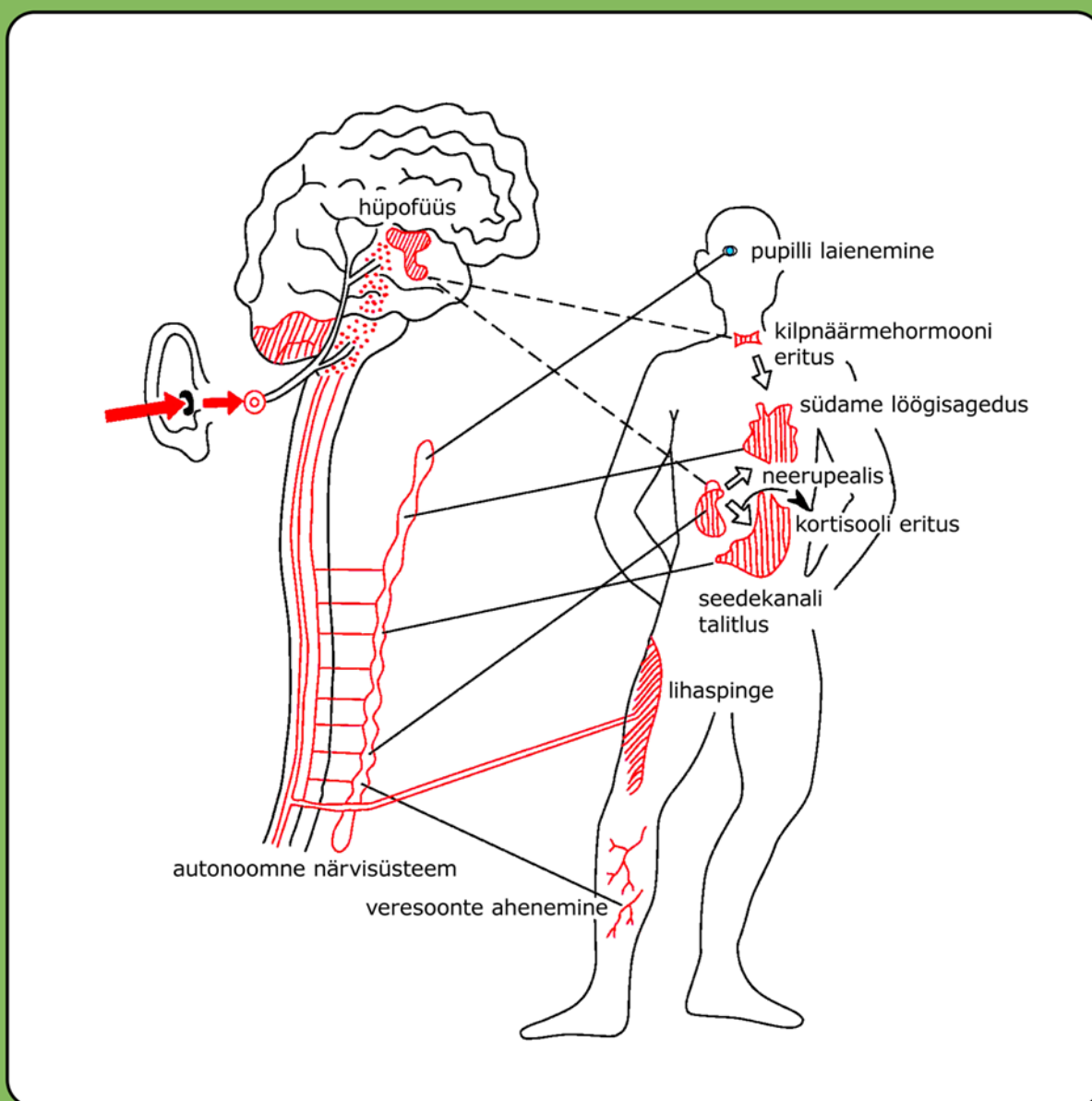


Keskkonnamüra mõjud

Tapani Jauhiainen
Heikki S. Vuorinen
Marja Heinonen-Guzejev

KESKKONNA-
KAITSE



Keskkonnamüra mõjud

Tapani Jauhiainen
Heikki S. Vuorinen
Marja Heinonen-Guzejev

ÖKOKRATT 2010

Keskkonnamüra mõjud

Käesolev keskkonna-alase käsiraamatu eestikeelne väljaanne on valminud Soome ja Eesti Keskkonnaministeeriumi, Insinööritoimisto Akukon Oy ning MTÜ Ökokratt koostööna. Käsiraamat on Soome ekspertide Tapani Jauhiaineni, Heikki S. Vuorineni ja Marja Heinonen-Guzejevi originaaltrükise eestikeelne väljalase, mis on valminud keskkonnamüra konverentsi 2010 tarbeks, et tõsta Eesti inimeste teadlikkust müra mõjust tervisele. Käesolev käsiraamat on seotud mitmete konverentsil esinejate ettekannete temadega.

Tõlkinud: Katrin Pahk

Toimetanud: Marko Ründva, Insinööritoimisto Akukon Oy Eesti filiaal müraekspert; Eha Hõrrak, Tallinna Tervishoiu Kõrgkool Õenduse õppetooli õppejõud; Toomas Siirde Tartu Ülikooli Kliinikumi arst-õppejõud otorinolarünnoloogia erial

Keeletoimetus: Ene Vadi

Kujundus: Kersti Jõesalu

Originaali andmed:

Soome Keskkonnaministeerium
MILJÖMINISTERIET
MINISTRY OF THE ENVIROMENT

SOOME KESKKOND 3 I 2007
Keskkonnaministeerium
Keskkonnakaitse osakond

Kokkupanek: DTPage Oy

Originaalväljaanne on saadaval ka internetis:
www.ymparisto.fi/julkaisut

Edita Prima Oy, Helsingi 2007
ISBN 978-952-11-2563-8 (nid.)
ISBN 978-952-11-2564-5 (PDF)
ISSN 1238-7312 (trükk)
ISSN 1796-1537 (võrguväljaanne.)
KESKKONNAMÄRK MILJÖMÄRK 441 002 Trükis

EESSÕNA

Maailma Terviseorganisatsioon (WHO) andis 1980. aastal välja esimese uuringu ja soovitused müra tervise mõjusid puudutavate müranormtasemete kohta. Põhjamaade ametkonnale alluv müra töörühm tegi juba 1988. aastal ettepaneku WHO-le müramõju väljaande ajakohastamiseks. Pärast seda tegid professorid Birgitta Berglund (Stockholmi Ülikoolis Psühholoogia Instituudist) ja Thomas Lindvall (Karolinska Instituudi Keskkonnameditsiini Instituudist) rahvusvahelise ekspertrühma toetusel 1992. aastal WHO-le ettepaneku uue keskkonnamüra väljaande koostamiseks. Koostöös keskkonnaministeeriumiga andis müratõrjumise nõukoda 1993. aastal projektirühmale ülesande koostada keskkonnamüra tervise mõjusid puudutav soomekeelne väljaanne, mis põhineks WHO-le tehtud ettepanekul. Töö tulemusena avaldas keskkonnaministeerium uurimuse „Keskkonnamüra mõjud“ (Suomen ympäristö 94/1997). 2000. aastal valmis WHO täiendatud keskkonnamüra mõjusid käsitlev väljaanne.

Kuna rohkem kui kümne aasta jooksul saadi tänu uuringutele lisainformatsiooni keskkonnamüra mõjude kohta, tellis keskkonnaministeerium 2006. aasta mais töörühmalt (arstiteaduste ja kirurgia doktor, dotsent Tapani Jauhiainen; arstiteaduste ja kirurgia doktor, dotsent Heikki S. Vuorinen ning arstiteaduste kandidaat, töötervishoiu eriarst Marja Heinonen-Guzejev) uue, ajakohastatud müramõju uurimuse. Töörühma nõustasid asjatundjatena tehnikadoktor Tapio Lahti; psühholoogiadoktor, uurija Teija Kujala ning arstiteaduste ja kirurgia doktor, dotsent Eeva Sala. Lisaks võttis töörühm arvesse ka muid Soomes tehtud vastavaid uuringuid. Väljaande koostamise järelevalvet teostas keskkonnanõunik Sirkka-Liisa Paikkala keskkonnaministeeriumist.

Uus väljaanne rõhutab endisest selgemini keskkonnamüra mõjusid tervisele, alustades rohkem levinud ja keskmast häirivusest. See käsitleb müra põhjustatud tervisekahjustusi ja nende seire mõjusid, järgides sama jaotust, mille esitas WHO käsitlemaks haigusi ja nendest johtuvaid elutegevusprotsesside kahjustusi, funktsionaalseid häireid ja negatiivseid mõjusid. Seetõttu on väljaandele lisatud mitteametlik tõlge WHO 2000. aastal valminud raportist, mis sisaldab keskkonnamüra puudutavaid soovitusi.

Tervise mõjude seisukohalt püüab raport suunata keskkonnaametnikke pöörama tähelepanu ja tunnistama müra kahjulikke mõjusid, mis on seotud haigestumise ja sotsiaalse heaoluga. Müra akustilisi ja tugevuslähtekohti rõhutavad aruanded seda ei võimalda.

Keskkonnaministeerium tänab kõiki väljaande koostamisele kaasa aidanud.

Helsingis märtsis 2007

Keskkonnaministeerium

SISUKORD

Eessõna	3
1 Sissejuhatus	7
1.1 Müra määratlus	7
1.2 Müra mõju	8
1.3 Müra kui keskkonnaprobleem	9
2 Heli ja müra	10
2.1 Heli/müra kogemus- ja tajumisomadused	10
2.2 Heli/müra akustilised omadused	11
2.3 Heli/müra mõõtmine	12
2.4 Keskkonnamüra allikad	14
3 Müra häirivus	15
3.1 Müra häirivuse mõõtmine ja hindamine	16
3.2 Müra häirivusest tulenev kahju	18
3.3 Meetmed häirivuse vähendamiseks	19
4 Füsioloogiline mõju	20
4.1 Müra tekitatavad närvitalitluse häired	21
4.1.1 Lihasrefleksid	22
4.1.2 Puhkuse ja une häired	22
4.2 Müra tekitatavad kognitiivsed häired	26
4.3 Müra tekitatavad keelelise kommunikatsiooni häired	28
4.3.1 Müra mõju kõne kuulmisele	28
4.3.2 Kõne produtseerimisega seotud häired müras	32
4.4 Mõju vererõhutõusule ja muudele somaatilistele haigustele	33
5 Kõrva kahjustus	36
5.1 Kõrva ehitus ja talitus	36
5.2 Müra põhjustatud kahjustused kõrva kudedes	37
5.3 Müra põhjustatud kuulmishäired	37
5.4 Müratundlikkuse ja kuuldeläve muutuse suhe	40
6 Pikemaajaline mõju	42
6.1 Keskkonnamüra mõju elanikkonna haigestumisele	42
6.2 Keskkonnamüra pikemaajalisest mõjust tingitud tegevuse häired ja puudulikkused	43
6.3 Keskkonnamüra mõju pikemaajaline kahju	43
7 Müra mõju eri elanikerühmadele	44
7.1 Vanus	44
7.2 Sugu	44
7.3 Müratundlikkus	45
7.4 Tervislik seisund	46
7.5 Muud erinevusi põhjustavad tegurid	47

8	Müra mõju uuringud	48
	8.1 Müra mõju all olekuga seotud muutujad	49
	8.1.1 Müra kogumõju	50
	8.2 Müra uuringute eesmärgid	50
9	Keskkonnamüra tõrjemeetmed	52
	9.1 Ühiskondlikud tõrjemeetmed	52
	9.2 Vastuvõtlikuks muutunud inimese kasutuses olevad tõrjemeetmed	53
10	Järeldused	55
Lisad		
	Lisa1 WHO soovitused keskkonnamüra kohta	57
	Soovitavad piirarvud	57
1	Sissejuhatus	57
2	Erinevad mõjud	58
	2.1 Sõnumi häiritus	58
	2.2 Müra põhjustatud kuulmiskahjustus	58
	2.3 Unehäired	59
	2.4 Kardiovaskulaarsed ja psühhofüsioloogilised mõjud	59
	2.5 Mõju vaimsele tervisele	59
	2.6 Mõju toimetulekule	60
	2.7 Häirivus	60
	2.8 Mõju sotsiaalsele käitumisele	60
3	Erinevad keskkonnad	60
	3.1 Korterid	61
	3.2 Koolid ja lasteaiad	61
	3.3 Haiglad	61
	3.4 Erinevad peod ja meelelahutusüritused	61
	3.5 Kuularid ja kõrvaklapid	61
	3.6 Mänguasjade, ilutulestikuvahendite ja laskerelvade impulssmüra	62
	3.7 Pargid ja looduskaitsealad	62
4	WHO soovitavad näidud	62
	Lisa 2 Mõisted ja definitsioonid	64
	Lisa 3 Lühendid	73
	Lisa 4 Kirjanduse nimestik	74

1 Sissejuhatus

Müra on levinuim ja üks olulisimaid keskkonnategureid, mis alandab keskkonna kvaliteeti ja võib põhjustada terviseprobleeme. Müra esineb nii elu- kui ka muus tegevuskeskkonnas, päeval ja öösel, vabal ajal ja tööajal. Helikeskkond ei ole kunagi täiesti vaikne. Mürana liigitavate helide osakaal ja müra põhjustatud kahjud on aastatega suurenenud eelkõige linnastumise ning liikluse tihenemise ja tehnilise arengu tõttu.

Meie elukeskkonnas võib müra oma tugevuse ja iseloomu tõttu põhjustada mitmesuguseid kahjusid tervisele koos vastavate tagajärgedega. Maailma terviseorganisatsioon (WHO) määratleb tervist kui täieliku füüsilise, psüühilise ja sotsiaalse heaolu seisundit. Selle alusel ei piirdu müra kahjulik mõju tervisele vaid selliste ilmselgete haiguste või häiretega, milles müral on oluline põhjuse/tagajärje suhe.

Müra mõju tervisele võib selgitada ühelt poolt üksikisiku tasandil, kus müra võib olla üks arvukatest häirivatest teguritest, mis üheskoos viivad haiguse või organismi toimehäire ilmnemiseni. Teiselt poolt võib müra tähtsust rahvastiku tervislikule seisundile ja haigestumisele vaadelda ka epidemioloogiliselt rahvastiku tasandil ja hinnata müra all kannatamise osatähtsust haigestumisel.

1.1 Müra määratlus

Müra (soome keeles melu, rootsi keeles buller, inglise keeles noise, prantsuse keeles bruit ja saksa keeles Lärm) all mõeldakse heli, mis on inimese arvates ebameeldiv või häiriv või mis on muul viisil inimese tervisele või heaolule kahjulik. Määratlus hõlmab seega kolme tüüpi kahjulikke mõjusid ja tagajärgi. Müra vähendab keskkonna meeldivust, sest tundub ebameeldiv ja häiriv. Pikaajaline müra põhjustab tervisehädasid, ehkki lühiajalise, ajutise ja juhusliku müra häiriv tagajärg on peamiselt vaid ebameeldiv helikeskkond. Müra on ka muul viisil inimese tervisele või heaolule kahjulik, sest võib nõrgen-

dada tegutsemis- või töövõimet. Seetõttu sõltub heli määratlemine müraks ja selle müraastme hindamine kas selle

1. subjektiivselt tajutud/kogetud negatiivsetest omadustest, mille hulka kuulub ka müra tähendus, või selle põhjustatud
2. füsioloogilistest organismi töö muutustest või
3. koekahjustustest.

