

Ingrid Leemet, Maris Vohta, Johan Hallimäe, Mario Narbekov, Dmitri Tishko

25.6.2025

Puhangu tänava mürauuring

Tellija: Tallinna Keskkonna- ja Kommunaalamet

Kontaktisik: Liis Korp

Puhangu tänava müra- ja vibratsiooniuuring

KVALITEEDI KINNITUS

Käesolev dokument on koostatud, kontrollitud ja heaks kiidetud vastavalt Akukon Oy kvaliteedisüsteemi juhistele. Kvaliteedisüsteem vastab standardi EN ISO/IEC 17025 nõuetele. Kvaliteedisüsteem, mis vastab eelpool mainitud standardi nõuetele, täidab ka ISO 9001 nõudeid.

Tallinnas 25.6.2025

Koostas



Ingrid Leemet, MSc

Kontrollis



Maris Vohta, BSc

SISUKORD

1	SISSEJUHATUS.....	4
2	MÜRA NORMTASEMED.....	4
2.1	RIIGISESED MÜRAINDIKAATORID JA NENDE PIIRVÄÄRTUSED	4
3	VIBRATSIOONI PIIRVÄÄRTUSED	5
4	UURINGUALA.....	7
4.1	TRAMMITEEDE TÄNAVARUUMI UURING.....	7
4.2	PLANEERITAV KERGRÖÖBASTRANSPORT.....	7
4.3	ÜLDPLANEERING JA KATEGOORiate MÄÄRAMINE.....	8
5	MÕÕTMISED.....	8
5.1	HELIRÖHUTASEMETE MÕÕTMISED	8
5.2	VIBRATSIOONI MÕÕTMISED	9
5.3	KOKKUVÕTE.....	10
6	KESKKONNAMÜRA.....	10
7	MÜRATASEMETE JA -KAARTIDE ARVUTUS.....	11
7.1	MAASTIKUMODEL	11
7.2	PARANDUSTEGURID	12
7.3	ARVUTUSTE PARAMEETRID	13
7.4	AUTOLIIKLUS.....	13
7.5	TRAMMILIKLUS	15
7.6	TULEMUSED.....	15
7.7	KOKKUVÕTE.....	16
8	EHITUSAEGNE TEGEVUS.....	17
9	VIBRATSIOON	17
9.1	VIBRATSIOONITASEMETE TAJUMINE	18
10	LISAD	20

1 SISSEJUHATUS

Käesoleva töö eesmärgiks on hinnata müraolukorda Puhangu tänaval (Pelguranna tänavast Sõle tänavani) olemasolevas olukorras (ilma trammiteeta) ja perspektiivses olukorras (koos trammiteega). Müraarvutuste aluseks on „[Pelguranna trammimõju ja tasuvuse analüüs](#)“ ja ostumenetluse kutse lisas 1 toodud tingimused. Trammitee kulgeb Puhangu tänava keskosas, sõidab üle Puhangu tn 29 garaaži maa-ala ja keerab Putukaväilale.

Töö raames tuli teostada helirõhutasemete mõõtmised Puhangu tänava kahes mõõtmispunktis ja Maneeži ning Hobujaama tänavatel. Koostada mürauuring, et selgitada välja müratasemete vastavust keskkonnaministri 16.12.2016. a määrusele nr 71 „[Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid](#)“ toodud tingimustele.

Teostada vibratsiooni mõõtmised Puhangu, Maneeži ja Hobujaama tänavatel eesmärgiga selgitada välja tänasest liiklusest tulenev vibratsioon kolmes asukohas ning selle vastavus sotsiaalministri 17.05.2002 määrmuses nr 78 „[Vibratsiooni piirväärtused elamutes ja ühiskasutusega hoonetes ning vibratsiooni mõõtmise meetodid](#)“ toodud piirväärtustele ja selgitada välja vibratsiooni mõju hoonetele.

2 MÜRA NORMTASEMED

Keskkonnamüra on Eestis siseriiklikult reguleeritud peamiselt järgmiste õigusaktidega:

- riigikogu 15.06.2016. a seadus „[Atmosfääriõhu kaitse seadus](#)“.
- keskkonnaministri 16.12.2016. a määrus nr 71 „[Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid](#)“ (30.05.2020. a redaktsioon).

„Atmosfääriõhu kaitse seadus“ reguleerib tegevust, millega kaasneb välisõhu keemiline või füüsikaline mõjutamine. Välisõhus leviva müra põhjendamatu tekitamine on keelatud. Seaduses käsitletakse välisõhus levivat müra, mis on inimtegevusest põhjustatud ning välisõhus leviv soovimatu või kahjulik heli, mille tekitavad paiksed või liikuvad allikad.

Keskkonnaministri 16.12.2016. a määrus nr 71 „[Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid](#)“ on kehtestatud atmosfääriõhu kaitse seaduse alusel. Määruses on kehtestatud mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid. Müra normtasest võrreldakse müra hinnatud tasemega päevases ja öises ajavahemikus ja müra hinnatud tase ei tohi ületada normtasest. Eesti siseriiklikud normväärtused on sätestatud keskkonnaministri 16. detsembri 2016. a määruse nr 71 lisas 1.

2.1 Riigisisesed müraindikaatorid ja nende piirväärtused

Keskkonnaministri 16.12.2016. a määrus nr 71 „[Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid](#)“ sätestab müra siseriiklikud normtasemed.

Välisõhus leviva müra normtasemed on:

- müra piirväärtus - suurim lubatud müratase, mille ületamine põhjustab olulist keskkonnahäiringut ja mille ületamisel tuleb rakendada müra vähendamise abinõusid,
- müra sihtväärtus – suurim lubatud müratase uute üldplaneeringutega aladel.

Müra normtasest võrreldakse müra hinnatud tasemega päevases ja öises ajavahemikus ja müra hinnatud tase ei tohi ületada normtasest. Määratud ajavahemikud on:

- päev 07–23,
- öö 23–07.

Vastavalt üldplaneeringu maakasutuse juhtotstarbele määratakse mürakategooriad järgmiselt:

- I kategooria virgestusrajatise maa-alad;
- II kategooria haridusasutuse, tervishoiu- ja sotsiaalhoolekandeadasutuse ning elamu maa-alad, rohealad;
- III kategooria keskuse maa-alad;
- IV kategooria ühiskondlike hoone maa-alad;
- V kategooria toomise maa-alad;
- VI kategooria liikluse maa-alad.

Siseriiklikult on indikaatoriteks A-korrigeeritud ekvivalentsed müratasemed L_d ja L_n (sisaldab ka öhtust aega 19–23). Müra normsuurused hoonestatud ja hoonestamata aladel on esitatud tabelis 1.

Tabel 1. Liiklusmüra normtasemed, ekvivalentne müratase $L_{pAeq,T}$ (dB)

Müra kategooria	Aeg	Müra piirväärtus	Müra sihtväärtus
II kategooria - haridusasutuste, tervishoiu- ja sotsiaalhoolekandeadasutuste ning elamu maa-alad, maatulundusmaa õuealad, rohealad	Päev	60 / 65 ¹	55
	Öö	55 / 60 ¹	50
III kategooria - keskuse maa-alad	Päev	65 / 70 ¹	60
IV kategooria - ühiskondlike hoonete maa-alad	Öö	55 / 60 ¹	50

¹ müratundliku hoone teepoolsel küljel

3 VIBRATSIOONI PIIRVÄÄRTUSED

Vibratsioonitasemeid reguleerib sotsiaalministri 17.5.2002. a määrus nr 78 „[Vibratsiooni piirväärtused elamutes ja ühiskasutusega hoonetes ning vibratsiooni mõõtmise meetodid](#)”.

