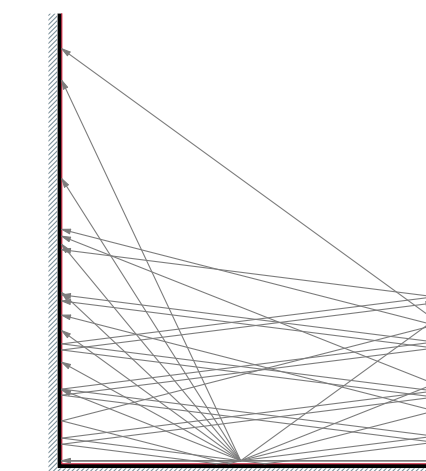
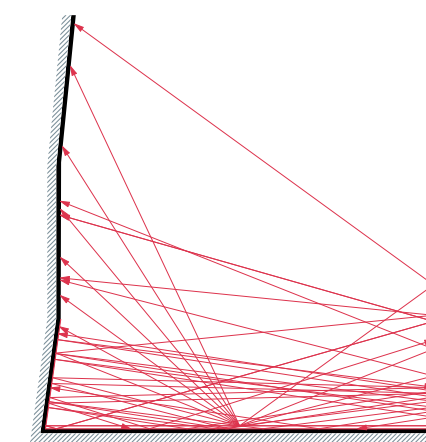
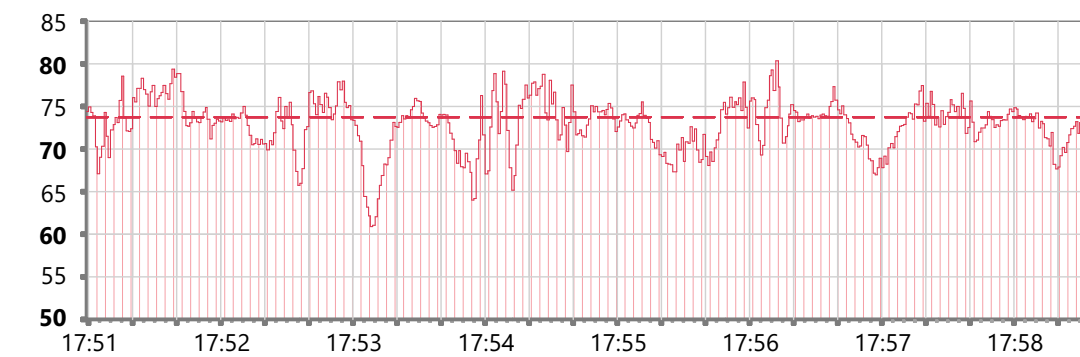
**LIIVALAIA 9**

L <sub>Aeq</sub>	<b>74.9</b>
KERGED SÕIDUKID	<b>421</b>
RASKED SÕIDUKID	<b>13</b>

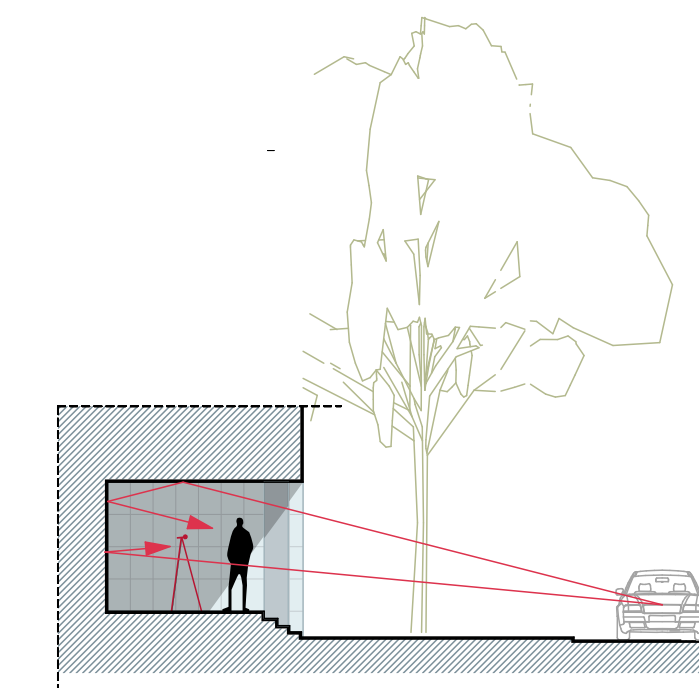


**LIIVALAIA 21**

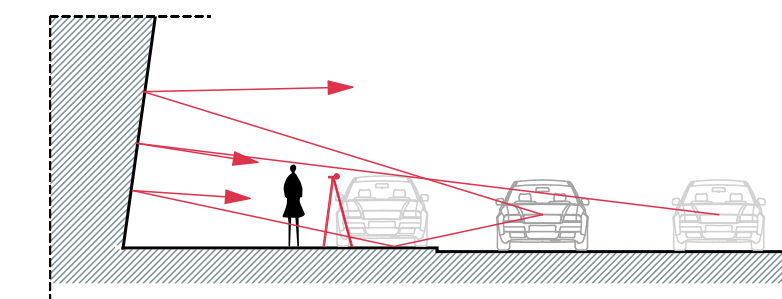
L <sub>Aeq</sub>	<b>73.7</b>
KERGED SÕIDUKID	<b>503</b>
RASKED SÕIDUKID	<b>11</b>



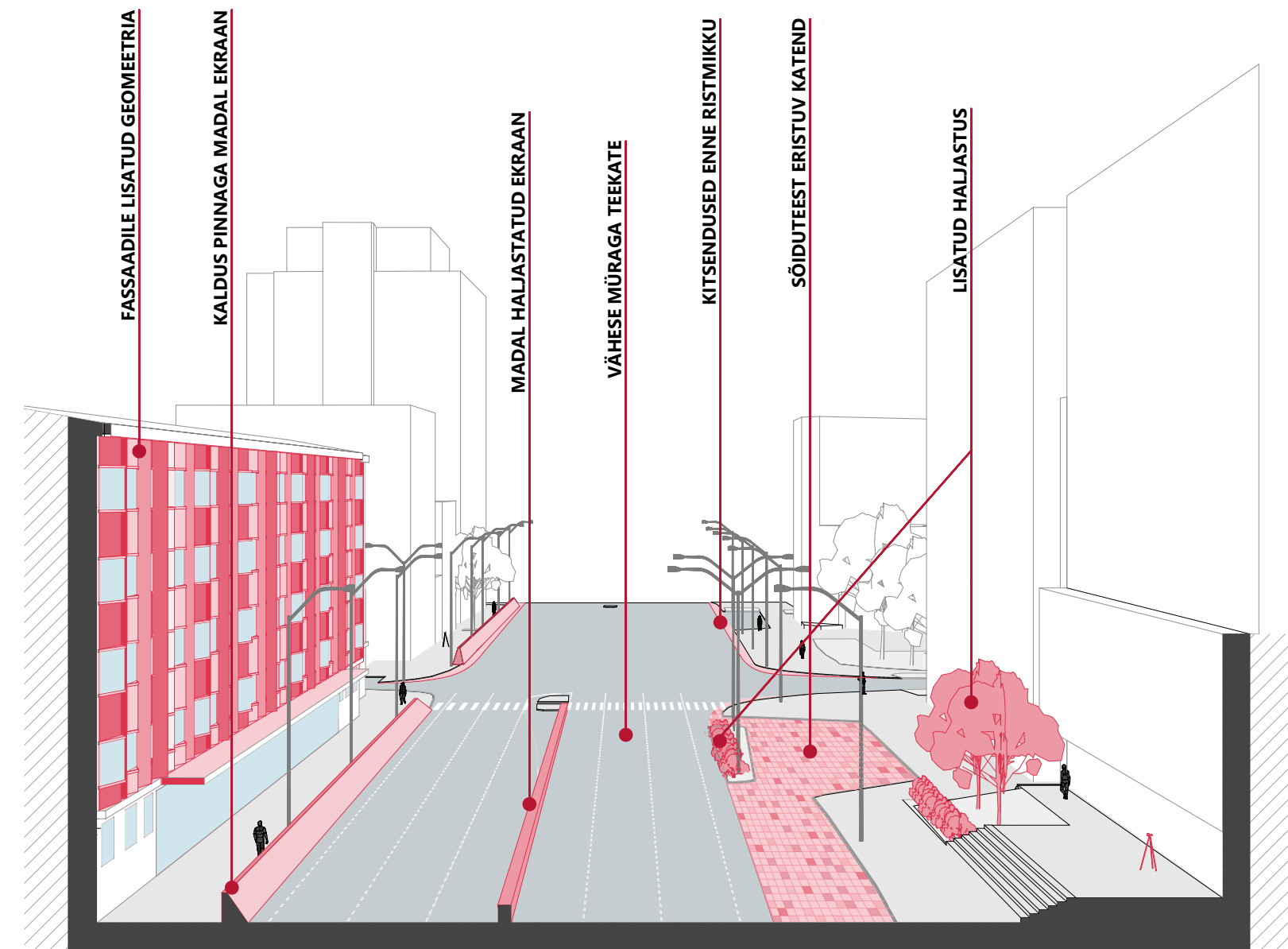
LIIVALAIA 21



LIIVALAIA 9



LIIVALAIA 21



LIIVALAIA TN LÕIGE

LIIVALAIA NÄITELAHENDUSE EESMÄRGIKS ON OLNUD LUUA KVALITEETSEM HELIMAASTIK VÄIKESTE SEKKUMISTE NING ILMA OLULISTE LIIKLUSE ÜMBERKORRALDUSTEGA.