Seega võib müra vaid osaliselt määratleda füüsiliselt, sest seda võib määratleda ühelt poolt füsioloogiliste mõjude ja teiselt poolt tajutud/kogetud häirivusomaduste põhjal. Need ei olene ainuüksi müra helitasemest, vaid ka müra ajalisest kestusest, selle kogetud olemusest ja tähendusest ning muudest individuaalsetest ja sotsiaalsetest teguritest (joonis 1.1). Samuti ei või heli määratleda mürana, võtmata arvesse selle mõju. Kui ükski heli ei avaldaks kahjulikke, soovimatuid või tervisemõjusid, ei oleks müra mõistet üldse vaja. Helide tähendus ja olemus oleksid sel juhul seotud vaid suhtlemise ning näiteks kvaliteeti puudutavate ja ainuüksi positiivsete esteetiliste mõjudega. Akustikas oleks veel vähem vaja käsitleda heli mürana. Mürarikkuse ja müra häirivuse mõisted oleksid absurdsed ja müra tõrjumine oleks tarbetu. Samuti ei tegeleks müraga töötervishoid ja töökaitse.

Ingliskeelne sõna *noise* tähistab heli- ja muid signaale, käsitledes ka kohinat, häiresignaali, kära, katkendlikku või juhuslikku vibratsiooni (rootsi keeles *brus*, saksa keeles *Geräusch*, prantsuse keeles neid tähendusi ei eristata). Nimetatud mõisted annavad mürale ka soovimatu ja häiriva varjundi, mis on seotud rahvakeelsema sõnaga „lärm“. Sõna „müra“ manab üldiselt silme ette just tugeva heli, kuid müra käsitlevas kirjanduses on sõnal ka häiriva heli tähendus.

Akustikas laieneb müra mõiste tihti ka tugevatele madala sagedusega infrahelidele ja kõrge sagedusega ultrahelidele, ehkki kuulmismeele tundlikkus nende sagedusteni ei ulatugi. See tuleneb ilmselt sellest, et infra- ja ultrahelid kiirgavad heliallikas kiirgab tihti ka kuuldatavat, väga madalat või väga kõrget heli.

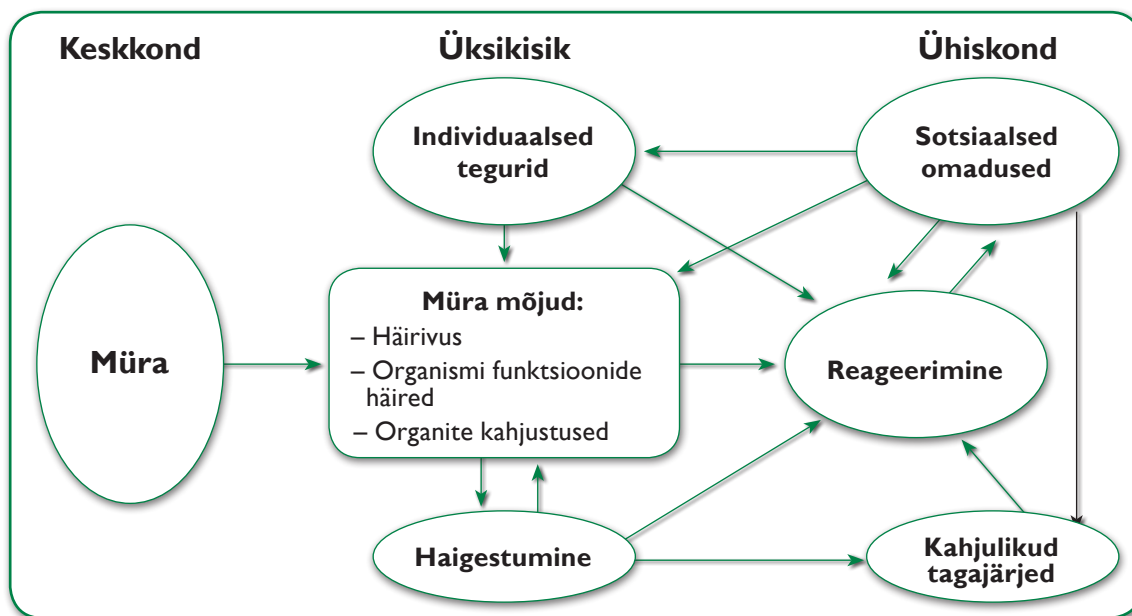
1.2 Mürä mõju

Käesolevas väljaandes järgitakse peamiselt peatükis 1.1 välja toodud mürä mõjude jaotust. Üksikasjalikumalt käsitletakse mürä eri mõjusid 3., 4. ja 5. peatükis. Lisaks võib kõikides rühmades põhimõtteliselt teha vahet mürä-aegsetel, kohe selle järel ilmnevatel ning pikaajalistel mõjudel (6. pkt).

Mürä eelnimetatud tervisemõjusid võib vaadelda järgneva neljaastmelise hierarhilise mõistete klassifikat-

siooni järgi, mille abil WHO on liigitanud ka teisi välistest või sisemistest põhjustest tulenevaid haigusi ja nende tagajärgi:

1. Haiguse (soome keeles *sairaus*, rootsi keeles *sjukdom*, inglise keeles *disease*) mõiste all peetakse silmas just koekahjustusi, näiteks mürä põhjustatud sisekõrvakahjustust.
2. Haiguse põhjustatud tavaliselt mõõdetava funktsionaalse häire/kahjustuse (soome keeles *vaurio*, rootsi keeles *skada*, inglise keeles *impairment*) hulka kuulub näiteks sisekõrvakahjustusest põhjustatud kuulmislääve muutumine või mürä põhjustatud unehäire tõttu



Joonis 1.1 Mürä mõjudega seotud tegurid, millest järgnevalt on mainitud olulisemaid:

Mürä: allikas, tähendus, olemus, tugevus, kestus, pidevus, juhuslikkus, kontrollitavus.

Individaalsed tegurid: tundlikkus mürä suhtes, iga, sugu, tervislik seisund.

Sotsiaalsed omadused: nõudmised, piirangud, vaated, ootused, elukoht, töötingimused.

Mürä mõjud:

Häirivus: kogetud häirivus.

Organismi funktsioonide häired: uni ja puhkus.

Kognitiivsed funktsioonid (keskendumine, tähelepanu, mälu, õppimine).

Kommunikatsioon (kõne kuulmine, hääle kasutamine).

Stressipõhised funktsioonid (süda ja vereringeorganid, sisenõrenäärmed, ainevahetus, immuunsüsteem).

Organite kahjustused: kõrv, häälepaelad.

Haigestumine: südame- ja veresoontehaigused, infektsioonid, vaimne tervis.

Reageerimine:

Reageerimisviisid: alistumine (passiivseks muutmine), kohanemine, aktiveerumine, agressiivsus.

Reageerimistegevus: kolimine, kaebuste esitamine, müratõrjetegevus.

sage ärkamine ööunest. Need on organismi füsioloogilise toimimise häired, mida võib tihti avastada füsioloogilise mõõtmise tulemusel. Seega võime rääkida funktsionaalsetest kahjustustest, kui vaatleme müra põhjustatud muutusi uneaegsetes füsioloogilistes funktsioonides (ptk 4.1), müra mõjusid erinevatele kognitiivsetele funktsioonidele, mida võib mõõta näiteks tähelepanu-, mälu- ja õppimistestides (ptk 4.2), müra kõnesuhtlust nõrgendavaid mõjusid (ptk 4.3), müra mõjusid vegetatiivsetele funktsioonidele, näiteks südame ja vereringe tööle (ptk 4.4), ning organismi endokrinoloogilistele ja immunoloogilistele funktsioonidele (ptk 4.4), millega seoses ei pea tingimata ilmema koe- ja organikahjustusi.

3. Funktsionaalsed häired omakorda põhjustavad puudulikku funktsioneerimist (soome keeles *toimintavajaus*, rootsi keeles *funktionsnedsättning*, inglise keeles *disability*) igapäevases tegevuses ja ülesannetes. Need on nõrgenenud toimimisvõime omadused, mille kvaliteeti ja raskusastet võib hinnata vaid asjaosaline, sest nende tähendus on ka sellest, milliseid ootusi ja nõudmisi töö-, tegevus- ja elukeskkond seavad tema tegevusvõimele. Näiteks võib vaid asjaosaline ise hinnata müra põhjustatud unehäire tõttu kogetud puudulikku funktsioneerimist, nagu väsimus, meeleolu langus või keskendumisraskus.
4. Funktsionaalne puudulikkus omakorda võib viia häireteni (soome keeles *haitta*, inglise keeles *handicap*), mis määratluse järgi hõlmavad ka sotsiaalseid, pedagoogilisi ja tööalaseid tagajärgi, nagu sooritus- ja töövõime halvenemine, õppimis- ja koolitusvõime nõrgenemine, sissetuleku- ja elatusaseme langemine, inimsuhete loomise ja sotsiaalse suhtlemise raskenemine, osalemisvõimaluste piiramine, elu- ja muude olmetingimuste ja elukvaliteedi halvenemine, marginaliseerumine ning haigestumise ja õnnetuste riski suurenemine. Need kahjustused on seotud müra pikaajaliste mõjudega (6. ptk).

Joonisel 1.1 on illustreeritud müra kahjulikke tervise mõjusid, kus lisaks akustilistele keskkonnateguritele on eraldi välja toodud üksikisiku ja ühiskonna tajutud tegurite osatähtsus müra tekitatud mõjudes.

1.3 Müra keskkonnaprobleemina

Müra ei ole keskkonna kvaliteeti nõrgendava ja tervisekahjustusi põhjustava tegurina saanud sama palju tähelepanu kui mitmed teised bioloogilised, keemilised ja kiirgusallikad, ehkki müra on neist ilmselgelt tavalisim. Müra on ka peamine põhjus, miks võetakse ühendust ametiasutustega või esitatakse neile kaebusi. Paljude arvates piirdub müra kahjulikkus vaid kuulmiskahjustustega just töökohal. Häirivust kui keskkonnamüra tavalisimat tervisekahjustust tõlgendatakse tihti vaid ebameeldiva olukorra loojana, unustades, et see on tervisliku seisundi riskitegur, mis võib põhjustada funktsioneerimisvõime häireid ja haigestumist.

Individuaalsed erinevused mürale reageerimise osas tulenevad inimeste füsioloogilisest erinevusest. Neid geenide ja keskkonnategurite vahelise suhte põhjustatud erinevusi täpsemalt veel ei tunta. Individuaalsed erinevused on sama ilmsed ka teiste keskkonnategurite puhul. Mõju erineb erialistel inimestel, samuti naistel ja meestel. See, et erinevalt paljudest teistest keskkonnateguritest teadvustatakse müra märgatava helina, on viinud sageli esitatava väära järelduseni, et individuaalne erinevus mürale reageerimisel tuleneb inimese psüühilisest seisundist või isegi vaimse tervise probleemidest.

Müratõrje tähtsus riiklikus ja kohalikus keskkonnanõustamises on siiani olnud puudulik. Müra mõjusid ei tunta või neid alahinnatakse otsuste tegemisel. Müra kahjulikkus arvatakse ilmnevat vaid selle esinemise ajal ja ajutiselt ning inimestel ei ole teavet müra pikaajalise mõju kohta. Isegi ametiisikutel ei ole alati ettekujutust müra all kannatavatest või müra vastu kaitsetutest ühiskonnarühmadest ning nende osakaalust kogu rahvastikus. Mürasaaste vähendamise meetmed võivad nõuda kulusi või muutusi juba valmis planeeringus või linnaosa üldplaneeringus. Juba kaua valitsenud ja üha halvenev „mürapandeemia“ on nõudnud ja nõuab ka edaspidi kogu maailmas rohkem otseseid ja kaudseid inimohvreid kui viimaste aastate linnugripi.

2 Heli ja müra

Meie elu- ja tegevuskeskkonnas on kesksel kohal lisaks materiaalsele, keemilisele ja visuaalsele keskkonnale ka helikeskkond. Me tunnetame helikeskkonda kuulmise abil. Kuid helid mõjutavad ka organismi eri funktsioone kas kuulmisorganite kaudu või otseselt. Osa neist mõjudest on kahjulikud ja võivad põhjustada püsivaid kahjustusi, puudulikku funktsioneerimist ja häireid.

Müraks nimetatakse soovimatut, elufunktsioone häirivat või organismi kahjustavat heli. Müra võib vaid osaliselt määratleda füüsiliselt (akustiliselt). Müra oleneb ühelt poolt tajutud/kogetud häirivatest omadustest ja teiselt poolt füsioloogilistest mõjudest.

2.1 Heli/müra kogemis- ja tajumisomadused

Heli mõiste all mõeldakse füüsilise heli kõrval ka kuulnud subjektiivset helitajumismälu. Kuulmismeel tegeleb helide tajumise, märkamise, eristamise ja äratundmisega. Me kogeme oma keskkonna helisid erinevate mulje- ja sisuomaduste mitmekesisusena. Kõigi helidega on ühe tajumise põhijoonena seotud mulje tugevus, mida nimetatakse kõvahäälsuseks või valjuseks (soome keeles *äänekkyys*, *kuuluvuus*, inglise keeles *loudness*). Teine muljemuutujate rühm on seotud heli kõlaga, nagu selle selgus (*selkeys*, *pitch strength*) ja (heli)kõrgus (*sävelkorkeus*, *pitch*). Kõla osas võivad helid olla kohina tüüpi või helisevad. Samuti kogetakse helide erinevust helivärvingu alusel (*sointiväri*, *timbre*). Muude tajumisomaduste hulka kuuluvad näiteks käreus (*karheus*, *roughness*) ja teravus (*terävyys*, *sharpness*).

Helide elamusomaduste hulka kuulub ka tunnuslikud omadused. Tugevate helidega on seotud valjust tulenev ebameeldivus (*epämiellytävyys*, *discomfort*) (tavaoludes helitaseme ületamisel laiaribalistel helidel umbes 90 dB ja toonidel umbes 110 dB) ja isegi valu (vastavalt umbes 110 dB ja umbes 130 dB). Kuid helid võivad

ka vaatamata tugevusele olla mürarikkad, ebameeldivalt häirivad, ähvardavad, imelikud, hirmutavad, kärisevad, kakofoonilised ja disharmoonilised.

Sisu alusel võib helid liigitada näiteks kõneks ja muusikaks. Me õpime ära tundma oma keskkonna helide hulgas looduse (loomahääled, tuule sahin), masinate (automootor, kodumasinad), häireseadmete (telefonihelin, äratuskell), elukeskkonna (sammud, ukse sulgumine), töökeskkonna (arvuti ventilaator, masinad) ja vabaaja keskkonna (pallimängu hääled, ujula helimaastik) helisid. Helid, mida me ära ei tunne ja mille allikas me kindlad pole, äratavad meis loomulikult kahtlusi, ebakindlust ja isegi hirmu.

Psühhoakustikas on uuritud heliaistingute akustiliste omaduste vahelisi suhteid. Valjus oleneb esmajärjekorras helirõhutasemest, aga ka sagedusest. Viimatinimetatud sõltuvussuhet illustreerivad standardhelitugevuse graafikud, mille järgi nõrgeneb toonide helitugevus helirõhu püsides standardtasemel, kui liigutakse keskmistest sagedustest (1 kHz) väikestele ja väga suurtele sagedustele (vt joonist 2.2). Standardhelitugevuse graafikud toovad seega välja helitugevuse tasemed, mille ühikuks on foon. Helitugevust mõjutab ka sagedusspekter ja selle ribalaius ning lühiajalistel helidel kestus (all 200 ms). Helikõrgus sõltub eelkõige sagedusest, aga ka helirõhu tasemest ja kestusest (lühiajalistel helistiimulitel). Heli käreus sõltub helistiimuli kiiretest taseme ja sageduse vahetustest. Heli teravus sõltub sagedusspektri vormist. Heli mürarikkus (*meluisuus*, *noisiness*) ja häirivus (*häiritsevyys*, *annoyance*) sõltuvad helirõhu tasemest nagu helitugevuski, aga ka sagedussisust ja ajalistest variatsioonidest, osaliselt heliallika kvaliteedist ja ka heli tähendusest.