Määrusega kehtestatakse inimeste tervisekahjustuste ja ebameeldiva aistingute vältimiseks üldvibratsiooni piirväärtused elamutes ja ühiskasutusega hoonetes ning vibratsiooni mõõtmise meetodid. Üldvibratsioon on määruse tähenduses mehhaaniline võnkumine, mis kandub seisvale, istuvale või lamavale inimesele üle toetuspindade kaudu. Vibratsiooni piirväärtused päevasele ja öisele ajavahemikule on toodud tabelis 2. Üldvibratsiooni tunnussuurus on summaarne korrigeeritud vibrokiirendus ja selle logaritmiline väärtus. Nõuded on toodud vibrokiirenduse piirväärtusena m/s^2 .

Tabel 2. Vibrokiirenduse piirväärtused L_{a_v} (dB), a_v (m/s^2)

Päev (7-23)	Öö (23-07)
-------------	------------

Olemasolevad	a_v (m/s ²)	La_v (dB)	a_v (m/s ²)	La_v (dB)
Elamute, ühiselamute ja hoolekandeaustuste, koolieelsete lasteaustuste elu-, rühma- ja magamistoad	0,0126 (2,0 ¹)	82 (2,0 ¹)	0,00883 (1,4 ¹)	79 (1,4 ¹)
Õppeaustuste õppetöö ruumid	0,0126 (2,0 ¹)	82 (2,0 ¹)		
Bürood ja haldushooned	0,0252 (4,0 ¹)	88 (2,0 ¹)		
Projekteeritavad				
Elamute, ühiselamute ja hoolekandeaustuste, koolieelsete lasteaustuste elu-, rühma- ja magamistoad	0,00883 (1,4 ¹)	79 (1,4 ¹)	0,00631 (1,0 ¹)	76 (1,0 ¹)

¹baaskõvera koefitsient – kordaja, millega tuleb korrutada vibrokiirenduse baaskõvera arväärtused

Üldvibratsiooni piirväärtuste aluseks on ISO 2631-2:1989 baaskõver.

ISO standardis 2631-2 on toodud vibratsiooni hindamisel peamiste allikate kategooriad:

- pidevad või poolpidevad protsessid, nt. tööstus;
- püsivad katkendlikud tegevused, nt. liiklus;
- piiratud kestusega (mittealalised) tegevused, nt. ehitus.

Saksamaa standard *DIN-4150-3:1999 „Structural vibration Part 3: Effects of vibration on structures“* annab suuniseid vibratsiooni mõju mõõtmiste teostamiseks ja hindamiseks hoone konstruktsioonidel ning esitab lubatud maksimaalsed vibratsiooniväärtused, mille järgimine ei põhjusta kahjustusi hoonetele. Vajadus hinnata konstruktsioonide vibratsioonitundlikkust tekib enamasti alles siis, kui kahtlustatakse, et vibratsioon on tekitanud hoonetele kahjustusi või kui tekib oht, et vibratsioon võib põhjustada kahjustusi.

Lühiajaliseks vibratsiooniks peetakse vibratsiooni, mis ei teki nii tihti, et kahjustada hoonet ja mis ei pane hoone konstruktsioone resoneerima. Vibratsiooni mõju hoonetele hinnatakse vastavalt piirväärtustele. Väärtuste ületamine ei tähenda kohest kahju hoone konstruktsioonidele, kuid vibratsiooni tekke põhjust tuleks edasiseks uurida. Tabelis 3 on välja toodud lühiajalise vibratsiooni soovituslikud piirväärtused.

Tabel 3. Lühiajalise vibratsiooni soovituslikud piirväärtused

Hoonetüüp	Soovituslikud v_i (mm/s) väärtused			
	Vibratsioon vundamendil			Vibratsioon kõrgeimal korrusel
	1 – 10 Hz	10 – 50 Hz	50 – 100 Hz	Kõik sagedused
Avalikud hooned, tööstushooned	20	20 – 40	40 – 50 *	40
Eluhooned	5	5 – 15	15 – 20 *	15
Vibratsioonile tundlikud hooned, nt kaitse all olevad ehitised	3	3 – 8	8 – 10 *	8

Pikaajaliseks vibratsiooniks peetakse vibratsiooni, mis tekitab kahju hoone konstruktsioonidele. Tabelis 4 on välja toodud pikaajalise vibratsiooni soovituslikud piirväärtused.

Tabel 4. Pikaajalise vibratsiooni soovituslikud piirväärtused

Hoonetüüp	Soovituslikud v_i (mm/s) väärtused kõrgeimal korrusel kõikidel sagedustel
Avalikud hooned, tööstushooned	10
Eluhooned	5
Vibratsioonile tundlikud hooned, nt kaitse all olevad ehitised	2.5

4 UURINGUALA

4.1 Trammiteede tänavaruumi uuring

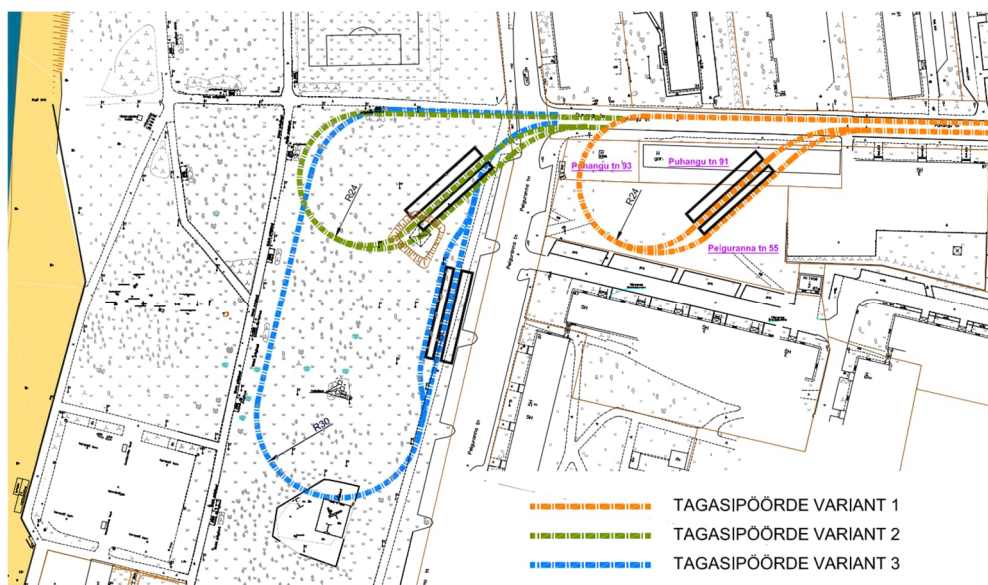
Müraarvutuste aluseks on „[Pelguranna trammi mõju ja tasuvuse analüüs](#)“. Puhangu tänava trammitee on Pelguranna trammitee lõpuosa. Pelguranna trammiliin oleks sobiv ühendamiseks läbi kesklinna Ülemistega, tagades kesklinna ja ka Ülemistega kiire ja mugava ühenduse. Puhangu tänav ise on ühelt poolt juurdepääsuga, mille ääres paiknevad vahetult elamud ja äriefunktsioonid, teisalt teenindab tänavat ka bussiliin. Puhangu tn ääres asuvad valdavalt korterelamud.

Puhangu tänav on juurdepääs, mille liikluskoormus võimaldab paigutada trammitee sõidutee ruumi. See tähendab projektkiirust 30 km/h.

4.2 Planeeritav kergrööbastransport

Trammiliini pikendamine loob alternatiivse liikumisvõimaluse Tallinna linnas. Trammiliini rajamise eeliseks on oluliselt kiirem võimalus jõuda soovitud sihtkohta võrreldes ratastranspordi kasutamisega, kuna tramm kasutab alternatiivset liikumisteed ja ei sõltu oluliselt liiklussagedustest Tallinna tänavatel.

