



EESTI MAAÜLIKOOL  
Põllumajandus-ja keskkonnainstituut

Raido Kivikangur

**TRANSPORDIMÜRA HÄIRINGU KÄSITLEMINE  
DETAILPLANEERINGUTES JA KESKKONNAMÕJUDE  
HINDAMISTES EESTIS**

**TRANSPORT NOISE DISTURBANCE IN DETAILED PLANS  
AND ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENTS IN  
ESTONIA**

Magistritöö  
Linna-ja tööstusmaastike korralduse õppekava

Juhendaja: Kalev Sepp, *PhD*  
Kaasjuhendaja: Olavi Hiimäe, *MSc*

Tartu 2016

# LÜHIKOKKUVÕTE

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Raido Kivikangur		Õppekava: Linna- ja tööstusmaastike korraldus (80407)	
Pealkiri: Transpordimüra häiringu käsitlemine detailplaneeringutes ja keskkonnamõjude hindamistes Eestis			
Lehekülgi: 84	Jooniseid: 6	Tabeleid: 11	Lisasid: 2
Osakond: Põllumajandus -ja keskkonnainstituut Uurimisvaldkond: Territoriaalne planeerimine (T260), Keskkonnatehnoloogia, reostuskontroll (T270) Juhendaja(d): Kalev Sepp, PhD, Olavi Hiimäe, MSc Kaitsmiskoht ja aasta: 2016, Tartu, Eesti Maaülikool			
<p>Müra käsitlemine on üha suureneva rahvastikuga elukeskkonnas oluline, et võimaldada inimestele igapäevakeskkonnas tervist mitte kahjustavaid elutingimusi. Elanikkonnaga paratamatult võrdeliselt kasvav kaasnev transpordisektori arenemine toob endaga kaasa inimeste ja müra konfliktkohtade suurenemise. Võimaldamaks transpordisektori arengut ja samaaegselt inimestele kvaliteetset elukeskkonda tuleb häiringuga arvestada juba kavandatava tegevuse planeerimise faasis.</p> <p>Töö peamiseks eesmärgiks oli analüüsida Eesti detailplaneeringute ja keskkonnamõju hindamiste raames transpordimüra häiringu käsitlemist. Töös tulemuseks sooviti saada ülevaade transpordimüra käsitlemisest ning selle ühetaolisusest või mitmekülgsusest. Müra käsitlemise ühetaolisus on oluline, et teema käsitus toimuks erinevates olukordades, erinevatel ajahetkedel ning mitmete koostajate poolt ühistel põhimõtetel ning annaks</p>			

sarnaseid tulemusi. Ühtse lähenemisega on häiringuga võimalik tegeleda süsteemsemalt ning luua ühtsetel meetodikalistel alustel põhinev kvaliteetsem elukeskkond. Transpordimüra käsitlemist Eesti detailplaneeringutes ja keskkonnamõjude hindamises lõputöö autorile teadaolevalt varasemates uuringutes antud kujul käsitletud ei ole. Töös võrreldi omavahel Eesti Vabariigis viimase 10 aasta jooksul teostatud ja läbi viidud erinevate firmade poolt koostatud müra modelleerimise aruandeid. Analüüsi projektides käsitletud transpordimüra protseduurilist lähenemist ning vaadeldi nendes häiringu käsitlemist. Omavahel kõrvutati 7 projekti müra analüüsides kasutatud lähenemised, seatud eesmärged ning välja töötatud tulemused (k.a müra leevendusmeetmed) ja soovitusi. Lisaks käsitleti magistris töös müra õiguslikku raamistikku Eestis ja vaadeldi riiklikku lähenemist teiste riikide müra normatiividega. Projektide lõikes omavahel võrreldud parameetrite alusel on võimalik väita, et transpordimüra käsitlemine Eesti detailplaneeringutes ja keskkonnamõju hindamistes on suhteliselt ühtlane ning selgeid erisusi käsitletud projektides ei täheldatud. Häiringu käsitlemine oli väikeste erisustega ühetaoline, kuigi lõputöö autori arvates leidis ka aspekte, millel võib olla potentsiaali parendamiseks. Üheks selliseks erisuseks oli prognoosandmete ebaselgus kasutatud stsenaariumite valikul. Leevendusmeetmete välja töötamisel oli arvestatavate alternatiivlahenduste ning erinevate valdkondade kaasamine lahenduse väljakujunemisel selgelt mastaapsemate projektide kasuks. Eesti müra väärtuseid määratlev seadusandlus on sarnase ülesehitusega nagu vaadeldud riikides. Üheks erisuseks võib lugeda detailsema liigenduse puudumist teede ja raudteede korral.

Antud uurimistöö juhib tähelepanu transpordimüra teematika ühetaolisuse käsitlemise olulisusele. Müra käsitlemise ühetaolisusega ja ühtsete lähenemispõhimõtetega on mõistlik tegeleda konstantselt ning innovatiivselt, kasutades sõltumata projekti mastaabist projektide müra häiringuga tegelemisel parimaid olemasolevaid teaduslikke lähenemisi ja leevendusmeetmeid.

Edasiste uuringute kontekstis on võimalik täiendavalt käsitleda kasutatud müra modelleerimise tulemusi ning kõrvutades need reaalse kaasnenud olukordadega (eeldab käsitletud projektide analüüsi koos teostatate müra mõõtmistega). Selliselt oleks lõputöö autori hinnangul võimalik võrrelda müra modelleerimise vastavust reaalse tekkinud situatsioonile ja valitsevatele oludele.

Märksõnad: transpordimüra olemus, müra modelleerimine, müra leevendusmeetmed

# ABSTRACT

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Raido Kivikangur		Specialty: Management of Urban Industrial Landscapes	
Title: Transport noise disturbance in detailed plans and environmental impact assessments in Estonia			
Pages: 84	Figures: 6	Tables: 11	Appendixes: 2
Department: Institute of Agricultural and Environmental Sciences Field of research: Physical planning (T260), Environmental technology, pollution control (B700) Supervisor: Kalev Sepp, PhD, Olavi Hiiemäe, MSc Place and date: 2016, Tartu Estonian University of Life Sciences			
<p>The relative importance of noise modeling has been increasing due the fact that worlds humanity has increased rapidly. To afford an environment what would be able to enable good conditions for habitation and would not be be prejudicial for health, it is important to take into consider the possible impacts before the actual action has been realized. To provide a auspicious living environment to humans and to allow transportation and the improvement of necessary infrastructure it is necessary to deal with the noise disturbance problem already in the planning base.</p> <p>The main purpose of the masters thesis was to analyses different noise modeling reports in detailed plans and environmental impact assessments what has been done in the soil of Republic of Estonia. The put up goal and the destination was to be able to give a better review about the noise modeling in Estonia and how multifaceted or not the noise modeling process is in Estonia.</p> <p>It is substantial that the noise modeling in different projects and situations would be dialed with the same basic principles. With the common approach (methodology, same basic</p>			

principles, etc) it is potential to deal with the noise problem in different levels (national, local) and to provide a better environmental conditions. Confessedly for the author the transportation noise in Estonian detailed planning and environmental impact assessments have not been looked at from that point of sight in earlier researches.

At the current work 7 different noise modeling reports, what has been done by different authors in the republic of Estonia in the past 10 years were analysed. The analysis looked at the approach of the noise modeling procedure (purposes, put up goals, results etc), elaboration of the mitigation measures (different factors taken into consideration, given measures) and the legal frame of the noise modeling (including the noise limits and their treatment in four other countries).

As a result of comparision it can be said that the transport noise treatment in estonian detailed planning and environmental impact assesments is quite uniform and considerable distinctness were not identyfied. The noise treatment was quite balanced with some irregularities in which could have possibility for improvement in the opinion of the author of current thesis. One of these aspects is usage of the prognosis data and its obscurity. In case of mitigation measures projects with larger scale were in favor: more elaborated handling were used for working out the mitigation measures and their technical solutions. Estonian noise regulations (limit values in dB) were with the same basic principles and constitution as the countries handled. One of the distinctness what was identified was that in Estonian noise regulation, there where no distinctness for different or separate noise modeling values (dB) for road traffic and railway traffic.

In case of further research of the current topic it would be possible to analyse the results of noise modeling in different projects. The goal could be to analyse noise modeling results by comparing them with the actual measured results when the upcoming project has already been realized. In that case it would be possible to evaluate and compare the values received by noise modeling and the real existing situations.

Keywords: transport noise essence, noise modelling, noise mitigation measures.

# SISUKORD

MÕISTED JA LÜHENDID .....	7
SISSEJUHATUS .....	9
1. TEOREETILINE OSA.....	12
1.1. Müra olemus ja keskkonnamüra.....	12
1.2. Transpordist tulenev müra.....	15
1.2.1. Raudteemüra.....	15
1.2.2. Maanteedemüra .....	17
1.2.3. Sadamate müra .....	20
1.3. Müra keskkonnakorralduses.....	21
1.3.1. Müra modelleerimine.....	23
1.4. Keskkonnamõjude hindamine .....	24
1.5. Ülevaade seadusandlusest.....	26
1.5.1. Keskkonnamõju hindamine õigusaktides .....	26
1.5.2. Müra õigusaktides.....	28
1.6. Müra modelleerimine KMH's ja detaiplaneeringutes .....	31
2. MATERJAL JA METOODIKA .....	35
2.1. Lähtematerjal ja valimi koostamine.....	35
2.2. I uurimisülesanne - müra modelleerimine KMHs ja DPs .....	37
2.3. II uurimisülesanne - müra leevendusmeetmed KMHs ja DPs .....	37
2.4. III uurimisülesanne - Müra Eesti seadusandluses .....	38
3. TULEMUSED JA ARUTELU .....	40
3.1. Müra modelleerimise meetodikad ja nende käsitlus .....	40
3.1.1. Müra modelleerimise programmid ja meetodikad .....	40
3.1.2. Sisendandmed ja seatud eesmärgid .....	45
3.2. Müra leevendusmeetmete välja töötamine.....	51
3.2.1. Erinevate parameetritega arvestamine .....	51
3.2.2. Projektide leevendusmeetmed .....	55
3.3. Eesti ning teiste riikide müra seadusandlus .....	60
4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD .....	65
KOKKUVÕTE .....	71
TRANSPORT NOISE DISTURBANCE IN ESTONIAN DETAILED PLANS AND IN ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENTS.....	73
KASUTATUD KIRJANDUS .....	76
LISAD .....	83
Lisa 1. Skaibi intervjuu märkmeleht .....	84
Lisa 2. Meili teel ekspertidele saadetud e-kiri .....	85
Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta .....	86

## MÕISTED JA LÜHENDID

**Datakustik CANADA/A** (*ingl. k Computer Aided Noise Abatement*) programm, mida kasutatakse nii olemasolevate olukordade kui ka kavandatavate olukordade müra modelleerimisel. Võimalik mugavdada vastavalt erinevatele standarditele ning lisaks on võimalik luua müra intensiivsuse 3d mudel (DataKustik 2004)

**dB** detsibell, heliintensiivsuse mõõtühik, sõltuv helitasemest (Tammesalu 2015)

**dB(A)** heliintensiivsuse kohandatud mõõtühik iseloomustamaks inimkõrvale kuuldavaid helisid. Inimkõrv tajub helisid 20-20 000 Hz (Tammesalu 2015)

**DMR** diiselrong

**DP** (detailplaneering) madalama astme planeeringu liik, mis koostatakse valla või linna territooriumi kindla osa kohta, detailplaneeringu raames toimub ka maa-ala lähema aastate ehitustegevuse ning maakasutuse määramine (RT 2015a)

**EMR** elektrirong

**Hz** helirõhu sagedus ehk helikõrguse mõõtühik (Tammesalu 2015)

**IMMI 2013** (*Noise Mapping and Noise prediction Software*) programm, mida kasutatakse müra levialade ennustamiseks ning lisaks kasutatakse programmi ka reaalse mõõtmiste abil modelleeringu koostamisel (Wöfel Group 2016)

**KeHJS** keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus (RT 2016)

**KMH** (keskkonnamõju hindamine), protsess, mille eesmärgiks on anda otsustajale lisateavet kavandatava tegevuse kohta ning protsess on arendustegevust suunava menetlus- ja otsustusprotsessi üks osa

**KSH** (keskkonnamõju strateegiline hindamine) protsess, mille eesmärgiks on oluliste keskkonnakaalutluste arvestamine strateegilise planeerimisdokumendi koostamisel

**$L_{pA,eq,T}$**  ekvivalentne helirõhutase. Mõõdetud kindlaks määratud ajavahemikul aset leidnud helirõhutase (KKM 2011)

**MnmM** Müra normtasemed elu-ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid (RT 2002a)

**Natura 2000** üle-euroopaline kaitstavate piirkondade võrgustik, mille eesmärk on võimaldada ja luua tingimused, mis tagavad haruldaste või ohustatud lindude, loomastiku ja taimestiku ning nende elupaikade ja kasvukohtade kaitse (KKM 2015b)

**Noise TSI** (*Technical specifications for interoperability*) komisjoni määrus (EL) nr 1304/2014, 26.11.2014, üleeuroopalise ühtse raudteesüsteemi allsüsteemi osa „veerem - müra” koostalitluse tehnilise kirjelduse asjus, millega muudetakse EK otsust 2008/232/EÜ ja tunnistatakse kehtetuks varasem otsus 2011/229/EL (EK 2014)

**RTerS** rahvatervise seadus (RT 1995)

**SoundPLAN Acoustics** programm, mida kasutatakse müra modelleerimisel alates 1986.a. Algoritmidel põhinev ennustusmudel, hindamaks müra intensiivsust keskkonnas (SoundPLAN International 2016)

**VÕKS** Välisõhu kaitse seadus (RT 2004)

**WHO** *ingl. k World Health Organization*. Maailma Tervisehoiuorganisatsioon

**ÜP** (üldplaneering) ruumilise planeeringu liik, mille peamiseks eesmärgiks on valla või linna territoriaalsete põhisuundade ja tingimuste sätestamine (RT 2015a)



## SISSEJUHATUS

Inimkonna kasv ning arenev infrastruktuuri võrgustik toob endaga kaasa paratamatult olemasoleva keskkonna muutused. Üheks tuntavamaks muutuseks on inimeste igapäevane kokkupuude müraga. Transpordisektorist tulenev müra on üks peamiseid keskkonnahäiringuid, mille negatiivne mõju inimorganismile on endiselt kasvamas (DHC 2014). Üha enam on teadvustatud müra negatiivse mõju erinevaid aspekte inimorganismile ja selle võimet häirida inimeste igapäevaelu. Müra reguleerimiseks ja leevendamiseks on kasutusel mitmeid vahendeid. Inimeste elukeskkonda püütakse kaitsta ka müra reguleeriva seadusandlusega. Üheks selliseks võimaluseks on koostada müra modelleerimise hinnanguid uutele kavandatavatele objektidele ja nende võimalik mõju hindamine.

Müra modelleerimine jõudis keskkonnakorraldusse 1960. aastatel Ameerika Ühendriikides. Sealt edasi jõudis müra modelleerimine Suurbritanniasse ning küllatki kiiresti teistesse Euroopa riikidesse. Süstematiseeritud müra modelleerimise alguseks loetakse 1976. aastat (Bröer 2010).

Eestis käsitletakse müra keskkonnakorralduses alates 1992. aastast. Suuremaks ja süsteemsemaks müra modelleerimise alguseks loetakse aastaid 2004-2005, kui hakati koostama detailsemaid müra modelleerimise kaarte (Ründva & Luik 2008). Eestis on müra hindamine siseriiklikult reguleeritud sotsiaalministri määrusega Nr 42 MnmM (RT 2002a). Kaudselt on müra reguleeritud veel rahvatervise seaduses, välisõhu kaitse seaduses ning asjakohastes Euroopa Liidu direktiivides ja määrustes.

Keskkonnamõjude hindamise protsessi ning selle probleemkohti on käsitletud mitmetes dokumentides ja teadusartiklites. K. Peterson (2006) käsitles oma töös *Ülevaade keskkonnamõju hindamise praktikast Eestis* keskkonnamõjude protsessi kitsaskohti ja selle praktikat. Täiendavalt on T. Sageri (2001) oma töös analüüsinud keskkonnamõju hindamise (KMH) protsessi ja selle tulevikutrende. Planeerimise ning KMH omavahelist seost on käsitletud ka Eesti Maaülikooli koostatud analüüsi raames (EMÜ/ERKAS 2009). Eestis KMH protsessi reguleerivat seadusandlust ja selle võimalikke probleempunkte analüüsis advokaadibüroo Raidla & Partnerid 2005. a töös (Raidla & Partnerid 2005). Kitsalt müra modelleerimist ning selle käsitlusi keskkonnakorralduses uuritud ei ole.

Valdavalt on teadusartiklites analüüsitud eraldiseisvalt keskkonnakorraldust ja selle meetmeid. Müra modelleerimist on käsitletud B. Coelho (2005) töös, kus uuriti müra modelleerimist ning selle käsitlemist tihedalt asustatud territooriumitel. Liiklusrumaga kaasneva müra realistliku modelleerimise võimalusi käsitles C. Guarnaccia (2013), kes juhtis tähelepanu situatsioonipõhise modelleerimise vajadusele ning selle tähtsusele transpordimüra leevendamisel. Seoses müra normtasemetega kaasajastamise ja ümbervaatamisega on teostatud Keskkonnaõiguse Keskuse poolt 2013. aastal analüüs, mis käsitles kehtivaid müraalaseid regulatsioone ning selle probleemkohti ja võimalikke lahendusvariante (KÕK 2013).

Müra kui häiringu modelleerimist on käsitletud eelkõige maanteede kontekstis. 2005 aasta avaldatud töös *Motorway noise modelling based on perpendicular propagation analysis of traffic noise* mis käsitles endas erinevaid sisendandmeid, mida sisestatakse müra modelleerimise lähteandmetena (Tansatcha jt 2005). Tööstusmüra ja transpordiga kaasnevat müra ja selle intensiivsust on käsitletud täiendavalt M. Janić'i (2007) töös. Analüüs andis ülevaate maanteede impordist ja ekspordist ning nende majanduslikest mõjudest. Mõjudes keskenduti eelkõige maanteede liiklusintensiivsusest ja liikluskooresseisust tuleneva müra häiringule, selle suurusele ja vajalikele majanduslikele meetmetele, mis võimaldaksid tagada elamisväärse elukeskkonna tuleneva müra häiringuga vahetult kokku puutuvatele inimestele (Janic 2007).

Töö peamiseks eesmärgiks on analüüsida Eesti detailplaneeringute ja keskkonnamõju hindamise raames transpordimüra häiringu käsitlemist. Käesolev töö käsitleb müra modelleerimise aspekte ja leevendusmeetmeid keskkonnamõjuhindamistes ja detailplaneeringutes ning müra väärtuste temaatikat õigusaktides. Töös on püstitatud kolm uurimisülesannet:

1. Analüüsida keskkonnamõjude hindamistes (KMH, KSH) ja detailplaneeringutes läbi viidud müra modelleerimise protseduurilist lähenemist ja sisendandmete käsitlemist.
2. Uurida keskkonnamõjude hindamistes (KMH, KSH) ja detailplaneeringutes kavandatud leevendusmeetmeid, nende välja töötamist ning seatud eesmäärke.
3. Võrrelda Eesti õigusaktides kehtestatud müra häiringu väärtuseid ja käsitlemist teiste Euroopa riikidega.

Töös analüüsiti käsitletavate projektide müra modelleerimise aruandeid, töötati asjakohase kirjandusega ning suheldi ekspertidega. Töös käsitleti seitset erinevat projekti, mis olid koostatud Eestis viimase 10 aasta jooksul erinevate koostajate poolt. Töös kasutatud peamiseks lähtematerjaliks olid teemakohane Eesti ja rahvusvaheline seadusandlus, projektide ja planeeringute müra modelleerimise aruanded, keskkonnamõtjude hindamiste ja müra modelleerimise teemal avaldatud teadusartiklid ja uurimistööd ning intervjuud keskkonnakorralduse ekspertidega.

Töö esimene osa annab ülevaate transpordimüra olemusest ja selgitab, kuidas moodustub müra koosseis maanteedel, raudteedel ning sadamates. Lisaks antakse ülevaade müra kui häiringu käsitlemisest keskkonnakorralduse ajaloos ning müra modelleerimise kujunemisest ja protsessi arengust. Esimese osa teine pool käsitleb endas ka keskkonnamõtjude hindamise protsessi ja selle olemust.

Töö teine osa annab ülevaate kasutatud materjalidest ning andmete kogumise metoodikast. Töö kolmas jaotis analüüsib Eestis läbi viidud müra modelleerimiste põhimõtteid, seatud eesmärgid, leevendusmeetmeid ning saadud tulemusi. Täiendavalt vaadeldakse müra seadusandlust ja kehtivaid norme teiste riikide väärtustega ning lähenemisega. Neljandas peatükis võetakse kokku töös käsitletud uurimisülesanded, esitatakse arutelu ja järeldused. Lisaks tuuakse antud peatükis välja ka autori poolsed ettepanekud, mida võiks müra häiringuga tegelemisel parendada ning selgemalt määratleda. Kokkuvõttes antakse ülevaade töö käigus välja kujunenud olulisematest tulemustest ning järeldustest.

Magistritöö koostaja soovib eraldi tänada käesoleva lõputöö juhendajat, kelle operatiivne ning konstruktiivne tagasiside oli töö valmimisel oluline.

# 1. TEOREETILINE OSA

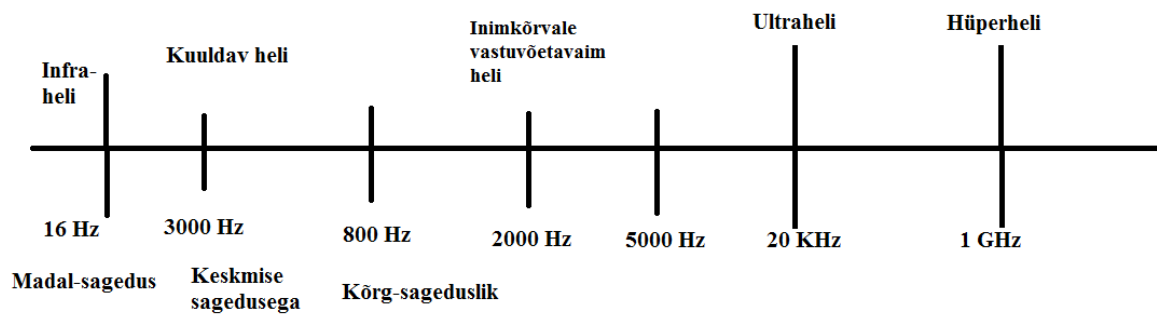
## 1.1. Müra olemus ja keskkonnamüra

Seoses asjaoluga, et maailma rahvastik on pidevas kasvamises on suurenenud ka vajadus uute elukohtade järele. See toob endaga kaasa olemasolevate asumite kasvamise ja arenemise ning asumite logistiliste ühenduste parendamise ning arendamise.

Teede, raudteede, lennukoridoride, sadamate ning muude transpordisektori arenguga kaasnevate aredusteega kaasneb tihti üldise keskkonnamüra suurenemine. Müraks peetakse sellist keskkonnahäiringut või heli taset, mis ületab teatud piiri ning muutub inimkõrvale ebameeldivaks. Häiringuna on võimalik käsitleda ka sellist müra taset, mis seadusega sätestatud piirnorme ei ületa, kuid tekitab inimestes siiski ebamugavust (RT 2015b).

Heli on füüsikaline nähtus, mis tekib objekti liikumisest. Objekti liikumine põhjustab selle ümber asuvates õhumolekulides vibratsiooni ning nähtus kandub ümbritsevatelt õhu molekulidelt järjest edasi (helilaine liikumine) (MWAA 2013). Kui selline vibratsioon jõuab inimkõrva, tunnetatakse seda kui müra (HKHK 2006). Helirõhu laine tugevuse väärtust kasutatakse heli intensiivsuse kindlaks määramisel, saadud tulemusi iseloomustatakse detsibellides (logaritmiline väärtus, mille mõõtühiku lühendiks on dB) (Tammesalu 2006). Kuna inimkõrv ei taju kõiki tekkivaid helisagedusi samasuguselt, siis on müra määramisel suurema kaaluga inimkõrvale „kuuldavamad“ helid (sagedusvahemik 1000-6000 Hz tsükli arvu kohta sekundis) (HKHK 2006). Selline skaala, kus inimkõrvale 'kuuldavamad' helid on suurema tähtsusega ongi parim füüsikaline skaala, mida kasutada müra modelleerimisel ja müra häiriva müra iseloomustamisel. Antud skaalat kutsutakse ka A-skaalaks ning märgitakse lühendiga dBA (MWAA 2013).

Müra fooni tugevust ehk intensiivsust mõõdetakse detsibillides (dB). Detsibillide astmestik on logaritmilise ülesehitusega. See tähendab, et olukorras, kus helitase kasvab näiteks kolme detsibilli võrra, siis reaalne müra intensiivsus tegelikult kahekordistub (Tammesalu 2006). Harjumuspärane vestlus kahe inimese vahel on näiteks 52 dB, tugevate vaidluste korral võib see olla aga näiteks 72 dB-d. Erinevus kahe näitaja vahel on 20 dB, kuid reaalne ja tunnetatav erinevus on siinkohal 40 korda intensiivsem (joonis 1).