Kuulmissüsteemi tundlikkus helide tajumisel on seotud välise helitasemega. Kuulmistundlikkust mõõdetakse kuulmislävena, mille all mõeldakse nõrgimat vaevu tajutava tooni või helikogumi taset. Kuulmislävevääratus teatatakse vastavalt standardile kuulmistasemena (dB HL), mille võrdlusväärtuse põhjaks on normaalne kuulmislävi ja mis erineb keskmistel sagedustel umbes

10 dB helirõhutaseme võrdlusväärtusest (ISO 389). Kuulmistundlikkus mugandub pidevalt keskkonna helitasemega. Vaikuses, kui keskkonna helitase on nõrk, paraneb kuulmistundlikkus mõne dB võrra. Kui keskkonna helitase on tugev, kuulmistundlikkus halveneb. Muutuse suurus (isegi mitu dB) sõltub keskkonna helitasemest.

Teisest küljest on kuulmissüsteem valikuliselt tundlik. Selle eraldamisvõime põhineb võimalusel eristada helisid nende elamusomaduste nagu helikõrguse ja -tugevuse põhjal ning võimel helisid ära tunda meie õpitud helikujutüüpide põhjal. Näiteks eristame eri täis- ja kaashäälikuid vastavalt oma keele häälikurühmadele, tunneme ära tuttavate inimeste hääli ja tüüpilisi keskkonna helisid, nagu uksekella ja telefoni, masinate, looduse ja muusikariistade helisid.

Kolmas kuulmissüsteemi eraldamisvõime põhineb heliallika suuna ja asukoha eristamisel, mis eeldab piisavat kuulmisvõimet mõlemas kõrvas.

Vaikus on helide elamusmaailmaga seotud taju seisund. Ümbritsev helimaailm ei ole akustiliselt kunagi täiesti hääletu. Kõrva ja aju kuulmissüsteemis käib alati põhitegevus, mida võime kuulda helina — pinisemisena. Vaikus eeldab õpitud oskust juhtida tähelepanu eemale keskkonna nõrkadest helidest ja kuulmissüsteemi oma põhitegevuse helist.

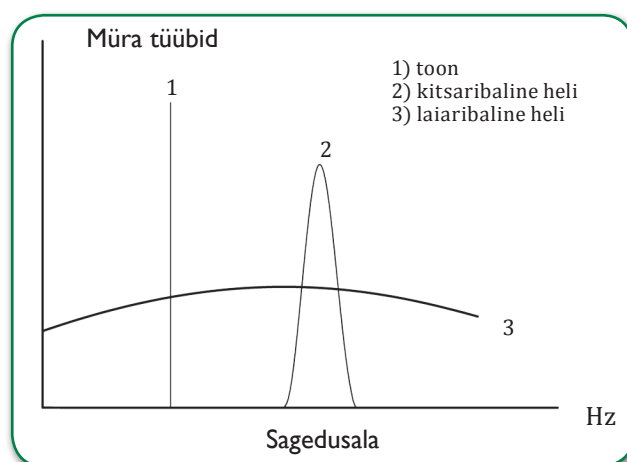
2.2 Heli/müra akustilised omadused

Müra akustiline kujutamine on heli kujutamine. Heli füüsikalised põhiomadused on heli sagedus, helirõhk ja heli ajalised piirangud nagu kestus. Heli on vaheaines (tavaliselt õhus) lainetena edenev võnkumine. Kui see on katkendlik, näitab selle sagedus võnkumiste või faaside arvu ajaühikus. Vastav ühik on Hz (herts, $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$). Võnkumise ulatust/tugevust mõõdetakse rõhu muutustena. Helirõhu ühik on paskal ($\text{Pa} = \text{N}/\text{m}^2$). Kuna kuulmisala helirõhk varieerub mitme miljoni kordselt, kasutatakse helirõhu asemel suhtelist logaritmilist suurus — helirõhutaset — mille ühik on detsibell (dB). Selle võrdlusväärtus on $20 \mu\text{Pa}$.

Eraldiseisvaid ja eri heliallikaile omaseid helisid kujutatakse kahel viisil. Ühest küljest näidatakse määratud ajahetkel heli/müra helirõhutaset eri sagedustel (sagedusspekter). Teisest küljest võidakse näidata helirõhutaseme muudatusi aja jooksul, arvates kaasa heli kõik kuuldav sagedused. Esimeses kirjelduses on seega muutujaks sagedus, mis tavaliselt märgitakse ka logaritmiliselt (tavaliselt oktaavideks jagatult), teises aga aeg.

Nende kirjelduste põhjal võib keskkonna helid liigitada sageduse põhjal laia- ja kitsaribalisteks (joonis 2.1). Näiteks nn valge müra on laiaribaline. Selle helirõhutaseme püsib kõigil sagedustel samana. Kitsaribalises helis keskendub helienergia piiratud sagedusribale, mille võib määratleda keskmise sageduse ja ribalaiuse (või ülemise ja alumise piirsageduse) abil. Kui heli moodustub vaid ühest sagedusest, nimetatakse seda tooniks. Heligeneraatori toodetud kunstlikku tooni kasutatakse kuulmise uurimisel. Kõik muud helid on siduvad helid, sisaldades mitmeid sagedusi erinevatel, iga hetkega vahetuvatel helirõhutasemetel. Siduva heli kogutugevuse määrab selle eri tasemete osakaal kogu hääletasandis. Kõik meie elukeskkonna helid on siduvad helid.

Helisid aja suhtes liigitades jagatakse need lühi- ja pikaajalisteks. Lühiajalist (alla 1 s) heli kutsutakse impulssheliks. Impulsshelisid põhjustavad löök, kolksatus, lask, paugatus ja plahvatus. Nende sagedussisu võidakse analüüsida akustiliste mõõtmiste abil. Lühiajaliste ja kiiresti



Joonis 2.1 Heli/müra ribalaiuse graafik, helirõhutaseme (püsttelg), sagedus (horisontaaltelg); 1) toon, 2) kitsaribaline heli; 3) laiaribaline heli.

muutuvate tasemetega häälte helirõhutaset võib mõõta sobivate ajakorrektsioonide abil (vt ptk 2.3).

Meie keskkond ei ole kunagi täielikult vaikne, kuna meie ümber on alati nõrk taustaheli, kohin, lärm, müra. Üksikute helide eristamine taustmürast sõltub häirivuskaugusest (mürakaugusest), mis annab taustmüra ja eristatava heli helitasemete vahe (signaal-kohin-suhe) dB ühikuna.

2.3 Heli/müra mõõtmine

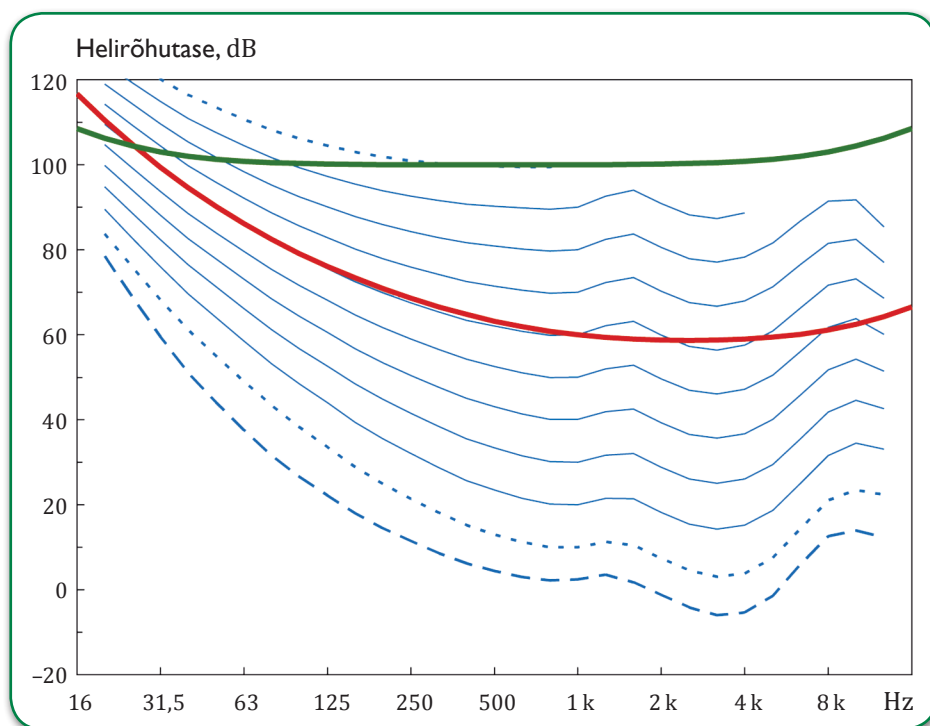
Heli/müra mõõtmisel tuleb arvesse võtta mitmesuguseid tegureid, sh

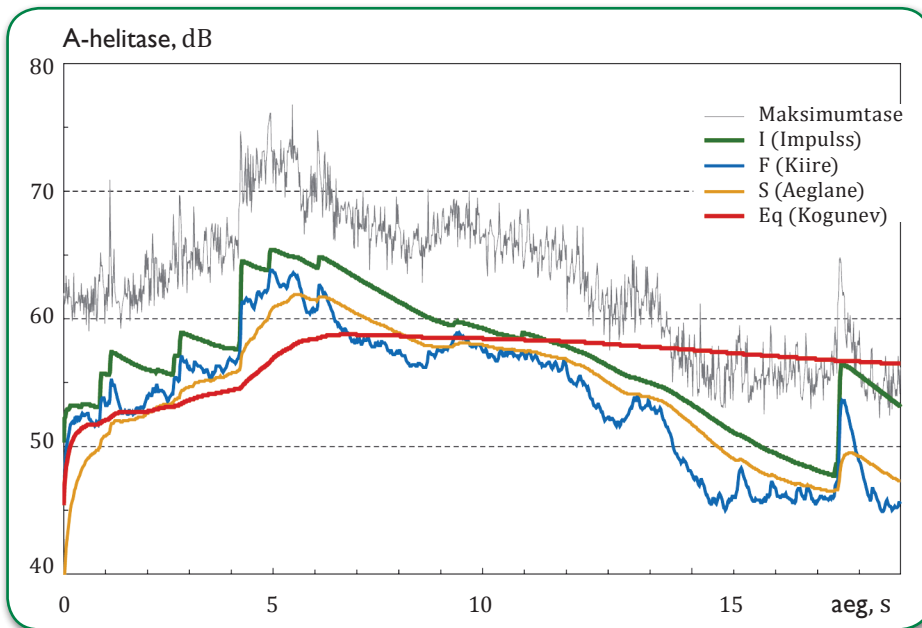
- heli/müraallika tüüp,
- kuulja/objekti/mõõtmispunkti kaugus heliallikast,
- mõõtmispunkti asukoht peegeldavate pindade suhtes,
- mõõtmishetk ja mõõtmise kestus,
- mõõtmisel kasutatud sagedus- ja ajarõhutused,
- mõõtmiste arv ja nende esinduslikkus müraallika ja uuritava mõju seisukohast.

Neid tõsiasi käsitletakse teistes selgitustes ja juhistes. Vahel vajatakse helitasememõõdiku (müramõõdiku) kõrval ka teisi mõõtmisvahendeid näiteks sagedusanalüüsi ja -spektri ning järelkaja-aja mõõtmiseks.

Kuna heli/müra tugevus oleneb heli sagedussisust, võetakse mõõtmisel arvesse eri sagedusega osahelide suhteline tähtsus. Kui kõik sagedusribad võetakse arvesse samaväärtuslikena, on tegu lineaarse helirõhutase mõõtmisega. Kuna kuulmissüsteemi tundlikkus väheneb (kuulmisläve väärtus helirõhutaseks kasvab) sageduse alanedes, ei anna korrigeerimata helirõhutase mõõtmine sellist ettekujutust heli tugevuse kohta, mis vastaks selle helitugevusele/kuuldavusele. Seetõttu korrigeeritakse eri sagedusi erinevalt ja kasutatakse standarditud korrigeerimisgraafikuid (joonis 2.2, IEC 61672-1). Selle alusel modelleerib A-korreksioon normaalse kuuldavuse sagedusest sõltuvaid tundlikkusvahesid umbes 60 fooni helitugevustasemel. C-korreksioon on enam-vähem sagedusest sõltumatu kesksagedustel umbes 100 fooni tasemel. Viimast võib kasutada muuhulgas tugevate impulsshelide mõõtmisel. Kahe või rohkema samaaegse eraldi heliallika antava kogutaseme võib välja arvutada logaritmiliste arvutusreeglite järgi.

Joonis 2.2 Kuulmismeele standardiseeritud „tavalised“ muutumatud helikaared toonsageduse funktsioonina (ISO 226:2003). Alumine katkendjoon on kuulmiskünnis. Kõige kõrgem 100 fooni kaar on ära märgitud punktiirjoonega, sest heliinfo on piiratud. Pildile on märgitud ka A- ja C-korreksioonid (A – punane, C – roheline) (IEC 61672-1) (Lahti, 2006).





Joonis 2.3 Näide erinevatest A-helitasemetest aja funktsioonidena, A-helitate (püsttelg), aeg (horisontaaltelg): A-kõrgeim helitate L_{Apeak} , liikuv A-helitate $L_{A(t)}$ ajarõhutusega S, F ja I ning kogunev keskmine helitate L_{Aeq} . Heli: killustikukoorma mahakallutamise müra ehitusplatsil (Lahti, 2006).

Lisaks sageduskorrektsioonile tuleb valida ajakorrektsioon (joonis 2.3). Vastavalt standardile annab ajarõhutus S (*slow*) helitaseme (näiteks L_{AS}) keskmise väärtusena 2 s pikkusel perioodil. F (*fast*) märgib samas helitaset (näiteks L_{AF}) 250 ms ajal. Kolmas, varem kasutatud ajarõhutus on I (impulss), mille ajastandard on 35 ms. Hetkeline kõrgeim helitate (L_{Apeak} või L_{Cpeak}) saadakse seadistusega „peak”. See aga pole ajakorrektsioon.

Tavaline heli/müra tugevust kirjeldava A-helitaseme mõõtühik on dB. Kuna varem on kasutusel olnud ka teisi korrigeerimisgraafikuid, on tavaks olnud kasutada vormi dB(A). Samamoodi tuleks ära näidata ka kasutatud ajakorrektsioon, mille valik sõltub müraallikast. Kui A-helitaseme juures kasutatakse ajakorrektsiooni, sobib see ühtlase müra ja ka maksimaalse helirõhutaseme (L_{Amax}) mõõtmiseks, mis on mõõtmise ajal valitsenud kõrgeim A-helitate.

Tavalisim vahelduva keskkonnamüra tugevust kirjeldav suurus on keskmine helirõhutate (samaväärne jätkuv helitate, ekvivalenttase, L_{Aeq} või vahel L_{Ceq}). See näitab keskmist helitaset vastavas ajavahemikus. Seda võib kasutada näiteks ühesuguste müraallikate häirivuse

omavaheliseks võrdlemiseks või selliste mürade võrdlemiseks, mis sagedussisult on samasugused, kuid mille ajalised variatsioonid on erinevad. See ei sobi väikese sagedusega müra ja väga kitsaribalise müra võrdlemiseks teiste müratüüpidega. Keskmisele helitasemele vastav suurus on heli ekspositsioonitase (L_{AE} või L_{CE}), mis kirjeldab ajaliselt piiratud helijuhtumi toodetud müraannuse taset. Heli ekspositsioonitase ühendab üheks mõõtühikuks lühikeste juhtumite maksimaalse helitaseme, kestuse ja arvu.

