

Eesti Lennuakadeemia

Heliise Jartsev

TARTU LENNUJAAMAST TULENEVA MÜRA MÕJU
LÄHIÜMBRUSE ELANIKELE

Uurimistöö

Juhendaja: Signe Vanker, MA

Tartu 2010

SISUKORD

SISSEJUHATUS	3
1. TARTU LENNUJAAM	5
1.1. ASUKOHT JA REGIONAALPOLIITIKA.....	5
1.3. TARTU LENNUJAAMA TEGEVUS JA ARENGUPLAANID	6
1.4. LENNULIIKLUS TARTU LENNUJAAMAS	7
1.5. TARTU LENNUJAAMA ÕHURUUM JA LENNUPROTSEDUURID	8
2. LENNUNDUSMÜRA	9
2.1. MÜRA OLEMUS.....	9
2.2. MÜRA TÜÜBID.....	10
2.3. MÜRA MÕJU INIMESELE.....	10
2.4. LENNUKIMÜRA.....	11
2.5. LENNUNDUSMÜRA REGULEERIV SEADUSANDLUS.....	12
3. TARTU LENNUJAAMAS ENIM KASUTATAVAD LENNUKITÜÜBID	16
3.1. FOKKER 50	16
3.2. SAAB 340	16
3.3. ÕPPELENNUKID CESSNA 172 JA PIPER 31 NING HELIKOPTER ROBINSON-22.....	16
4. UURIMUSTULEMUSED JA ANALÜÜS	18
4. 1. MÜRA MÕÕTMINE TARTU LENNUJAAMA LÄHIÜMBRUSES.....	18
4.1.1. <i>Metoodika</i>	18
4.1.2. <i>Mõõtmistulemused</i>	18
4.2. ELANIKKONNA ANKEETKÜSITLUSE TULEMUSED JA ANALÜÜS	20
4.2.1. <i>Metoodika</i>	20
4.2.2. <i>Valimi iseloomustus</i>	21
4.2.3. <i>Hinnangud müra häirivuse osas</i>	23
4.3. JÄRELDUSED	28
KOKKUVÕTE	30
KASUTATUD KIRJANDUS	31
LISAD	33

SISSEJUHATUS

Tänapäeva kiirelt arenevas ühiskonnas rõhutakse üha enam keskkonna reostamisele ning sellest tulenevatele probleemidele. Teemad nagu kliima soojenemine, kasvuhooneefekt, osooniaugud, põhjavee- ja õhu reostus jms on olnud aktuaalsed juba aastakümneid.

Üheks keskkonna mõjutajaks on kindlasti lennutegevus, sest lennujaamades kasutatakse erinevaid kemikaale, lennukid ning lennujaamas kasutatavad masinad põletavad palju kütust, ja see reostab loodust. Lisaks mõjutab lennutegevus lähedal elavate loomade-lindude ning ka inimeste elukeskkonda.

Lennujaama mõjust lähikeskkonnale on läbi viidud mitmeid uurimusi. Palju on keskendutud välja selgitamisele, kas ja kui palju häirib lennumüra ümbruskonnas elavaid inimesi. Näiteks A.Whitfield viis läbi uurimuse Birminghami rahvusvahelise lennujaama kohta. Täpsemalt uuriti seotust müraga rahulolematuse ning *Overall Deprivation Index*'i (ODI) ehk tõlgituna üldise puuduse indeksi vahel. Suurt seotust küll ei täheldatud, kuid see-eest tuli välja, et juba väiksem kui 54 detsibelline lennumüra on inimestele häiriv. (Whitfield 2003)

Käesolevas töös uuritakse lennutegevuse mõju Tartu lennujaama lähikeskkonnale, täpsemalt lennujaama tegevusest tulenevat mürareostust lennujaama lähedal elavatele inimestele. Algselt koostati ning esitati antud uurimus Eesti Lennuakadeemia lõputööks.

T. Josepson toob välja Kesk- ja Ida-Euroopa Regionaalse Keskkonnakeskuse 2001. aastal avaldatud büllötäänis, et lennuliiklusest põhjustatud müratasemed lennuvälja ümbruses sõltuvad paljudest teguritest nagu õhusõiduki mürakarakteristikutest, lennuliikluse intensiivsusest, lennutrassidest (maapinnal ja õhus), lennuoperatsioonide korraldusest ja läbiviimisest, ilmastikutingimustest jne. Lisaks mõjutavad müra levikut

lennuvälja lähialal ka hoonestus ning liiklussuundade topograafilised tingimused. (Josepson 2010)

Tartu lennujaam on niiöelda kodubaasiks Eesti Lennuakadeemia piloodi eriala tudengitele ning õppelennud toimuvad Tartu ning Ülenurme kohal sobiva ilma korral pidevalt. 2009. aasta suvest hakkasid Tartu lennujaamast toimuma ka AS airBaltic'u ning AS Estonian Air'i regulaarlennud Riiga ning Stockholmi. Seega on alust arvata, et suuremate õhumasinade kui õppelennukite Cessna 172 tekitatud müra on lennujaama lähedal olevate elamurajoonide asunikele häirivam.

Saamaks teada regulaarlendude tekitatud mürataset ning elanikkonna arvamust sellest, viis autor läbi müramõõtmised ning ankeetküsitluse lennujaama lähedal asuvates elamurajoonides.

Käesolev töö koosneb neljast peatükist:

Esimene peatükk on Tartu lennujaamast. Täpsemalt tutvustatakse selle ümbruskonda, räägitakse lennujaama tegevusest ja arenguplaanidest, sealsest lennuliiklusest ning kehtivast õhuruumist.

Teises peatükis käsitletakse lennundusmüra. Selgitatakse, mis on müra, kuidas seda jaotatakse ja milline on müra mõju inimesele. Lisaks räägitakse täpsemalt lennukimürast ning lennundusmüra reguleerivast seadusandlusest Eestis.

Kolmandas peatükis tuuakse välja Tartus enim lendavad lennukitüübid.

Viimases ehk neljandas peatükis on kokku võetud ja analüüsitud autori poolt läbi viidud müramõõtmise ning elanikkonna ankeetküsitluse tulemused.

Autor soovib tänada oma juhendajat Signe Vankerit, kelle abivalmiduse, targa nõu ning pühendumiseta poleks antud töö valminud.

1. TARTU LENNUJAAM

1.1. Asukoht ja regionaalpoliitika

Tartu lennujaam asub Tartu linnast umbes 10 km kaugusel Ülenurmel. Tartu lennujaama omanik on AS Tallinna Lennujaam.

Tartu lennuraja pikkus on 1799 meetrit ja laius 31 meetrit.

Tartu lennujaam on asunud oma praegusel kohal, Ülenurmel, alates 1946. aastast, kui talu põllule paigutati meditsiinilise kiirabi lennukite lüli. Sellest kujunes Eesti tohtrikoolituse sanitaarlendude baas. Sanitaarlennud on toimunud kõikidesse valdadesse ja ka välismaale.

Suurima töömahu andsid lennud põllu- ja metsamajanduse tarbeks, tööstuse arenedes ka kaubavedu Tallinna. Arvestades Tartu kui Eesti teise linna vajadust lennuühenduse järele, ehitati 1976. aastal kunstliku kattega lennurada ja 1981. aastal uus hoonete kompleks.

Regulaarse lennuühenduse - reisijateveo - sihtpunktideks on olnud Piirisaare, Kihnu, Ruhnu, Kärkla, Kuressaare, Jõhvi, Narva, Võru, Valga, Viljandi, Pärnu, Tallinn, Leningrad, Moskva, Minsk, Kiiev, Odessa, Simferopol, Tampere ja Helsingi.

Tartu lennujaama lähiümbruses, Lõuna-Eestis, elab üle 400 000 elaniku, sellest ligikaudu 100 000 Tartus.

Tartu lennujaama saab alates 1990. aastast nimetada ka Eesti lennundushariduse õppebaasiks. Eestile vajalike lennundusspetsialistide koolitamine on riikliku rakenduskõrgkooli, Eesti Lennuakadeemia ülesandeks. Varasematel aastatel on õppelendude maksimaalne osakaal küündinud kuni 98% aastast toimunud lendude üldarvust.

Lisaks õppelendudele on Tartu lennujaamal täita oluline roll riikliku lennunduse operatiivülesannete täitmisel regioonis, samuti toimuvad siit VIP ja takso lennud.

Tartu õhuvärv on igapäevaselt avatud rahvusvahelisteks lendudeks instrumentaallennu tingimustes. Töötavad toll ja piirivalve.

(Huvitavaid fakte... 2010)

Ülenurme vald

Ülenurme vald asub Tartu maakonnas, piirneb vahetult Tartu linnaga ning jääb sellest edelasse.

Oma pindalalt, suurusega 8634,9 ha, on Ülenurme vald peale Peipsiääre ja Piirissaare valdasid Tartumaal üks väiksemaid, moodustades 2,8% Tartumaast. Kujult on vald suhteliselt kompaktne - ulatus põhjast lõunasse on ligikaudu 13,3 km ja läänest itta 12,2 km. Valla ringpiiri pikkus on 57,4 km.

Ülenurme vallas on kaks üle tuhande elanikuga alevikku (Ülenurme ja Tõrvandi) ning 12 küla. Valla administratiivkeskus paikneb Ülenurme alevikus. Valla keskusest Tartusse on 6 kilomeetrit.

Valda iseloomustab suhteliselt kõrge elanike tihedus - 52 in/km², mis on oluliselt kõrgem kui Tartumaa keskmine (14,3 in/km² - ilma Tartu, Elva ja Kallaste linnata) või Eesti keskmine (koos linnadega 35 in/km²). Elanike arvult on Ülenurme vald teisel kohal Tartumaal (suurema rahvaarvuga on Tartu vald). Elanikkonnast üle poole elab valla keskuses Ülenurme alevikus ja Tõrvandi alevikus, vastavalt 1265 ja 1477 inimest 01.02.2007.a. seisuga. (Üldinfo 2010)

1.3. Tartu lennujaama tegevus ja arenguplaanid

Tartu lennujaam teenindab era- ja tellimuslende. Samuti on Tartu lennujaam Eesti Lennuakadeemia õppelendude baasiks.





Aastatel 2008-2013 teostatakse Tartu lennujaamas põhjalikke rekonstrueerimistöid. 2008. aastal pikendati lennurada kuni 1799 meetrini, paigaldati uued lennuraja tuled CAT I ning teostati lennujuhtimistorni 360-kraadise ringnähtavusega juurdeehitus.

2009. aastal rekonstrueeriti reisiterminal, ehitati õhusõidukite hooldehall ja hooldetehnika garaaž. Rekonstrueerimistööde tulemusena tagab Tartu lennujaam rahvusvaheliste regulaarlendude teostamise vastavalt esitatud nõuetele. (Tartu lennujaam 2010)

1.4. Lennuliiklus Tartu lennujaamas





Nimelt 3. juulil 2009.a. alustas AS airBaltic Tartu-Riia liini ning 24. augustil 2009.a. avas AS Estonian Air Tartu-Stockholm liini. Antud töö koostamisajal toimusid lennud Riia ja Tartu vahel iga päev ning Stockholmi ja Tartu vahel neli päeva nädalas. Praeguseks on lennuplaani natuke muudetud.

Tabel 1. Tartu lennujaama lennuplaan saabuvatele lendudele uurimisperioodil

Saabumisaeg	Kust	Nädalapäevad	Lennu nr	Lennufirma
7:50	Riia	1 2 3 4 5 6 -	BT051	
14:00	Stockholm Arlanda	- - - 4 - -7	OV672	
19:35	Stockholm Arlanda	1 - - - 5 - -	OV672	
21:05	Riia	1 2 3 4 5 6 7	BT055	

Allikas: Lennuplaan saabuvatele... 2010

Tabel 2. Tartu lennujaama lennuplaan väljuvatele lendudele uurimisperioodil

Väljumisaeg	Kuhu	Nädalapäevad	Lennu nr	Lennufirma
8:40	Riia	1 2 3 4 5 6 7	BT052	
14:30	Stockholm Arlanda	- - - 4 - -7	OV671	
20:05	Stockholm Arlanda	1 - - - 5 - -	OV671	
21:50	Riia	1 2 3 4 5 - 7	BT056	

Allikas: Lennuplaan väljuvatele... 2010

Nendel liinidel kasutab airBaltic Fokker 40 tüüpi lennukid, Estonian Air Saab 340.