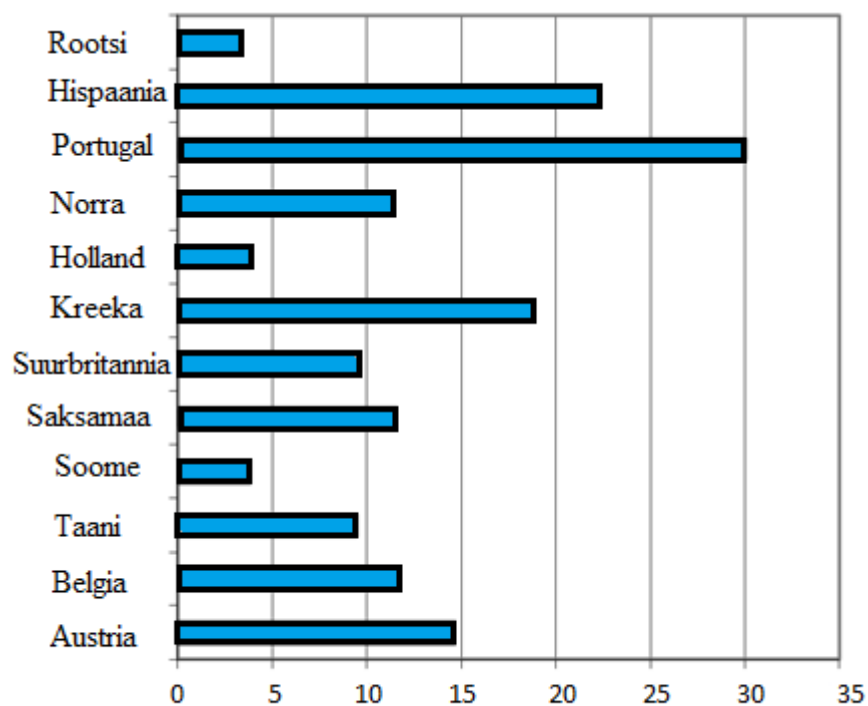
**Joonis 1.** Helirõhu sagedused (Tammesalu 2006, Kivikangur 2014)

Müra, mis jõuab inimkõrva on mõjutatud mitmetest faktoritest:

- helilainete liikumine - helilainete levimine allikast keskkonda, määravaks saab „vaba ruumi“ olemasolu ning helilainele takistusteta tee leidumine. Sellisel juhul levivad helilained oluliste takistusteta allikast kuni vastuvõtjani;
- maapinna efekt - ümbritsev maapind oma olemuselt kas võimendab või summutab allikast tulenevat müra. „tugevad“ pinnase all peetakse siinkohal silmas suure peegeldumisvõimega pinda. Näiteks asfalt, betoon, veepind. „Pehmed“ pinnased on oma füüsikaliste omaduste poolest müra summutavad ja neelavad. Antud kategooriasse kuuluvad näiteks intensiivse haljastusega kaetud maad, värske lumega kaetud maapinnad;
- meteoroloogilised efektid - müra sumbumise ja helilaine liikumine tingituna ümbritsevast;
- temperatuurist, niiskusest, tuulest, õhurõhust müra allika ja vastuvõtja vahel;
- müra liikumine, mis on mõjutatud inimtekkelistest rajatistest (puud, hooned: nende suurus, kuju ja tihedus. (FHWA 2000, Kivikangur 2014)

Keskkonnamüra (müra allikate kohaselt: aerodünaamiline ja mehaaniline) on tänapäeva globaliseerunud ja suuresti linnastunud maailmas suhteliselt igapäevane ja harjumispärane nähtus (joonis 2). Sellega puutub kokku aina tähelepanuväärsem osa elanikkonnast Ligi-kaudu 23% Euroopa Liidu elanikest on igapäevaselt mõjutatud müra häiringust (Nijland & Wee 2007). Selline osakaal on mitmete terviseekspertide sõnul liiga kõrge ja võib pikemas

perspektiivis tekitada stressi, une- ja alternatiivseid tervisehäiringuid. Maailma Tervisehoiuorganisatsioon (WHO) sõnul puutub ligikaudu 40% EL'i elanikkonnast igapäevaselt kokku maanteeliikluse müraga, öösel on sama näitaja 30% raames. Arenevates maades on intensiivse liiklussagedusega teedel müra ööpäevane ekvivalenttase pidevas kasvamises ning kujunemas aina tõsisemaks probleemiks. Mürast võivad olla tingitud väga erinevad mõjud inimorganismile: mõju vaimsele seisundile, töövõime kahjustamine, magamise häired, negatiivne mõju südame- ja veresoonekonnale jne (DHC 2014).



**Joonis 2.** Osakaal (%) rahvastikust, kes puutub igapäevaselt kokku liikluse müraga > 65 dB(A) (Nijland & Wee 2007)

Müra modelleerimine on tähtis eelkõige, karjäärade, tuuleparkide, sadamate ja ka mitmete infrastruktuuri objektide korral. Protsessiliselt määratakse koostatava planeeringuga ära müra häiringu probleemalad (lubatust kõrgem müraväärtus), töötatakse välja leevendusmeetmed (Nijland & Wee 2007).

Kogu välja toodud tegevuste aluseks on KSH/KMH raames läbi viidavad müra hindamised ja vajaduselt täiendavad modelleerimised (Nijland & Wee 2007).

## 1.2. Transpordist tulenev müra

Transpordimüra on üheks oluliseks komponendiks kogu keskkonnamüra kontekstis. Näiteks on teada, et Eestis elab 80% rahvastikust olemasoleva 1520 mm raudtee vahetus läheduses või ümbruses (VV 2012). Enamasti kehtib reegel, et mida kogukama ning raskema transpordivahendiga on tegemist, seda rohkem müra see ümbritsevatele keskkonnale tekitab. Erandiks on näiteks helikopterid (Kivikangur 2014).

Liiklusest tulenev helirõhku prognoositakse infrastruktuuri (maantee, raudtee, lennuliiklus) liiklustihedusest, liikluskoormusest, sõidukite kiirusest, raskeveokite või muude sõidukite tüüpidest ning ümbritseva keskkonna (tee kate, rööbaste seisukord, ilmastik jne) olemusest (Roadservice 2014).

### 1.2.1. Raudteemüra

Raudteemüra on transpordimüra, mille näol on tegemist müra joonrajatisega. Rööbasteelt tulenev müra jaguneb (Suhairy 2000):

- rongi veeremi ja rööpa omavahelisel hõõrdumisel (kokkupuutel) tekkiv müra;
- kiirendamisel tekkiv mootori müra;
- pidurdamisel tekkiv müra;
- pöörangutel ning väikese horisontaalraadiusega kurvides võimalik täiendav rataste ja rööbaste omavaheline heli;
- rongi liikumisel tekkiv aerodünaamikast tingitud müra;
- täiendav müra (näiteks pantograafi liikumisest).

Rööbasteelt tulenev müra koosseisus on mitmeid erinevaid allikaid. Inimkõrvale tuntav müra näol on tegemist summeeritud müra fooniga kõikidest alljärgnevatest muutuvatest allikatest ja teguritest (Suhairy 2000):

- rongi liikumiskiirus;
- rongi kogukaal;

- rongi kogupikkus;
- rongi mootori tüüp;
- vagunite tüüp ja kogus;
- rööbaste ja rööbaste seisukord;
- veeremi seisukord;
- rongi liikumine sillal/viaduktil (10 dB kõrgem müra foon);
- jt rongiliikluse erisused (sõltuvalt kasutatavatest piduritest või erinevus olla kuni 10 dB).

Väikese horisontaalraadiusega kurvides, mis on eelkõige iseloomulikud kitsatele ja asulasisesele transpordile, võivad erinevate veeremkoosseisude korral tekitada kõrgsageduslikku müra fooni, mida teatakse kui veeremi kirisemine (müra, mille foon võib olla 20-30 dB harjumuspärastest situatsioonist kõrgem) (Kivikangur 2014). Täiendav müra tekib ka kohtades, kus teostatakse näiteks manöövritöid (nt meldepunktid), peamisteks müra allikateks on erinevad liiklusest tingitud toonid ja helid (nt vile sõidu alustamisel, veduri mootori müra) (Suhairy 2000).

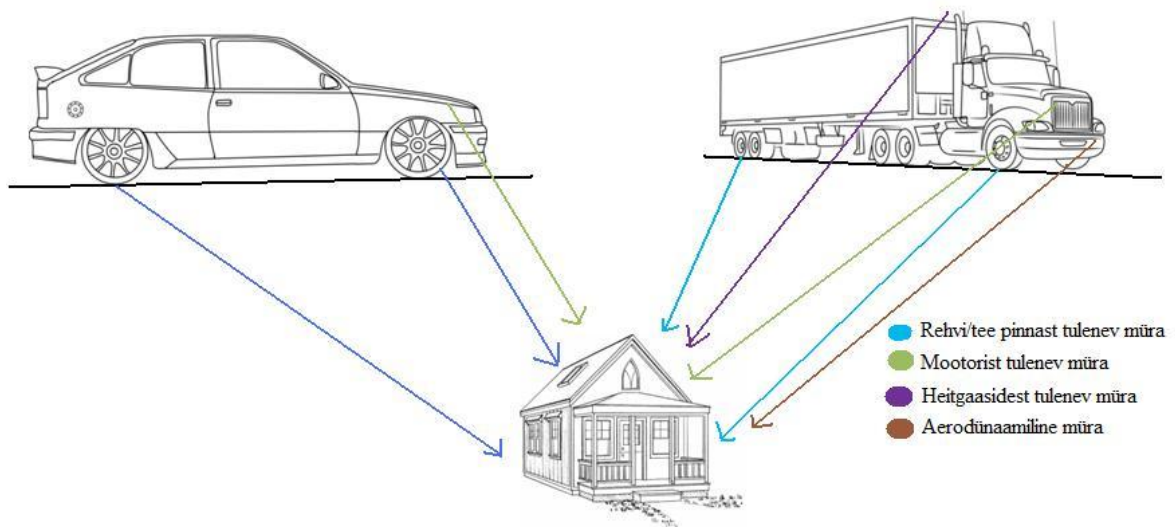
Modelleeringu koostamisel ja generaalse müra fooni määratlemisel on oluline müra koosseis. Üheks oluliseks aspektiks on rongiliikluse korral veeremi sõitmisel (kokkupuude rööbaastega) tekkiv müra. Veeremi liikumisel rööbasteel tekib rööbastes sõltuvalt eeltoodud komponentidest mingis pikkuses mikrovibratsioon, mida kehvemas seisukorras on veerem ning rööbaste, seda kaugemale tekkiv vibratsioon liigub ning seda suurem on tekkiv müra (Suhairy 2000). Maanteedel tekkiv müra on enamasti tee katte pinna ning rehvi kokkupuutel tekkiv müra ning lisaks on maanteedelt tulenev müra tajutav eelkõige konstantse ja pideva müra foonina (Moehler jt 2000). Veeremi ja rööbaste kokkupuutel tekkiv müra on proportsionaalselt intensiivsem kiirustel alla 300 km/h. Kiirreisirongid tekitavad suurest liikumiskiirusest tingituna spetsiifilist lisamüra (Thompson 2009). Suurematel kiirustel (270 km/h) on kuuldavam kõrgsageduslik heli. Tehnika areng võib tulevikus võimaldada aina suuremaid rööbaste projektikiiruseid, mis omakorda võib kaasa tuua täiendavaid müra probleeme (Suhairy 2000).



### 1.2.2. Maanteedemüra

Maanteed liikluse müra näol on olemuselt tegemist kombineeritud müraga (joonis 3), mis moodustub peamiselt erinevate mootorsõidukite mootoritest, heitgaaside väljumisest ja valitud rehvidest, teekatendi tüübist ja sõiduki liikumisest tekkinud turbolentsist (aerodünaamilised müraallikad). Kuna maanteed müra oleneb suuresti ka liikluse koosseisust, siis maanteed müra määramiseks tuleks mootorsõidukid jaotada viide kategooriasse (MCAA 2013):

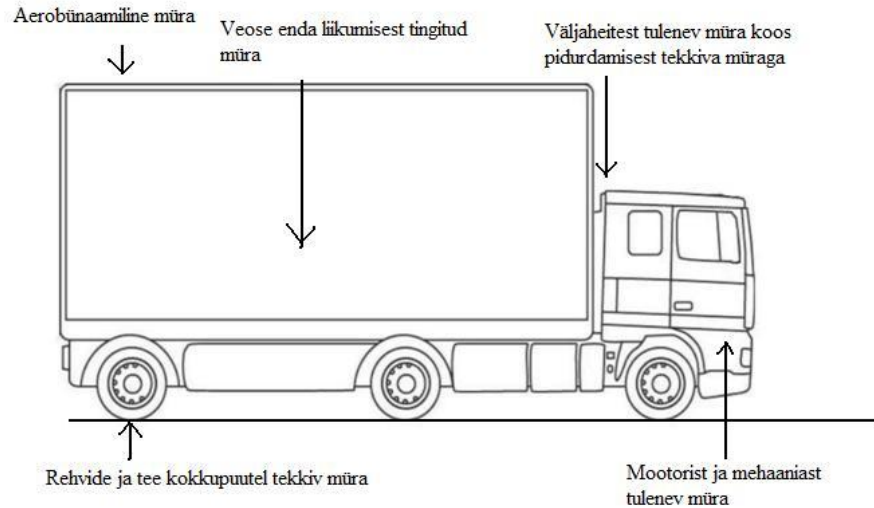
- automobiilid – 2-teljelised ja 4 rattalised sõidukid;
- keskmised veoautod – 2-teljelised ja 6 rattalised sõidukid;
- raskeveokid – 3 ja enamteljelised sõidukid;
- bussid;
- mootorrattad.



**Joonis 3.** Sõidukitest tuleneva müra komponendid (NZTA 2014)

Maanteedel liikluse müra ekvivalentne tase kujuneb järgmiste näitajate kombineerimise ja olemasolu tulemusena (NZTA 2014):

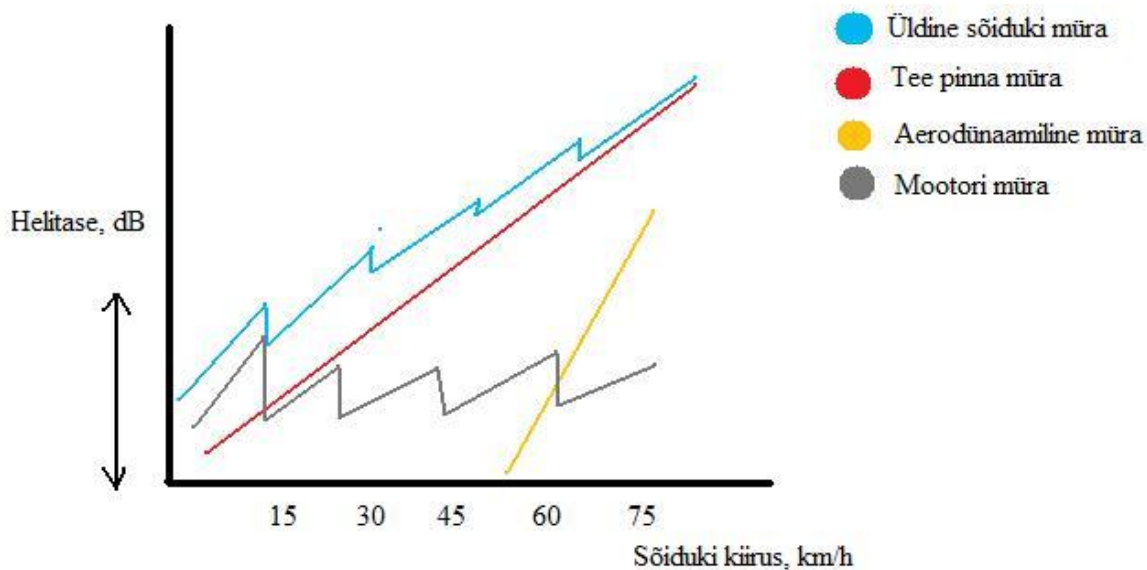
- teelõigu liiklussagedus (määratud ajavahemikus ühte punkti läbivate sõidukite arv);
- sõidukite kiirus;
- sõidukite koosseis (sõltuvalt eeltoodud 5-le kategooriale);
- liikluse ööpäevane jaotus ja selle sagedus konkreetsel ajavahemikul (ööpäeva lõikes on sõltuvalt siseriiklikest seadustest müra normatiivid erinevad);
- ümberkaudsete takistuste olemasolu/puudumine (hooned, kõrghaljastus ning nende paiknemine);
- ümbritsev keskkond (eelkõige kuidas liiguvad konkreetses oludes helilained);
- ümbritsev looduskeskkond (pinnareljeef ja maastik);
- täiendav müra sõidukite pidurdamisel sõltuvalt pidurdamise intensiivsusest.



**Joonis 4.** Müra jagunemine sõiduki koosseisus (NZTA 2014)

Eelnevaid punkte kokku võttes võib öelda, et suurema liikluseduse, suuremate kiiruste, raskeveokite suurema protsentuaalsuse korral tekib kokkuvõttes ka suurem üldine liiklusmüra (Thompson 2009).

Sõiduki kiirendamisel ja madalamatel kiirustel on mootori müra suurem ning võrreldes teiste müra komponentidega on mootori müra domineerivam. Kiiruse kasvades suureneb rehvide ja katendi kokkupuutest tekkiva müra osakaal (Thompson 2009). Teatud kiiruse juures ja kindlal ajahetkel tõuseb see mootori müraga võrdseks. Suurematel kiirustel saab domineerivamaks müra allikaks rehvide ja katendi kokkupuutest tekkiv müra. Mida suuremad kiirused, seda rohkem moodustab liikluse üldmürast aerodünaamilisest aspektist tulenev lisamüra (joonis 5) (NZTA 2014).



**Joonis 5.** Mootorsõidukite müra koosseis erinevatel kiirustel (NZTA 2014)

### 1.2.3. Sadamate müra

Sadamatest tulenev müra on mõnevõrra erineva iseloomuga, kui seda on infrastruktuuri objektidest tulenev müra. Sadamate müra koosseis oleneb suuresti sadama suuruselt, töödeldavatest kaupadest ja nende kogustest, kasutatavast tehnoloogiast, logistilistest lahendustest. Oluline on ka sadama ümbruskond, seal asuvate hoonete kaugus (NoMEPorts 2016). Sadamatest tuleneva mürakoosseisu võib lugeda näiteks erinevaid pumpseadmeid, kraanasid, elevaatori laadimise- ja vastavasisulisi tühjendusseadmeid, pneumotranspordi koosseisu kuuluvaid seadmeid, laevade opereerimine jne. Samas on loetletud müra allikad siiski üldistes müra modelleerimistes enamasti suhteliselt madala müra fooniga ja seaduses reguleeritud müra normtasemeid ei ületa (E-Konsult 2007).

Ka sadamade müra koosseisu kuulub infrastruktuurist tulenev müra, seda eelkõike konkreetset sadamat teenindava (raske) transpordi näol. Kuigi sadamatest ümbruskonda leviv müra sõltub sadamas teostatavatest operatsioonidest, siis määravaks saab ikkagi konkreetse sadama sidusus teenindava transpordi, selle intensiivsus, tehniline seisukord ning opereerimisajad (Murphy & King 2014). Sõltuvalt sadamast võib teenindava transpordi alla kuuluda kas maantee või/ja raudteeliiklus. Olukorras, kus sadama

piirkonnas või vahetus läheduses paikneb ka raudteejaam, on peamiseks müra põhjustajaks modeleerimiste tulemusena enamasti raudtee ja sellel teostatavad operatsioonid. Peamiseks jaamas teostatavaks operatsiooniks peetakse veeremkoosseisu pidurdamisest ja sellega kaasnevast vagunite põkkumisest ja mootorist tulenevat müra (E-Konsult 2007).

Seoses asjaoluga, et sadamates kasutatav tehnoloogiat ei loeta eraldiseisvalt suurimaks sadamatest tuleneva müra põhjustajaks, ei ole lõputöö autori arvates olulise lisandväärtusega ka sadama tehnoloogiate käsitlemine ja nendest tuleneva võimaliku müra detailsem käsitlemine.

### **1.3. Müra keskkonnakorralduses**

Müra kui häiringu olemus ulatub teadaolevalt juba Vana-Rooma aegadesse kui linnas keelati öisel ajal tõldadega liiklemine. Sellele järgnes keskaegne Euroopa, kus samuti keelustati linnakodanike unekvaliteedi tagamiseks hobuste ja kaarikutega öine liiklemine. Alternatiivseks variandiks oli sellel ajastul ka linnatänavate katmine õlgedega (Hagler & Goines 2007).

Müra on inimeste ümbritsevasse keskkonda ilmunud aegamööda. Alates linnade kasvamisest ning arengust (massiivsed kortermajad, linnade kasv, autode arvu suurenemine jt) kuni tänapäevastele nõuetele vastava kiirtee vahetus läheduses elamisele. Meid ümbritseva müra probleemi olemusest hakkasid mõista andma mitmed tervisehädad (unetus, stress, ärevus jne). Uuringute läbiviimisel on tuvastatud, et liigne heli ehk müra tekitab erinevates inimestes mitmeid tervisekahjustusi (Bröer 2010).

Häiringu käsitlemine ja sellega arvestamine on maailma mastaabis viimase poole sajandi teises kvartalis oluliselt tõusnud. Aina enam on hakatud kaardistama ning teadvustama selle olemust ning mõju inimeste elukeskkonnale (Thomas 2016). Müra häiring inimeste keskkonnale on kaasnud suuresti inimeste aru kasvuga ning sellest tingitud vajadustele (infrastruktuurivõrgustik, linnastumine, tööstus jt). Seoses ka täna olemasolevate prognoosidega eelkõige just transpordimüra temaatikas, on tänaseks selgeks saanud, et müraga tuleb tegeleda laiahaardelisemalt, põhjalikumalt ja läbimõeldumalt kui seda on

tehtud seni. Kõige kriitilisemad on tiheasustusaladel või nende vahetus läheduses elavad inimesed ja nende igapäevane elukeskkond (Hendrikson & Ko 2007).

Müra hakati esmalt hindama ja seejärel modelleerima maanteede kontekstis, müra käsitlemise algusaastaks ning jõudmist keskkonnakorraldusse loetakse aastat 1960. Mainitud aastatel tekkisid esimesed matemaatilistel valemitel põhinevad müra modelleerimise esmased versioonid (Ameerika Ühendriigid, Suurbritannia). Järgmise kümne aastaga täienesid ning arenesid modelleerimise programmid hüppeliselt (Bröer 2010). Näiteks ka tänapäeval kasutatavad müra modelleerimise matemaatilised põhialged on jäänud samaks, mis nad olid 1970 aastatel. 1970-ks aastaks oli müra modelleerimine kaasatud pea iga (eelkõige USA) suuremasse maanteede, keskkonnamõjude hindamisse. Kuna algselt keskenduti pigem teedele, siis raudteedeni jõudis müra modelleerimine mõnevõrra hiljem: 1976. a. Sealt edasi teadvustati müra temaatika olemasolu üha rohkem ning müraga arvestamine sai osaks nii planeerimise kui ka hilisema projektipõhise keskkonnamõju hindamise raames. Müra modelleerimine sadamate konteksti jõudis tõenäoliselt samas ajavahemikus kui seda hakati läbi viima suuremate tööstuskomplekside ja alade juures (Kwakkel jt 2012). Nii keskkonnamõju kui ka tervisekaitseliste eesmärkide kõrge taseme saavutamine on võimalik tingimusel, et erinevad riigid teevad omavahel pidevalt koostööd ning toimib operatiivne seisukohtade ja probleemi arusaamade ühtlustamine. Selleks, et müra kui häiringuga terviklikult toime tulla on oluline, et müra modelleerimisel ja selle hindamisel kasutatakse sarnaseid indikaatoreid, metodoloogilisi ning sisendandmete valik toimiks sarnaste kriteeriumite alusel. Juhtivaks riigiks oli USA. Euroopa Liidu liikmesriikide seas loetakse esmasteks Suurbritanniat ning Saksamaad (Bröer 2010).

Müra on kutsutud ka 21. sajandi katkuks, millest pole pääsu koduses keskkonnas, tööl, restoranides või ükskõik, millises avalikus kohas. Hoolimata korduvatest katsetest on müra levinud suhteliselt lühikese ajaga üle maailma. Alates üheksakümnendatest hakkas ilmuma erinevaid teaduslikke töid müra ohtlikkusest ning selle mõjust inimorganismile (Hagler & Goines 2007). Teiselt poolt on teemaga tegeletud ka üle Euroopaliselt ning näiteks ka Euroopa transpordipoliitika aastani 2050 näeb transpordisektori üheks peamiseks eemärgiks just suurema efektiivsuse ning keskkonnamõju infrastruktuuri poole liikumist (Thomas 2016). Ühe alameesmärgina on siinkohal mainitud ka vähendada igapäevaselt liiklusrumaga vahetult kokku puutuvate kodanike arvu vähendamist (Hendrikson & Ko 2007).