Trammitee kulgeb Puhangu tänava keskosas, sõidab üle Puhangu tn 29 garaaži maa-ala ja keerab Putukaväilale. Puhangu tänava lõpus on trammitee tagasipöördekoht, mille kohta on kolm tagasipöörde alternatiivi, joonis 1.



Joonis 1. Puhangu tn tagasipöörde variandid

Trammiliinil hakkavad eeldatavasti sõitma PESA trammid. Uued trammid on Poola ettevõtte PESA poolt toodetud uued Twist seeria trammid, mis on kuue uksega, ette nähtud 184-le sõitjale, millest 65 on istekohad. Trammides on kliimaseade.

4.3 Üldplaneering ja kategooriate määramine

Mürakategooriad määratakse vastavalt üldplaneeringu maakasutuse juhtotstarbele, kus on tegemist kohaliku omavalitsuse pädevusse kuuluva otsustamisküsimusega vastavalt Planeerimisseaduse § 75 lg 1 22 järgi.

Puhangu tänava äärsed elamud asuvad Põhja-Tallinna linnaosa üldplaneeringu alusel korterelamute alal ja sellest tulenevalt rakendatakse II kategooria müra normtasemeid.



Joonis 2. Väljavõte Põhja-Tallinna üldplaneeringust (allikas: [https://gis.tallinn.ee/pohjatallinnyp/?page=2 -Maakasutus-ja-ehitus](https://gis.tallinn.ee/pohjatallinnyp/?page=2-Maakasutus-ja-ehitus))

5 MÕÕTMISED

5.1 Helirõhutasemete mõõtmised

Töö raames tuli teostada helirõhutasemete mõõtmised:

- Puhangu tänaval, et selgitada välja tänane müraolukord,
- Maneeži ja Hobujaama tänavatel, et selgitada välja trammiliiklusest tulenevad müratasemed.

Puhangu tn mõõtmised teostati 23.04-25.04.25, mõõtmistingimused ja -tulemused on toodud mõõtmisprotokollis - Akukon 250555-M01-29864 Puhangu 34 ja 69, Tallinn-Helirõhutasemete mõõtmisprotokoll.

Maneeži ja Hobujaama tn mõõtmised teostati 19.05-21.05.25, mõõtmistingimused ja -tulemused on toodud mõõtmisprotokollis - Akukon 250555-M02-29969 Maneeži ja Hobujaam, Tallinn-Helirõhutasemete mõõtmisprotokoll.

Tabelis 5 on toodud mõõtmistulemuste koondtabel, kus on toodud päevase ja öise ajavahemiku ekvivalentne müratase ($L_{Aeq,1h}$), hinnatud müratase (L_d , L_n) ja maksimaalselt registreeritud müratasemed (L_{AFmax}) päeval ja öisel ajavahemikul.

Tabel 5. Mõõdetud helirõhutasemete koondtabel

Mõõtmispunkt	$L_{Aeq,1h}$ 7-23(dB)	$L_{Aeq,1h}$ 23-7(dB)	L_d (dB)	L_n (dB)	L_{AFmax} 7-23(dB)	L_{AFmax} 23-7(dB)
Puhangu tn 34	57-63	45-59	61	55	86	82
Puhangu tn 69	60-65	53-60	65	57	84	83
Maneeži tn 11 // V.Reimani tn 12	62-69	49-64	66	60	106*	89
Hobujaama tn 1	62-65	51-62	65	58	93	86

* mootorratas

5.2 Vibratsiooni mõõtmised

Vibratsiooni mõõtmised teostati kolmes kohas, et selgitada välja tänasest liiklusest tulenev vibratsioon:

- Pelguranna tn 53
- Maneeži tn 6
- Hobujaama tn 10

Pelguranna tn 53 mõõtmised teostati 05-06.05.25, mõõtmistingimused ja -tulemused on toodud mõõtmisprotokollis - Akukon 250555-M03-30110 Pelguranna 53, Tallinn - Vibratsioonitasemete mõõtmised.

Hobujaama tn 10 mõõtmised teostati 19-20.05.25, mõõtmistingimused ja -tulemused on toodud mõõtmisprotokollis - Akukon 250555-M04-30120 Hobujaama 10, Tallinn - Vibratsioonitasemete mõõtmised.

Maneeži tn 6 mõõtmised teostati 22-23.05.25, mõõtmistingimused ja -tulemused on toodud mõõtmisprotokollis - Akukon 250555-M05-30121 Maneeži 6, Tallinn - Vibratsioonitasemete mõõtmised.

Tabelis 6 on toodud mõõtmistulemuste koondtabel, kus on toodud hinnatud vibratsioonitase a_v ja L_{av} ning maksimaalsed vibratsioonikiirused v_i .

Tabel 6. Mõõdetud vibratsioonitulemuste koondtabel

Mõõtmiskoht	Hinnatud vibratsioonitase a_v 7-23 (m/s ²)	Hinnatud vibratsioonitase a_v 23-7 (m/s ²)	Hinnatud vibratsioonitase L_{av} 7-23 (dB)	Hinnatud vibratsioonitase L_{av} 23-7 (dB)	Maksimaalne vibratsioonikiirus v_i (mm/s)		
					x-telg	y-telg	z-telg
Puhangu tn 53	0.00130-0.00957	0.00061-0.00354	62-80	56-71	1.27	0.65	2.36
Hobujaama tn 10	0.00148-0.00569	0.00020-0.00315	63-75	46-70	0.22	0.32	0.64
Maneeži tn 6	0,00607-0,03983	0,00073-0,00707	76-92	57-77	0.36	0.44	2.80

5.3 Kokkuvõte

Helirõhutasemete mõõtmised kirjeldavad mõõtmispäeval toimunud sündmusi, arvestades valitsenud ilmastikutingimusi, taustmüra jms. Mõõtmispäevadel olid ilmastikutingimused mõõtmiste läbiviimiseks soodsad, ei esinenud tugevat, tuult ja sademeid.

Puhangu tn tulemused kirjeldavad olemasolevat liikluse müra olukorda, kus peamine müraallikas on liikluse müra sh bussid. Maneeži ja Hobujaama tn mõõtmiskohad kirjeldavad olemasolevat liikluse müra olukorda, kus peamine müraallikas on liikluse müra sh bussid ja trammid. Mõõtmisprotokollis on eraldi välja toodud mõõtmispunktides selgelt eristatavad trammimüra sündmused. Kokku leiti 722 trammist tulenevat mürasündmust, mis kestsid 0.04 s–1.45 min, sündmuste ekvivalentne müratase L_{Aeq} oli vahemikus 55–77 dB, maksimaalne müratase L_{AFmax} 59–94 dB. Teatud tüüpi trammid eristusid teistest trammidest ja olid valjemad. Kuna tegemist on linnakeskkonnaga, siis linna üldine taustmüra on möödivate autode jm müraallikate näol pidev ning sellest tulenevalt oli kohati keeruline analüüsi teostamisel eristada tramme muust liiklusest. Lisaks trammide möödasõitudele mõõtmispunktist oli kuulda ja eristavad trammid, mis liikusid teistel suundadel (Gonsiori ja Narva mnt-l).

Selgitamaks välja trammitüüpide müra- ja helivõimsustasemed soovitame teha mõõtmised kontrollitud kiirustel, kaugustel ja keskkonnas, kus üldine taustmüra on madalam.