Tartu lennujaamas toimuvad ka Eesti Lennuakadeemia piloodieriala tudengite õppelennud, mida viib läbi AS Pakker Avio väikelennukitega Cessna 172, PA-31 ning helikopteriga Robinson-22.

1.5 . Tartu lennujaama õhuruum ja lennuprotseduurid

Tartu õhuruum

Tartu lähiala rõhtpiiriks on ring raadiusega 11 meremiili, mille keskpunkti koordinaadid on 581827N 0264113E, ning püstpiiri pinnaks (SFC) kuni 1500 jalga (FT) keskmisest merepinnast. Õhuruumi klass on D, väljaspool tööaega G. Üleminekukõrguseks on 5000 FT MSL. (AIP 2009: 10)

Lennuprotseduurid

Lennud Tartu lähenemisalas (TMA) ja Tartu lähialas (CTR) tuleb sooritada kooskõlas visuaallennureeglite või instrumentaallennureeglitega. Tartu lähilennujuhtimisüksus, Torn (TWR), teostab õhusõidukite protseduurilist juhtimist. (AIP 2009: 10-11)

2. LENNUNDUSMÜRA

2.1. Müra olemus

Müraks peetakse heli, mis häirib ning on käsitletav segava faktorina.

Dr. Agarwal kirjutab oma raamatus „Noise Pollution“: heli on elastses keskkonnas leviv vibratsioonist põhjustatud laine, mida inimesed või loomad tajuvad. Vibratsioonid põrkuvad vastu kõrvakilet ning tekitavad närviimpulsi, mida nimetatakse heliks. Seega on heli kuulmiseks vaja nii helilainete saatjat - vibratsioone tekitavat objekti – kui ka vastuvõtjat – kõrva, mis absorbeerib edastuskeskkonna läbinud energia. Lihtsamalt öelduna on heli kuulmisaistingut tekitav energiavorm. See on põhjustatud mehaanilistest lainetest (piki- ja ristlained), mis kantakse edasi aatomite ja molekulide võnkumisega tahkes, vedelas ja/või gaasilises aines. (Agarwal 2005: 1-2)

Füüsikaliselt iseloomustab heli võnkesagedus, lainepikkus, võnkeamplituud, helirõhk ning kiirus. (Heli 2010) Põhiliselt mõõdetakse heli kahe karakteristikuga: intensiivsus (valjus) on akustilise energia mõõtühik ja seda väljendatakse logaritmilise ühikuga detsibell (dB) ning sagedus, mida mõõdetakse Hertzides (Hz) ning mis on võrdeline rõhutsüklitega sekundis. (Visser... 2009: 1) Terve noore inimese kõrv suudab eristada sagedusi vahemikus 16Hz kuni 20 000Hz (20 kHz). Inimene kuuleb helisid vahemikus 0 dB, mis on kuuldelävi, kuni 130 dB, millest algab valulävi. Väikseim eristatav muutus on 1dB, kuigi tegelikkuses pannakse helimuutust tähele alles 8-10 detsibellise muutuse korral. (Environmental... 2010)

Müra on ebasoovitav heli valed ajal ja vales kohas. Kirjanduses antakse tihti mürale ja helile sama tähendus, kuid mitmed autorid rõhutavad nende erisust just sellega, et müra on soovimatu heli, sest see segab kõne ja kuulmist, võib olla piisavalt intensiivne kahjustamaks kuulmist või on lihtsalt tüütu. Müra defineerimine soovimatu helina annab mõista, et sel on ebasoodne mõju inimestele ja neid ümbritsevale keskkonnale,

kaasa arvatud maa, ehitused ning koduloomad. Lisaks võib müra häirida loodust ja ökoloogilisi süsteeme.

Müra tajumine on erinev. Nimelt võib muusika olla väga meeldiv ühele inimesele, kuid teisele, kes üritab näiteks millelegi keskenduda või magada, on antud hetkel muusika samasugune müra nagu haamriga naela seina tagumine. (Encyclopedia Americana 1969 viidatud Agarwal 2005: 2 vahendusel) Müra sallivuse piir oleneb mitmetest karakteristikutest: näiteks vaiksuses elurajoonis tolereeritakse müra vähem kui kesklinnas, öösel ning nädalalõppudel ollakse müra suhtes tundlikumad ning samuti on müra häirivam suvel, kui hoitakse aknaid lahti. (Agarwal 2005: 61)

2.2. Müra tüübid

Müra jagatakse alljärgnevalt (Environmental... 2010):

Pidev müra – tekitatud masinate poolt, mis töötavad pidevalt, katkestuseta, tekitades samatoonilist müra, näiteks konditsioneerid, torude süsteem jms. Tavaliselt muutub pidev müra häirivaks, kui selles toimuvad kõrvale märgatavad muutused. Mõõtmiseks piisab paarist minutist käsiaparaadiga mõõtmisest.

Vahelduv müra – tekitatud tsükliliselt töötava aparatuuri poolt. Vahelduvaks müraks loetakse ka juhtumeid, kui müratase suureneb ja väheneb kiiresti, näiteks üksikute sõidukite möödumine või lennukite ülelend. Üksiku mürajuhtumi mõõtmiseks, mõõdetakse helirõhu tase (ingl. k. *Sound Exposure Level*) kombineerides müra tase ja kestvus. Samuti võidakse kasutada maksimaalselt helirõhu taset. Kindlama tulemuse saavutamiseks võidakse mõõtmisi korrata.

Impulsiivne müra – tekitatud kokkupõrgete või plahvatuste poolt. Impulsiivne müra kestab lühikest aega ja on järsk, näiteks püssipaugud. Müra impulsiivsuse mõõtmiseks on vaja erinevust kiirelt ja aeglaselt reageerivate parameetrite vahel ning korduste arvu (impulsside arvu sekundis, minutis, tunnis või päevas).

2.3. Müra mõju inimesele

Dr. Agarwal jaotab müra mõju inimesele sõltuvalt heli intentsiivsusest, sagedusest, kestvusest ning vahelduvuse tüübist kolmeks (Agarwal 2005: 52):

1. Kuulmisega seotud mõju – häiritud on kuulmismehhanismi töö, tekib näiteks kuulmisväsimus, kurtus.
2. Kuulmisega mitte seotud mõju – häiritud on sotsiaalne käitumine, ilmnevad näiteks tööefektiivsuse kadu, suhtlemishäired, unehäired, keskendumis-, meditatsiooni- ja lõõgastumishäired, tüdimus, halb tuju, vaimsed häired, vägivaldne käitumine.
3. Füsioloogiline mõju – tuuakse eraldi välja kuulmisega mitte seotud mõjuna. Mõjutatud on keha bioloogilised funktsioonid, tekivad näiteks neuroos, rahutus, unetus, hüpertoonia, südamehaigused, maksahaigused, peapööritus, iiveldustunne, väsimus, nägemishäired, muutused kehatemperatuuris ja vereringes, loote pulsi kiirenemine ja selle närvisüsteemide väärareng.

Juba 50-60 detsibelline pidev müra võib häirida ajutegevust. Kokkuvõttes teeb see inimesed närviliseks ning vastuvõtlikumaks neurootilisele ja ebaratsionaalsele käitumisele. Uurimuses müra mõjust magamisele ning unele leiti, et katsealused, kes olid mürarikas keskkonnas maganud, kurtsid halva unequaliteedi üle, väsimust ning nende reaktsioonikiirus oli märgatavalt vähenenud. (Griefahn... 2006: 129-140)

2.4. Lennukimüra

Lennukite puhul tekib müra siis, kui õhuvoog liigub üle lennuki struktuuri või läbi selle jõuseadmete tekitades rõhumuutuse. Rõhu kõikumised on tingitud kogu süsteemi ebaefektiivsusest ja ilmnevad, kui õhuvoolus on katkeid. Eriti juhtub seda mootorites, kus toimuvad suured muutused õhusurves ja temperatuuris, kuid ka lennuki kere tekitab palju turbulentsi suure üldpinna, telikute ning ees- ja tagatiibade tõttu.

Tavaliselt on maapinnal olijatele lennukikere poolt tekitatud müra tunda just lähenemisprotseduuri ajal, kui selle erinevad müra tekitavad elemendid koos ületavad peamiste müraallikate ehk jõuseadmete mürataseme (joonis lisas 2). Nimelt suurendab vajadus tõstejõu suurendamise (ees- ning tagatiibade kasutamisega) ning maandumisteliku kasutamise järele *low-speed* lähenemiseks ning *touch-down*'iks müra tunduvalt.

Puhta ehk ilma ees- ning tagatiibade ja telikuta lennukikere (*clean airframe*) puhul on suurimaks iseenesliku müra (*the self-generated noise*) tekitajaks tiivad. Tõstmisjõudu suurendavate lisade (ees- ning tagatiibade) ning maandumisteliku kasutamine suurendab üldist kere mürataset märkimisväärselt - umbes 10 dB. Eriti tähtsaks peetakse telikut, kuna see produtseerib enamuse lisandunud mürast. (Smith 1989: 41-45)

Suurima osa lennukimüra produtseerivad mootorid. Näiteks tekitavad propelleri labad õhku „lõigates“ tsüklilisi rõhumuutusi. (Smith 1989: 54)

Helikopteri müra on sarnane propelleri tekitatud müraga, sest tüüpilised müratekitajad kopteri puhul on rootorid. Vähemal määral tekitab müra ka kere. Täpsemalt tekib müra pearootori pöörlemisel tekkivate õhulainete ja kopteri kere ning sabarootori tekitatud õhulainete ja kopteri saba kokkupuutel. Lisaks tekib müra ka pea- ning sabarootori tekitatud õhukeeriste ristumisel. (Smith 1989: 103-106)

2.5. Lennundusmüra reguleeriv seadusandlus

1992. aastal ühines Eesti Chicago rahvusvahelise tsiviillennunduse konventsiooniga (mis sai alguse 1944.a.) ja astus ühtlasi Rahvusvahelise Tsiviillennunduse Organisatsiooni ehk ICAO liikmeks.

Chicago konventsiooni 18 lisas on toodud lennundustegevuse eri valdkondi reguleerivad nõuded. Keskkonnavalused nõuded on lisas 16 pealkirjaga „Keskkonnakaitse“ (Environmental protection), mis omakorda jaguneb kaheks: I osa – Õhusõidukite müra (Aircraft noise) ja II osa Õhusõiduki mootori emissioonid (Aircraft Engine Emissions). (Josepson 2010)

Lennundusmüra reguleerivad mitmed Eesti seadusandluse määrused.

Müra normimise lähtealused

Regulaarsest liiklusest põhjustatud müra normtaseme kehtestamisel hoonestatud või hoonestamata aladel on arvestatud keskmise liiklussagedusega aastaringelt või regulaarse liiklusega perioodi vältel. (Müra normtasemed...2010)

Välismüra normtase on A-korrigeeritud ekvivalentne helirõhutase $L_{pA,eq,T}$. See on mõõdetud etteantud ajavahemikus, kasutatakse A-korrektsooni ning see iseloomustab muutuva tasemega müra. Ekvivalentne müratase on selline püsiva tasemega müra, mis omab sama akustilist energiat kui muutuva tasemega müra kindla mõõtmisaja jooksul. (Välisõhus... 2010)

Seaduses tuuakse välja müra taotlustaseme ja piirtaseme arvsuurused ning täiendavalt hinnatava müra maksimaalse helirõhutase $L_{pA,max}$ arvsuurused. Müra ei tohi ületada ekvivalentset ega maksimaalset normtaset. Ühe või samaaegselt mitme heliallika tekitatud müra ei tohi ületada normtaset.

Tabel 3. Liiklismüra ekvivalenttasemed ($L_{pA,eq,T}$, dB)

	Taotlustaseme arvsuurused				Piirtaseme arvsuurused		Kriitilise taseme arvsuurused	
	Uutel planeeritavatel aladel		Olemasolevatel aladel		Olemasolevatel aladel		Olemasolevatel aladel	
	päeval	öösel	päeval	öösel	päeval	öösel	päeval	öösel
I kategooria	50	40	55	45	55	50	65	60
II kategooria	55	45	60	50	60	55	70	65
III kategooria	60	50	60	50	65 ¹	60 ¹	75	65
			65 ¹	55 ¹	65	55		
IV kategooria	65	55	70	60	70 ¹	60 ¹	80	70
					75	65		

¹ lubatud müratundlike hoonete sõidutee (raudtee) poolisel küljel.