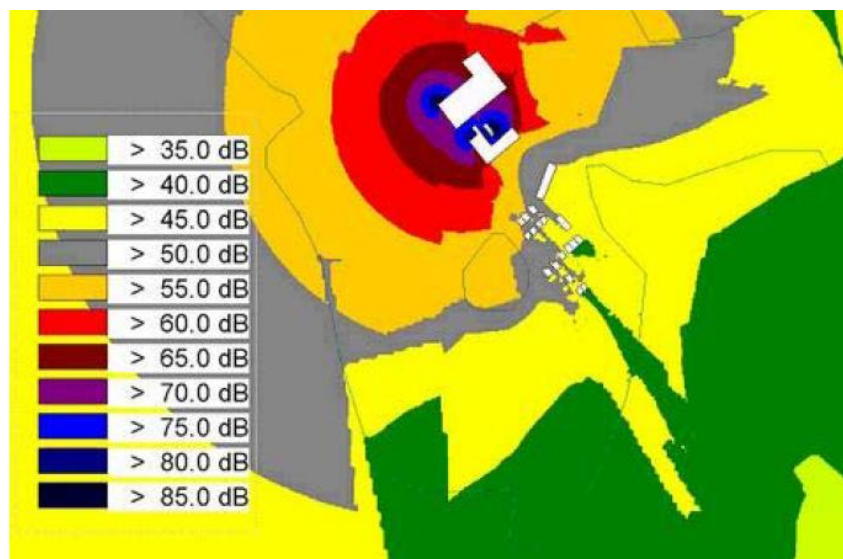
Müra kui keskkonnaprobleemi üheks peamiseks erisuseks teiste keskkonnaprobleemide seas on fakt, et müra kui probleem ei näita maailma mastaabis vähenemise märke. Üldine müra foon on hoolimata analüüsides ning leevendusmeetmete rakendamisest liikumas tõusvas joones. Näiteks Rootsis on müra üks ainuke negatiivseid keskkonnamõjusid, mis on alates 1992. aastast alates kasvanud (Öhrström jt 2006). Näiteks aastaks 2010 oli liikluse müra võrreldes 1997. aastaga kasvanud 29 %. Müra on võrreldud ka passiivse suitsetamisega, kus müraga mitte kokku puutuvatel inimestel on tihti keeruline seda vältida (Öhrström jt 2006).

### **1.3.1. Müra modelleerimine**

Keskkonnamüra müra modelleerimine on oma olemuselt teoreetiline protsess, mis annab hinnanguid, millised võiksid olla konkreetse situatsiooni keskkonna müra intensiivsuse astmed. Müra modelleerimiseks sisendatakse reaalse olukorra kohta võimalikult palju informatsiooni ja teavet (loomaks võimalikult reaale situatsioon) (RTA 2015:56). Määramatust lisab arusaadavalt pidevate olukordade ja tingimuste muutus (nt ilmastik). Lisaks tuleb mõista, et programmi koostatud modelleering on abivahend mõistmaks kavandatava olukorra või siis olemasoleva olukorra müra intensiivsust erinevates piirkondades. Müra modelleerimise kaugus sõltub müra intensiivsusest. Modelleeringu näol ei ole tegemist ei ole täielikult reaalsel olukorda peegeldava vahendiga (DTI 2007).

Transpordimüra on üks keskkonnamüra alaliike, mida iseloomustab eelkõige füüsikaliste karakteristikute mitmekesisus ja dünaamilisus. Sellest tingituna on ka müra modelleerimine ja selle käsitlemine mõnevõrra raskem kui seda on näiteks üksiku staatilise müra allika korral. Müra käsitlemisel tuleks reaalsema tulemuse saamiseks arvestada ka üksikute müra allikatega (nt sõiduki või seadme mootorist tulenev müra) (Vlachokostas jt 2012). Transpordimüra iseärasusteks on veel müra allikate rohkus ja selle mitmekesisus. Transpordimüra modelleerimine on keeruline eelkõige näiteks maanteed ja raudteeliikluse korral, kus sisendandmetest (liiklusintensiivsus, liikluskoormus jt) oleneb suurel määral töö väljund ja hilisemad leevendusmeetmed. Sellest tulenevalt koostatakse tihti ka mitu erinevat stsenaariumit. Müra modelleerimise (joonis 6) eesmärgiks on mõista müra intensiivsust ja mõjusid ümbritsevale looduskeskkonnale kui ka inimestele (DTI 2007).

Müra modelleerimiseks on oluliseks müra modelleerimisel kasutatav arvutuste (müra allika arvutuslik kõrgus) teostamise kõrgus (peegeldamaks, kuidas inimesed uuritavat müra tajuvad), müratasemete arvutussammud ehk tihedus (m x m) ning milliste vahemikena esitatakse müra kaardid (nt 5dB kaupa) (RTA 2015). Lisaks annavad olulise sisendi maastikumudel, mis peegeldab olukorra geograafilisi iseärasusi ja tingimusi. Täiendavalt sisestatakse valitsevad ilmastikutingimused (valitsevad tuule suunad, õhuniiskus, õhurõhk jt). Sõltuvalt vajadustest on võimalik arvestada veel näiteks sõidukite tüüpe, erinevaid teekatteid, veeremkoosseise ja nende vanuseid, tööstusmüra allikaid jne) (DTI 2007).



**Joonis 6.** Müra modelleerimine, koostatud müra kaart (DTI 2007)

#### **1.4. Keskkonnamõjude hindamine**

Sarnaselt teistele tegevustele on ka mõjude hindamine suhteliselt tugevalt piiritletud erinevate direktiivide, määruste ning muude asjakohaste dokumentidega. Eelnimetatud dokumendid annavad protsessile üldise raamistiku ja vormingu.

Mõjude hindamine on kui protsess, mis peaks oma olemuselt andma olulist lisandväärtust erinevate planeeringute läbiviimisel ning strateegiliste ja põhimõtteliste otsuste tegemisel. Mõjude hindamise peamiseks eesmärgideks on (KKM 2015a):



- sisendi andmine erinevate otsuste tegemiseks, et otsustajal oleks võimalik arvesse võtta võimalikult palju kõiki olulisi punkte ning näha võimalikke tagajärgi;
- püstitatud eesmärgini jõudmiseks oleks otsustajal võimalik valida kõige optimaalsem teekond ja saavutamise vahendid;
- lõpliku otsuse kujundamisel oleks võimalik arvestada võimalikult mitmete erinevate huvigruppide seisukohtade ja väärtushinnangutega.

Mõjude hindamise protsess kaardistab neid erinevaid aspekte. Mõjude hindamine jaguneb eelkõige oma detailsusastmelt kaheks suuremaks protsessiks: Keskkonnamõju hindamine (KMH) ning keskkonnamõju strateegiline hindamine (KSH) (KKM 2015a).

Eraldi tuleb silmas pidada, et KMH koosneb ka kahest erinevast osapooldest. Ühelt poolt jälgib KMH menetlus protsessi üldist eesmärki (negatiivse keskkonnamõju olulisus ning selle ära hoidmine), kuid teiselt poolt tuleb vaadelda ka iga menetluse spetsiifilisi aspekte. Näiteks uue avatava karjääri mõju ümbruskonna põhjaveele või rajatava tuulikupargi mõju linnale ning selle välisilmele. Silmas tuleb pidada KMH protsessi üldisi eesmärke ning samas on oluline ka iga konkreetse mõjude hindamise menetluse spetsiifikast tulenevat olulised negatiivsed ilmingud ja mõjud (KKM 2015a).

Keskkonnamõju hindamise peamiseks eesmärgiks on anda otsustaja(te)le olulist informatsiooni kõikide võimalike stsenaariumite korral (erinevad valikud soovitud eesmärgini jõudmiseks) ning lisaks anda enda eksperthinnang (soovituslik) keskkonnaliselt kõige sobivaima lahendusvariandi poolt (Heinma 2015). Koostatud analüüs on meetodiline, süstemaatiline, korratav ning hilisemalt kontrollitav. Eeltoodule lähtudes on võimalik väita, et tegemist on objektiivse ja taasesitatava informatsiooniga (Kirss 2007).

KMH viiakse üldjuhul läbi (RT 2005):

- tegevusloa (KeHJS § 7) taotlemisel, kui konkreetse loa taotlemise ajendiks olev kavandatav tegevus võib eeldatavalt endaga kaasa tuua märkimisväärse keskkonnamõju;
- kehtiva tegevusloa muutmisel, kui tegevusloa sisu muutmise aluseks olev kavandatav tegevus võib enda realiseerumisega kaasa tuua võimaliku olulise keskkonnamõju;

- mingi muu sellise tegevuse kavandamine, mille olemasoleva info põhjal ei ole võimalik (või ei ole välistatud) öelda, kas kavandatav tegevus võib ümbritsevale põhjustada negatiivseid ilminguid.
- kui kavandatava tegevusega võib tekkida oht Natura 2000 võrgustiku alade kaitsekorralduseeskirjades sätestatud kaitstavatele liikidele või/ja väärtustele.

Peamised sisendid, mida mõjude hindamise protsessid peavad otsustajale täiendavalt andma on fikseeritud õiguslikult. KMH peab olema läbi viidud ja koostatud selliselt, et otsustajal oleks võimalik (Heinma 2015):

- arvestada kõikide oluliste kaasnevate tagajärgedega;
- arvestada erinevate huvigruppide väärtushinnanguid;
- saada teavet, kuidas jõuda plaanitava eesmärgini võimalikult optimaalselt;
- adekvaatselt võrrelda erinevaid alternatiive soovitud eesmärgini jõudmisel;
- kaardistada osapoolte seisukohad ja arvamused kavandatava objekti suhtes;
- teha parem ja efektiivsem otsus nii tänast olukorda arvestades kui ka teha tulevikku vaadates jätkusuutlik otsus.

## **1.5. Ülevaade seadusandlusest**

### **1.5.1. Keskkonnamõju hindamine õigusaktides**

Seadusandlus on kujunenud läbi aegade, muutunud koos igapäevaeluga ning toetudes muudatustes suuresti praktikas ilmnenu vajadustele. Kuigi protsess on ise muutunud mitmekülgsemaks ning oma olemuselt laiahaardelisemaks, on tuumikeesmärgid püsinud tänaseni (JUST & Riigikantselei 2012).

Keskkonnamõjude hindamise protsess viiakse õiguslikult läbi kehtiva keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi regulatsiooni (KeHJS) abil (RT 2005). Vastav seadus seab raamistiku tegevusloa aluste keskkonnamõju hindamise ja lisaks ka strateegiliste planeerimisdokumentide menetlustele. Lisaks põhilisele seadusele on antud valdkonnas veel mitmeid eriseaduseid (sätestavad mitmesuguste tegevuslubade

menetlemise korra) (EN 1985, 1997). Direktiivid on koostatud põhimõttest, et tõhus ja põhjalik preventiivne töö hoiab ära olulised keskkonnasaastatused ning ennetab võimalikke negatiivseid mõjusid keskkonnale. Sellest tulenevalt on ka keskkonnamõju hindamise menetlusprotsessi peetud kui üheks jätkusuutliku arengu vältimatuks eeltingimuseks. KMH hindamise raamistik on tegevuslubade tasandil sätestatud keskkonnamõju hindamise direktiividega, nn lennukõrguselt kõrgema KSH tasand on reguleeritud KHS direktiiviga (EN & EP 1992, 2001). Lisaks eeltoodule reguleerivad raamistikku ka Natura 2000 aladele kehtivad loodusdirektiiv ja selle artikli vastavad lõiked. Siseriiklikult on Natura 2000 alad reguleeritud KeHJS ning looduskaitseseaduses (RT 2004 § 70).

Euroopa liidust tulenevad keskkonnamõju hindamise vastavad direktiivid on sammuti olulisel kohal meie mõjude hindamise protsessi raamistiku kujunemisel (KKM 2015a).

Globaalsel tasandil on KMH menetlust kaudsel määral mõjutanud ka bioloogilise mitmekesisuse konventsioon. Konventsioon sätestab raamistiku kavandatava arendustegevuse ja sellega kaasneva mõju elusloodusele. Eesti on konventsiooni liige alates 1994. aastast (RT 1994).

Seoses asjaoluga, et loodust ja keskkonda üldiselt kaitstakse inimese heaks, siis on siinkohal tegemist haldusmenetlusega haldusmenetluse seaduse (HMS) tähenduses. Seadus reguleerib avaliku ja avatud menetluse läbiviimise korda ning seab raamistiku erinevate osapoolte ja huvigruppide avalike koosolekute asjus ja nende korraldamisega (RT 2002b). Lisaks on Eesti liitunud ka Århusi konventsiooniga (2001), mille eesmärgiks on avardada avalikkuse juurdepääsu saadavale keskkonnainfole (KKM 2001). Sellest konventsioonist on lähtunud ka avalikustamise direktiiv koostamisel, mis sätestab avalikustamise kaasamise reeglistiku keskkonnamõju hindamise menetluse protsessi (RT 2001b).

Olukorras, kus keskkonnale on juba kahju tekitatud, reguleerib situatsiooni keskkonnavastutuse direktiiv. Direktiivi eesmärk on panna kohustus kõikidele isikutele finantsmajanduslik kui ka juriidiline kohustus vastutada keskkonnale tehtud kahju eest. Direktiivi ülevõtmine liikmesriikide poolt on käimas alates 2004. aastast, Siseriiklikult on direktiivi ülevõtmine keskkonnaministeeriumi poolt reguleeritud keskkonnavastutuse seaduse eelnõuga (EN & EP 2003).

Teatud olukordades, kus keskkonnamõju kandub ka üle riikide piiride, tuleb mõju keskkonnale hinnata vastavalt Espoo konventsioonile (Eesti liitus 2000.a) (Unesco 2002).

Täiendavalt on Eesti sõlminud Läti ja Soome Vabariigiga, et hõlbustada piiriülest mõjude hindamist. Lisaks on Euroopa riikide keskkonnaministrite poolt alus pandud Kiievi protokollile, mille sisuliseks eesmärgiks on arendada projektipõhist keskkonnamõjude hindamise menetlust riikide vaheliselt. Kiievi protokoll on oma olemuselt piiriülese KSH lepe (RT 2001a).

### **1.5.2. Müra õigusaktides**

Müra on reguleeritud õigusruumis sarnaselt keskkonnamõju hindamise protsessile: siseriiklikult erinevate seadustega ning täiendavalt ka Euroopa Liidu direktiividega. Kehtivad müra piirtasemed ja normtasemed on sätestatud sotsiaalministri 04.03.2002 vastu võetud määruses nr 42 MnmM (RT 2002a). Seadus sätestab piirmäärad erinevatele puhke ja elamualadele, ärimaadele ning muudele ühiskasutusega hoonetele. Mainitud sotsiaalministri määruses on kasutusele võetud metoodika, mille korral mõõtepunkt asus 2,5 m kõrgusel ja 25 m kaugusel müra allikast (tee korral tee servast, rööbastee puhul rööbastee teljest). Kehtivad piirnormid on täitmiseks linnade, asumite ja asulate ruumilisel planeerimisel ning sealse elukorralduse korraldusel. Määruses eristatakse kahte perioodi: öine (23.00-7.00) ning päevane (7.00-23.00) tase. Müra modelleerimisel konkreetsel objektil määratakse siinkohal päeva, öhtu ning öö müraindikaator ( $L_{\text{day}}$ ) ja öö müraindikaator ( $L_{\text{night}}$ ) (RT 2002a).

**Tabel 1.** Liiklusest tingitud müra häiringu kehtestatud normtasemed hoonestusega ja hoonestamata aladel ( $L_{qAi,eq,T}$  dB päeval/öösel) (RT 2002a)

Ala kategooria üldplaneeringu alusel	I	II	III	IV
	Loodulikud puhkealad ja rahvuspargid, puhke- ja tervisehoiuasutuse puhkealad		Laste-ja õppeasutused, tervishoiu- ja hoolekande asutused, elamualad, puhkealad, ja pargid linnades ning asulates	Segaala (elamud ja ühiskasutusega hooned, kaubandus,- teenindus- ja tootmisettevõtted)
Taotlustase uutel planeeritavatel aladel	50/40	55/45	60/50	65/55
Taotlustase olemasolevatel aladel	55/45	60/60	60/50 65*/55*	70/60
Piirtase olemasolevatel aladel	55/50	60/55 65*/601*	65/55 70*/60*	75/65
Kriitiline tase olemasolevatel aladel	65/60	70/65	75/65	80/70

Märkus. \*Arvestatakse müratundlike hoonete sõidutee/raudtee poolsemal küljel

Täiendavalt on müra aspekti käsitletud rahvatervise (RTerS) seaduses (RT 1995). Seaduse peamine eesmärk on vastavalt § 1 lõikele 1 inimese tervise kaitsemine, haiguste profülaktika ja tervisliku seisundi edendamine. Inimeste tervist ja heaolu seisundit mõjutavaks oluliseks teguriks on toodud müra kui häiring. Lisaks on RTerS § 4 lõikes 13 on välja toodud ka müra aspekt ning seal on ära toodud, et olev müratase ei tohi inimese tervisele mõjuda negatiivselt, kutsudes esile erinevaid tervisehäireid (unetus, stress, kuulmiskahjustus jt) (RT 1995). Ruumides olev sisemüra ja nende käsitus eesmärk peab vastama seadustes toodud piirnormidele. Rahvatervise seaduse eesmärk antud kontekstis on pigem üldise raamistiku seadmine ning toodud sotsiaalministri määruse nr 42 eesmärgiks on juba detailsem lähenemine (RT 1995, RT 2004).

Välisõhu kaitse seaduse peamiseks eesmärgiks on välisõhu kvaliteedi tasemete säilitamine piirkondades, kus vastav kvaliteet ei vasta seaduses kehtestatud normidele. Lisaks kodanike kaitsele on seaduse laiemaks eesmärgiks ka müratundlike liikide ja nende elupaikade kaitsmine müra eest. Välisõhu kaitse seadus on sarnaselt sotsiaalministri määrusele detailsem ning konkreetsem, kui seda on rahvatervise seadus (RT 2004).

Euroopa Parlamendi ja Nõukogu poolt kehtestatud direktiiv 2002/48/EÜ reguleerib keskkonnamüra ning selle seire ja operatiivse kontrollimisega seotud tegevusi ja toiminguid (SM 2010). Osaliselt on direktiivist tulenevad nõuded sisse viidud ka meie siseriiklikku seadusandlusesse. Direktiivides on sätestatud üldised põhimõtted vältimaks ja vähendamaks inimeste kokkupuudet keskkonnamüraga ning sellest tingitud võimalikke kahjulikke mõjusid. Direktiivi peamine eesmärk on inimeste tervise kaitsmine, kuid seda on praktikas kohaldatud ka välisõhu kaudu leviva müra häiringu suhtes. Direktiivis määratletakse eesmärkidena ka ühtse lähenemisviisi ja meetodikad, keskkonnamüraga kokkupuuted ja müra kaardistamise põhimõtted, probleemkohtade kaardistamise vastuvõtmine ning meetmed keskkonnamüra vähendamiseks ning vältimiseks. Peamiste müraallikatena loetakse eelkõige maanteedest, raudteeliiklusest, lennukitest ning välitingimustes asuvaid ja töötavaid tööstusseadmeid (RT 2002a, SM 2010).

Kui siseriiklikult müra regulatsioonides seoses transpordiga erisusi sätestatud ei ole, siis näiteks raudtee kontekstis on selgelt reguleeritud nii reisi- kui ka kaubaveeremile kohalduvad nõuded. Üheks oluliseks põhjuseks on välja toodud raudteeliikluse spetsiifikast tulenevad eripärad ja kõrgemad helitasemed. Raudteele poolt Euroopa Liidu poolelt tulenev direktiiv on *Noise TSI*. See sätestab erinevad normid rongidele (EK 2014):

- kabiini sees olev müra;
- püsiva müra piirväärtus;
- käivitamisest tingitud müra väärtus;
- lähimüra piirväärtus;
- veeremi seisumüra;
- möödasõidu müra.

Kõige enam pööratakse tähelepanu veeremite möödasõidust tingitud häiringule. Määruses toodud piirväärtused on mõõdetud 7,5 m kauguselt ning 1,2 m kõrguselt (EK 2014).

**Tabel 2.** Möödasõidumüra piirväärtused (EK 2014)

<b>Veerem</b>	<b><math>L_{pAeq, Tp}</math> @ 7,5 m*</b>
Elektrivedurid	85 dB(A)
Diiselveurid	85 dB(A)
EMRid	81 dB(A)
DMRid	82 dB(A)
Reisivagunid	80 dB(A)

Märkus. \*veeremi kiirusel 80 km/h

Täiendavad seadused, mis reguleerivad kas otseselt või kaudselt müraga seotud temaatikat on näiteks ehitusseadustik, lennundusseadus, elamuseadus, liikluseadus, töötervisehoiu ja tööohutuse seadus, masina ohutuse seadus ning lõhkematerjali seadus (SM 2010).

Käesoleval hetkel on seadusandluses toimumas ka uue seaduse koostamine. Uus seadus ja selle väljatöötamine keskendub eelkõige müra, lõhna ning valguse reostusega seotud probleemidele ning muudab nende teemade käsitlemist selgemaks ja paremini piiritletumaks. Eelkõige on teema käsitlemine oluline, kuna inimeste igapäevaelu (näiteks elamuhooned ööpäevaringselt töötava tehase või suure maantee vahetus läheduses) kvaliteet mõjutab nii nende endi kui ka lähedaste tervist. Müra asjus on täpsustatud müra olemust ja selle tekkepõhjuseid (inimtegevusest tingitud häiring). Lisaks eristatakse uues seaduses välisõhumüra ning ära on toodud, et sinna koosseisu ei kuulu meelelahutusüritustest, töökeskkonnast või riigikaitseobjektidest tekitatav müra (KÕK 2013).

## **1.6. Müra modelleerimine KMH's ja detaiplaneeringutes**

Keskkonnamõjude hindamise protsessi ja selle probleemkohti on käsitletud mitmetes uurimistöodes, artiklites ning juhendmaterjalides. Keskkonnamõjude hindamise protsessi juurde kuulub tihti (eelkõige transpordivaldkonnas kavandatavad tegevused ja nende laiendused) müra modelleerimine. Mõjude hindamise peaesmärgist lähtudes, tuleb hinnata kavandatava tegevuse mõjusi ja leevendusmeetmeid. Kuna müra aspekt on üheks tuntavamaks muudatuseks inimeste harjumuspärasest keskkonnast, siis on vastavate modelleerimiste läbiviimine oluline. Müra modelleerimist KMH kontekstis kättesaadavate

infoallikate kaudu magistritöö koostaja ei leidnud, küll on KMH ja selle ülesehitus, läbiviimise meetodid ja vajalikku leidnud laia kõlapinda.

Eestis on teostatud mitmeid analüüse keskkonnamõtjude hindamise protsessist ja praktikatest. Üheks selliseks tööks on K. Petersoni (2006) Ülevaade *keskkonnamõju hindamise praktikast Eestis*, mis koondas endas erinevate asjakohaste uuringute tulemusi ja analüüsis teostatud projekte. Töö kajastas endas KMH hindamise ja läbiviimise praktikat Eesti Vabariigis tol ajal kehtinud KMH seaduse ehk KeHAS-i alusel (RT 2002a). Analüüs andis ülevaate KMH rakendamise ajaloost ja selle kujunemisest Eestis. Uurimistöös vaadeldi erinevaid KMH menetlusi ja analüüsiti KMH menetlusprotsessi kitsaskohti. Töö andis ülevaate, millised olid Eestis algatatud KMH, mis olid peamised algatamise põhjused ning kuidas jagunes menetluskoormus omavalitsuste lõikes (Peterson 2006).

Keskkonnakorraldusliku poole pealt on modelleerimist käsitletud pigem planeerimise temaatika asjus. Selle all peetakse silmas mitte niivõrd transpordist tulenevat müra kui vastust küsimusele: kas ning millisel määral on kuulda looduslikku fooni. Kui müra modelleerimise all peetase silmas üldjuhul kitsalt ebameeldivat heli, siis *soundcape* mõiste on modelleerimises kasutatud kui looduslikku heli olemasolu ja selle osakaalu meie igapäevaelus (RTA 2015). Loodusliku fooni modelleerimisega kirjeldatakse ja antakse hinnang konkreetse keskkonna situatsiooni asjus, eesmärgiks on hinnata loodusliku fooni tonaalsust ja selle osa inimeste igapäevaelus. Lisaks on tõdetud, et erinevad helid põhjustavad ka inimestele erinevaid häiringuid. Näiteks olukorras, kus müra intensiivsus on sama, kuid müra koosseis on erinev, häirib sama heli intensiivsuse juures inimest vähem, kui müra summaarses koosseisus on rohkem nn looduslike helisid. Looduslike helidega (linnulaul, aerodünaamilised helid jne) häirivad inimest vähem kui näiteks möödud sõiduk või läheduses töötav ehitusmasin. Seni on müra modelleerimistes peamiselt kasutatud müra leevendusmeetmete rajamist, kuid üheks alternatiivseks võimaluseks peetakse eelkõige planeerimise faasis maastiku profiili arvestamist ning kavandatava tegevusega kaasnevat võimalikku maastiku planeerimist ja selle kaudu müra levikut (Brown 2014). Täiendavalt on viimastel aastatel eraldiseisvalt käsitletud ja analüüsitud rongidest tulenevat müra just põhjusel, kuna see on palju käsitletud maanteed omast mõnevõrra erinev ja spetsiifilisem. Teostatud analüüside peamiseks ülesandeks on olnud välja selgitada raudteespetsiifilised füüsikalised erisused ning kaardistatud füüsikalisi erisusi ühildada ka müra arvutusmeetodikatega ning müra modelleerimise programmidega (Bazaras 2006).