Mõõdetud vibratsioonikiirenduse alusel võib järeldada, et Puhangu tn 53 ja Hobujaama tn 10 fikseeritud vibratsioonitasemed päeval ja öisel ajal ei ületa sotsiaalministri määruses nr 78 toodud vibratsiooni piirväärtuseid elamutes. Maneeži tn 6 registreeriti ühetunnilisi kõrgemaid vibratsioonikiirenduse väärtusi, mis on seotud ruumis viibivate inimeste tegevusega (peamiselt inimeste liikumine ja mööbli liigutamine). Kell 16:13:14 fikseeritud kõrge lühiajaline vibratsioonitase trammi läbisõidu ajal ($L_{av} = 84$ dB) oli ainus sündmus, mille jooksul esines vibratsiooni piirataseme ületamine. Selle põhjuseks võib olla trammi kehvem tehniline seisukord, mida võis täiendavalt mõjutada trammi suurem kaal (rohkem reisijaid) ja kõrgem liikumiskiirus. Arvestades, et saadud andmete analüüsi käigus vaadeldi kokku üle 200 sündmuse, mis olid seotud trammi läbimisega, ja ainult ühel juhul registreeriti lubatud vibratsioonitase ületamine, võib järeldada, et tegemist on erandjuhtumiga.

Hobujaama tn 10 ja Maneeži tn 6 mõõtmisprotokollides on eraldi välja toodud iga trammi läbisõidu ajal fikseeritud vibratsioonikiirenduse tasemed, mida ei mõjutanud samal ajal korteris või hoones toimunud tegevustest tingitud taustvibratsioon. Hobujaama tn 10 leiti kokku 88 trammi sündmust, mis kestsid 7-51 sek, sündmuste vibrokiirenduse tase oli vahemikus 56–72 dB. Maneeži tn 6 leiti kokku 228 trammi sündmust, mis kestsid 21-70 sek, sündmuste vibrokiirenduse tase oli vahemikus 69–84, kõrgeim sündmus fikseeriti kell 16:13:14.

Saadud mõõtmistulemuste põhjal võib järeldada, et eluhoone kandvatesse konstruktsioonidesse kanduv vibratsioonitase ei ületa üksikutes sagedustes üldjuhul 1 mm/s kogu sagedusvahemikus 1–500 Hz. Eri suundade kaupa määratud summaarsed tippväärtused jäävad alla 1 mm/s. Seetõttu puudub antud juhul hoonete konstruktsioonide kahjustumise risk.

6 KESKKONNAMÜRA

Keskkonnamüra on inimtegevusest põhjustatud välisõhus leviv soovimatu või kahjulik heli, mida tekitavad paiksed või liikuvad saasteallikad. Keskkonnamüra allikad on: autoliiklus; raudteeliiklus; lennuliiklus; sadamad; tööstusettevõtted / tehnoseadmed.

Liikluse müra on keskkonnaministri 16.12.2016. a määruse nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“ järgi müra, mida põhjustavad

regulaarne auto-, raudtee-ja lennuliiklus ning veesõidukite müra, mille puhul on arvestatud aastaringse keskmise liiklussagedusega või regulaarse liiklusega perioodi vältel.

Kaks kõige tähtsamat keskkonnamüra kirjeldavat omadust on müraallika müraemissioon ja müratase mingis punktis. Müraemissioon on sama, mis müraallika helivõimsus; tavaliselt kirjeldatakse seda helivõimsustasemena. Müratase on täpsemalt koha või kuulmispunkti helirõhutase, mida üldiselt esitatakse kaalutud A-helitasemena.

Helitase on kaalutud A-helirõhutase. See on määratletud

$$L_{pA} = 20 \lg (pA/p_0),$$

kus pA on kaalutud A-helirõhk ja p_0 kuuldeläve helirõhk ($= 20 \text{ *Pa}$).

Kaalutud A-helirõhk on mürasignaali filter, mis vastab inimkõrva reageerimisele.

Helivõimsustase on määratletud

$$L_W = 10 \lg (P/P_0),$$

kus P on helivõimsus ja P_0 võrdlusvõimsus (1 pW). Kogu müraemissioon on tavaliselt esitatud kaalutud A-helivõimsustaseme (L_{WA}) kujul. Levimisarvutuste jaoks esitatakse helivõimsustase spektri oktaavribades (ja A-korrigeerimist ei kasutata).

Mõlemal mainitud tasemel on sama ühik, detsibell (dB). See võib põhjustada segadust, kuna kahe taseme numbrilised väärtused erinevad tavaliselt üksteisest märgatavalt. Helivõimsustaseme arvsuurus on tavaliselt palju suurem kui tavalisel helirõhutasemel.

Keskkonnamüra häirivuse ja negatiivsete mõjude hindamisel kasutatakse peamiselt müra kaalutud A-helitasemeid. Sellisena on A-helitase otseselt rakendatav ainult pidevale ja püsivale mürale. Kui on vaja hinnata pikaaegselt ajas muutuva müra mõju – kas kõikuv, katkendlik või impulsiivne – siis ühenumbriks suurendatakse ekvivalentset kaalutud A-helitaset L_{Aeq} .

Müra normtasemetega võrreldakse müra hinnatud taset L_d (päevase ajavahemiku müra hinnatu tase) / L_n (öise ajavahemiku müra hinnatu tase). Müra hinnatud tase tähendab, et arvutatud või mõõdetud ekvivalentsele tasemele L_{Aeq} lisatakse vajadusel parandus sõltuvalt müra häirivusest. Päevane ajavahemik sisaldab õhtust ajavahemikku 19–23, millele rakendatakse müra hinnatud taseme arvutamisel parandust +5 dB.

7 MÜRATASEMETE JA -KAARTIDE ARVUTUS

Müra tasemete arvutamisel ja mürakaardi koostamisel kasutati arvutiprogrammi Datakustik Cadna/2025, mille tarbeks tehti maa-alast kolmemõõtmeline akustiline maastikumudel. Programm võtab arvesse müra neeldumist õhus ja pinnases ning müra levimise võimendumist kõvadelt pindadelt.

7.1 Maastikumudel

Lähteandmetena vajab arvutusmudel iga müraallika asukohta ja müraemissiooni ning kolmemõõtmelist maastikumudelit, mis sisaldab hooneid ja teisi takistusi.

Kaardistamise jaoks vajalik kõrgusinfo kolmedimensiooniliste joontena saadi Maa- ja Ruumiameti veebikeskkonnast ja Liikuvusagentuur *T-Model 22002_ES/EP_TL_Pelguranna* jooniselt. Andmestik sisaldas maapinna kõrgusjooni, hoonete kõrgusinformatsiooni, teede, tänavate jm asukohti. Joonisel 3 on toodud vaade maastikumudelile.