Allikas: Müra normtasemed... 2010

Lennuliikluse müra ekvivalenttaseme $L_{pA,eq,T}$ hindamisel välisterritooriumil rakendatakse liiklismüra ekvivalentseid normtasemeid. Lennuliikluse müra maksimaalne helirõhutase müratundlike hoonetega aladel $L_{pA,max}$ ei või olla suurem kui 85 dB(A) päeval ja 75 dB(A) öösel. Maksimaalne helirõhu kriitiline tase $L_{pA,max}$ müratundlike hoonetega aladel on 90 dB(A) päeval ja 80 dB(A) öösel.

Müra normtaset võrreldakse müra hinnatud tasemega päevases ja öises ajavahemikus. Müra hinnatud tase ei tohi ületada normtaset. (Müra normtasemed... 2010)

Mootoriga õhusõidukite müratase

Lennukite müra mõõtmisel järgitakse standardi ISO1996-2 nõudeid. Mõõtmiseks valitakse aeg, kus lennuliiklus on maksimaalne. Lennukite müra mõõdetakse vastavuses Põhjamaade mõõtemetodile: *Nordtest Method – NT ACOU 075 Air Traffic: Noise Imission, Residential Areas, 1989*. (Müra normtasemed... 2010)

Vastavalt Vabariigi Valitsuse 7. juuli 2000. a määruse nr 225 „Mootoriga õhusõiduki keskkonnakõlblikkuse nõuded“ paragrahvile 5 kehtestatakse heitgaaside saasteainete heitkoguste ja mürataseme piirväärtused järgmistele mootoriga õhusõidukitele:

- 1) allahelikiirusega reaktiivlennukid,
- 2) propellerlennukid,
- 3) kopterid.

Mootoriga õhusõidukite müratase ei tohi ületada alljärgnevates tabelites 4 ja 5 toodud mürataseme piirväärtusi olenevalt õhusõiduki stardimassist. (Mootoriga õhusõiduki... 2010)

Tabel 4. Müratasemed propellerlennukile stardimassiga üle 5700 kg, mille prototüüp on kinnitatud enne 1. jaanuari 1985. a

M - suurim stardimass tuhandetes kilogrammides	Müratase stardiraja kõrval (EPNdB)	Müratase maandumisrajale lähenedes (EPNdB)	Müratase ülälennul (EPNdB)
5,7	96	98	9
34	$85,83+6,64\log M$	$87,83+6,64\log M$	$63,56+16,61\log M$
358,9			106
384,7 ja rohkem	103	105	

Allikas: Mootoriga õhusõiduki... 2010

Tabel 5. Mürataseme piirmäärad propellerlennukile stardimassiga mitte üle 9000 kg

M - suurim stardimass tuhandetes kilogrammides	Müratase dB(A)	
	prototüüp on kinnitatud enne 17. novembrit 1988. a	prototüüp on kinnitatud 17. novembril 1988. a või hiljem
0	68	76
0,6	$60+13,33M$	$82,23+32,67\log M$
1,4/1,5	80	88
9		

Allikas: Mootoriga õhusõiduki... 2010

3. TARTU LENNUJAAMAS ENIM KASUTATAVAD LENNUKITÜÜBID

3.1. Fokker 50

AS Airbaltic kasutab Tartu-Riia liini lendudeks kahe turbopropellermootoriga lennukit Fokker 50, milles on 46 reisijakohta. Õhusõiduki meeskond koosneb kahest piloodist ning kahest stjuardessist.

Ettevõtte kodulehel on välja toodud, et lennuki on projekteerinud ning tootnud 35-aastase kogemusega Hollandi firma Fokker Aircraft B.V. ning praegu on maailmas seda tüüpi lennukaid kasutusel üle 200. Fokker 50 iseloomustavad lisaks suurepärastele lennu- ja juhtimisomadustele madal müratase ning väike heitkogus, seega peaks see lennuk olema sobilik kasutamiseks rahvastatud piirkondades. (Fokker... 2010)

3.2. SAAB 340

AS Estonian Air-i tütarettevõtte AS Estonian Air Regional kasutab Tartu-Stockholm liinil 33-kohalisi Saab SF340A-tüüpi lennukaid. (SAAB... 2010)

3.3. Õppelennukid Cessna 172 ja Piper 31 ning helikopter Robinson-22

AS Pakker Avio kasutab Eesti Lennuakadeemia piloodieriala tudengite õppelendudeks väikelennukaid Cessna-172 ja Piper 31 ning helikopterit Robinson-22.

Cessna-172 on Ameerika päritolu ühe propellermootoriga neljakohaline ülatiiviline väikelennuk. See on spetsiaalselt kohandatud õppe- ja treeninglendudeks nii päeval kui öösel, nii visuaal- kui ka instrumentaallennu tingimustes.

PA-31-310 Piper Najavo on kahemootoriline alatiiviline täismetall taksoleennuk. Seda tüüpi lennukaid kasutatakse lennukoolituses, sest sellega on võimalik läbi viia mitmeliikmelise meeskonna koolitust, samuti instrumentaallennukoolitust.

Robinson-22 on Ameerika päritolu kahekohaline, ühe pearootoriga, ühe mootoriga õppe- ja transpordihelikopter, millega saab lennata nii päeval kui öösel, vastava varustuse olemasolul on võimalik sooritada ka instrumentaallennu treeningut.

(Masinapark 2010)

4. UURIMUSTULEMUSED JA ANALÜÜS

4. 1. Müra mõõtmine Tartu lennujaama lähiümbruses

4.1.1. Metoodika

2010. aasta jaanuarikuus viis autor läbi müramõõtmised Tartu lennujaama lähistes elamurajoonides. Kuna eelmisel aastal käivitus Tartu lennujaamas rahvusvaheline regulaarlennuliiklus ning Imre Rammul viis 2008. aastal läbi sarnased mõõtmised õppelennuki PA-31 müra osas, siis keskenduti nüüdsetel mõõtmistel just regulaarlendude poolt tekitatud müra mõõtmisele. Lisaks viidi läbi elanikkonna küsitlus müra mõõtmispiirkondades.

Mõõtmispaigad on ära näidatud lisas 3. Igas kohas mõõdeti lennukimüra vähemalt kolmel korral parimate tulemuste saamiseks. Mõõteaparaati hoiti mõõtja pea kohal ning andmed salvestati personaalarvutisse, milles oli mõõteaparaadiga kaasas olnud tarkvara. Saadud andmeid kasutati hilisemal analüüsil.

Mõõteaparaadi parameetrid:

Nimi: TES 1352A SOUND LEVEL METER

Kehtivad standardid: IEC 651 TYPE 2

Mõõtetäpsus: : +/- 1.5dB

Mõõtevahemik: 30dB - 130dB

Sagedusskaalad: A- ja C-skaala

Ajakarakteristikud: Kiire (Fast) ja Aeglane (Slow)

Mõõtmisel kasutati A-sagedusskaalat ning aeglast ajakarakteristikut.

Mõõteaparaat kalibreeriti nõuetekohaselt vahetult enne mõõtmisi.

4.1.2. Mõõtmistulemused

Mõõtmisvahemikul kasutasid lennukid enamasti lennusuunda 26, ainult mõned üksikud korrad suunda 08. Viimasel juhul ei olnud lennukimüra enamasti ka nii kergelt eristatav ega sedavõrd häiriv. Mõõtmisandmed on koondatud järgnevasse tabelitesse:

Tabel 6. Mõõtmisandmed müratasemest piirkonnas

Mõõtmiskoht	Maksimum (dB)	Keskmine (dB)	Keskmine lennukita (dB)	Maandumine/ tõus ning kasutatav rada	Märkused
Aasa	71,1	47,4	45,1	Maandumine rajale 08	
Raudtee	73,3	51,1	49,0	Maandumine rajale 26	Lennukit pole eriti kuulda, peamine on automüra
Männikäbi	93,7	49,8	46,4	Maandumine rajale 26	
Mõisniku	64,1	48,4	46,2	Tõusmine rajalt 26	
Paruni	79,8	40,5	33,6	Maandumine rajale 26	
Poldri	89,7	44,5	42,0	Tõusmine rajalt 08	Lennukimüra +automüra

Allikas: autori mõõtmised

Tabel 7. Müratasemed lennufirmade kaupa

Mõõtmiskoht	EstAir (dB)	Airbaltic (dB)
Aasa	71,1	70
Männikäbi	89,7	93,7
Mõisniku		64,1
Paruni		79,8
Poldri	89,7	

Allikas: autori mõõtmised

Selgus, et kõige suurem on lennukimüra Männikäbi tänaval. Seda saab põhjendada asjaoluga, et maandumistrajektor läheb sealt põhimõtteliselt üle ning lennukid on elamurajooni kohal juba üpris madalal. Kui kuulmise järgi öelda, siis oli esmakordsel kuulmisel müra intensiivsus ja valjus lausa ehmatav. Lisaks ületas seal müra nii maksimaalse lubatud taseme kui ka helirõhu kriitilise taseme.

4.2. Elanikkonna ankeetküsitluse tulemused ja analüüs

4.2.1. Metoodika

Uurimuse läbiviimiseks kasutati elanikkonna küsitluseks koostatud ankeeti (lisa 4). Ankeedis oli kokku 16 küsimust, millest 14 oli valikvastustega ja 2 avatud küsimusena.

Tõrvandi ning Ülenurme elamurajoonides saadeti interneti vahendusel laiali 700 ankeeti eesmärgiga koguda andmeid erinevate müraallikate mõju kohta elanikkonnale. Valimi piirkonna valikul lähtuti mõõtmispiirkondadest. Uuringule vastas 67 inimest.

Ankeedi alguses oli küsitud üldandmeid vastajate kohta:

- 1) Sugu M/N
- 2) Vanus
- 3) Haridustase
- 4) Amet
- 5) Mitu inimest peres on?
- 6) Mitu eelkooliealist last on peres?
- 7) Elukoht: rajoon, tänav, maja:
- 8) Kas üürite/olete elamispinna omanik?
- 9) Mis tüüpi majas elate? Eramaja/ korter/ ridaelamu/ kahe/mitmepereelamu
- 10) Kui kaua olete antud piirkonnas elanud? (vahemik)

Järgmised küsimused puudutasid müratekitaja häirivust:

- 11) Kas peate oma rajooni vaikseks/ üsna vaikseks/ pigem mürarikkaks/ väga mürarikkaks?
- 12) Milliseks hindate allpooltoodud müratekitaja mõju enda elukohas?
- 13) Kas müra häirib: päeval/öösel?
- 14) Kas müra segab akende lahti hoidmist, aias töötamist, kodustes töödes, telefoniga rääkimist, lugemist, teleka vaatamist, puhkamist/magamist jms?
- 15) Kas lennundusmürast häirivad: õppelennud / regulaarlennud/ ei häiri üldse
- 16) Kas olete esitanud kaebuse erineva müraallika kohta?
- 17) Kas arvate, et müra võib mõjuda teie tervisele?
- 18) Kas te kavatsete vahetada elukohta?

Lõpuks paluti teha ettepanekuid olukorra parendamiseks.

4.2.2. Valimi iseloomustus

Küsitlusele vastas ligikaudu 10% valimist. Vastanutest 40 (60%) olid naised ning 27 (40%) mehed. Kõige noorem vastaja oli 12, vanim 60 aastane ning keskmine vanus oli 32,1. Eeldatud on, et perekonnast vastas üks inimene.

Keskmine liikmete arv peres oli 3. Eelkooliealiste lastega peresid oli kokku 31, neist 24 peres oli üks ja 7 kaks eelkooliealist last.

Tabel 8. Küsitlusele vastanute jaotus haridustaseme järgi

Haridustase	Vastanuid
Põhiharidus	3
Keskharidus	9
Kutseharidus	5
Rakenduskõrgharidus	7
Bakalaureusekraad	20
Magistrikraad	16
Kõrgem kui magistrikraad	1
Muu	6
Kokku	67

Allikas: autori poolt läbi viidud küsitlus

Nagu näha tabelist 8 omavad umbes 66% vastanutest kõrgharidust – 10%-l kogu vastanutest on rakenduskõrgharidus, 30%-l bakalaureusekraad, 24%-l magistrikraad ning ligikaudu 1,5 protsendil vastanutest on kõrgem kui magistrikraad.