VÕIMALUSED HELIMAASTIKU PARANDAMISEKS:

**1)** KALDUS EKRAANI LISAMINE KITSA KÖNNITEE ÄÄRDE, MIS SUUNAB HELI TÄNAVAST VÄLJA NING ERALDAB JALAKÄIJAT, NING SEELÄBI SUURENDADES TURVALISUSE TUNNET. ANTUD OLUKORRAS ON KALDUS EKRAAN EELISTATUM LAHENDUS VERTIKAALSELE, SEST SÕIDUTEE ÄÄREST KULGEB KA JALGRATTATEE NING JALGRATTURIST EEMALE SUUNATUD KALDEGA PIND EI HÄIRI RATTURIT NING EI TEKITA KITSA RAJA TUNNET KÕRVAL SÕITVATE AUTODE NING EKRAANI VAHEL.

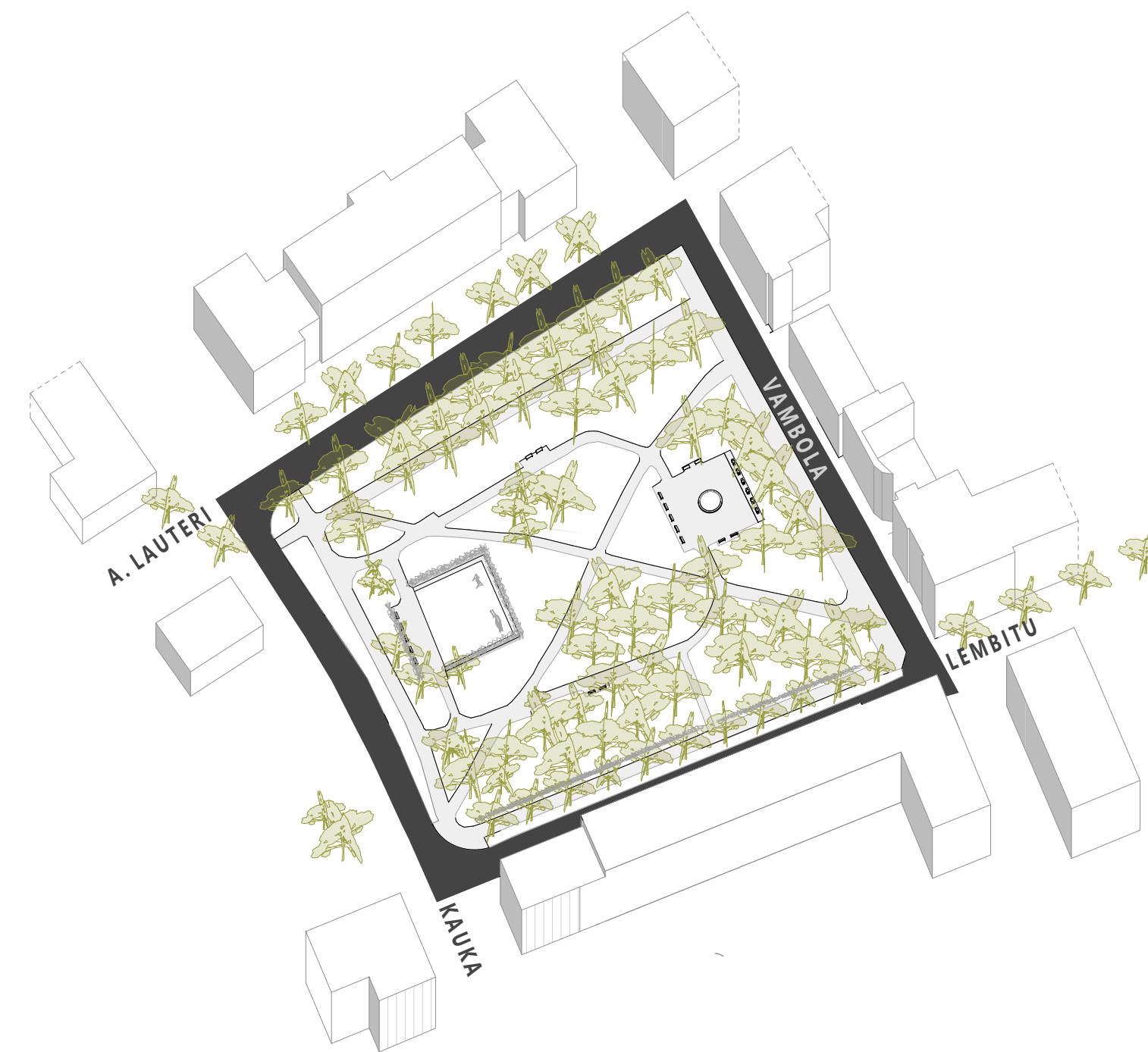
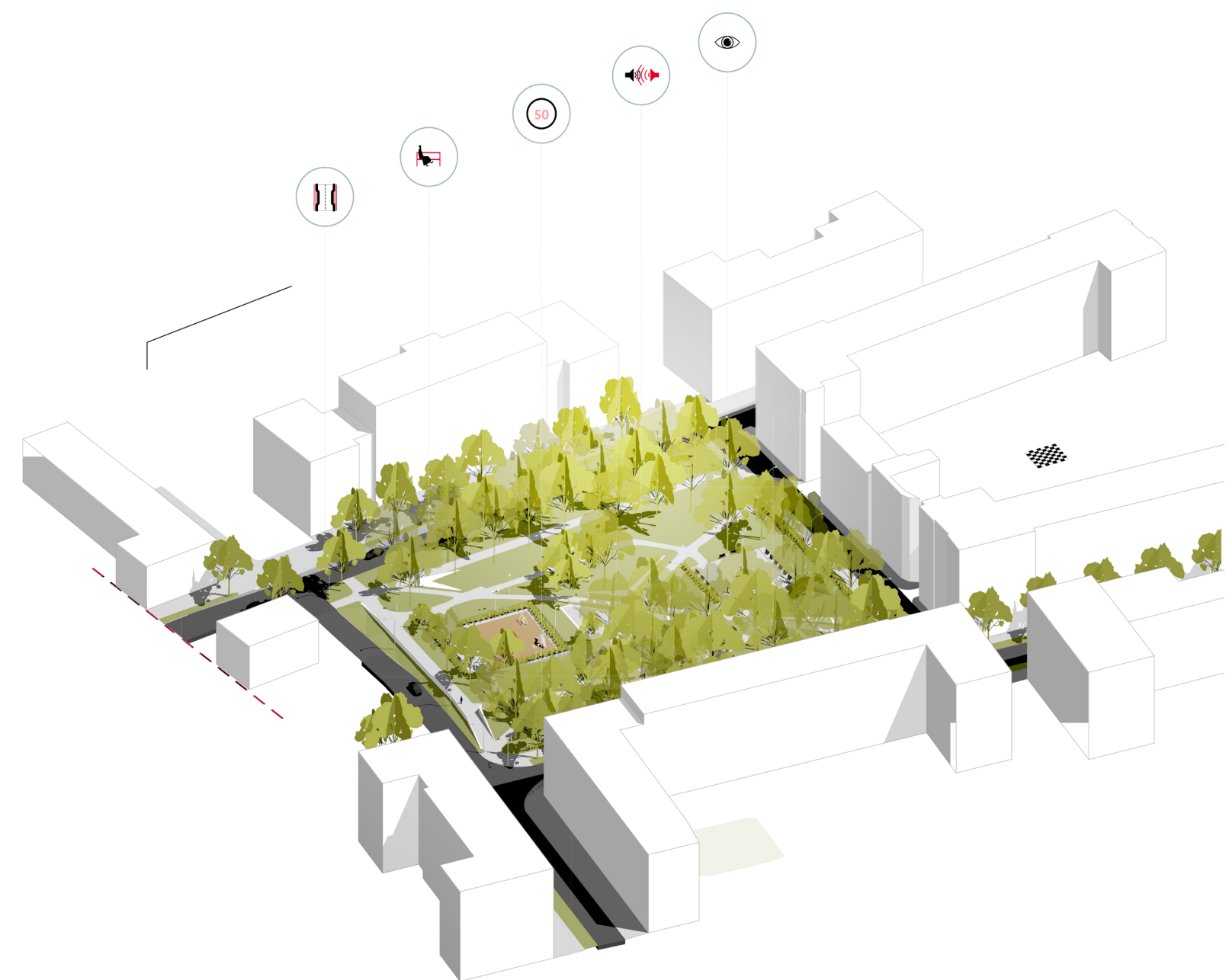
**2)** HALJASTUSE LISAMINE LIIVALAIA 12 HOONE ETTE ON POSITIIVSE PSÜHHOLOOGILISE MÕJUGA NING ERALDAB KA VISUAALSELT JALAKÄIJAT SÕIDUTEEST. VÕRDLEMISI SUURE VAHEMAA NING TÕSTETUD TASANDI TÕTTU EI OLE VISUAALNE ERALDUS ANTUD OLUKORRAS NEGATIIVSE MÕJUGA.

**3)** HOONE ESISTE LAIADELE PARKIMISLADELE SÕIDUTEEST ERISTUVA KATENDI LISAMINE, MIS VISUAALSELT KITSENDAB SÕIDUTEED. SELLINE MUUDATUS AJENDADES AUTOGA LIIKLEJAJD AEGLAEMALT SÕITMA, VÄHENDAB VISUAALSELT SÕIDUTEE OSAKAALU TÄNAVAL, NING TEKITAB JALAKÄIJALE TUNDE VÄHESEMIST LIIKLUSE MAHUST NING LAIEMAST KÖNNITEEST.

