

Tallinna Ülikool

ELU - Erialasid Lõimiv Uuendus

**Alice Kääramees, Greete Maasikas, Helena Tõnisma, Henry Lemendik, Kristi Pruul,
Külli Kaldma, Lisanna Minn, Merle Saarmets, Tiina Kukli, Tuuli Kaasik, Üllar Maikalo**

**POTENTSIAALSE KUULMISLANGUSE RISKIGA MEELELAHUTUS-,
SPORTIMIS- JM KOHTADE AKUSTILISE MÜRAKOORMUSE UURING**

ELU projekt

Juhendaja: *Avo-Rein Tereping, PhD*

Mentor: *Urmas Taniloo*

Tallinn 2021

RESÜMEE

Projekti eesmärgiks oli mõõta müradoosi, millega puututakse kokku potentsiaalselt kõrge helitasemega meelelahutus-, spordi- ja haridusasutustes ning hinnata kuulmislanguse kontekstis valju heliga keskkonnas viibimise riskiastet. Projekti käigus kasutati helirõhu mõõtmiseks käitumis- ja neuroteaduste tippkeskuse eksperimentaalpsühholoogia labori Bruel & Kjaer kalibreeritud müradosimeetreid. Mõõtmisi viidi läbi 53 kohas, milleks olid kinod, teatrid, kontserdid, ööklubid-baarid, bändiproov, kaubanduskeskused, spordiklubid- ja võistlused, koolid, lasteaiad ja muud avalikud meelelahutuslikud kohad.

Keskmisel ekvivalentsel helirõhutasemel jäid vahemikku 64,9 dB kuni 102 dB. Kõige kõrgemad helitasemed ilmnesid bändiproovis, korvpallivõistlusel ja madalaimad avalikes kohtades nagu kaubanduskeskused. Keskmisel helitasemel ei ületanud normipiire, mis on kehtestatud Sotsiaalministri 04.03.2002. a määrusega nr 42 “Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid” (kehtiv redaktsioon 01.01.2021). Siiski ületavad norme helirõhu tippväärtused, mis ulatusid kuni 141,6 dB.

Kuigi keskmisel helitasemed jäid normi piiridesse, on risk kuulmiskahjustuse tekkimiseks paljudes mõõdetud kohtades oluline. Enamasti veedetakse meelelahutuskohades pikalt aega, seetõttu ületab seal viibitud aja jooksul saadud helidoos kuulmiskahjustuse riski suurendava helidoosi, ehkki helitasemed vastavad Sotsiaalministri määrusele. Meie arvates on vajalik sätestada seadusega maksimaalsed helitasemed lähtudes maksimaalsest helidoosist, mida võib saada meelelahutus- ja sportimiskohtade külastaja. Samuti teostada valju heliga kohtades regulaarseid mõõtmisi ja järelvalvet.

ABSTRACT

The aim of this project was to measure the noise exposure in entertainment, sports and educational establishments with potentially high levels of sound and to assess the risk of being exposed to loud noise in the context of hearing loss. To measure the sound pressure calibrated noise dose meters Bruel & Kjaer from the Centre of Excellence in Behavioural and Neural Sciences were used in this project. Measurements were performed at 51 locations, including cinemas, theatres, concerts, nightclubs, bars, band rehearsals, shopping centres, sports clubs and sports competitions, schools, kindergartens and other public places for entertainment.

The average measured sound pressure levels ranged from 64,9 dB to 102 dB. The highest noise exposures appeared in the band rehearsal and basketball competition and the lowest noise exposures appeared in public places such as shopping centres. The average sound levels did not exceed the standard limits which were established by the Minister of Social Affairs on 04.03.2002 in the regulation number 42. However the peaks of the sound levels did exceed the standard limits reaching up to 141,6 dB.

Although average sound levels are within established limits, a possibility of hearing damage still remains. People spend many hours in entertainment places exposing themselves to noise and hearing damage can also occur in those environments where the sound levels comply with the regulations. It is important to review these norms and also to establish the maximum doses of noise as well as to perform regular measurements and monitoring.

SISUKORD

RESÜMEE	2
ABSTRACT	3
SISUKORD	4
SISSEJUHATUS	6
TEOREETILINE OSA	7
Müra ja muusika mõju kuulmisele	7
Lühi- ja pikaajaline mõju	9
Tänapäeva helisalvestuste eripära - tugev kompressseerimine, kitsas dünaamika.	10
Müradoos, helitase	11
Koduste muusika kuulamise vahendite kasutamine (kõrvaklapid, muusikakeskused, eelistatavad helitasemed)	13
Helitase kontsertidel, kinodes, treeningutel, klubides jm meelelahutuskohtades.	14
Eelistatav helitase kontsertidel	16
Helitase koolides ja lasteaedades	17
Kuulmislanguse vältimine	17
Kuulmislanguse mõju kognitiivsele võimekusele ja sotsiaalsele suhtlusele	19
EMPIIRILINE UURIMUS	22
Eesmärk ja sihtrühmad	22
Uurimisküsimus	22
Meetod	22
Seadmed	23
Valim	23
Tulemused	24
Kinod ja teatrid	24
Ööklubid ja baarid	25
Koolid, lasteaiad	26
Fitnessklubid, spordivõistlused ja -treeningud	27
Kontserdid ja proovid	29
Kaubanduskeskused	31

	<i>Mürakoormuse uuring</i>	5
Arutelu		32
KOKKUVÕTE		35
KASUTATUD KIRJANDUS		36
LISAD		39

SISSEJUHATUS

Müra on meie igapäevaelus laialt levinud probleem ja see võib põhjustada erinevaid terviseprobleeme. Müra põhjustab kuulmislangust, mis lisaks töökeskkonnale on tihti põhjustatud ka sotsiaalsest mürast (isiklikud muusikamängijad, kontserdid jm). Müra levib linnakeskkonnas ja kõikjal maailmas väheneb vaiksete kohtade kättesaadavus (Basner et al., 2014).

Kui kunagi oli kuulmislanguse põhjustajateks tööstusmüra ja erinevad kõrvahaigused, siis viimastel aastakümnetel suureneb noorte seas kuulmislangus, mille põhjusteks peetakse liiga valju muusikat. See põhjustab kuulmissüsteemi ülekoormust ja tulemuseks on kuulmislangus (Ibid).

Euroopa Liidu riikides ja mujal läbi viidud kuulmisteravuse languse uuringud näitavad selle seost just noorte muusika kuulamisharjumustega. Noored kuulavad kõrvaklappidega muusikat liiga kõrge helitasemega. Lisaks on muusika liiga vali diskoteekides, kontsertidel, spordiüritustel, kinosaalides jne. See põhjustab just noores eas tekkinud püsiva kuulmisteravuse languse. (Tereping, 2018). Aastaks 2050 prognoositakse mingil määral kuulmislangust umbes 2,5 miljardile inimesele ja kuulumisega seotud taastusravi vajab vähemalt 700 miljonit inimest. Samuti prognoositakse, et üle 1 miljardil noorel on oht saada püsiv kuulmiskaotus oma ebamõistlike kuulamisharjumuste tõttu. (WHO, 2021).

Käesoleva projekti eesmärgiks oli kaardistada potentsiaalselt kõrge helitasemega meelelahutus-, spordi- ja üldharidusasutustes saadav helidoos ning hinnata valju heliga keskkonnas viibimise riskiastet kuulmisteravuse languse kontekstis.

Teema on aktuaalne, sest noori ohustab tõsine kuulmisteravuse langus ning viimastel aastakümnetel on sellest puudutatud isikute arv tõusmas (Berg & Serpanos, 2011). Samal ajal uuendavad meelelahutus- ja spordiasutused oma helisüsteeme võimsamate seadmete vastu. Oluline on tõsta teadlikkust ohustatud noorte seas valju heli mõjust nende kuulmistervisele.

TEOREETILINE OSA

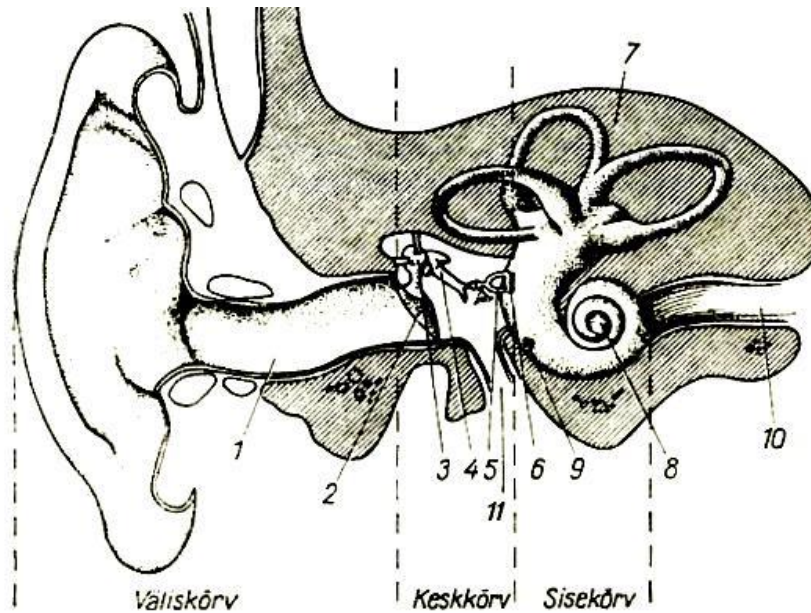
Müra ja muusika mõju kuulmisele

Mürana mõistetakse tavaliselt heli korrapärase laine kujuga võnkumist. Sõltuvalt võnkeallikast võib olla tegemist erinevate masinate poolt tekitatava tööstusmüraga või autode jm masinate liiklusemüraga. Müra mõjutab inimesi erinevalt, kutsudes esile kasulikke või kahjulikke kehalisi ja psühholoogilisi reaktsioone. Sarnaselt müraga mõjutab inimest ka muusika. Vali muusika tekitab sensoorse ülekoormuse ja selle tulemusena võib kahjustada püsivalt inimese kuulmissüsteemi. Vabal ajal muusika kuulamine on oluline aja veetmise vorm, seetõttu on valju muusika kahjustav mõju aktuaalne. Inimeste isiklikud muusika kuulamise harjumused võivad soodustada viibimist valju muusika keskkonnas, ning selle tulemusel võib tekkida nii ajutine kui ka püsiv kuulmiskaotus (Reybrouck, Podlipniak, & Welch, 2019).

WHO (2021) hinnangul on ligi miljard noort kuulmislanguse riskigrupis meelelahutusega seotud liiga valju muusika kuulamise tõttu.

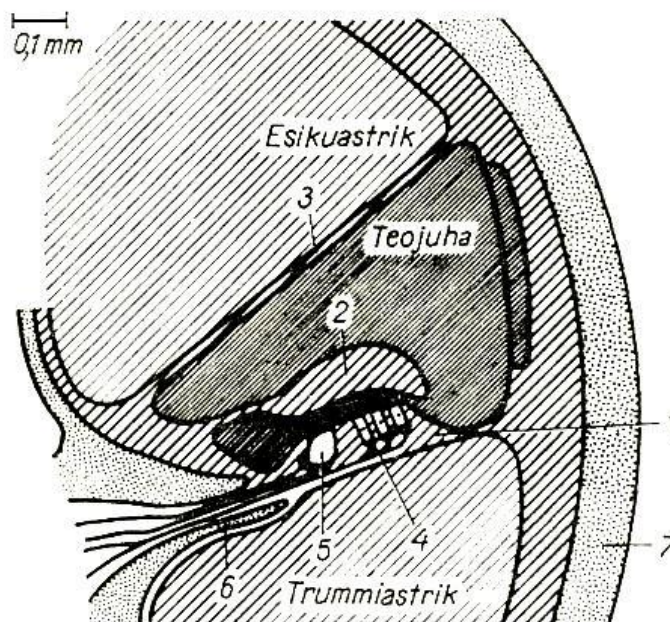
Helilained jõuavad kõrva välise kuulmekäigu kaudu trummikileni, pannes selle võnkuma. Võnked kanduvad keskkõrva kuulmeluukeste kaudu sisekõrva ehk tiguorganisse, milles asuvas Corti organis toimub helilainete muudamine närviimpulssideks. Helilaine paneb võnkuma tiguorganis asuva basilaarmembraani, millele kinnituvad tundlikud karvrakud. Neis genereeritakse närviimpulsid, mis suunduvad kuulmisnärvi kiudude kaudu ajju. Karvrakkude kahjustuse korral võib tekkida püsiv kuulmislangus. Inimese kõrv eristab helisid 16 Hz-st kuni 20 000 Hz-ni. Kõrva tundlikkus on suurim sageduste vahemikus 500 – 5000 Hz. (Kingisepp, 2020).

Valjude helide tõttu võib tekkida kuulmislangus. Lühiajalisel müraga kokkupuutel on see kiiresti mööduv, kuid muutub püsivaks, kui viibitakse kõrge intensiivsusega heliväljas pikka aega või sageli. Kuulmistundlikkus langeb tavaliselt helisageduste vahemikus 3000-6000 Hz, sest nendel sagedustel hävinevad tundlikud karvarakud Corti elundis.



Joon. 7. Inimese kõrv. 1 — kuulmekäik, 2 — trummikile, 3 — haamer, 4 — alasi, 5 — jalus, 6 — ovaalaken, 7 — tasakaaluorgani poolringkanalid, 8 — tigu, 9 — ümaraken, 10 — kuulmisnärv, 11 — Eustachi tõri.

Joonis 1. Inimese kõrv (Tereping, 1988).



Joon. 10. Tigu ristlõikes. 1 — basilaarmembraan, 2 — kattedembraan, 3 — Reissneri membraan, 4 — välimised karvrakud, 5 — seesmised karvrakud, 6 — kuulmisnärvi kiud, 7 — luu.

Joonis 2. Tigu ristlõikes (Tereping, 1988).



Normal Cochlear



Damaged Cochlear

Joonis 3. Karvrakkude hävimine (Noise Damage, 2021). Parempoolsel pildil on näha tiguorgani (Corti organ) osaliselt hävinud karvrakkude piirkond.

Lisaks kuulmislangusele võib valju heliga (ka muusikaga) kokkupuude põhjustada erinevaid kuulmishäireid nagu tinnitus (kohin või pidev vile kõrvas). Vahel tekib ülitundlikkus valjude helide suhtes - hüperakuusia. See väljendub valuaistinguna valjemate helide puhul. (Halevi-Katz, Yaakobi & Putter-Katz, 2015).

Moore et al. (2017) uuring kinnitab, et valju muusika kuulamine on otseselt seotud tinnitusega. Nende läbiviidud uuringust selgus, et üle poole vastanutest olid oma elus kogenud tinnitust, mis kestis viis või rohkem minutit. Samast uuringust ilmnes, et tinnitust esines uuritavatel, kes olid kokku puutunud lühiajalise akuutse müra või muusikaga.

Reybrouck, Podlipniak ja Welch (2019) seostavad muusika kuulamist sotsiaalsete suhete loomisega ja enesetunde ning subjektiivse heaolu tõstmisega. Samas tõstes teadlikkust valju muusika poolt tekitatud kuulmiskahjustustest, tekivad ka oskused sellest hoiduda. Näiteks on üheks võimaluseks kasutada kõrva saabuva helivaljuse vähendamiseks vastavaid vahendeid - erinevad kõrvatroppe jms (Basner, et al., 2014).

Lühi- ja pikaajaline mõju

Mürast põhjustatud kuulmislangus võib olla põhjustatud ühekordsest kokkupuutest intensiivse impulssheliga (nt tulirelva pauk) või pikaajalisest kokkupuutest, kui helirõhu tase on kõrgem

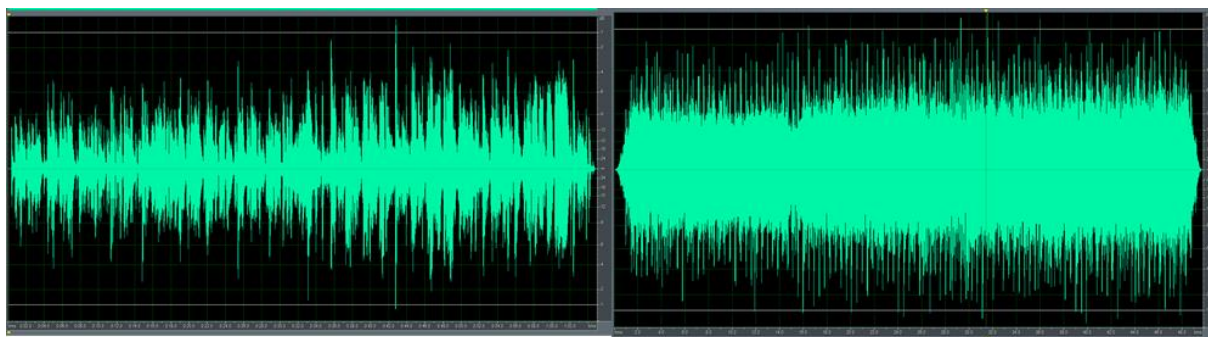
kui 75–85 dB (nt tööstuslikes tingimustes). Kuulmislanguse tõttu väheneb inimese võimekus tajuda kaasvestleja kõnet, eriti mürarikas keskkonnas. Seetõttu peab ta pidevalt paluma korrata öeldut. See mõjutab inimesi sotsiaalselt ning võib tekkida soov vältida suhtlemist. (Basner et al., 2014).

Ka juba lühiajaline kokkupuude tugeva heliga võib põhjustada tinnitust. Moore et al. (2017) toovad välja, et tinnitus ei ole ilmingimata seotud kuulmislangusega. 79%-il tinnitusega vastajatest ei ilmnunud kuulmislangust, kuid tegemist on inimest häiriva seisundiga.

Pikaajalist müraga kokkupuudet seostatakse ka erinevate kuulmisväliste tervisemõjudega nagu ärrituvus, unehäired, südame-veresoonkonna haigused, laste kognitiivsete võimete halvenemine. Müra segab igapäevaseid tegevusi, tundeid, mõtteid, und või puhkust, ning sellega võivad kaasneda negatiivsed reaktsioonid nagu viha, kurnatus ja stressiga seotud sümptomid (Basner et al., 2014.)

Tänapäeva helisalvestuste eripära - tugev kompressioon, kitsas dünaamika.

Muusikatööstuses on levinud uskumus, et valjemad salvestised müüvad paremini. Tehnoloogia areng võimaldab muusikasalvestisi töödelda nii, et subjektiivselt tajutakse seda valjemini. Taolist töötlust nimetatakse kompressiooniks. Seda kasutatakse põhiliselt pop- ja rokkmuusika salvestiste puhul. Selleks surutakse salvestise dünaamika-ala kokku ja sellega muutub see subjektiivselt valjemaks. Suureneb ka koormus inimese kuulmissüsteemile, kuna kompresseeritud heli on energaetiliselt “tihedam”. Kuid muusika dünaamilise ulatuse Samas väheneb salvestise läbipaistvus ja emotsionaalne mõju. (Vickers, 2011).



Joonis 4. Kompresseerimata (vasakul) ja kompresseeritud (paremal) muusikalõik.

Kvaliteetse kompresserimise tehniliste võimaluste loomine tekitas nähtuse, mida hakati nimetama “helivaljuste sõjaks” (*loudness war*). Tugevasti kompresseeritud (hüperkompresseeritud) heli põhjustab kuulmisväsimust ja suurendab kuulmiskahjustuste riski.

Kuulmisvõime uurimiseks läbi viidud katsetest on välja tulnud, et kuulajad eelistavad peaaegu alati vähem kompresseeritud salvestisi. (Ibid).

Müradoos, helitase

Müradoosi (helidoos) on helienergia hulk, mis teatud aja jooksul inimesele mõjub. Müradoos on mõõdetav suurus, mille puhul on arvestatud nii heli intensiivsust kui ka mõjumise aega. See võimaldab hinnata heli kahjustavat toimet. Maksimaalseks helidoosiks, mille ületamisel suureneb oluliselt kuulmislanguse tekkimise tõenäosus, on keskmine ekvivalentne helitase L_{Aeq} 85 dB 8 tunni jooksul. Helitaseme suurenemise korral 3 dB võrra väheneb lubatav aeg kaks korda (Brüel & Kjaer, 2016).

Tabel 1.

Erinevate heliallikate poolt tekitatud helitasemed detsibellides. Allikas: Eesti Vaegkuuljate Liit

Orienteeruv helitase	
10-30 dB	lehtede sahin, rahulik hingamine
30-50 dB	arvuti
50-70 dB	tavaline vestlus
70-85 dB	transpordimüra

85-90 dB	mootorratas
100-110 dB	disko
100-120 dB	rokk-kontsert
130-135 dB	reaktiivlennuki müra
> 125 dB	valulävi

Tabel 2.

Aeg, mille ületamisel suureneb oluliselt risk püsiva kuulmislanguse tekkeks.

L_{Aeq}	Ekspositsiooniaeg
85 dB	8 tundi
88 dB	4 tundi
91 dB	2 tundi
94 dB	1 tund
97 dB	30 minutit
100 dB	15 minutit
103 dB	7 minutit
106 dB	3 minutit
109 dB	1,5 minutit

Müradoosi väärtuse põhjal abil saab võrrelda erinevaid keskkondi ja hinnata nende ohtlikkuse määra. 100%-lisele päevasele müradoosile vastab, kui inimene on ilma kaitsevahenditeta 8 tunni jooksul eksponeeritud mürale ekvivalenttasemega 85 dB. Nii hindab müradoos inimesele mingi aja jooksul mõjunud summaarset helienergiat. Müradoosi otseseks mõõtmiseks kasutatakse müradosimeetreid. (Brüel & Kjaer, 2016).

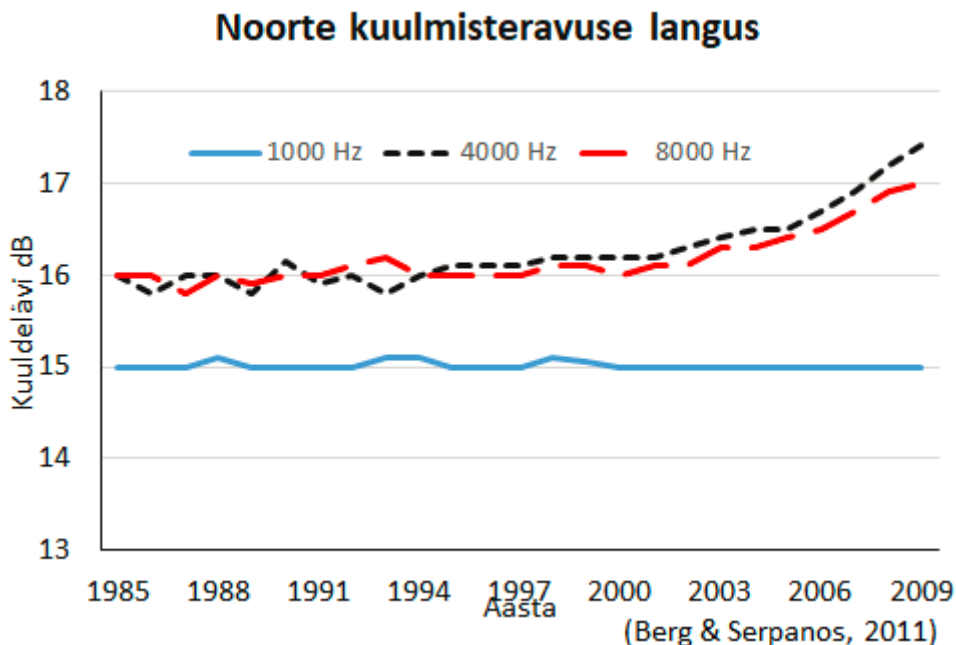
Valjult muusikat kuulates võib koduste vahenditega jõuda koguni 112 dB-ni (Center for Hearing and Communication, 2021). Inimese kõrvas tekitab valuaistingu helitase 120 dB (valulävi). Sellisele tasemele lähedane muusika on üpris harilik ööklubides ja diskoteekides, avalikel kontsertidel (eriti rokkmuusika kontsertidel). Kõlarite vahetus läheduses küündib helitase aga 110-120 dB. (Tereping, 2018). Eesti Vabariigis ei tohi helivõimendussüsteemidest

põhjustatud helirõhu piirtasemed meelelahutusasutustes (kino- ja kontserdisaalid ning vabaõhuüritused, tantsusaalid, diskoteegid, klubid, restoranid ja baarid) ületada järgmisi arvsuursi:

- helirõhu ekvivalenttase $L_{pA,eq,T}$, 100 dB;
- helirõhu maksimaaltase L_{pAmax} , 115 dB;
- helirõhu ekvivalenttase $L_{pA,eq,T}$ lastele ettenähtud üritustel ei tohi olla suurem kui 90 dB;
- kinodes on helirõhu ekvivalenttaseme soovituslik arvsuurus 85 dB. (Müra normtasemed ... , 2020).