KMH protsessi, selle metoodikaid ning tuleviku trendidest andis ülevaate T. Sager (2001) analüüsis oma aruandes KMH protsessi, kasutatavaid metoodikaid Skandinaavia riikide praktikastes ning pakus välja KMH võimalikud arenguteed. Lisaks analüüsi dokumendis erinevate näidisprojektide abil KMH protsessi kitsaskohti ja toodi välja erinevaid ettepanekuid, kuidas ühe või teise projekti asjus oleks saanud midagi paremini või läbimõeldumalt teha (Sager 2001).

Kirss (2015) ja EMÜ/ERKASe (2009) ülevaadetes on käsitletud planeeringite KSHsid. Analüüsi KSH rakendamist üldplaneeringutes ning valdkondi, mis on kas ainult osaliselt või täielikult KSH menetlusest üldplaneeringu kontekstis katmata (Kirss 2015). EMÜ ka ERKAS aruandes analüüakse KSH menetluse õiguslikke ja praktilisi aspekte. Lisaks vaadeldakse kuidas ja kas on Eestis õnnestunud ühendada planeerimise ja keskkonnamõtjude hindamise protsess (EMÜ/ERKAS 2009).

Keskkonnamõju ja -riski hindamise käsiraamat (2005) annab ülevaate ja koondab erinevaid alusmaterjale keskkonnamõtjudest ja nende riskide hindamisele hinnangu andmisest, keskkonnamõtjude hindamise protsessist, keskkonnariski hindamisest, lisaks võrreldakse keskkonnamõtjude hindamist riskide hindamisega (Pöder 2005). Käsiraamatus on toodud, et keskkonnamõtjude paremaks hindamiseks ja selle lisandväärtuse olulisusest otsustajale on tähtis, et erinevad osapooled (spetsialistid, ametkonnad ja ministriumid ning muud puudutatud isikud) mõistaksid keskkonnamõtjude hindamise protsessi, menetlust ning selle eesmärki sarnaselt (Pöder 2005). Keskkonnaministeeriumi ja T.Põdra (2015) koostatud dokument annab ülevaate keskkonnariskide hindamisest, põhimõistetest ja kasutatavast terminoloogiast ning reguleerivatest õigusaktidest ja mõju hindamise etappidest (Pöder 2015). Lisaks on koostatud erinevaid uuringuid siseriiklike keskkonnavaldkonna seadustevastavusest Euroopa Liidu direktiividele ja määrustele ning antud hinnang kuidas on õnnestunud nende rakendamine Eesti õigusloomesse ja mõjude hindamise praktikasse (Raidla & Partnerid 2005).

Seoses müra normtasemete kaasajastamise ja ümbervaatamisega on teostatud Keskkonnaõiguse keskuse analüüs (2013), mis käsitles kehtivaid müraalaseid regulatsioone ning selle probleemkohti ja võimalikke lahendusvariante (KÕK 2013). Koostatud analüüsis esitati võimalikud lahendusvariandid eeldustega, et üldistest printsiipidest on neid võimalik loogiliselt viisil tuletada. Oluliseks eesmärgiks oli ka normide realistlik rakendatavus selliselt, et rakendamisega oleks võimalikult suures

ulatuses arvestatud erinevate osapoolte õiguseid ja huve. Keskkonnamüra on täiendavalt käsitletud mitmetes töödes, mis analüüsisid müra olukorda seadusandlikus ruumis ning seadusandlust võrreldes valitseva praktikaga (SM 2010).

Müra kui häiringu modelleerimist on valdavalt käsitletud maanteede kontekstis. 2005. aastal avaldatud töös *Motorway noise modelling based on perpendicular propagation analysis of traffic noise*, anti ülevaade lähteandmetest, mida on kasutatud müra modelleerimisel. Töös anti ülevaade maanteede transpordimüra olemusest ja selle häiringu koosseisust, analüüsiti helilainete liikumist tavaolukorras ning erinevate tüüpide müratõkete paigalduse korral (Tansatcha jt 2005). Tööstusmüra ja transpordiga kaasnevat müra ja selle intensiivsust on käsitletud täiendavalt M. Janic (2007) oma töös. Analüüs annab ülevaate maanteede tasuvuse olulisusest ja selle määramisest. Mõjudes keskenduti eelkõige maanteede liiklusintensiivsusest ja liikluskoosseisust tulenev müra häiringule, selle suurus ja vajalikud majanduslikud meetmed, mis nendega tegelemiseks vaja lähevad. Keskenduti eelkõige majanduslikele tulemitele: palju ja millistel tingimustel on võimalik raskeveokite arvu liikluses suurendada selliselt, et see oleks majanduslikult võimalikult optimaalne (Janic 2007). Müra modelleerimise sisendandmeid on käsitleni R.Hickey (1996) uuringus *Noise modelling and evaluating learning from examples*. Töös käsitleni müra modelleerimise algusaegast ja analüüsiti protsessi kujunemist (Hickey 1996).

Eelpoolmainitud töödes on müra aspekti käsitletud pigem kas seadusandlusliku poole pealt või siis täiesti eraldiseisvalt ainult müra tehnilise hinnangu vaatevinklist lähtuvalt. Müra modelleerimise kui tehnilise poole pealt koosmõjus seadusandliku poolega terviklikult käesoleva lõputöö koostajale sümbioosis käsitletud ei ole.

## **2. MATERJAL JA METOODIKA**

Käesolev magistritöö analüüsib transpordimüra häiringu käsitlemist Eesti keskkonnakorralduses, vaadeldes põhjalikumalt müra teemat KMHdes ja detailplaneeringutes. Mõiste keskkonnakorralduse all mõistetakse tihti ka keskkonda hoidvat suhtumist, teadlikute valikute tegemist, säästlikku keskkonna arendamist ning häid elamistingimusi inimestele ja loomadele (KKM 2012). Antud töö käsitleb keskkonnakorraldust müra häiringu vaatevinklist läbi teostatud DP-de ja KMH-de. Käsitlevaid keskkonnakorralduse meetmeid vaadeldakse müra häiringu trakteerimine keskkonnamõju hindamise ja detailplaneeringute kontekstis.

### **2.1. Lähtematerjal ja valimi koostamine**

Uurimistöö alfaasis kaardistati Eestis tehtud transpordi infrastruktuuriga seotud keskkonnamõjude hindamised, teostatud kui ka koostatud detailplaneeringud, ning vaadeldi nendes müra modelleerimise käsitlust ja leevendusmeetmeid. Lõppvalimi koostamisel arvestati aruande valmimise aega (alates 2005. aastast), objektide mastaapsust, objekti tüüpi (sadam, maantee, raudtee) ning püüti tagada aruannete koostajate mitmekesisus. Algselt oli valimis vastavaid 12 projekti. Kuna suurema mahuga projektid on laiema mõjuga üldisele Eesti keskkonnakorraldusele, siis eelistati antud valimi seast selliseid modelleerimisi, mis olid koostatud mastaapsete (vähemalt 1 km<sup>2</sup>) projektide (5 tk) keskkonnamõjude hindamise raames. Mitmekülgsema pildi saamiseks võeti lõplikusse valimisse kaks detailplaneeringut, mille raames on teostatud väiksema mahuga müra modelleerimised (tabel 3). Eeltoodule tuginedes võeti käesolevasse töösse 7 aruannet, milles sisaldus teemana müra modelleerimine.

**Tabel 3.** Töös analüüsitavad KMH ja detailplaneeringute projektid

Projekti nimi	Dokumendi tüüp	Koostaja	Valmimisaasta
Tartu Idaringtee	KMH, eelprojekt	OÜ Hendrikson ja Ko	2007
Kose-Mäo maanteelõik	ÜP(Kose, Kõue, Paide), eelprojekt, KMH	AS Ramboll	2008
Tallinna Vanasadam	KMH(laienemine)	OÜ Akukon	2008
Rail Baltic	KSH(KMH täpsus), eelprojekt	OÜ Hendrikson ja Ko	Koostamisel
Roodevälja küla Paekarjääri motosportikeskus	DP	OÜ Alkranel	2015
Tammepõllu tee detailplaneering	DP	OÜ Elle	2015
Muuga sadama lääneosa	KMH(laienemine)	OÜ E-Konsult	2007

Uurimistöösse valitud projektide aruannetes analüüsiti milliseid müra modelleerimise meetodikaid on kasutatud, kuidas toimus leevendusmeetmete välja töötamine ja milliseid erinevaid aspekte selle juures on arvestatud ning millised lähteandmeid modelleerimisel on kasutatud. Aruannete analüüsil tugineti kontentanalüüsi meetodikale (TÜ 2011). Analüüsiti KMH ja DP raames koostatud müra aruannete kirjalikku teksti ning käsitletavate võrdlusparameetrite esinemist, olemasolu ning sisu uurimisülesannete lõikes. Analüüsikatekooriateks olid müra modelleerimine, müra leevendusmeetmed ning müra Eesti seadusandluses. Uurimisülesannete lõikes võrreldi mainitud teemasid erinevate autori poolt püstitatud parameetrite ja projektidest tulenevate sisendite (arvutusmeetodika, modelleerimisel kasutatud programm, leevendusmeetmete välja töötamisel arvestatud tegurid, müra piirväärtused, normväärtused jt) omavahelisel kõrvutamisel. Kasutatud deduktiivne lähenemine on antud tööks sobilik, kuna lähtutakse avalikult olemasolevatest kirjalikest andmetest. Ennem analüüsi läbiviimist koostati uurimisküsimused (vt sissejuhatus) ning analüüsikategooriad uurimisküsimuste teemade lõikes (TÜ 2011).

## **2.2. I uurimisülesanne - müra modelleerimine KMHs ja DP**

Esimeses uurimisülesandes analüüsiti valitud KMH ja DP projektide müra modelleerimise protsessi. Projektides otsiti vastavalt teguritele asjakohast informatsiooni ning kõrvutati ja analüüsiti omavahel erinevad parameetreid: transpordimüra allikatüüp (maantee, sadam, raudtee vms), müralevi modelleerimisel kasutatud programm ja versioon, kasutatud arvutusmetoodika ning projekti mastaap ja tüüp ning sellest tingitud võimalikud erisused, mis mõjutavad müra modelleerimist. Lisaks anti ülevaade kasutatud modelleerimisprogrammidest (programmi olemus). Täiendavalt kaardistati projektides müra modelleerimisel kasutatud sisendandmeid (prognoosstsenaarium, objekti iseärasused, müra allikad, mürakaardi kõrgus, ruudustiku tihedus) ja modelleerimisel püstitatud eesmärgid (kas sooviti tagada taotlustase, piirtase, kriitiline tase). Eelnevale tuginetes analüüsiti kasutatud parameetreid ning projektide peamiseid erisusi ja sarnasusi.

## **2.3. II uurimisülesanne - müra leevendusmeetmed KMHs ja DP**

Teises uurimisülesandes analüüsiti mainitud projektide müra modelleerimise protsessi tulemusele järgnevat välja pakutud leevendusmeetmeid ja vaadeldi nende välja töötamisel arvestatud erinevaid tegureid. Projektide lõikes käsitleti ühelt poolt müra modelleerimisel leevendusmeetmete välja töötamisel arvestatud valdkondi ja tegureid (majanduslik maksumus, tehniline teostatavus, müratõkke müra leevendamise tehniline tõhusus). Teiselt poolt käsitleti välja töötatud leevendusmeetmeid ja milliseid leevendusmeetmete paigaldamisega kaasnevat mõjusid arvestati (sobivus ümbritsevasse keskkonda, inimeste- ja loomade liikumised, välja töötatud leevendusmeetmed ning täiendavad soovitused müra leevendamiseks).

Projektides kaardistati majanduslik maksumus, tehniline teostatavus, müratõkke müra leevendamise tehniline efektiivsus ning kas ja kuidas analüüsiti mürabarjäärade sobivust ümbritsevasse maastikku ning kas on mürabarjäärade kavandamisel arvestatud arvestati ka inimeste ja loomastiku harjumuspäraste liikumisteedega. Antud parameetrite omavahelisel võrdlemisel toodi välja projektide lõikes kasutatud või mitte kasutatud käsitletavat tegurit. Toodi välja, millised olid konkreetse projekti raames välja töötatud müra leevendamise

meetmed, milliste parameetritega täiendavalt arvestati või soovitati ekspertide poolt arvestada ning võimalik asjakohane oluline lisainformatsioon välja töötatud leevendusmeetmetega seoses. Uurimistöös koguti informatsioon vastavalt käsitletavatele parameetritele ja teguritele. Käsitletavate parameetrite väärtused koondati tabelitesse ning kõrvutati omavahel. Tabeleid tervikuna vaadates oli võimalik näha, kui laiahaardeline oli erinevates projektides toimunud leevendusmeetmete välja töötamine ning millisel määral arvestati leevendusmeetmetega kaasnevaid tegureid.

## **2.4. III uurimisülesanne - müra Eesti seadusandluses**

Kolmandas uurimisülesandes käsitletakse müra piirväärtuste ja normväärtuseid Eesti seadusandluses võrrelduna teiste Euroopa riikidega. Käsitleti liikluse müraga seotud väärtuseid (taotlustase, piirtase, kriitiline tase) ning kellaajalist määratletust (öine, päevane ja õhtune aeg). Vaadeldi Eesti siseriikliku sotsiaalministri määrusega sätestatud päevast, õhtust ja öist aega ning kehtestatud taotlustasemeid ja kriitilisi tasemeid võrreldes teiste töös käsitletavate riikidega. Analüüsi, kas ja milliseid erisusi on seoses liikluse müra reguleerimisega kehtestatud. Riikide valimisel jälgis lõputöö autor, et tegemist oleks arenenud riigiga ehk riigiga, kus on müra temaatikaga oleks tegeletud pikka aega. Teiselt poolt on soovis lõputöö autor, et tegemist oleks riikidega, kellele transpordisektori areng ja ühtlasi ka inimeste heaolu on üheks prioriteediks. Riikideks olid antud uurimistöös valitud Saksamaa, Suurbritannia, Šveits ja Rootsi. Seega võrreldes antud riikide norme, on võimalik saada olulist infot vaatamaks ka Eesti norme alternatiivse pilgu läbi.

Alternatiivse seisukoha saamiseks küsitleti antud uurimisülesande raames ka eksperte. Käesoleva lõputöö raames olid ekspertideks inimesed, kes on töötanud ja läbi viinud erinevaid müra modelleerimise töid ning osalenud erinevates analüüsides. Lisaks oli autoril tööalastelt tekkinud kontaktide kaudu võimalik valitud välismaa ekspertidega suhelda. Suhtlemine rootslastega ekspertidega toimus skaibi teel läbi viidud vestluse raames (Skype) ning Eesti eksperdiga meili teel. Ekspertid kaasati eelkõige, et saada täiendavat informatsiooni teostatud seadusandluse analüüsile naaberriikide (Rootsi, Saksamaa, Suurbritannia, Šveits) müra modelleerimise temaatikas. Läbi viidi kaks intervjuud Rootsi

firma WSP<sup>1</sup> töötajatega ning üks kirjavahetus Eesti müra modelleerimise eksperdiga ettevõttest Akukon OÜ<sup>2</sup>. Erinevatele Eesti ekspertidele saadeti kokku kuus kirja (lisa 2), kahjuks õnnestus uurimistöös kasutatav vastus saada ühe eksperdi käest. Intervjuude teemad ja märksõnad koostas lõputöö autor lähtuvalt töös käsitletud projektides tekkinud küsimuste ja informatsiooni põhjal. Eelkõige oli lõputöö autori eesmärgiks intervjuude kaudu saada informatsiooni, mida kirjalikult leida ei õnnestunud. Lõputöö autor uuris, millised on Saksamaa, Suurbritannia, Rootsi ja Šveitsi müra modelleerimise seadusandlused, kuidas on see reguleeritud erinevate transpordivaldkondade asjus, kas normide poole püüeldakse või on saavutamine vältimatu tingimus, võimalikud erisused seoses Eesti seadusandlusega. Intervjuu raames suheldi ka töös püstitatud uurimisülesannete parameetritest, keskendudes kolmandas uurimisülesandes sisalduvatele parameetritele. Intervjuus käsitleti peamiselt kolmandat uurimisülesannet. Intervjuudes küsiti seisukohti (lisa 1) ekspertide käest eelkõige nende kogemusest ja senisest praktikast lähtuvalt. Uuriti, milliseid on levinumad programmid müra modelleerimisel, millised on sisendandmed, meetodika valikust tulenevad erinevused lõpptulemuses, kuidas ning millest lähtuvalt töötatakse välja leevendusmeetmeid, milliseid aspekte arvestatakse, mis punktid on peamised ja millised kaalutluskohad on olulised lõpptulemuse kujunemisel. Täiendavalt uuriti, kuidas ja millisel määral analüüsitakse erinevaid tegureid välja töötavate leevendusmeetmete sobilikkust ümbritsevasse keskkonda.

Antud uurimisülesandes kõrvutas lõputöö autor Eesti siseriiklikud liiklusräike kehtestatud väärtused ka Maailma Tervisehoiuorganisatsiooni (WHO) uuringus (2009) *Night noise guidelines for Europe* toodud soovituslike müra normatiividega.

---

<sup>1</sup> <http://www.wsp-pb.com/>

<sup>2</sup> <http://www.akukon.fi/ee>

### **3. TULEMUSED JA ARUTELU**

#### **3.1. Müra modelleerimise meetodid ja nende käsitlus**

Müra modelleerimise eesmärgiks on kaardistada võimalikud olemasoleva või kavandatava objekti mõjupiirkonnad ning selle lähialadel olev müra tasemete jaotus müra intensiivsuse kohaselt (Tansatcha 2005). Enamasti on müra modelleerimise eesmärgiks teada saada, kuidas ning kas kavandatav tegevus hakkab mõjutama või muutma ennem kavandatava tegevuse realiseerumist eksisteerinud olukorda. Modelleeringuid koostatakse muidugi ka olemasolevate olukordade asjus operatiivse informatsiooni saamiseks (Bazaras 2006). Esmaseks tegevuseks müra analüüsi koostamisel on määratleda vajalikud lähteandmed ja stsenaarium, mida ja millistel tingimustel täpselt analüüsima hakatakse.

Käesolevad magistritöös käsitletud projektid on mastaabilt suhteliselt suure erinevusega ning seetõttu ka tõenäoliselt erineva mõjuga ümbritsevatele keskkonnale. Suuremate projektide korral on suurem võimalus, et müra allikate arv on suurem, mitmekülgsem ning erinevate allikate mitmekesisuse ja erinevate asukohtade tõttu on müra leviku käsitlemine komplitseeritum ja raskemini etteaimatav.

##### **3.1.1. Müra modelleerimise programmid ja meetodid**

Müra mõjupiirkondade ja nendes oleva müra intensiivsuse määramiseks kasutatakse keskkonnapraktikas mitmeid erinevaid programme ning arvutusmeetodid. Erinevad modelleerimise programmid ja arvutusmeetodid, võivad oluliselt mõjutada lõpphinnangut.

Analüüsitud projektides kasutati müra modelleerimisel kolme erinevat programmi: *SoundPLAN*, *Dataakustik CANADA/A* ja *IMMI 2013*. Neist esimest on müra modelleerimisel kasutatud juba aastast 1986. Koos ajaga on ka antud programm muutunud keerulisemaks ning ühtlasti on muutunud ajas ka programmi kohendatavus sõltuvalt konkreetsest projektist (SoundPLAN International 2016).



Tänaasel päeval on programm võimeline (sõltuvalt versioonist ja selle lisadest) arvestama erinevat modelleerimise detailsust ning konkreetse projekti iseärasusi. Töös käsitletud projektides (tabel 4) kasutati programmi versiooni 7.3 (seisuga 13.03.16 saadaval versioon 7.4) Rail Balticu, Roodevälja küla motosportdikeskuse juhtudel. Erandiks saab käsitletud projektide raames tuua Viimsi-Randvere kõrvalmaantee (Randvere tee) detailplaneeringut, kus kasutati müra modelleerimiseks programmi *IMMI 2013*. Kasutatud programmi versioon *Premium* võimaldab modelleerida nii raudteede, teede kui ka üldist tööstusmüra (Wöfel Group 2016).

Tartu Idaringtee (*SoundPLAN*) KMH valmimisaasta (2007) oli mõnevõrra varasem ning tõenäoliselt sellest tingituna on seal ka programmi varasem versioon 6.4. Kuna iga müra modelleerimise programmi arendatakse selliselt, et müra modelleerimine võimaldaks võimalikult projektipõhist lähenemist, siis tõenäoliselt oleks uuemate versioonidega modelleeritud mürakaardid (Rail Baltic, Roodevälja motosportdikeskus) realistlikumad. Näiteks *SoundPLAN 7.3* määratleda konkreetsete müra leviku teel asetsevate hoonete välisfassaadi tüüpi, täiendava puhvri loomist ümber tundlike hoonete (näiteks lasteaiad), lisaks müra ekvivalentsele taseme määramisele ka dünaamilise müra liikumise arvestamist ning muid täiendavaid mugavdusi programmi paremaks kasutamiseks (SoundPLAN International 2016).

Modelleerimisprogramm *CanadaA* on oma kirjelduses mõnevõrra teist laadi programm, kuna selle üheks pooleks on ka erinevate standardite ja juhendite paketid, mis võimaldab müra modelleerida juba vastavalt valitud standardile. Tegemist on olulise võimalusega, kuna erinevates maades üle Euroopa riikide on müra modelleerimise meetodid suhteliselt erinevad ning lisaks on liikmesriikide seadusandlus erinev. Antud programmi on võimalik kohandada lisaks projektipõhisele spetsiifikale ka liikmesriigis olevatele erisustele. Analüüsitud projektidest kasutati tarkvara *CanadaA* versioone 3.5 ja 3.6 (seisuga 13.03.16 saadaval versioon 4.6). *CanadaA* tarkvara versiooni üheks peamiseks erinevuseks ning eeliseks on on uuendatud arvutusmetoodikate (nt Nord 96), kaasaegsete rongi tüüpide lisandunud kasutamise võimalus, kaasaantavad erinevate riikide standard (nt Hiina), võimalus detailsemalt sisendandmetes kirjeldada projekti ümbruskondni suurem paindlikus näiteks raudteede ja maanteede müra modelleerimisel (helilainete tagasipeegeldumise korrektor jt võimalused) (DataKustik 2004).

Programmi *CanadaA* kasutati Kose-Mäo KMH koosseisus koostatud müra modelleerimisel, Tallinna vanasadama ja Muuga sadama lääneosa müra modelleerimisel raames. Erisuseks saab siinkohal lüheda Muuga sadama idaosas kasutatud erinev arvutusmetoodika (NT ACOU 080).

Mõlemat mainitud müra modelleerimise spetsiaaltarkvara programme on kasutatud ka üle Euroopaliselt üldise keskkonnamüra levialade määramisel ja hindamisel. Lisaks on mõlemat programmi kasutatud ka selliste KMH (maantee Albertis-AP-7<sup>3</sup> Hispaanias, maantee A14<sup>4</sup> Potenziamento Itaalias) juures, mida on esitatud Euroopa Komisjonile (EK 2016). Seoses asjaoluga, et kasutatud programmide uuemad versiooni võimaldavad täpsemalt kirjeldada projektala ümbritsevat olukorda ning seeläbi imiteerida helilainete detailsemat ja punktuaalsemat liikumist on uuemate modelleerimisprogrammide kasutamisel saadavad tulemused võrreldes vanemate programmide saadustega realistlikumad ning annavad reaalsema illustratsiooni. Näiteks võimaldavad programmide uuemad versioonid kasutada detailsemaid ja projektipõhisemaid sisendandmeid (Rail Balticiu korral 1435 mm veeremite kasutamine ja kaasaegsemate pidurisüsteemide arvestamine, Kose-Mäo korral eristada maantee katendi tüüp).