**4)** RISTMIKU ÜMBRUSES TEE ÜHTLANE KITSENDAMINE, ET VÄHENDADA SUJUVALT KIIRUSI PIDURDAMISEL NING VÄLTIDA KIIRENDAMISE VÕIMALUSI.

**5)** LIIVALAIA 7 HOONE KORRAL ON NÄIDATUD VARIANTI, KUIDAS NÄITEKS HOONE UUENDAMISE KÄIGUS LISADA TOPELTFASSAADINA GEOMEETRIAD, MIS HAJUTAKS FASSAADILE JÕUDVA HELI PEEGELDUSI.

**6)** VÄHESEMÜRAGA TEEKATTE KASUTAMINE SÕIDUTEEL.



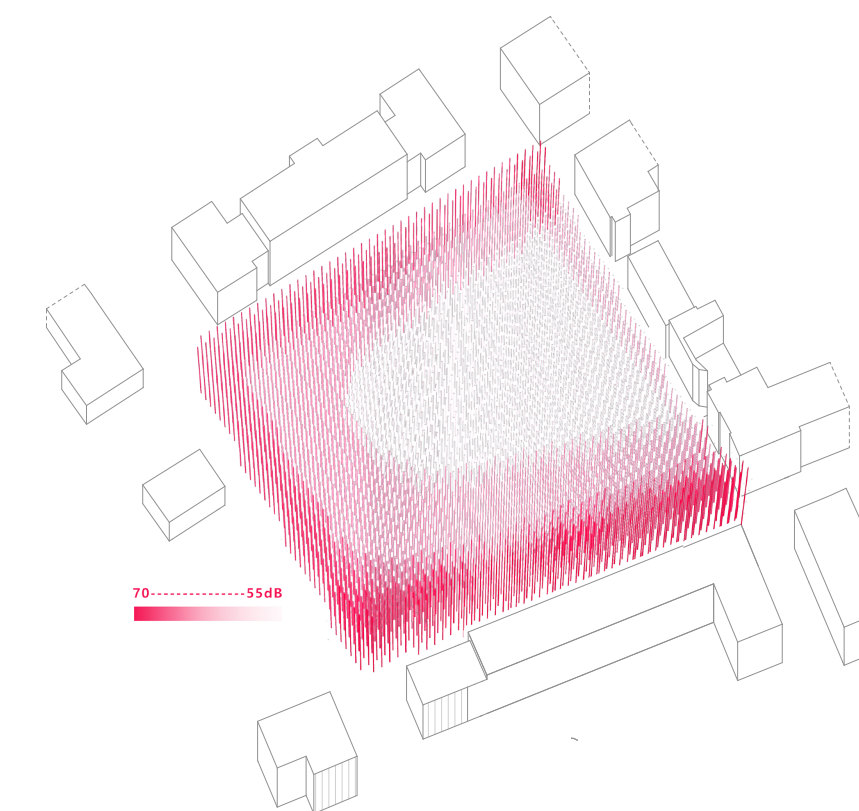
OLEMASOLEV OLUKORD

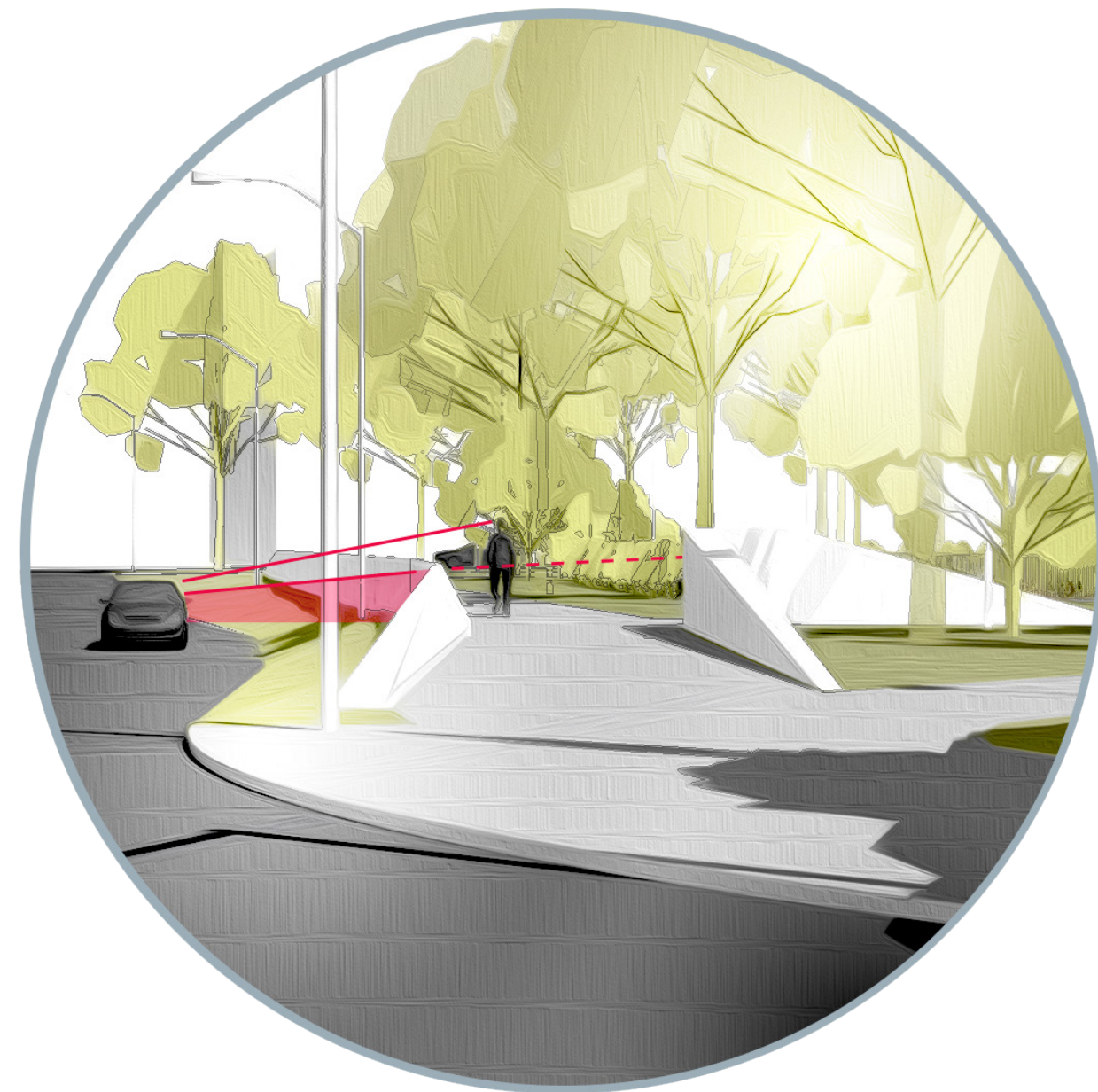
## LEMBITU PARK

LEMBITU PARK ON NELJAST KÜLJEST SÕIDUTEEGA PIIRATUD NING PARGI KESKELE JÕUAVAD 55-60 dB SUURUSED MÜRATASEMED. LISAKS KÜLGNEVATELE SÕIDUTEDELE JÕUAB KA LIIVALAIA-JUHKENTALI RISTMIKU MÜRA MÕÖDA LEMBITU TÄNAVAT PARGINI.

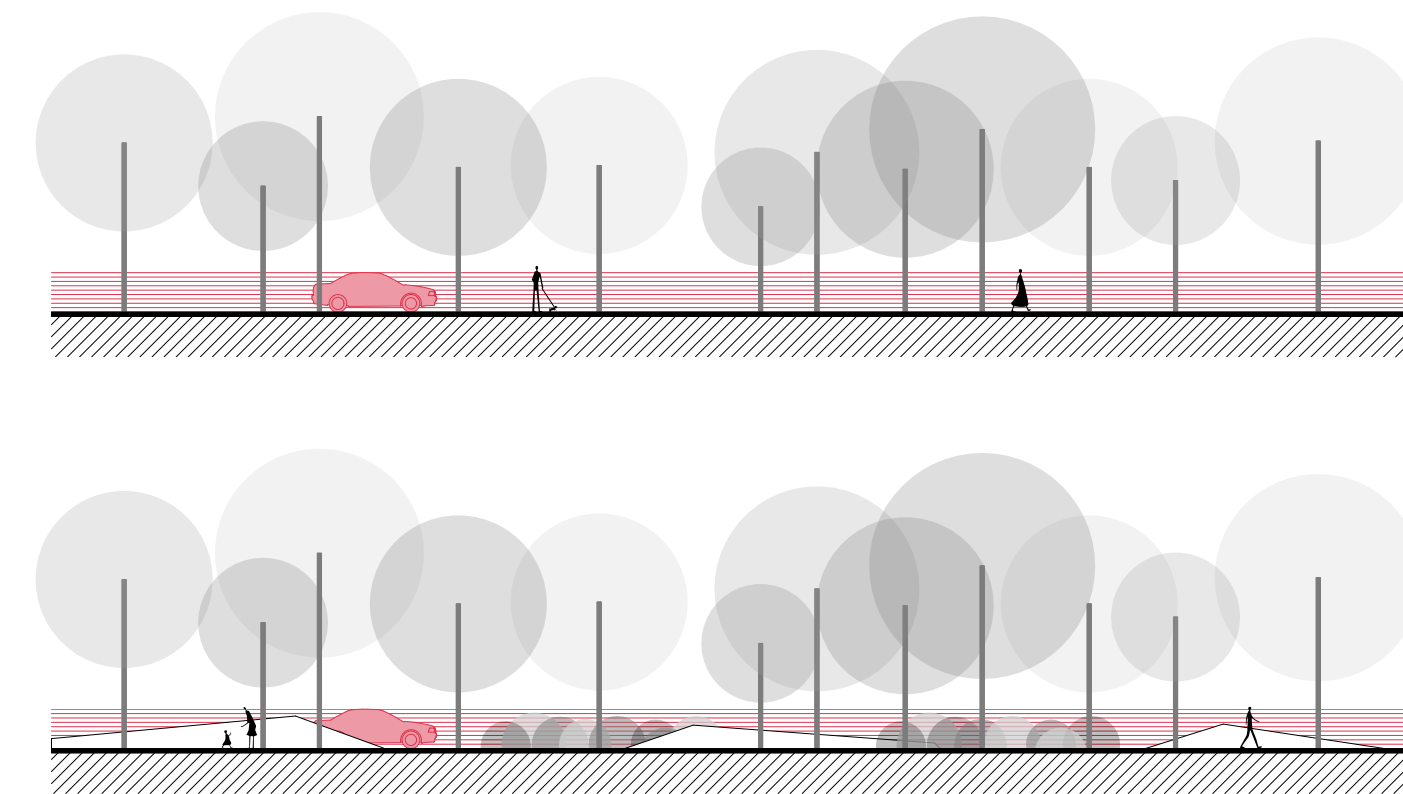
OLGUGI ET PARGIS ON ROHKELT KÕRGHALJASTUST, SIIS INIMISE VAATEVÄLJA KÕRGUSEL PUUDUB ENAMUSE PARGI ULATUSES VISUAALNE ERALDUS SÕIDUTEEST. LEMBITU TEE KÜLJELE ON ISTUTATUD HEKK, MIS ANTUD HETKEL ON VEEL VÄGA MADAL NING TEED VISUAALSELT EI ERALDA, KUID TULEVIKUS VÕIB PIIRDENA TOIMIDA.