Koduste muusika kuulamise vahendite kasutamine (kõrvaklapid, muusikakeskused, eelistatavad helitasemed)

Isiklike heliseadmete igapäevane kasutamine on äärmiselt populaarne tänapäeva noorte ja ka vanemaealiste seas. Sageli ületavad aga nendes muusika kuulamise vahendites maksimaalsed helitasemed kriitilisi piire, mis pikemaajalisel kasutamisel võivad põhjustada kuulmislangust, hüperakuusiat ja tinnitust ning on rohkem hakanud levima just noorte seas. (Gilles et al., 2014). Arvamusi, kas muusika erinevatel üritustel või ka isiklikes heliseadmetes võiks olla valjem või vaiksem, leidub seinast seina ning lähtub igäihe eelistusest. Noored, kes kuulavad igapäevaselt muusikat kõrvaklappidest võivad saada ebatervisliku müradoosi. (Dirks et al., 2011).



Joonis 5. Noorte kuulumisteravuse langus (kuuldeläve tõus) kõrgematel helisagedustel. On näha, et aasta-aastalt on uuringus osalenud noorte kuulumistundlikkus vähenenud.

Kõrvaklappidest muusika kuulamisest tingitud kuulmislangus hakkas levima 1979. aastal, kui Sony tuli välja kaasaskantava kassetimängijaga. Sellest ajast saati on inimeste lemmikmuusika nendega alati kaasas ja täpselt sellistel helitugevustel, nagu hing ihkab. (Tereping, 2018). Uus-Meremaal läbi viidud uuringus selgus, et 10% vastajatest kuulasid kõrvaklappidest valjult muusikat keskmiselt 10 tundi nädalas ja 5% kuulasid rohkem kui 10 tundi nädalas, kusjuures suur osa valju muusikat kuulati omakorda mürakeskkonnas nagu ühistranspordis (Dirks et al., 2011).

Berg & Serpanos (2011), samuti Naik & Pai (2014) poolt tehtud uuringutes selgus, et juba 2 tundi päevas kõrvaklappidega kuulamist tõstab kuulmislanguse tõenäosust 8 protsenti.

Ühest uuringust selgus, et naised eelistavad oluliselt madalamat helitaset (82 +/- 12 dB) kui mehed (91 +/- 10 dB) ning keskmiselt kuulatakse isiklikest heliseadmetest muusikat helitasemel 88,8 +/- 11,4 dB, vahemikus vähemalt 47 dB kuni maksimaalselt 111 dB (Mercier & Hohmann, 2002).

Paljud tänapäeva seadmed, näiteks nutitelefonid, annavad kõrvaklappidega muusikat kuulates ning helitugevust valides märku, milline on soovituslik helitase kuulamiseks. Näiteks Apple Iphone IOS süsteem võimaldab kasutajal telefoni seadetest lülitada sisse valju heli vähendamise ehk helirõhu piirväärtuse. See on 85 dB. Antud määra saab enda äranägemise järgi muuta kas madalamaks või kõrgemaks, mis viimase puhul pole kõrvade tervise mõistes soovituslik. Vaatamata müra tingitud sümptomite suurele levimusele pärast meelelahutuslikku müraga kokkupuudet, näib noorukitel ja noortel täiskasvanutel olevat madal teadlikkus võimalikest riskidest ning ennetuskampaaniad on avaldanud noorte käitumisele vaid piiratud mõju (Gilles et al., 2014).

Helitase treeningutel, kontsertidel, kinodes, klubides jm meelelahutuskohdades.

Spordiklubisid seostatakse tavaliselt tervislike eluviisidega ning need kannavad endas ennekõike tervist edendavat kuvandit. Üldjuhul ei peeta sealset kokkupuudet valju muusikaga eriliseks riskiks, kuivõrd kokkupuude kõrge helitasemega jääb lühiajaliseks, jäädes enamasti 60 minuti piiresse. Sellegipoolest on juba mujal maailmas läbi viidud uuringud spordiklubides näidanud, et mõned treeningud võivad endast kujutada ohtu kuulmistervisele. Seda eriti treeneritele, kes annavad mitu trenni nädalas. Samuti kujutab see ohtu klientidele, kes külastavad mitmeid treeninguid nädala vältel ning kui lisaks spordiklubis saadavale müradoosile puututakse müraga kokku veel teistes vabaaja veetmise kohtades, töökeskkonnas aga ka koduste toimetuste juures (Beach & Nie, 2014).

Mujal maailmas läbiviidud uuringutest on selgunud, et treenerid eelistavad kõrgema intensiivsusega treeningutes kasutada valjemat muusikat, pidades seda harjutuste sooritamise juures motivatsiooni tõstjaks. Samas viiendik kliente leiab, et vali muusika tekitab neis hoopis stressi. Seni pole uuringutega kinnitust leidnud fakt, et vali muusika iseenesest oleks treeningutel motivaatoriks. Küll aga aitab muusika rütm sooritust parandada ning suurendab treenija motiveeritust. Seega võiks alternatiiv heli valjemaks keeramisele olla kiirema rütmiga muusika kasutamine. (Ibid).

Uuringust ilmnnes, et kõrgema intensiivsusega treeningute helitase oli aastatel 2009-2011 jäänud sarnasele tasemele kui aastatel 1997-1998 ehk keskmiselt 93,1 dB. Kõrgeim tulemus selles kategoorias mõõdeti 98,8 dB. Madalama intensiivsusega treeningutes seevastu oli helitase vähenenud varasemate aastatega võrreldes 3,3 dB jäädes keskmiselt 85,6 dB juurde. (Ibid).

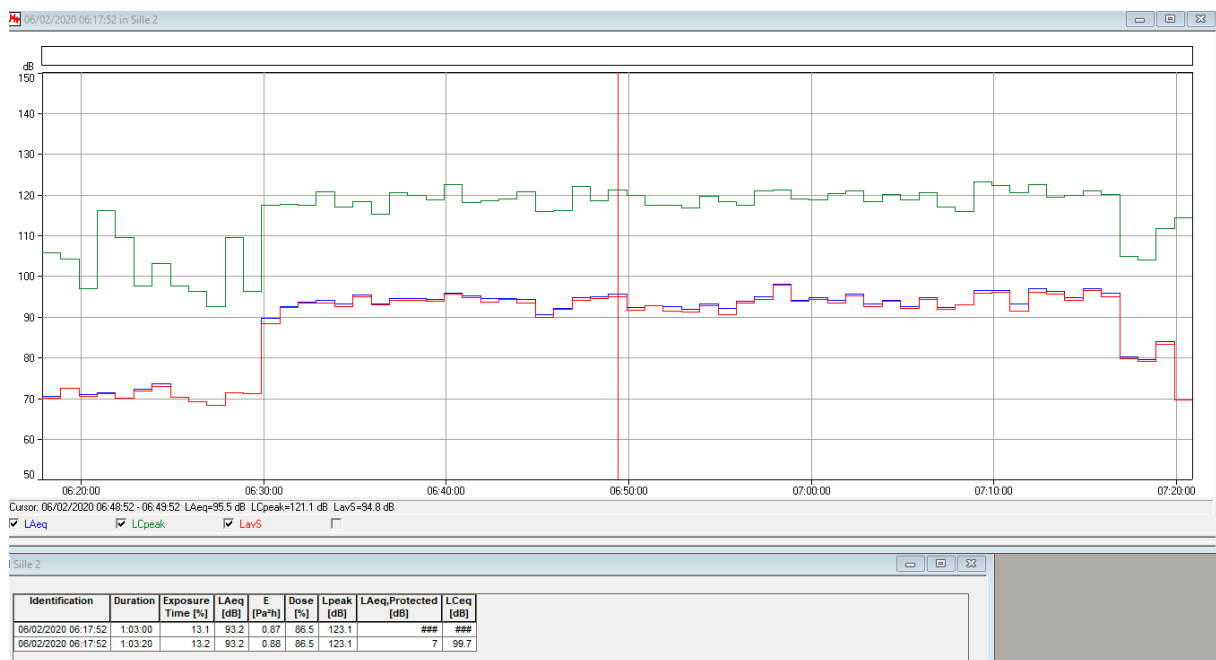
Kuulmiskahjustuse sümptomid on instruktorite hulgas laialt levinud. Peaaegu 55% fitnessstreeneritest, kes osalesid Nie ja Bach läbiviidud uuringus, teatasid mõnest kuulmislanguse sümptomist. Olukorra teeb eriti murettekitavaks see, et enamus spordiinstruktooreid on pigem hea tervise juures noored inimesed, ometigi üle poole neist kogeb kuulmiskahjustusega seotud sümptomeid. Instruktorid veetsid keskmiselt 11,5 tundi nädalas treeningutel. 30,3% tegid lisaks mõnda muud palgatööd, mille tõttu puutusid nad kokku heliga kas kogu või enamus aja (25 tundi nädalas). Lisaks külastasid 72,4% nendest valju muusikat mängivaid meelelahutuskohhti keskmiselt 4 tundi nädalas (Nie & Beach, 2016).

Klubides võivad inimesed päevase maksimaalse helidoosi ületada kõigest minutitega. Nii selgus Dirks ja kolleegide (2011) Uus-Meremaal läbiviidud uuringus, et ööklubide keskmine helitase oli 105 dB(A). Seega saavutati päevane maksimaalne helidoos juba viie minutiga, kuid tüüpiliselt viibitakse neis asutustes enam kui kolm tundi.

2007. aastal Iirimaal tehtud uuringus, milles osales üheksa ööklubi, tuvastati, et kui pakkuda küllastajatele meelepärast helikogemust, tähendab see baaritöötajale neli korda suuremat mürataset kui on lubatud piirmäärad ehk ületades 90 dB(A)*. Vähene on ka ööklubide juhtide ja töötajate teadlikkus vastavast seadusandlusest ja kohustusest kasutada kuulmiskaitsevahendeid, mis vähendaks helienergiat neli korda. Nädalase arvutuse juures ei ületanud ainult 24% töötajatest päevast lubatud müradoosi, mis alates 2007. aastast on vastavalt

* tähis A dB järel tähendab, et mõõtmisel on kasutatud A-karakteristikuga filtrit. Niisugune filter võtab arvesse kõrva tundlikkuse erinevusi erinevatel helisagedustel.

Iiri müra regulatsioonidele 87 dBA. Ainult ühes klubis kandsid töötajad kuulmiskaitsevahendeid. Baaritöötajate tööalas oli müra 77-98 dB(A). Registreeritud müratase tõusis ajavahemikel 23.00 kuni 01.00 kõigis üheksas ööklubis umbes 5 dB(A), mis võib olla tingitud diskori või ansamblite esinemistega. Samas võib muusika üha valjemaks muutumise põhjuseks olla diskori tööst tulenev kuulmiskahjustus, mille tõttu reguleerib diskor muusika helitugevust subjektiivselt enda kuulmise kaudu. Uuringute kohaselt põhjustab üle kaheksa aasta jooksul kaheksa ja enam tundi üle 85 dB(A) müratasemega tööruumides viibimine püsiva kuulmislanguse. (Aoife et al., 2012).



Joonis 6. Müradoosi mõõtmise tulemus fitnessklubi rühmatreeningul 2020. aastal. (Tereping, 2018, 2020). Keskmine efektiivne helitase - 92 dB, tippväärtused üle 120 dB. Tunniajalise treeningu jooksul sai osaleja 86,5% päevasest lubatavast helidoosist.

Eelistatav helitase kontsertidel

Liigset müra kiputakse aktsepteerima kergemini, kui see on osa puhkekeskkonnast. Töömüra on vähenenud, aga sotsiaalne müra suureneb. (Basner et al., 2014).

Kõik meelelahutusega seonduv, sh muusika kuulamine põhjustab aina suuremale hulgale inimestest kuulmisfunktsiooni kahjustust. Tänapäeva tehnika areneb ja helivõimendustehnika suudab moonutusteta heli edasi anda intensiivsusega 95 – 115 dB. (Tereping, 2018). Samas on helitase paljude kontsertide puhul liiga kõrge ja sageli külastajad kurdavad liigse helivaljuse üle. Gilles et al. (2014) uuring näitas, et kontsertide organiseerijad on heli valjust piiravate eeskirjade vastu, kuna kardavad, et selle tulemusena väheneb muusikaüritustel osalevate noorukite arv. Samas rohkem kui 80% uuringus osalenud noortest suhtus positiivselt karmimatesse müraeeskirjadesse ja ei muuda oma peokäitumist, kui helitase väheneb. Need tulemused viitavad sellele, et noorukid ei nõua ülemäärast mürataset ja rangem müra reguleerimine ei mõjuta noorte peokäitumist.

Samuti selgus Terepingi (2016) poolt Solarise kontserdisaalis läbi viidud uuringust, et kontserdikuulajad peavad koige sobivamaks helitaset vahemikus 75 - 87 detsibelli (sõltuvalt muusikažanrist) ning meeldivust ei määra helitase, vaid esituse loomulikkus (*fidelity*). Ka sellest uuringust selgub, et külastajad ei soovi liigset helivaljust. Pigem peetakse vähem meeldivaks esitust, mille helitase ületab sobivaks peetava väärtuse.

Helitase koolides ja lasteaedades

Töötervishoiu ja tööhutuse nõuete järgi (Töötervishoiu ... , 2018) ei tohi 8-tunnise tööpäeva jooksul müra päevane kokkupuudetase ületada 85 dB ning päeva tipphelirõhk ei tohi ületada 137 dB. Kõrge mürataset õppekeskkonnas kahjustab kuulamist ning tekitab ebasoodsa keskkonna õppetegevuseks (Woolner & Hall, 2010). Maailma Terviseorganisatsioon on soovituslikuks maksimaalseks mürataseteks klassiruumis seadnud 35 dB ning mängimise ajal 55 dB (WHO, 1999).

Londoni koolides läbiviidud uuringust selgus, et nii lasteaias kui koolide klassiruumides olid keskmised helirõhutasemed 66-74 dB, kusjuures keskmine helirõhutase hoonest väljaspool oli 57,4 dB (Shield & Dockrell, 2004). On ka välja toodud, et kõige rohkem mõjutab kõrge helitase algklasside õpilasi, kes ka ise kurdavad müra kõrge taseme üle (Shield & Dockrell, 2003).

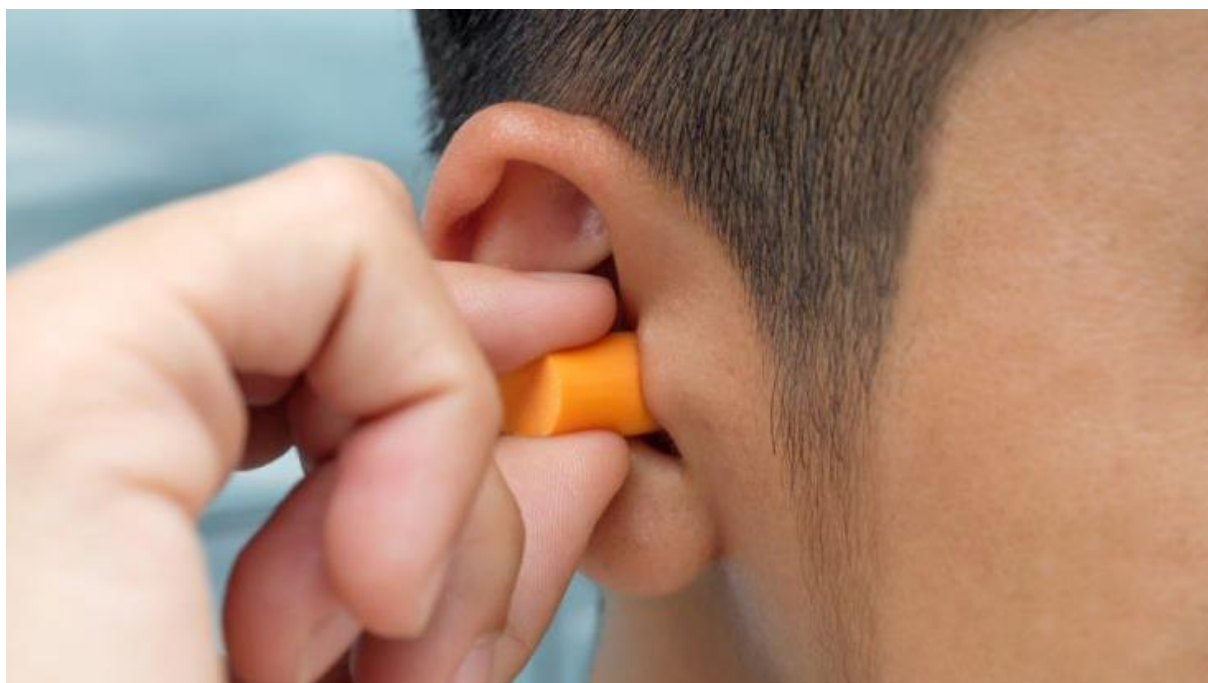
Kuulmislanguse vältimine

Mürast põhjustatud kuulmislangus on kujunemas tänapäeval samasuguseks probleemiks nagu varasemalt oli passiivne suitsetamine. Kulds aastakümneid enne, kui passiivse suitsetamise

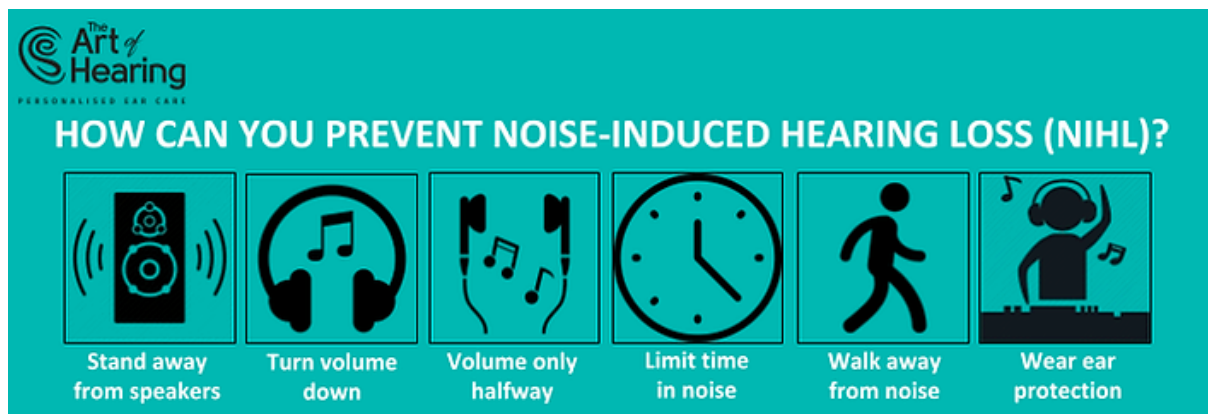
probleemi hakati teadvustama ja läks veel aega, kuni võeti kasutusele riiklikud meetmed suitsetamisest tulenevate kahjude vähendamiseks. (Huang, Poore, 2020).

Selleks, et suurendada tealikkust valjust helist ja mürareostusest tekkiva kuulmislanguse osas, tuleb teemale juhtida tähelepanu juba praegu. Vajadusel tuleb rakendada riiklikke ja seadusandlikke meetmeid potentsiaalse kuulmiskahju vähendamiseks ja inimeste kaitsmiseks. Tänapäeva digitaliseerunud maailmas tuleks kaaluda kohustuslikke hoiatusi ja teadaandeid liiga valju helikeskkonna mõjust kuulmisele. See võiks olla inspiratsiooniks ettevõtetele, kes saaksid ennast reklaamida asutustena, kus ei ole mürareostust ning inimestel on võimalus viibida vaiksuses keskkonnas. (Ibid).

Samuti oleks ennetava meetmena mõistlik kasutusele võtta selgesõnalised hoiatused enne rokk-kontserte, veoautode võistlusi, lennukite õhuetendusi ja ilutulestikke nende üritustega kaasnevast müra ja sellega kaasnevast võimalikust kuulmiskahjustusest. (Ibid).



Joonis 7. Kõrvatropid (Coachmag, 2019)



Joonis 8. Viis sammu, mida The Art of Hearing soovitusel võiks rakendada tänapäeval kuulmiskahjustuste vältimiseks (Noise Damage, 2021)

Selline kohustuslik teavitamine ning tähelepanu juhtimine valjudele helidele võib luua ettevõtetele uusi võimalusi müüa kõrvatroppe või müra summutavaid kõrvaklappe erinevates atraktiivsetes kujundustes. Keskkonnamüra vähendamisele suunatud edumeelsed ettevõtted saaksid luua vaikseid piirkondi nt lennujaamades, kaubamajades, muuseumides, restoranides, koolides, kaubanduskeskustes, supermarketites jm kohtades. On oluline, et inimeste teadlikkuse tõstmist, hoiakute muutmist ning kurtusele ja kuulmislangusele mõtlemist alustataks juba täna. Kurtus ja kuulmislangus on omavahel seotud, kuid siiski erinevad, sest kurtus ja kuulmine on kuulmisvõime vastandlikud lõpp-punktid, milles kuulmislangus on liikumine kuulmiselt kurtuse suunas. (Ibid).

Kuulmislanguse mõju kognitiivsele võimekusele ja sotsiaalsele suhtlusele

Nii dementsus kui ka kuulmislangus on eakate hulgas äärmiselt laialt levinud kroonilised haigused. Uuringud dementsuse ja kuulmislanguse seose kohta on tõestanud, et kerge kuulmislangusega patsientidel on dementsuse kujunemise risk ligi kaks korda suurem. (Lepplaan, 2017).

Mõõduka kuulmislangusega patsientide hulgas on vastav risk kolm korda suurem ning raske kuulmislanguse korral umbes viis korda suurem. Dementsuse kujunemise keskmine aeg kuulmislangusega patsientidel oli 10,3 aastat. Kuulmislanguseta patsientide hulgas oli vastav näitaja 11,9 aastat. Info degradeerumise teooria kohaselt kompenseerivad kuulmislangusega eakad kuulmishäiret teiste kognitiivsete protsesside, peamiselt töömälu ja täidesaatvate funktsioonide arvelt. See kompensatsioonimehhanism halveneb kuulmissignaali vastuvõtu

puhul, näiteks kui vestlus toimub müra- või kajarikkas kuulumiskeskkonnas ning eeldab kuulamisel lisapingutust. (Ibid).

Varasemate uuringute põhjal võib järeldada, et kuuldeaparaatide kandmine kuulumislanguse korral pidurdab kuulumislangusega patsientide kognitiivse võimekuse halvenemist. Kuuldeaparaatide positiivne mõju kognitiivsele võimekusele on seotud eelkõige suhtlemisvõimaluste taastamisega. Paranenud võimalused omakorda tihendavad sotsiaalset suhtlust ja parandavad meeleolu. (Ibid).



Joonis 9. Kuuldeaparaat (Accurate Hearing System, 2021)

Kognitiivse võimekuse halvenemist kuulumislangusega patsientide hulgas on võimalik pidurdada kuulumist rehabiliteerivate meetodite abil. (Ibid).