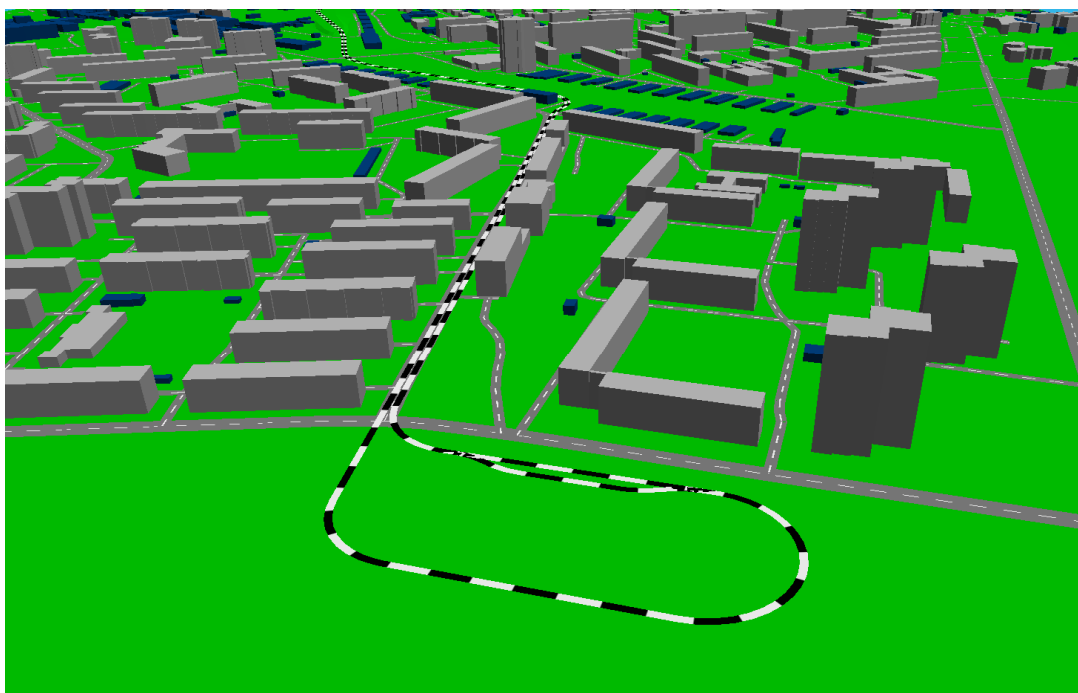
Hoonete jagunemine vastavalt maa-ameti avaandmete kasutusotstarbe alusel on järgmine:

- elu-, ja ühiskondlik hoone (kaartidel halli värviga);
- kõrval-, tootmishoone (kaartidel tumesinise värviga).

Kõikidele hoonetele määrati välispiirde helineeldekoeffitsiendiks 0,21, mis vastab struktuurse pinnaga fassaadile.

Maapinna helineelduvustegur määrati antud töös järgmiselt:

- kõik teed määrati kõvadeks pindadeks koefitsiendiga 0,
- tiheasustusalad määrati pindadeks koefitsiendiga 0,7.



Joonis 3. Maastikumudel

7.2 Parandustegurid

Kitsastes kurvides, võib esineda iseloomulikku müra. Selline müra esinemine on juhuslik, mis tekib vaguniratta ja rööpa külgsuunalisel kokkupuutel kurvis, kus trammi kiirus on väiksem kui sirgel lõigul ning see tuleb rohkem esile. Selline heli võib oma olemuselt olla nii kõrgsageduslik (krigin, sisin) või madalsageduslik (ragisev). Reeglina nendes kohtades müra suureneb, mis sõltub trammi kiirusest ja rataste seisukorrast jms. Täpne parandustegur ja müratasemete suurenemine pole teada, kuna Eestis puuduvad sellelaadsed mõõtmisandmed.

Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiivi [2002/49/EÜ](#) järgi on vilin kurvis eriline müraallikas, mis esineb ainult kõverikel ja on seetõttu lokaliseeritud. Vilin kurvis sõltub üldjuhul tee kõverusest, hõõrdumistingimustest, rongi kiirusest ning rööbastee ja ratta geomeetriast ja dünaamikast. Selline müra võib olla tugev, mistõttu on vaja selle asjakohast kirjeldust. Kohtades, kus vilin kurvis tekib, tavaliselt kõverikel ja pöörangutel, tuleb allika helivõimsusele lisada sobivad lisandunud müra helivõimsuse spektrid. Lisandunud müra võib olla igale veeremitüübile eriomane, sest teatavad ratta- ja pöördvankritüübid võivad olla oluliselt vähem vilinat tekitavad kui teised. Kui asjakohane mõõtmine ei ole võimalik, võib kasutada lihtsat lähenemisviisi, mille puhul lisatakse vilina müra arvutamiseks

trammi veeremüra helivõimsuse spektrile kõikidel sagedustel 5 dB kõverikel ja pöörangutel, mille $R \leq 200$ m.

Planeeritav kergrööbastranspordi tagasipöördel arvestati mainitud parandusteguriga.

Täiendav müra võib tekkida ka näiteks rööbaste ühenduskohtades ja pöörangutel ning ristmikel, kui trammirööpad ristuvad. Sellise müra kohta puuduvad täpsemad andmed/parandustegurid ja seda pole arvutustest arvestatud.

7.3 Arvutuste parameetrid

Vahemaast tingitud nõrgenemine, maapind ja ekraanid muudavad leviva müra spektrit. Sellepärast teostatakse arvutused sagedusribades. Lõpptulemusena erinevate sageduste väärtused liidetakse kokku ühenumbriks väärtuseks, ekvivalentseks kaalutud A-helirõhutasemeks L_{Aeq} kõikides arvutuspunktid.

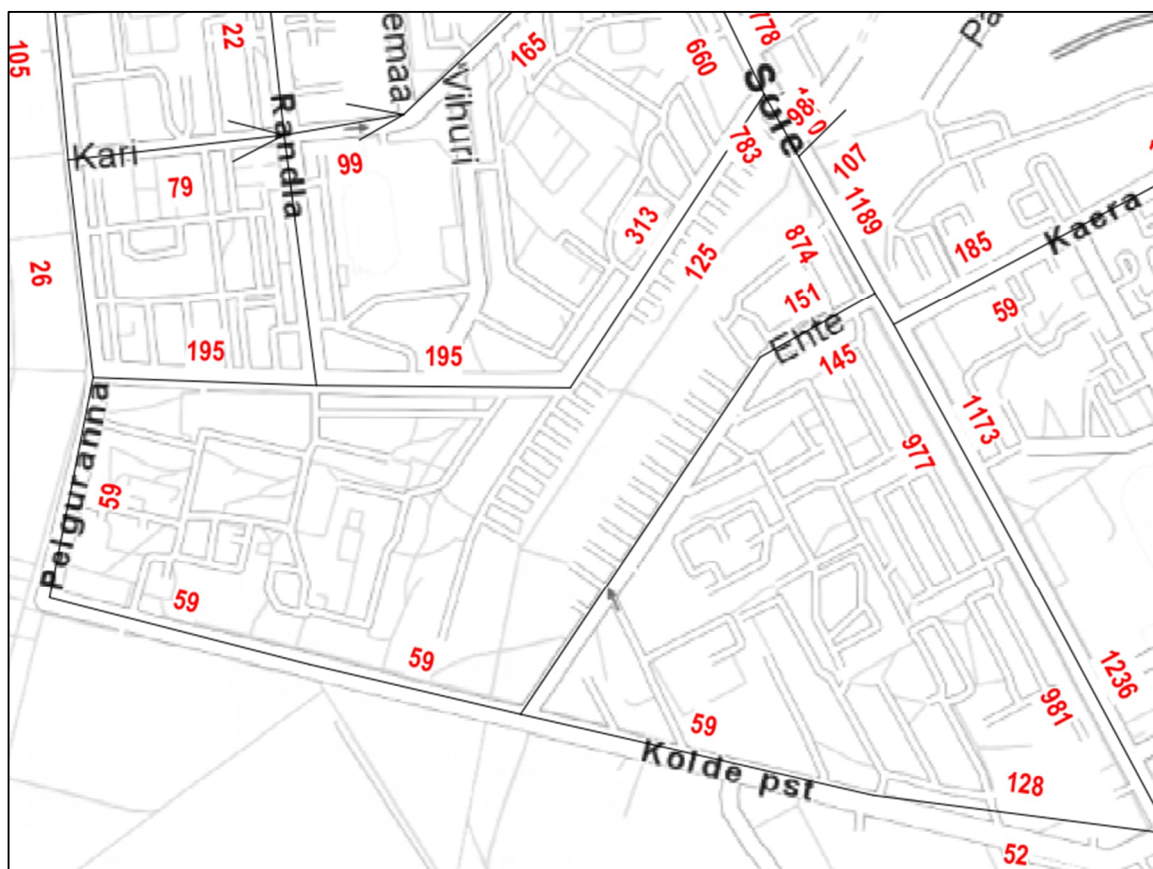
Müra levimisarvutuste lähteandmete jaoks määratakse iga müraallika helivõimsus sageduse ja suuna funktsioonina. Arvutusmudel esindab müraallikat või –allikaid ekvivalentne punkti- või joonekujuline müraallikas, mis paikneb tõelise allika akustilises keskpunktis.