Tabeli 9 järgi ei ole tegevusvaldkonniti väga suuri silmapaistvusi – vastanud jagunesid 16 valdkonda, protsentuaalselt oli hõivatuid ühes valdkonnas 0,1-1% vahel. Ainult kategooria „Muu“ hõivas ligikaudu 2,7% vastanutest.

Tabel 9. Küsitlusele vastanute jaotus tegevusvaldkonna järgi:

Valdkond	Vastanuid
Ehitus / Kinnisvara	4
Finants / Raamatupidamine	5
Haridus / Teadus	8
Infotehnoloogia / Elektroonika	2
Juhtimine	1
Kaubandus / Müük	6
Koduperenaine	1
Muu	18

Pangandus	1
Põllumajandus / Keskkonnateadus	2
Riigi ja Avalik Haldus	2
Teenindav sektor	4
Tervishoid / Sotsiaalhooldus	8
Tootmine	2
Transport / Logistika	1
Turism / Hotellindus / Toitlustus	1
Turundus / Reklaam	1
Kokku	67

Allikas: autori poolt läbi viidud küsitlus

Vastanute jaotus elamurajoonide järgi on näidatud tabelis 10. On näha, et enamus vastanuid oli Ülenurme elamurajoonist – 64 protsenti. Selles piirkonnas on palju korrusmaju ning ilmselgelt seetõttu oli ka küsitluse täitnuid rohkem kui teistes piirkondades. Männi elamurajoonist tuli vastuseid 25% ulatuses koguarvust. Ka seal on korrusmajad, kuid palju väiksema elanikearvuga – 8 korterit on majas. Aasa elamurajoonist vastanud moodustasid ülejäänu ehk veidike rohkem kui 10 protsenti. Seal rajoonis on ka ainult ühe- või kahepereelamud.

Tabel 10. Vastanute jaotus elamurajoonide järgi:

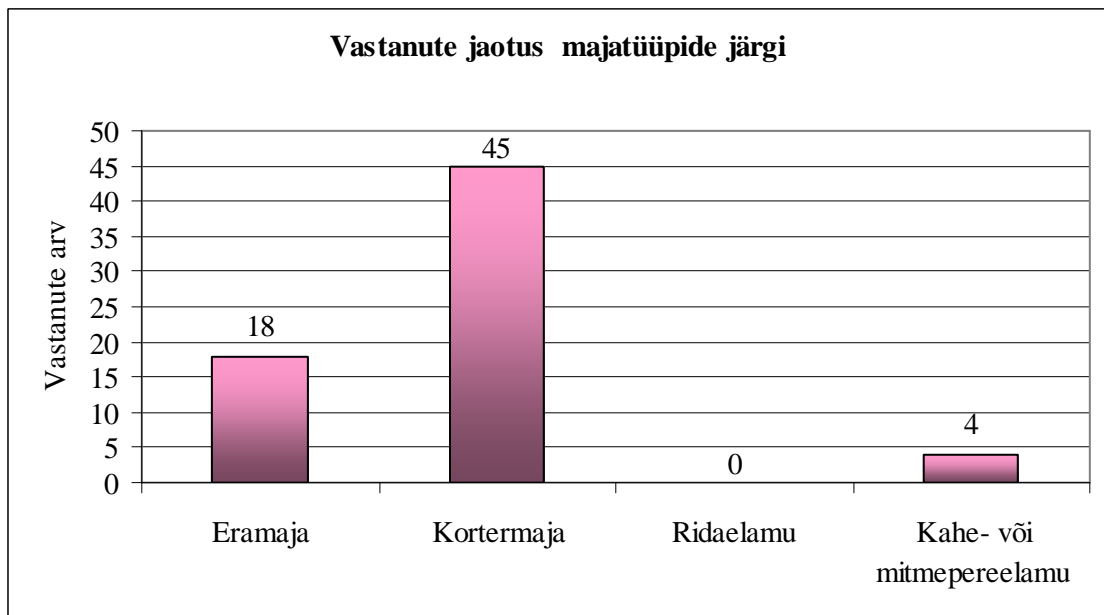
Elamurajoon	Vastanuid
Männi	17
Ülenurme	43
Aasa	7
Kokku	67

Allikas: autori poolt läbi viidud küsitlus

Elamurajoonide jaotus on toodud lisas 5.

Vastanute jaotumine elamispinna tüübi järgi on toodud joonisel 1.

91% vastanutest on praeguse elamispinna omanikud, 9% üürnikud.

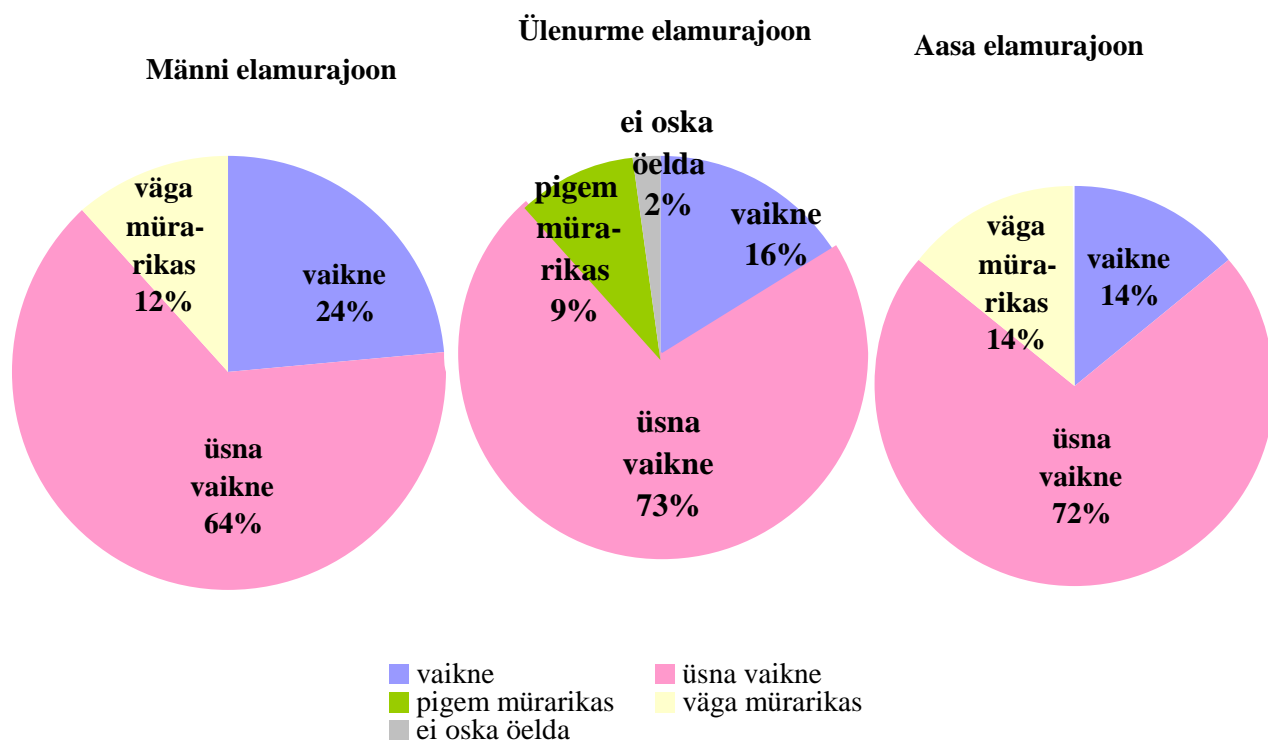


Joonis 1. Vastanute jagunemine elamispinna iseloomu järgi (autori poolt läbi viidud küsitlus)

Nagu eespool mainitud, on Ülenurme ja Männi elamurajoonides mitmeid kortermaju. Maandumistrajektor rajale 26 läheb üle Männi elamurajooni (lisa 1), täpsemalt öeldes lendavad lennukid üle Männikäbi tänava (ära märgitud lisa 3 mõõtmispunkti nr. „3“ all). Autori täheldusena võib lisada, et sealsed elanikud ilmutasid ka kõige suuremat huvi müramõõtmiste ning antud uurimistöö eesmärgi ja tulemuste osas.

4.2.3. Hinnangud müra häirivuse osas

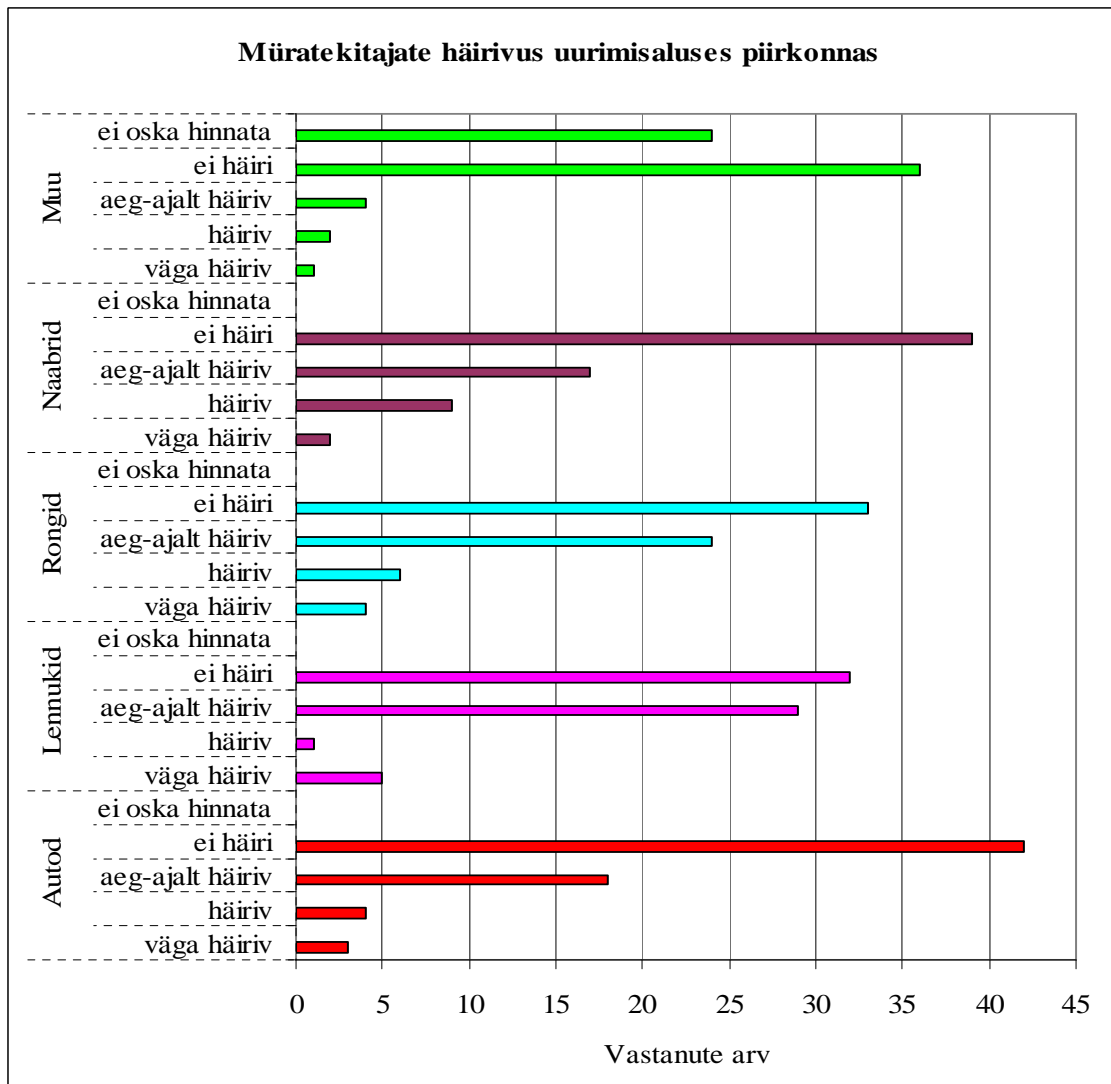
Kuigi autorini on jõudnud kaebused liigsest ning segavast mürast elamurajoonides, näitab joonis 2, et küsitlusele vastanud peavad oma elukohta siiski üsna vaikseks. Nimelt kui vastuseid „pigem mürarikas“ ning „väga mürarikas“ kokku arvestada, pidas ainult 10 protsenti vastanutest oma elurajooni lärmaaks. Keskmiselt 71% kõigist vastanutest pidas oma elukohta üsna vaikseks. Välja paistab veel, et Ülenurme elamurajoonis ei pidanud keegi oma elukohta väga mürarikkaks, kui Aasa ning Männi elamurajoonides ei valinud keegi vastust „pigem mürarikas“.