---

<sup>3</sup> [https://www.autopistas.com/informe-actividades/en/informe-actividades-2013/Informe\\_Actividades\\_2013\\_ING.pdf](https://www.autopistas.com/informe-actividades/en/informe-actividades-2013/Informe_Actividades_2013_ING.pdf)

<sup>4</sup> <http://www.eib.org/projects/pipeline/2007/20070200.htm>

**Tabel 4.** Projektides kasutatud müra modelleerimise programmide ülevaade

Objekt nimi	Objekti ulatus	Transpordi müra tüüp	Kasutatud programm		Modelleerimise arvestatud erisused
			Müralevi modelleerimine	Arvutusmetoodika	
Tartu Idaringtee	11,6 km	maantee	<i>soundPLAN 6.4</i>	<i>NMPB-Routes-96</i>	2 silda
Kose-Mäo maanteelõik	45 km	maantee	<i>datakustik CANADA/A 3.6</i>	<i>Road Traffic Noise -Nordic Prediction Method</i>	eritasandilised liiklussõlmed
Tallinna Vanasadam	2.7 km <sup>2</sup> (arvutusala)	sadam	<i>datakustik CANADA/A 3.5</i>	<i>NMPB-Routes-96</i>	lisanduv raudtee liiklus
Rail Baltic	~ 186 km	raudtee	<i>soundPLAN 7.3</i>	<i>Railway Traffic Noise: The Nordic Prediction Method</i>	eritasandilised liiklussõlmed ja kohatine kõrge mulle
Roodevälja küla Paekarjääri motosportikeskus	0,2 km <sup>2</sup>	maantee + motosport	<i>soundPLAN 7.3</i>	<i>NMPB-Routes-96 + RMR 2002(rdt)</i>	motosporti ürituste hooajalisus
Tammepõllu tee DP	0,12 km <sup>2</sup>	maantee (piirnev)	<i>IMMI 2013</i>	<i>NMPB-Routes-96</i>	puuduvad
Muuga sadama idaosa	1,3 km <sup>2</sup>	sadam	<i>dataakustik CADNA/A 3.5</i>	<i>NT ACOU 080 (mõõtmine)</i>	puuduvad

Lisaks müraleviku modelleerimisele on lõpptulemuse kujunemisel oluline kasutatud arvutusmetoodika (tabel 4). Arvutusmetoodika on suuresti sõltuv käsitletavast projektist ning selle koosseisus olevatest müra allikatest. Näiteks Roodevälja küla Paekarjääri motosportikeskus asub vahetus lähedusest nii maanteele kui ka raudteele. Sellest tingituna on antud detailplaneeringu müra arvutamisel kasutatud maanteeliikluse raames arvutusmetoodikat *NMPB-Routes-96* ja raudteeliikluse korral Madalmaades levinud ringiveeremi müra metoodikat *RMR 2002* (EK 2003, RTU 2011). Samas on oluline siinkohal märkida, et tegemist on soovitusliku standardiga, mis tuleneb Euroopa Parlamendi ning Nõukogu direktiivist (EN & EP 2002). Kasutatud raudteeliikluse standard on soovituslik sellistele liikmesriikidele, kellel endal ei ole siseriiklikult kehtestatud spetsiifilist raudteeliiklusele mõeldud standardit või kujunenud metoodikaid. Käesolevas

uurimistöös analüüsitud arvutusmetoodikad olid kavandatud spetsiaalselt maanteed ja raudteede müra modelleerimiseks.

Golmohammadi (2009) uurimistöös on välja toodud, et kasutades sarnastes tingimustes erinevaid müralevi modelleerimise programme ning arvutusmetoodikaid, võib tulemus olla kohati suure erinevusega. M. Ross'i artikkel (2001) selgitab seisukohta et erinevus erinevate modelleerimisprogrammide ja arvutusmetoodikate kasutamisel võib mõningatel juhtudel (erinevad modelleerimised samades kohtades ning samadel tingimustel) olla isegi kuni 15 dB(A) (Ross, Wolde 2001). Golmohammadi (2009) töös käsitletud katsete tulemused kinnitasid, et kasutades sarnastes oludes ning tingimustel erinevate liikmesriikide metoodikaid oli erinevus ligikaudu 3dB(A). Olukordades, kus kombineeriti lisaks modelleerimisprogrammile ka erinevaid arvutusmetoodikaid, kasvas tulemuste erinevus kuni 9 dB(A). Suurim erinevus oli eeltoodud 15 dB(A), millele oli lisandunud erinevate ekspertide interpretatsioon (Golmohammadi jt 2009).

Kuna müra häiringu probleeme on otstarbekas käsitleda ühtsete standardite ning normide alusel, siis sellest tingituna loodi aastatel 2003-2004 Euroopa Liidu ühtne müra standardite ja arvutusmetoodikate raamistik (Nijland & Wee 2007).

Müra modelleerimise erisused antud töö kontekstis on objektid või rajatised, kus võrreldes tavaolukorraga on erinevad tingimused müra levimiseks (nt sillalt levib müra kaugemale, olukord kus müra allika ja vastuvõtja vahel paiknev kungas takistab müra levimist jt). Erisustena saab käsitleda ka olukordi, kus müra allikas asub kõrgemal kui ümbritsev keskkond (nt maantee või raudtee asumine kõrgel muldel). Kose-Mäo maanteelõigu ja Tartu Idaringtee müra modelleerimistel koostati suuremate liiklussõlmede ja nende lähipiirkondadele eraldi müra modelleerimise alusel müra leviku kaardid. Tavaolukorras olid müra kaardid koostatud 6-7 km pikkuste lõikute kohta. Kuna tegemist on erisusega, siis käsitleti liiklussõlmede müra olukordi eraldi. Täiendavalt on oluline müra episoodilisus, kuna näiteks Roodevälja motosportikeskuses on võistluste ja treeningute välisel ajal tunduvalt vaiksem, kui seda on tajutav olukorda näiteks võistluste perioodil. Sellistes eriolukordades ja situatsioonides on müra kandumine ümbritsevasse keskkonda suurem ning nendega tuleb lihtsalt leevendavate meetmete välja töötamisel arvestada.

Üheks oluliseks erisuseks erinevate müra modelleerimiste programmides ning käsitletud ekspertide arvamuse kohaselt on haljastuse määratlemine müratõkkena ja sellega

arvestamine. Ühest küljest on haljastuse (eelkõige kõrghaljastus) arvestamine võimalik, kuna see iseloomustab reaalselt lokaalset olukorda ning sõltuvalt haljastuse tihedusest ja tüübist mõjutab suuremal või vähemal määral helilainete liikumist. Teiselt poolt on haljastus väga erineva iseloomu ja koosseisuga (metsatukk, erinevad puuliigid, põõsad nende tüüp jt). Ning sõltuvalt konkreetsest objektist ja selle perspektiivist ei ole tihti võimalik ette ennustada, kas ja millisel kujul on eksisteeriv või kavandatav haljastus olemas ka tulevikus. Pea kõikides käsitletud projektides toodi müra aruandes välja, et olemasoleva kõrghaljastusega või metsatukaga müra levialade määramisel sisendandmetena ei arvestada. Haljastusega arvestati vaid juhtudel, kus tegemist oli vana ja suure pindalaga metsa või metsatukaga. Erisuseks oli siinkohal Muuga sadama idaosa keskkonnamõju hindamine, kus toodi eraldi välja, et haljastust arvestaks selle olemasolul, kuid kuna haljastus antud objektile puudus, siis ei olnu võimalik selle aspektiga müra levimisel arvestada.

### **3.1.2. Sisendandmed ja seatud eesmärgid**

Lähteülesande püstitus on kogu modelleerimise protsessi äärmiselt oluline lüli. Vajalike lähteandmete väljaselgitamine ning fikseerimine erinevate osapoolte (kaasamine toimub üldise KMH menetluse raames) vahel on oluline, kuna see mõjutab kogu hilisemat müra modelleerimist. Tartu Idaringtee (11,8 km) müra modelleerimine koostati tervele lõigule ning eraldi võib siinkohal välja tuua ka sildade (Ringteel asuv Emajõe sild, Võru tänava liiklussõlm) olemasolu, kuna teatavasti kandub müra kõrgemal asuvate objektide juurest kaugemale.

Müra modelleerimise lähteülesande püstitamine koosneb mitmest aspektist. Ühelt poolt tuleb paika panna kasutatavad lähteandmed (müra allikad, nende liigiline koosseis, esinemisintensiivsus, müra allikate asukohad, müra levimise teekonda mõjutavad tegurid jt), kasutatavad meetodid ja programmid ning teiselt poolt tuleb kindlaks määrata milliste normväärtuste poole püüeldakse ehk milliste väärtuste tagamine ümbritsevale keskkonnale on modelleerimise eesmärgiks.

Vastavalt Eestis kehtivale seadandlusele on olemas kolm erinevat müra taotlustaset (RT 2002a):

- **Taotlustase** - müra tase, mis enamjaolt ei põhjusta märkimisväärseid häiringuid ja iseloomustab häid valitsevaid akustilisi tingimusi. Rakendatakse uute planeeringute korral (ehitusprojektides) ja olemasoleva mürasituatsiooni parandamisel. Uutel planeeritavatel territooriumitel, rajatistes ning ehitistes peab üldine mürataseme foon jääma taotlustasemega sätestatud piiridesse. Kui taotlustasemel on soovituslik karakter, antakse taotlustaseme arvutuslikule suurusele täiendavalt juurde asjakohane märkus.
- **Piirtase** - müra intensiivsuse aste, mille ületamine võib põhjustada olulisi häiringuid ja häirivus, mis üldistel juhtudel iseloomustab keskmiseid ning rahuldavaid (ehk inimestele vastuvõetavaid) akustilisi tingimusi. Taset rakendatakse olemasoleva situatsiooni hindamisel ja uute rajatiste ning hoonete projekteerimise juba eksisteerivatel hoonestusega aladel. Olemasolevatel territooriumitel ja ehitistes ei ole lubatud ületada müra intensiivsuse ületada piirtaset. Kui piirtase ületatakse mingisuguse konkreetse tegevuse või olukorra poolt, tuleb rakendada vastavaid meetmeid müra häiringu vähendamiseks.
- **Kriitiline tase** - müra tase hoonetest väljas asuval territooriumil, mis põhjustab inimestele tugevat ja intensiivset müra häirivust ja iseloomustab tingimusi, mida loetakse mitterahuldavaks müraolukorraks.

Müra taotlustasemeid on kokku kolm. Kategooriate eesmärk on tagada sõltuvalt olemasolevast olukorrast, kavandatava objekti iseloomust, mastaapsusest tagada ühtlasi inimeste maksimaalne heaolu, kuid ühtlasi mitte seada takistusi arengule (RT 2002a).

Kriitilised tasemed on seaduses mõeldud reguleerimaks liiklusest ja tööstusest tingitud müra häiringut. Kriitiline tase on mõeldud kasutamiseks juba olemasolevatele olukordadele ja nende hindamiseks. Kuna olemasolevate teede, raudteede, lennujaamade ja muud transpordi valdkonda kuuluvate rajatiste parameetrid (liiklusintensiivsus, liikluskoormus, teekatte seisundi halvenemine, tehnika muutumine, sõidukite liikumiskiirus, sõiduki tüüp) on pidevas dünaamiliseks liikumises, siis kriitiline tase on, et reguleerida ka olemasolevate situatsioonide häiringute olemasolu. Siinkohal on hea tuua näiteks Tallinnas asuva Balti jaama ja selle lähiümbruses elavad inimesed. Aastal 2013 kui tulid kasutusele uued reisirongid, kaasnes nendega ümbriskonna elanikele rongidest tingitud ebameeldiv krigin, mis muutis nende igapäeva keskkonda. Selline müra häiringu

muutumine peaks olema seadusega sätestatud kriitilise taseme piirides, et tagada inimestele ja nende lähedastele tervist mitte kahjustav elukeskkond.

Käsitatud projektides on müra modelleerimise koostamist põhjendatud eesmärgiga tagada ümbritsevale elukeskkonnale, sõltuvalt kas tegemist on elamutega või muude piirkondadega, sotsiaalministri määruses toodud piirtase (tabel 5). Modelleerimist on projektides teostatud leevendusmeetmetest eraldiseisvalt. Esmalt on projektides koostatud müra modelleerimine ning sellest määratletud müra intensiivsusetsoonid. Müra tsoonide suurus sõltub konkreetsest müra allika(te) tüübist ning müra summaarsest koosseisust, puudub konkreetselt fikseeritud tsoon või maaala, mida tuleb modelleeringus kajastada või tehniliselt läbi modelleerida. Vastavalt müra modelleerimise eesmärkidele, vaadeldud modelleerimisest saadud müra tsoone ning vajadusel on väljatöötatud müra leevendusmeetmed. Projektide aruannetes on mainitud mitmeid kord (Tartu Idaringtee, Kose-Mäo, Rail Baltic, Tammepõllu tee), et eesmärgiks on seaduses toodud piirtase tagada hoonete väliskülgedel. Ehk siis hoone sees olevad tingimused on tõenäoliselt paremad või saab neid vajadusel lokaalsete leevendusmeetmetega (nt täiendav soojustus, akende vahetus) parandada. Siinkohal on käesoleva lõputöö autori arvates oluline ära märkida, et olukorras, kus inimene on kodus (aknad suletud) on tõenäoliselt ekspertide poolt tagatud seadusega kehtestatud normväärtus. Samas situatsioonis, kus elanik soovib akna(id) avada muutub ka koheselt tema eluruumides valitsev olustik. Näiteks televiisori vaatamine, perekonnaliikmetega suhtlemine, raamatu lugemine, uinaku tegemine võivad olla akende avamisel koheselt häiritud.

Magistritöö autori arvates on oluline vaadelda ka olukordade erinevuseid. Näiteks ei ole omavahel võrreldavad situatsioonid, kus ühel juhul oli ennem kavandatava tegevuse realiseerumist ööpäevane ekvivalentne müra tase näiteks 25 dB ja teisel juhul 45 dB ning mõlemal juhul seatakse eesmärgiks tagada plaanitava tegevuse realiseerumisel 50 dB. Selge on, et esimese elaniku olukord läks võrreldes eelnevaga proportsionaalselt halvemaks. Tingituna eeltoodust analüüsi vaadeldud projektides ka aspekti, kas mingisugustel juhtudel seati eesmärgiks tagada ka paremad tingimused, kui seda seadusandlus ette näeb. Kuigi teema oli tõstatatud Tartu idaringtee, Rail Balticu projektide korral, siis analüüsidest müra aruandeid ning leevendusmeetmeid, saab väita, et töös käsitatud projektides olid püstitatud eesmärgid lähtuvad seadusandluses toodud väärtustest ning eespool välja toodud proportsionaalsust ei käsitatud.

Eksperdid tõdevad, et kuigi selline lähenemine oleks teatud situatsioonides mõistlik, siis seda enamasti ei kasutata (Faith-Ell 2016). Näiteks WSP poolt koostatud Gothenburgi-Trollhattani<sup>5</sup> kahe rajalise raudteelõigu pikendusel välja toodud lähenemist kaalutleti ning pärast objekti valmimist toetatud järelmodelleerimise tulemusena selgusid mitmed asukohad ja lõigud, kus müra tingimused olid reaalsuses paremad, kui seda leevendusmeetmete välja töötamisel eesmärgiks oli võetud (Faith-Ell 2016). Sellist lähenemist on kaalutud seni tundlikumate ning suurema avaliku tähelepanu all olevates projektides.

---

<sup>5</sup> <http://www.wsp-pb.com/en/What-we-do/Transport-and-Infrastructure/Projects/Gothenburg-Trollhattan-Highway-E6-and-Double-Track-Railway/>



**Tabel 5.** Projektide müra modelleerimise sisendandmed ja eemärgid

Objekt	Eesmärk		Sisendandmed	Mürakaardi kõrgus maapinnast (m)	Ruudustiku tihendus (m)
	Tehniline (dB)	Seadusandlus (dB)			
Tartu Idaringtee	vastavalt piirtasemele	piirtase	prognoos aastaks 2030	4	10 x 10
Kose-Mäo maanteelõik	vastavalt piirtasemele	piirtase	prognoos aastaks 2030	2	10 x 10
Tallinna Vanasadam	vastavalt normtasemele	normtase	2006 a olukorra kohta	4	5 x 5
Rail Baltic	vastavalt piirtasemele *	piirtase	prognoos aastaks 2025 a	0.5	10 x 10
Roodevälja küla Paekarjääri motosportdikeskus	vastavalt piirtasemele	piirtase	2013 a. andmed	2**	5 x 5
Kergu mnt DP	vastavalt piirtasemele	piirtase	prognoos aastaks 2040	2	10 x 10
Muuga sadama idaosa	vastavalt normtasemele	normtase	2006 a. andmed	1,5-1,7***	10 x 10

Märkused: <sup>1</sup>Linnalistes keskkondades piirtase, hajaasustuses normtase, <sup>2</sup>Mootorrataste korral müra allika kõrgus 0,5 m ja ralliautode korral 0,2 m, <sup>3</sup>Mõõtmisel kasutatud mikrofoni kõrgus (20 mõõtepunkti), <sup>4</sup>Puhkealade korral normtase, perspektiivse mürataseme prognoosimise korral piirtase, <sup>5</sup>Erandiks hoonete fassaadil olev mürataseme modelleerimine, seal 4 m

Kuna Eestis on valdavalt hajaasustus, siis arendustes põhjustatud müra häiring võib esineda ka üksikutes majades elavatel inimestel. Eelkõige peab lõputöö autor siinkohal silmas olukorda, kus hoone sees on head või rahuldavad müra tingimused, kuid hoonest välja minnes (aiatööde tegemine, päevitamine, lähedastega aias grillimine) on müra häiring piisavalt suur, et häirida inimeste igapäevaelu ning luua siinkohal eeldused erinevate

terviseprobleemide tekkimiseks. Inimeste kodu moodustab mitte ainult hoone sisemus, vaid ka seda ümbritsev hoonete või maade kompleks.

Samas Tallinna vanasadama müra modelleerimisel kasutati aruande koostamise ajahetkel olevaid andmeid ja prognoosstsenaariumeid siinkohal välja ei toodud. Seega koostatud müra modelleerimine oli antud keskkonnamõtjude hindamise raames tunduvalt lühinägelikum kui seda tehti näiteks võrdluses olevate infrastruktuuriobjektidega. Prognoosandmete all peab lõputöö koostaja silmas näiteks vaadeldava situatsiooni modelleerimisel kasutatud liikluskoormust, liiklusintensiivsust maanteed ja raudteede korral ning kasutatavast tehnoloogiast, selle võimalikust suurenemisest, vanusest ning opereerimisest (nt erinevate seadmete töötamine samadel kellaaegadel) tingitud müra koosseisust sadamate korral. Prognoosandmed on erinevad müra intensiivsust mõjutavad tegurid. Prognoosandmeid kasutatakse enamasti KMH raames läbi viidavate müra modelleerimiste korral, kuna KMH kasutatakse hinnangu andmiseks mingisuguse kindla tegevuse realiseerumisega kaasnevate mõjude hindamiseks. Hetkel valitseva olukorra andmeid kasutatakse pigem olemasolevate müra olukordade kaardistamisel ja hinnangute koostamisel. Vanemate andmete kasutamisega kasvab lõputöö autori hinnangul risk, et koostatav aruanne ei vasta tegelikkusele ning sellega võivad kaasnedä ebakorrektsed järeldused.

Kolmandaks erisuseks saab siinkohal välja tuua Roodevälja küla Paekarjääri motosportdikeskuse müra modelleerimise, kus nii külgneva maantee kui ka läheduses asuva raudtee liikluskoosseisu lähteandmetena kasutati 2013. aasta andmeid (kuigi uuring ise valmis 2015). Motosportdikeskuse enda müra allikatena kasutatavad mootorsõidukite (võistlusautod ja mootorrattad) keskmised müra väärtused esitati konstantidena eraldi tabelis (Alkranel 2015).

Suurimad erinevused tulevad vaadeldud projektides ilmsiks sisendandmete prognoosandmetes. Kasutatavad mürakaartide kõrguste varieeruvus (valitakse lähtuvalt müra allikast ning ümbritsevast keskkonnast) ja valitud ruudustiku tihendus (objekti mastaap ning modelleeringu täpsusaste) oli suhteliselt marginaalne ja tõenäoliselt avaldaks lõpptulemusele vähem mõju kui seda tegid valitud meetoodika, arutusprogramm ning sisendandmed olemasoleva või prognoositava olukorra asjus. Tartu Idaringtee ja Tallinna vanasadama korral kasutati müra allika kõrguseks 4 m, Kose mäo ja Kergu maantee DP korral 2 m. Rail Balticu korral kasutati müra allika kõrguseks 0,5 m.

## **3.2. Müra leevendusmeetmete välja töötamine**

Müra modelleerimise tulemusena kujunevad välja erineva ulatusega ning erineva müra intensiivsusega alad, mida enamasti kujutatakse müra kaartidel. Sõltuvalt seatud eesmärgist ja müra tsoonide ulatusest ja mõjust ümbritsevale keskkonnale, tuleb vajadusel ette näha meetmed, et kavandatavast tegevusest tulenevat häiringut leevendada (Annecke 2008).

Oluline on silmas pidada, et leevendamine on häiringuga tegelemisel viimane faas. Varasemas faasis (kavandatava tegevuse mastaabi kujunemine, tehnilise lahenduse väljatöötamine jt) tehtud valikud kujundavad suuresti kaasneva häiringu (Eriksson jt 2013). Leevendusmeetmete näol on tegemist olukorda leevendavate lahendustega, mitte situatsiooni põhimõttelise lahenduse muutmisega.

### **3.2.1. Erinevate parameetritega arvestamine**

Leevendusmeetmete tehniliste lahenduste spekter on sõltuvalt müra tüübist (maantee, raudtee, sadam) on suhteliselt lai. Maailmas on välja töötatud mitmesuguseid erinevaid tehnilisi lahendusi, kuidas on võimalik müra levimist ümberkaudsesse keskkonda suuremal või vähemal määral takistada. Konkreetsete ja lokaalsesse projekti sobilike leevendusmeetmete välja pakkumisel arvestatakse mitmeid valikukriteeriume. Tõenäoliselt on üheks suurimaks teguriks lõppotsuse kujunemisel leevendusmeetme majanduslik maksumus ja selle tehniline efektiivsus. Erinevate lahenduste (müra tõkkeseinad, nende tüüp, paiknemine, konstruktsioon jt) asetamisel maastikku kaasnevad paratamatult mõjud olemasolevale olukorrale. Näiteks mõjutab 4 m kõrguse ja 70 m pikkuse betoonist müra tõkkeseina rajamine oluliselt lähedal asuvate elanike majadest avanevat vaadet ning maastiku avatust. Täiendavalt võib tekkida olukord, kus maanteele paigaldatava müra tõkkeseina tõttu suureneb inimestel teekond maanteel asuvasse bussipeatusesse, mõjutades selliselt enim näiteks vanemaealiste ja vaegliikurite liiklemismugavust. Ehk siis muutes olemasolevat olukorda näiteks müra tõkke paigaldamisega ei saa tähelepanuta jätta leevendusmeetmega kaasnevaid teisi mõjusid. Kuna keskkonnamõju hindamine vaatleb kavandatavat tegevust ja selle võimalikku negatiivset mõju erinevate valdkondade lõikes,

siis on tekkinud küsimus, kas ja kui palju käsitletakse erinevaid aspekte ka müra häiringu leevendusmeetmete välja töötamisel. Lõputöö koostaja hinnangul on leevendusmeetmete välja töötamisel oluline arvestada erinevaid valdkondasid, kuna leevendusmeetmete eesmärk on tagada ja võimaldada looduskeskkonnale võimalikult head tingimused (tegevusest tuleneva müra häiringu leevendamine). Seoses asjaoluga, et üldine eesmärk on võimaldada kavandatava tegevuse realiseerumisega hea keskkond nii inimestele kui loomastikule, tuleb ka leevendusmeetmete rajamisel arvestada nende sobilikkust. Arvestades näiteks ainult tehnilist teostatavust ning tehnilist efektiivsust, võib tekkida olukord, kus seadusandluses sätestatud müra väärtused on küll tagatud, kuid müratõkke sobivus keskkonda tekitab kohalikes elanikes tugevat vastumeelt. Sellises olukorras on lõputöö autori arvates tagatud ainult üks hea elukeskkonna tingimus (müra väärtused), kuid teisest küljest on selline olukord loonud täiendava häiringu. Võimaldamaks looduskeskkonnale häid elutingimusi, ei ole mõistlik vahetada üks häiring teise vastu, vaid situatsioone tuleb analüüsida erinevaid aspekte kaaludes. On ju ka tuntud marginaalanalüüsi (piirväärtusanalüüs) põhimõtte vaadelda kui palju muutub ühe konkreetse teguri muutmisel temaga seotud teine tegur (Kaimre 2014).

Käsitletud projektides (tabel 6) on müra leevendusmeetmete väljatöötamisel tuginetud erinevatele valikukriteeriumitele. Tartu Idaringtee ja Rail Balticu keskkonnamõjude hindamise protsessid olid/on oma haardealalt suured protsessid ning tõenäoliselt suure mõjuga ümbritsevale keskkonnale. Nendes projektides on müra leevendusmeetmete analüüsil arvestatud kõike enam valikukriteeriume. Lisaks üldistele kriteeriumitele (maksumus, tõhususne) on käsitletud ka kavandavate leevendusmeetmete mõju inimese ja loomade liikumisteedele. Mõnevõrra huvitavaks punktiks on asjaolu, et Kose-Mäo maantee projekti KMHs ei olnud aruandest võimalik tuvastada, et leevendusmeetmete välja töötamisel oleks arvestatud müratõkke sobivusega ümbritsevasse maastikku ja oludesse ning lisaks ei olnud mainitud inimeste harjumuspäraste liikumisteede ja ligipääsudega arvestamist.

**Tabel 6.** Müra leevendusmeetmete valikukriteeriumid

Projekt	Valikukriteeriumid					
	Maksumus	Tehniline teostatavus	Tehniline võimekus	Sobivus keskkonda	Mõju inimeste liikumisteede	Mõju loomade liikumisteede
Tartu Idaringtee	x	x	x	x	x	x
Kose-Mäo maanteelõik	x	x	x	-	-	o
Tallinna Vanasadam	x	x	x	-	-	-
Rail Baltic	x	x	x	x	x	x
Roodevälja küla Paekarjääri motospordi keskus	-	x	x	x	x	-
Tammepõllu tee DP	x	-	-	-	x	-
Muuga sadama idaosa	x	-	x	-	-	-

Märkused: x Kriteeriumit käsitleti, - Kriteeriumit ei käsitletud, 0 Kriteeriumit on käsitletud kaudselt mõne teise teema kontekstis.