Müra mõõtmise ja hindamise hinnates on müra kahjulikkuse mõistes kesksed tegurid ka müra mõjumise ajaline kestus ja aeg ööpäevast, samuti võivad üksikute mürajuhtumite arv ja ajaline jaotumine olla olulised müra mõjude osas. Vajadusel tuleb arvesse võtta tasase laiaribalise müraga seotud impulsshelisid, tugevaid madalaid helisid, tugevaid toone või kitsaribalise helisid. Ühegi akustilise mõõtmisüsteemi või isegi mitmekülgse analüüsimisega ei ole võimalik võrdluskõlblikult kirjeldada kõigi müratüüpide „tugevust”, sest müra erinevaid kahjulikke mõjusid vaadeldes tuleb mürafüüsiliste omaduste kõrval arvesse võtta ka muid tegureid.

Siiski on püütud arendada erinevaid akustilistel mõõtmistel põhinevaid tegureid, mis võtaksid arvesse või rõhutaksid müramõjude erinevust. Nende hulka kuulub näiteks helitaseme varieerumisega arvestav viis näidata tugevate tasemete osakaalu protsentidena mürasaaste ajast püsivustasemena nagu L_1 , mis märgib taset, mis ületatakse 1% mõõtmisajast. Päevase ja öise müra keskmist helitaset märgitakse kui L_{DN} . Varem on kasutatud muuhulgas ka müra häirivust kirjeldavaid jaotusnumbreid nagu NNI (*Noise and Number Index*) ja NPL (*Noise Pollution Level*), mis määratleb nn mürahäirivustaseme LNP keskmise helitaseme histogrammjaotuse põhjal. Mitmete eri mõõtühikute kasutamine raskendab müra mõju uuringute võrdlemist, mistõttu oleks soovitatav kasutada tavalisi sageduskorrigeeritud keskmisi helitasemeid ja aegkorrigeeritud helitasemeid.

Müra uurimisel hoonete keskkonnas, eelkõige siseruumides, on tihti vaja mõõta ka ruumi kõlavust. Müraallikast kiirgav heli jõuab kuulajani mitte ainult otse, vaid ka peegeldusena seintelt, laelt ja põrandalt ning teistelt ruumis olevatelt pindadelt. Kui kõnealused pinnad on kõvad ja peegeldavad helilaineid hästi, võib kuulaja tajuda heli/müra kõlamist pikalt. Kõlavust mõõdetakse järelkõlakestusena, mille all mõeldakse aega, mil impulssheli tase nõrgeneb 60 dB-ni. Kõlavusel on eriliselt suur tähtsus kõne eristamisvõimele.

2.4 Keskkonnamüra allikad

Meie elukeskkonnas on suur hulk eri heli/müraallikaid. Eespool nimetatud määratluse alusel võib põhimõtteliselt iga heli olla müra, kui see häirib või kui see mõjub kahjulikult organismi funktsioonidele või kahjustab organeid. Siinkohal ei käsitle me töökoha müra. Küll aga võib ühe isiku jaoks tüüpiline töökoha müra olla teise jaoks keskkonnamüra. Samuti erineb heli/müra mõju vastavalt sellele, kas seda tekitab enda või teiste tegevus. Sellega seotud võimalus kontrollida ja ennetada müra võib olla võtmetähtsusega kõnealuse heliallika liigitamisel müraks.

Tabelis 2.1 on loetletud näiteid tavalisematest keskkonnamüra allikatest ja tüüpidest. Igal neist on tüüpilisi omadusi mitte ainult akustilistel mõõtmistel, aga ka ööpäeva aja, kestuse, korduvuse, regulaarsuse, levimise, tähenduse ja kontrollitavuse osas. Eri müraallikatega seotud probleemid võivad kuuluda eri ametkondade pädevusse.

Tabel 2.1
Näiteid keskkonnamüra allikatest.

Liiklus	Teeliiklus Raudteeliiklus Lennuliiklus Veeliiklus (ka mootorpaadid ja skootrid) Mootorkelgud
Tööstusmüra välitingimustes	Tööstusasutused Elektrijaamad (ka tuuleenergiajaamad) Karjäärid ja killustikutehased Ehitus
Elukeskkonna müra	Konditsioneerid Liftid Kodu- ja aiamasinad Naabrite lärm ja löögimüra Enda tekitatud müra (kõne, laste nutt, televiisor, raadio, muusikariistad, mööbel, ukсед, ka löögimüra)
Vaba aja müra	Motosport Tulirelvad ja lasketiirud Vabaõhuüritused Restoranid, diskod Harrastusvahendid ja mänguasjad Ilutulestik
Loodus	Tuul, kosed, äike Loomad

3 Mürä häirivus

Keskkonnamürä tavalisim kahjulik mõju on selle häirivus (soome keeles *häiritsevyys*, inglise keeles *annoyance*, rootsi keeles *störning*, prantsuse keeles *la gêne* ja saksa keeles *Belästigung*). Häirivuse all mõeldakse tegurit, mida üksikisik või rühm tajub negatiivsena, ebameeldivana ja soovimatuna (WHO 1980). Seega on see subjektiivne, muljelaadne negatiivne tundmus, kogemus, mis ilmneb mürasaaste ajal, pärast seda või eeldatavale saastele eelneval perioodil. Eri keeltes tavakasutusse kinnistunud sõnade tähendus ei kata täielikult häirivuskogemust, vaid seda täiendatakse teiste sõnadega (inglise keeles näiteks *nuisance*, *disturbance*, *unpleasantness*, *dissatisfaction*, *interference*, *irritation*, *displeasure*, *vexation*). Sobivaks määratluseks võib olla ka häiriva mürä vaatlemine helina, mis haarab tahtmatult meie tähelepanu, ehkki me ei tahaks jääda seda kuulama. Häirivus kirjeldab ka reageeringut ebameeldivale helile.

Psühhoakustikas käsitletakse häirivuse suhet heli füüsikalistesse muutujatesse, eelkõige müraks liigitatud heli tasemesse. Suhe sarnaneb helitugevuse ja mürarikkusega (ptk 2.1). Mürarikkus oleneb muudest akustilistest muutujatest rohkem kui helitugevus. Häirivust mõjutavad lisaks helitasemele heli füüsiline sagedussisu ja ajalised muutujad, millele vastavateks elamusomadusteks on muuhulgas heli teravus, vaheldustugevus ja rämedus, heli kogetud negatiivsed ja ebameeldivad elamusomadused ning heli tähendus. Häirivuse ja ebameeldivuse (*discomfort*) vastandiks on heli meeldivus (*comfort*, *pleasantness*). Häirivus on seega individuaalselt kogetud subjektiivne tajumisomadus, mille mõõtmine ei ole võimalik akustiliste meetmetega, vaid eeldab mürale alluja oma häirivustugevuse või -astme hindamist. Häirivus on negatiivse kogemusena funktsionaalse puudulikkuse sarnane tegur, mida võib hinnata vaid selle kogeja ise (vt ptk 1.2).

Seega mõjutavad häirivust:

1. mürä akustilised omadused,
2. olukorra ja tingimustega seotud tegurid nagu mürä kogeja elutingimused ja sotsiaalmajanduslikud tegurid,

3. isiku oma võimalus mõjutada müräallikat (võrdle enda tekitatud mürä ja naabri tekitatud mürä) ja müräle alluja pooleliolevad toimingud (vt 4. ptk) ning
4. müräga seotud psühholoogilised tegurid, näiteks müräallika äratundmise võimalus ja suhtumine müräallikasse, ning nendega kaasnevad eelarvamused ja hirmud.

Eespool nimetatud muid kui akustilisi tegureid nimetatakse muutuvateks teguriteks. Need on üks põhjus, miks mürä helitugevusele ja häirivuse astmele ei ole üldkehtivat annus-vaste suhet. Suurte elanikkonna uurimuste väljavõtete puhul erinevate muutuvate tegurite mõju siiski tasandub, mistõttu keskkonnamürä kahjulikke mõjusid hinnates võib lähtepunktina teatud tingimustel kasutada teadlaste tõendatud annus-vaste suhete keskmisi väärtusi.

Kuna häirivus omalt poolt lisab eri organite funktsioonides täheldatavaid muutusi, aetakse need igapäevases keeekasutuses hõlpsasti segi häirivusega. Need on uinumise, lõõgastumise ja une (ptk 4.1), keskendumise ja teiste kognitiivsete toimingute (ptk 4.2), kuulmise ja suhtlemise (ptk 4.3) ning organismi vegetatiivsete funktsioonide (ptk 4.4) häired. Pole muidugi välistatud, et häirivustundmus ja eelpool nimetatud funktsioonide häired mõjutaksid üksteist, kuid häirivus mürä põhjustatud tundmusena esineb loomulikult ka siis, kui asi ei seisne mõjus unele, kognitiivsele sooritusvõimele, kuulmismeelel tuginevale suhtlemisele või organismi vegetatiivsetele funktsioonidele.

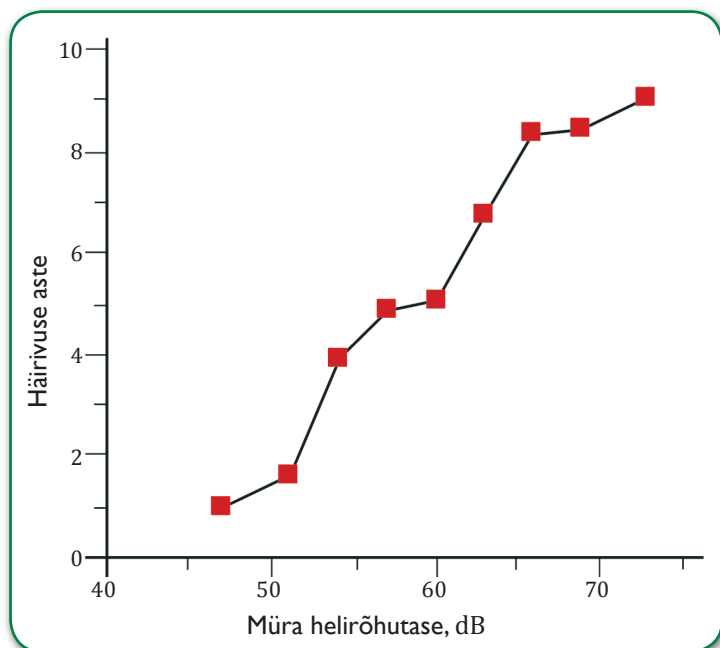
3.1 Mürä häirivuse mõõtmine ja hindamine

Mürä häirivust võib hinnata vaid psühhoakustiliselt üksikisiku või rühma tasandil. Hinnangu võib läbi viia laboratooriumis, kus saab täpsemalt kontrollida mürä helitaset ja selle muid akustilisi muutujaid, või väliuuringuna. Uurimuses hindavad mürä kuuljad ise häirivuse astet ja teatavad kokkulepitud viisil selle tugevusastme. Selleks kasutatakse kokkulepitud sõnalist kirjeldust (näiteks „mitte“, „veidi“, „suhteliselt“, „väga“ ja „eriti“ häiriv, ingliskeelse soovitusel järgi: „not at all“, „slightly“, „moderately“, „very“, „extremely“), arvulist hinnangut 11 tugevusklassis (0–10) või muud väljendust nagu joone pikkuse hindamist (*Visual Analogue Scale, VAS*), mis kirjeldab suhtelist mürä häirivuse tugevust/hulka. Häirivuse tugevust kirjeldavate sõnade täpne tähendus eri keeltes võib olla erinev. Inglise keeles vastab „slight“ arvulisele väärtusele 1, „moderate“ – 5, „very“ – 8 ja „extreme“ – 10. Rahvastiku tasandil läbiviidavat uurimust puudutav soovitus on kirjas dokumendis ISO/TS 15666:2003.

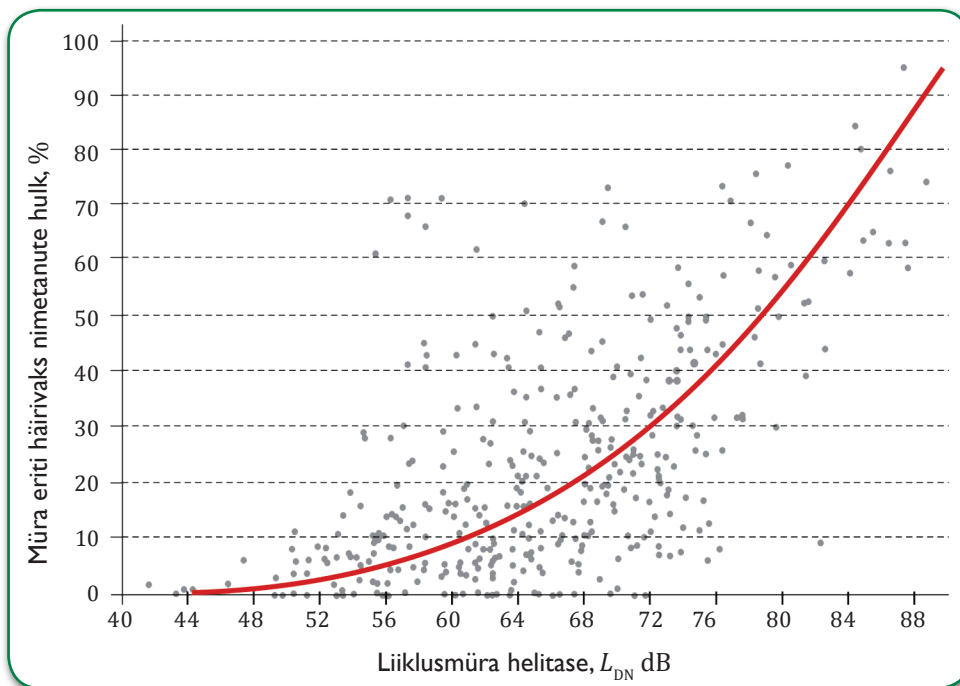
Häirivuse individuaal- või rahvastiku-uurimuse eesmärk on saada annus-vaste suhe, mis näitab häiri-

vuse tugevuse suhet esmajoonel mürä helitasemesse. Mõõdetud annus-vaste suhted näitavad häirivuse astme kasvamist monotoonselt (samas suunas pidevalt muutuvana), kui helitase suureneb joonisel 3.1 näidatud psühhofüüsilise funktsiooni järgi, mis kirjeldab vaste tugevuse muutumist mürä tugevuse muutumisel. Nõrka häirivust võib esineda juba 20 dB A-helitaseme juures ning see saavutab suurima tugevuse 70–80 dB tasemel. Kuna annus-vaste suhe on monotoonne ja ilma selgete ebalineaarsete murdekohtade ja lavedeta, ei ole nende põhjal võimalik keskkonnamüräle piirarve määrata. Annus-vaste suhte eespool kirjeldatud uurimus eeldab lisaks mürä helitaseme muutmisele kõnealuse helitasemepiirkonna piires ka müräna kogetud heli muude akustiliste muutujate kontrollimist kõnealuse mürä heliallika osalt.

Küsitlustes uuritakse tavaliselt häirivuse tavalisust rahvastiku hulgas määratletud häirivuse astete abil (näiteks eriti häirivana kogetud) mõõdetava mürä helitasemete suhtes, mille tulemusel saadakse psühhomeetriline funktsioon, mis näitab määratud kriteeriumile vastava vaste esinemist uuritud rahvastikurühmas mürä tugevuse muutudes (joonis 3.2). Saadud rahvastikuvaste suhe mürä helitasemesse on samuti ühtlaselt kasvav ega anna eriti pidepunkte piirarvude jaoks. Mürä mõju uurimu-



Joonis 3.1 Häirivuse psühhofüüsilise annus-vaste suhte graafik, kus häirivuse aste (püsttelg, skaala 0–10) kasvab mürä helirõhutase (horisontaaltelg) kasvades (Lambert & Maurin, 1988).