Samasugustele järeldustele on jõutud ka USA-s läbiviidud uuringutes. Kuna USA ja maailma elanikkond vananeb, suureneb ka vanusega seotud kuulumislanguse esinemissagedus, eriti üle 60-aastaste seas. Üle 85-aastaste seas on vanusest tulenev kuulumislangus üle 80% inimestel. Mitmetes uuringutes on näidatud, et vanusest tulenev kuulumislangus on seotud kognitiivse funktsiooni languse ja dementsusega. Samuti on alternatiivne hüpotees, et kuulumislanguse tõttu on inimestel halvem elukvaliteet ning see põhjustab sotsiaalset enesesse tõmbumist. Samuti kannatab nende kognitiivne funktsioon kaudselt - teatud kognitiivsete ülesannete sooritusvõime halveneb kuulumislanguse tõttu, kuna ülesande täitmiseks on vaja rohkem pingutada muid kognitiivseid oskusi. Selle uuringu tulemusena hinnati, et 65-aastastel või vanematel

kuulmislangusega isikutel on suurem dementsuse tekkemäär kui nende kuulmispuudeta eakaaslastel. Kuulmiskahjustus võib olla kognitiivse düsfunktsiooni marker 65-aastastel ja vanematel täiskasvanutel. (Gurgel et al., 2014).

Kuna inimesed kasutavad oma kuulumist ka ruumis enda positsioneerimiseks, siis kuulmislangus võib põhjustada tasakaaluhäireid ja kukkumisi, mis on põhjustatud desorienteeritusest ja ehmumisi teise inimese või objekti pärast, mis näivad tulevat eikusagilt. (Huang & Poore, 2020).

Eakas inimene, kes on kuuljana üles kasvanud ja on nüüd kuulmislanguse järel vestlemas pere ja sõpradega ilmselt kuuleb kõnet, aga ei saa sellest aru – sõnad on ebaselged, eriti kui vestluskeskkonnas on taustamüra nagu näiteks restoranis. See on masendav nii talle kui ka tema sõpradele, kes peavad end pidevalt kordama ja valjusti kõnelema. Selle tulemusena hakkab eakas eemalduma sotsiaalsest tegevusest. Kui ümbritseva keskkonna müra tase suureneb, suurendavad kõnelejad tahtmatult (mida tuntakse Lombardi efekti või Lombardi refleksina) enda häälepingutust, heli intensiivsust ja vokaali kestust. Mürast ja ka vanusest põhjustatud kuulmislanguse arenemine inimestel võib tekitada eemaldumise olemasolevatest sõpradest ja raskendada uute väljakujunemist, kuna inimene tunneb ennast ebamugavalt olukorras, kus tal on kõne kuulmine raskendatud. (Ibid).

EMPIIRILINE UURIMUS

Eesmärk ja sihtrühmad

Käesoleva projekti üheks eesmärgiks on kaardistada potentsiaalselt kõrge helitasemega meelelahutus-, spordi- ja üldharidusasutustes saadav helidoos ning hinnata valju heliga keskkonnas viibimise riskiastet kuulmisteravuse languse kontekstis. Liiga valjust helist tingitud kõrva ülekoormus ohustab nii eespool mainitud asutuste töötajaid, kes töötavad mürakeskkonnas, kui ka neid kohti külastavaid inimesi ehk laiemalt kogu elanikkonda.

Projekti teiseks eesmärgiks on tõsta elanikkonna kuulumistervis tähelepanu keskpunkti, tekitades avalikku diskussiooni ja tõsta huvi kuulmishügieeni vastu nii noorte kui lastevanemate seas.

Projekti sihtrühmadeks on inimesed, kes külastavad potentsiaalselt kõrge helitasemega asutusi ja üritusi ning nendes kohtades töötavad inimesed.

Uurimisküsimus

Tulenevalt varasemalt läbiviidud uuringutest püstitati järgmine uurimisküsimus:

- Kui suur on meelelahutus-, spordi- ja üldharidusasutustes saadav keskmine müradoos projekti raames uuritavates kohtades Eestis?

Meetod

Eesmärgi saavutamiseks kasutati kvantitatiivse meetodina helirõhu taseme mõõtmist potentsiaalse kuulmislanguse riskiga kohtades. Tulemuste usaldusväärsust aitab tagada eesmärkide saavutamiseks asjakohaste ja kalibreeritud seadmete kasutamine.

Mõõtmised eeltoodud kohtades viidi läbi ajavahemikus 28.09.2021 kuni 01.01.2022. Kokku tehti 53 erinevat helirõhu mõõtmist. Mõõtmised teostati kinodes-teatrites (11), kontsertidel-proovides (11), ööklubides-baarides (4), kaubanduskeskustes (4), spordiasutustes (13) ning koolides-lasteaedades (10).

Seadmed

Helidoosi mõõtmiseks kasutatakse TLÜ Käitumis- ja neuroteaduste tippkeskuse eksperimentaalpsühholoogia labori müradosimeetreid Brüel & Kjaer. Selle firma akustilised seadmed on maailma tipptasemel ning nendega mõõdetud tulemusi aktsepteerivad ka muud asutused. Mõõtmise läbiviimiseks kinnitatakse seade müraga kokkupuutuva isiku õlale või kasutatakse statiivi, et dosimeeter oleks paigutatud võimalikult uuritava inimese kõrva lähedusse.



Joonis 10. Firma Brüel & Kjaer dosimeeter

Valim

Valimi moodustasid potentsiaalselt kõrge helitasemega meelelahutus-, spordi- ja üldharidusasutused nagu näiteks kinod, teatrid, kaubanduskeskused, kontserdid, spordiüritused, spordiklubid, lasteaiad, üldhariduskoolid, laste huvitegevus (treeningud, muusikakool) jm avalikud kohad. Tegemist ei ole esindusliku valimiga, kuna mõõdeti vaid kohtades, mis pandeemia olukorrast tingituna olid kättesaadavad.

Tulemused

Kinod ja teatrid

Kinodes ja teatris toimusid mõõtmised ajavahemikus 28.09.2021 kuni 07.11.2021. Kokku mõõdeti helirõhku kaheksal kinoseansil ja ühel teatrietendusel. Tulemused on esitatud kokkuvõtvalt tabelis nr 3.

Tabel 3.

Helirõhu mõõtmiste tulemused kinos ja teatris

Kuupäev	Koht	Kestus h:mm:ss	EA%	KHR LAekv	Müradoos %	Tippväärtus
28.09.21	kino	02:00:00	25	76.3	3.37	111.8
30.09.21	kino	02:13:51	27.9	78.4	6.12	111.5
01.10.21	kino	01:53:33	23.7	76.3	3.22	113.7
02.10.21	kino	02:45:02	34.4	79.8	10.3	116
05.10.21	kino	00:30:00	6.25	64.9	0.06	111.7
06.10.21	kino	03:30:55	43.9	80.9	17.2	129.2
07.10.21	kino	02:36:50	32.70	81.20	13.5	122.3
09.10.21	kino	02:59:32	37.4	76.8	5.66	115.8
01.11.21	teater	01:42:52	21.4	74	1.68	129
06.11.21	teater	00:45:58	9.58	87.7	18.6	133.7
07.11.21	kino	02:34:04	32.1	80.7	11.9	119.4

Märkus. EA% = ekspositsiooniaeg %. 100% ekspositsiooniaeg on 8 tundi; KHR L_{Aekv} = keskmine helirõhutase L_{Aekv}

Sotsiaalministri 04.03.2002. a määrusega nr 42 “Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid” on kehtestatud müra normtasemeks 85 dB(A).

Keskmiselt oli kinos helirõhu mõõtmiste tulemuseks 76,5 dB, tippväärtuseks tuli kuni 129,2 dB. Filmid on valitud rohkem märulifilmi ja ulmefilmi žanrist. Üldiselt jäi keskmine helirõhu väärtus normi piiridesse. Tippväärtused ületasid müra normtasest, keskmiselt jäid need 116 dB piiresse. Protsentuaalselt oli kinos saadav müradoos 0,06% kuni 17,2%. Keskmiselt moodustas müradoos 15,5%.

Teatris mõõdeti kahel korral ja seal jäi üldine müratase normi piiridesse. Tippväärtused ületasid samuti normtasest. Kõige kõrgem tippväärtus ühel mõõtmisel 129 dB saadi aplausi ajal, kuid teisel mõõtmisel oli kõige kõrgem tippväärtus 133.7 dB ja 130 dB piir ületati mitmel korral. Protsentuaalselt oli teatris saadav müradoos 1,68% kuni 18,6%.

Ööklubid ja baarid

Helirõhu mõõtmised ööklubides ja baarides toimusid 23.10.2021. Kokku mõõdeti kolme baari ja ühte ööklubi. Tulemused on esitatud kokkuvõtvalt tabelis nr 4.

Tabel 4.

Helirõhu mõõtmiste tulemused ööklubis ja baaris

Kuupäev	Koht	Kestus h:mm:ss	EA%	KHR L_{Aekv}	Müradoos %	Tippväärtus
23.10.21	ööklubi	05:24:48	67.7	97.3	1159.9	129.3
23.10.21	baar	01:27:05	18.1	81	39.7	121.7
23.10.21	baar	00:10:12	2.13	90.4	7.33	117.9
11.12.21	baar	02:40:31	33.4	88.40	72.4	121.1

Märkus. EA% = ekspositsiooniaeg %; KHR L_{Aekv} = keskmine helirõhutase L_{Aekv}

Sotsiaalministri 04.03.2002. a määrusega nr 42 “Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid” on kehtestatud müra normtasemeks päeval 50 dB(A).

Helirõhu mõõtmised ööklubis ja baarides andsid tulemuseks kuni 97 dB ning tippväärtused ületasid 120 dB või olid selle lähedal. Ööklubi töötajate müradoos 5h tunni jooksul on 1159,9% päevas lubatud 100% asemel.

Koolid, lasteaiad

Helirõhu mõõtmine koolides ja lasteaedades viidi läbi ajavahemikul 29.09.2021 kuni 30.10.2021. Kokku mõõdeti kuues koolis ja kolmes lasteaias. Tulemused on esitatud tabelis nr 5.

Tabel 5.

Helirõhu mõõtmiste tulemused koolis ja lasteaias

Kuupäev	Koht	Kestus h:mm:ss	EA%	KHR L_{Aekv}	Müradoos %	Tippväärtus
29.09.21	kool	04:44:39	59.3	84.9	58.1	131.7
29.09.21	lasteaed	01:00:00	12.5	88.3	26.7	119.2
29.09.21	lasteaed	00:10:29	2.18	72.1	0.11	106.4
06.10.21	lasteaed	00:30:00	6.25	73.9	0.49	115
12.10.21	kool	01:50:09	22.9	77.8	4.33	117.9
12.10.21	kool	00:58:06	12.1	72.8	0.73	114.9
12.10.21	kool	01:56:04	24.2	78.3	5.14	115.8
14.10.21	kool	06:22:23	79.7	78.2	16.8	117.6
15.10.21	kool	07:57:47	99.5	82	49.7	119.7
30.10.21	lasteaed	02:35:41	32.4	82.4	18	117.8

Märkus. EA% = ekspositsiooniaeg %; KHR L_{Aekv} = keskmine helirõhutase L_{Aekv}

Helirõhu mõõtmised lasteaedades andsid keskmiseks helirõhutasemeks 79 dB ja tippväärtus ületas 119 dB. Päevane müradoos oli keskmiselt 11,3 %.

Koolides mõõdetud helirõhutase jäi samuti keskmiselt 79 dB juurde, kusjuures tippväärtused ületasid isegi 131 dB. Koolides saadav keskmine müradoos oli 22,5 %.

Sotsiaalministri 04.03.2002. määrusega on kehtestatud müra normtasemeks koolieelsetes lasteasutustes rühmaruumides 35-40 dB ja magamisruumides 30-45 dB. Koolides ja muudes õppeasutustes on normtase 40 dB, nägemis- ja kuulmispuudega õpilaste klassiruumides ja muusikaklassides 35 dB ning saalides ja aulades 40 dB.

Vestlustest kooliõpetajatega ei selgunud, et neil oleks tekkinud kuulmiskahjustust, kuigi mõned õpetajad kurtsid väsimuse ja liiga valju keskkonna üle üldhariduskoolides.

Lasteiaõpetajad kurtsid peavalu, kumisemise ja huugamise üle pärast pikka lasterohket päeva ning et töötervishoiuarstid ei kontrolli nende kuulmist, kuigi nad ise tunnevad kuulmislangust.

Fitnessklubid, spordivõistlused ja -treeningud

Helirõhu mõõtmised fitnessklubides, spordivõistlustel ja -treeningutel viidi läbi ajavahemikul 01.11.2021 kuni 28.11.2021. Kokku mõõdeti helirõhku kahel spordivõistlusel, kahel koolilaste treeningul ning kaheksas rühmatreeningus. Helirõhu mõõtmise tulemused on esitatud kokkuvõtvalt tabelis nr 6.

Tabel 6.

Helirõhu mõõtmiste tulemused fitnessklubides, spordivõistlustel ja sporditreeningutel

Kuupäev	Koht	Kestus h:mm:ss	EA%	KHR LAekv	Müradoos %	Tippväärtus
01.11.21	rühmatrenn	01:08:51	14,3	77,4	2,5	108,8
02.11.21	rühmatrenn	00:43:29	9,06	94,2	74,5	118,7
03.11.21	laste treening	01:25:02	17,5	74,9	1,71	116,3
03.11.21	laste treening	01:29:36	18,7	77,6	3,41	117,1
04.11.21	rühmatrenn	00:44:11	9,2	77,1	1,49	106,2
04.11.21	rühmatrenn	00:49:23	10,3	83,2	6,79	112,4
05.11.21	rühmatrenn	00:53:47	11,2	87,8	21,5	117,5

05.11.21	rühmatrenn	01:05:56	13,7	90,2	45,2	120
06.11.21	rühmatrenn	01:00:29	12,6	66,9	0,2	106
07.11.21	spordivõistlus	02:00:52	25,2	94,8	242,6	136,5
22.11.21	rühmatrenn	00:44:06	9,19	91	36,3	117,5
28.11.21	spordivõistlus	01:07:20	14	96,6	204,5	137,1
28.11.21	spordivõistlus	00:56:03	11,70	99,80	356,20	136,60

Märkus. $EA\%$ = ekspositsiooniaeg %; $KHR L_{Aekv}$ = keskmine helirõhutase L_{Aekv}

Helirõhu mõõtmised korvpallivõistlustel andsid keskmiseks tulemuseks 97 dB ning tippväärtused ulatusid pea 137 dB-ni. Arvestades, et üks võistlus kestab umbkaudu kaks tundi, on saadud müradoos ligi 2,6 korda kõrgem lubatust.

Laste treeningutel jäi keskmine mõõdetud helirõhu tase 76 dB juurde, mis on 2,56% lubatud päevasest müradoosist.

Spordiklubide rühmatreeningutes mõõdetud tulemused varieerusid 67 dB kuni 94 dB, olles sarnaselt mujal maailmas läbiviidud uuringutele madalamad väiksema intensiivsusega treeningutel ning kõrgemad suurema intensiivsusega kardiotreeningutel. Keskmiseks rühmatreeningutes mõõdetud tulemuseks saadi 83 dB, kuid tippväärtustena fikseeriti mõningatel juhtudel lausa 118-120 dB. Rühmatreeningutel saadav keskmine müradoos on 23,56%. Samas on mõõtmistulemuste järgi võimalik saada ühes treeningus juba 74,5% lubatud müradoosist. Kui taolise rühmatreeningu treener annab päevas rohkem kui ühe treeningtunni, siis juba kahe treeninguga on tema lubatud müradoos ületatud ning tekkinud potentsiaalne oht kuulmistervisele.

Sotsiaalministri 04.03.2002. a määrusega nr 42 "Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid" on kehtestatud müra normtasemeks spordirajatistes 50 dB. Samas määrukses on paika pandud helivõimendussüsteemidest põhjustatud helirõhu piirtasemed meelelahutusasutustes sh tantsusaalides. Kui siia alla lugeda ka fitnessklubide rühmatreeningud, kus samuti kasutatakse helivõimendussüsteeme, ei tohiks helirõhu ekvivalenttase ületada 100 dB ning maksimaaltase 115 dB. Arvestades lubatud ekspositsiooniaega, võib 100 dB müras viibida maksimaalselt 0,25

tundi. Kuivõrd rühmatreeningute kestus on tavaliselt 50-60 minutit, ei ole antud juhul taoline norm õigustatud.

Mõõtmiste käigus läbiviidud vestlustest treeneritega selgus, et neljast treenerist kolm on tajunud ise peale treeningtundide andmist peavalu ning psüühilist väsimust, mis võib olla seotud ülemäärase mürakeskkonnas viibimisega. Ühe spordiklubi esindaja rääkis, et neile on laekunud klientide kaebusi liialt palju heli suhtes rühmatreeningutel. Nendest juhtumitest on treeneritele teada antud ning helitugevust korrigeeritud. Ühtlasi on ette tulnud kaebuse saanud treeningtunni eemaldamist tunniplaanist madala külastatavuse tõttu, mis võis omakorda olla tingitud liiga valjust helitasemest. Samas tunnistasid osad treenerid, et muusika on nende jaoks kui töövahend ning vali muusika käivitab kõigepealt treenerit ennast, misjärel suudab treener motiveerida ka kliente.

Kontserdid ja proovid

Helirõhu mõõtmised kontsertidel ja proovides viidi läbi ajavahemikul 29.09.2021 kuni 01.01.2022. Kokku mõõdeti helirõhku seitsmel kontserdil ja neljal proovil. Tulemused on esitatud kokkuvõtvalt tabelis nr 7.

Tabel 7.

Helirõhu mõõtmiste tulemused kontsertidel ja proovides

Kuupäev	Koht	Kestus h:mm:ss	EA %	KHR L_{Aeqv}	Müradoos %	Tippväärt us
29.09.21	bändiproov trummid*	01:29:28	18.6	102	936.2	141.6
05.10.21	sümf.orkester proov*	03:32:57	44.4	88.7	102.8	121.2
05.10.21	sümf.orkester proov*	04:32:41	56.8	90.2	189.3	123.5
08.10.21	seminar+kontsert, akustiline	01:17:02	16	74.5	1.42	108.5
13.10.21	muusikakool trummid	04:30:39	56.4	90	176.5	130.6

22.11.21	puhkpilliorkester kontsert*	02:10:21	27.2	90.3	92.7	124.8
02.12.21	kontsert, jazz	01:28:50	18.5	91.5	83.1	127.8
03.12.21	kontsert, jazz	01:01:00	12.7	85.9	15.8	123.5
13.12.21	kontsert, jazz	02:04:00	26.0	88.5	58.6	130.9
27.12.21	kontsert, pop-muusika	01:17:16	16.0	89.7	47.1	124.1
01.01.22	kontsert, ERSO	02:26:00	30.4	82.0	15.2	115.4

Märkus. $EA\%$ = ekspositsiooniaeg %; $KHR L_{A_{ekv}}$ = keskmine helirõhutase $L_{A_{ekv}}$;

*dosimeeter asus orkestrandi/mängija juures.

Tärniga tähistamata mõõtmistel oli dosimeeter kontserdikülastaja positsioonis

Helirõhu mõõtmised sümfoonia- ja puhkpilliorkestri proovides ja kontserdil andsid keskmiseks helirõhutasemeks 87.8 dB. Helirõhu maksimaalväärtus küündis 124.8 dB-ni. Sümfooniaorkestri proovi puhul sai müradoos ületatud koguni 1.89 korda. Heli summutavate kõrvatroppide kasutamist ei tuvastanud ühelgi instrumenti mängival muusikul, mis seab nad väga kõrgesse kuulmislanguse tekke riski. 5. oktoobril ja 22. novembril toimunud mõõtmiste ajal asus helirõhutaset mõõtev dosimeeter statiiviga orkestrantide juures ehk helirõhutase on mõõdetud pillimehe asukohast ja seega kajastab orkestrandi poolt kogetavat helitaset (keskmiselt 89.7 dB). 1. jaanuaril 2022 toimunud sümfooniaorkestri mõõtmise ajal oli dosimeeter kinnitatud publiku hulgas viibinud isiku külge. Selle mõõtmise keskmine helirõhutase oli 82 dB.

Helivõimendust kasutavate kontsertide helirõhu mõõtmiste keskmised tasemed varieerusid 74.5 dB ja 91.5 dB vahel. Helirõhu maksimaalväärtus ulatus 130.9 dB-ni.

Muusikakoolis trummiõpetaja õlal olnud mõõteseadmega sooritatud mõõtmistulemus andis keskmiseks helirõhutasemeks 90 dB, helirõhu maksimaalväärtus küündis 130.6 dB-ni. Müradoos on seejuures ületatud 1,8 korda.

Bändiproovis trummari küljes sooritatud helidoosi mõõtmine andis keskmiseks helirõhutasemeks 102 dB. Helirõhu tippväärtus küündis 141.6 dB-ni, helidoos seejuures ületatud 9-kordselt. Trummar kandis proovis müra summutavaid kõrvaklappe, ilma nendega on kuulmiskahjustuse tekke risk väga kõrge.

Sotsiaalministri 04.03.2002. a määrusega nr 42 “Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid” on kehtestatud müra normtasemeks helirõhu ekvivalenttase 100 dB, helirõhu maksimaaltase 115 dB.

Kontserditel ja orkestriproovides mõõdetud helirõhu ekvivalenttasemed jäid seadusega lubatud 100 dB piiridesse (v.a trummimängija, kelle helitase oli ületatud 2 dB võrra). Helirõhu lubatud maksimaalväärtus oli aga ületatud 89% juhtudest.

Kaubanduskeskused

Helirõhu mõõtmised kaubanduskeskustes viidi läbi ajavahemikul 01.10.2021 kuni 06.10.2021. Kokku mõõdeti helirõhku neljas kaubanduskeskuses. Tulemused on esitatud kokkuvõtvalt tabelis nr 8.

Tabel 8.

Helirõhu mõõtmiste tulemused kaubanduskeskustes

Kuupäev	Koht	Kestus h:mm:ss	EA%	KHR L_{Aekv}	Müradoos %	Tippväärtus
01.10.21	kaubandus keskus	00:09:38	2.01	69.5	0.06	100.8
03.10.21	kaubandus keskus	00:12:34	2.62	70.4	0.09	104.2
06.10.21	kaubandus keskus	00:03:30	0.73	69.8	0.02	101.2
06.10.21	kaubandus keskus	00:33:00	6.88	66	0.09	112.6

Märkus. EA% = ekspositsiooniaeg %; KHR L_{Aekv} = keskmine helirõhutase L_{Aekv}

Helirõhu mõõtmised kaubanduskeskustes andsid keskmiseks helirõhutasemeks 68.9 dB. Kõige kõrgem tippväärtus oli 112.6 dB. Sotsiaalministri 04.03.2002. a määrusega nr 42 “Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid” on sätestatud kaubandus- ja teenindusettevõtte müügisaalides ja teenindusruumides müra normtasemeks 50 dB. Kaubanduskeskustes saadud keskmine müradoos oli kõigest 0,065%.

Arutelu

Meie uuringus leidis kinnitust, et Eesti olukord on sarnane teiste riikidega. Igapäevaelus pakutav helidoos on kasvanud koos helitehnika võimsuse kasvuga. Kasvanud on ka kõrvaklappide kasutamine, kuid käesolev uuring selle küsimusega ei tegeelnud.

Kuna projekti valim oli väike, ei ole võimalik teha järeldusi ja üldistusi kõikide sarnaste asutuste suhtes. Küll aga kinnitasid helidoosi mõõtmiste tulemused valimisse sattunud kohtades sarnast olukorda varasemalt mujal maailmas läbiviidud mõõtmistega.

WHO viimase hinnangu (2021) põhjal on ligi miljard noort kuulmislanguse riskigrupis meelelahutusega seotud liiga valju muusika kuulamise tõttu. Et oleks selgem, kui suur on riskigruppi kuuluvate noorte arv, siis see on võrdne 751 Eesti Vabariigi elanike koguarvuga

Koolides ja lasteaedades tehtud mõõtmised näitasid, et kuulmiskahjustust tekitavaid helidoose tundides ei ole, küll aga võib olla vahetund valjem kui soovituslik. Individuaalsed vestlused tõid välja, et õpetajad kurdavad väsimuse üle, mis on tingitud just vahetundides saavast müra.