PARGI VAIKSEMAID ALAD ASUVAD SELLE KESKEL NING VAMBOLA TÄNAVA POOLSEL KÜLJEL, KUID PARGI KESKMINE ALA NING POTENTSAALSLET KA KÕIGE MEELDIVAMA AKUSTILISE KESKKONNAGA PIIRKOND ON KASUTUSES PIGEM LÄBIKÄIGURUUMINA.





VAADE KAUKA TÄNAVALE

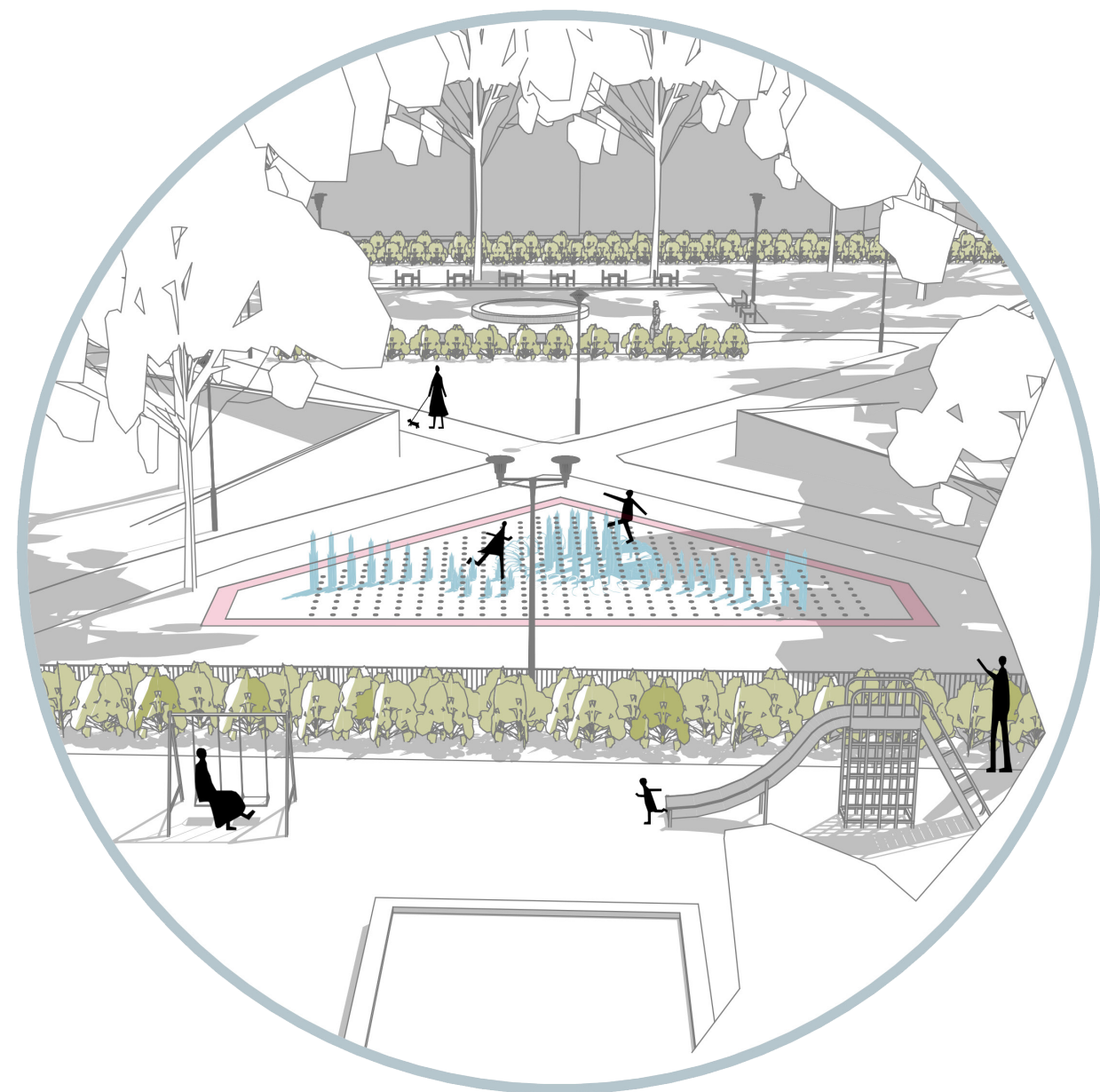


ALLIKA NÄHTAVUSE PIIRAMINE

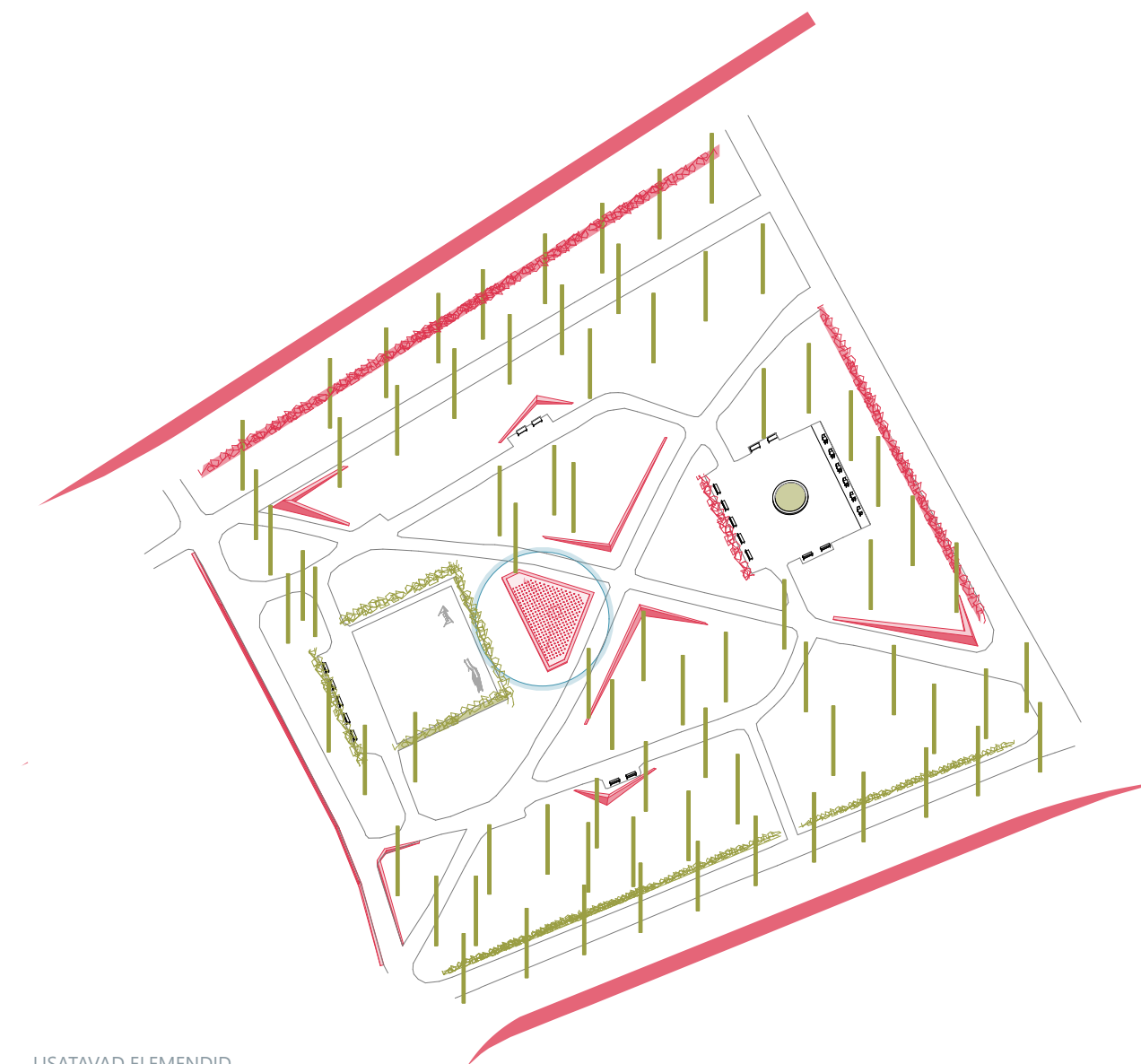
**VÕIMALUSED HELIMAASTIKU PARANDAMISEKS:**

**1)** SÕIDUTEE VISUAALNE ERALDAMINE MITMERINDELISE HALJASTUSE NING MAASTIKUELEMENTIDE ABIL, MIS TOIMIKS ERALDAJANA KA AASTAEGADEL, KUS ENAMUS HALJASTUSEST SEDA EI TEE. KOGU VAATEVÄLJA PIIRAMINE, MIS VÕIB TEKITADA LIIALT SULETUD NING VARJATUD KESKKONNA, EI OLE VAJALIK, ET VÄHENDADA MÖÖDASÕITVATE AUTODE HÄIRIVUST.