Tähtsamad arvutuste teostamise seaded olid järgmised:

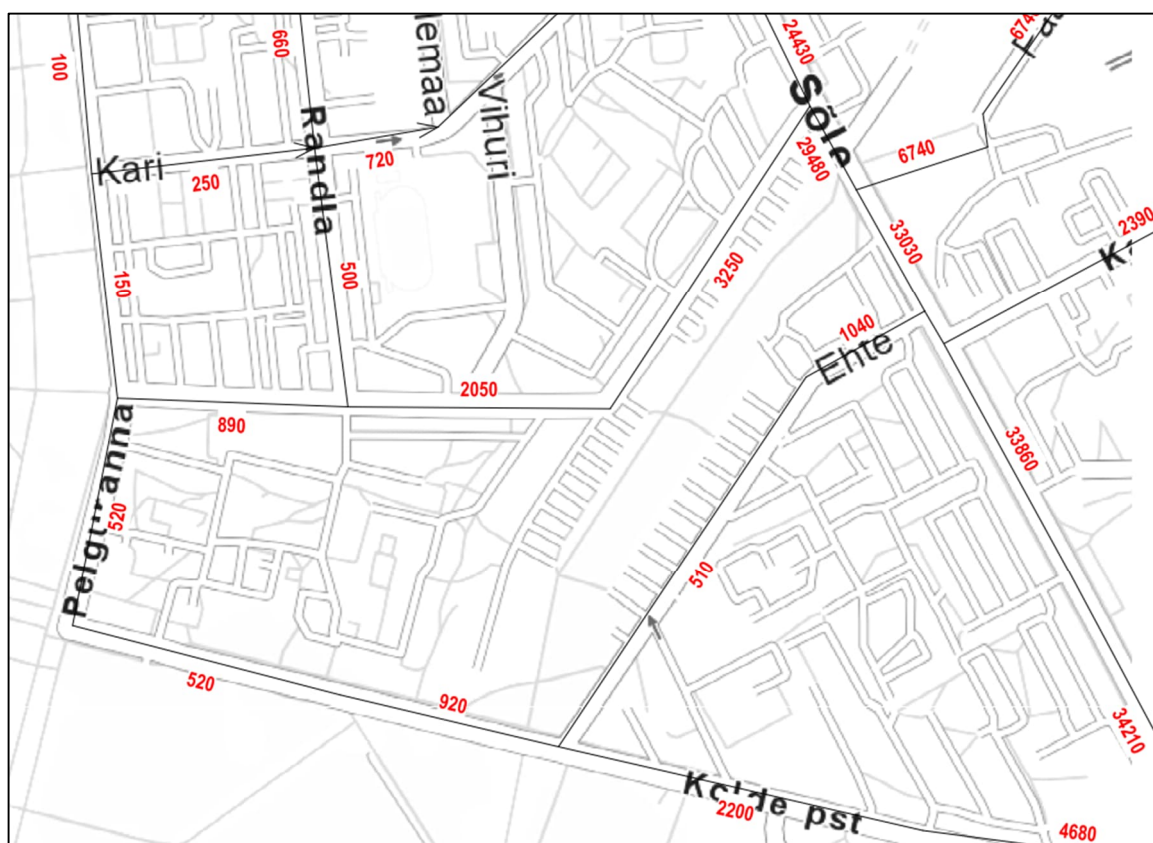
- autoliikluse arvutusmeetod *Road Traffic Noise (TemaNord 1995:825) – Nordic Prediction Method*;
- raudteeliikluse arvutusmeetod „*Schall 03 2014*“;
- trammitüüp mudelis *Tram- Low-Floor- Vehicle with air condition*;
- arvutusruudustiku samm mürakaartidel on 5x5 m;
- müratasemete arvutus teostati 2 m kõrgusel;
- müravahemikud kaartidel on esitatud 5 dB kaupa;
- maksimaalne viga 0,3 dB;
- peegelduste arv 1;
- parandustegurid: kitsa kurvi parandustegur.

7.4 Autoliiklus

Liikluse müra taseme hindamisel on kasutatud Stratum OÜ 2022. a öhtuse tipptunni ja 2045. a AKÖL (aastaringne keskmine liiklussagedus) liikluse mudeli andmeid (joonis 4, 5).



Joonis 4. 2022. a õhtuse tiptunni liikluse mudeli väljavõte



Joonis 5. 2045. a AKÖL liikluse mudeli väljavõte

Müratasemete arvutamisel on arvestatud, et öhtune tiptund moodustab 10% kogu ööpäevasest liiklusest ning kogu ööpäevane liiklussagedus jaguneb ööpäeva lõikes vastavalt tabel 7 järgi.

Tabel 7. Liiklussageduse jaotus

	Päev (7–19)	Õhtu (19–23)	Öö (23–7)
Põhitänavaliikluse jagunemine	77%	13%	10%
Kõrvaltänavaliikluse jagunemine	81%	11%	8%

Raskeliikluse osas on Puhangu tänaval bussiliiklus ühes suunas, suunaga Sõle tn poole. Sõiduplaani järgi on tööpäeviti ööpäevas 156 väljumist. Lisaks bussidele liigub ka muid raskeveokid, nt prügiautod jms. Raskeveokite osakaaluks on arvestatud 5-8%.

7.5 Trammiliiklus

Tabelis 8 on toodud planeeritava trammiliini sõiduplaani liiklussagedus, mis on võetud arvutuste aluseks.

Tabel 8. Planeeritava trammiliini liiklus

Liiklussageduse jaotus			Pikkus, m	Vagunite arv
7–19	19–23	23–7		
108	24	21	31	3

Trammi müraemissioon sõltub nii sõiduki tüübist, kui raja pinnasekonstruktsioonist ja raja alustest.

Trammi piirkiiruseks on arvestatud 30 km/h, tagasipöördel nr 1, 2 on arvestatud 10 km/h, tagasipöördel nr 3 kiirusega 15 km/h.

7.6 Tulemused

Liiklusest tingitud müratasemete arvutustulemusena valmis auto- ja trammiliikluse arvutustulemusena kokku kümme kaarti päevase ja öise ajavahemiku jaoks, kus elu- ja ühiskondlikel hoonetel on arvutatud ka liiklusemüra ekvivalenttasemed hoonete välispiiretel 2 m kõrgusel:

- Lisa A1 kirjeldab olemasolevast autoliiklusest tingitud müraolukorda päeval ajal;
- Lisa A2 kirjeldab olemasolevast autoliiklusest tingitud müraolukorda öisel ajal;
- Lisa A3 kirjeldab prognoositavast autoliiklusest tingitud müraolukorda päeval ajal;
- Lisa A4 kirjeldab prognoositavast autoliiklusest tingitud müraolukorda öisel ajal;
- Lisa A5 kirjeldab prognoositavast auto- ja trammiliiklusest tingitud müraolukorda tagasipöörde variant 1 korral päeval ajal;
- Lisa A6 kirjeldab prognoositavast auto- ja trammiliiklusest tingitud müraolukorda tagasipöörde variant 1 korral öisel ajal;
- Lisa A7 kirjeldab prognoositavast auto- ja trammiliiklusest tingitud müraolukorda tagasipöörde variant 2 korral päeval ajal;
- Lisa A8 kirjeldab prognoositavast auto- ja trammiliiklusest tingitud müraolukorda tagasipöörde variant 2 korral öisel ajal;

- Lisa A9 kirjeldab prognoositavast auto- ja trammiliiklusest tingitud müraolukorda tagasipöörde variant 3 korral päeval ajal;
- Lisa A10 kirjeldab prognoositavast auto- ja trammiliiklusest tingitud müraolukorda tagasipöörde variant 3 korral öisel ajal.