Spordiüritustel üldiselt jääda lubatud müranormide piiridesse. Kaasahaaravatel spordialadel (pallimängud jt) võib aga publiku enda poolt tekitatav helivaljus olla üle lubatud normi. Spordisaalides, kus peetakse suure publiku hulga üritusi, võiks kasutada rohkem heli summutavaid materjale, spetsiaalseid akustilisi paneele, et vähendada üldist helitaset. Samuti võiks saalis mängitav taustamuusika intensiivsus olla madalam. Publiku üleskütmine ei peaks tulema kuulmise halvenemise arvelt.

Rühmatreeningutel tehtud mõõtmistel selgus, et treenerid, kes kogu päeva töötavad, saavad sageli kogu päeva jooksul suurema müradoosi, kui on kõrva tervisele ohutu. Meie mõõtmisel näiteks selgus, et ühes rühmatreeningus juba esimese tunniga sai treener enamuse päevasest helidoosist. Järgnevates tundides sama helitugevusega muusikat lastes on ta kuulmisteravus otseselt ohustatud. Sageli treenerid ise arvasid, et valjem muusika tõmbab käima nii neid ennast kui ka osalejaid. Probleemikohaks ilmselt emotsioon, mis kaasneb kõvema, justkui kaasahaaravama heliga. Kui tutvustada treeneritele liiga valju muusika kahjulikkust kuulmisteravusele, siis tõenäoliselt hakkaksid nad kasutama vaiksemat heli. Selleks on vaja

muidugi eelnevalt sooritada helitugevuse mõõtmine. Meie mõõtmistel laste treeningrühmades oli helitugevus normaalne.

Kinodes on koos tänapäevase Dolby helistandardiga asjad normi piires. Helitugevus on paika pandud juba stuudios arvestades tervishoiunõudeid. Ebameeldivalt üllatab filmile eelnev reklaam, eriti palju on seal lubatud tippnivood ületavaid heliefekte. Muidugi on reklaami eesmärk võita tähelepanu, kuid see ei tohi taas tulla meie kuulmistervise arvelt. Samas viitavad mujal tehtud uuringud, et kinokülastajad pigem kurdavad liiga valju heli üle, mitte aga sellepärast, et heli on liiga vaikne. Samuti võib leida viiteid sellele, et filmitootjad püüavad hoida helitaset piiri peal, kuid kinokülastajad sooviksid siiski vaiksemat heli.

Covid pandeemia mõjutas ka meie uuringut. Klubid ja kontserdid olid suurte piirangutega. Käisime mõõtnas, nagu olud vähegi võimaldasid. Tulemus kinnitas probleemi olemasolu. Ööklubis viibides saadi viie tunniga 11 kordne päevane helidoos. Külastaja saab varem lahkuda, aga klubi töötajad on eriti ohustatud. Baarides oli pandeemia piirangutega kontsertide andmine piiratud ja olukord normaalsem. Siiski näitas üks meie mõõtmisi, et ka baaris oli keskmine ekvivalentne helitase üle 90 dB. Tõenäoliselt olukord muutub halvemaks, kui taas saab korraldada suure publikuarvuga live-esinejatega baari- ja klubiõhtuid.

Muusikud ise on kuulmiskahjustuste riski suhtes enam ohustatud grupp. Rock muusikuist saavad kõik aru, et proovid, esinemised tugeva heli sees nõrgendavad kuulmisteravust. Mõõtmistel selgus et sümfooriaorkestrite muusikute poolt saadav helidoos ületav soovitava piiri. Abiks saab olla tugevamat heli tekitavate pillirühmade eraldamine kolleegidest nn müraseinaga ja individuaalsete kaitsevahendite, nt kõrvatroppide kasutamine. Meie oma uuringutes kahjuks ei tuvastanud pillimeestel kuulmiskaitsevahendite kasutamist. Erinevatele autoritele tuginedes on see siiski pillimeestel leviv trend. Kindlasti mõõtmistulemuste (bändis, orkestris) levitamine koos selgitusega tugeva heli kahjulikkusest kuulmisele tuleks kasuks.

Huvitav on võrrelda helitaset ERSO kontserdil (82 dB) ja nt pop- ja jazzmuusika kontsertidel (85-90 dB). Teades, et kuulajate poolt eelistatav helitase on (sõltuvalt žanrist) vahemikus 73-87 dB, on selge, et helivõimendust kasutatakse paljudel juhtudel ebamõistlikult.

Projekti jätkusuutlikus

Projekti tulemused vajavad lisaks juba toimunud meediakajastuselt veel täiendavat tutvustamist sihtgruppidele, et suurendada inimeste teadlikkust seoses meelelahutusega seotud ürituste heli poolt tekitatava kuulmiskahjustuse riskiga.

Samuti tuleks üle vaadata kehtivad normid meelelahutuskohdade helitasemete osas. Praegu kehtiv seadusandlus määrab küll lubatavad helitasemete piirid, kuid ei ei arvesta külastajate poolt üritusel saadava helidoosiga, samuti kõrge helitasemega kohtade töötajate kuulmiskahjustuse riskiga.

Sarnast projekti võiks mõneaastaste vahedega korrata.

KOKKUVÕTE

Erinevates meelelahutus-, spordi- ning haridusasutustes läbiviidud mürakoormuse mõõtmiste tulemused näitasid, et mürakoormuse keskmised tasemed on Eestis suuresti sarnased teistes riikides tehtud uuringute tulemustega. Üldjuhul jäid keskmised ekvivalentsed helitasemed seaduses määratud normide piiresse, kuid helidoosi tippväärtused ületasid pea igas mõõtmiskohas määratud normtaseme. Keskmised mõõdetud helirõhutasemed jäid vahemikku 64,9 dB kuni 102 dB. Tippväärtused ulatusid kuni 141,6 dB.

Kuigi helitasemed jäid seaduses määratud normtasemete piiresse, on siiski töös välja toodud kohtades kuulmiskahjustuse tekkimise risk olemas, kuna mürarikas keskkonnas viibitakse kaua aega. Samuti lähtuvad seaduses määratud normid keskmisest ekvivalentsest helitasemest ning tippväärtusest, kuid mitte helidoosist. Seetõttu tuleks algselt alustada diskussioon seaduses määratud normide täiendamiseks ka helidoosi väärtustega, mida ei tohiks ületada kontsertidel jm avalikel üritustel.

Antud uuring annab hea aluse järgnevatiks samalaadseteks uuringuteks. Laialdasemateks üldistusteks peaks valim olema suurem ning mõõtmised regulaarsed. Samuti tuleb mõõtmistulemused seostada praegu käimasoleva TLÜ, MTÜ Audiere ja Tartu Ülikooli kliinikumi ühise uuringuga koolinoorte kuulmisteravuse hindamiseks. Ka võiks edaspidi koostööd teha Terviseametiga, kes sooritaks mõõtmisi järelvalve osana. Teema aktuaalsus säilib, mida näitab ka teiste sarnaste uuringute rohkus väljaspool Eestit. Samuti tuleks ka Eestis käivitada kuulmislanguse ennetusprogramm ennekõike noorte seas, kes on üks kuulmislanguse riskigruppe. Eesti Audioloogide Selts on avaldanud soovi niisuguses ennetusprogrammis osaleda.

Käesoleva uuringu tulemusi tuleb lisaks juba toimunud meediakajastusele veel tutvustada ajakirjanduses. Kogutud mõõtmisandmete põhjal on võimalik kirjutada teadusartikkel.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Accurate Hearing Systems. (2021). *Hearing aid photo*. Viimati külastatud 27.12.2021, <https://www.accuratehearingsystems.com/6-most-popular-types-of-hearing-aids/>
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*, 383, 1325 - 1332.
- Beach, E. F., & Nie, V. (2014). Noise Levels in Fitness Classes Are Still Too High: Evidence From 1997-1998 and 2009-2011. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 69, 223-230.
- Berg, A., & Serpanos, Y. (2011). High Frequency Hearing Sensitivity in Adolescent Females of Lower Socioeconomic Status Over a Period of 24 Years (1985–2008), *Journal of Adolescent Health*, 48, 203-208, DOI:10.1016/j.jadohealth.2010.06.014
- Brüel & Kjaer. (2016). Personal Noise Dose Meter Type 4448: User manual. Nærum: autor.
- Center for Hearing and Communication. (2021). Common noise levels - how loud is too loud. Retrieved from International Noise Awareness Day: <https://noiseawareness.org/info-center/common-noise-levels/>
- Dirks, K. N., Dekker, I., Scheib, L., Svoboda, K., & Sharma, A. (2011). Recreational Noise Exposure in New Zealand. *New Zealand Acoustics*, 23(3), 4-10.
- Gilles, A., Thuy, I., De Rycke, E., & De Heyning, P. V. (2014). A little bit less would be great: Adolescents' opinion towards music levels. *Noise & Health*, 16, 285-291.
- Gurgel, R. K., Ward P. D., Schwartz, S., Norton, M. C., Foster, N. L., & Tschanz, J. T. (2015). Relationship of Hearing loss and Dementia: a Prospective, Population-based Study. *Otology & Neurotology*, 35(5), 775–781.
- Halevi-Katz, D. N., Yaakobi, E., & Putter-Katz, H. (2015). Exposure to music and noise-induced hearing loss (NIHL). *Noise & Health*, 17, 158-164
- Huang, P. H., & Poore, K. J. (2020). Can You Hear Me Later and Believe Me Now? Behavioral Law and Economics of Chronic Repeated Ambient Acoustic Pollution Causing Noise-Induced (Hidden) Hearing Loss. *Southern California Review of Law and Social Justice*, 29(2), 193-272.
- Kelly, A. C., Boyd, S. M., Henahan, G. T. M., & Chambers, G. (2012). Occupational noise exposure of nightclub bar employees in Ireland, *Noise & Health*, 14, 148-54.
- Kingisepp, P.-H. (2020). *Inimese füsioloogia*. Tartu: AS Atlex.
- Lepplaan, M., (2017) Kas kuulmisabivahendid pidurdavad kuulmislangusega patsientide kognitiivse võimekuse vähenemist? *Eesti Arst*, 96(3), 145–147.
- Mercier, V. & Hohmann, B.W. (2002). Is electronically amplified music too loud? What do young people think? *Noise & Health*, 4, 47-55.

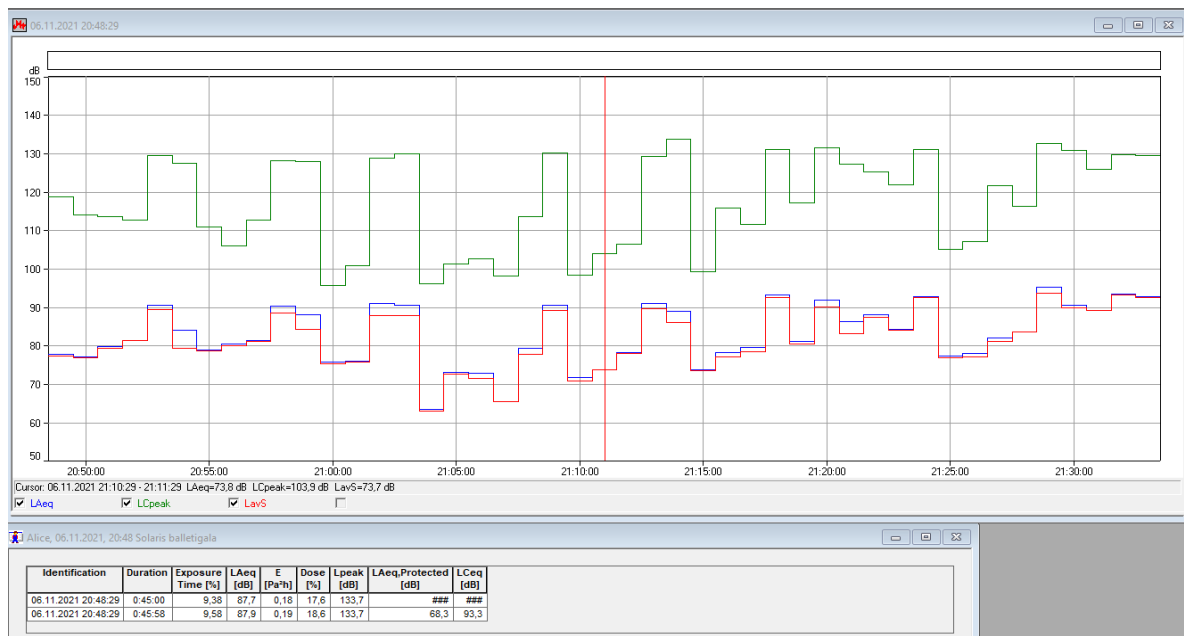
- Moore, D. R., Zobay, O., Mackinnon, R. C., Whitmer, W. M., & Akeroyd M. A. (2017). Lifetime leisure music exposure associated with increased frequency of tinnitus. *Hearing Research*, 347, 18-27.
- Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja mürataseme mõõtmise meetodid (29.12.2020). *Riigi Teataja* I. <https://www.riigiteataja.ee/akt/163756>
- Naik, K., & Pai, S. (2014). High frequency hearing loss in students used to ear phone music: A randomized trial of 1,000 students. *Indian Journal of Otology*, 20(1), 29-32.
- Nie, V., & Beach, E. (2016). Fitness Instructors and Noise Exposure: Spreading the Hearing Health Message. *Australian Acoustical Society*, 44, 87-39.
- Noise damage. *The art of Hearing*. Viimati külastatud 28.12.2021, <https://www.theartofhearing.co.uk/hearing-information>
- Reybrouck, M., Podlipniak, P., & Welch, D. (2019). The Influence of Loud Music on Physical and Mental Health. *Frontiers in Psychology*, 1-2. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02149.
- Shield, B., & Dockrell, J. (2003). The Effects of Noise on Children at School: A Review. *Building Acoustics*, 10(2), 97–116. doi:10.1260/135101003768965960
- Shield, B., & Dockrell, J. E. (2004). External and internal noise surveys of London primary schools. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 115(2), 730–. doi:10.1121/1.1635837
- Tereping, A.-R.T. (2016) Listener Preference for Concert Sound Levels: Do Louder Performances Sound Better? *Journal of the Audio Engineering Society*, 64(3), 138-146.
- Tereping, A.-R. (2018). Meelelahutus, mis võib kurdistada. *Eesti Arst*, 97(8), 424-428.
- Tereping, A.-R.T. (2020). Kuulmiskahjustuse võib saada spordiklubist. Postimees, 3. märts 2020. <https://leht.postimees.ee/6913174/kuulmiskahjustuse-voib-saada-spordiklubist>
- Tereping, A.-R.T. (1988). *Kuulmispsühholoogia*. Tallinn: Valgus
- Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded mürast mõjutatud töökeskkonnale, töökeskkonna müra piirnormid ja müra mõõtmise kord (2018). *Riigi Teataja*. <https://www.riigiteataja.ee/akt/12819460?leiaKehtiv>
- The Best Earplugs For Swimming, Flying, Working And Concertgoing. (2019). *Earplug photo*. Viimati külastatud 27.12.2021, <https://www.coachmag.co.uk/health/8344/earplugs>
- Vickers, E. (2011). The Loudness War: Do Louder, Hypercompressed Recordings Sell Better? *Journal of the Audio Engineering Society*, 59(5), 346-351.
- WHO (1999). Guidelines for community noise. <https://www.who.int/docstore/peh/noise/Comnoise-1.pdf>
- WHO (2021) Deafness and hearing loss. Viimati külastatud 16.12.2021, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>.

- Woolner, P. & Hall, E. (2010). Noise in Schools: A Holistic Approach to the Issue. *International journal of environmental research and public health*, 7, 3255-3269. doi: 10.3390/ijerph7083255.

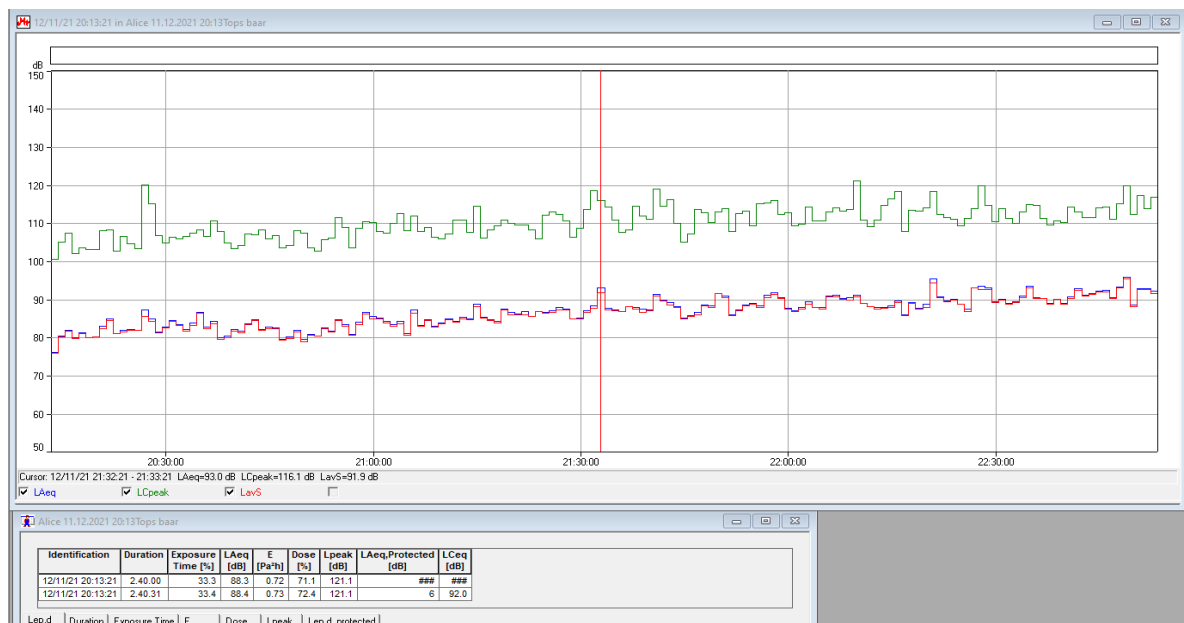
LISAD

Lisa 1. ÜSIKMÕÕTMISED

Helidosimeetriga salvestatud tulemused. Horisontaalteljel on kellaeg, vertikaalteljel helirõhk detsibellides A-karakteristiku järgi. Roheline joon näitab helirõhu tippväärtusi, punane - ekvivalentset keskmist helitaset. Graafiku all oleval tabelis on mõõdetud väärtused arvuliselt.