Joonis 2. Küsitlusele vastanute hinnang rajooni müra-rikkusele (autori poolt läbi viidud küsitlus)

Suurimad võimalikud müratekitajad huvialuses piirkonnas on lennukid, autod, rongid, lärmakad naabrid. Küsimustikus oli lisatud ka vastusevariant „Muu“, mille alla võib lugeda kõiki muid müraallikaid, mida vastaja häirivaks peab.

Joonis 3 toob välja inimeste arvamused erinevate müraallikate häirivusest.



Joonis 3. Müratekitajate häirivus uurimisaluses piirkonnas (autori poolt läbi viidud küsitlus)

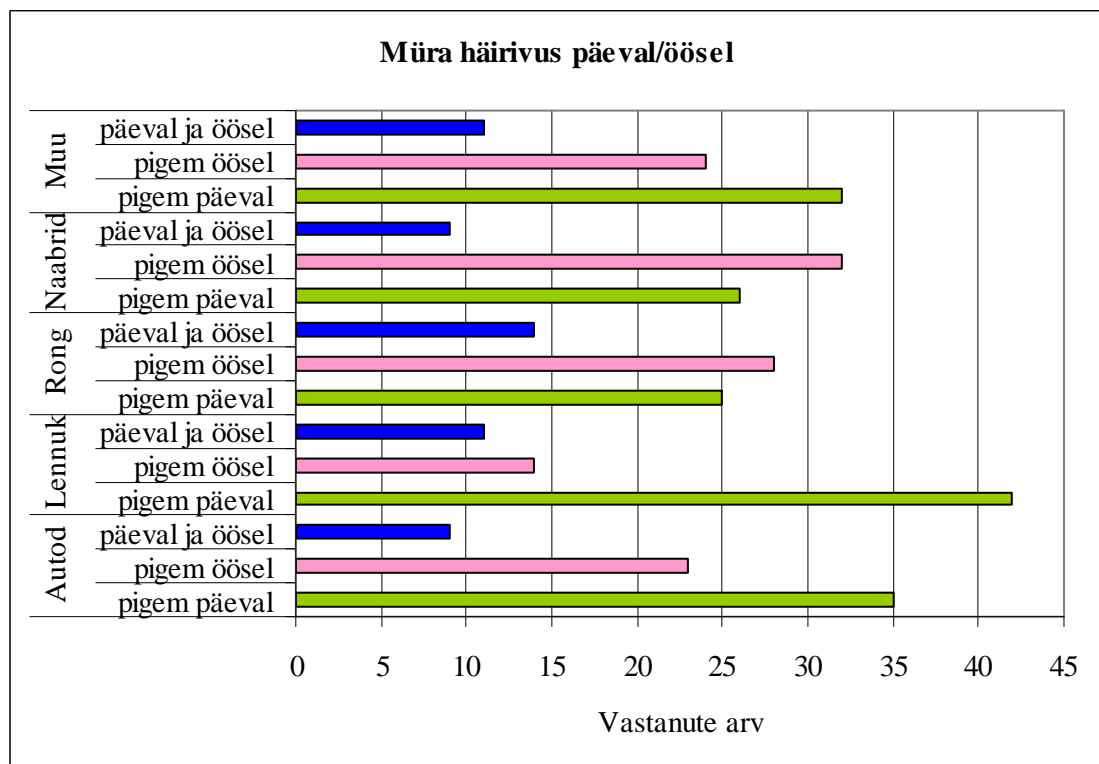
Nagu käesolevas töös juba eelnevalt mainitud, ei pea enamuse küsitlusele vastanutest uurimisaluses piirkonnas müra probleemiks. Kõige vähem häirivaks märgiti automüra. Ülenurme ja Männi elamurajoonide ning Tartu-Võru maantee vahele jääb kõrgendus raudtee jaoks ning kuuskede read, mis summutavad maanteemüra.

Aeg-ajalt häirivaks hinnati kõige rohkem lennuki- ja rongimüra. Ilmselt sellepärast, et lennukid ja rongid liiguvad graafikute järgi ja vaid teatud aegadel ning olenevalt kellaajast tuntakse seda müra rohkem või vähem segavana.

Kui arvestada kokku vastuste arv, mil müraallikat häirivaks või väga häirivaks peeti, selgub, et naabritelt kostuvat müra peeti kõige enam häirivaks (16% vastanutest).

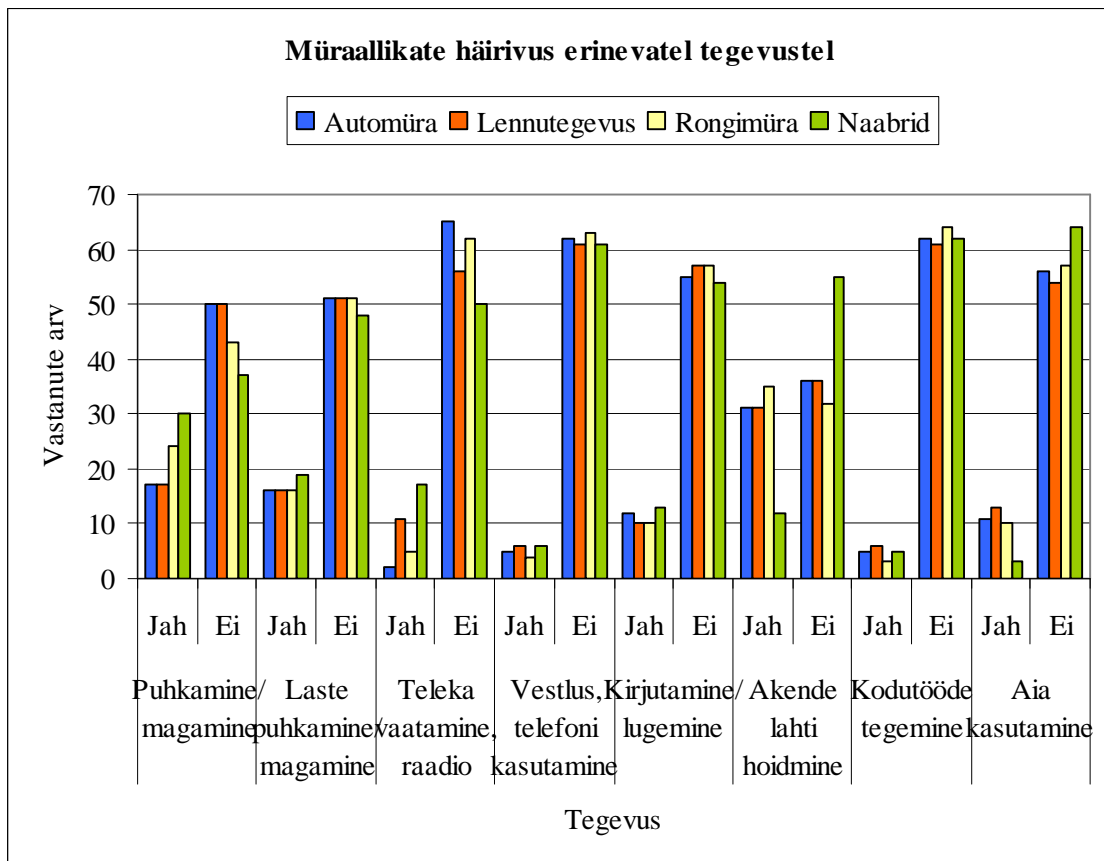
Pingereas järgmine on rongimüra, mis märgiti ära ligikaudu 15% poolt. Veidi tahapoole jäävad automüra ja lennukimüra 10 ja 9 protsendiga. Küsitlusega selgus, et lennumüra märkis häirivaks ainult 1 vastanu, ülejäänud leiavad selle väga häiriva olevat, kui valikus teiste müraallikate kohta peeti neid rohkematel kordadel pigem häirivaks kui väga häirivaks.

Jooniselt 4 on näha, et auto- ja lennukimüra loetakse häirivaks pigem päeval. Samal ajal rongimüra ja naabritelt kostuv müra segavad pigem öösiti. Kõige suurem erinevus päeva ja öö vahel ongi lennukitelt kostuval müral. Seda põhjendab asjaolu, et Tartu lähilennualas lendavad lennukid öösiti vaid harva, samas kui autod, rongid ning naabrid tegutsevad aktiivselt pidevalt.



Joonis 4. Müraallikate häirivus päeval ja öösel (autori poolt läbi viidud küsitlus)

Müraallika häirivust erinevatel tegevustel iseloomustavad tabel 11 ja joonis 5. Selgus, et kõige enam peetakse müra segavaks olukorras, kus aknad on lahti, ning puhkamisel/magamisel.



Joonis 5. Müraallikate häirivus erinevatel tegevustel (autori poolt läbi viidud küsitlus)

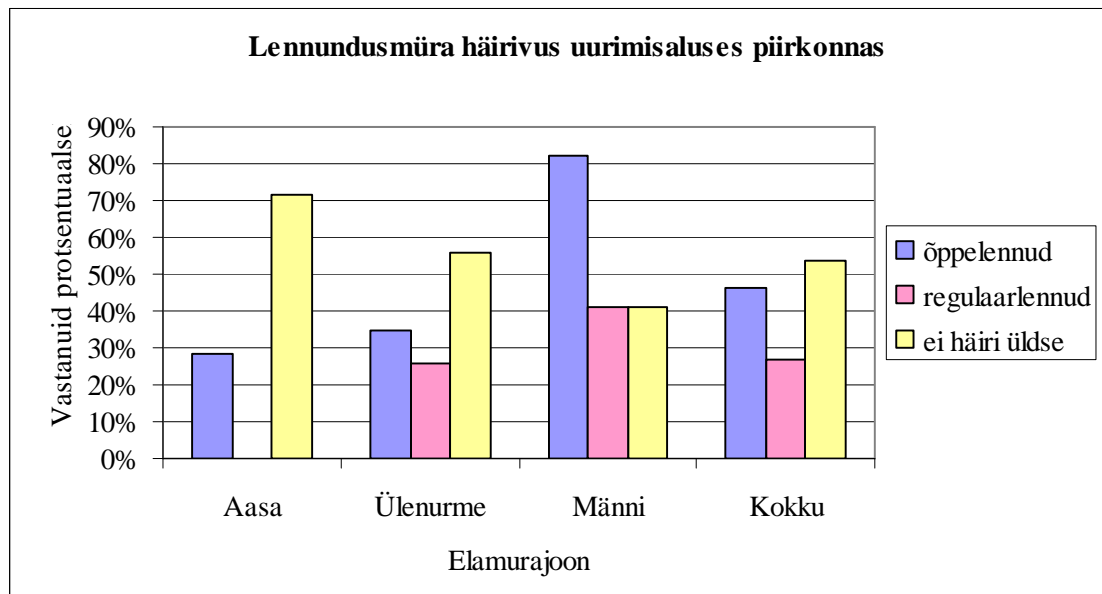
Tabel 11. Müraallikate häirivus erinevatel tegevustel

Müraallikas >	Automüra	Lennutegevus	Rongimüra	Naabrid
Tegevus				
Puhkamine/magamine	17	17	24	30
Laste puhkamine/magamine	16	16	16	19
Teleka vaatamine, raadio kuulamine	2	11	5	17
Vestlus, telefoni kasutamine	5	6	4	6
Kirjutamine/lugemine	12	10	10	13
Akende lahti hoidmine	31	31	35	12
Kodutööde tegemine	5	6	5	5
Aia kasutamine	11	13	3	3

Allikas: Autori poolt läbi viidud küsitlus

Joonisel 6 on toodud lennundusmüra häirivus erinevates lennujaama lähiümbruse elamurajoonides. Üldiselt ei peeta lennundusmüra uurimiseluses piirkonnas väga häirivaks. Kui võrrelda õppelendude ja regulaarlendude häirivust, siis selgub, et pigem segavad õppelennud. Näiteks lennujaama kõrval asuvas Aasa rajoonis ei märgitud

regulaarlende üldse häirivaks. Nagu joonisel 6 näha, kannatavad lennumüra all kõige enam Männi elamurajooni elanikud. Nimelt on üle 80 protsendi neist märkinud õppelendude ning üle 40 protsendi regulaarlendude tekitatud müra segavaks. Seda seletab jällegi asjaolu, et Tartu Lennujaama lennurada on suunaga Männi elamurajooni poole.