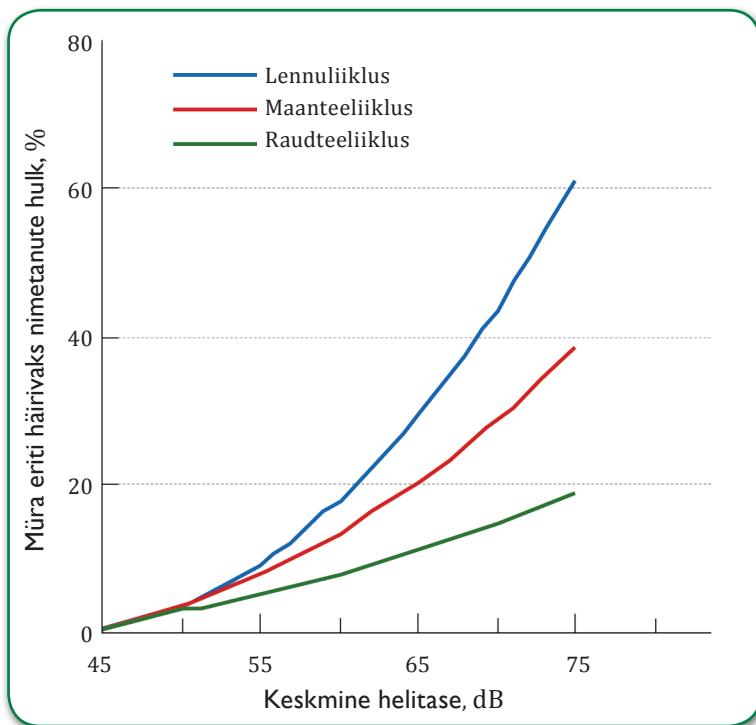
Joonis 3.2 Müra eriti häirivaks nimetanute hulk (püsttelg) liiklusemüra tugevnedes (horisontaaltelg) (Fidell jt, 1991).

ses tuleb kõne alla kas määratletud müraallikas või elukeskkonna kogu müra, millisel juhul pole sellest võimalik eristada eri müraallikaid. Samuti tuleb küsitluses määratleda müra aeg (päev, öö, aasta-aeg, kindlad päevad, nädalad või kuud) ja müra kogukestus (kui mitu aastat). Samasse küsitluse kaasatakse tihti ka teisi müra all kannatajate olukorda mõjutavaid seiku, nagu müra põhjustatud puhkeaja, uinumise või une häired ning suhtlemise raskenedamine ja sooritusvõime nõrgenedamine.

Individuaalsed erinevused häirivuse osas on suured. Müra häirivana kogevate hulgast on osa eriti müra-tundlikud. See on individuaalne psühhofüüsiline omadus, mille olemust on viimasel ajal hakatud paremini mõistma (7. ptk). Muidu võib individuaalseid erinevusi seletada mürale allujate olukorra, tingimuste ja hetke-tegevusega seotud seikadega. Uurimuste järgi seletab ainuüksi müra helitase umbes viiendikku häirivusest. Seetõttu on möödapääsmatu, et häirivus kaardistatakse vastavalt olukorrale müra poolt mõjutatute oma vastuste põhjal ja selle hindamise piisavalt usaldusväärseks aluseks ei saa olla vaid helitaseme mõõtmine.

Keskkonnamüra häirivust vaadeldes kasutatakse müra füüsilise tugevuse määramiseks tavaliselt keskmist helitaset (L_{Aeq}), mis sobib hästi näiteks suhteliselt tasase ja laiaribalise liiklusemüra mõõtmiseks. Kui tegemist on mitme eri müraallikaga, võib kasutada Zwickeri esitatud mitme heliallika põhjustatud kogumüra hindamismeetodit (ISO 532B). Praktikas on tugevaima (domineeriva) müra helitase tihti määrav kogumüra hindamisel. Kuna häirivus sõltub ka müra allikast ja olemusest, ei anna helitaseme arvesse võtmine üksinda õiget pilti. Näiteks häirib lennukimüra rohkem kui teeliikluse müra, mis omakorda on häirivam kui raudteeliikluse müra, ehkki neil võib olla sama keskmine helitase (joonis 3.3).

Müra kõrgeimate tasemete mõõtmine (L_{max}) kirjeldab impulsiiladset müra, näiteks lasketiirumüra häirivuse hindamisel. Ka teistes kontekstides, näiteks liiklusemüra vaadeldes, võivad maksimumtasemed kirjeldada müra häirivust paremini kui keskmine hääletase.



Joonis 3.3 Lennu-, maantee- ja raudteeliikluse müra häirivus. Väga häirivaks nimetanute osakaal (püsttelg), mürasaaste (horisontaaltelg) (Miedema & Vos, 1998).

Lisaks müra helitaset kirjeldavatele näitajatele mõjutavad häirivust ka teised müra sagedusspektriga seotud muutujad, ehkki alati ei ole võimalik kasutada lihtsat mudelit nende mõõtmiseks, hindamiseks ja arvesse võtmiseks (näiteks sobiva normühiku leidmiseks või korrigeerimisväärtuse kasutamiseks). Müra kitsaribalisus suurendab tihti häirivust, nii et keskmisele helitasemele lisatakse parandustegur 5 dB. Tugev, väikese sagedusega müra ja tärin tekitavad häirivust, mida võivad tugevdada rõhuv tunne kõrvas ja kõne kuulmispõhise eristusvõime tavalisest tundlikum. C-korrigeeritud helitaseme mõõtmine on tihti vajalik madala sagedusega müra tuvastamiseks (vt joonist 2.2).

Müra esinemise aega tuleb arvesse võtta näiteks öise müra häirivuse hindamisel. Öist müra kogetakse häirivamana kui päevast, mis viitab sellele, et häirivus sõltub ka häirivuskaugusest, samal ajal kui keskkonna ülejäänud helitase on öösel madalam.

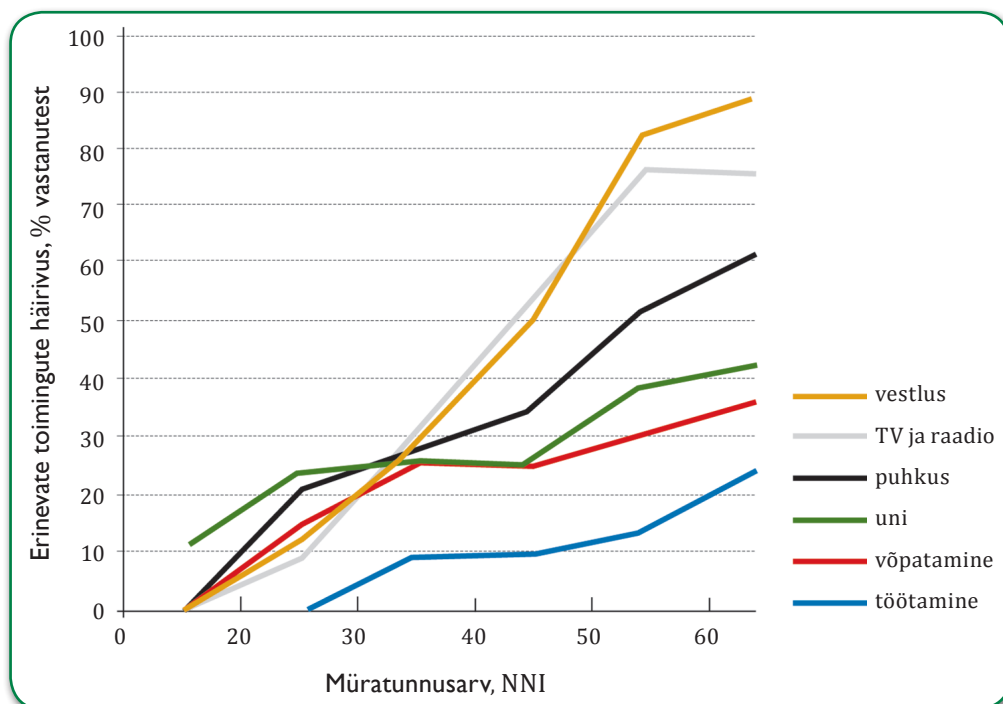
Vahel on vaja võtta arvesse ka mürajuhtumite arvu. See mõjutab häirivust eelkõige siis, kui mürajuhtumeid on harva. Kui mürajuhtumeid on ööpäeva jooksul

vähe ja need on ebaregulaarsed, ei ole keskmine helitase üksinda enam sobiv viis müra häirivuse ja selle mõju kirjeldamiseks.

3.2 Müra häirivusest tulenev kahju

Nii nagu haiguse põhjustatud funktsionaalne puudulikkus põhjustab kahju, on müra häirivusel kahjulikke mõjusid isiku sooritus-, töö- ja tegevusvõimele ning elukvaliteedile (joonis 3.4). Tegevusvõime alanemine võib halvimal juhul halvendada toimetulekut ja elatustaset ning aidata kaasa marginaliseerumisele.

Eespool on juba tõdetud, et kogetud häirivus võib suurendada müra kahjulikke mõjusid unele, sooritusvõimele ja suhtlemisele. Organismi füsioloogiliste funktsioonide muutustel võib olla häirivust suurendav toime. Häirivus võib samuti lisada stressi ja sellest tulenevaid



Joonis 3.4 Lennukimüra häiriv mõju eri tegevustele, vastanute teatatud häirivus (püsttelg), müra tase (horisontaaltelg) (Grandjean jt, 1973).

tervisele kahjulikke mõjusid, muuta organismi vastuvõtlikuks häiretele ja suurendada haigestumist (4. ptk).

Häirivus võib kahjustada ja teravdada inimsuhteid. Agressiivsuse lisandumine ja teistega arvestamise ja nende aitamise soovi vähenemine on iseloomujoon, mille tekkimist on mitmetes uurimustes seostatud häiritusega.

3.3 Meetmed häirivuse vähendamiseks

Müra all kannatajad vähendavad häirivust näiteks akende sulgemise, tubade ümberpaigutamise ja meeldivana kogetud peiteheli kasutamisega. Mürarikastest piirkondadest soovitakse sageli ära kolida. Elanikud kaebavad müra üle ka ametiasutustele. Müra võib seega mõjutada elamukinnisvara hinna kujunemist, millel võib olla üpriski laialdasi majanduslikke ja sotsiaalseid mõjusid.

Ametiasutused võivad häirivust vähendada maa kasutuse ja planeerimise meetmete kaudu, maantee- ja raudteeliikluse müra tase ning hoonete helikindluse ja projekteerimise parandamisega. Viimatimainitud ei ole aga alati soovitud tulemust, sest osa elanikest hoiab ikka aknaid lahti ning ehituskvaliteet ei vähenda müra helitaset ja selle häirivust rõdul, terrassidel ja hoovides. Tõrjetegevust on kirjeldatud laiemalt 9. peatükis.

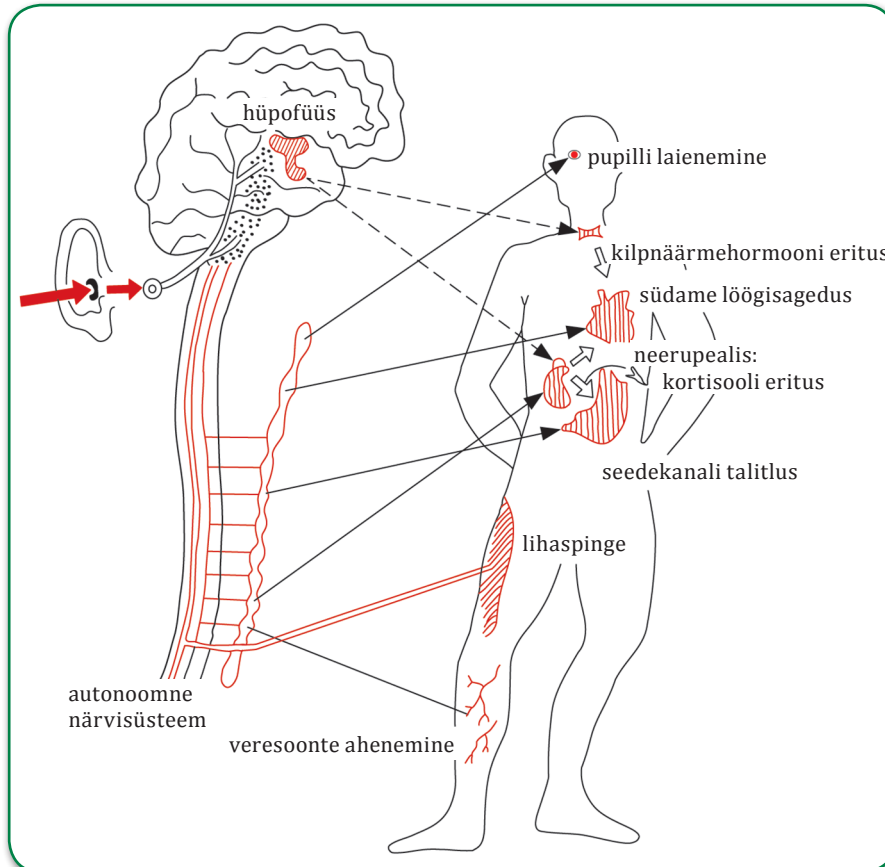
4 Füsioloogiline mõju

Nagu 1. peatükis rõhutati, saab müra tekitatud terviseprobleeme uurida samal viisil kui muid välistest või sisemistest põhjustest tingitud haigusi, s.t elundite ja kudede ehituse muutuste ning füsioloogiliste elutegevuse häirete kaudu, mida saab füsioloogiliste mõõtmiste abil tõestada. WHO klassifikatsioonis nimetatakse neid kahjustusteks. Funktsionaalsed kahjustused omakorda toovad kaasa igapäevase töö ja tegevuse häirituse. Nende liiki ja raskusastet võib hinnata ainult kannatanu ise. Näiteks võib müra elutegevust kahjustada sel viisil, et raskendab magama jäämist ja väljapuhkamist. Neid kahjustusi saab tõestada ka mõõtmise abil, kuid müra tekitatud unehäiret võib ainult vastav isik ise hinnata tegevuse kahjustuseks. Tegevuse kahjustus võib omakorda halvendada asjaomase isiku sooritus- ja töövõimet, nõrgendada õppimis- ja koolitusvõimalusi, raskendada inimestevahelist ja sotsiaalset suhtlemist, alandada palgataset, halven-

dada elutingimusi, põhjustada tõrjutust ning suurendada haigestumis- ja õnnetusriski. Need tagajärjed loetakse WHO klassifikatsioonis häireteks.

Müra/heli avaldab füsioloogilistele talitlustele mõju kuulmissüsteemi kaudu. On selge, et müra saab füsioloogilisi talitlusi häirida vaid siis, kui seda kuulatakse ja tajutakse. Kuid ka väga madala sagedusega ja infraheli alasse kuuluv müra võib tugeva värina ja rõhumuutustega tekitada füsioloogilisi talitlushäireid. Ka väga tugev ja ultraheli alasse kuuluv müra võib mõjutada elutegevust. Sel juhul toimub mõjutamine muude aistimis- ja elundisüsteemide kaudu kui kuulmine.

Kuulmissüsteemi (kõrva ja kesknärvisüsteemi kuulmisteede) kaudu edasi kantavad mõjutused põhinevad kesknärvisüsteemi kuulmisteede arvukatel ühendustel motoorsete, kognitiivsete ja vegetatiivsete keskustega



Joonis 4.1 Skeem heli- ja müra mõju füsioloogilistele talitlustele (Ising & Rebertsch, 1993).

(joonis 4.1). Need juhivad elutegevust neuraalse (närvid ja osaliselt lihased) või humoraalse (sisenõristusnäärmed) regulatsiooni teel. Kuna inimene on tervik, milles eri organite talitlused mõjutavad üksteist, ei saa ühtki tegevust uurida teistest täiesti sõltumatuna. Samuti võib siin käsitletavaid füsioloogilisi talitlushäireid mõjutada kogitud häiritus (3. ptk) ja häiritust omakorda võivad mõjutada füsioloogiliste talitluste muutused. Nii nagu häiritust võivad eri isikud tunda vägagi eri viisil, esineb ka füsioloogilise elutegevuse mõjutuste suhtes märgatavalt individuaalseid erinevusi, mida 7. peatükis käsitletakse eri muutujate seisukohalt.