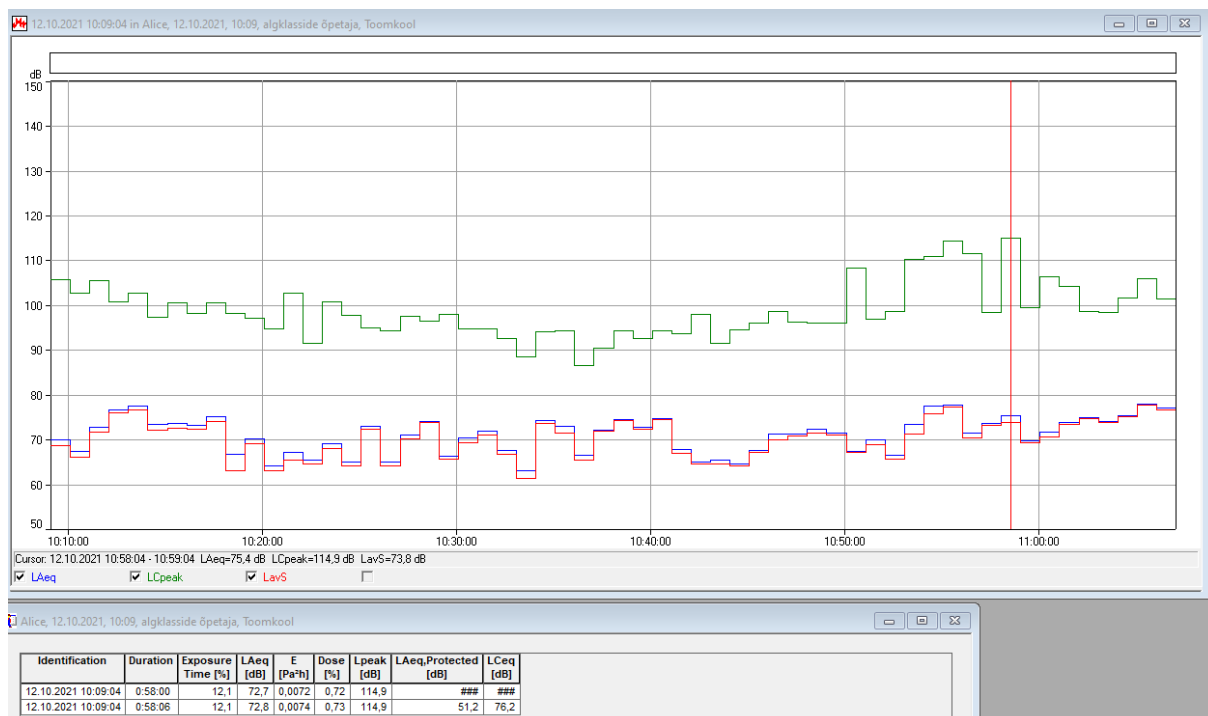
Mõõtmine 1. Teater



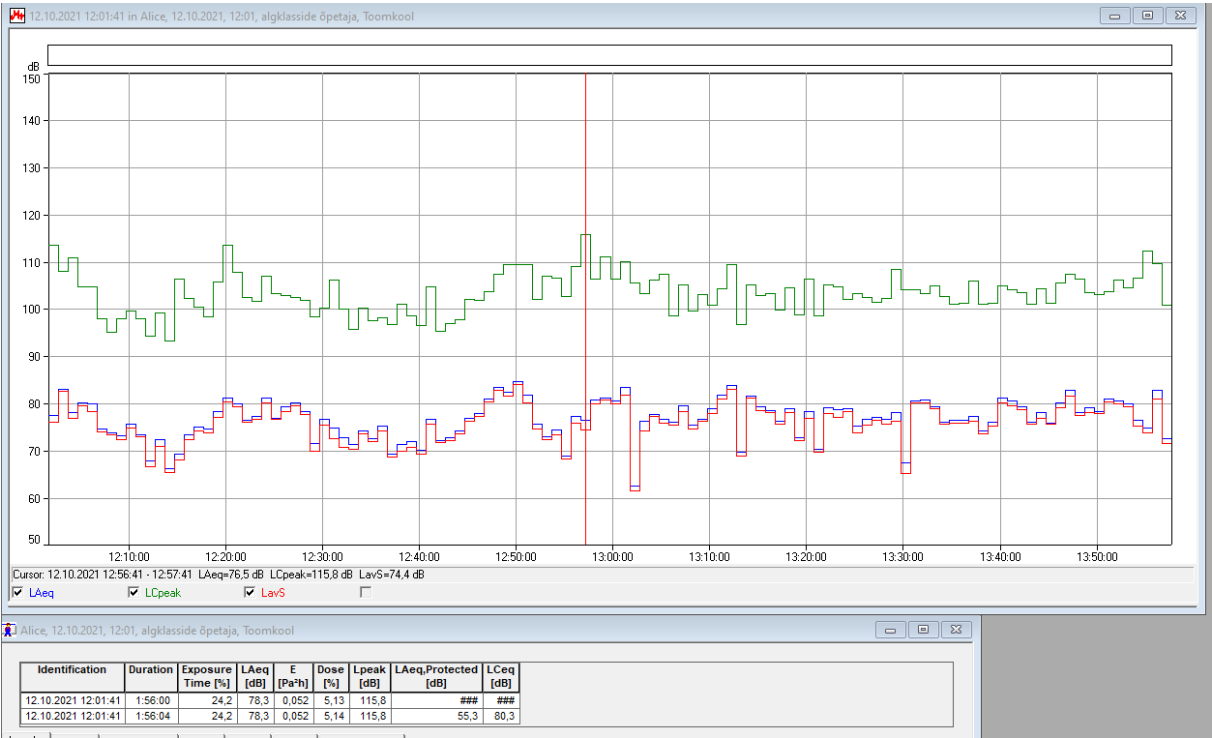
Mõõtmine 2. Baar



Mõõtmine 3. Kool



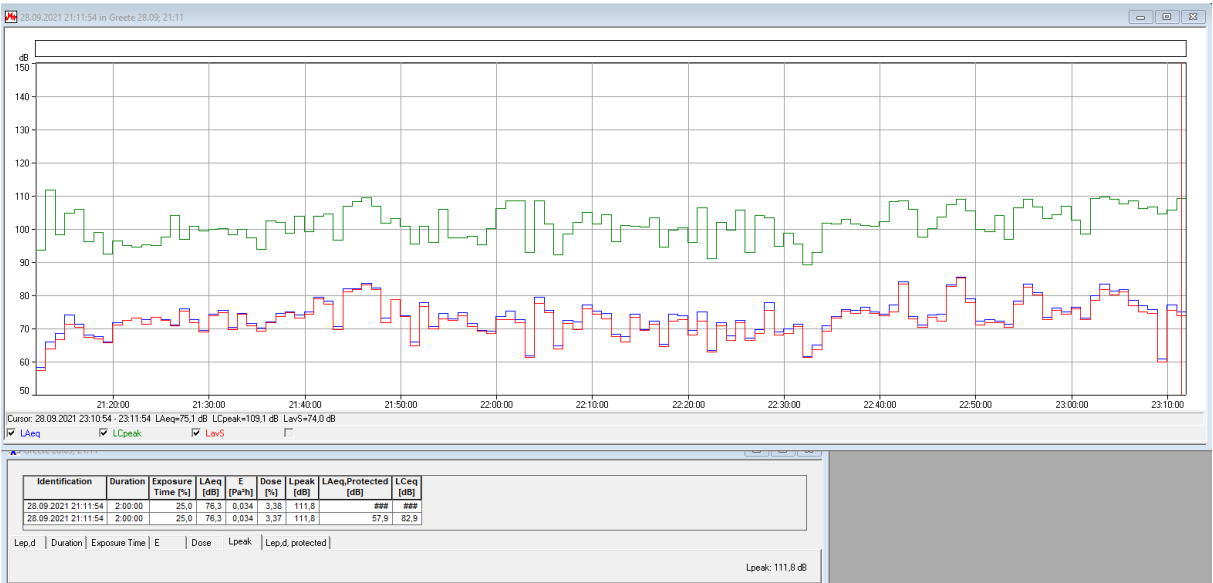
Mõõtmine 4. Kool



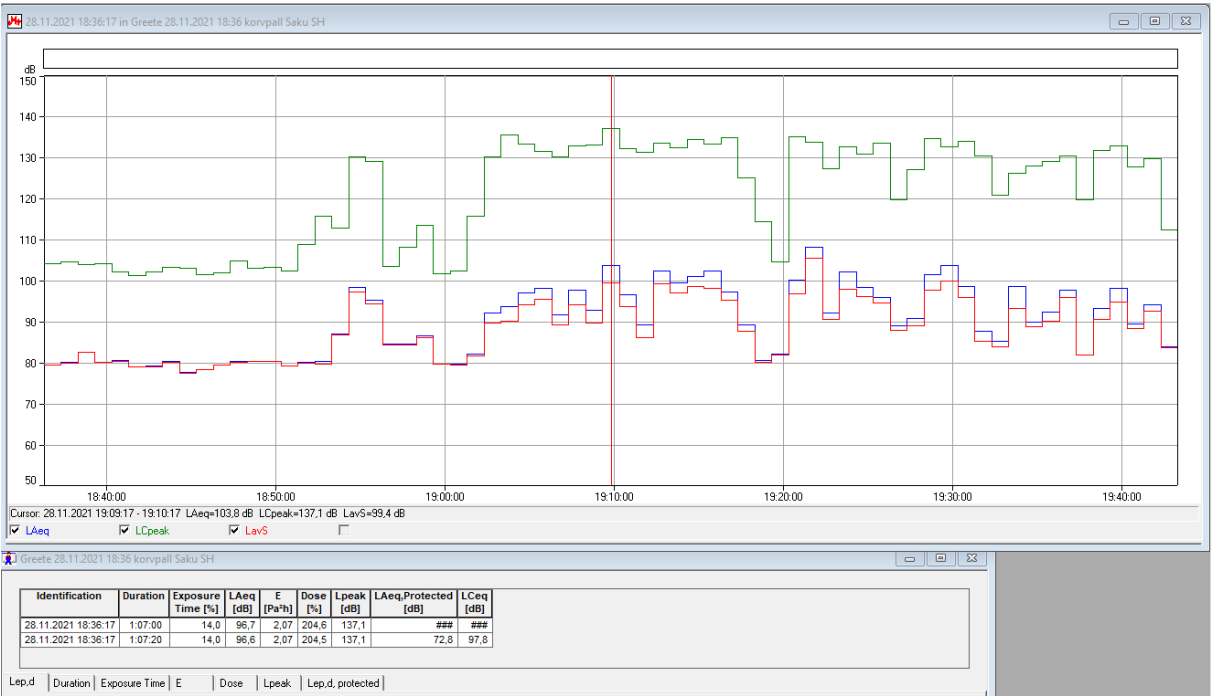
Mõõtmine 5. Kool



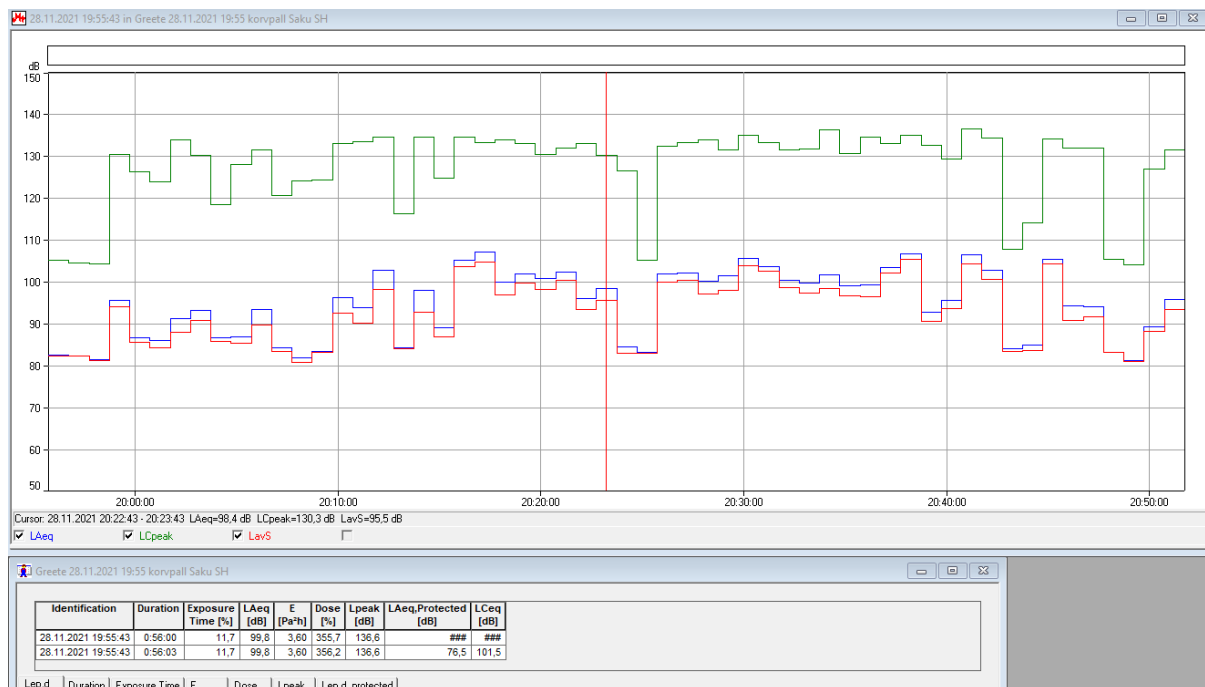
Mõõtmine 6. Kino



Mõõtmine 7. Kino



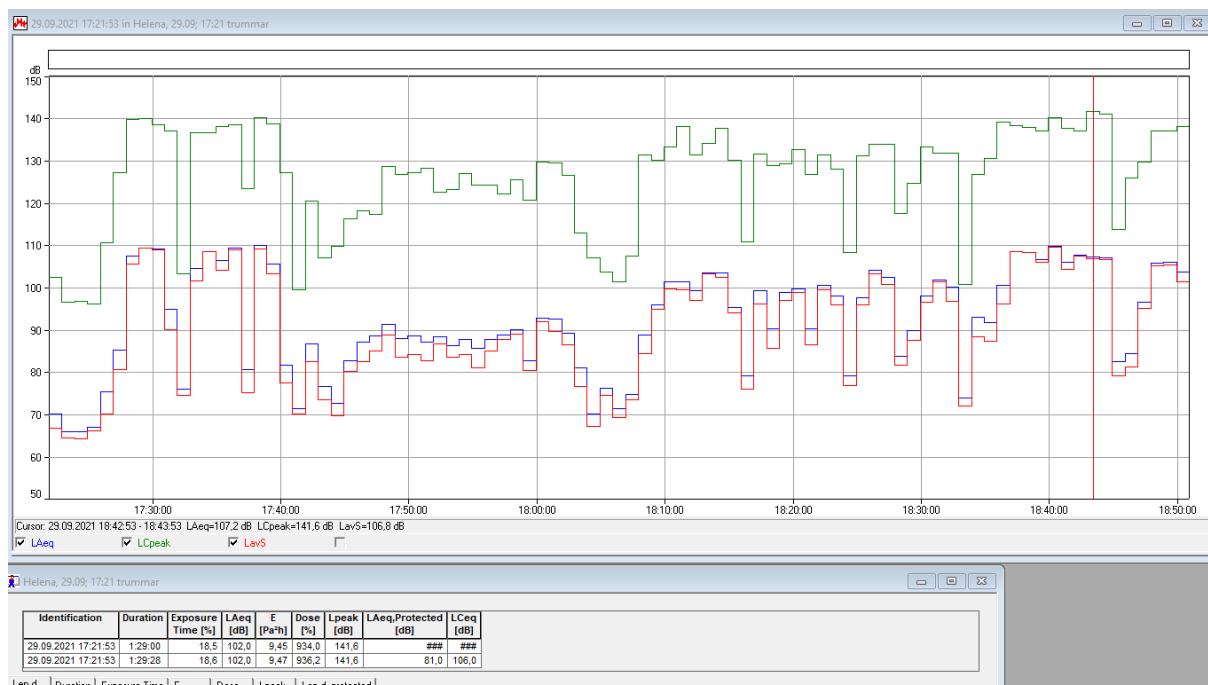
Mõõtmine 8. Spordivõistlus, korvpall



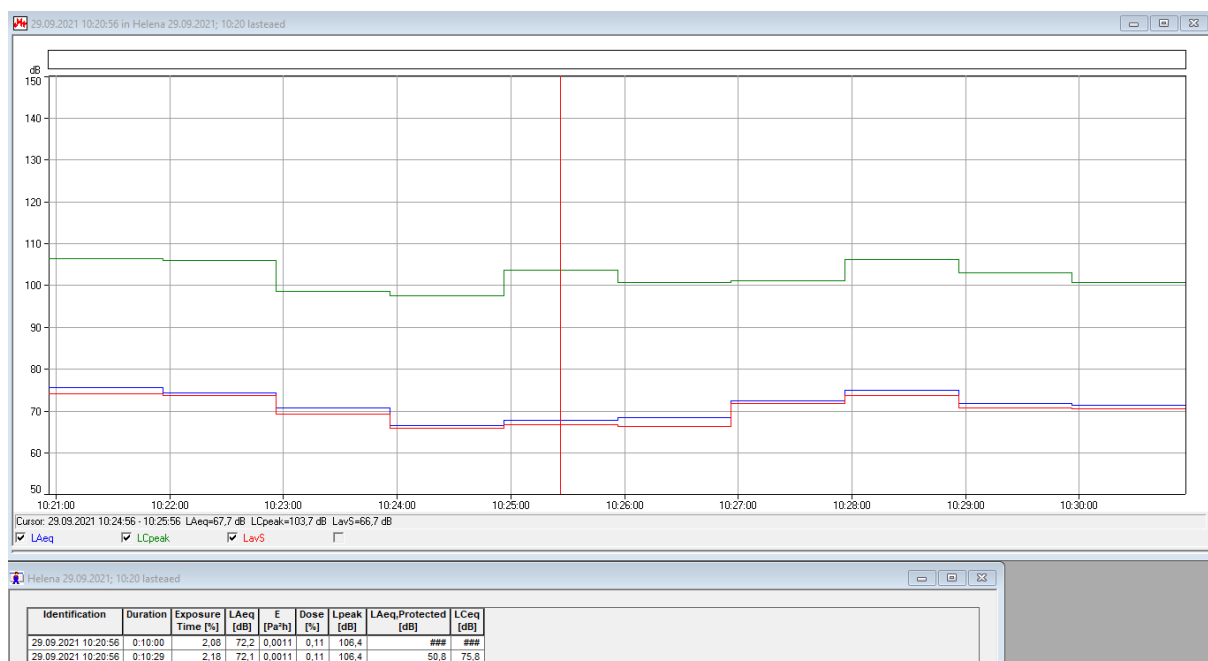
Mõõtmine 9. Spordivõistlus, korvpall



Mõõtmine 10. Lasteaed



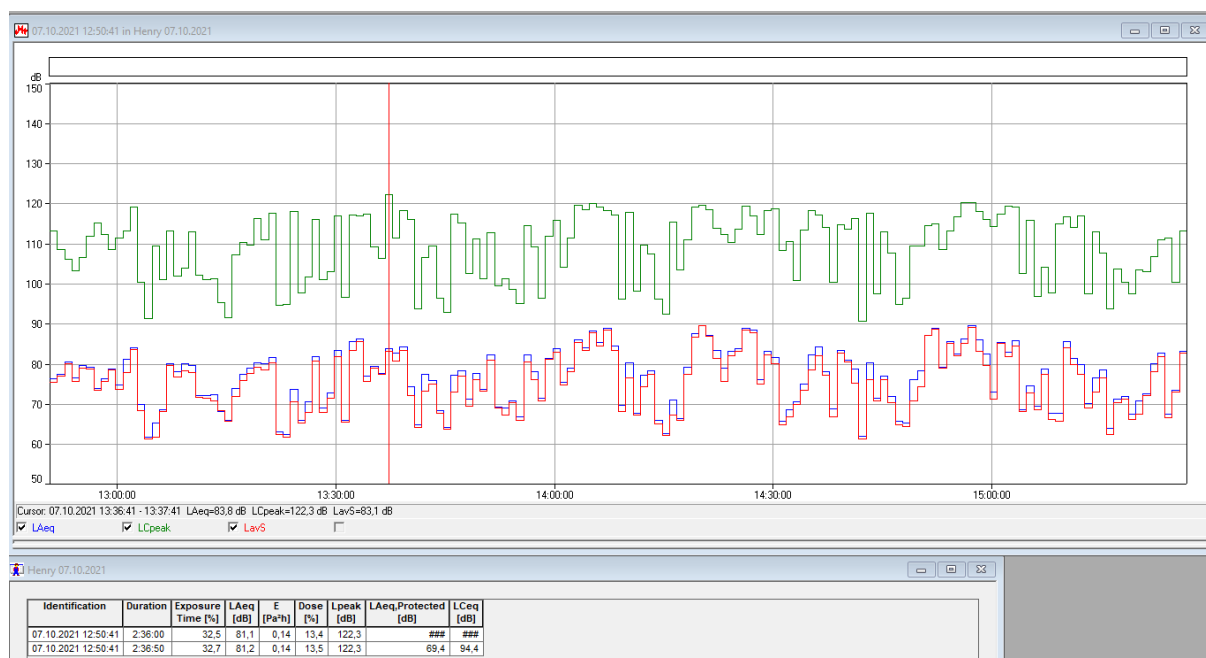
Mõõtmine 11. Trummiproov (dosimeeter mägija küljes)