Näiteks sõites Aruvalla-Kose riigimaanteeel, kuhu on paigaldatud kokku 6,9 km erinevaid müratõkkeid võib mitmel pool märgata, kus müratõkkesein asub maantee ja elamuhoonete ning nende komplekside vahel (MNT 2011:1). Asuvasse müratõkkeseinadesse on bussipeatuse läheduses tehtud ukсед, kust inimesed läbi pääsevad. See on selge märk, et selle projekti raames arvestati ka inimeste liikumisteedega (mitte ei tule inimestel kõndida paarisaja meetrine ring ümber müratõkke).

Muuga sadama idaosa ja Tallinna vanasadama leevendusmeetmete välja töötamisel või lahenduste pakkumisel ei ole arvestatud müjuga inimeste ja loomade liikumisteedele ega arvestatud leevendusmeetme sobivusega ümbritsevasse keskkonda. Kuna tegemist eelkõige tööstuspiirkondadega, siis tõenäoliselt on ka inimeste liikumisteed seotud sadama siseste ja tööks vajalike liikumistega. Lisaks on sadamade KMH protsessides arvestatud ka sadama kui terviku mõjuga ümbritsevale looduskeskkonnale. Lõputöö autori arvates on siinkohal oluline välja tuua, et mõlema sadama müra modelleerimine ning vastavate normtasemetega tagamine keskendus ümbritsevate piirkondade ja nende seadusest tuleneva elukvaliteedi tagamisele, kuid sadama territooriumil igapäevaselt seal oleva müra häiringuga kokku puutuvate inimeste tervisliku seisundi ja töökeskkonna kvaliteeti ei puudutatud.

Roodevälja motosportdikeskuse müra leevendavate meetmete välja töötamisel arvestati mitmete erinevate kriteeriumitega (tabel 6). Lisaks pakuti täiendavalt teisi konstruktsioonilisi võimalusi müraekraani rajamiseks. Kuigi pakuti tehnilisi võimalusi elanikke kaitsva müraekraani rajamiseks, siis ei olnud lõputöö koostaja hinnangul käsitletud erinevate variantide omavahelisel võrdlusel nende indikatiivset maksumust.

Sobiliku müra tõkke tüübi valimine sõltub mitmest erinevast kriteeriumist. Peamisteks valikukriteeriumiteks loetakse eelkõige müratõkke efektiivsust müra leevendada ning selle esteetilist sobivust ümbritsevasse keskkonda. Müra tõkke tüübi valikul on oluliseks ka, kas tõkke paigaldatakse maalistesse piirkondadesse (eelistatakse vähemmärgatavaid tõkkeid) või linnalistesse piirkondadesse (eelistatakse domineerivamaid tõkkeid) (MNT 2010).

Täiendavad tegurid, millest sõltub müra tõkke tüübi valik on liiklusohutuse aspekt, maastikuline sobivus, tõkke mõõdud, akustilised nõuded ja valitsevad pinnavormid. Müratõkke peab võimalusel olema osa ümbritsevast keskkonnast, mitte niivõrd tehniline rajatis (SP Trätek-Kontenta 2008). Konkreetse müra tõkke tüüpi (abrasiivne, heli peegeldav, hajutav jt) ettepanekuid ei määratletud ühegi käsitletud projekti müra modelleerimise raames. Lisaks toovad ka eksperdid siinkohal välja, et üldjuhul kehtib ka praktikas reegel, et mastaapsemate ning suuremate ressurssidega projektide koosseisus koostatakse üldjuhul detailsem analüüs nii leevendusmeetmete välja töötamisel kui ka arvestatakse nende raames suuremat pilti ning rohkem erinevaid tegureid (tabel 6). Kahjuks on esimeseks teguriks tihti majanduslikud võimalused ning seejärel meetmete väljatöötamine võimalikult erinevaid aspekte arvestades. (Faith-Ell 2016, Olofsson 2016)

Üheks oluliseks aspektiks seoses maksumusega on ka projekti üldine tasuvus. Olukordades, kus lagedal territooriumil asuva üksiku hoone tarbeks projekteeritavate leevendusmeetmete maksumus ületab mitmeid kordi elamu hinda, tekib keeruline olukord (Vickerman 2007). Ühest küljest on tegu inimese koduga, kuid teisest küljest on arendajal oluline projekti üldine tasuvus ning võimalikult madalad rajamiskulud.

### **3.2.2. Projektide leevendusmeetmed**

Leevendusmeetmete välja töötamise eesmärk on müra modelleerimisel selgunud konfliktkohtades (asukohad, kus müra normatiive on ületatud) müra leevendamine. Tingituna asjaolust, et müra leevendamiseks on välja töötatud ning ka maailmapraktikas kasutust leidnud mitmed erinevad lahendused, on oluline vaadelda, välja töötatud leevendusmeetmete valiku kujunemist. Lisaks müra leevendusemeetmete nn objektiivsetele valikukriteeriumitele sõltub meetmete valik ka eksperdi varasemast töökogemusest, haridustasemest ning projekti eelarvest.

**Tabel 7.** Leevendusmeetmed ja nende käsitus analüüsitud projektides

<b>Projekt</b>	<b>Leevendusmeetmete tehniline lahendus</b>	<b>Täiendavad soovitused müra leevendamiseks</b>	<b>Muud aspektid</b>
Tartu Idaringtee	1.1-1.4 m kõrgune kombineeritud müratõke või pinnasevall ilma müratõkketa	soovitused ehitusaegse müra leevendamiseks	lahendustel (müratõkke tüübi valikul) minimaalsed ehitusaegsed mõjud
Kose-Mäo maanteelõik	3..5 m kõrgune müratõkke (kokku ~3475 m)	elamute grupi korral eelistada müratõkkeid, üksikute hoonete korral kokkulepe (hoone heliisolatsiooni parandamine)	eraldi kaardid elamute läheduses asuvatele liiklussõlmedele
Tallinna Vanasadam	öisel ajal võivad müratasemed ulatuda kriitilise tasemeni, kuid konkreetseid leevendusmeetmeid välja ei tooda	müra ohjamise tegevuskava koostamise vajadus	lisanduv laevaliiklus ja erinevad laeva tüübid
Rail Baltic	konkreetsed meetmed on välja töötamisel (domineeriv on müratõke ja vall)	kiiruse piirangud, opereerimiskava korrigeerimine, alternatiivsed tehnilised lahendused	minimaalsed ehitusaegsed mõjud
Roodevälja küla Paekarjääri motosportikeskused	kombineeritud lahendus (2 m kõrgune pinnasvall + 3 m kõrgune müratõkkesein) või 5 m kõrgune pinnasvall või 5 m kõrgune müratõkkesein	piirangud võistluste ja treeningute kellaaegadele, masinate arvu ning läbitud ringide suhtes	kasutada läbipaistvat müratõkkeseina
Tammepõllu DP	lubatud piirkiiruse langetamine	ala sobilik planeerimine, sobilike fassaadimaterjalide kasutamine	planeerimisel jälgida standardit EVS 842:2003



Muuga sadama idaosa	soovitus koostada detailne tegevuskava müratasemete vähendamiseks	rajada kombineeritud lahendus, kaaluda opereerimiskava ümbertegemist, kasutada vaiksemaid rongide vilesid, reguleerida rongide töötamise aega	soovitus KOV'il keelata sadamale elumajade rajamise lähemale kui 400 m.
------------------------	---	--	---

Sarnasemalt eelmises alapeatükis välja tulnud aspektile, saab ka välja töötatud leevendusmeetmeid (tabel 7) ning nende kujunemise protsesse käsitledes väita, et suuremate projektide keskkonnamõjude hindamiste raames teostatud müra modelleerimised ja nende aruanded on mitmekülgsemad ning integreerivad endas laihaardelisema erinevate teemade perimeetri. Käsitletud projektidest tegeleti nii ehitusaegsete kui ka hilisemate eksploatatsiooni perioodil nii Tartu Idaringtee, Tallinna vanasadama, Rail Balticu korral. Väiksemate Roodevälja motosportdikeskuse, Tammepõllu detailplaneeringu kui ka Muuga sadama idaosa projektides käsitleti ainult olukorda, kus kavandatav ehitus on juba toimiv ja opereeriv. Huvitavaks erisuseks on jällegi Kose-Mäo maanteelõik, kus lõputöö autor ei tuvastanud tähelepanekuid ja soovitusi ehitusaegsete müra mõjude leevendamiseks.

Motosportdikeskuse müra aruandes on müra situatsioon ja välja töötatud leevendusmeetmed kindlate tingimustega. Kavandatava tegevuse arendaja peab tulevikus arvestama, et välja töötatud leevendusmeetmed ja nende efektiivsus on tagatud ainult olukorras, kus jälgitakse aruandes seatud piiranguid motosportdikeskuses kasutatavatele sõiduki tüüpidele, treening -ning võistlusaegadele ja korraga rajal viibivate mootorsõidukite hulgale. Eraldi tuleb välja tuua Muuga sadama idaosa müra aruandes sisalduv lähenemine. Sarnaselt suurtele projektidele käsitletakse seal müra vähendamist tervikuna, hõlmates tehnilised leevendusmeetmed ja nende efektiivsuse ning tuues esile ka selgeid opereerimise, majandamisega seotud võimalusi müra vähendamiseks.

Mitmes avalikel aruteludel ja müraga seotud aruteludes, kus lõputöö autor on osalenud, on üheks oluliseks kaudseks müra vähendamise meetmeks toodud kiiruse vähendamine. Tabel 8 annab ülevaate toodud argumendi võimalikest efektidest. Lähtudes tabelist saab jõuda seisukohale, et piirates B klassi sõidukite liikumiskiirust 50 km/h asemel 40 km/h on

võimalik liiklusest tingitud müra vähendada 2,8 dB (müra tõe B1 klassi isoleerimisvõime <15 dB) (SP Trätek-Kontenta 2008).

Samas vähendada näiteks 70 km/h lõigul kiiruse 50 km/h on võimalik müra taset ümbritsevas keskkonnas vähendada 4,2 dB B-klassi sõidukite ning 3,1 dB raskeveokite korral. Kuna liikluskoosseis on enamasti kombineeritud mitmest erinevast sõiduki tüübist, siis tuleb reaalse tulemuse saamiseks arvestada ka erinevate sõidukite osakaalu liikluses (Annecke jt 2008). Sõltuvalt ekspertide kiiruse piiramise soovitusel ja konkreetsest olukorrast, leiab lõputöö autor, et arvestades teelõigu halvenevaid sotsiaalmajanduslikke tulusid ühe teelõiku läbinud inimese kohta ei ole märkimisväärne kiiruse piiramine kokkuvõttes tõenäoliselt optimaalsem lahendus müra häiringu ohjeldamiseks.

**Tabel 8.** Kiiruse vähendamise mõju müra leevendamisele (Annecke jt 2008)

Reaalse sõidukiiruse vähendamine	Võimalik müra vähendamine (dB) B klassi sõidukite korral	Võimalik müra vähendamine (dB) raskeveokite korral
130 km/h asemel 120 km/h	1,0	-
120 km/h asemel 110 km/h	1,1	-
110 km/h asemel 100 km/h	1,2	-
100 km/h asemel 90 km/h	1,3	1,0
90 km/h asemel 80 km/h	1,5	1,1
80 km/h asemel 70 km/h	1,7	1,2
70 km/h asemel 60 km/h	1,9	1,4
60 km/h asemel 50 km/h	2,3	1,7
50 km/h asemel 40 km/h	2,8	2,1
40 km/h asemel 30 km/h	3,6	2,7

Käsitatud projektide lõikes oli lõputöö autori hinnangul suur varieeruvus välja töötatud leevendusmeetmete peatükkides. Kiiruse piiramist ja sellest tulenevat müra leevendamist käsitleti ainult Tammepõllu detailplaneeringu müra modelleerimise aruandes, teistest projektidest toodi kiiruse vähendamist kui täiendavat müra leevendamise meetet välja ainult Tartu Idaringtee ning Rail Balticu müra aruannetes. Ülejäänud müra modelleerimise aruannetes liikluse kiirusepiiranguid ei käsitletud. Kuna keskkonnamõjude hindamise protsessi üheks peaesmärgiks on pakkuda otsustajale lisateavet, kuidas ja millisel tingimustel on kavandatav objekt või tegevus realiseeritav, siis ka müra osa võiks endas sisaldada alternatiivettepanekuid ja lahendusi müra häiringuga tegelemiseks. Töötav leevendusmeede on autori arvates töötav kui eksperdid on selle seisukoha kujundamisel arvestanud võimalikult erinevate valdkondade ning aspektidega. Lisaks on siinkohal oluline, et müra aruandes toodud leevendusmeetmed on kõik mõeldud ja vajadusel

kohandatud konkreetse objekti parameetreid ja iseärasusi arvestades (Konkolewsky 2008). Esitletavat leevendusmeetmed peavad olema optimaalsed, realistlikud ja proportsionaalsed.

### **3.3. Eesti ning teiste riikide müra seadusandlus**

Võrreldes müra kui häiringu ja selle reguleerimisega seonduvat Eesti seadusandlust teiste Euroopa riikide õigusaktidega võib märgata riikide vahel selgeid ühiseid jooni ning samas ka mõningasi erisusi. Lisaks riikide müra näitajate ja normväärtuste kõrvutamisele on mõistlik vaadelda ka teadustööde tulemusi, kus käsitletakse müra häiringu mõju inimorganismile.

Uus Eesti Vabariigi keskkonnaministri määrus „Välisõhus leviva müra normtasemed ja müra mõõtmise, hindamise ja hinnatud taseme määramise meetodid“ on käesoleva töö koostamise hetkel (2016 esimene kvartal) kehtestamisel ning uude määrusesse minevad normväärtused on alles kujunemisel. Sellest tingituna ei ole võimalik uusi müra väärtuseid käesoleva lõputöö raames käsitleda.

Müra seadusandluse arendamise peamiseks eesmärgiks on õigusliku poole korrastamine ning selguse suurendamine. Lisaks õigusliku poole korrastamisele peaks uus määrus selgemini määratlema ka seadusega rakendatavate müra normatiivide normtasemed ja nende kohaldamise (KÕK 2013). Eestis hetkel kehtiva seadusandluse (tabel 1 lk 30) kohaselt on üheks keskkonnamüra erisuseks liiklusest tingitud müra ja selle intensiivsus. Sõltuvalt kavandatavast objektist ning olemasolevast olukorrast tuleb tagada ka sobilik müra norm.

DHC (1994) töös ning H. Nijland'i (2005) artiklis on analüüsitud situatsioone, millal ning millisel määral on inimorganism võimeline müra igapäevaselt taluma ning kust alates võivad tekkida negatiivsed ilmingud tervisele (tabel 9). Kuna inimese igapäevakeskkonnaks võivad lisaks elukohale olla veel kas töökoht või lasteaed või kool ning muud igapäevased tegevused, siis tuleb lõputöö autori hinnangul käsitleda müra ööpäeva lõikes (ööpäeva lõikes müra norme ületava häiringuga kokku puutumine minutites ja selle mõju inimorganismile). Sellest sõltub ka konkreetse isiku mürast tingitud risk

tervisele (Nijland & Wee 2007). Kõrvutades toodud väärtuseid Eesti siseriiklike normatiividega saab tõdeda, et peamised terviseriskid, mida seadus reguleerib kas otseselt või kaudselt on seotud inimeste igapäevase unekvaliteediga ning stressiga. Kvaliteetne uni ja minimaalne stress on jätkusuutlik inimese enda ja lähedaste tervisele. Kuigi tabelis toodud tervisliku une keskkonnaks on suhteliselt madalad väärtused, mida linnalistest tingimustes on tihti keeruline saavutada, siis tuleb siinkohal siiski meeles pidada ebakvaliteetse une ja lisandstressi negatiivset mõju inimeste igapäevaelule (DHC 1994, Nijland & Wee 2007).

**Tabel 9.** Müra mõju inimorganismile (DHC 1994, Nijland & Wee 2007)

<b>Mõju tervisele* (teaduslikult tõendatud)</b>	<b>Olukord</b>	<b>dB(A)</b>	<b>Hoonest sees/väljas</b>
Kuulmise halvenemine	tööl viibides	75	sees
	sportides	70	sees
Mõju vererõhule	tööl viibides	< 85	sees
	sportides	70	väljas
Südame-ja veresoonkonna haigused	kodus	70	väljas
Stress	kodus	42	väljas
Pidev öine ärkamine	magamine	55	sees
Une kvaliteedi tagamise miinimum väärtus	magamine	35	sees
Unekvaliteedi halvenemine, pinnapealne uni	magamine	40	väljas
Mõju keskendumisvõimele	kool	70	väljas

Märkus.\* Igapäevane kokkupuude vähemalt 90 minutit.

Euroopa Liidu liikmesriigid järgivad oma seadusandluse kujunemisel paljugi EL-ist tulenevaid dokumente (nt EK 2004 *Night Noise guidelines for Europe* ). Teatud juhtudel on täheldatud, et esimesed ilmingud (vererõhu tõus) kaasnevad alates 35 dB (siseruumis)

ning unehäired alates 42 dB (siseruumis) (Eriksson jt 2013). Liiklusest tulenevad müra normatiivid ja tasemed on elamuhonetes 40 dB ja 30 dB. Seega arvestades asjaolu, et 30-40 dB siseruumi väärtuse juures on täheldatud terviseprobleeme vaid üksikutel juhtudel on sotsiaalministri määruses kasutatavad numeratoorsed väärtused korrektsed (WHO 2009).

Peamised probleemid ilmnevad alates 40-55 ja suuremate detsibellide korral. Näiteks Euroopas soovituslikuks oleva dokumendi *Night noise guideline* kohaselt on vastavad soovituslikud eluruumide indeksid  $L_{\text{night, outside}}=40$  dB ja situatsioonides, kus 40 dB ei ole majanduslikel ja tehnilistel põhjustel lähiajal võimalik realistlikult saavutada.  $L_{\text{night, outside}}=55$  dB (EK 2004, WHO 2009).

**Tabel 10.** Riikide jaotuslikud kellaajad ning müra tasemed uute maanteede rajamisel olemasolevate elamualade korral (RT 2002a, Nijland & Wee 2007, WHO 2009)

Riik	Päevane aeg	Õhtune aeg	Öine aeg	Taotlustase päeval	Taotlustase öösel	Kriitiline tase päeval	Kriitiline tase öösel	Erisused (päeval/öösel)
Eesti	7.00-19.00	19.00-23.00	23.00-7.00	55	45	65	60	-
Saksamaa	6.00-22.00	18.00-22.00	22.00-6.00	50-55	40-45	59	49	70/60*
Inglismaa	7.00-23.00	19.00-23.00	23.00-7.00	55	42	63	57	-
Rootsi	7.00-18.00	18.00-22.00	22.00-7.00	55	45	60	50	-
Šveits	6.00-22.00	18.00-22.00	22.00-6.00	55	45	60	50	-

Märkused: \*Rakendatakse riiklikult tähtsatel maanteedel

\*\*taotlustasemed ja kriitilised tasemed uute elamute rajamisel

Vaadeldes käsitletud riikide omavahelist müra normatiivide (tabel 10) võrdlust liikluse müra poole pealt, saab öelda, et esineb nii sarnasusi kui ka mõningasi erisusi. Kellaajaline klassifitseerimine on sarnane kõikides riikides, lisaks on taotlustasemete normväärtused päevased ja öised sarnased. Lähenedamine on sarnane kuna täiendavalt on ka päevaste ja öiste normväärtuste omavaheline vahe erinevate riikide võrdluses sarnane.

Kõrvutades omavahel riikide kriitilisi tasemeid, siis on märgata, et Eesti normväärtused on üldjuhul kõrgeimad. Paremad tingimused ümberkaudsetele elanikele on maanteedel tagatud Saksamaal, erisusega, et riiklikult tähtsate maanteede korral on lubatud tunduvalt

kõrgemad väärtused. Lõputöö autor on seisukohal, et riiklikust vaatepunktist on tegu mõistliku lähenemisega, kuna võimaldab riiklikult tähtsate maanteedel mõnevõrra vähem komplitseeritud rajamist.

Kuigi üldine ülesehitus, öiste ja päevaste normide erinevuse vahe ja lähenemine on Eesti ja võrreldud riikidel sarnane, siis üheks erisuseks on näiteks raudteeliikluse (tabel 11) suhtes rakendatavad erinevad väärtused. Lubatud väärtused on raudteeliikluse korral üldjuhul suuremad (ekvivalenttase) kui seda on maanteeliikluse korral. Erandiks on siinkohal Šveits, kellel on küll eraldi väärtused raudteeliiklusele, kuid normid on võrreldes teiste riikidega märgatavalt karmimad.

**Tabel 11.** Euroopa riikide müra arvestuse kellajaad ning müra tasemed uute raudteede rajamisel olemasolevale alale (RT 2002a, Nijland & Wee 2007, WHO 2009)

Riik	Päevane aeg	Õhtune aeg	Öine aeg	Taotlustase päeval (dB)	Taotlustase öösel (dB)	Kriitiline tase päeval (dB)	Kriitiline tase öösel (dB)
Eesti	7.00-19.00	19.00-23.00	23.00-7.00	55	45	65	60
Saksamaa	6.00-22.00	18.00-22.00	22.00-6.00	55	45	64	54
Inglismaa	7.00-23.00	19.00-23.00	23.00-7.00	68	63	68	63
Rootsi	7.00-18.00	18.00-22.00	22.00-7.00	55	50	55	55
Šveits	6.00-22.00	18.00-22.00	22.00-6.00	50	40	55	45

Märkused. Tabelis on kujutatud taotlustasemed ja kriitilised tasemed kehtivad uute elamute rajamisel

Põhjuseks, miks raudteede korral on lubatud leebemad normid on raudteeliikluse müra isloomust. Raudteeliikluse (sõltuvalt liiklusgraafiku tihedusest) korral on tegemist pigem hetkemüraga kui pideva ja konstantse müraga nagu see on suuremate maanteedel korral. Siinkohal on oluline silmas pidada, et müra hinnatakse üldjuhul ekvivalentse taseme järgi.

Eksperdid tõdevad, et müra normatiivid on välja töötatud ja kujundatud eri maades erinevate ekspertide poolt ning lähtuvalt iga maa ajaloolistest iseärasustest. Seda on peetud ka peamiseks põhjuseks, miks riikidevahelised müra normatiivid erinevad üksteisest (kohati kuni 9 dB) (Faith-Ell 2016, Olofsson 2016). Sarnaselt Eestile on ka näiteks Rootsis

olnud mitmeid arutelusid olemasoleva seadusandluse tõlgendamise ja ühese mõistmise teemadel. Ekspertid ei näe probleemi niivõrd sätestatud müra normide suures varieeruvuses Euroopa Liidu liikmesriikide vahel, kuivõrd just õigusliku poole ja konkreetsete normväärtuste rakendamise selgusetuses (WHO 2009).

Täiendavalt tõdeb I. Leemet (2015), et tavapraktikas esineb Eestis olukordi, kus vahetult maanteedel, magistraaltänavatel ja raudtee äärsetel aladel on kehtestatud normid ületatud ning müra leevendavate meetmete rajamine ei ole mingitel põhjustel (nt tehnilised põhjused) mõistlik või isegi võimalik. Lisaks müra väärtusele on siinkohal oluline ka avalikkuse huvi ning selle kasulikkus. Üheks lahenduseks võiks siinkohal olla näiteks kehtestada liikluse maa-ala vahetult tee äärde, kus kehtivad mõnevõrra leebemad nõuded. Müra leevendamiseks ja seaduses sätestatud nõuete täitmiseks on kindlasti mitmeid erinevaid mooduseid peale müratõkkeseinade. Sarnasemalt eelmistes peatükkides välja toodule tõdetakse ka ekspertide poolt, et lisaks müratõkkeseinadele on olemas mitmeid kaudseid leevendusmeetmeid, millega sätestatud normväärtuste poole püüelda: kiiruste piiramine, raskeliikluse kellaajaline piiramine vms ning KMH peaks leevendusmeetmete paketi väljatöötamisel kaaluma kindlasti mitmeid erinevaid alternatiive ja võimalusi.

Täiendavalt soovib lõputöö autor siinkohal lisada, et müra kui häiringu puhul on oluline vahet teha kehtestatud norme ületavatel müratasemetel ja inimestele ebameeldivust tekitavatel müratasemetel ehk häiringutel. Normid on sätestatud taoliselt, et oleks tagatud inimeste tervist säästev mürabaas. Sellest kriitilisest tasemest alla poole jäävad väärtused ei tekita inimestes tervisekahjustusi.



## 4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Müra häiringu olemuse mõistmine ning probleemi teadvustamine on liikumas tõusvas joones nii rahvusvahelisel tasandil kui ka Eestis. Seoses rahvastiku kasvu, infrastruktuurivõrgustiku arendamisega ning liikluse intensiivistumisega, on keskkonnamüra saanud üks peamisi keskkonnaprobleeme, mille vajalikul määral leevendamisega ei ole tänase päevani hästi toime tulnud. Inimorganismile kahjulike müra tasemetega kokku puutuvate inimeste arv on alates 90-st olnud tõusu teel ning üldisesse igapäevasesse keskkonda ei ole leevendust toonud ka üha projektipõhisemad modelleerimisprogrammid, suurem teadlikkus keskkonnaekspertide seas ega lokaalsete, kaudsete ja otsete müra leevendusmeetmete rakendamine (Nijland & Wee 2007).