Müra on üks välistegureid, mis soovimatuna, tuhevana, kestvana või korduvana võib tekitada stressireaktsiooni (vt ka joonis 4.13). Füsioloogiliselt on sellega hõlmatud retikulaarne aktiveeriv süsteem, mis võtab kesknärvisüsteemi kuulmisteelt ja teistest tajusüsteemidest vastu aktiveerivaid ärritusi. See mõjutab otsustavalt ähvardavate ja ohu eest hoiatavate tähelepanekute tekitatud reaktsioone, millega inimene kas püüab ohtu eemale tõrjuda või selle eest põgeneda (*“fight or flight”*). Kuulmine kaugemalt tulevaid signaale vastu võtva meelena, mis töötab 24 tundi ööpäevas, toimib häiresüsteemina. Väljastpoolt tulev heli/müra kutsus retikulaarses aktiveerivas süsteemis esile kõiki kesknärvisüsteemi tegevusi mõjutava erutuse (arousal), et hinnata ähvardavat ohtu ja kavandada vajalikke reaktsioone. Neuraalsete ühenduste kaudu toimivad motoorsed reaktsioonid kuuluvad nähtavate reaktsioonide hulka (osa 4.1). Stressiks muutub müra siis, kui isikul ei ole vahendeid selle tõrjumiseks. Stressireaktsiooni osa on tundlikuks muutumine konkreetse ärritaja suhtes, millega aktivatsioonireaktsioon ei kohane, ja tähelepanu keskendub sellele (osa 4.2). See toob kaasa füsioloogiliste talitluste muutused (osa 4.1, 4.4). Müra muutumine stressitekitajaks on lisaks akustilistele omadustele tingitud selle individuaalsest ja ühiskondlikust tähendusest.

Järgnevalt uuritakse täpsemalt müra tekitatud füsioloogiliste talitluste häireid, nende mõõtmise käigus leitud vastastikust suhet müra mõju all oleku määraga ning toimimishäireid ja kahju, mida nad inimesele tekitavad. Mõned füsioloogiliste talitluste muutused ilmnevad müra mõju all oleku ajal ja mõju lõppedes muutuvad taas normaalseks. Muutus võib normaliseeruda (adapteeruda), kui müra jätkub pikemat aega. Mõned füsio-

loogilised muutused kohanevad korduva heli mõju all olekuga. Pikaajaline mõju all olek võib tekitada järelmõju, nii et talitus on pikka aega või püsivalt ebanormaalne. Pikka aega kestnud talitlushäire võib isegi muuta elutegevuse korraldust nii, et kujunevad välja püsivad talitluste muutused, vähehaaval ka koekahjustused või muutused elundite või kudede ehituses, mis võivad tähendada haigestumise riski kasvu, haiguse puhkemist ja haiguskäitumist (6. ptk).

Allpool täpsemalt uuritavad füsioloogilise talitluste häired on rühmitatud järgmiselt:

- 1) närvitalitluste (neuraalsed) häired, millest olulisim on puhkuse, uinumise ja une häiritus (osa 4.1);
- 2) kognitiivsed häired, nagu keskendumise, sooritusvõime ja mälu halvenemine (osa 4.2);
- 3) keelelise kommunikatsiooni häired, mis on seotud kõne kuulmisega ja oma kõne produtseerimisega (osa 4.3);
- 4) vegetatiivsed häired, mis on seotud südame ja vereringeelundite tegevusega (osa 4.4).

Kui mõned eelpool mainitud füsioloogilised mõjud halvendavad või nõrgendavad tegevust, muutub müra mõju all olek stressitekitajaks, millele reageerides organism püüab leida vahendeid normaalse elutegevuse juurde tagasipöördumiseks ja organismile kahjuliku kurnatuse takistamiseks.

4.1 Müra tekitatavad närvitalitluste häired

Heli/müra tekitatud närvitegevus kandub kesknärvisüsteemi kuulmisnärvist ja keskaju kuulmiskeskusest lihastegevust suunavatesse keskustesse, muudesse tajusüsteemidesse (nägemis-, tasakaalu- ja kompimismeel) ja retikulaarsesse aktiveerivas süsteemi, mis kontrollib organismi ärkvelolekut ja erksust ning eri talitlusi. Seega tekitab sobiv heliline ärritaja lihasreflekse, muutusi muude tajusüsteemide tegevuses ning muutusi ärkvelolekus ja erksuses sõltuvalt sellest, milline ööpäevase rütmi faas toiminguks või tegevuseks nõutava sooritusvõime seisukohalt sel hetkel erksusolekus on, ja talitusmuutusi, mida kontrollib autonoomne närvisüsteem.

4.1.1 Lihasrefleksid

Piisavalt tugev ning eelkõige äkiliselt ja ootamatult alanud heli vallandab lihasrefleksid, mis oma põhiolemuselt on kaasasündinud. Need on näiteks võpatamine (startle) ning selle refleksikogumiku osana silmalaurefleks ja keskkõrvalihase refleks. Võpatades tõmbuvad mitmed keha ja jäsemete lihasrühmad reflektorselt kokku. Võpatamist kogetakse hirmutaolise tundena, mistõttu räägitakse ka ehmatuse-refleksist. Keskkõrvalihase refleks (M. stapedius'e refleksi) on võimalik mõõta kõrva akustilise reaktsiooni muutuse kujul. Seda menetlust kasutatakse kuulmissüsteemi uurimisel.

Kaasasündinud motoorsed kaitserefleksid tegutsevad kuulmissüsteemi kaudu toimiva hoiatussüsteemina, millel on eriti inimese bioloogilises evolutsioonis olnud suur tähendus. Osaliselt on kaitserefleksid mittespetsiifilised, need võivad vallanduda ka teiste meeleelundite ärritamisel. Nad vallanduvad juba siis, kui helitase ületab 70 dB, üksikutel helidel 100 dB, ja refleksireaktsiooni tugevus kasvab helitaseme kasvades. Refleksid kohanevad korduvate heliärritajatega kiiresti, aga reaktsioon saavutab taas normaalse tundlikkuse pärast piisavalt pikka pausi. Suuremal osal vaegkuuljatest püsib kaitsereflexi tundlikkus endisel tasemel kuulmisläve langemisest hoolimata. Võpatamine on seega normaalne reaktsioon tugevale, ootamatule helile/mürale (lask, plahvatus, pauk, hüüatus, üleheliikiirusega lennuk jne). Kuigi võpatuse iseenesest ei ole normaalsest kõrvalekalduv füsioloogiline reaktsioon, võib selle esinemine müras siiski häirida müra mõju all oleva isiku muud tegevust, näiteks täpsust nõudvat keskendumist või mootorset sooritust. Keskendumise nõrgenemine ja võpatamisega seotud tahtmatud äkilised liigutused võivad tekitada ohtliku olukorra.

Teine lihasrefleksikogum on lokaliseerimine ehk suundusrefleks, et määrata heliallika paiknemine vaatamise ja pea pööramisega ning keskendada tähelepanu helile. See saab alguse võpatamisrefleksist, sest on ju loomulik, et üritatakse kindlaks teha ohuna tajutud heliallika asukoht. Lokaliseerimise refleks kujuneb välja esimese eluaasta jooksul, kui see ilmneb ka nõrkade helide puhul. Kuna see tekib reaktsioonina mürale, võib seda lugeda häireks, sest müra allikas tõmbab

tahtmatult tähelepanu enda poole nii pea keeramise kui valvsuse keskendamisega.

Eelpool kirjeldatud motoorsed reaktsioonid põhinevad refleksiiivsel sidemel kuulmistee ja lihaste talitlust kontrollivate keskuste vahel. Kuulmistee närvikiudude ja lihaseid kontrollivate närvikeskuste vahel on üks või mitu vaheneuronit, mis talitluselt kuuluvad retikulaarsesse aktiveerivasse süsteemi. Seega võivad näiteks märgatavad ärkveloleku muutused reguleerida ka motoorseid kaitsereflekse, nagu näitab piirjuhtudel teadvusetute patsientide puhul ilmnev reflekside puudumine.

4.1.2 Puhkuse ja une häired

Kõiki inimese füsioloogilisi talitlusi iseloomustab ööpäevane une-ärkveloleku rütm. Lisaks tavalisele ööunele kuulub sinna ka puhkus ja lõõgastumine ööpäeva muudel aegadel või päevaajal magamine. Täpset piiri une ja ärkveloleku vahel ei ole määratud. Puhkamise, füüsilise lõõgastumise, uinumise ja magamise ajal kontrollib retikulaarne aktiveeriv süsteem nii mootorset kui vegetatiivset elutegevust. Lihaste lõõgastumine ja lihastoonuse vähenemine on selle oluline osa. Südamelõhkide sageduse, vererõhu, vere organismis jaotumise ning hingamise sageduse ja sügavuse muutused teevad uinumise võimalikuks. Normaalseks uinumiseks vajalikud tingimused on seotud nii valgus- kui helikeskkonnaga.

Müra tekitatava puhkuse, une, uinumise ja magamise häired on häirituse järel levinuim müra põhjustatud tervisekahjustus. Tugevad, korduvad või ebakorrapärased mürajuhtumid võivad raskendada puhkust, lõõgastumist ja uinumist. Need võivad äratada unest ja tekitada muid une kvaliteedi, selle faaside jaotuse, sügavuse ja kestvuse muutusi, mida on võimalik registreerida ja mõõta. Müra mõju all olemisest tingitud unehäirele on iseloomulik, et selle sümptomid, nagu unetus ja väsimus, kerkivad esile seoses müra mõju all olekuga ja vähenevad või lõpevad kohe või natuke aega pärast mõju lõppu. Kui keskkonnamürast tingitud une- ja uinumishäired on kestnud pikka aega, võib ilmnedu kahju tervisele, nagu töövõime halvenemine, õnnetusrisi suurenemine, suurenenud infektsioonirisk, vererõhu tõus ja südameinfarkti riski kasv (6. ptk ja osa 4.4).

Unega seotud füsioloogiliste sündmuste registreerimiseks ja mõõtmiseks on vaja kas laboratooriumis läbi viidud öise müra mõju uuringuid või vastavate seadmete kasutamist kodustes oludes. Mõõdetavate muutujatena võib kasutada aju elektrilist aktiivsust (elektroentsefalograafia, EEG), silmade liikumist (elektrookulograafia, EOG), lihaste pinget (elektromüograafia, EMG), keha ja jäsemete liigutusi ja magamisasendit (liikumisanduri- ga aktigraafia), neurovegetatiivsete vastetena hingamist, pulsisagedust, vererõhku, vere hapnikusisaldust ja ka kortisooli taset. Aju elektrilist aktiivsust analüüsides võib une kvaliteeti ja sügavust rühmitada eri faasidesse (tukastus S1, kerge uni S2, sügav uni S3 ja S4, kiire uni, rapid eye movements, REM). Sageli rühmituvad need unetsükli- tekts, mille pikkus on 70–110 minutit. Ka päevaajal ärk- vel olles vaheldub erksusolek 90-minutiliste tsükklitena. Kiire une ajal on müra põhjustatud ärkamise tõenäo- sus suurem kui teiste une faaside ajal. Mõned regist- reerimismenetlused võivad normaalset und häirida, aga mõningaid muutujaid, näiteks keha liigutusi, võib mõõta madratsi abil und häirimata ja ilma uuritava külge kinni- tatavate andurite või elektroodideta.

Muutusi saab kaardistada ka küsitluse abil, mil- les müra mõju all olev isik annab hinnangu kogetud häi- retele, nagu unumisraskused ja hiline mine, ärkamise määr, une kvaliteet ja hommikune väsimus. Tulemused on täpsemad, kui uuritav peab enepäevikut. Sellele vas- tavalt saab uuritava hinnangu põhjal kaardistada otse- seid või pikaajalisi kahjustusi, nagu väsimus, sooritus- ja töövõime halvenemine, meeleolu langus ja muutumine, ärrituvus ja mõju inimsuhetele, nakkusrisi suurenemine ja muud üldise haigestumuse muutused.

Kolmas rühm tagajärgi, mida küsitluses selgita- takse, on müra mõju all oleva isiku tõrjemeetmed müra tekitatavate unehäirete vastu, nagu kõrvatroppide kasu- tamine, unerohutude kasutamine, akende sulgemine, ma- gamistoa vahetamine elamu vaiksemale poolele, korteri või maja helikindluse parandamiseks mõeldud ehitusli- kud meetmed ja kolimine teise korterisse või elupiirkon- da ning ametivõimudele kaebuste esitamine müra kohta.

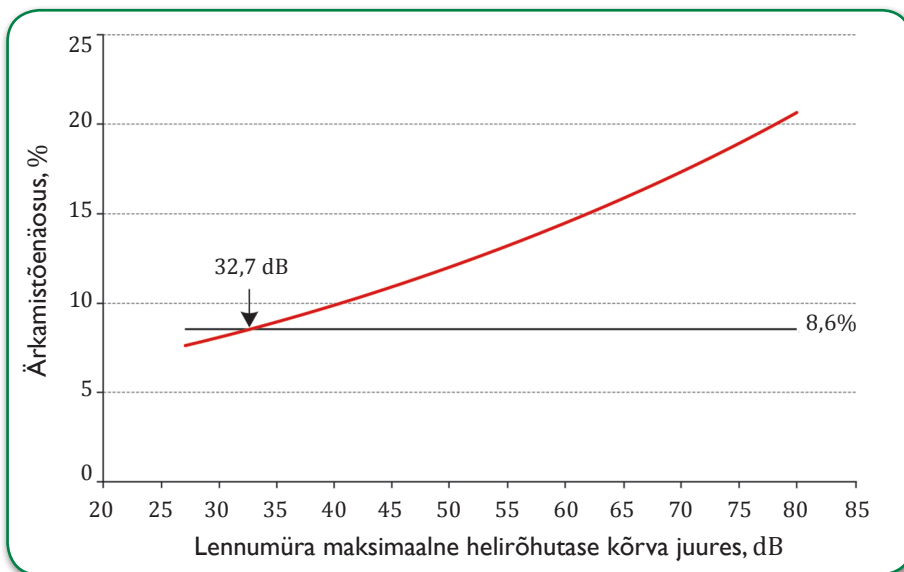
Müra põhjustatud unehäirete taseme-mõju su- het on uuritud eelkõige tee- ja lennuliikluse osas. Loo- mulikult on ka muu elukeskkonna müra, kliimaseadmete tekitatav müra ja isegi naabrite tekitatav müra praktikas

olulised müraallikad. Liikluse keskmine helirõhuta- se, maksimaalne helirõhutase ning mürajuhtumite hulk ja ajaline esinemine on müra muutujad, mida on selles seoses kõige rohkem kasutatud müra mõju all oleku tu- gevuse ja ajalise jagunemise kujutamiseks. Aga kasuta- miseks on esitatud ka muid eri aspekte rõhutavaid müra mõõtarve.