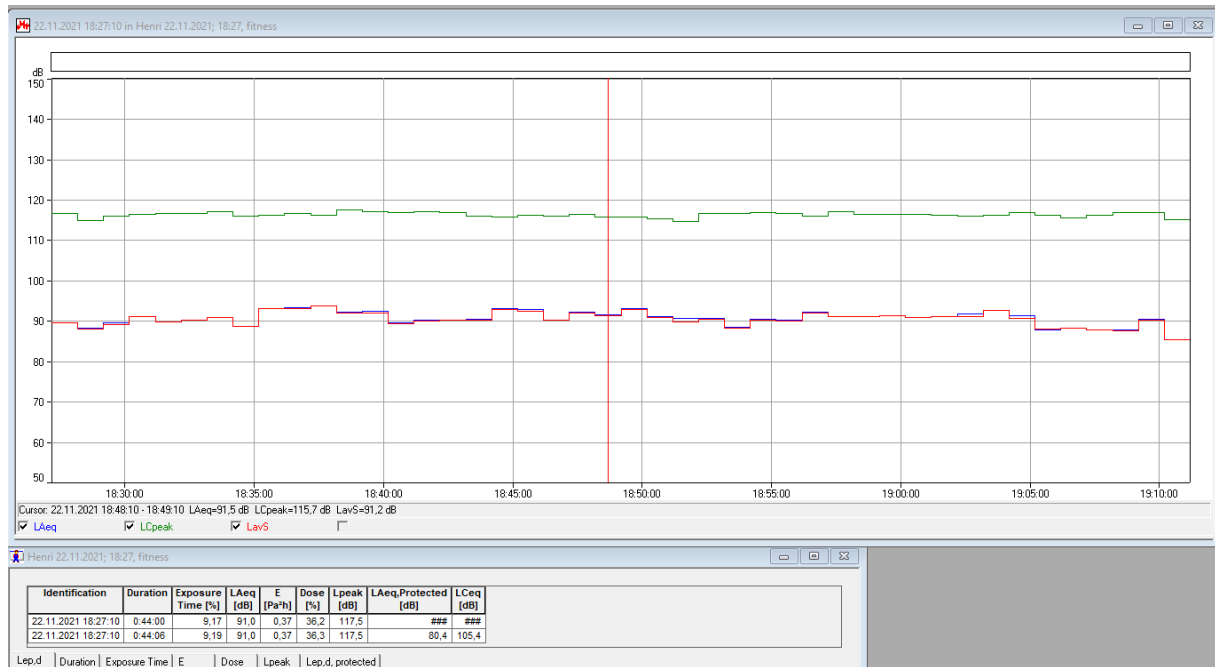
Mõõtmine 12. Lasteaed



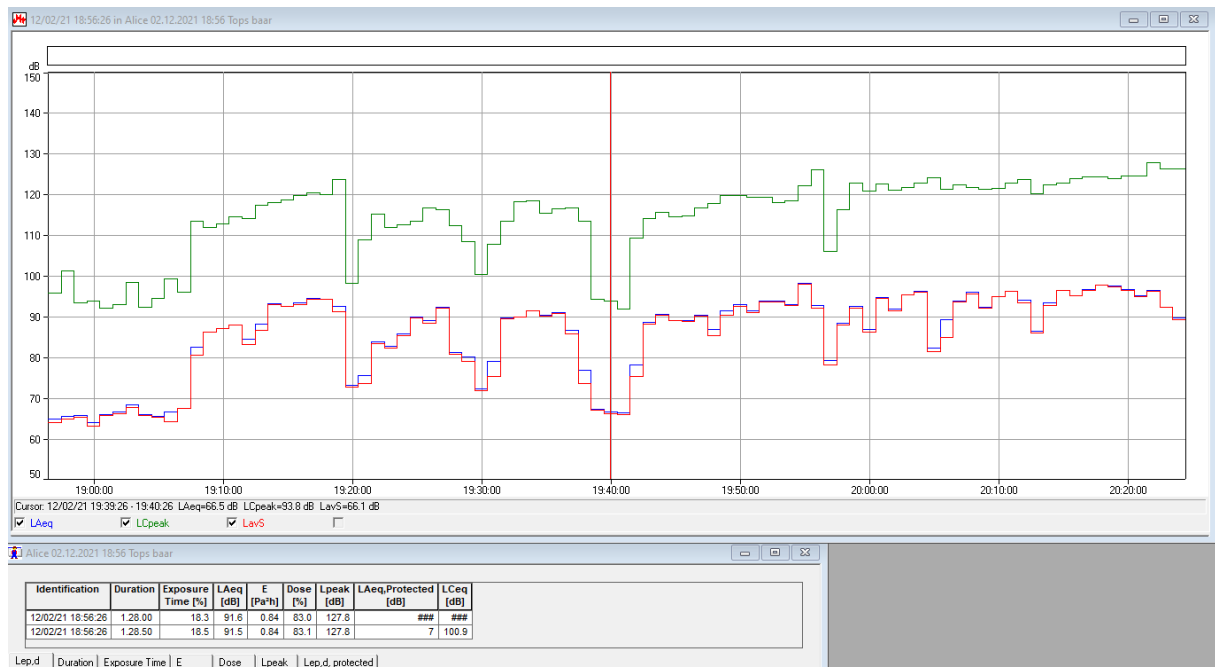
Mõõtmine 13. Lasteaed



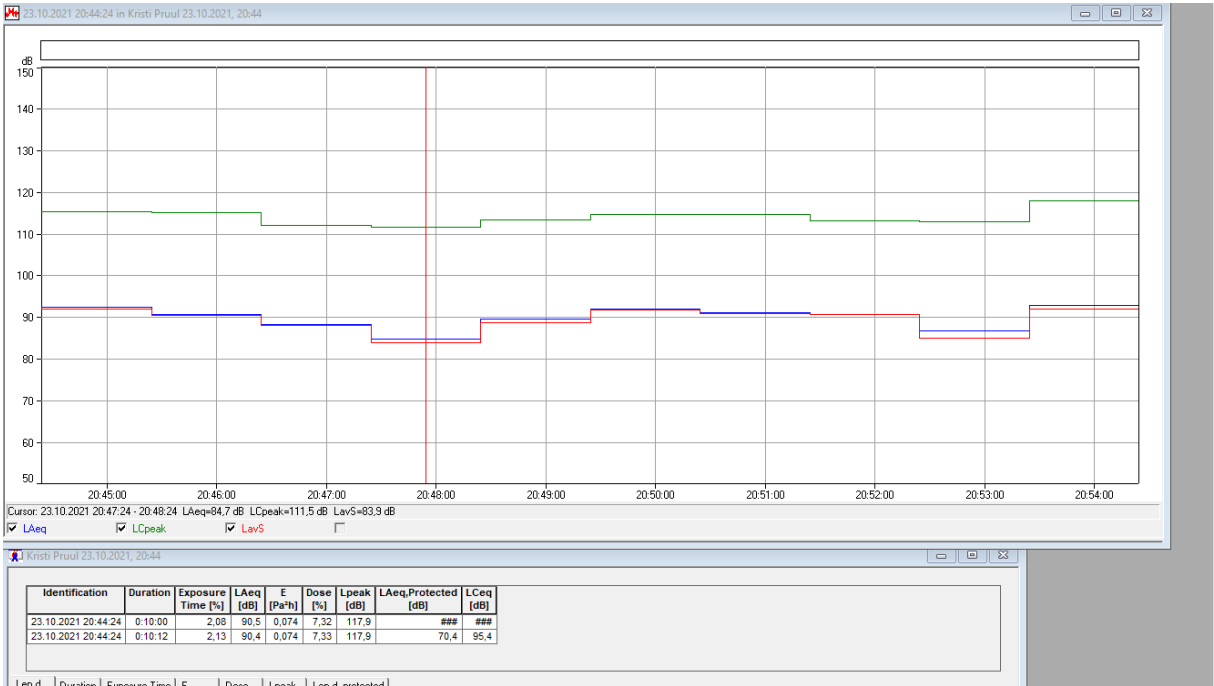
Mõõtmine 14. Kino



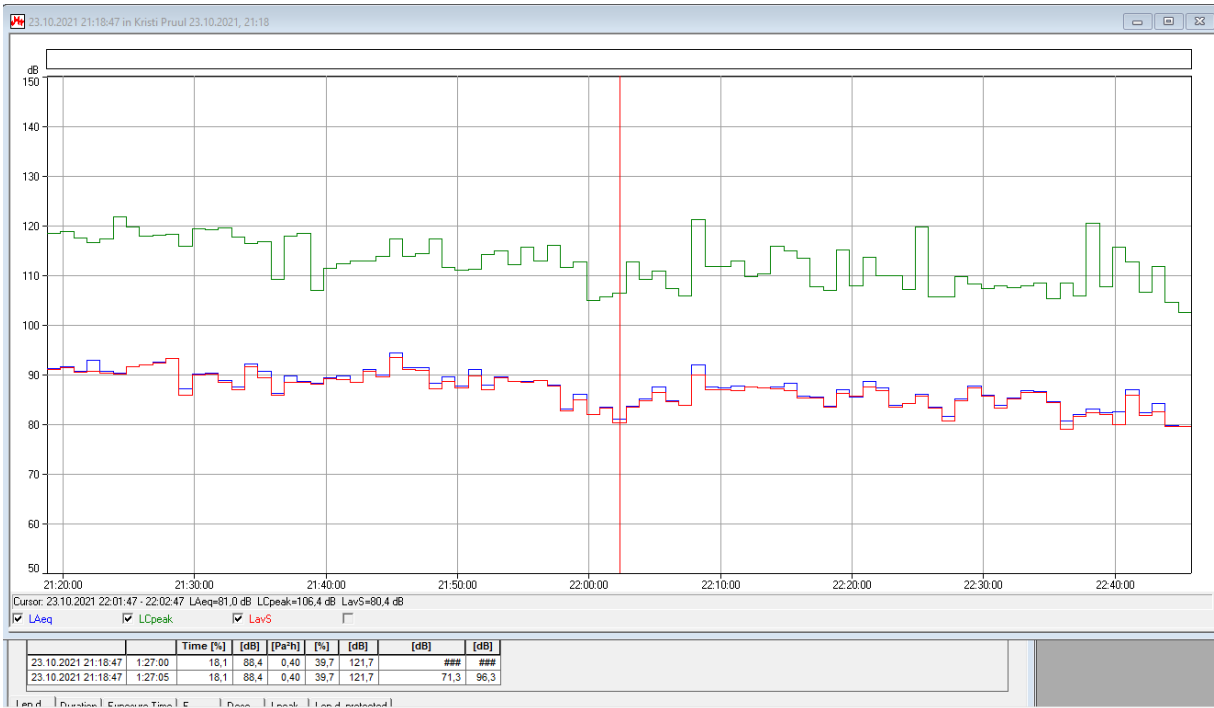
Mõõtmine 15. Spordiklubi, fitness



Mõõtmine 16. Baar. Taustamuusika



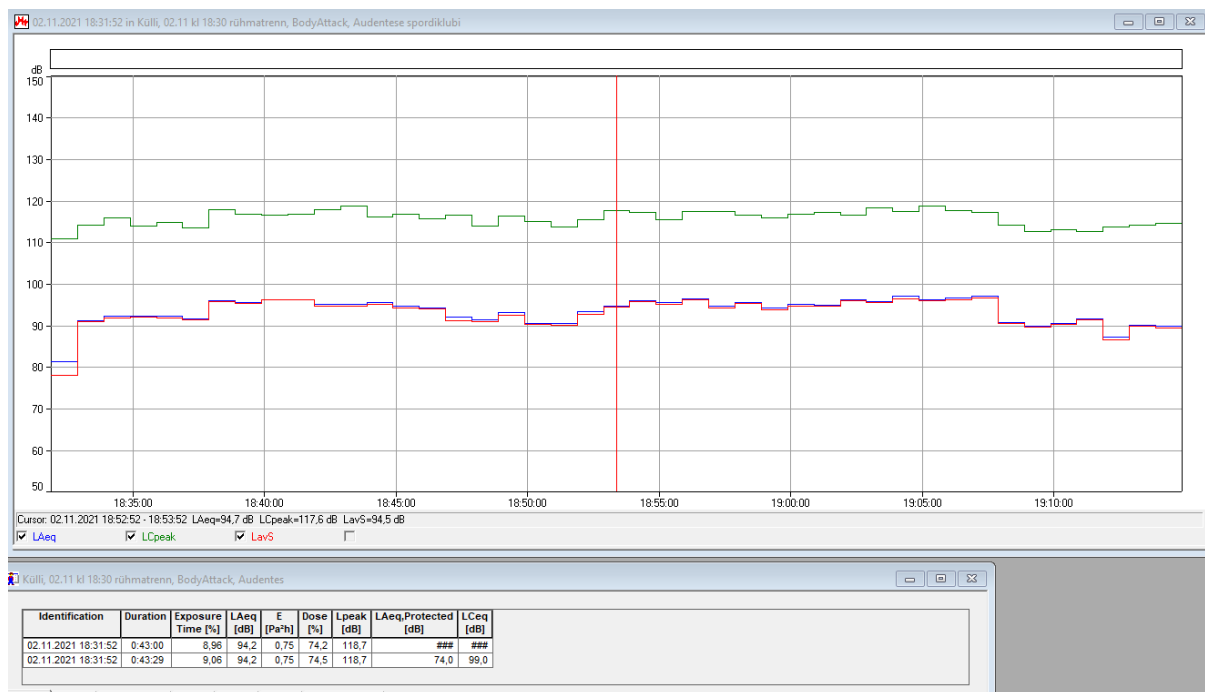
Mõõtmine 17. Baar



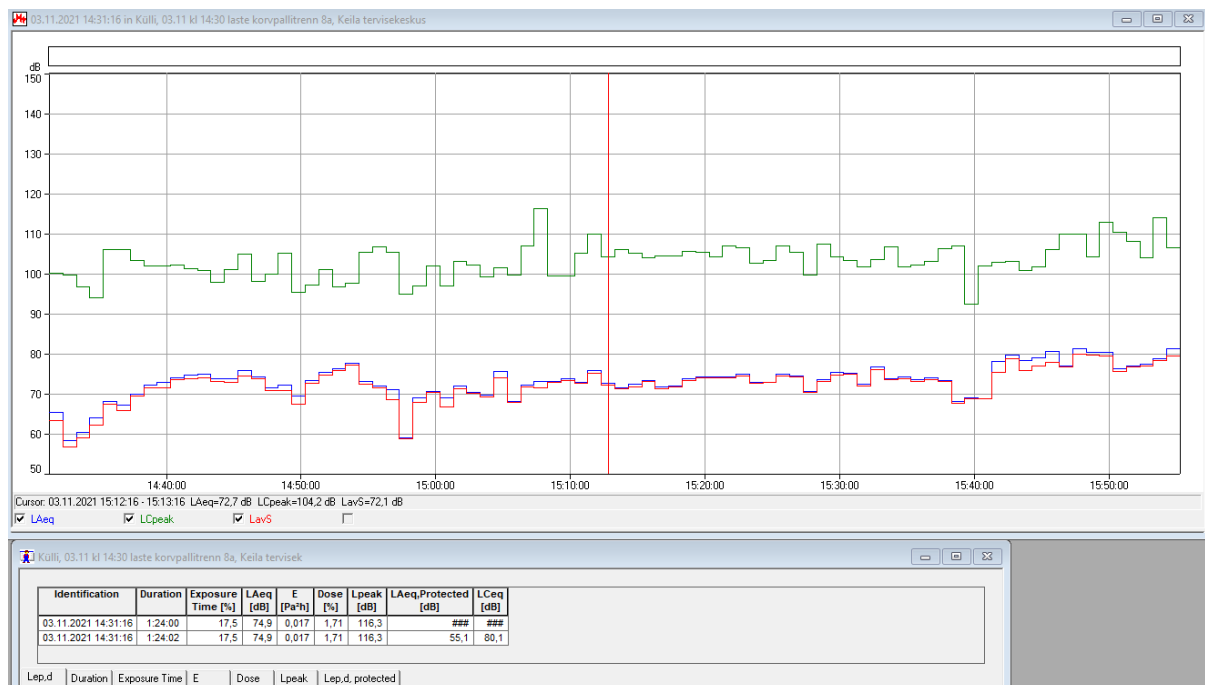
Mõõtmine 18. Baar



Mõõtmine 19. Ööklubi, dosimeeter diskori küljes.



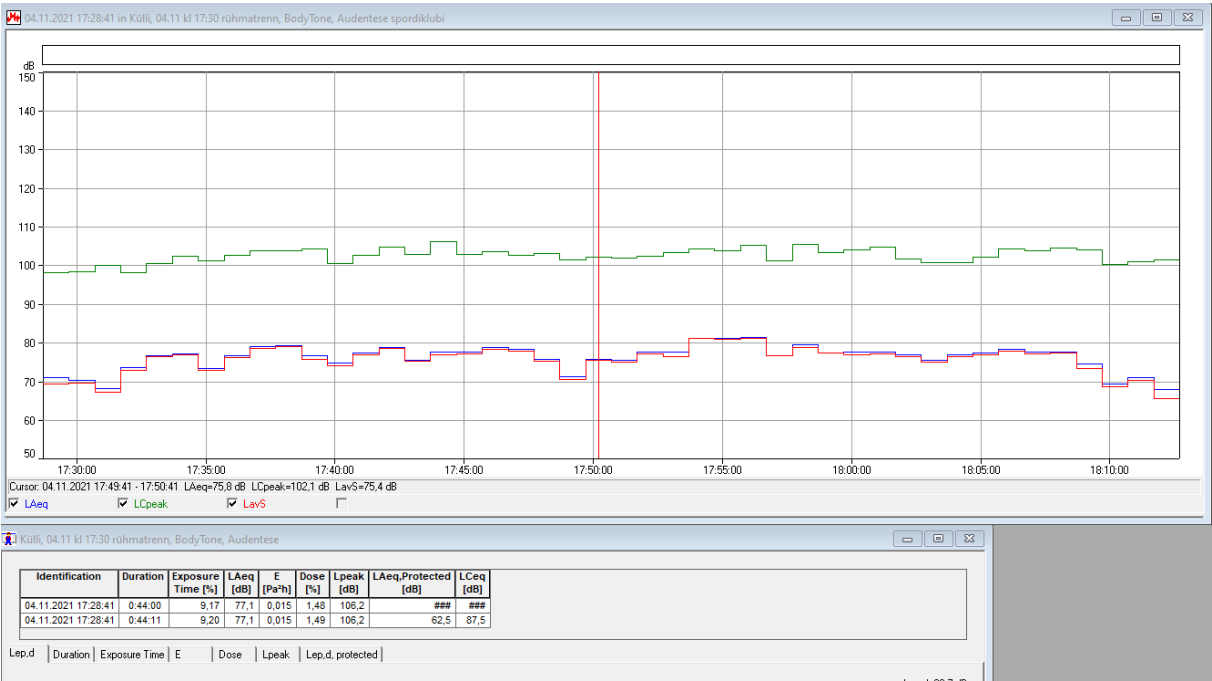
Mõõtmine 20. Spordiklubi, rühmatreening



Mõõtmine 21. Laste treening.



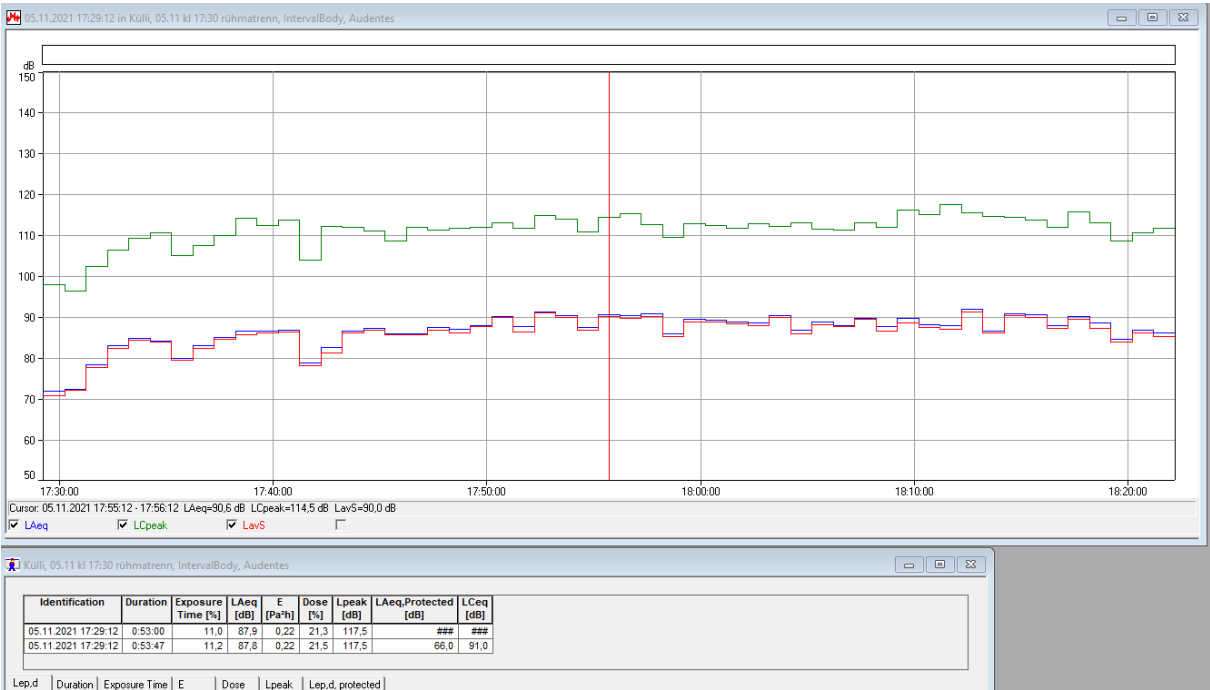
Mõõtmine 22. Laste treening



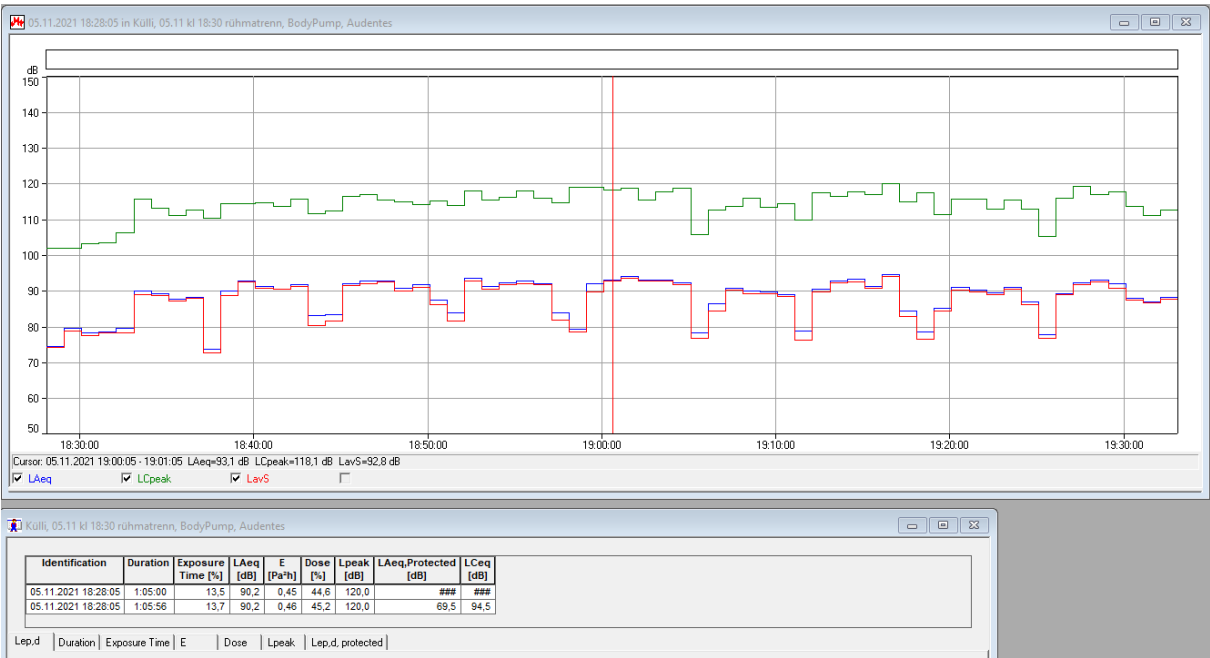
Mõõtmine 23. Spordiklubi, rühmatreening.



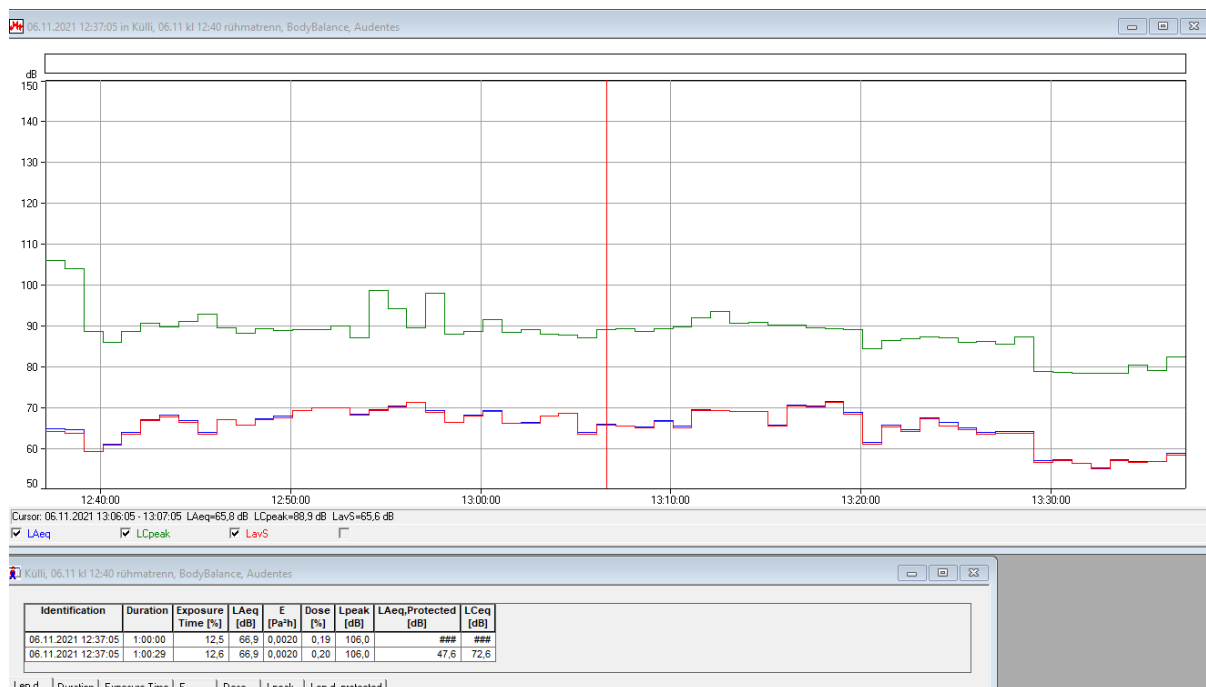
Mõõtmine 24. Spordiklubi, rühmatreening



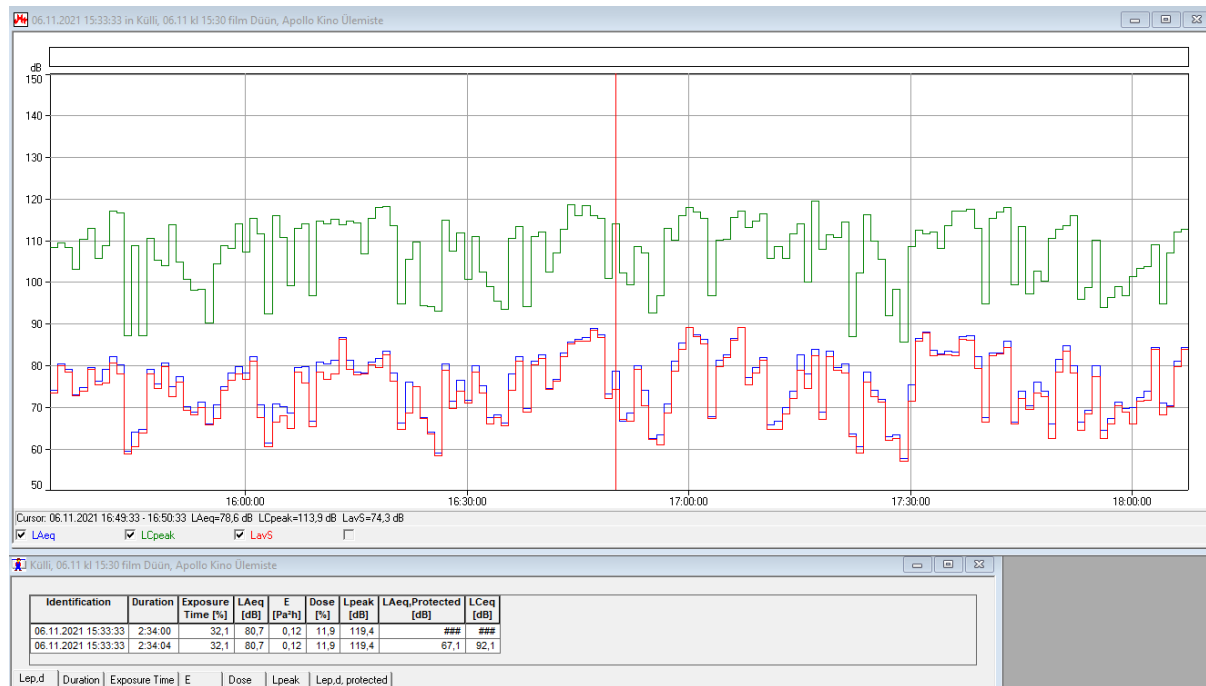
Mõõtmine 25. Spordiklubi, rühmatreening.



Mõõtmine 26. Spordiklubi, rühmatreening



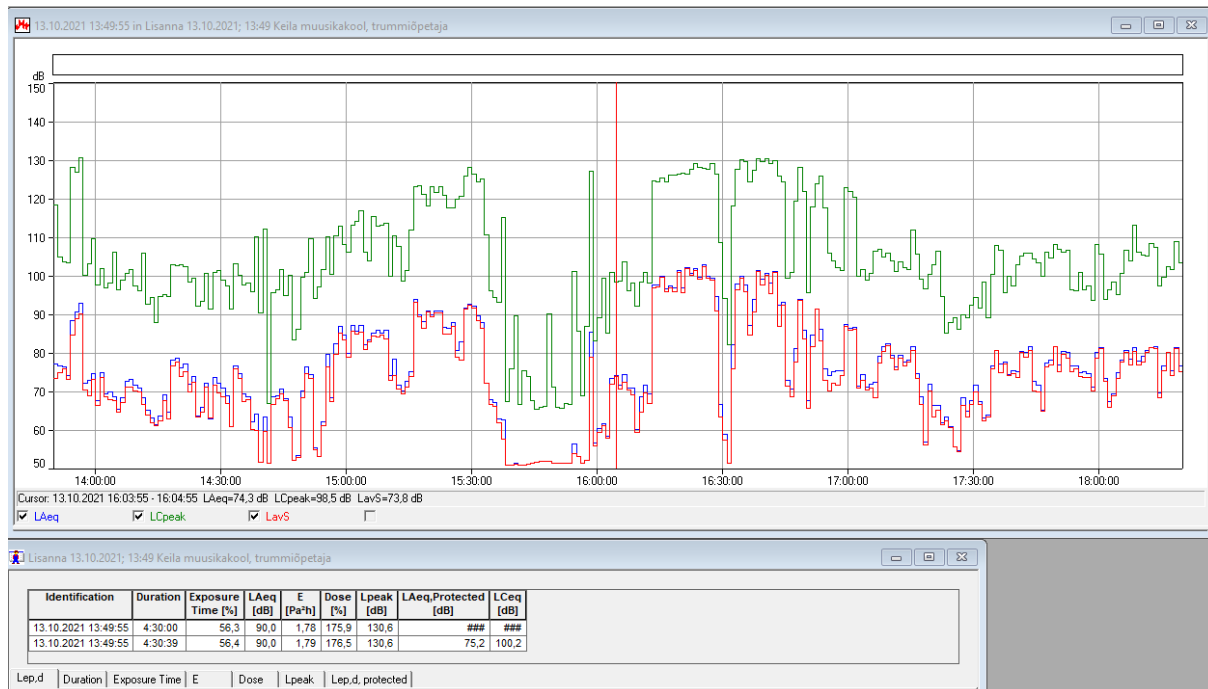
Mõõtmine 27. Spordiklubi, rühmatreening.