Joonis 6. Lennundusmüra häirivus uurimiseluses piirkonnas (autori poolt läbi viidud küsitlus)

Kindel on, et müra pärast elukohta vahetada keegi vastanutest ei kavatse. Muudel põhjustel elukoha vahetuse plaani märkis 12 vastanut ehk napilt 18 protsenti. Ainult 33% vastanutest arvas, et liigne müra võib kahjustada tervist ning kõigist uuringus osalejatest on liigse müra suhtes kaebuse esitanud 6 inimest ehk 9 protsenti ning seda lärmakate naabrite kohta.

Lisaks paluti vastanutel teha ettepanekuid olukorra parendamiseks. Lisas 6 on välja toodud mõned vastused. Üldiselt ei osatud midagi soovitada. Reaalseimad ettepanekud olid müratõkete rajamisest.

4.3. Järeldused

Läbi viidud müramõõtmistest selgus, et lennumüra ületab kohati lubatud taset. Seda just Männi elamurajoonis, mis jääb raja 26 lähenemistrajektoori alla. Nimelt ületas seal

mõõdetud müra isegi helirõhu kriitilist taset. Seda küll ainult 3,7 dBA, kuid kuna tegemist on juba kriitilise taseme ületamisega, siis on see ometi tähelepanuväärne. Samas saab tabeli 7 järgi välja tuua, et AS Estonian Air'i kasutatava Saab 340 tüüpi ning AS airBaltic'u Fokker 50 tüüpi lennukite müratase on enam-vähem samaväärne.

Mõõtmisperioodil kasutasid lennukid maandumiseks peamiselt suunda 26, mis eeldas lendamist üle eelpool mainitud elamurajooni. Maandumist suunale 08 aga polnud enamustes mõõtmispiirkondades praktiliselt kuuldagi. Vastupidine olukord oli radade kasutamisel õhku tõusmistel. Ära tuleb siiski märkida, et lennuki tõusul üle elamurajoonide (kasutades rada 08), olid õhusõidukid majade kohale jõudes saavutanud juba kõrguse, mil nende poolt tekitatav müra ei olnud enam nii tugevalt tuntav ega seega niivõrd häiriv kui seda oli maandumisel tekkiv lennumüra.

Mõõtmisaluste piirkondade elanike poolt vastatud küsitluse tulemusi analüüsisel selgub, et nad peavad oma elamurajoone siiski üsna vaikseks. Müra häirivat kõige enam magamisel ning akende lahti hoidmise perioodil.

Lisaks ilmnes, et elanike jaoks pole lennumüra häirivam kui auto-, rongi- või naabritelt kostuv müra. Kui täpsustati küsimust lennundusmürast, siis peeti häirivamaks pidevalt tiirutavaid õppelennukeid kui regulaarlende, mis teevad küll suuremat müra, kuid lendavad vaid paar korda päevas.

KOKKUVÕTE

Lõuna-Eesti jaoks on Tartu lennujaam olulise tähtsusega, eriti veel peale 2009. aasta suve, mil AS airBaltic ning AS Estonian Air avasid regulaarliinid Tartust Riiga ning Stockholmi.

Uurimistöö eesmärgiks oli analüüsida Tartu lennujaamast tuleneva müra häirivust lähikeskkonna elanikele. Selleks viidi läbi müramõõtmised Tartu lennujaama lähiümbruses. Samuti viidi läbi Tartu lennujaama lähiümbruse elanikkonna ankeetküsitlus ja analüüsiti saadud tulemusi.

Müramõõtmised viidi läbi nõuetekohaselt kalibreeritud mõõteaparaadiga. Tulemused näitasid, et üldiselt jääb lennumüra lubatud piiridesse, kuid maandudes rajale 26, mis tähendab Ülenurme Mäni elamurajoonist ülelendu, ületas müra helirõhu kriitilise lubatud piiri. Samuti on autorini jõudnud kaebused lennukite tekitatud mürast antud elamurajoonis.

Läbiviidud küsitlusele vastanuid oli umbes 10% valimist. Siiski ilmnes, et üldiselt elanikkond ei kurda müra rohkuse ning häirivuse üle. Välja tuli, et lennundusmüra ei häiri teistest lähedalolevatest müraallikatest rohkem ning üllatava tulemusena võib ära märkida, et lennundusmüra peeti õppelendude ehk väiksemate lennukite poolt tekitatud müra häirivamaks kui regulaarlende ehk suurtemate lennukite tekitavat müra.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. **Agarwal, S.K.** Noise pollution. New Delhi: A.P.H. Publishing Corporation, 2005, 165p.
2. AIP 01.09.2009. 19lk.
[<http://aip.eans.ee/index.aw?section=8506&action=genpdf&file=8506.pdf>] 04.05.2010.
3. Environment Noise [<http://www.nonoise.org/library/envnoise/#what>] 08.04.2010
4. Fokker 50. AS AirBalticu koduleht
[<http://www.airbaltic.com/public/lennukipark.html#f50>] 12.04.2010.
5. **Griefahn B., Marks A., Robens S.** Noise emitted from road, rail and air traffic and their effects on sleep. - Journal of Sound and Vibration. 2006, nr. 295, p. 129-140
6. Heli. Wikipedia [<http://et.wikipedia.org/wiki/Heli>] 08.04.2010
7. Huvitavaid fakte Tartu lennujaamast. Tartu lennujaam [<http://www.tartu-airport.ee/aboutcompany/huvitavaidfaktetartulennujaamast>] 07.04.2010.
8. **Josepson, T.** Euroopa talitseb lennumüra. Bülletään
[<http://www.recestonia.ee/Arhiiv/SON01.htm#2>] 05.04.2010.
9. **Kalmre, V.** Tartu aasta tegu on rahvusvaheline lennuliiklus. – Tartu Postimees, 28.12.2009 [<http://www.tartupostimees.ee/?id=205315>] 07.04.2010.
10. Lennuplaan saabuvatele lendudele. Tartu lennujaam [<http://www.tartu-airport.ee/flightplan/arrival/?articleID=4625>] 23.03.2010.
11. Lennuplaan väljuvatele lendudele. Tartu lennujaam [<http://www.tartu-airport.ee/flightplan/departures>] 23.03.2010.
12. Masinapark. AS Pakker Avio koduleht [<http://pakkeravio.ee/node/16>] 12.04.2010.

13. Mootoriga õhusõiduki keskkonnakõlblikkuse nõuded. Vastu võetud Vabariigi Valitsuse määrusega nr 225, jõustunud 20.07.2000
[<https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?replstring=33&dyn=13255371&id=72171>]
05.04.2010
14. Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid. Sotsiaalministri määrus nr 42 4. märtsist 2002.a.
[<https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=163756>] 05.04.2010.
15. SAAB SF350A. AS Estonian Air koduleht [http://www.estonian-air.ee/saab_sf340a] 12.04.2010.
16. **Smith, M.J.T.** Aircraft Noise. Cambridge: Cambridge University Press, 1989, 359p.
17. Tartu lennujaam [<http://www.tartu-airport.ee/aboutcompany/tartulennujaam>]
23.03.2010.
18. **Visser H.G., Hebly S.J., Wijnen R.A.A.** Management of the Environmental Impact of Airport Operations. New York: Nova Science Publishers Inc., 2009, 87p.
19. Välisõhus leviv müra. EV Keskkonnaministeerium [<http://www.envir.ee/422956>]
07.04.2010.
20. Üldinfo. Ülenurme vald [<http://www.ylenurme.ee/?head=1&language=estonian>]
07.04.2010.
21. **Whitfield A.** Assessment of noise annoyance in three distinct communities living in close proximity to a UK regional airport. – International Journal of Environmental Health Research, 2003, nr. 13 (4), p. 361-372