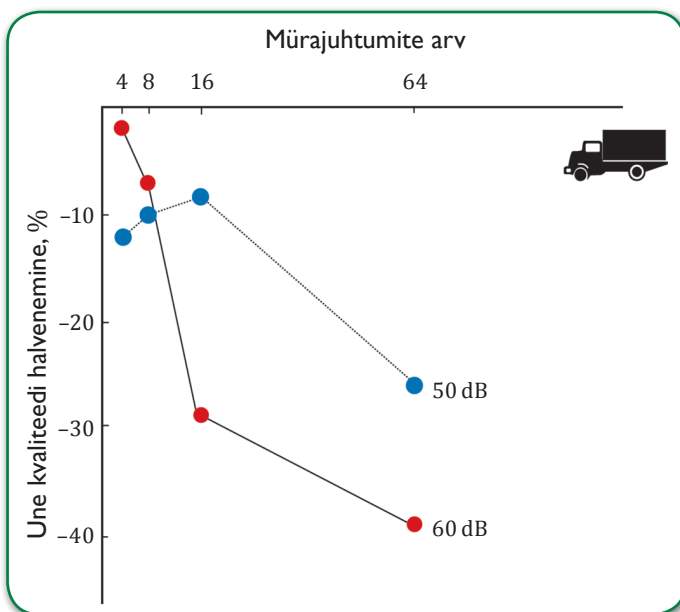
Nagu eespool tõdeti, annab une ajal toimuvate füsioloogiliste reaktsioonide registreerimine laboratoo- riumis või kodus teataval määral teistsuguse pildi tase- me-mõju suhtest kui inimese oma hinnang. Inimesel pole kõik lühikesed ööunest ärkamised meeles. Teisest küljest võib müra mõju all olnud isik tunda, nagu oleks ta olnud ärkvel “kogu öö”, kuigi tegelikult magas ta suu- rema osa ööst. Samamoodi pole inimene võimeline ise hindama või mäletama keha liigutusi. Registreerimine ei peegelda inimese isiklikku kogemust halvasti magatud ööunest ega sellele järgnenud hommikusest väsimusest. Une häiritust võib müra mõju all olnud isik ise hinnata palju pikema ajavahemiku ja eri müraallikate osas, samal ajal kui registreerimine on praktikas võimalik ainult pii- ratud ajavahemikus. Une kvaliteedile isiklikku hinnangut andes võib mõju “mõõta” ka numbriliselt või VAS skaalal (vt 3. ptk).

Taseme-mõju suhe väljendatuna ärkamise tõe- näolisuses või mõõdetuna une sügavuse nõrgenemises, kui müra tase tõuseb, võib alata tasemelt 3,5 dB (joo- nis 4.2). Laboratooriumitingimustes kasvab ärkamise tõenäolisus ühtlaselt kuni 100%ni tugevusel umbes 70– 80 dB. Enamik ärkvelolekuaegu kestab vaid mõne minu- ti, kestvus sõltub siiski müra helitasemest. Uneaegseid füsioloogilisi reaktsioone, nagu südame pulsisageduse muutumine, võib esineda juba 30 dB taseme juures, kuid nõrgema taseme puhul võivad need olla ka spon- taansed muutused ega ole tingimata põhjustatud müra esinemisest või taustmüra tasemest. Selgemad neurove- getatiivsed reaktsioonid ilmnevad siis, kui müra tugevus on tõusnud üle 45 dB. Une häirituse reaktsioonidest on kõige tundlikumad muutused, mis ilmnevad sügava une vähenemisel. Keha liigutuste lisandumist esineb samuti võrdlemisi kergesti. Ärkamine ei peegelda müra tekitat- tud unehäireid ühesuguse tundlikkusega.

Mürajuhtumite arvu suurenedes une kvaliteet al- guses langeb, aga kui mürajuhtumite hulk on suur, une



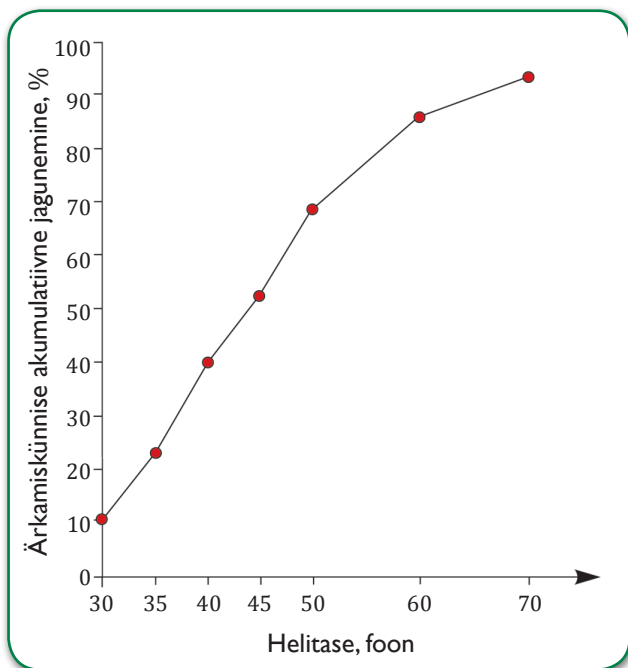
Joonis 4.2 Lennumürast põhjustatud ärkamistõenäosus (püsttelg) magamistoas mõõdetud maksimaalse helirõhutase (horisontaaltelg) kasvades, kui spontaanse ärkamise tõenäosus on 8,6% (Basner et al., 2004).



Joonis 4.3 Une kvaliteedi halvenemine (püsttelg) liiklusemürajuhtumite hulga lisandudes (horisontaaltelg), muutujana keskmine helitase (Öhrström et al., 1998).

kvaliteedi halvenemine enam ei kasva (joonis 4.3). Seda mõjutab ka mürajuhtumite vahele jääv ajavahemik ja ajastus ööne jooksul. Ärkamisrisk on kõige suurem, kui ajavahe on 40 minutit. Ärkamine samaliigilise ja sama tasemega müra peale on hommikupoole ööd tõenäolisem kui öhtupoole ööd. Mürajuhtumite hulk müra mõju all oleku muutujana kehtib unehäirete puhul taseme-mõju suhte algusosas, aga kui juhtumite arv veelgi suureneb, arvu mõju ühtlustub. Ärkamise tõenäolisus kasvab, kui üksiku mürajuhtumi helirõhutase tõuseb kiiresti, võrreldes aeglasemate tõusudega. Oluline on juba mõnesekundiline erinevus.

Müra mõju all oleva isiku kogetud ja teatatud uinumisfaasi pikened (üle 7–15 minuti) võib esineda alates tasemest 45 dB. Ärkamislävi on kõige tundlikum tugevusel umbes 40 dB ja selle tõenäosus suureneb pärast seda ühtlaselt (joonis 4.4). Isiklik hinnang une kvaliteedile sõltub ka müra laadist, mille puhul erinevused maantee-, raudtee- ja lennuliikluse müra vahel kerkivad esile samamoodi kui häirivuse puhul (3. ptk).



Joonis 4.4 Ärkamiskünnise akumulaatiivne jagunemine (püsttelg) helitaseme (horisontaaltelg) lisandudes (Grandjean, 1960).

Tabel 4.1 Öise müra mõjude künnisetasemed ja uuringuinfo tugevus

Mõjurühm	Mõju	NOAEL	dB-üksus	Näit
Kahjustus	teadvustatud ärkamine	30–35	L_{max} sees	piisav
	kardiovaskulaarsed muutused une ajal	30–35	L_{max} sees	piisav
	une faaside kestvuse ja jagunemise muutused	30–35	L_{max} sees	piisav
	mõõdetud uneaegsed keha liikumised	32	L_{max} sees	piisav
	stressihormoonide tase		L_{Aeq}	piiratud
Tegutsemispuudulikkus	ärkamised	42	L_{Amax}	piisav
	uinumisraskused		L_{Aeq}	piisav
	une kvaliteedi halvenemine		L_{Aeq}	piisav
	une katkemine ja vähenemine		L_{Aeq}	piisav
	keha liigutamise sagenemine		L_{Aeq}	piisav
Kahjulikkus, tervis	päevaväsimuse suurenemine			piiratud
	tuju langus			piiratud
	avaldatud terviseprobleemid	35	$L_{yö}$	piisav
	rohtude võtmise lisandumine			piisav
	kognitiivsete tegevuste nõrgenemine		L_{Aeq}	piisav
	unetus	65	$L_{yö}$ väljas	piisav
kõrgeenenud vererõhk	55	L_{Aeq} väljas	piiratud	
infarktirik	50	$L_{yö}$ väljas	piiratud	
psüühiline haigestumine	60	L_{Aeq} väljas	piiratud	
Kahjulikkus, sotsiaalne	sotsiaalsete kontaktide vähenemine			piiratud
	õnnetusvastuvõtlikkuse kasvamine			piiratud

Pikaajalisi kahjustusi ning kõrvatroppide ja unerohtu kasutamise suurenemist on täheldatud isikute puhul, kelle elupiirkonnas ületab teeliikluse keskmine helitugevus 70 dB. Müra tekitatud unehäirete kahju näiteks suurenenud elukoha või elupiirkonna vahetamise soovi näol kasvab samuti vastavalt taseme-mõju suhtele.

Öise müra tekitatud häirete mõjuläve tasemed on kokkuvõttena ära toodud tabelis 4.1. Tabelis vastavad mürataseme väärtused suurimale helitugevusele, mis ei too veel endaga kaasa kahjulikke tagajärgi (NOEL, *no observed effect level*, või NOAEL, *no observed adverse effect level*). Lisaks on tabelis esitatud metaanalüüsidest uurimistulemustega kindlaks tehtud tugevuse määrad eri mõjude osas (vt 8. ptk).

Müra põhjustatud uinumis- ja unehäiretega ei kohtaneta tavaliselt pikema ajavahemiku jooksul, vaid talitluse häire ning sellest tulenev tegevuse häiritus ja kah-

justus kestavad sageli aastaid, hoides või lisades üldist haigestumiseriski. Mõned elanikerühmad on tundlikumad. Unehäirete määr kasvab vastavalt vanusele, on sugudevahelisi erinevusi ning ka ebakorrapärastel aegadel või vahetustega tööl käivad isikud kuuluvad selles suhtes tundlikumasse rühma (7. ptk).

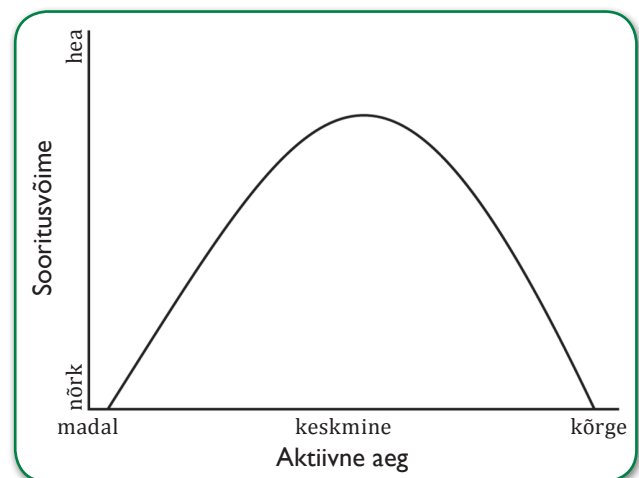
4.2 Mõra tekitatavad kognitiivsed häired

Viimastel aastatel on pööratud üha rohkem tähelepanu sellele, millist mõju avaldab mõra peamistele kognitiivsetele funktsioonidele (keskendumine ja tähelepanu, mälu funktsioonid, soorituse täpsus, lugemine ja õppimine), ning hakatud seda laiemalt uurima lisaks täiskasvanutele ka lasteaia- ja kooliealiste laste puhul. Täiskasvanutel on tagajärjed seotud eelkõige töövõimega, lastel seevastu õppimise ja koolis toimetulekuga. Kuna lapse kognitiivsed oskused on jõulises arengu- ja küpsemisfaasis, võivad mõra tekitatud häired tuua kaasa kogu edaspidist elu mõjutavaid kahjustusi. Loomulikult tuleks mürast tingitud kognitiivsetele häiretele tähelepanu pöörata ka eakate juures, kellel need võivad viia nii sotsiaalses kui iseseisvas toimetulekus ilmnevate kahjustusteni. Elanikkonna struktuuri muutudes võib sellel olla ka tuntav rahvamajanduslik tähendus.

Kognitiivsed funktsioonid puudutavad tegevusi, mis on seotud eri aistingute tajumise, andmete vastuvõtmise, töötlemise, talletamise ja kasutamisega ning vaimse ja motoorse tegevusega. Kuna kuulmine on kommunikatsiooni seisukohalt keskne meel, ei ole lihtne tõmmata täpset piiri ühest küljest kuulmise eristamisvõime ja teisest küljest heliteabe kognitiivse töötlemise, tajumise ja mõistmise vahele. Loomulikult on siinkohal tähtis ka keeleline valmidus. Kognitiivsed funktsioonid sõltuvad tugevalt ka ärkveloleku ja erksusseisundi olukorrast, mis määravad tähelepanelikkuse ja tähelepanu keskendumise taset nii vastuvõtva kui sooritatava tegevuse puhul. Kognitiivsete funktsioonide oluline osa on mitmesugused mälu funktsioonid. Samuti hõlmab kognitiivne sooritusvõime motivatsiooni ja isiksusega seotud seiku.

Ärkveloleku ja erksusseisundi tähtsust kirjeldatakse sageli tagurpidi U kujulise sõltuvussuhtena (joonis 4.5). Kui isik on väsinud ja erksuse tase madal, ei saa ta olla piisavalt keskendumisvõimeline ja täpne. Teisest küljest ei suuda ka üliaktiivne, närviline ja ärritunud isik piisava täpsusega keskenduda tegevusele, mida on vaja sooritada. Parim sooritustäpsus saavutatakse siis, kui inimene suudab virgena keskendunult suunata tähelepanuvõime käsil olevale asjale ja tõrjuda võimalikud häirivad välisegurid nagu mõra. Ümbritseval helimaailmal on inimese ööpäevases ärkveloleku ja erksusseisundi regulatsioonis oma osa. Nii võib helitaust mõjuda nii sooritust parandava kui halvendava tegurina.

Töökeskkonna mõra mõju sooritusel uurib tööttervishoid. Tulemused viitavad sellele, et rutiinsete tegevuste puhul, mis võivad olla üksluised ja igavad, võib sobiv keskkonna helitase suurendada erksusseisundit ja parandada soorituse täpsust. Samuti võib sobiv helikeskkond parandada lühiajalise töömälu kiirust näiteks seeriamälu tegevustes - see aga toimub pikaajalise mälu arvelt. Märgatavat ja mitmekesist keskendumist, täpsust ja mälu keerukat kasutamist nõudvate tegevuste puhul nõrgendab helikeskkond - eriti kui sellel on ootamatuid ja häiriva mürana tajutud omadusi - soorituse täpsust. Sellele viitavad vastavate juhtumitega seostatud kuulmisüsteemi impulssidele reageerimise mõõtmised ajukoores.

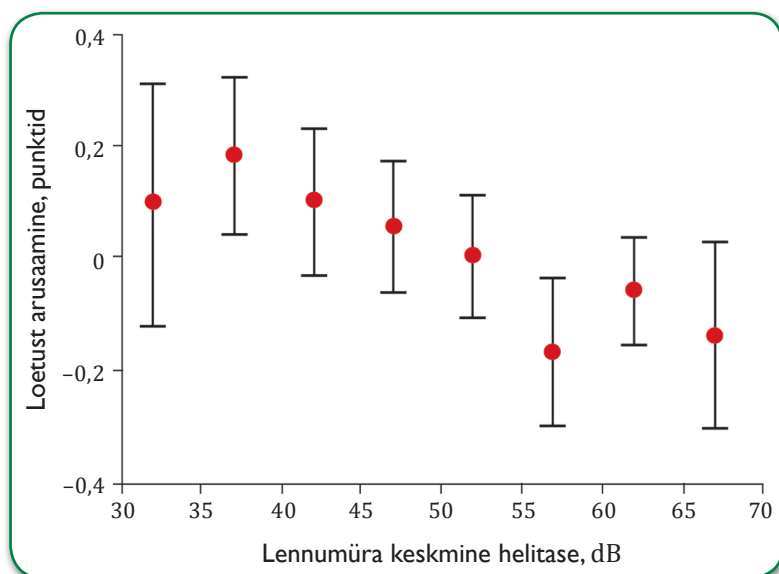


Joonis 4.5 Sooritusvõime (püsttelg) sõltuvus aktiivsest ajast (horisontaaltelg) (Yerkes & Dodson, 1908).