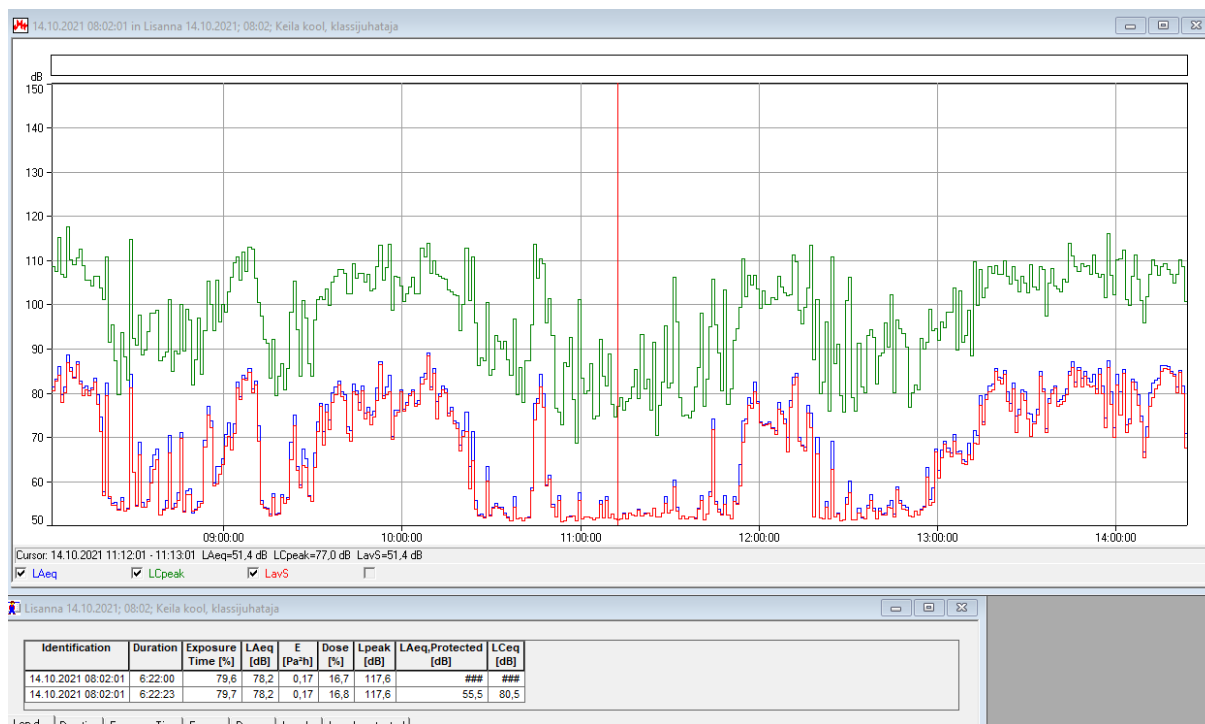
Mõõtmine 28. Kino



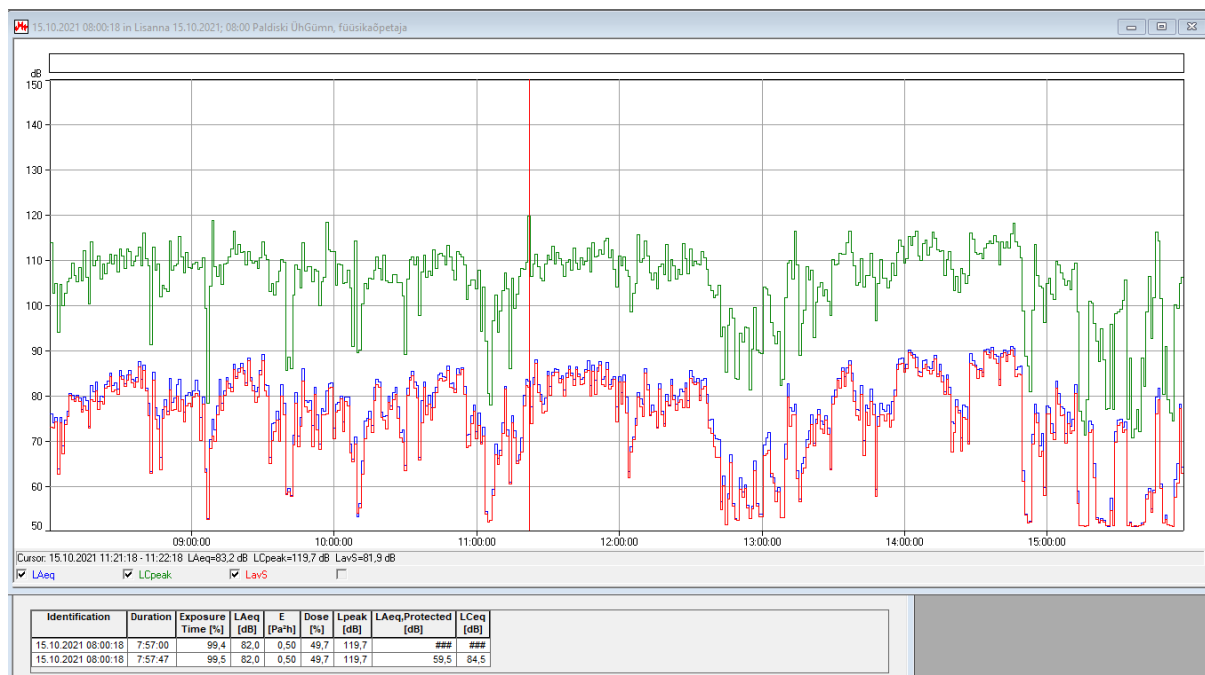
Mõõtmine 29. Spordivõistlus, korvpall.



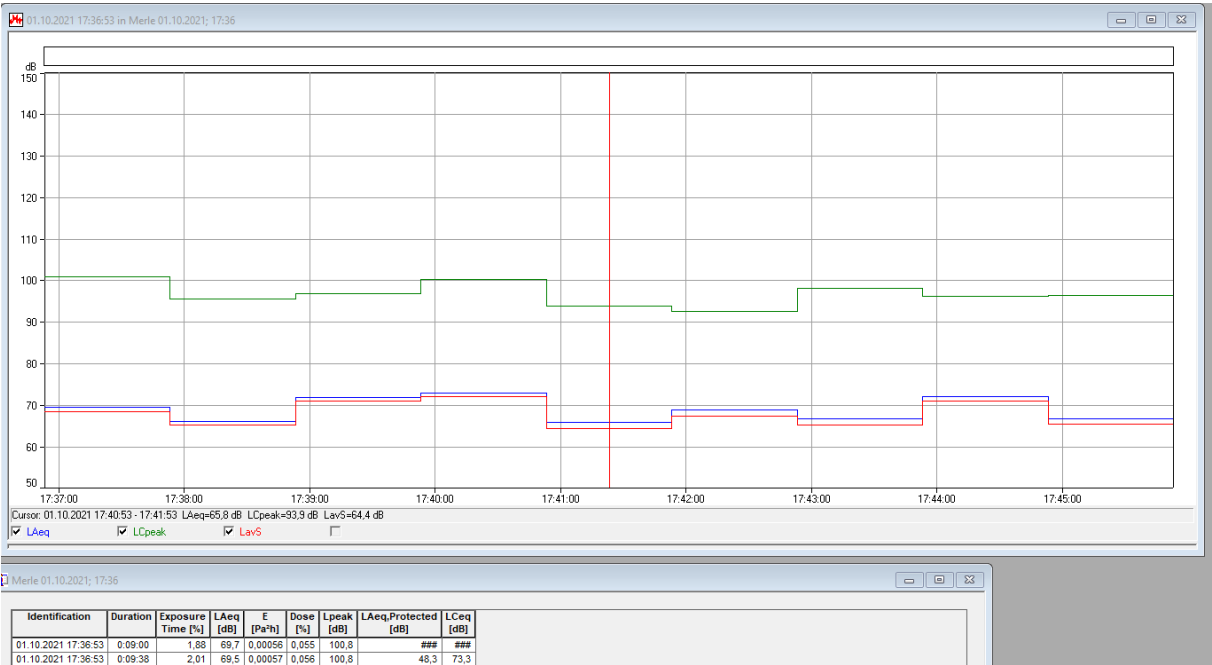
Mõõtmine 30. Trummiõpetaja



Mõõtmine 31. Kool, klassijuhataja.



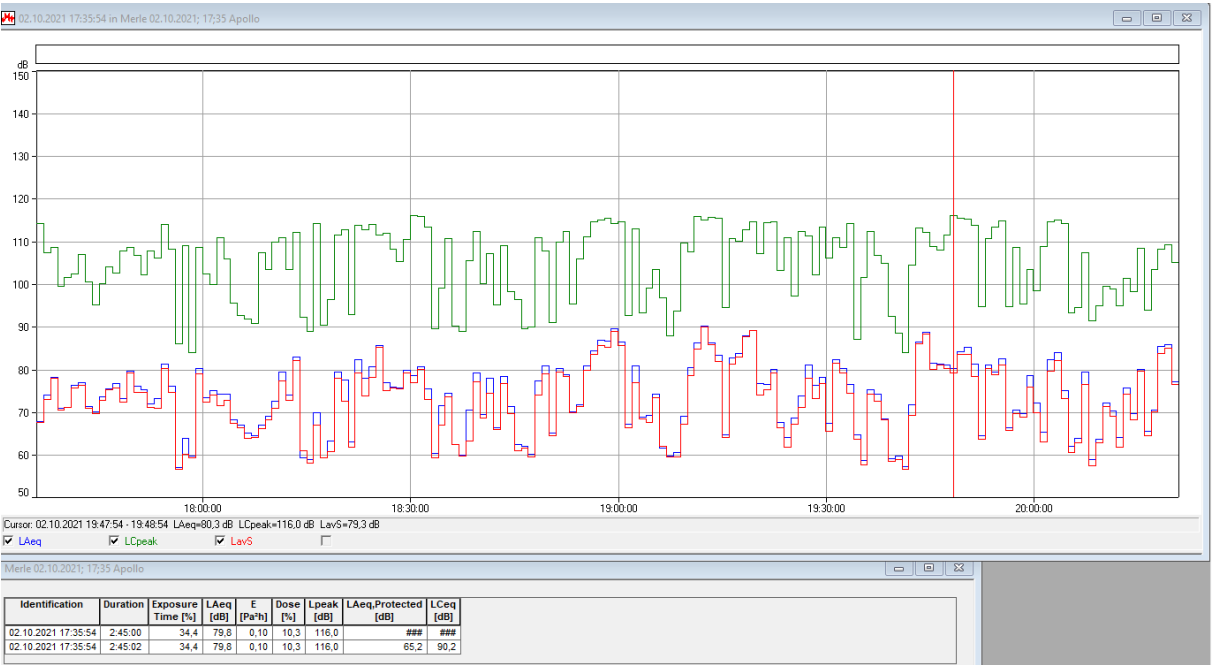
Mõõtmine 32. Kool, füüsikaõpetaja



Mõõtmine 33. Kaubanduskeskus.