**K**AUKA TÄNAVAL LANGEB SÕIDUTEE PARGI TASAPINNAST ALLAPOOLE, SEEGA MADALA PIIRDE LISAMINE EI VARJA TEE LÄHEDUSES KÕNDIVAL INIMESEL VAADET MÖÖDUVATELE AUTODELE, KUID PIIRAB NENDE NÄHTAVUSE TÄIELIKULT EEMAL PAIKNEVAL MÄNGUVÄLJAKUL. LISAKS VÄHENDAB EKRAANINA TOIMIV ELEMENT KA PARKI JÕUDVAID MÜRATASEMEID.



VEE-ELEMENDI LISAMINE PARGI KESKELE



LISATAVAD ELEMENID

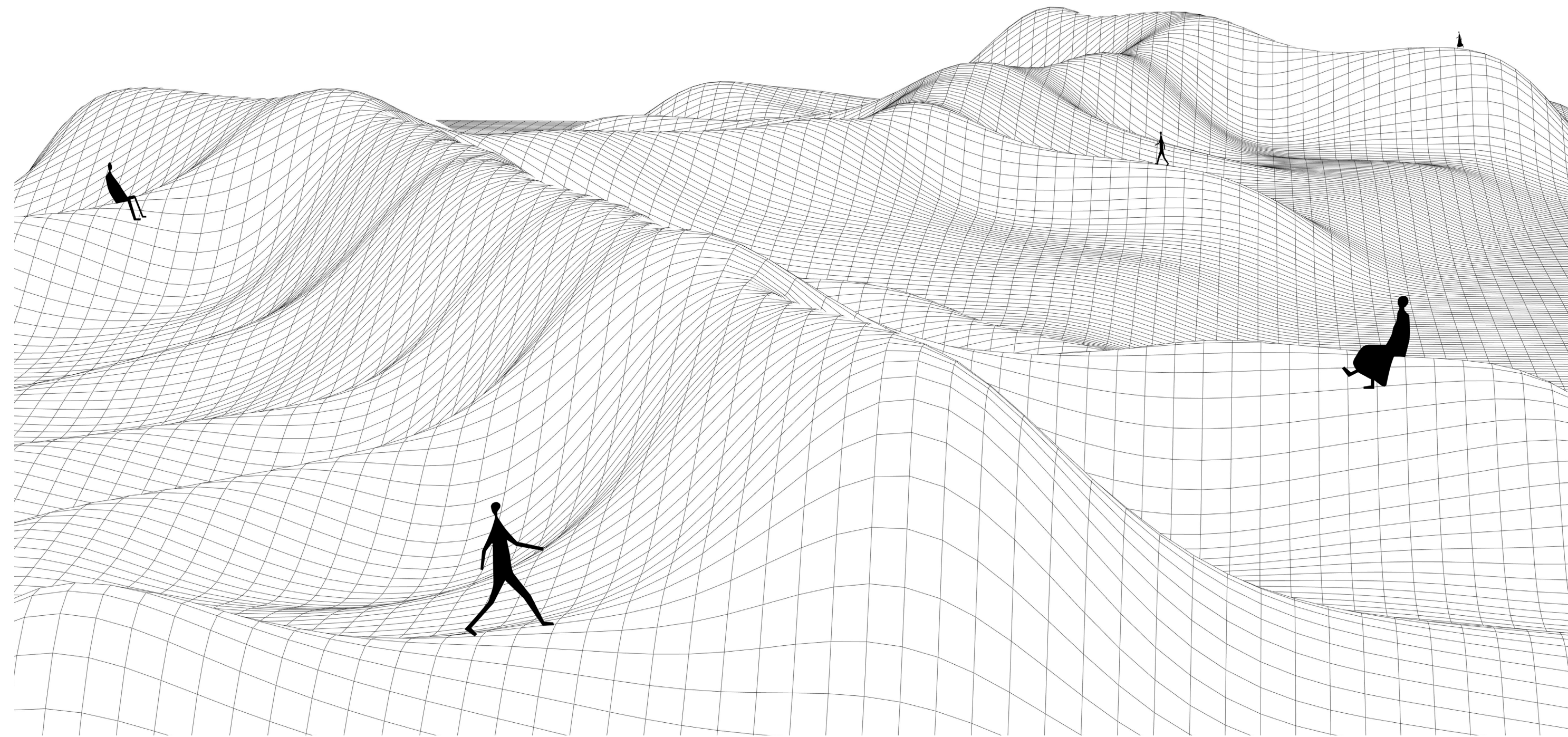
**2)** LIIKLUSMÜRA MASKEERIMINE VEE-ELEMENDI LISAMISEGA PARGI KESKELE. VEE-ELEMENDI KASUTAMINE LISAB POSITIIVSE TUNNETUSLIKU MÕJUGA LOODUSHELISID PARGI, MASKEERIDES SOOVIMATU AUTOMÜRA NING TOIMIDES LISAKS KA LISANDUVA MÄNGULISE TEGEVUSENA.

**3)** PINKIDE NING MAASTIKUELEMENTIDE LISAMINE PARGI KESKMISESSE VAIKEMASSE PIIRKONDA, MIS ON SÕIDUTEEDEST KÕIGE ENAM ERALDATUD

**4)** VARJAVATE MAASTIKUELEMENTIDE NING MADALHALJASTUSE LISAMINE OLEMASOLEVATE PINKIDE TAHA, ERALDADES NII VISUAALSELT JA TUNNETUSLIKULT ISTUJAT, NING VARJATES KA OTSESEID HELISID.

**5)** SÕIDUTEE KITSENDAMINE NING PARKIMISALA MARKEERIMINE PARGI ÜMBRUSES EESMÄRGIGA VÄHENDADA AUTIDE SÕIDUKIIRUST NING SEELÄBI TEKKIVAT MÜRA. NII LEMBITU KUI KA A. LAUTERI ON ÜHESUUNALISED TÄNAVAD PARKIMISALADEGA MÕÖDA TÄNAVA ÄÄRT. PARKIMISALA TÄHISTUS VÕI ERISTUVA KATENDI KASUTAMINE KITSENDAB VISUAALSELT SÕIDUTEED NING MARKEERIB, ET TEGEMIST ON PIIRKONNAGA, KUS TULEKS KIIRUSI VÄHENDADA. SAMAAEGSELT VÄLISTATAKSE OLUKORDI, KUS SÕIDUTEE LAIENEB NING SÕIDUKIIRUSEID TÕSTETAKSE SEST ANTUD AJAHETKEL PARKIVAID AUTOSID EI OLE.

LIIVALAIA NING JUHKENTALI TN MÜRAKAARDI VISUALISEERING MAASTIKUNA



# KOKKUVÕTE

**K**ÄESOLEV MAGISTRITÖÖ SAI ALGUSE KASVAVAST MÜRAREOSTUSE PROBLEEMIST LINNADES, MIS TINGIS EESMÄRGI VAADELDA MÜRAPROBLEEMI KÕIKI VÕIMALIKKE LEEVENDUSMEETMEID LINNAKESKKONNAS MITTE AINULT MÜRATASEMETE PERSPEKTIIVIST VAID LÄHTUDES HELIMAASTIKU KONTSEPTIST, MIS KESKENDUB SELLELE, KUIDAS INIMENE KONKREETSES KONTEKSTIS HELIST KESKKONDA MÕISTAB JA TUNNETAB.

**I**NIMENE TAJUB KESKKONDA, MILLES TA VIIBIB, MULTISENSOORSENA NING SELLE TUNNETUS EI PIIRDU AINULT NÄGEMISEGA. HELID ON OLULISEKS KOMPONENDIKS KOHA TÄHENDUSE LOOMISEL NING ULATUSLIKUKS OSAKS LINNA IDENTITEEDIST, KUID TÄNAPÄEVA LINNADE HELILIST IDENTITEETI ESINDAB LIKLUSMÜRA. KOGU AKUSTILINE KESKKOND, SEALHULGAS NII POSITIIVSED KUI KA NEGATIIVSED HELID, MEELDIV MUUSIKA JA HÄIRIV MÜRA, OMAVAD ARVESTATAVAULT SUURT TÄHTSUST INIMESTE IGAPÄEVASES ELUS, MÕJUTADES NII TERVIST KUI KA ÜLEÜLDIST HEAOLU JA KÄITUMIST. TÕUSEV MÜRAREOSTUS, MIDA PEETAKE KA TEISEKS KÕIGE SUUREMAKS ELANIKE TERVIST KAHJUSTAVAKS STRESSIALLIKAKS MITMETES EUROOPA LINNADES, TOOB ESILE VAJADUSE LÄBI ANALÜÜSIDA NING RAKENDADA KÕIKI VÕIMALIKKE MEETMEID LINNA AKUSTILISE KESKKONNA KVALITEEDI PARANDAMISEKS.