LISAD

Lisa 1. AIPi kaardid Tartu lennujaama kohta

Lisa 2. Müraallikad lennukil

Lisa 3. Mõõtmispaigad

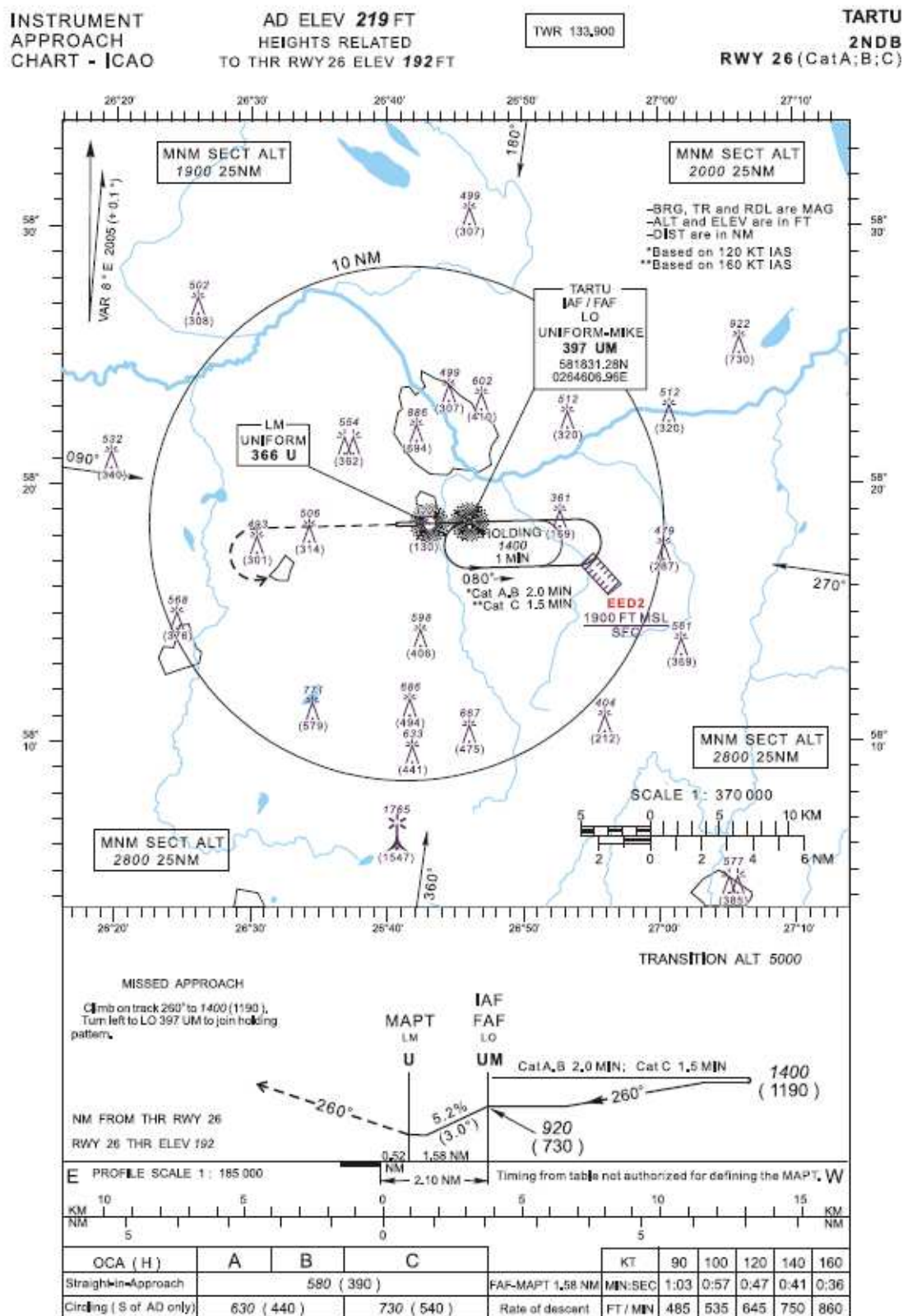
Lisa 4. Küsitluse ankeet

Lisa 5. Elamurajoonide jaotus

Lisa 6. Küsitlusele vastanute ettepanekud olukorra parendamiseks

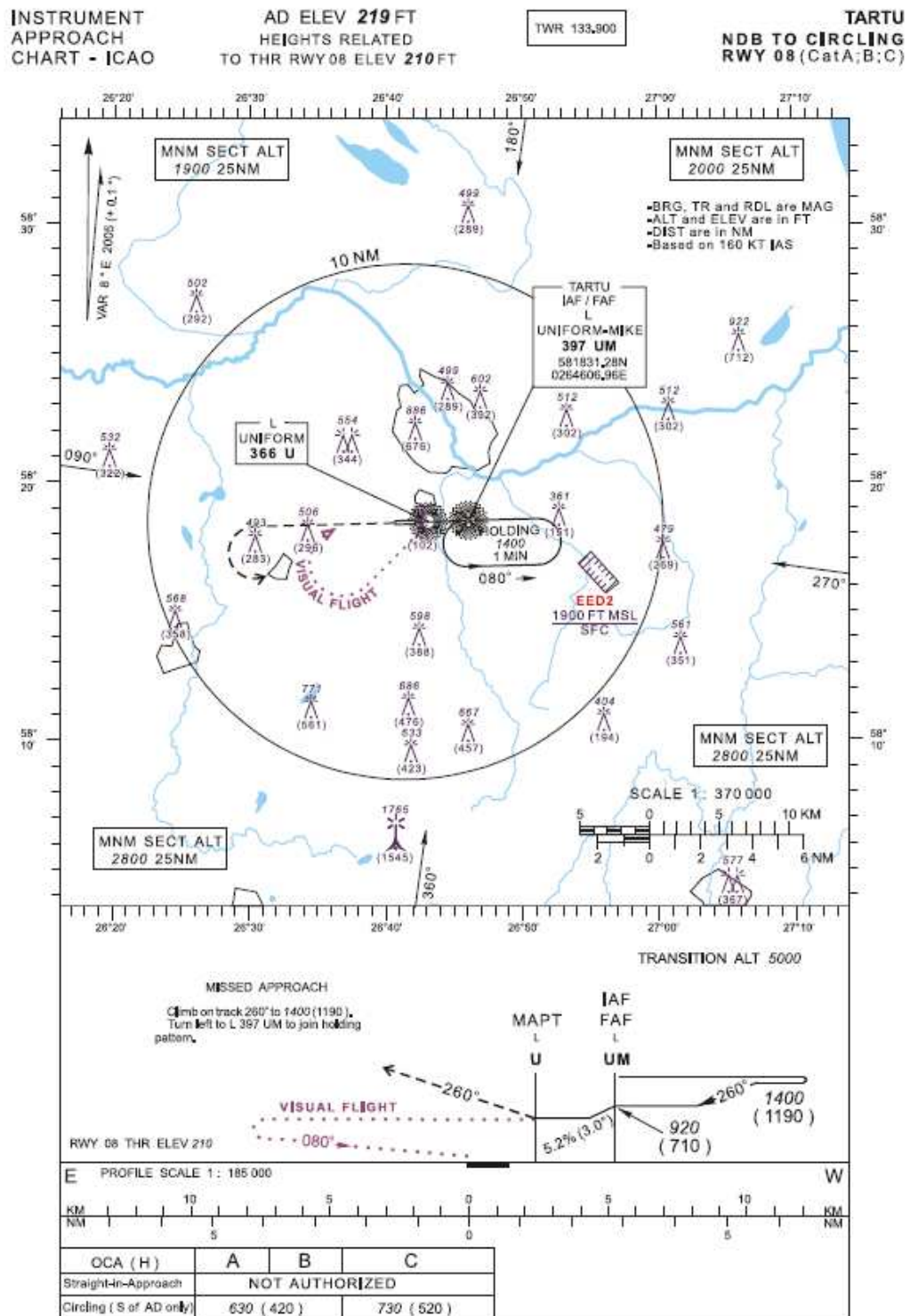
Lisa 1. AIPi kaardid Tartu lennujaama kohta

Instrumentaallähennemiskaart rajale 26



Lisa 1. järg

Instrumentaallähenemiskaart rajale 08



Lisa 1. järg

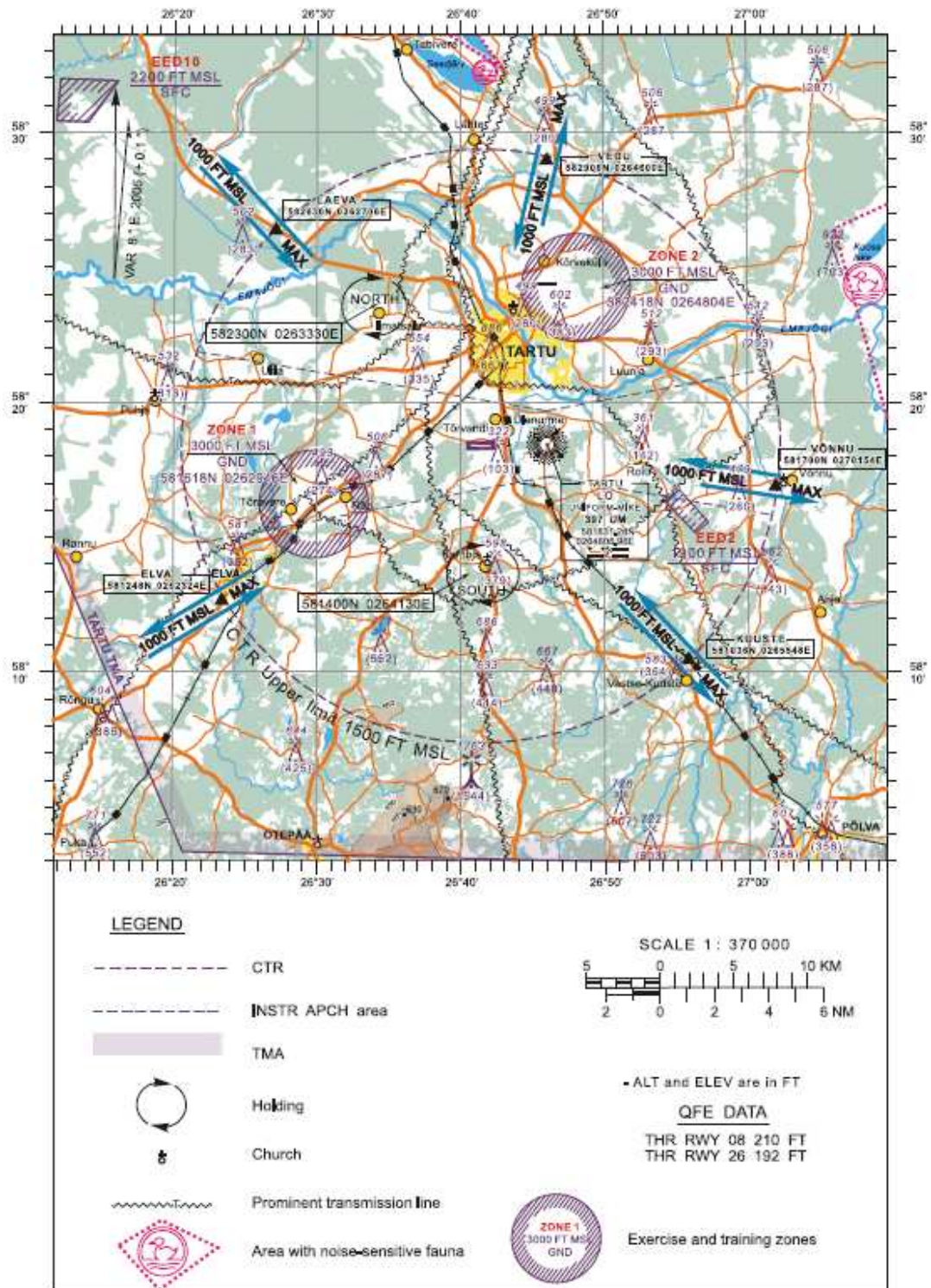
Visuaallähemiskaart

VISUAL
APPROACH
CHART - ICAO

AD ELEV **219 FT**
HEIGHTS RELATED
TO AD ELEV

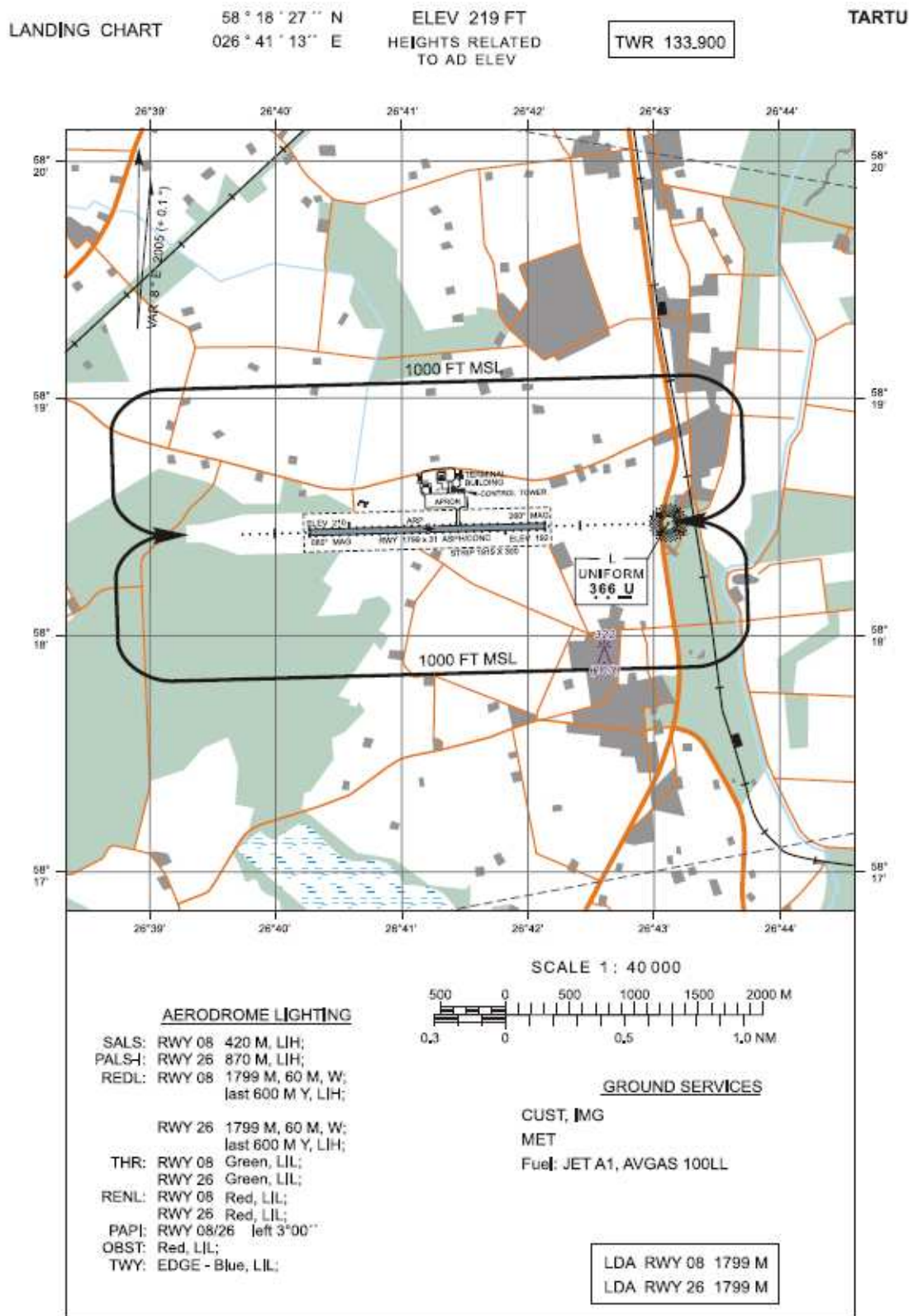
TWR 133.900

TARTU



Lisa 1. järg

Maandumiskaart



A diagram of an Estonian Air airplane with labels in Estonian pointing to various parts: Sabaosa (tail), Esitiivad (leading wings), Tiivad (wings), Kere (fuselage), Tagatiivad (trailing wings), Telikud ja rehvid (landing gear and wheels), and Mootorid (engines).