Mõõtmine 34. Kino



Mõõtmine 35. Kino



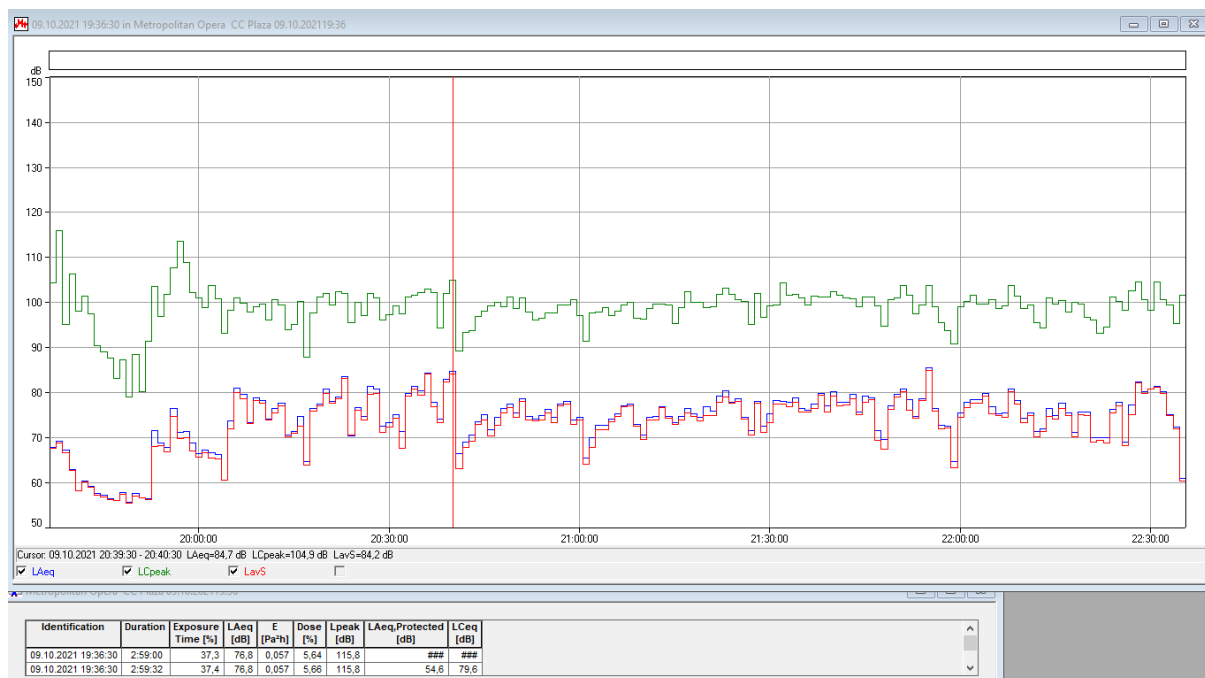
Mõõtmine 36. Kaubanduskeskus



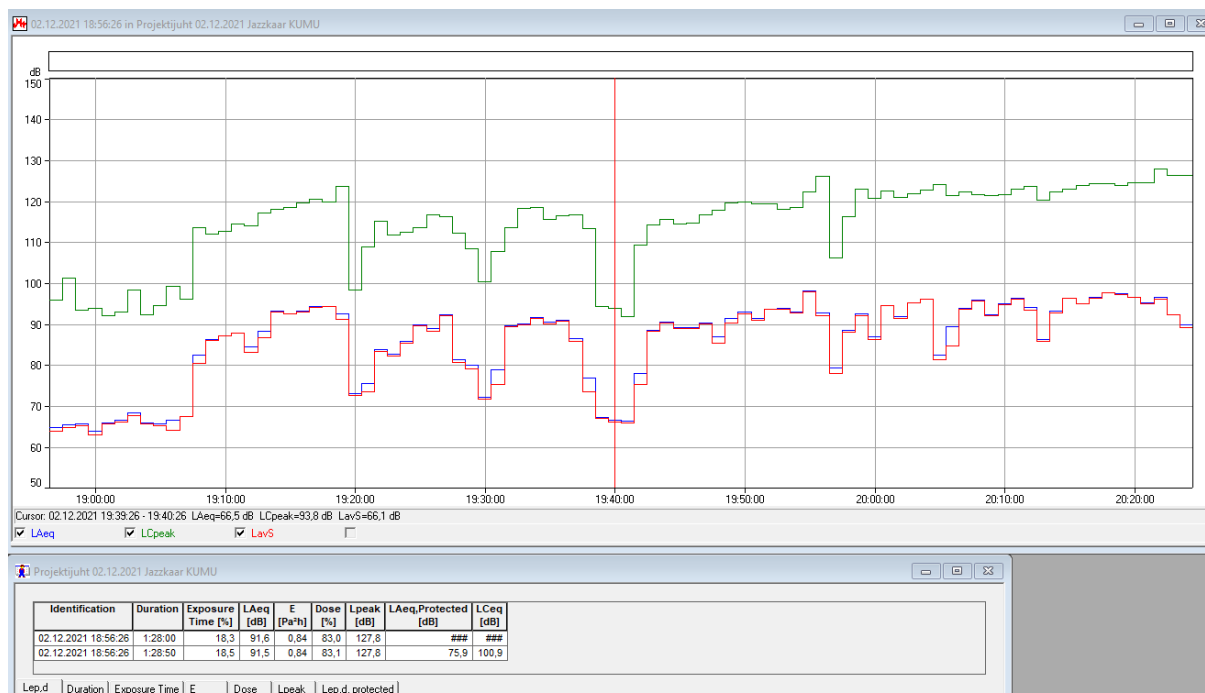
Mõõtmine 37. Kool



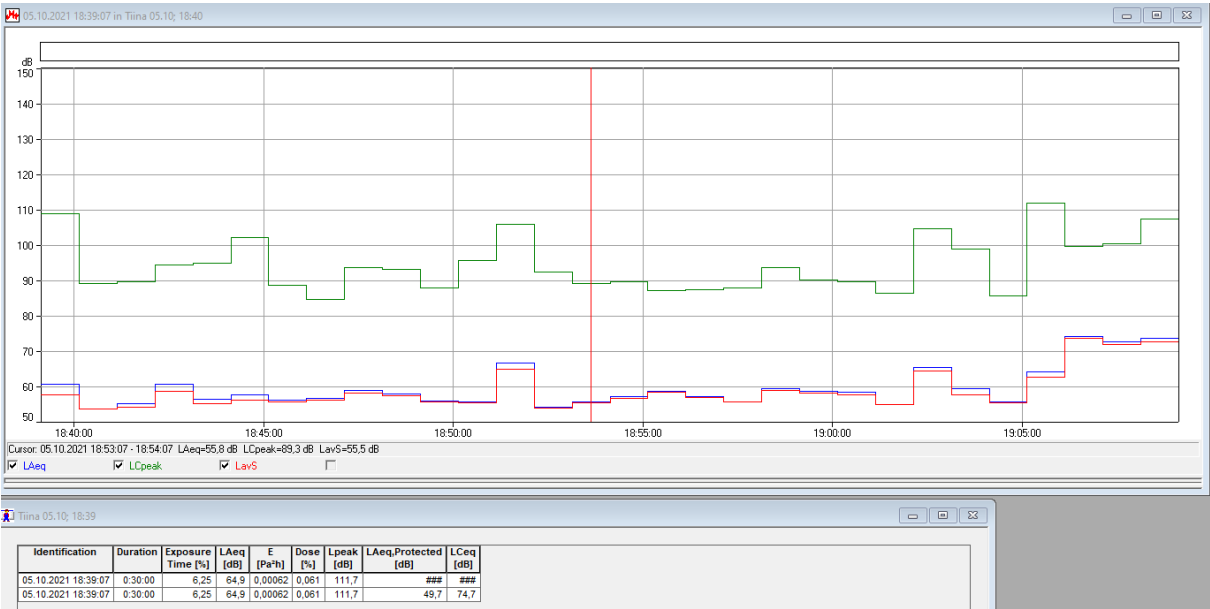
Mõõtmine 38. Spordiklubi, fitness



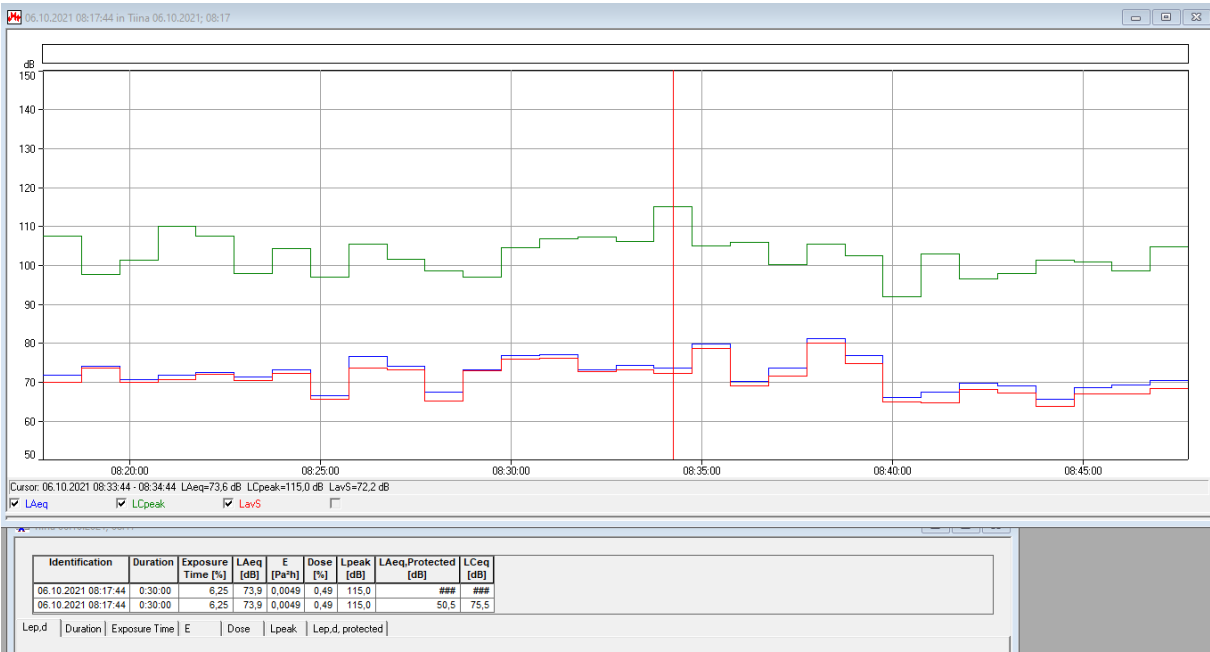
Mõõtmine 39. Teater



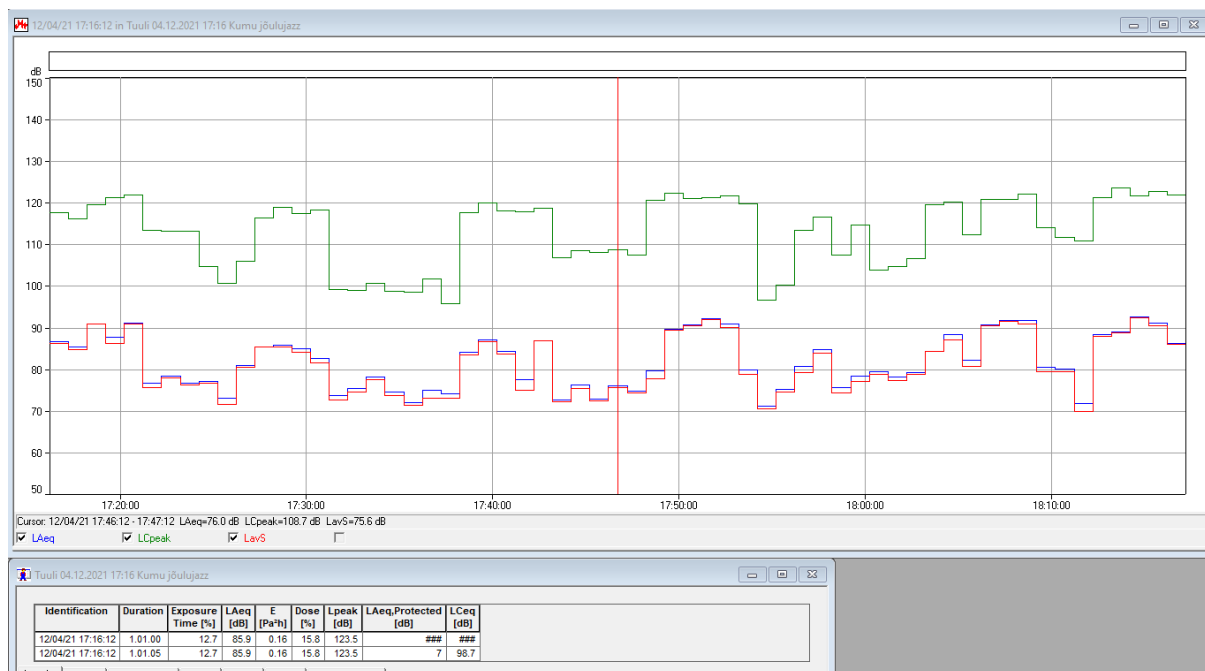
Mõõtmine 40. Kontsert. Jazz



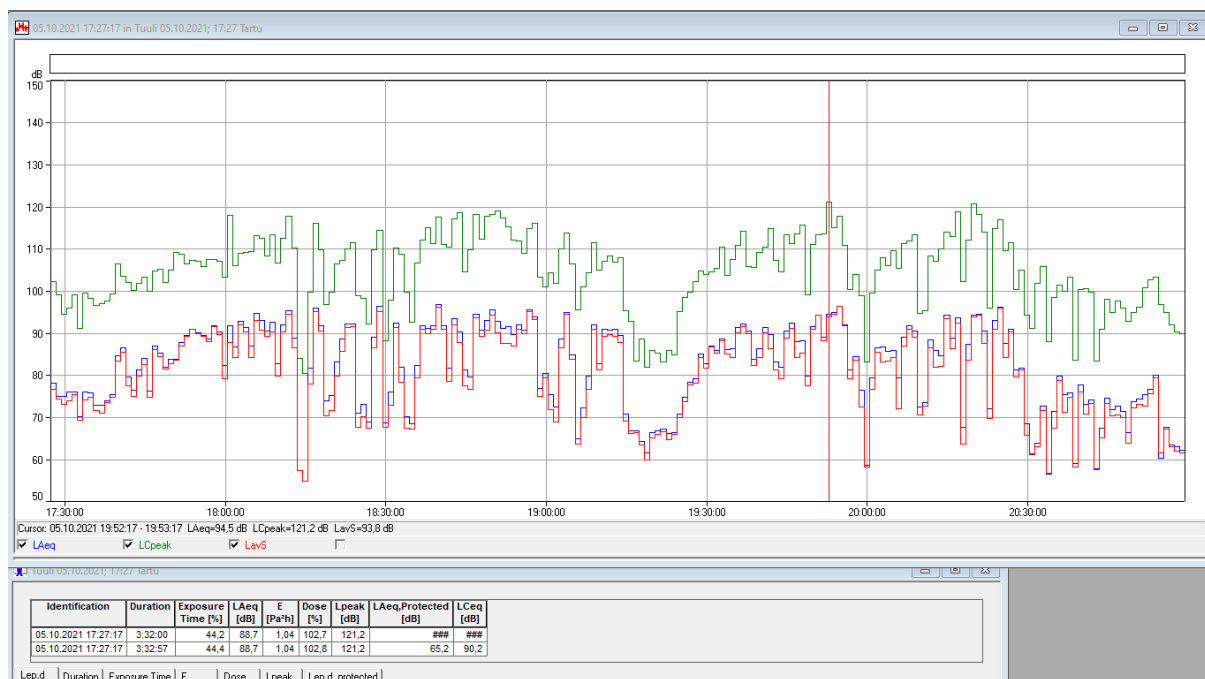
Mõõtmine 41. Kino



Mõõtmine 42. Lasteaed



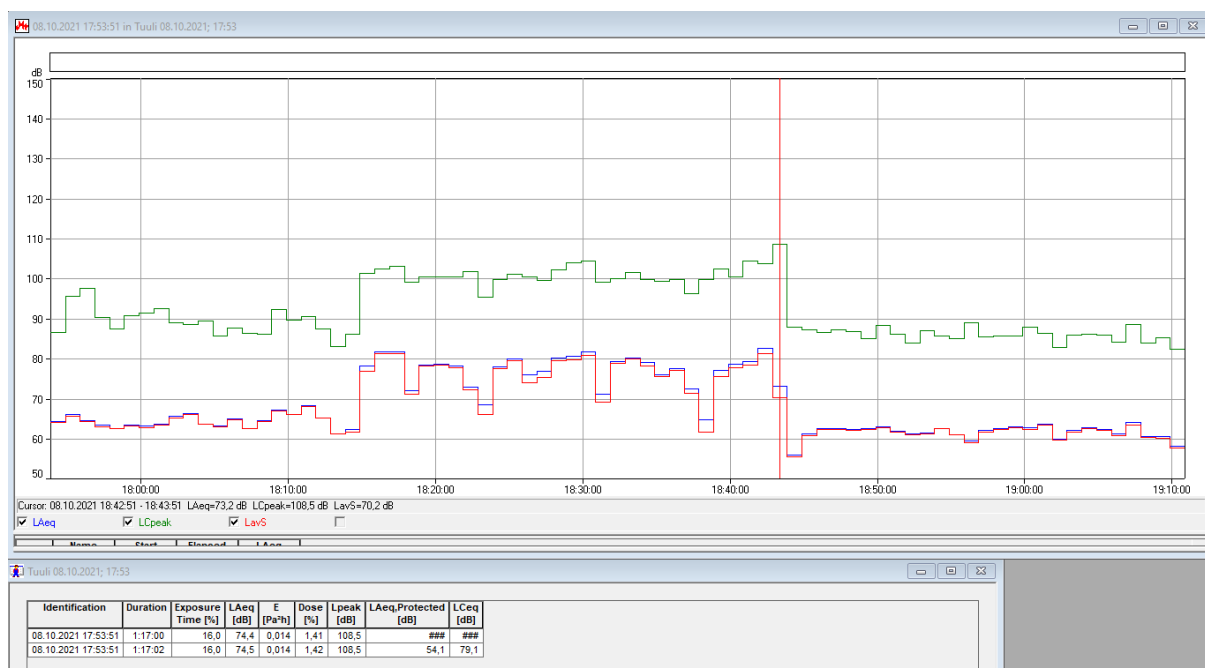
Mõõtmine 43. Kontsert. Jazz



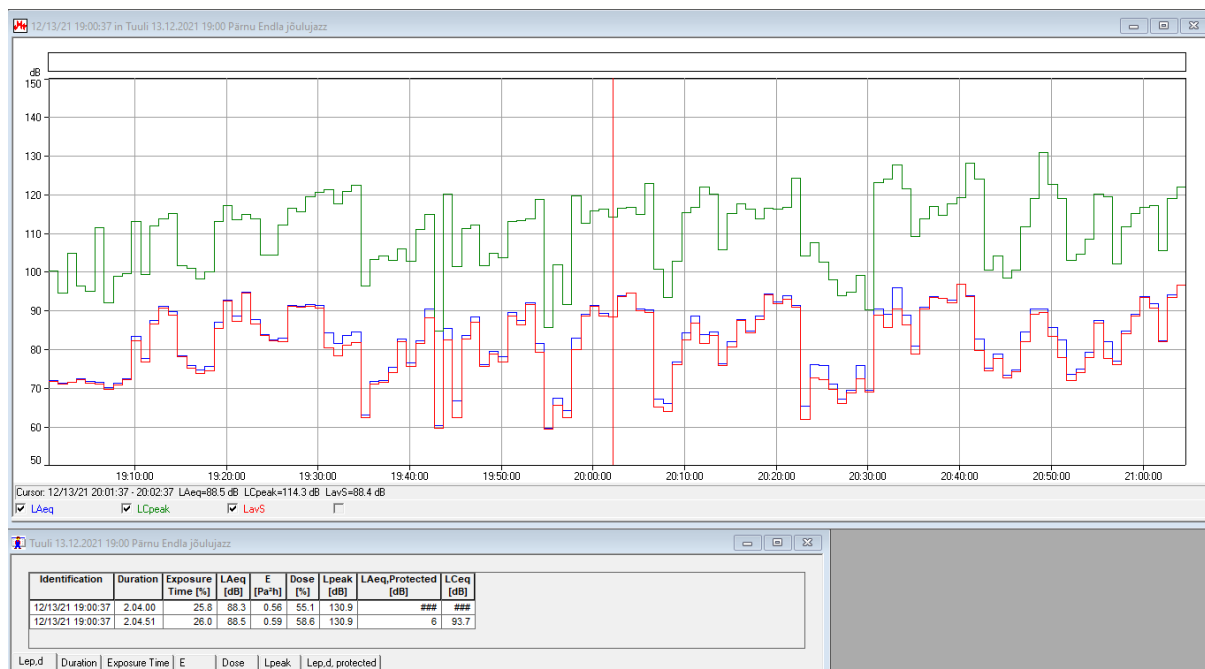
Mõõtmine 44. Sümfooniaorkestri proov (dosimeeter statiiviga orkestris)



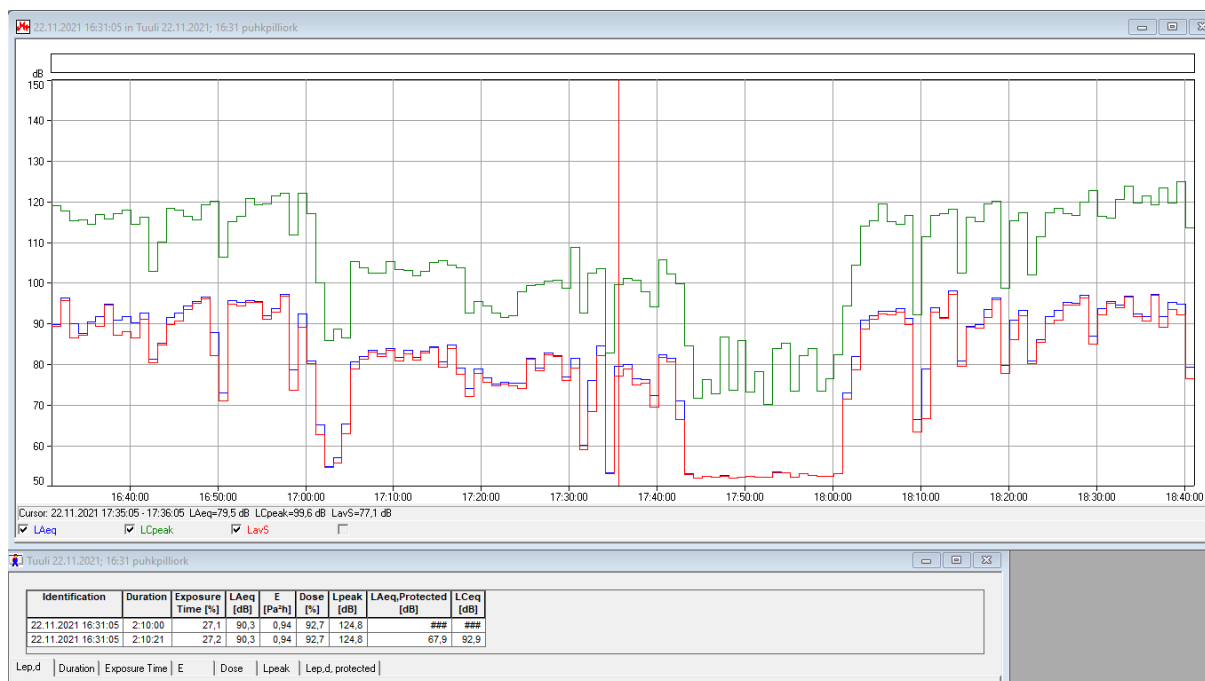
Mõõtmine 45. Sümfooniaorkestri proov (dosimeeter statiiviga orkestris)



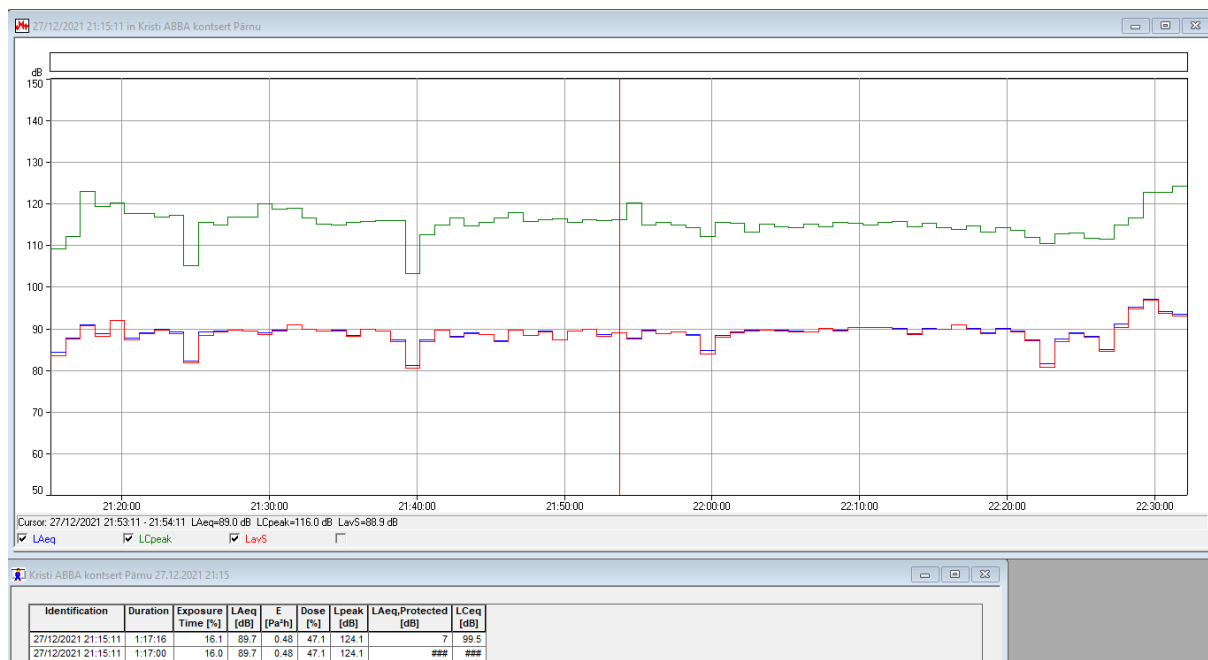
Mõõtmine 46. Seminar+kontsert. Akustiline



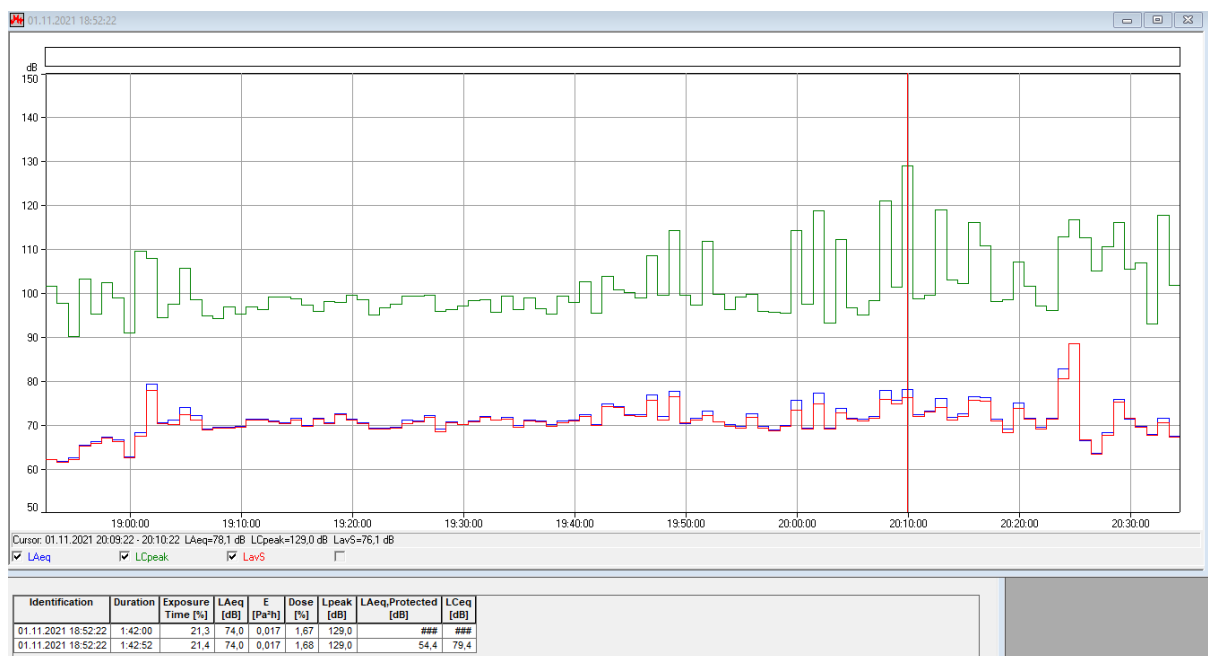
Mõõtmine 47. Kontsert. Jazz



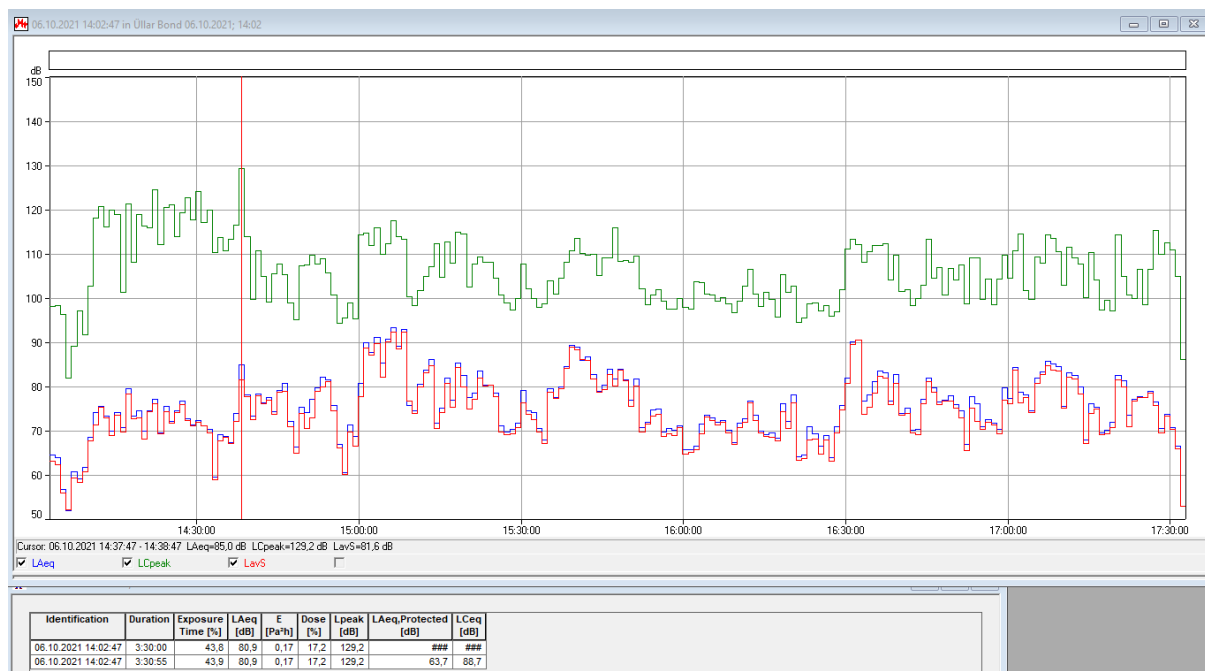
Mõõtmine 48. Kontsert. Puhkpilliorkester (dosimeeter statiiviga orkestris)



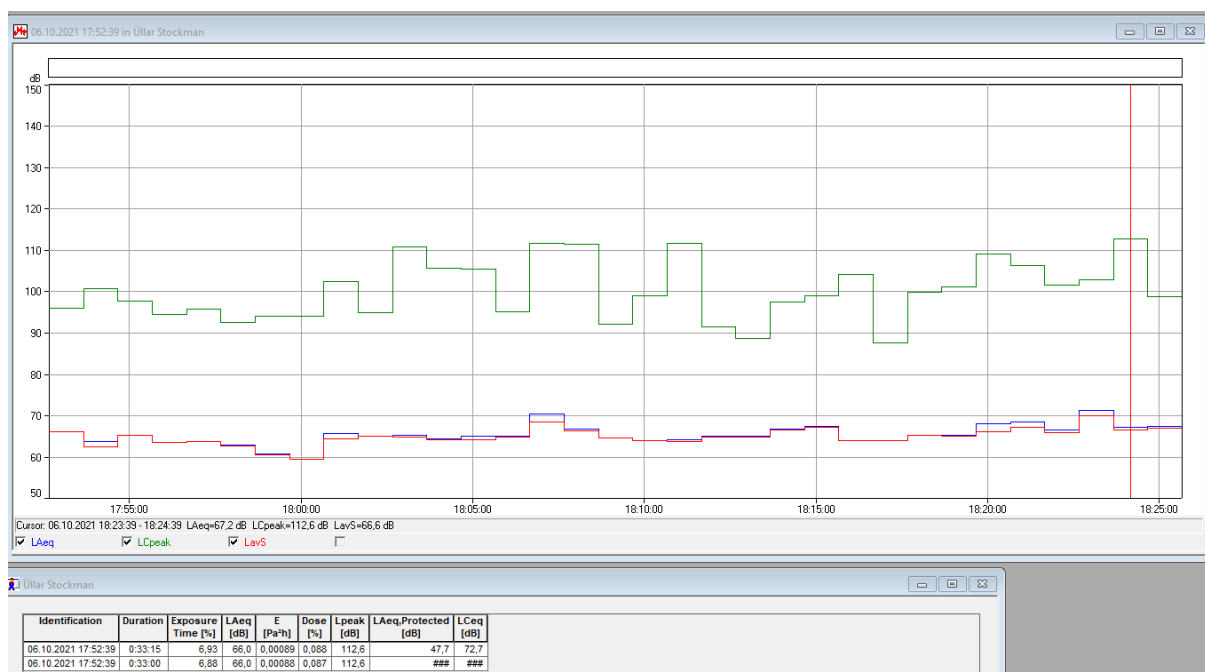
Mõõtmine 49. Kontsert. Pop-muusika



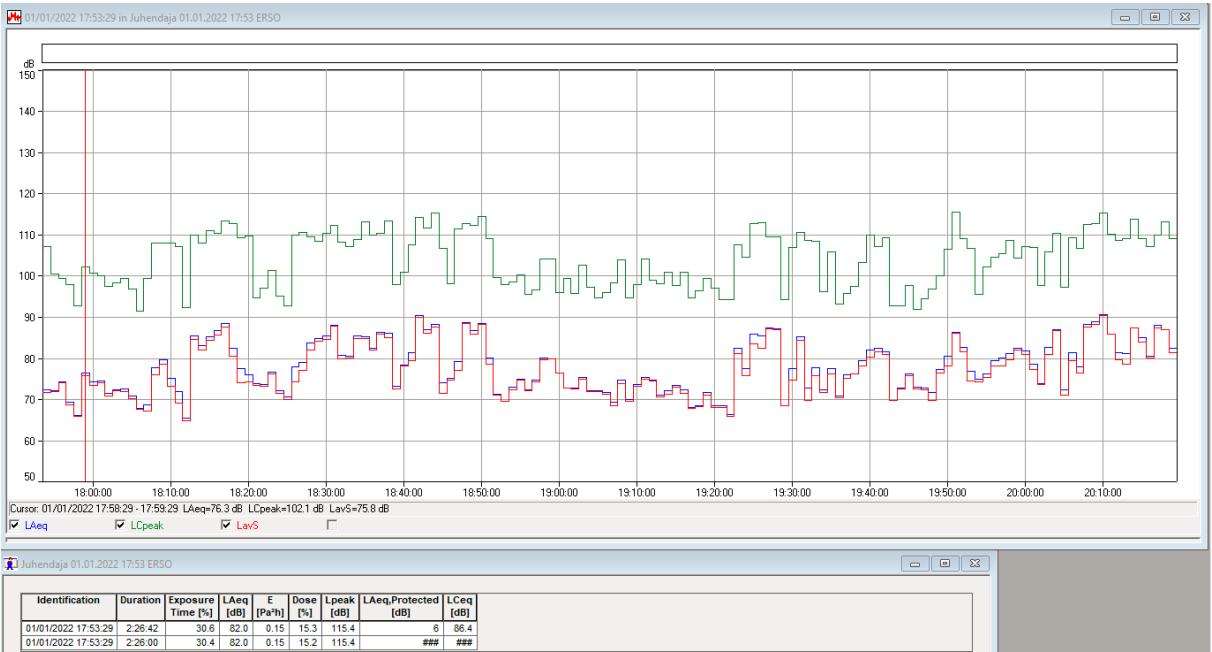
Mõõtmine 50. Teater



Mõõtmine 51. Kino



Mõõtmine 52. Kaubanduskeskus



Mõõtmine 53. ERSO kontsert.