**T**ÖÖ TEOREETILISES OSAS ANALÜÜSITI PEAMISELT TEADUSARTIKLEID, EESMÄRGIKAS UURIDA ERINEVATE LINNAKESKKONNA ELEMENTIDE AKUSTILISI NING TUNNETUSLIKKE OMADUSI NING LEITI, ET MITMED LINNARUUMI PÕHIELEMENDID JA -DIMENSIOONID OMAVAD OLULIST MÕJU HELI LEVIMISELE NING SELLE TUNNETUSELE, KUID NENDE TEADLIKU PLANEERIMIST NING PROJEKTEERIMIST EI OLE MÜRAPROBLEEMIDE KONTEKSTIS RESSURSINA KASUTUSELE VÕETUD. NÄITEKS FASSAADIDE VAADELDAKSE AKUSTIKA

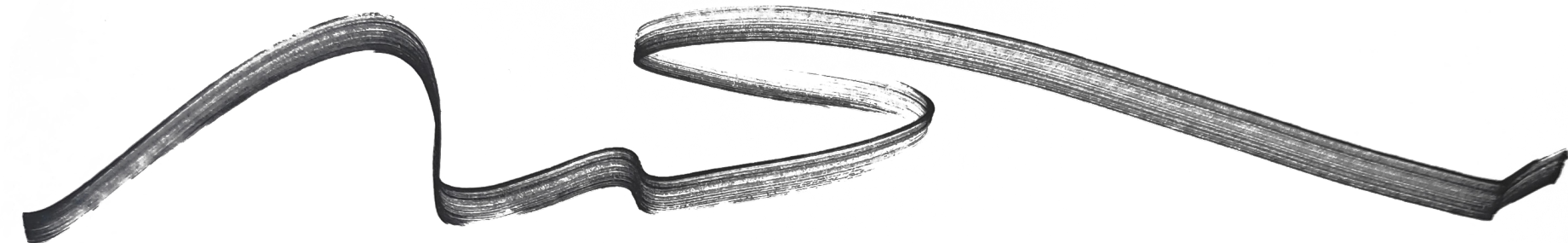
VAATEPUNKTIST KUI HOONE SISEKESKKONNA KAITSEKIHTI, EESMÄRGIKAS TAKISTADA HELI LEVIMIST SISERUUMI, KUID FASSAADID PEAKS TÖÖTAMA MÕLEMA KESKKONNA HEAOLU NIMEL NING NENDE MÕJU VÄLISRUUMI AKUSTILISELE KESKKONNALE TULEKS SAMUTI ARVESTADA. LISAKS OTSESELT MÕÕDETAVATELE HELITASEMETELE MÕJUTAVAD KA ASUKOHA KONTEKST, HELIDE VASTUVÕTJA ISIKLIKUD DIMENSIOONID NING LINNAKESKKONNA ELEMENDID HELIMAASTIKU TUNNETUST JA HINNANGUT NING MITMETE KONTEKSTUAALSETE FAKTORITE MÕJU ON VÕIMALIK RAKENDADA LINNADE AKUSTILISE KESKKONNA KVALITEEDI PARANDAMISEL.

**A**NALÜÜSITUD ELEMENDID STRUKTUREERITI VASTAVALT NENDE PAIKNEMISELE HELI LEVIMISE ETAPPIDES ALLIKA, TEEKONNA NING VASTUVÕTJA KATEGORIASSE. VASTAVALT MEETODITE ULATUSELE NING RAKENDAMISE VÕIMALUSTELE ERINEVATES LINNA KUJUNDAMISE STADIUMITES EHITATI ÜLES IGA KATEGORIA RAAMES ELEMENTIDE JAGUNEMISE STRUKTUUR, MIS OLI ÜHTLASI KA ALUSEKS PROJEKTIOOSA VÄLJUNDITELE. PROJEKTIOOSAS KOOSTATI JAOTUSE ALUSEL KOKKUVÕTTEV HELIMAASTIKU SKEEM, MILLEST LÄHTUDES ON VÕIMALIK LEIDA ERINEVAID ELEMENTE, MIDA KONKREETSETES SITUATSIOONIDES HELIKESKKONNA PARANDAMISEKS RAKENDADA. SKEEMI TÄIENDAB TABEL, KUS ON KIRJELDATUD VASTAVATE ELEMENTIDE NING MEETODITE PÕHIMÕTTED NING RAKENDAMISVÕIMALUSED. HELIMAASTIKU SKEEMI TOETAVAD VÄLJAVÕTTED ERINEVATEST TALLINNA TÄNAVATEST, KUS ON ILLUSTREREERITUD PROBLEEMSEID SITUATSIOONE, EELISTATUD LAHENDUSI NING VÕIMALIKKE PARANDAMISE MEETMEID.

**M**AGISTRITÖÖGA ON KAARDISTATUD ERINEVAD LINNAKESKKONNA FÜÜSILISED NING KONTEKSTUAALSED KOMPONENDID, MIS KÕIK MÕJUTAVAD NING KUJUNDAVAD INIMESEPOOLTTUNNETATAVAT HELIKESKKONDA NING EDASISEKS

SAMMUKS PEAKS OLEMA SEDA MÕJU VÕIMALIKULT EFEKTIIVSELT EKSPLUATEERIDA. TÖÖS ON MITMETE ELEMENTIDE KORRAL ANALÜÜSITUD NENDE TRADITSIOONILISI LAHENDUSI, KUID IGA KÄSITLETUD ELEMENT VÄÄRIKS OMAKORDA ERALDISEISVAT PÕHJALIKKU UURIMUSTÖÖD, ET LEIDA ELEMENTIDE MÕJU SUURENDAMISE ULATUSI. ANTUD TÖÖ MAHUST JÄI VÄLJA NÄITEKS VAIKSETE PIIRKONDADE ÜBERMÕTESTAMISE IDEE HEA AKUSTILISE KVALITEEDIGA PIIRKONDADEKS, MIS ON SAMUTI POTENTIAALSEKS RAKENDUSVÕIMALUSEKS HELIMAASTIKUL PÕHINEVALE LÄHENEMISELE NING VAJAKS OMAETTE ANALÜÜSI.

**A**NTUD TÖÖGA KOOSTATUD JUHENDAVATEL PRINTSIIPIDEL ON POTENTIAALI LEIDA RAKENDUST ABISTAVA MATERJALINA NII ARHITEKTIDE, LINNAPLANEERIJATE, MAASTIKUARHITEKTIDE, AMETNIKE KUI KA PALJUDE TEISTE VALDKONDADE TÖÖS, KELLE IGAPÄEVANE TEGEVUS NING VALIKUD KUJUNDAVAD LINNAKESKKONDA, MILLES VIIBIME, NING SEELÄBI TUTVUSTADA HELIMAASTIKU KONTSEPTIL PÕHINEVAT LÄHENEMIST EESTI KONTEKSTIS NING POTENTIAALSELT OLLA ESIMESEKS SAMMUKS KESKKONNAMÜRA HINDAMISE PARADIGMA MUUTUSE SUUNAS.