Puhangu tänaval ulatub tänava äärsete hooneteni päeval ajavahemikul 55-59...60-64 dB müraindikaatori L_d samatugevustsoonid; öisel ajavahemikul 50-54...55-59 dB müraindikaatori L_n samatugevustsoonid. Tulevikuprognoosi järgi liiklussagedused Puhangu tänaval langevad ja seetõttu on tulevikus müratasemed veidi väiksemad. Välispiireteni ulatub päeval ajal 51-70 dB, öisel ajal 43-61 dB suurune müratase, suurim müratase ulatub Puhangu tn 2 hooneni, mis on põhjustatud Sõle tn liiklusest.

Trammittee lisandumisel ulatub hooneteni päeval ajal 60-64, trammittee äärde jäävate hoonete juures suurenevad müratasemed kuni 6 dB võrra. Välispiireteni ulatub trammittee mõjualasse jäävate hoonetel päeval ajal kuni 63 dB, öisel ajal kuni 56 dB suurune müratase. Hoonetele ulatuv müratase erinevates olukordades on toodud lisas B1- *Hoonete välispiireteni ulatuv müratase*.

Keskkonnaministri 16. detsembri 2016. a määruse nr 71 II kategooria liikluse müra piirväärtus on täidetud päeval (60/65 dB) ja öisel (55/60 dB ajavahemikul) v.a Puhangu tn 2 hoone juures, mis on põhjustatud Sõle tn liiklusest.

7.7 Kokkuvõte

Puhangu tänaval ulatub tänava äärsete hooneteni päeval ajavahemikul 55-59-60-64 dB müraindikaatori L_d samatugevustsoonid; öisel ajavahemikul 50-54...55-59 dB müraindikaatori L_n samatugevustsoonid. Tulevikuprognoosi järgi liiklussagedused Puhangu tänaval langevad ja seetõttu on tulevikus müratasemed veidi väiksemad. Välispiireteni ulatub päeval ajal 51-70 dB, öisel ajal 43-61 dB suurune müratase, suurim müratase ulatub Puhangu tn 2 hooneni, mis on põhjustatud Sõle tn liiklusest.

Trammittee lisandumisel ulatub hooneteni päeval ajal 60-64, trammittee äärde jäävate hoonete juures suurenevad müratasemed kuni 6 dB võrra. Välispiireteni ulatub trammittee mõjualasse jäävate hoonetel päeval ajal kuni 63 dB, öisel ajal kuni 56 dB suurune müratase. Hoonetele ulatuv müratase erinevates olukordades on toodud lisas B1- *Hoonete välispiireteni ulatuv müratase*.

Keskkonnaministri 16. detsembri 2016. a määruse nr 71 II kategooria liikluse müra piirväärtus on täidetud päeval (60/65 dB) ja öisel (55/60 dB ajavahemikul) v.a Puhangu tn 2 hoone juures, mis on põhjustatud Sõle tn liiklusest.

Trammiliikluse poolt põhjustatud päevased ja öised müratasemed on võrreldes autoliiklusega üldjuhul madalamad, kuna tramme ei ole koguseliselt nii palju kui autosid, kui tegemist on tiheda liiklusega tänavaga. Puhangu tn enamjoalt kohalike elanike kasutuses, kus autoliiklus ei ole väga suur. Auto- ja trammiliikluse koosmõjus suurenevad müratasemed prognoositavas olukorras 6 dB võrra. Suurem müratase mõju trammi lühiajalisel möödasõidul, mil maksimaalne müratase on kõrgem nii trammiliini läheduses välisterritooriumil kui ka hoonete siseruumides. Trammiliiklusest põhjustatud mürataseme suurus oleneb väga palju trammi mudelist ja tehnilistest üksikasjadest. Teostatud mõõtmised näitasid, et maksimaalne müratase L_{AFmax} väärtus võib olla kuni 94 dB.

Välisõhus leviva müra vähendamiseks, kaitsmaks vahetult teede/tänavate äärde jäävaid müratundlikke alasid, on peamiseks meetmeks mürakaitseekraanid. Mürakaitseekraanide rajamine linnakeskkonda on keeruline, kuna keskkond ise seab ette piirangud, nt pole piisavalt ruumi mürakaitseekraani paigaldamiseks.

Kuna mürataseme suurus oleneb palju trammi mudelist ja tehnilistest üksikasjadest, siis on soovitatav valida elumaalade juurde vaiksemad mudelid ja võimalusel suunata mürarikkamad trammid mujale või kasutada neid ainult päevasel ajavahemikul.

8 EHTUSAEGNE TEGEVUS

Ehitusseadustiku § 12 lg 3 kohaselt tuleb ehitamisel arvestada mõjutatud isikute õigustega ning rakendada abinõusid nende õiguste ülemäärase kahjustamise vastu. Ehitamisega kaasneb paratamatult teiste isikute õiguste riive, mis väljendub muuhulgas ka ehitamisega kaasnevas müras ja vibratsioonis. Taolisi riiveid tuleb mõistlikus ulatuses taluda, kuid riive tekitaja peab hoolitsema selle eest et riive oleks võimalikult väike. Ehitusseadustiku § 39 lg 1 kohaselt annab ehitusloa kohalik omavalitsus, kui seaduses ei ole sätestatud teisiti ning ehitamise nõuetele vastavuse kontrollimine on kohaliku omavalitsuse ülesanne.

Ehitusmüra piirväärtusena rakendatakse kella 21–7 asjakohase mürakategooria tööstusmüra normtaset. Tööstusmüra piirväärtus öisel ajavahemikul on II kategooria aladel 45 dB.

Ehitustööde ajal on soovitatav elamualade läheduses rakendada järgmisi müravastaseid meetmeid:

- tööde ajastamine ja planeerimine – väga mürarikkeid töid mitte planeerida õhtusele ja öisele ajavahemikule ning puhkepäevadele;
- kohalike elanike teavitamine mürarikastest töödest;
- vajadusel teostada müra ja/või vibratsioonitasemete monitooring;
- ehitustegevusel kasutada vaiksemaid masinaid;
- vajadusel korral kasutada müra vähendavaid tehnoloogiaid, näiteks ajutised ja teisaldatavad ekraanid, summutid, korpused (nt seadmete ümber kummimati paigaldamine vms);
- ehitustegevusel kasutatavate seadmete ja masinate regulaarne korrashoid ja hooldus;
- vältida tarbetut masinate töötamist, lülitada seadmed välja, kui see pole vajalik;
- võimalusel kasutada elamualade läheduses tagurdussignaali puhul alternatiivseid variante, mis ei tõstaks müratasemete häiringuid, nt muutuva helitugevusega signaalid või suunamoduleeritud signaalid - neid tuleb hinnata igal üksikjuhul eraldi ning tuleb arvestada võimalike ohutusprobleemidega;
- müravastasteks meetmeteks on veel hoolikas töö.

Samas tuleb arvestada, et osade tööde või asukohtade puhul on müra ja vibratsiooni kontroll ja vähendamine väga keeruline.