Müra häiringu käsitlemine keskkonnaprojektides on Eestis suhteliselt laialt levinud ning turul leidub mitmeid müra modelleerimise teostajaid. Müra modelleerimisaruannete koostamisel kasutati käsitletud projektide näitel kolme erinevat programmi. Seoses asjaoluga, et Euroopa Liidu liikmesriikides läbi viidavad müra modelleerimised (kasutatavad programmid ja arvutusmetoodikad) on ka sarnastes tingimustes olnud erinevate tulemustega, siis on Eestis sama teenuse pakkujad kasutanud programme, millega modelleeritud müra aruannetele on Euroopa Komisjon ka andnud heakskiidu. Sellise lähenemisega on tõenäoliselt püütud teha koostatav modelleerimine läbipaistvamaks ning andmed usaldusväärsemaks. Nii maanteed kui ka raudteede projektide näidetel kasutatakse tulemuste saamiseks vastavat spetsiaalarvutusmetoodikat, mis arvestab sõidukite ning veeremkoosseisude liiklusest tingitud ning nendest tehnilistest iseärasustest tuleneva müra spetsiifilisust. Mõnevõrra keerulisem on olukord, kus tuleb omavahel kombineerida nii raudteest kui maanteest tulenevat müra. Sadamate müraolukordade kaardistamisel ning tulevaste olukordade prognoosimisel kasutatakse üldjuhul arvutusmetoodikaid, mis on välja töötatud üldise tööstusmüra modelleerimiseks. Samas olukordades, kus ka sadamate peamiseks mürafooni tekitajaks on teenindav transport (maantee, raudtee) kaasatakse üldjuhul ka teisi arvutusmetoodikaid. Lõplik müra intensiivsus saadakse sellisel juhul mitmeid erinevaid arvutusmetoodikaid omavahel kombineerides. Üldreeglik on, et mida mastaapsem on projekt, seda rohkem on erinevaid müra allikaid ning seda suurem müra ekvivalentne tase ümbritsevale keskkonnale.

Keerukust lisavad modelleerimisel ka erisused, kus näiteks müra allikas asub tavapärasest olukorrast kõrgemal ning täiendavad geograafilised iseärasused, mis mõjutavad heli levimist.

Mitmete uurimistööde tulemused on näidanud, et märkimisväärsed erinevused müra modelleerimise tulemustes tekivad, kui kasutatakse erinevat arvutusmetoodikat, modelleerimisprogramme ning kui saadud andmeid tõlgendab erinev ekspert. Eestis detailplaneeringute ja KMH-de müra modelleerimisel kasutatakse küll erinevaid programme ning ettevõtetel on ka erinevad eksperdid, kuid kasutatud arvutusmetoodikate varieeruvus on suhteliselt väike.

Tulenevalt sotsiaalministri määrusest, mis kehtestab väärtused, mida kavandatava objektiga tuleb liikluse müra korral tagada, jagunevad tasemed kolmeks: taotlustase, piirtase ning kriitiline tase (RT 2002a). Eestis püütakse mastaapsemate projektide korral modelleerimisega tagada piirtasemetele vastavaid väärtuseid. Eesmärkideks on võetud nii seadusandluse poole pealt kui ka leevendusmeetmeid (tehniline eesmärk) kasutatakse selliselt, et soovitakse tagada liikluse müra piirväärtus. Individuaalselt võeti väikse detailplaneeringu ning sadama olukorra kirjeldamisel eesmärgiks ka normtasemetega tagamine. Suuremate projektide korral (Tartu idaringtee, Kose-Mäo maantelõik, Rail Baltic) oli kasutatud ruudustiku tihedus tingituna objektide mastaabist suurem. Detailsemat ruudustiku tihedust kasutatakse üldjuhul väiksemate (nt detailplaneeringu raames) objektide raames. Üheks olulisemaks erinevuseks peab lõputöö autor prognoosstsenaariumit ja nende kasutamist. Suurte projektide korral kasutatakse küll lisaks ka prognoosstsenaariumeid, kuid väiksemate projektide müra modelleerimisel on stsenaariumite kasutamine lõputöö autori arvates küllaltki kaootiline. Kasutatakse nii paar aastat vanu liiklusandmeid ning olemasolevate olukordade andmeid.

Lõputöö autori arvates on müra modelleerimisel mõistlik kasutada võimalikult uusi andmeid (eelkõige liiklusintensiivsus, liikluskoormus, reaalselt läbi viidavad mürarikkad tegevused ja nende kestvus). Kuna isegi paari aasta vanuste andmete kasutamine ei võimalda pidevalt muutuvast keskkonnast anda operatiivset ja asjakohast tulemust, siis oleks käesoleva lõputöö autori arvates mõistlik kasutada võimalikult päevakohaseid andmeid ning teada on ka asjaolu, et modelleering on oma olemuselt hinnangu andmine. Lisaks koostatakse suuremate ning ümbritsevale keskkonnale potentsiaalselt suuremaid häiringuid põhjustava projektide korral küll prognoosandmete pealt täiendav modelleerimine, kuid

inimeste ja loomade igapäevase keskkonna ning tervise paremaks kaitsmiseks tuleks lõputöö koostaja hinnangul senisest põhjalikumalt käsitleda hilisema seire teostamist. Järeelseire raamistik Eestis pigem soovitusliku iseloomuga. Kuna modelleering on oma olemuselt hinnangu andmine, siis võimaldamaks inimestele head elukeskkonda ning tagada seadusest tulenevad normid, oleks otstarbekas kaaluda järeelseire temaatika senisest selgemat asetumist ja rolli müra häiringuga käsitlemise protsessis. Järeelseire võimaldaks anda päevakajalisemat tagasisidet reaalselt kaasnenu olukorra asjus ning aitaks luua eeldused müra häiringu paremaks lokaalseks mõistmiseks ning sellega toime tulemiseks.

Modelleerimise tulemusena kujunevad välja kavandatava tegevusega kaasnevad müra tsoonid ja nende intensiivsus (joonis 5). Sõltuvalt seadusest ja seatud eesmärkidest töötatakse vajadusel välja leevendusmeetmed. Leevendusmeetmete välja töötamisel peetakse lisaks müra leviku takistamisele ka silmas hulga alternatiivseid tingimusi, millega tuleks täiendavalt arvestada. Arusaadavalt on kõige esimeseks kriteeriumiks enamasti majanduslik maksumus. Soovitakse saada võimalikult vähete ressurssidega võimalikult suur kasu võimalikult paljudele inimestele. Kuna enamasti töötatakse leevendusmeetmed välja keskkonnatehniku ja projekteerija koostööl, siis on oluliseks ka tehniline lahendus, selle teostatavus ümbritsevasse keskkonda ning teisena vaadeldakse konkreetse leevendusmeetme võimekust müra leevendada.

Ka siinkohal saab tõdeda, et mastapsemate projektide korral arvestatakse enim erinevaid parameetreid, erandiks on siinkohal Kose-Mäo, kus inimeste liikumisteede ning konkreetsete müratõkete sobivust ümbritsevasse keskkonda ei käsitletud. Müratõkete näol on küll tegemist inimeste kaitsmisega müra häiringust, kuid lõputöö koostaja arvates tuleb sobivate leevendusmeetmete väljatöötamisel arvestada lokaalseid olusid ning võimalikult erinevaid parameetreid (tabel 6). Selliselt on võimalik leida kompromisslahendus, mis ühelt poolt kaitseb kohalikke elanikke intensiivse müra eest ning teisest küljest takistab võimalikult vähe nende harjumuspärasest välja kujunenud igapäevaelu. Muutes olemasolevat olukorda näiteks müratõkke paigaldamisega ei saa tähelepanuta jätta leevendusmeetmega kaasnevaid teisi mõjusid. Kuna keskkonnamõju hindamine vaatleb kavandatavat tegevust ja selle võimalikku negatiivset mõju erinevate valdkondade lõikes, siis on tekkinud küsimus, kas ja kui palju käsitletakse erinevaid aspekte ka müra häiringu leevendusmeetmete välja töötamisel. Lõputöö koostaja hinnangul on leevendusmeetmete välja töötamisel oluline arvestada erinevaid valdkondasid, kuna leevendusmeetmete

eesmärk on tagada ja võimaldada looduskeskkonnale võimalikult head tingimused (tegevusest tuleneva müra häiringu leevendamine).

Leevendusmeetmete näol on tegemist piltlikult väljendades viimase võimalusega olukorda paranda ehk leevendada. Üldjuhul on parimaks ning levinumaks välja pakutud lahenduseks erineva konstruktsiooniga müratõkete paigaldamine. Sõltuvalt modelleerimise tulemustest on müra võimalik leevendada ka näiteks kiiruse piirangutega või liikluse ümberkorraldamisega (tabel 7). Lõputöö autori hinnangul on sõidukiiruste piiramise kaalumise näiteks elamualade piirkonnas mõistlik (täiendav positiivne mõju liiklusohutusele) ning sõltuvalt konkreetsetest oludest tuleks seda vajadusel kaaluda. Kindlasti on oluline ka ehitusaegse müra käsitlemine ning selle leevendamine. Pikaajalise projektide korral on äärmiselt oluline, et ehitusaegseid leevendusmeetmeid (tööaegade reguleerimine, mürarikaste tööde tegemise aeg jt) käsitletakse tähelepanelikult. Üldiselt on lähenemine, et esmajärjekorras tegeletakse müra leevendamise situatsioonides, kus näiteks müratõkete paigaldamisest saab kasu võimalikult suur osa elanikkonnast. Üksikumate elamute ja inimgruppidega tegelemisel kaalutakse rohkem lokaalsete (hoone isolatsiooni parandamine) leevendusmeetmete rakendamist.

Müra käsitlemisel on oluline vaadata üldist keskkonda, mitte tekitada üksikuid vaikesid piirkondi. Selleks tuleb müra häiringu käsitlemine integreerida erinevatel tasanditel ja probleemiga tegeleda laiahaardeliselt. Müra aspektiga tegelemine algfaasis on mõistlikum ja otstarbekam kui seda on üksikute leevendusmeetmete rajamine. Omavahel tuleb lõimuda lokaalne tasand, regionaalne, riigi ning Euroopa Liidu tasandil sätestatud eesmärgid. Lõputöö autori pooleseks tähelepanekuks ja soovitusel on vaadelda müra tervikuna. Pöörata müra aspektile tähelepanu juba projekti planeerimise ja kujundamise faasis. Lisaks on maailmas väga mitmeti tegeletud erinevate müra leevendamise tehniliste lahenduste ja võimalustega. Siinkohal soovib lõputöö autor ka Eesti ekspertidel kaardistada ja kaaluda mitmeid erinevaid võimalusi (kummipukside kasutamine, soovitusel tee katte valikuks jt) müra leevendamiseks sõltuvalt konkreetse olukorra müra koosseisust ja allikatest. Lisaks on oluline tähelepanu pöörata ka kavandatavate tegevuste iseloomule ning tehnilistele lahendustele ja parameetritele (Kivikangur 2014). Võimalusel teha ekspertidel ka alternatiivseid ning kaudseid ettepanekuid (nt liikluse suunamine, kellaajalised piirangud, pikkrööbaste kasutamine, mürarikkamate operatsioonide asukoht territooriumil jt) müra paremaks ohjamiseks.

Eestis on müra käsitletud mitmes erinevas seaduses, põhjalikumalt ja konkreetsemalt sätestab müra normatiivid sotsiaalministri määrus Nr 42 MnmM (RT 2002a). Määrus sätestab väärtused (tabel 11) eraldi liiklusest tingitud mürale. Võrreldes Saksamaa, Inglismaa ja Rootsiiga on müra reguleerimise ülesehitus sarnane. Sarnaselt eristatakse erinevaid väärtuseid öisele ja päevasele ajale. Lisaks on toodud taotlustasemed reguleeritud kellaaajaliselt. Sarnasuseks võib lugeda ka päevaste ja öiste normide erinevuse, kuna päevased normid erinevad öistest normidest sarnases suurusjärgus. Mõnevõrra erinev on olukord Inglismaal, kus taotlustase ning kriitiline tase on piiritletud samasuguste väärtustega. Erinevates riikides on normatiivid välja kujunenud lähtuvalt riigi ajaloost, rahvastiku paiknemisest ning arengust. Müra on suuremaks probleemiks arenenud riikides, kus on tihe infrastruktuurivõrgustik ning suur liiklusintensiivsus.

Üheks erisuseks on Rootsis ja Saksamaal kehtestatud erisus seoses raudteetranspordiga. Raudteeinfrastruktuuride korral lubatakse kõrgemaid väärtuseid kui näiteks maanteedele. Põhjuseks on raudtee ja selle episoodilisus (rongi möödumine vs maanteedele tihe liiklus). Kuna ühe veeremkoosseisu möödumine näiteks iga 30 minuti tagant põhjustab vähem häiringuid kui iga 3 minuti jooksul 20 autot. Seoses asjaoluga, et Saksamaa ja Rootsi lähenemine on liikluse müra asjus objektipõhine, võimaldab see suuremat paindlikkust ja seab vähem ebamõistlikke piiranguid infrastruktuuri arengule.

Sätestatud normide väärtused tunduvad mõistlikud ka erinevaid uurimistöid, mis käsitlevad müra intensiivsust inimorganismile, vaadates. Üheks märkimisväärseks asjaoluks ei ole müra normides sätestatud väärtused ega ka mitte niivõrd erinevate riikide erinevad lähenemised. Pigem on ekspertide seisukohast vaadates puudujääke seadusandluse selguse ja konkreetsusega. Eesti seadusandluses sätestatud normatiivid on ekspertidele arusaadavad ja mõistetavad, kuid normide rakendamine erinevates situatsioonides on tihti keeruline ning jätab liialt ruumi erinevateks seisukohtadeks ja tõlgendusteks. Eraldiseisvaks teemaks on asukohad, kus müra leevendamine ei ole võimalik (linnalised tingimused) või olukorras, kus müra leevendamine nõuaks ebamõistlikult suuri kulutusi. Müra normide erinev tõlgendamine raskendab võrdse kohtlemise põhimõtete järgimist erinevates projektides ja arendustes.

Käesoleva lõputöö koostaja hinnangul on mõistlik kaaluda müra normide konkreetsemaks ja selgemaks muutmist. Paremini ja erinevatele osapooltele ühiselt mõistetavamate normide olemasolu loob eeldused ühtlasema müra häirigu käsitlemisele. Täiendavalt tuleks

kaaluda eelkõige infrastruktuuriobjektide (maanteed, raudteed) võimaliku erisuse kehtestamist leebemate normatiivide näol. Eeskujuks on võimalik võtta mitmeid teiste riikide (nt Saksamaa) normatiive, kus erisuste välja töötamise etapid juba läbitud, võimalikud kitsaskohad kaardistatud ning lahendused praktikas läbi proovitud.

Täiendavalt oleks edasiste uuringute korral lõputöö autori arvates otstarbekas transpordimüra kontekstis käsitleda ka lennuliiklusest tingitud müra häiringu olemust, asetust ning osakaalu Eesti keskkonnakorralduses üldisemalt.

## KOKKUVÕTE

Käesolev magistritöö keskendus transpordimüra käsitlemisele Eesti keskkonnamõtjude hindamistes ja detailplaneeringutes. Töös püstitati analüüsi läbiviimiseks kolm uurimisülesannet. Uuriti erinevate keskkonnamõtju hindamiste ja detailplaneeringute raames läbi viidud müra modelleeringuid, nende lähteandmeid, püstitatud eesmärgid, kasutatud meetodikaid, välja töötatud leevendusmeetmeid ja ettepanekuid. Täiendavalt käsitleti Eesti müra reguleerivat seadusandlust ning võrreldi seda teistes riikides rakendatavate normidega. Töö eesmärgi saavutamiseks analüüsiti seitset KMHs ja DPs koostatud müra modelleerimise aruannet. Lisaks intervjueriti ka kolme müra modelleerimisega igapäevaselt kokku puutuvaid eksperte.

Üldistusena saab öelda, et Eesti detailplaneeringutes ja keskkonnamõtju hindamistes on transpordimüra käsitlemine suhteliselt ühetaoline ning kasutatavad meetodikad ning põhimõtted on sarnased ka teistele Euroopa Liidu liikmesriikide lähenemisele. Teisest küljest on võimalik väita, et kasutatavate andmete ajakohasus (modelleerimisel kasutatavad prognoosstsenaariumid) ja varieeruvus (sisendandmete detailsusaste) on mõneti erinev ning kohati võib tekkida olukord, kus kasutatavad andmed ei vasta reaalsele olemasolevale olukorrale. Võimaldamaks modelleeringuga anda situatsiooni reaalsem virtuaalne kirjeldus, on lõputöö autori arvates mõistlik müra modelleerimisel kasutada võimalikult uusi ja päevakajalisi andmeid (eelkõige liiklusintensiivsus, liikluskoormus, realselt läbi viidavad mürarikkad tegevused ja nende kestvus). Lisaks tuleks projektides läbipaistvuse suurendamiseks kaaluda põhjalikumalt modelleerimisel kasutatavate prognoosstsenaariumite ja nende tulemini jõudmise lahti kirjutamist.

Müra modelleerimisel ja leevendusmeetmete välja töötamisel võeti eesmärgiks tagada seaduses toodud väärtused (dB). Paremat müra ekvivalentset taset kui seda on ette nähtud seadusega, üheski projektis eesmärgiks ei võetud. Kuigi Tartu Idaringtee ja Rail Balticu projektide korral antud teemat käsitleti (avalikud arutelud, töökoosolekud) siis realselt töös seati eesmärgiks tagada ainult seadusandluses toodud väärtused. Leevendusmeetmete välja töötamisel sõltus arvestatavate tegurite hulk ning välja töötatud leevendusmeetmete amplituudi ulatusest: laiema ja suurema ulatusega projektides käsitleti leevendusmeetmeid põhjalikumalt ning meetmete välja töötamisel arvestati rohkem

erinevaid tegureid. Näiteks Tartu Idaringtee korral arvestati leevendusmeetmete välja töötamisel kõiki autori poolt valitud valikukriteeriumitega ning lisaks käsitleti suuremates projektides (Rail Baltic, Tartu Idaringtee) eraldi ka ehitusaegse müra mõju. Leevendusmeetmete välja töötamisel tuleks autori hinnangul läheneda tervikuna ning parema üldtulemuse saamiseks arvestada võimalikult palju erinevaid olulisi parameetreid. Tagamaks parima lõpptulemuse, tuleks leevendusmeetmete välja töötamisel läheneda võimalikult spetsiifiliselt konkreetse müra allika tüübist ja müra koosseisust lähtuvalt.

Eesti siseriiklikes õigusaktides olevad väärtused on sarnased teiste Euroopa Liidu liikmesriikidega ning vastavad erinevates uuringutes välja töötatud soovituslike tasemetega inimorganismile. Üheks peamiseks puuduseks on õigusaktides kehtestatud normide rakendamise ebaselgus erinevates olukordades. Täiendavalt tuleks autori arvates kaaluda eelkõige erinevatest infrastruktuurirajatistest (maantee, raudtee) tulenevatele müra häiringutele erisuse kehtestamist. Peamiseks põhjuseks on maantee- ja raudteeliikluse iseloomust tingitud iseärasused. Inimesed tajuvad erinevalt, kas näiteks iga 30 minuti tagant möödub üks veeremkoosseis või möödub 3 minuti jooksul 20 sõidukit. Kuigi ekvivalentne tase võib olla sama, siis inimesed tajuvad sellist häiringut erinevalt.

Transpordimüra häiringu käsitlemine Eesti detailplaneeringute ja keskkonnamõjude hindamise raames oli vaatamata erinevatele koostajatele analüüsitud parameetrite alusel sarnane. Uurimistöös läbi viidud analüüsi tulemusena kerkis esile ebaühtlane prognoosandmete valimine, leevendusmeetmete välja töötamisel arvestatavate valikukriteeriumite arv ning detailsemate erisuste puudumine liiklusrumaga seonduvas seadusandluses. Teatud erisustega joonestus välja asjaolu, et mida suurema ja mastaapsema projektiga tegu, seda põhjalikum ja mitmekülgsem oli müra kui häiringu käsitlemine.

Välja toodud teemade parendamisel on autori arvates mõistlik kasutada teiste riikide kogemusi ning välja töötatud ja praktikas kasutatavaid meetodikaid ning lähenemisi.

Edasiste uuringute kontekstis on võimalik täiendavalt käsitleda kasutatud müra modelleerimise tulemusi ning kõrvutades need reaalse kaasnenu olukordadega (eeldab käsitletud projektide analüüsi koos teostavate müra mõõtmistega). Selliselt oleks lõputöö autori hinnangul võimalik võrrelda müra modelleerimise vastavust reaalse tekkinud situatsioonile ja valitsevatele oludele.



# **TRANSPORT NOISE DISTURBANCE IN DETAILED PLANS AND ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENTS IN ESTONIA**

## Summary

The current Master's thesis focusses on transportation noise in environmental impact assessment and detailed plans in Estonia. The thesis poses three research tasks for the analysis. Noise modelling, the primary data, goals, used methodology, devised mitigation methods and proposals investigated for different environmental impact assessments and detailed plans have been researched. In addition to that, the legislation regulating noise levels in Estonia is introduced and compared to the standards implemented in other countries. In order to reach the aim of the thesis, seven noise modelling reports in environmental impact assessment and detailed plans over the past 10 years have been analysed. Furthermore, three experts were interviewed.

As a result of the comparison it can be said that the transport noise treatment in Estonian detailed planning and environmental impact assessments is quite uniform and considerable distinctness of implemented methodologies and principles from other European countries was not identified. At the same time, it can be claimed that the up-to-dateness (predictive scenario used in modelling) and variability (level of detail of input data) of utilized data is somewhat dissimilar and, at times, situations where the used data does not coincide with the actual situation, may occur. In order to provide a more real virtual depiction of the situation with modelling, the author of the present thesis believes that it would be reasonable to utilize as new and current data as possible (above all to do with traffic volume, traffic load, actual noise producing activities and the duration of these). In addition to that, the predictive scenario used in modelling and the description of reaching outcomes should be considered in order to increase the transparency of projects.

When developing noise modelling and mitigation measures, the goal is to provide values noted in the legislation (dB). No better equivalent noise level than prescribed by the law was aimed at in any project. Despite expanding on the given topic in Tartu Idaringtee (Eastern roundabout) and Rail Baltic projects, the goal in the actual work was to provide

only the values noted in the legislation. The number of considered factors and devised area of compiled mitigation measures are dependant on the scope of the project – in case of large-scale projects, mitigation measures are described in more depth and a wider range of factors are taken into account when devising the measures. For example, in case of Tartu Idaringtee, all selection criteria chosen by the author of the thesis had been taken into account when developing mitigation measures. Additionally, larger projects (Rail Baltic, Tartu Idaringtee) separately covered the aspect of the effect of noise during the construction process. The author of the current thesis finds that a wholesome approach should be used when developing mitigation methods and a wide variety of significant parameters should be considered to achieve an improved general performance. In order to assure the best outcome, it is necessary to approach the development of mitigation measures based on the type of a specific noise source and the constituents of noise.

The values of the domestic standards of Estonia are similar to those in other EU countries and meet the advisory guidelines. A major deficiency, however, is the ambiguity of the standards when implemented in distinct situations. Additionally, the author of the current thesis believes that it is important to enact specifications concerning noise nuisance by distinct infrastructure facilities such as highways and railways due to the peculiarities of the nature of traffic. People perceive noise nuisance caused by traffic density differently, even though the equivalent level may be the same.

The treatment of transportation noise in the framework of Estonian detail planning and environmental impact assessment is similar based on the analysed parameters in spite of different compilers. As a result of the analysis conducted in the research, the unbalanced choice of predictive data, number of selection criteria in the development of mitigation measures and the lack of detailed peculiarities in traffic noise related regulations became evident. It became clear that with larger and more scalable projects the treatment of the nuisance of noise is more thorough and multifaceted.

In order to improve the highlighted issues, the author of the thesis considers it reasonable to utilize other countries' experiences and developed methodologies and approaches put into practice already.