KUJUTLUSPILT HELIMAASTIKUST

# KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] World Health Organization Regional Office for Europe, Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe, L. Fritchi, A. L. Brown, R. Kim, D. Schwela ja S. Kephelopoulou, Toim-d, Copenhagen, 2011.
- [2] World Health Organization, „Environmental Noise Guidelines for the European Region,” 2018.
- [3] T. Lahti, Keskkonnamüra hindamine ja müra leviku tõkestamine, Tallinn: MTÜ Ökokratt, 2010.
- [4] J. Pallasmaa, The Eyes of the Skin, John Wiley & Sons, 2005.
- [5] World Health Organization, „Guidelines for Community Noise,” 1999.
- [6] G. Lehmann, „Noise and Health,” Noise pollution, juuli 1967.
- [7] European Environment Agency, „Environmental noise in Europe — 2020,” Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020.
- [8] D. Jarosinska, M.-E. Héroux, P. Wilkhu, J. Creswick, J. Verbeek, J. Wothge ja E. Paunovic, „Development of the WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: An Introduction,” International Journal of Environmental Research and Public Health, kd. 15, nr 4, 20 04 2018.
- [9] European Environment Agency, „Estonia Noise Fact Sheet 2019,” 2020.
- [10] E3M-Lab, ICCS-NTUA ja EuroCARE, „EU Reference Scenario,” 2016. [Võrgumaterjal]. Available: [https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2016\\_en](https://ec.europa.eu/energy/data-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2016_en). [Kasutatud 16 02 2020].
- [11] J. Kang, Urban Sound Environment, London: CRC Press, 2006.
- [12] E. Murphy ja E. A. King, „Noise Mitigation Approaches,” %1 Environmental Noise Pollution, Elsevier, 2014, pp. 203-245.
- [13] M. Nilsson, J. Bengtsson ja R. Klæboe, „Environmental Methods for Transport Noise Reduction,” 2015. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 25 03 2019].
- [14] „COST Action TD0804 - Soundscape of European Cities and Landscapes,” 2013. [Võrgumaterjal]. Available: <http://soundscape-cost.org>.
- [15] ISO 12913-1:2014 - Acoustics - Soundscape - Part 1: Definition and conceptual framework, International Organization for Standardization, 2014.
- [16] A. Fiebig, „The perception of acoustic environments and how humans form overall noise assessments,” %1 Internoise 2019, Madrid, 2019.
- [17] C. Calleri, L. Shtrepi, A. Armando ja A. Astolfi, „Evaluation of the influence of building façade design on the acoustic characteristics and auditory perception of urban spaces,” Building Acoustics, kd. 25, nr 1, pp. 77-95, märts 2018.
- [18] C. Calleri, L. Rossi, A. Astolfi, A. Armando, L. Shtrepi ja F. Bronuzzi, „Drawing the city with the ears. Urban spaces comprehension and design through auditory perception,” Energy Procedia, kd. 78, pp. 19-24, 2015.
- [19] C. Calleri, L. Shtrepi, A. Armando ja A. Astolfi, „On the influence of different facade materials on the auditory perception of a urban space,” %1 Internoise 2017, Hong Kong, 2017.
- [20] F. Yang, Z. Y. Bao ja Z. J. Zhu, „An Assessment of Psychological Noise Reduction by Landscape Plant,” Int. J. Environ. Res. Public Health, kd. 8, pp. 1032-1048, 2011.
- [21] W. Davies, M. D. Adams, N. S. Bruce, R. Cain, A. Carlyle, P. Cusack, D. A. Hall, K. I. Hume, A. Irwin, P. Jennings, M. Marselle, C. J. Plack ja J. Poxon, „Perception of soundscapes: An interdisciplinary approach,” Applied Acoustics, kd. 74, pp. 224-231, 2013.
- [22] M. Schafer, The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World, Destiny Books, 1977.
- [23] M. Rychtáriková ja G. Varmer, „Soundscape categorization on the basis of objective acoustical parameters,” Applied Acoustics, kd. 74, nr 2, pp. 240-247, veebruar 2013.
- [24] J. P. Cowan, The Effects of Sound on People, Chichester: John Wiley & Sons, 2016.
- [25] A. Brown, J. Kang ja T. Gjestland, „Towards standardization in soundscape preference assessment,” Applied Acoustics, kd. 72, pp. 387-392, 2011.
- [26] L. K. Wang, N. C. Pereira ja Y.-T. Hung, Advanced Air and Noise Pollution Control, kd. 2, Totowa, New Jersey: Humana Press Inc., 2005.
- [27] C. J. L. Murray, A. D. Lopez, World Health Organization, World Bank ja Harvard School of Public Health, The Global burden of disease : a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020 : summary, Harvard School of Public Health, 1996.
- [28] O. Hänninen, A. B. Knol, M. Jantunen, T.-A. Lim, A. Conrad, M. Rappolder, P. Carrer, A.-C. Fanetti, R. Kim, J. Buekers, R. Torfs, I. Iavarone, T. Classen, C. Hornberg, M. C. Odile, E. W. Group ja E. W. Group, „Environmental Burden of Disease in Europe: Assessing Nine Risk Factors in Six Countries,” Environmental Health Perspectives, kd. 122, nr 5, mai 2014.
- [29] M. Basner, W. Babisch, A. Davis, M. Brink, C. Clark, S. Janssen ja S. Stansfeld, „Auditory and non-auditory effects of noise on health,” The Lancet, kd. 383, nr 9925, pp. 1325-1332, 2013.
- [30] Z. Bangjun, S. Lili ja D. Guoqing, „The influence of the visibility of the source on the subjective annoyance due to its noise,” Applied Acoustics, kd. 64, pp. 1205-1215, 2003.
- [31] S. Lind, P. Antons, O. Beikulis ja J. Rubenis, „Välisõhus leviva müra vähendamise tegevuskava maanteelõigudes, mida kasutab üle kolme miljoni sõiduki aastas 2019-2024,” Maanteeamet, 2018.
- [32] J. Doward, „New law to tackle electric cars’ silent menace to pedestrians,” The Guardian, 06 05 2018.
- [33] P. Jaskula, C. Szydlowski, M. Stiens, D. Rys, J. Jaczewski ja M. Pszczola, „Durable poroelastic wearing course SEPOR with highly modified,” %1 Transportation Research Procedia 45, Gdansk, 2020.
- [34] P. R. Donovan, „Comparative Measurements of Tire/Pavement Noise in Europe and the United States - NITE Study,” Sacramento, CA, 2006.
- [35] L. Goubert, H. Bendtsen, A. Bergiers, B. Kalman ja D. Kokot, „The Poroelastic Road Surface (PERS): Is the 10 dB Reducing Pavement within Reach?,” %1 Materials and Infrastructure 1, kd. 5A, J. Torrenti ja F. La Torre, Toim-d, Wiley, 2016, pp. 253-268.
- [36] A. Gidlöf-Gunnarsson, „The effects of noise reducing pavement and speed reduction on noise responses,” %1 Internoise 2019, Madrid, 2019.
- [37] B. Swieczko-Zurek, L. Goubert, J. Ejsmont ja G. Ronowski, „Poroelastic Road Surfaces - State of The Art,” 2018. [Võrgumaterjal]. Available: [https://sepor.mech.pg.gda.pl/dokumenty/RAR%202018%20-%20Poroelastic\\_Road\\_Surfaces%20-State%20of%20The%20Art.pdf](https://sepor.mech.pg.gda.pl/dokumenty/RAR%202018%20-%20Poroelastic_Road_Surfaces%20-State%20of%20The%20Art.pdf). [Kasutatud 02 04 2020].
- [38] Politechnika Gdanska, „SEPOR.” [Võrgumaterjal]. Available: <https://sepor.mech.pg.gda.pl/>. [Kasutatud 08 04 2020].
- [39] P. Mioduszewski, J. Ejsmont, G. Ronowski ja S. Taryma, „Further development of the poroelastic road surface,” %1 Internoise 2019 Madrid, 2019.
- [40] „Leevendusmeetmed õhusaaste ja müra vähendamisel,” Maanteeamet, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mnt.ee/et/tee/mura-ja-valisohk/leevendusmeetmed-ohusaaste-ja-mura-vahendamisel>. [Kasutatud 06 04 2020].
- [41] M. Kloth, K. Vancluysen, K. Clement ja L. Ellebjerg, „Practitioner Handbook for Local Noise Action Plans,” 2008.
- [42] W. Hupeng, J. Kang ja J. Hong, „Effects of urban street spatial parameters on sound propagation,” Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, kd. 46, nr 2, pp. 341-358, 14 juuni 2017.
- [43] G. M. Echevarria Sanches, T. Van Renterghem, P. Thomas ja D. Botteldooren, „The effect of street canyon design on traffic noise exposure along roads,” Building and Environment, kd. 97, pp. 96-110, 15 veebruar 2016.
- [44] E. Badino, R. Manca, L. Shtrepi, C. Calleri ja A. Astolfi, „Effect of façade shape and acoustic cladding on reduction of leisure noise levels in a street canyon,” Building and Environment, kd. 157, pp. 242-256, 2019.
- [45] D. Sung, „A New Look at Building Facades as Infrastructure,” Engineering, kd. 2, pp. 63-68, 2016.
- [46] M. Hornikx, „Ten questions concerning computational urban acoustics,” Building and Environment, kd. 106, pp. 409-421, september 2016.
- [47] T. Van Renterghem ja D. Botteldooren, „The importance of roof shape for road traffic noise shielding,” Journal of Sound and Vibration, kd. 329, pp. 1422-1434, aprill 2010.
- [48] A. Taghipour, S. Athari, A. Gisladdottir, T. Sievers ja K. Eggenschwiler, „Room Acoustical Parameters as Predictors of Acoustic Comfort in Outdoor Spaces of Housing Complexes,” Frontiers in Psychology, kd. 11, p. 344, märts 2020.
- [49] N. Zuccherini Martello, F. Aletta, P. Fausti, J. Kang ja S. Secchi, „A Psychoacoustic Investigation on the Effect of External Shading Devices on Building Facades,” Applied Sciences, kd. 6, p. 429, detsember 2016.
- [50] T. Van Renterghem, J. Forssen, K. Attenborough, P. Jean, J. Defrance, M. Hornikx ja J. Kang, „Using natural means to reduce surface transport noise during propagation outdoors,” Applied Acoustics, kd. 92, pp. 86-101, 2015.
- [51] T. Van Renterghem ja D. Botteldooren, „Reducing the acoustical facade load from road traffic with green roofs,” Building and Environment, kd. 44, pp. 1081-1087, 2009.
- [52] Y. Smyrnova, J. Kang, M. Hornikx ja J. Forssen, „Effect of Vegetation on Noise Propagation in Streets and Squares,” Proceedings of the Institute of Acoustics, kd. 34, pp. 57-67, jaanuar 2012.
- [53] Z. Xiaolong, S. Zhang, q. Meng ja J. Kang, „Influence of Contextual Factors on Soundscapes in Urban Open Spaces,” Applied Sciences, kd. 8, p. 2524, 2018.
- [54] ISO 9613-2:1996: Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation, International Organization for Standardization, 1996.
- [55] G. Fusaro, J. Kang, F. Aletta ja E. Margaritis, „A prototype of a street furniture element for soundscape management,” %1 23rd International Congress on Sound & Vibration, Ateena, 2016.
- [56] D. M. Gonzales, J. M. Barrigon Morillas, L. Godinho ja P. Amado-Mendes, „Acoustic screening effect on building façades due to parking lines in urban environments. Effects in noise mapping,” Applied Acoustics, kd. 130, pp. 1-14, jaanuar 2018.
- [57] R. M. Rehan, „The phonic identity of the city urban soundscape for sustainable spaces,” HBRC Journal, kd. 12, pp. 337-349, 2016.
- [58] D. Algorn ja L. E. Marks, „Range and Regression, Loudness Scales, and Loudness Processing: Toward a Context-Bound Psychophysics,” Journal of Experimental Psychology Human Perception & Performance, kd. 16, pp. 706-727, detsember 1990.
- [59] L. Yu ja J. Kang, „Effects of social, demographical and behavioral factors on the sound level evaluation in urban open spaces,” The Journal of the Acoustical Society of America, kd. 123, nr 2, p. märts, 2008.
- [60] Ö. Axelsson, M. E. Nilsson ja B. Berglund, „A principal components model of soundscape perception,” J. Acoust. Soc. Am., kd. 128, nr 5, november 2010.
- [61] M. Lugten, M. Karacaoglu, K. White, J. Kang ja K. Steemers, „Improving the soundscape quality of urban areas exposed to aircraft noise by adding moving water and vegetation,” The Journal of the Acoustical Society of America, kd. 2906, p. 144, 2018.
- [62] G. Watts, L. Chinn ja N. Godfrey, „The effects of vegetation on the perception of traffic noise,” Applied Acoustics, kd. 56, pp. 39-56, 1999.
- [63] A. Miettinen, Toim., Liikennemelun huomioon ottaminen kaavoituksessa, Helsinki: Oy Edita Ab, 2001.
- [64] L. Busa, S. Secchi ja S. Baldini, „Effect of Façade Shape for the Acoustic Protection of Buildings,” Building Acoustics, kd. 17, nr 4, pp. 317-338, 2010.
- [65] World Health Organization, WHO Handbook for Guideline Development, 2nd toim., Geneva, 2014.
- [66] J. Kang, „Numerical Modelling of the Sound Fields in Urban Streets with Diffusely Reflecting Boundaries”.
- [67] A. Ejsmont, L. Goubert, G. Ronowski ja B. Swieczko-Zurek, „Ultra Low Noise Poroelastic Road Surfaces,” Coatings, kd. 6, nr 2, aprill 2016.
- [68] F. Aletta, T. Oberman ja J. Kang, „Associations between Positive Health-Related Effects and Soundscapes Perceptual Constructs: A Systematic Review,” International Journal of Environmental Research and Public Health, kd. 15, nr 11, p. 2392, 10 2018.
- [69] M. R. Ismail ja D. Oldham, „A Scale Model Investigation of Sound Reflection from Building Facades,” Applied Acoustics, kd. 66, pp. 123-147, veebruar 2005.
- [70] S. Viollon, C. Lavandier ja C. Drake, „Influence of visual setting on sound ratings in an urban environment,” Applied Acoustics, kd. 63, pp. 493-511, 2002.
- [71] E. Schwitzgebel ja G. Michael, „How Well Do We Know Our Own Conscious Experience? The Case of Human Echolocation,” Philosophical Topics, kd. 28, pp. 235-246, 2000.
- [72] „Soundscape of European Cities and Landscapes,” %1 COST TUD Action TD-0804, Merano, 2013.
- [73] Y. Soeta ja A. Yoichi, Neurally Based Measurement and Evaluation of Environmental Noise, kd. 20, Tokyo: Springer, 2015.
- [74] JN. H. Wong, A. Y. Kwan Tan, P. Y. Tan, K. Chiang ja N. C. Wong, „Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls,” Building and Environment, kd. 45, nr 2, pp. 411-420, veebruar 2010.
- [75] G. Fusaro, F. D'Alessandro, G. Baldinelli ja J. Kang, „Design of urban furniture to enhance the soundscape: A case study,” Building Acoustics, kd. 25, nr 1, pp. 61-75, 2018.
- [76] M. Hornikx ja J. Forssen, „Noise abatement schemes for shielded canyons,” Applied Acoustics, kd. 70, nr 2, pp. 267-283, veebruar 2009.
- [77] T. Van Renterghem ja D. Botteldooren, „Numerical evaluation of sound propagating over green roofs,” Journal of Sound and Vibration, kd. 317, nr 3-5, pp. 781-799, 11 november 2008.
- [78] J. Picaut ja L. Simon, „A scale model experiment for the study of sound propagation in urban areas,” Applied Acoustics, kd. 62, nr 3, pp. 327-340, märts 2001.
- [79] K. Genuit ja A. Fiebig, „Psychoacoustics and its Benefit for the Soundscape Approach,” Acta Acustica united with Acustica, kd. 92, nr 6, pp. 952-958, november 2006.
- [80] I. Bashir, T. Hill, S. Teherzadeh, K. Attenborough ja M. Hornikx, „Reduction of surface transport noise by ground roughness,” Applied Acoustics, kd. 83, pp. 1-15, september 2014.
- [81] K. V. Horoshenkov, D. C. Hothersall ja S. E. Mercy, „Scale Modelling of Sound Propagation in a City Street Canyon,” Journal of Sound and Vibration, kd. 223, nr 5, pp. 795-819, 1999.
- [82] E. Margaritis, J. Kang, K. Filipan ja D. Botteldooren, „The influence of vegetation and surrounding traffic noise parameters on the sound environment of urban parks,” Applied Geography, kd. 94, pp. 199-212, mai 2018.
- [83] D. Cabrera, J. Holmes, H. Caldwell, M. Yadav ja K. Gao, „An unusual instance of acoustic retroreflection in architecture – Ports 1961 Shangai flagship store facade,” Applied Acoustics, kd. 138, pp. 133-146, september 2018.
- [84] R. M. Schafer, The New Soundscape: A Handbook for the Modern Music Teacher, Ontario: Berandol Music Limited, 1969.
- [85] T. Jauhianen, H. S. Vuorinen ja M. Heinonen-Guzejev, Keskkonnamüra mõjud, M. Ründva, E. Hörrak ja T. Siirde, Toim-d, Ökokratt, 2010.
- [86] R. M. Schafer, The New Soundscape, Ontario: Berandol Music Limited, 1969.
- [87] Keskkonnaministeerium, „Müra normtasemed” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.enviree.ee/eesmargid-tegevused/valisohukaitse/mura/mura-normtasemed>. [Kasutatud 05 05 2020].
- [88] R. Burdzik, P. Folega, L. Konieczny, A. Wleczorek ja P. Fabis, „Research on influence of damages of car vehicle combustion engine on noise level,” Journal of Measurements in Engineering, kd. 1, pp. 164-169, 09 2013.