9 VIBRATSIOON

Rööbasteede liiklus võib põhjustada pinnases, hoonetes ja rajatistes häiringuid, mille tagajärgi tajutakse vibratsioonina. Vibratsioon võib häirida elamismugavust, keskendumist või und. Vibratsioon võib põhjustada ka hoonete või vara kahjustusi. Liiklusest põhjustatud vibratsiooni levik ja mõjuala on kõige suurem pehme pinnase piirkonnas, seevastu kõva pinnase korral võib suuremaks probleemiks olla struktuurimüra (ground-borne noise). Üldiselt on ebamugavustsoon palju laiem kui võimalike kahjustuste piirkond.

Vibratsioonist põhjustatud kahjude hindamine on esmalt vajalik olemasolevate eluhoonet puhul, mis asuvad riskipiirkonnas, kus pole varem vibratsiooni hinnatud või uute ehitiste/rajatiste/rööbasteede planeerimisel.

Rööbasteede poolt keskkonnale tekitatud vibratsiooni põhjustab rataste ja rööbastee ebaühtlus. Vibratsioon levib rööbaste ja rööbastee konstruktsioonide kaudu aluskivimini, kust see levib pinnase ja vundamentide kaudu edasi hoonetesse ja rajatistesse. Vibratsiooni levik ja mõjuulatus sõltub paljudest komponentidest sh asukohast. Erinevad komponendid mõjutavad nii võnkumise suurust kui ka sagedust. Vibratsiooni suurust mõjutavad nt. sõiduki tüüp, pikkus, teljekaal ja sõidukiirus, rööbaste ja rataste seisukord ning rööbastee konstruktsioon ja gabariidid.

Vibratsiooni levikut mõjutavad ka rööbastee rajamise viis ja ümbritseva pinnase või aluspõhja kvaliteet. Vibratsiooni seostamine hoonete ja ehitistega sõltub hoonete ja rööbastee vahelisest kaugusest, hoone rajamise viisist ja hoone konstruktsioonist. Trammiliikluse vibratsiooni mõjuala on ulatuselt selgelt väiksem kui rongirööbaste puhul, kuid teisalt asuvad tihti ümbritsevad hooned trammiteele palju lähemal kui rongirajale.

Trammitee ja hoonete vaheline tänava pind- ja aluskonstruktsioonid moodustavad trammiliikluse jaoks veel ühe väga olulise vibratsiooni levimise tee. See soodustab struktuurimüra levikut ümbritsevatele hoonetele tõhusalt ka pehmetes piirkondades.

Vibratsiooni riski vähendamiseks on kõige tõhusam leevendusmeetmete rakendamine selle tekkekohas, mis lahendab võimalikke vibratsiooniga soetud probleeme nii olemasolevate kui ka tulevaste hoonete jaoks. Planeeritava rööbastee täpsed leevendusmeetmed ja isolatsioonimaterjalid ning konstruktsiooni lahendused tuleb välja selgitada projekteerimise edasises etapis, kui on teada täpsed teostusjoonised, maapinna geoloogia ja trammitee tee täpne konstruktsiooniline lahendus. Võimalikud leevendusmeetmed on toodud lisas C – leevendusmeetmed trammi müra ja vibratsiooni vähendamisel.

9.1 Vibratsioonitasemete tajumine

Vastavalt ISO 2631-1 standardis toodud informatsioonile on vibratsiooni kiirenduse tasemete tajumise iseloom on järgmine.

Viiskümmend protsenti tervetest ja heas füüsilises vormis inimestest on võimelised tajuma vibratsiooni W, mille tippväärtus on $0,015 \text{ m/s}^2$.

Inimesed tunnetavad vibratsiooni väga erinevalt. Enamiku tunnetab vibratsiooni umbes tasemel $0,015 \text{ m/s}^2$, kuid mõned tunnevad seda juba veidi nõrgemal tasemel, teised alles veidi tugevamal – tavaliselt jääb see vahemikku $0,01$ kuni $0,02 \text{ m/s}^2$.

Tajulävi veidi langeb, kui vibratsiooni kestus suureneb ühe sekundini ning väga vähesel määral edasise kestuse suurenemisega. Kuigi tajulävi ei lange kestuse suurenedes märkimisväärselt, võivad vibratsiooni poolt esile kutsutud aistingud, mis ületavad läveväärtuse, siiski jätkuvalt tugevneda.

Standardis ISO 2631-1 toodud üldised suunised ja ligikaudsed vibrokiirenduse suurused ning nende seos võimalikele reaktsioonidele on järgmised:

Vibrokiirendus m/s^2	Inimese tundlikkuse tase
<0,315	Pole häiriv
0,315-0,63	Natuke häiriv
0,5-1	Üsna häiriv

0,8-1,6	häriv
1,25-2,	Väga häriv
>2	Äärmiselt häriv

Vastavalt Saksa standardile DIN 4150-2, mida kasutatakse inimese vibratsioonitundlikkuse hindamiseks, on vibratsioonitasemete tajumise tasemed järgmised:

Vibratsioonikiirus, mm/s	Taju tase
0,10	Mitte tajutav vibratsioon
0,15	Tajumise piir
0,35	Nõrgalt tajutav vibratsioon
1,00	Tajutav vibratsioon
2,20	Selgelt tajutav vibratsioon
6,00	Tugev vibratsioon
14,00	Väga tugev vibratsioon

Vibratsiooni kiiruse 0,3-0,4 mm/s juures võib vibratsiooni härivaks pidada keskmiselt 15% elanikest. Kui vibratsiooni kiirus on väiksem kui 0,10 mm/s, siis sel juhul inimesed vibratsiooni tavaliselt ei taju. Vibratsiooni tase 1,0 mm/s põhjustab tõenäoliselt vibratsioon kaebusi elukeskkonnas, kuid võib olla talutav, kui elanikele on eelnevalt ette hoiatatud ja teavitatud. Vibratsiooni tase 10 mm/s on enamiku puhul tõenäoliselt talumatu ja seda võib taluda ainult väga lühikesel kokkupuutel.

10 LISAD

Helirõhutasemete mõõtmisprotokoll – Akukon 250555-M01-29864 Puhangu 34 ja 69, Tallinn

Helirõhutasemete mõõtmisprotokoll – Akukon 250555-M02-29969 Maneeži ja Hobujaama, Tallinn

Vibratsioonitasemete mõõtmisprotokoll – Akukon 250555-M03-30110 Pelguranna 53, Tallinn

Vibratsioonitasemete mõõtmisprotokoll – Akukon 250555-M04-30120 Hobujaama 10, Tallinn

Vibratsioonitasemete mõõtmisprotokoll – Akukon 250555-M05-30121 Maneeži 6, Tallinn

Lisa A1 olemasolev autoliiklus, päev L_d

Lisa A2 olemasolev autoliiklus, öö L_n

Lisa A3 prognoositav autoliiklus, päev L_d

Lisa A4 prognoositav autoliiklus, öö L_n

Lisa A5 prognoositav auto- ja trammiliiklus, tagasipööörde variant 1, päev L_d

Lisa A6 prognoositav auto- ja trammiliiklus, tagasipööörde variant 1, öö L_n

Lisa A7 prognoositav auto- ja trammiliiklus, tagasipööörde variant 2, päev L_d

Lisa A8 prognoositav auto- ja trammiliiklus, tagasipööörde variant 2, öö L_n

Lisa A9 prognoositav auto- ja trammiliiklus, tagasipööörde variant 3, päev L_d

Lisa A10 prognoositav auto- ja trammiliiklus, tagasipööörde variant 3 öö L_n

Lisa B Hoonete välispiiretele ulatuv müratase

Lisa C Leevendusmeetmed trammi müra ja vibratsiooni vähendamisel