In case of further research into the topic, it is possible to use the results of noise modelling and examine these side by side with actual situations. This assumes the analysis of the used

projects together with carrying out noise level measurements. The author of the current Master's thesis is convinced that this would enable the comparison of noise modelling conformity with the actual and dominant situations.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Alkranel OÜ** (2015). Roodevälja küla Paekarjääri kinnistu detailplaneeringu-motospordikeskuse müra modelleerimise aruanne. Tanel Esperk. [https://someru.kovtp.ee/documents/108607/6825268/someru\\_krossiraja\\_mura\\_modelleerimine\\_26.02.15\\_alkranel.pdf/d9bf2e72-2023-4cbe-83c5-53ea1bd41550](https://someru.kovtp.ee/documents/108607/6825268/someru_krossiraja_mura_modelleerimine_26.02.15_alkranel.pdf/d9bf2e72-2023-4cbe-83c5-53ea1bd41550) (19.04.2016).
- Annecke, R., Berge, T., Crawshaw, S., Ellebjerg, L., Mårdh, S., Pullwitt, E., Steven, H., Wiberg, A., Zimmermann, U.** (2008). Noise Reduction in Urban Areas from Traffic and Driver Management: A toolkit for city authorities. In: Ellebjerg, L. (Ed). European Commission. Nr 516288. Germany, pp 13-14.
- Bazaras, J.** (2006). Internal noise modelling problems of transport power equipment. Transport Vol 21 (1), pp 19-24.
- Brown, A.L.** (2014). Soundscape planning as a complement to environmental noise Management Griffith School of Environment/Urban Research Program, Griffith University, Australia, pp 2-7.
- Bröer, C.** (2010). The tragic history of noise abatement. Journal for contemporary philosophy Krisis, Issue 1, pp 141-147.
- Coelho, B.L., Alarcao, D.** (2005). On noise mapping and noise action plans for large urban areas. ForumAcusticum. CAPS-Instituto Superior Tecnico. Lisabon, Portugal, pp 1039-1043.
- DataKustik** (2004). Müra modelleerimise programm Dataakustik. <http://www.datakustik.com/en/products/cadnaa> (17.03.2016).
- DHC** (1994). Noise and Health 1994. Dutch Health Council, lk 19-23. <https://www.gezondheidsraad.nl/sites/default/files/9415E.pdf> (02.03.2016)
- DHC** (2014). Keskkonnamüra Euroopas 2014. European Environmental Agency, Dutch Health Council. Netherlands. [http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009\\_2014/documents/com/com\\_com\(2011\)0232\\_/com\\_com\(2011\)0321\\_et.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com(2011)0232_/com_com(2011)0321_et.pdf) (11.01.2016).
- DTI** (2007). Guide to Predictive Modelling for Environmental Noise Assessment. National Physical Laboratory. Department of Trade Industry (DTI) under the National Measurement Systems Acoustics Programme 2004-2007. <http://www.npl.co.uk/upload/pdf/guide-to-predictive-modelling-env-noise-assessment.pdf> (22.03.2016).
- EK** (2003). Müra modelleerimisel kasutatav arvutusmetoodika *NMPB-Routes-96*. Euroopa komisjon 2003. [www.europarl.europa.eu/.../COM-AC\\_DR\(2003\)PA-ENV-](http://www.europarl.europa.eu/.../COM-AC_DR(2003)PA-ENV-) (02.04.2016).
- EK** (2014). Euroopa Komisjoni määrus nr 1304/2014. (vastu võetud 26. november 2014, üleeuroopalise raudteesüsteemi allsüsteemi „veerem - müra” koostalitluse tehnilise kirjelduse

- kohta, millega muudetakse otsust 2008/232/EÜ ja tunnistatakse kehtetuks otsus 2011/229/EL). <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1304&from=EN> (12.03.2016).
- EK** (2016). Euroopa Komisjonile esitatud müra aruanded. <http://ec.europa.eu/environment/eia/eia-support.htm> (25.03.2016).
- E-Konsult** (2007). Muuga sadama lääneosa keskkonnamõju hindamine 2007. Tallinn - OÜ E-Konsult. [www.viimsivald.ee/.../Muuga\\_sadama\\_\\_1\\_auml\\_\\_auml\\_\\_neosa\\_KMH.pdf](http://www.viimsivald.ee/.../Muuga_sadama__1_auml__auml__neosa_KMH.pdf) (07.02.2016).
- EMÜ/ERKAS** (2009). Strateegilise keskkonnamõtjude hindamine planeeringutes 2008/2009. Tartu-Pärnu: Eesti Maailikool põllumajandus- ja keskkonnainstituut/ERKAS Pärnu instituut.
- EN & EP** (1992). Euroopa Nõukogu ja Euroopa Parlamendi direktiiv 92/43/EMÜ looduslike elupaikade ning loodusliku loomastiku ja taimesti kaitse kohta. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0043&from=EN> (03.03.2016).
- EN & EP** (2001). Euroopa Nõukogu ja Euroopa Parlamendi direktiiv 2001/42/EÜ teatavate kavade ja programmide keskkonnamõtju hindamise kohta. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001L0042&from=en> (03.03.2016).
- EN & EP** (2002). Euroopa Nõukogu ja Euroopa Parlamendi direktiiv 2002/49/EÜ 25. juuni 2002, mis on seotud keskkonnamüra hindamise ja kontrollimisega. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=EN> (21.03.2016).
- EN & EP** (2003). Euroopa Nõukogu ja Euroopa Parlamendi direktiiv 2003/35/EÜ (vastu võetud 26.05.2003). milles sätestatakse üldsuse kaasamine teatavate keskkonnaga seotud kavade ja programmide koostamisse ning muudetakse nõukogu direktiive 85/337/EMÜ ja 96/61/EÜ seoses üldsuse kaasamisega ning õiguskaitse kättesaadavusega. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0035&from=EN> (09.03.2016).
- EN** (1985). Euroopa Nõukogu direktiiv 85/337/EEC of 27 June 1985. NÕUKOGU DIREKTIIV, 27. juuni 1985, teatavate riiklike ja eraprojektide keskkonnamõtju hindamise kohta (85/337/EMÜ) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:31985L0337&from=EN> (5.04.2016).
- EN** (1997). Euroopa Nõukogu direktiiv 97/11/EC of 3 March 1997 amending Directive 85/337/EEC. the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ET/TXT/PDF/?uri=CELEX:02003L0035-20120217&qid=1458203524852&from=EN> (21.02.2016).
- Eriksson, C., Nilsson, M.E., Pershagen, G.** (2013). Environmental noise and health: current knowledge and research needs. Swedish Environmental Protection Agency, Report No 6553.
- Faith-Ell, C.** (12.03.16). Müra modelleerimine ja käsitlemine Euroopas. Autori intervjuu Charlotta Faith-Ell'iga. Skype.

- FHWA** (2000). FHWA highway noise barrier design handbook: final report 2000. U.S Department of Transportation, Federal Highway Administration. <http://ntl.bts.gov/lib/35000/35700/35778/FHWA-EP-00-005.pdf> (28.01.2016).
- Golmohammadi, R., Abbaspour, M., Nassiri, P., Mahjub, H.** (2009). A compact model for predicting road traffic noise. *Iran Environment*, Vol 6 (3) , pp 181-186.
- Guarnaccia, C.** (2013). Advanced tools for traffic noise modelling and prediction. *Wswas transaction on systems*, Vol 12 (2), pp 121-128.
- Hagler, L., Goines, L.** (2007). Noise Pollution: A Modern Plague. *Southern Medical Journal*, Vol 100 (3), pp 287-294.
- Heinama, K.** (2015). Keskkonnamõju (stateegiline) hindamine. Keskkonnaministeerium. Koolituse slaidikava. Slaidid nr 3-8.
- Hendrikoson & Ko** (2007). Välisõhu strateegiline mürakaart maanteelõikudes, milliste liikluskagedus ületab 6 miljonit sõidukit aastas 2007. Tartu: Hendrikoson & Ko. [www.mnt.ee/failid/Seletuskiri2.doc](http://www.mnt.ee/failid/Seletuskiri2.doc) (27.02.2016).
- Hickey, R.J.** (1996). Noise modelling and evaluating learning from examples. *Artificial Intelligence*, Vol 82 (1-2), pp 157-179.
- HKHK** (2006). Ehitusfüüsika e-kursus, osa- ehitusakustika. 2006. Haapsalu Kutsehariduskeskus <http://www.environmental-expert.com/software/noisy-utility-software-for-noise-level-meters-180442> (29.03.2016).
- HMS** (2002). Haldusmenetluse seadus. (vastu võetud 06.06.2001, muudetud, viimati jõustunud 01.01.2002). - *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/123022011008> 17.03.2016).
- Janic, M.** (2007). Modelling the full costs of an intermodal and road freight transport Network. *Transportation Research Part D: Transport and environment*, Vol 12 (1), pp 33-44.
- JUST ja Riigikantselei** (2012). Mõjude hindamise meetoodika 2012. Tallinn: Justiitsministeerium ja Riigikantselei juhendaruanne. [http://www.just.ee/sites/www.just.ee/files/elfinder/article\\_files/mojude\\_hindamise\\_meetoodika.pdf](http://www.just.ee/sites/www.just.ee/files/elfinder/article_files/mojude_hindamise_meetoodika.pdf) (20.01.2016).
- Kaimre, P.** (2014). Loodusvarade majandamise ökonoomika, konspekt. Tartu. Eesti Maaülikool, Metsandus ja maaehitusinstituut, lk 10.
- Kirss, T.** (2007). Keskkonnamõjude strateegilise hindamise praktika üldplaneeringutes. (Bakalaureusetöö). Tartu Ülikooli Bioloogia-geograafia teaduskonna geograafia instituut. Tartu.
- Kivikangur, R.** (2014). Rail Baltic läbi müra ja vibratsiooni vaatevinkli. (Rakenduskõrgharidus). Tallinna Tehnikakõrgkooli ehitusteaduskond. Tallinn.
- KKM** (2001). Ärhusi konventsioon. Keskkonnaministeerium 2001, <http://www.envir.ee/et/arhusi-konventsioon> (13.02.2016).
- KKM** (2011). Müra põhimõisted. Keskkonnaministeerium. <http://www.envir.ee/et/mura-pohimoisted> (29.03.2016).

- KKM** (2012). Mõiste keskkonnakorraldus. Keskkonnaministeerium. <http://www.envir.ee/et/keskkonnakorraldus> (17.03.2016).
- KKM** (2015a). Mõju hindamine keskkonnale 2015a. Tallinn: Keskkonnaministeerium. <http://www.envir.ee/et/eesmargid-tegevused/keskkonnakorraldus/moju-hindamine-keskkonnale> (07.02.2016).
- KKM** (2015b). Natura 2000 ala 2015b. Keskkonnaministeerium. [www.natura2000.envir.ee](http://www.natura2000.envir.ee) (05.02.2016)
- Konkolewsky, H.H.** (2008). Safety and Health at work. - Magazine of the European Agency for Safety and Health at work, 8 EN, pp 4-11.
- Kwakkel, J.H., Walker, W.E., Marchau, V.-W.J.** (2012). Assessing the efficacy of dynamic adaptive planning of infrastructure: results from computational experiments. Environment and Planning B: Planning and Design, Vol 39, pp 533-550.
- KÕK** (2013). Analüüs kehtiva müralase regulatsiooni probleemkohtadest ja võimalikest lahendustest: Müra normtasemetega regulatsiooni kaasajastamine 2013. SA Keskkonnaõiguse Keskus. [https://www.kik.ee/sites/default/files/Uuringud/muralase\\_regulatsiooni\\_probleemkohtade\\_analuus.pdf](https://www.kik.ee/sites/default/files/Uuringud/muralase_regulatsiooni_probleemkohtade_analuus.pdf) (02.02.2016).
- Leemet, I.** (11.09.15). Müra modelleerimisest Eestis. Autori intervjuu Ingrid Leemetiga. e-kiri.
- MNT** (2010). Erinevad müratõkked ja nende valimine. Mõratõkete valik. Maanteeamet. <http://www.mnt.ee/?id=12371> (25.03.2016).
- MNT** (2011). Kose Aruvalla riigimaanteel asuvad müratõkked, Maanteeamet, Aruvalla-Kose teelõigu ehituse infoleht, september 2011, nr 1. <http://www.mnt.ee/public/lk74.pdf> (25.03.2016).
- Moehler, U., Liepert, M., Schuemer, R., Griefahn, B.** (2000). Differences between railway and road traffic noise. Journal of Sound and Vibration, Vol 231 (3), pp 853-864.
- Murphy, E., King, E.** (2014). Environmental Noise Pollution: noise mapping, public health, and policy. 1st Edition, Elsevier, Ireland.
- MWAA** (2013). Annual Aircraft Noise Report: Ronald Reagan Washington National Airport (DCA) and Washington Dulles International Airport (IAD) 2013. Metropolitan Washington Airports Authority. [http://www.mwaa.com/sites/default/files/archive/mwaa.com/file/2013\\_Noise\\_Report\\_Final\\_%28%29\\_with\\_Data\\_Correction\\_Statement\\_Hoch23oct2014\\_at\\_1\\_31p.pdf](http://www.mwaa.com/sites/default/files/archive/mwaa.com/file/2013_Noise_Report_Final_%28%29_with_Data_Correction_Statement_Hoch23oct2014_at_1_31p.pdf) (29.01.2016).
- Nijland, H.A., Wee, V-P-G.** (2007). Traffic Noise in Europe: A Comparison of Calculation Methods, Noise Indices and Noise Standards for Road and Railroad Traffic in Europe. Transport Reviews, Vol 5, pp 591-612.
- NoMEPorts** (2016). NoMEPorts project – The port sector's initiative in port area noise mapping and management. Layman's Report. <http://ec.europa.eu/eu-coast/download.cfm?fileID=1452> (9.04.2016).

- NZTA** (2014). Guide to state highway road surface noise 2014. New- Zealand Transport Agency. <http://www.nzta.govt.nz/assets/resources/road-surface-noise/docs/nzta-surfaces-noise-guide-v1.0.pdf> (10.03.2016).
- Olofsson, C.** (12.03.16). Müra modelleerimine ja käsitlemine Euroopas. Autori intervjuu Cristian Olofssoniga. Skype.
- Peterson, K.** (2006). Ülevaade keskkonnamõju hindamise praktikast Eestis. SEI väljaanne nr 9. Tartu. Säastva Eesti Instituut.
- Pöder, T.** (2005). Keskkonnamõju ja keskkonnariski hindamine: käsiraamat. Tallinn: Keskkonnaministeerium. [http://www.envir.ee/sites/default/files/kmhkasiraamat\\_poder.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/kmhkasiraamat_poder.pdf) (21.04.2016)
- Pöder, T.** (2015). Keskkonnariski hindamine: hindamiskäik ja ühildamine keskkonnamõju hindamisega 2015. Keskkonnaministeerium. [http://www.envir.ee/sites/default/files/krh\\_kasiraamat\\_loplik.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/krh_kasiraamat_loplik.pdf) (21.03.2016).
- Raidla & Partnerid** (2005). Planeerimisseaduse ja keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seaduse vastavus Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiivile 2001/42/EÜ teatavate kavade ja programmide keskkonnamõju hindamise kohta. Tallinn: Raidla & Partnerid. [http://www.envir.ee/sites/default/files/ksh\\_vastavus\\_raidla.pdf](http://www.envir.ee/sites/default/files/ksh_vastavus_raidla.pdf) (12.03.2016).
- Roadservice** (2014). Müra modelleerimine. 2014. Roadservice. [www.roaservice.ee](http://www.roaservice.ee) (25.03.2016).
- Ross, M-B., Wolde, T-T.** (2001). Noise from traffic as a worldwide policy problem. Noise control engineering journal. Noise from traffic as a worldwide policy problem 49. USA, Institute of Noise Control Engineering, pp 159-161.
- RT** (1994). Bioloogilise mitmekesisuse konventsioon. (vastu võetud 05.06.1992, jõustunud 25.10.1994) - *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/12918700> (17.03.2016).
- RT** (2001a). Keskkonnainfo kättesaadavuse ja keskkonnaasjade otsustamiseks üldsuse osalemise ning neis asjus kohtu poole pöördumise konventsiooni ratifitseerimise seadus. (vastu võetud 06.06.2001) - Riigikogu 2001. *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/27132> (23.02.016).
- RT** (2001b). Piiriülese keskkonnamõju hindamise konventsioon. (sõlmitud 25.02.1991, jõustunud 24.07.2001). Riigikogu - *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/78291>.(24.02.016).
- RT** (2002a). Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid seadus. (vastu võetud 04.03.2002 nr 42) - *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/163756> (24.02.2016).
- RT** (2002b). Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnaauditeerimise seadus. (vastu võetud 01.06.2002) - *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/26402> (22.03.2016).
- RT** (2004). Looduskaitse seadus. (vastu võetud 21.04.2004, muudetud, viimati jõustunud 10.05.2004) - *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/123032015122> (24.02.2016).



- RT** (2005). Keskkonnamõju hindamise ja keskkonnajuhtimissüsteemi seadus. (vastu võetud 22.02.2005, muudetud, viimati jõustunud 03.04.2005). Riigikogu 2005 - *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/130122015018?leiaKehtiv> (20.01.2016).
- RT** (2015a). Planeerimisseadus (vastu võetud 28.01.2015, muudetud, viimati jõustunud 01.07.2015) - *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/126022015003?leiaKehtiv>
- RT** (2015b). Keskkonnaseadustiku üldosa seadus. (vastu võetud 16.02.2011, muudetud, viimati jõustunud 01.07.2015) - *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/123032015106?leiaKehtiv>
- RTA** (2015). Environmental Noise Management Manual 2015, Roads and Traffic Authority of New South Wales. <http://www.rms.nsw.gov.au/documents/about/environment/environmental-noise-management-manual.pdf> (22.03.2016).
- RT** (1995). Rahvatervise seadus. (vastu võetud 14.06.1995, muudetud, viimati jõustunud 21.07.1995). Riigikogu - *Riigi Teataja* <https://www.riigiteataja.ee/akt/115032011017?leiaKehtiv> (17.03.2016).
- RTU** (2011). Mära modelleerimisel kasutatav arvutusmetoodika *RMR 2002*. Riga Technical University, Institute of railway transport, Indrika 8a, Riga, Latvia International conference may 5-6, Vilnius, 2011. [http://leidykla.vgtu.lt/conferences/Transbaltica\\_2011/pdf/002.pdf](http://leidykla.vgtu.lt/conferences/Transbaltica_2011/pdf/002.pdf) (02.04.2016)
- Ründva, M., Luik, K-P.** (2008). Noise modelling in Estonia. Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting 2008, Reykjavik, Iceland. <http://www.ver.is/bnam2008/Session%20VI%20Traffic%20Noise%20and%20Noise%20Mapping/Marko%20Rundva.pdf>
- Sager, T.** (2001) A planning theory perspective on the EIA. Nordregio report 2001:6. Stockholm, pp 198-210.
- SM** (2010). Keskkonnamära regulatsioonist: võrdsed võimalused inimväärses eluks 2010. Sotsiaalministeerium. [http://www.okokratt.ee/myra2010/esitlused/1\\_Keskkonnamura\\_regulatsioonist\\_Ramon.pdf](http://www.okokratt.ee/myra2010/esitlused/1_Keskkonnamura_regulatsioonist_Ramon.pdf) (10.03.2016).
- SoundPLAN International** (2016). Mära modelleerimise programm Soundplan. <http://www.soundplan.eu/english/soundplan-acoustics/news-soundplan-info-announcements/> (17.03.2016).
- SP Trätek - Kontenta** (2008). Mära tõkete valimisel arvestatavad tegurid. Väljaandest SP Trätek-Kontenta, Bullerskärmar av trä Illustratsioonid. [http://puuinfo.ee/pdf/Puuinfo200801/lk15-19\\_Puidust\\_myratokked.pdf](http://puuinfo.ee/pdf/Puuinfo200801/lk15-19_Puidust_myratokked.pdf) (25.03.2016).
- Suhairy, S.-A.** (2000). Prediction of ground vibration from Railways 2000. Suhairy, S.A. <http://doutoramento.schiu.com/referencias/outras/Suhairy,%20Sinan%20al.pdf> (12.03.2016).
- Tammesalu, T.** (2006). Mära akustika ja sagendused. Haapsalu: Haapsalu kutsehariduskeskuse kutseõpetaja. [http://www.hkhk.edu.ee/akustika/heli\\_ja\\_mra.html](http://www.hkhk.edu.ee/akustika/heli_ja_mra.html) (28.02.2016).
- Tansatcha, M., Pamanikabud, P., Brown A.L.** (2005). Motorway noise modelling based on perpendicular propagation analysis of traffic noise. Applied Acoustics, Vol 66 (10), pp 135-150.

- Thomas, M.** (2016) .Transpordipoliitika üldpõhimõtted. Euroopa Parlament 2016. Brüssel: Euroopa Liidu teemalised teabelehed. [http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/et/FTU\\_5.6.1.pdf](http://www.europarl.europa.eu/ftu/pdf/et/FTU_5.6.1.pdf) (03.03.2016)
- Thompson, D.** (2009). Understanding and Controlling Noise and Vibration from Railways 2009. Thompson, D, Southampton University, Institute of Sound and Vibration Research. <https://www.imeche.org/docs/default-source/knowledge-railway/understanding-and-controlling-noise-and-vibration-from-railways-by-david-thompson.pdf?sfvrsn=0> (02.02.2016).
- TÜ** (2011). Standardiseeritud kontentanalüüs. Tartu Ülikool. <http://samm.ut.ee/kontentanalys> (17.03.2016).
- Unesco** (2002). Espoo konventsioon, <http://www.unece.org/env/eia/welcome.html> (13.02.2016).
- WHO** (2009). Night Noise guidelines for Europe 2009. (2009). World Health Organisation (WHO),[http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43316/E92845.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf) (17.03.2016).
- Vickerman, R.** (2007). Cost-Benefit Analysis and Large-Scale Infrastructure Projects: State of the Art and Challenges: Centre for European, Regional and Transport Economics. Environment and Planning B: Planning and Design, Vol 34, pp 598 - 610.
- Vlachokostas, C., Achilles, Ch., Michailidou, A.V., Moussiopolos, N.** (2012). Measuring combined exposure to environmental pressures in urban areas: An air quality and noise pollution assesment approach. Environmental International, Vol 39 (1), pp 8-18.
- VV** (2012). Üleriigiline planeering Eesti 2030+ 2012. Eesti Vabariigi Valitsus. [https://valitsus.ee/sites/default/files/content-editors/arengukavad/eesti\\_2030.pdf](https://valitsus.ee/sites/default/files/content-editors/arengukavad/eesti_2030.pdf) (11.03.2016).
- VÕKS** (2004). Välisõhu kaitse seadus. (vastu võetud 05.05.2004, muudetud, viimati jõustunud 30.09.2004). - *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/123032015144> (17.03.2016).
- Wöfel Group** (2016). Müra modelleerimise programm IMMI. <http://www.environmental-expert.com/software/immi-noise-mapping-software-180567>
- Öhrström, E., Skånberg, A., Svensson, H., Gidlöf, G., A.** (2006). Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. Journal of Sound and Vibration, Vol 295 (1-2), pp 40-59.

**LISAD**

## Lisa 1. Skaibi intervjuu märkmeleht

Intervjuu aeg 12.03.2016, kell 10.40-11.50

Intervjuu läbiviimise vorm: Skaibivestlus

4. Intervjueerija: Raido Kivikangur
5. Intervjueeritavad: Charlotta Faith-Ell, Christer Olofsson
6. Küsimused ja käsitletud teemapunktid
  - a. Ekspertide senine töökogemus
  - b. Saksamaa, Suurbritannia, Rootsi müra normatiivid
  - c. Normide selgus ja töötamine praktikas
  - d. Erisused, nende taust, vajadus
  - e. Kui palju kasutatakse modelleerimisel erinevaid programme
  - f. Kui palju on modelleerimisel „tõlgendamisruumi“
  - g. Leevendusmeetmete välja töötamisel arvestatavad aspektid, millest sõltuvad käsitletavate aspektide hulk?

## **Lisa 2. Meili teel ekspertidele saadetud e-kiri**

*Olen Raido Kivikangur ja õpin Eesti Maaülikoolis (Linna-ja tööstusmaastike korraldus II). Olen hetkel koostamas enda magistritööd ning palun alljärgnevatel teemadel Teie abi ja kommentaare.*

*Palun Teie abi, et kommenteeriksite KMH protsessi käigus koostatava müra (modelleerimise ning sellejärgse leevendusmeetmete väljapakkumine) osa väljatöötamise aluseid.*

*Koostatava lõputöö üheks uurimisülesandeks ongi leevendusmeetmete (müra häiringu korral) välja pakkumise alused. Palun kommenteerida allolevaid küsimusi lähtudes Teie enda kogemustest ning teadmistest.*

*1. Kas müra leevendusmeetmete välja töötamisel seatakse eesmärgiks taastada algne olukord (samasugune olukord, mis oli enne kavandatava objekti rajamist) või on üldiseks eesmärgiks tagada seaduses (Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid) ette nähtud normatiivid? Või on eesmärgiks midagi muud?*

*2. Infrastruktuuri objektide (maantee, raudtee) planeerimisel ja rajamisel on kohati raske ning majanduslikult ebaotstarbekas (müraatõkete rajamine muudab objekti kogumaksumust märkimisväärselt suuremaks) tagada kõik ranged seadusega sätestatud müranormid. Lisaks on näiteks naaberriikide seadusandluses infrastruktuuri objektide korral lubatud teatud juhtudel üldisest kõrgemad müranormatiivid. Kas selline käsitlus oleks ka Eesti kontekstis asjakohane ning vajalik/otstarbekas, mille võimalikku sisseviimist seadusandlusesse tasuks kaaluda?*

*Soovi korral võime suhelda ka telefoni teel või kokku saada ning antud teemal intervjuu vormis vestelda.*

*Kui Te mingil põhjusel soovite antud küsimusi anonüümselt kommenteerida, siis Teie nime enda uurimistöös ei avalikusta. Minu peamiseks eesmärgiks on seisukohtade saamine antud küsimustele ning vajadusel Teile nimeliselt ei viita.*

*Vajadusel selgitan meelsasti*

**Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, \_\_\_\_\_,  
(*autori nimi*)

sünniaeg \_\_\_\_\_,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_,  
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on \_\_\_\_\_,  
(*juhendaja(te) nimi*)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor \_\_\_\_\_  
(*allkiri*)

Tartu, \_\_\_\_\_  
(*kuupäev*)

---

**Juhendaja kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Luban lõputöö kaitsmisele.

\_\_\_\_\_  
(*juhendaja nimi ja allkiri*)

\_\_\_\_\_  
(*kuupäev*)