# LISAD

## LISA 1 / MÜRA NORMTASEMED

**MÜRA NORMTASEMED HOONESTATUD JA HOONESTAMATA ALADES, ekvivalenttase  $L_{pA,eq}$ ; dB**

ALA NIMETUS JA KATEGORIA	AEG	TAOTLUSTASEME ARVUURUSED				PIIRTASE			KRIITILINE TASE		MAKSIMAALNE HELIRÖHUTASE		
		PLANEERITAVAL UUEL ALAL		OLEMASOLEVAL ALAL									
		LIIKLUSMÜRA	TÖÖSTUS-, SPORDI- JA MEELEAHUTUSETTEVÕTTE, KAUBANDUSE MÜRA	LIIKLUSMÜRA	TÖÖSTUS-, SPORDI- JA MEELEAHUTUSETTEVÕTTE, KAUBANDUSE MÜRA	LIIKLUSMÜRA	TÖÖSTUS-, SPORDI- JA MEELEAHUTUSETTEVÕTTE, KAUBANDUSE MÜRA	EHITUSMÜRA	LIIKLUSMÜRA	TÖÖSTUSMÜRA	LIIKLUSMÜRA ÜKSIKUD SÜNDMUSED	LENNULIIKLUSMÜRA $L_{pA,max}$ TUNDLIKUL ALAL	LENNULIIKLUSE MAKSIMAALNE HELIRÖHU KRIITILINE TASE TUNDLIKUL ALAL
LOODUSLIK PUHKEALA; I Sh laste- ja õppeasutused	PÄEVAL	50	45*	55	50	55	55		65	60	85	85	90
	ÖÖSEL	40	35*	45	40	50	40	45 <sup>3</sup>	60	50	75	75	80
ELAMUALA; II sh elamud, tööstused, kauplused jt	PÄEVAL	55	50*	60	55	60	60		70	65	85	85	90
	ÖÖSEL	45	40*	50	40	55	45	45 <sup>3</sup>	65	55	75	75	80
SEGAALA; III	PÄEVAL	60	55*	60	60	65	65		75	70	85	85	90
	ÖÖSEL	50	45*	50	45	55	50	50 <sup>3</sup>	65	55	75	75	80
TÖÖSTUSALA; IV	PÄEVAL	65	65*	70	65	75	70		80	75	85	85	
	ÖÖSEL	55	55*	60	55	65	60	65 <sup>3</sup>	70	65	75	75	

\*Kohalike omavalitsustega kooskõlastatud spordiväljakute ja meelelahutuspaikade tegevustest põhjustatud müra piirtase on samane tööstusmüra taotlustaseme arvusuurustega olemasolevatel alades, kuid üksikute kohaliku omavalitsusega kooskõlastatud ürituste korral võib müra piirtase olla 10 dB(A) võrra suurem kui tööstusmüra taotlustaseme arvusuurus olemasolevatel aladel

<sup>1</sup> lubatud müratundlike hoonete sõidutee (raudtee) poolset küljel

<sup>2</sup> soovituslik normtase müravastaste meetmete rakendamisel

<sup>3</sup> ehitustööde maksimaalne müratase öösel ei tohi olla üle 10 dB(A) võrra suurem lubatud ekvivalentsest müratasemest