A detailed map of the Lennu area in Estonia. The map shows a network of roads, including major routes like Lennu, Tartu mnt, Võru mnt, and Põlva tee. Key locations such as Tõrvandi, Ülenurme, and Kasteheina are labeled. Numbered points 1 through 6 are marked along the main roads. Landmarks like the church spire and various residential areas are also depicted. The map includes street names like Naki tee, Tehno tee, and others. A river or stream is visible on the right side near Põlva tee.

- 38

Lisa 4. Küsitluse ankeet

Müra Ülenurme vallas

Lugupeetud Ülenurme valla elanik!

Olen Eesti Lennuakadeemia üliõpilane ja kirjutan lõputööd teemal „Lennujaama mõju lähikeskkonnale ja sellest tulenevate probleemide lahendamine“.

Antud uurimuse eesmärk on analüüsida tekkinud lennujaama lähikeskkonna müra allikaid, tuua välja kõrgeima tasemega mürasündmused ning viia läbi elanikkonna rahulolu küsitlus.

Küsimustik on anonüümne ning selle andmeid kasutatakse ainult antud uurimuses.

Tänan Teid juba ette küsimustikule vastamise eest!

Heliise Jartsev

Lennundusettevõtte juhtimise eriala, IV kursus

Vastajate andmed:

Sugu

Vanus

Haridustase

Amet

Mitme liikmeline on Teie pere?
(numbriga)

Mitu eelkooliealist last on Teie
peres? (numbriga)

Elukoht: rajoon, tänav, maja (näiteks:
Ülenurme, Käbi 6)

1. Praegusel elamispinnal olete Te:

☐ üürnik

☐ omanik

2. Mis tüüpi majas elate?

☐ Eramaja

☐ kortermaja

☐ ridaelamu

☐ kahe- või mitmepereelamu

3. Kui kaua olete antud piirkonnas elanud?

☐ vähem kui aasta

☐ 1-2 aastat

☐ 3-5 aastat

☐ 6-10 aastat

☐ üle 10 aasta

4. Kas peate oma rajooni:

☐ vaikseks

- ☐ üsna vaikseks
- ☐ pigem mürarikaks
- ☐ väga mürarikaks
- ☐ ei oska öelda

5. Milliseks hindate allpooltoodud müratekitaja mõju enda elukohas? (tehke linnuke sobiva variandi kasti)

	väga häiriv	häiriv	aeg-ajalt häiriv	ei häiri	ei oska hinnata
autod	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lennukid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
rongid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
naabrid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Kas allpool toodud müratekitaja häirib pigem päeval või öösel? (tehke linnuke sobiva variandi kasti)

	pigem päeval	pigem öösel	päeval ja öösel
autod	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lennukid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
rongid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
naabrid	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Kas automüra segab järgmistes tegevustes? (tehke linnuke sobiva variandi kasti)

	jah	ei
Teie puhkamine/magamine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teie laste puhkamine/magamine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teleka vaatamine, raadio kuulamine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vestlus, telefoni kasutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kirjutamine ja lugemine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Akende lahti hoidmine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kodutööde tegemine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aia kasutamine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Kas lennutegevus kui müraallikas segab järgmistes tegevustes? (tehke linnuke sobiva variandi kasti)

	jah	ei
Teie puhkamine/magamine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teie laste puhkamine/magamine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Teleka vaatamine, raadio kuulamine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vestlus, telefoni kasutus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Kirjutamine ja lugemine ☐ ☐

Akende lahti hoidmine ☐ ☐

Kodutööde tegemine ☐ ☐

Aia kasutamine ☐ ☐

9. Kas rongimüra segab järgmistes tegevustes? (tehke linnuke sobiva variandi kasti)

jah ei

Teie puhkamine/magamine ☐ ☐

Teie laste puhkamine/magamine ☐ ☐

Teleka vaatamine, raadio kuulamine ☐ ☐

Vestlus, telefoni kasutus ☐ ☐

Kirjutamine ja lugemine ☐ ☐

Akende lahti hoidmine ☐ ☐

Kodutööde tegemine ☐ ☐

Aia kasutamine ☐ ☐

10. Kas naabritelt kostuv müra segab järgmistes tegevustes? (tehke linnuke sobiva variandi kasti)

jah ei

Teie puhkamine/magamine ☐ ☐

Teie laste puhkamine/magamine ☐ ☐

Teleka vaatamine, raadio kuulamine ☐ ☐

Vestlus, telefoni kasutus ☐ ☐

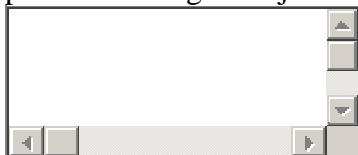
Kirjutamine ja lugemine ☐ ☐

Akende lahti hoidmine ☐ ☐

Kodutööde tegemine ☐ ☐

Aia kasutamine ☐ ☐

11. Kas on veel mõni müraallikas, mis häirib näiteks akende lahti hoidmist, aias töötamist, kodustes töödes, telefoniga rääkimist, lugemist, teleka vaatamist, puhkamist/magamist jms? Nimetage.



12. Kas lennundusmürast häirivad (mitmed võimalikud vastused)

☐ õppelennud

☐ regulaarlennud

☐ ei häiri üldse

13. Kas olete esitanud kaebuse (mitmed võimalikud vastused)

☐ lennukimüra kohta

- ☐ rongimüra kohta
- ☐ lärmakate naabrite kohta
- ☐ ei ole esitanud kaebust.

14. Kas arvate, et müra võib mõjuda Teie tervisele?

- ☐ jah
- ☐ ei

15. Kas Te kavatsete elukohta vahetada?

- ☐ jah, müra pärast
- ☐ jah, muul põhjusel
- ☐ ei

16. Tehke ettepanekuid olukorra parandamiseks:

17. Aitäh Teile uurimuses osalemise eest!

Lisa 5. Elamurajoonide jaotus



Lisa 6. Küsitlusele vastanute ettepanekud olukorra parendamiseks

- 1) Rongid võiks lõpetada signaali laskmise autotee ja raudtee ristumise kohas. Minimaalselt lendusid nädalavahetusel.
- 2) naabrite keelamine ja õueala märk majade vahel, autode kihutamise piiramiseks ja politsei järelvalve
- 3) Teavitada ümbruskonna elanikke õppelendude ajagraafikust ja võimalusel sooritada neid kas hommikupoolikul või pärast lõunat (pigem õhtu poole). Võiks mitte rohkem regulaarlende lendama panna ja mitte kindlasti kohe suuremaid lennukeid, mis rohkem mõra teeksid. Võiks ka elanikele selgitustööd teha, et millised lennukid lendavad ja mingeid lihtsamaid põhitõdesid, et kus poole maanduvad või tõusevad ja mis asutused neid õppelende teevad.
- 4) lennu liinid ei tohiks olla elumaja rajoonide kohal ja lennukid ei pea üle majade lenndama.
- 5) Helikindlad aknad. Õppelendude viimine mujale. Õppelennukite väljavahetamine (vanad vene loksid mürisevad tohutult. Õppelennukid on igivanad ja häirivad rohem kui liinilennud.
- 6) Õppelendude puhul võiks ehk elanikkonnale teada anda kui peaks olema mingisugused intensiivsemad lennuperioodid (ajavahemikud nii kuupäevaliselt kui kellaajaliselt, kui võimalik - nt. öölennud sellest kuupäevast selle kuupäevani).
Rongide puhul oleks kindlasti abiks mingist müratõkkest müüri või kasvõi metsatuka või heki näol.
- 7) müüa maandumis alane rajoon lennufirmale maha koos elamutega ..koliks vaikselt kohta hoobilt saadud raha eest.
- 8) Rongidel paluks mitte vilet lasta Ülenurmest möödudes.
- 9) Suurema osa lendude graafikut võiks muuta nii, et lennud kas väljuksid või saabusid näitaks pärast üheksat hommikul ja enne 9 õhtul.

Lisa 7. järg

- 10) Õppelennud lubatud tööpäeviti kell 8 kuni kella 17-ni. Nädalavahetustel õppelennud keelatud.
- 11) Müra, mis tuleb rongi ja lennuliiklusest:
 1. Maamaks siinsetele majaomanikele madalamaks.
 2. Lennureisi soodustused korteri/majaomanikele (alalistele elanikele)
- 12) Ausalt öeldes ei tea isegi.
- 13) Regulaarlennuliiklus ei tohiks toimuda öisel ehk unerahu ajal (23:00-07:00). Hetkel häirivad ainukese lennud, mis saabuvad peale kella 23 või südaööd. Õhtused ja päevased lennud ei häiri.
- 14) lennukoridori tuleks muuta(maandumis-ja õhukutõusurada), tuleb teavitada elanikke lennukikütuse põlemisjääkide kahjulikkusest tervisele, lennukoridori all asuvad eraaiad - jäägid aiasaadustele jne. Erilist eufooriat küll ei tunne, et oleme tee Euroopasse.
- 15) Mõned lamavad ja päris politseinikud teedele, küll siis kiirus väheneb.
- 16) Naabritega vestlemine (veelkord).
- 17) Seletage lollidele inimestele, keda lennukite müra häirib, et lennujaam oli Ülenurmes varem kui nemad siia elama asusid.
- 18) Reisilennukid, mis suhteliselt madalalt üle maja lendavad võiksid MAANDUDA teiselt poolt lennukoridori. Sealt poolt, kust nad tõusevad pole ju nii palju elamuid.
- 19) Naabrid võiks oma lastele teatud reegleid õpetada.
- 20) Väikesed lennukid võiksid meie kohalt kõrgemalt üle lennata. Mõni teeb ikka suht madalaid tiire, see on hirmutav, sest äkki lendab kuskile sisse. Reisilennukid lendavad aga kaugemalt ja ei häiri väga, pigem teatud ilmaga on lennuväljalt kostev maandumise müra suur. Eramajade piirkonnas (männi) on asi väga hull, Estonian Airi omad lendavad peaaegu puude kõrguselt.

Lisa 7. järg

- 21) Ei tea kas see toimib aga võibolla on võimalik ehitada müratõke lennuraja külgedele.
- 22) Autode liikluskiiruse piiramine, rongiliiklusele korraliku müraseina loomine/taastamine. Mida lennuliikluse müra kohta ette võtta, ei oska öelda.
- 23) Pühapäeval ei taha muru niidukeid.
- 24) Müratõkke paigaldamine maanteele.
- 25) Kuna selles küsitluses väljatoodud müraallikad ei häiri minu elutegevust nii väga, siis pole vaja teha ka ettepanekuid olukorra parandamiseks. Õppelende ja regulaarlande lennukitel ning rongiliiklust (suured kaubarongid öösiti) ei saa ära jätta, seega on see minu kui elaniku probleem, kui ma sellises kohas elan. Küll aga võiks rongijuhid tervitusvilest loobuda kui näevad noort naisterahvast magava lapsega (vankris) jalutamas. See lihtsalt ajab lapse üles.
- 26) Ettepanekuid võib ju teha, kuid muuta pole ju võimalik nii kui nii midagi. Ma ei kujuta küll eriti ette, et lennujaam kusagile mujale viidakse või rongiliiklust kaotatakse. Peale rongirööbaste kinnimonteerimist on vibratsiooni palju vähem. Segab pigem rongivile, kuid see on ettevaatusabinõuna vajalik. Elasin 1975-1991 Raadi sõjaväe lennujaama vahetusläheduses. Ka nende lennukite müraga oli võimalik harjuda. Praegused majaomanikud, kes kaebavad lennumüra peale, on lihtsalt virisejad.
- 27) Hetkel ei oska ühtegi ettepanekut teha, kuna müra meid ei sega.
- 28) Olukord ei ole minu arust üldse hull. Kuid teades, et vb tulevikus hakkavad siin väga suured lennukid lendama siis on see juba probleemiks. Lahendust sellele ei oska öelda, sest samas mulle meeldib, et siin asi areneb.