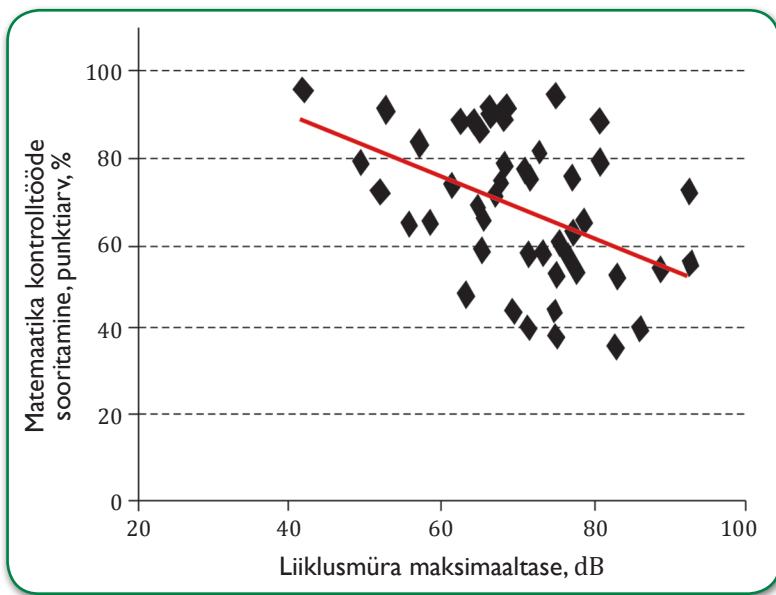
Laste kognitiivsete funktsioonide muutusi müra ja lärmi tõttu on püütud uurida eelkõige koolikeskkonnas. Silmas peetakse kas eri allikatest pärit liikluse müra või koolihoones tekkivat müra, mille all enamasti mõeldakse verbaalset jutumüra. On arusaadav, et verbaalne müra häirib teistsugusel viisil kui liiklus-, kliimaseadmete või mingi muu mitteverbaalne müra. Probleemidega liitub ka kõne müraga katmise mõju, kui näiteks püütakse müra eristada õpetaja kõnet. Sellest räägitakse täpsemalt osas 4.3. Selgeid müra tekitatud kognitiivsete funktsioonide häireid on olnud võimalik täheldada mitmes uuringus. Müra keskel muutuvad raskemaks kognitiivselt nõudlikud tegevused, näiteks lugemine. Taseme-mõju suhe algab umbes 40 dB keskmise helirõhutaseme juures ja mõju kasvab monotoonselt (joonis 4.6). Sõltuvussuhte tugevus on eri kognitiivsete funktsioonide puhul erisugune. Mälufunktsioonidele ja lugemisele on mõju tugevam ja sooritusvõime halvenemine sõltub müra tasemest rohkem kui eristamis- ja tähelepanuvõime. Müra kognitiivseid funktsioone häiriv mõju sõltub ka müra liigist. Uuringutes on pööratud tähelepanu ka õpilaste motiveerimise raskusele, mis toob kaasa laste passiivsuse (*helplessness*) ja nõrgenenud soovi püüda tegevusega toime tulla. Paljude uuringute järgi raskendab lennuliik-

luse müra kõige rohkem lugemist ja äratundmist, samal ajal kui teeliikluse müra avaldab kõige rohkem mõju mälufunktsioonidele. Õppekeskkonnas ilmnevad müra kognitiivsed häirivad tagajärjed eriti nendel lastel, kellel on ka keelelise arengu häired, lugemisraskused, muud õppimisraskused ja keskendumishäired või kellel on emakeeleks muu keel.

Et hinnata probleemi raskusastet ja olulisust kõrvalmõjude ja -kahjustuste osas, on vaja veelgi täpsemat kaardistamist ja ulatuslikumaid uurimusi eri kognitiivsete funktsioonide seisukohalt, eri vanuserühmade puhul alates lasteaiaaeglastest lastest, eri müraallikatega seoses ja eri pikkusega mõjuperioode silmas pidades. Uuringutulemused näitavad, et pikamaajalise kestvuse puhul on keskendumisvõime ja täpsuse omandamine häiritud, keeleliste oskuste tase jääb ebapiisavaks, akadeemilised õppimistulemused nõrgenevad ja haridusvõimalused vähenevad (joonis 4.7). Need kahjustused võivad hiljem täiskasvanute puhul väljenduda tõrjutusena, töötusena ja muude sotsiaalsete probleemidena. Viiteid müra tingitud kahjustustele on täheldatud ka imikute ja väikelaste juures, see omakorda häirib keelelist arengut.



Joonis 4.6 Loetust arusaamise nõrgenemine (püsttelg) lennumüra keskmise helitaseme lisandudes (horisontaaltelg) (Stansfeldt et al., 2005).



Joonis 4.7 Matemaatika kontrolltööde sooritamine (püsttelg) liiklusmüra maksimaaltasemel (horisontaaltelg) (Shield et al., 2005).

Nii võib mürast saada laiem ühiskondlik probleem, mille lahendamine eeldab meetmete kasutusele võtmist mitte ainult liiklus- ja muu keskkonnamüra tõkestamisel, vaid ka klasside, klassiruumide ja koolimajade akustika ja õpetamismeetodite muutmisel, et nii lastepäevakodus kui koolis oleks võimalik luua akustiliselt sobivaim arengu- ja õppekeskkond. Samuti on selles teravikpildis oluline noorte vabaaja helikeskkond nii kodus kui väljaspool kodu. Uurimistulemused osutavad sellele, et müra mõju all olek lisaks koolile ka kodus ja vabal ajal suurendab omakorda müra tekitatud kognitiivseid häireid, mida koolis on täheldatud.

4.3 Müra tekitavad keelelise kommunikatsiooni häired

Keeleline kommunikatsioon on kahesuunaline. Kuulmise abil kõnet vastu võttes peab inimene eristama kõne mitmesuguseid häälelisi tunnuseid eri helikeskkonnas. Sama kehtib ka muude heli- ja häiresignaalide puhul. Ka inimene ise peab rääkima erineva müraga olukordades. Müra mõjutab nii kõne kuulmist kui oma kõne produtseerimist. Neid uurides tuleb tähelepanu pöörata nii keskkonnamürale kui tööga seotud mürale.

4.3.1 Müra mõju kõne kuulmisele

Kuulmise abil kõne eristamise täpsus sõltub paljudest asjaoludest. Kõige olulisemad akustilised muutujad on kõne helitugevus (ja kõneleja kaugus kuulajast) tausta helitaseme suhtes (müra kaugus), kuulmisolukorra kõlavus ja kõneheli muud akustilised omadused (sagedusriba, moonutused), mis puudutavad esmajoones elektrooniliselt edastatud kõneheli (nagu raadio, TV, telefon, helisalvestus, kõlarid, valjuhääldajad, kuuldeaparaadid). Kõneleja produtseeritud kõne selgus ja rääkimise kiirus on samuti tegurid, millele tuleks praktikas tähelepanu pöörata. Samamoodi on määrava tähtsusega kõne keeleline sisu ja ülesehitus (näiteks emakeel või võõrkeel, tuttav või võõras teema) seostatuna kuulajapoolse keele valdamisega ja keeletajuga. Seetõttu seab laste keeleline areng (mis kestab murdeeani) ja muu keele kui emakeele kasutamine suuremaid nõudmisi häire kaugusele. Loomulikult tuleb tähelepanu pöörata ka kuulmisvõimele, tähelepanelikkusele ja keskendumisvõimele (vaata osa 4.2), motivatsioonile ning olukorra ja teema olulisusele.

Igal inimesel raskendab müra piisavalt võimas helitugevus või häirija piisavalt väike kaugus kõne eristamist, tuues kaasa selle, et eri kõneühikuid (laused, sõnad ja häälikud) ei ole alati võimalik usaldusväärse täpsusega

kindlaks teha. Kuigi sõnade eristamise võime mõnevõrra halveneb, võib lausete eristamine ja kestva kõne jälgimine veel rahuldavalt õnnestuda. Selle põhjus on, et keele struktuur ja sisulise küljega seotud kontekst sisaldavad andmeid, mis on kuuljale või kuulajale sõnade eristamise võime kõrval abiks. Võtmesõnade mõistmises ilmnev lausete eristamise võime õnnestub 95%, kuigi üksikute sõnade eristamise võime on 75%. Praktikast tähendab sõnade eristamise võime vähenemine 50% siiski seda, et kõne jälgimine ainult kuulamise abil muutub võimatuks. Kui kõne ja müra helitase on sama (häire kaugus 0 dB), on sõnade eristamise võime umbes 95%. Võimalus jälgida kõneleja nägu ja huulte liikumist võib olukorda eristamisvõimes mõõdetuna parandada 15–20% helitaseme lisandumisel 2–3 dB, kuigi ainult huultelt lugemine teeb paremal juhul võimalikuks ainult 50% sõnade eristamise võime.

Kõne varjatus võib lisaks müra A-korrigeeritud/kaalutud helitasemele sõltuda ka ebakorrapärase müra ajalistest piiridest näiteks seoses impulssmüraga. Siis peab kuulaja ära arvama kõne nende osade sisu, mis müra tõttu varju jäävad. Kõne eristamine sõltub sel juhul müra varjava mõju kestusest ja kordumisest. Nii pööratakse müra sagedussisule tähelepanu eriti siis, kui müra sisaldab jõuliselt madalaid või vastavalt väga kõrgeid sagedusi.

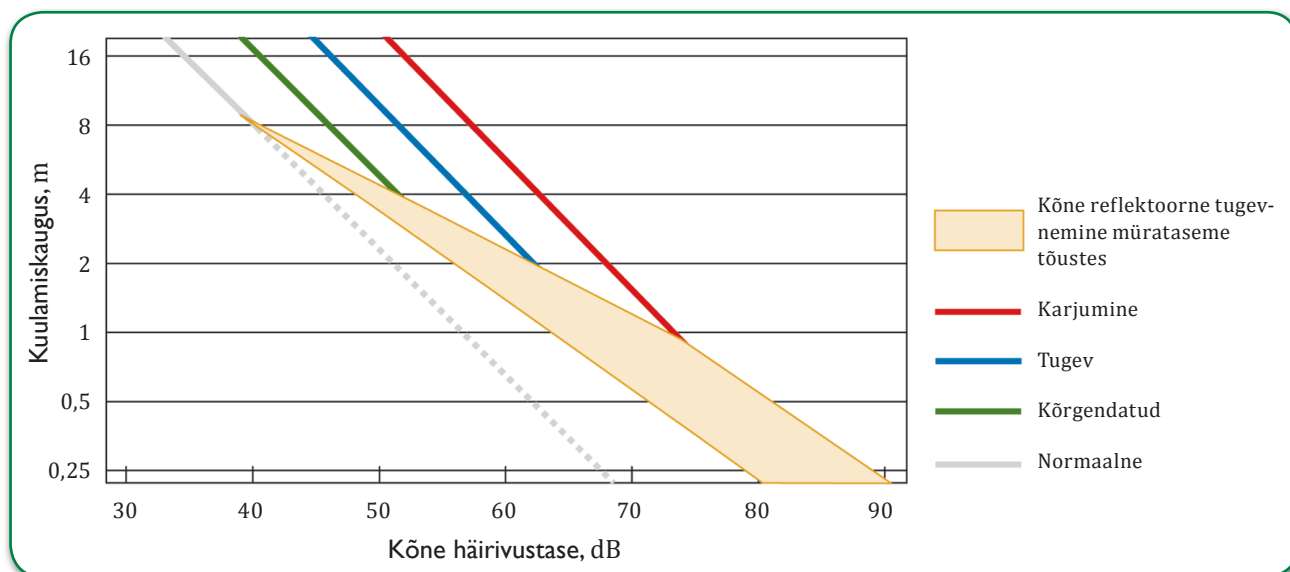
Kõne kuulmise abil eristamise probleemiks on ennekõike see, et kõne kuulmine ei õnnestu piisavalt selgelt ning ebatäieliku ja ebatäpse kõne kuulamiseks on vaja ülemäära pingutada, mistõttu kuulaja kiiresti väsib. See on kõne eristamisvõime häirituse talituslike häirete hulka kuuluv omadus, mida pole võimalik eristamisvõime täpsuse kaudu mõõta, kuid mis praktikast määrab selle, kuidas müra kõne kuulmist mõjutab.

Kui kõne tundub piisavalt tugevana, mõjub müra kõneheli varjavalt, mis kõigepealt raskendab kaashäälikute, seejärel täishäälikute ja kõne ajaliste omaduste (kõne kiirus, rütm, intonatsioon ja rõhuasetused) eristamist. Juba kergete kuulmishäirejuhtude (5. ptk) puhul on kõne eristamine suhteliselt raskem kui häälikute kuulmine, nagu näitab künnisaudiomeetriline kuulmisuuring. Vaegkuuljatel on vaja isegi 15 dB häire kaugust, et kõnet normaalselt kuuljatega võrdselt eristada, kuigi kuulmiskünnise langemine on võimenduse abil parandatud.

Võimendajad (ka kuulmisaparaat) ei erista häiret/müra kõnest. Muud kergekujulised kõrva ja kuulmissüsteemi haigused võivad raskendada kõne eristamist müras, kuigi hääle audiomeetrilist künnise muutmist pole veel võimalik mõõta.

Akustiliste mõõtmiste jaoks on esitatud mitmesuguseid arvutamismudeleid kõne kuulmisraskuste hindamiseks ja ennetamiseks. Kui on teada nii kõnehääle kui müra keskmine helirõhutase, võib normaalselt kuuljate kõneeristusvõime alusel hinnata kõne häirituse taset eri heliväljades ja ruumis eri kaugustel kõnelejust. Arvutusmudelite lähtekohaks on "normaalse" vestlustugevusega kõne helitugevus, mis meetri kaugusel on umbes 55 dB. Praktikast võib kõikumine vastavalt isiklikele erinevustele olla kuni 30 dB. Kõne häirituse tase (joonis 4.8) näitab müratasemele vastavat suurimat vestluskauget vabas heliväljas, et saavutada vähemalt 95% sõnade eristamise võime. Ruumis on võimalik saavutada hea eristamisvõime (95%), kui müra tase ei ületa 45 dB, sest ruumis raskendab kaja, mida mõõdetakse järelkõla ajal (punkt 2.3), varjava mõjutajana kõne eristamist. Sel juhul tekib varjatus tagasipeegelduvate helisignaali tõttu. Kõlavuse tõttu ei vaibu (kõne)heli ruumis 6 dB kauguse kahekordistudes nagu vabas heliväljas väljaspool ruumi, vaid sellest tunduvalt vähem. Kui kõne helitugevust mõõdetakse kõneleja küljel või taga, on kõnehääle tase umbes 3–8 dB nõrgem kui kõneleja ees. Kui olukorrale lisada võimalik müra, halveneb kõne eristamine veelgi. Järelkõlakestus ei tohi olla suurem kui 0,5 s. See väärtus põhineb katsetel uurimustel ning tuleneb normaalse rütmiga kõne tekitatud helide ja pauside kestusest ning sõna sisemisest varjavast mõjust.

Kui kõneleja tõstab häält, suureneb kõne keskmine helitugevus, millega kõneleja püüab kompenseerida müra varjavat mõju. Kuid hääle tugevdamine kõnelemisel toob kaasa ka muid kõneheli akustiliste omaduste muutusi. Tugeva kõnehääle vokaalide helitugevus tõuseb konsonantide omast rohkem, mille tõttu kõne eri helimaterjali tekitatud sõna sisemine varjav mõju suureneb, kui vokaalid varjavad nendele järgnevad nõrgemad konsonandid. Loomulikult toob see kaasa sõnade eristamise võime halvenemise. Samuti kasvab kõne põhiahäälikute sagedus, mida kuulaja võib tajuda moonutatult.



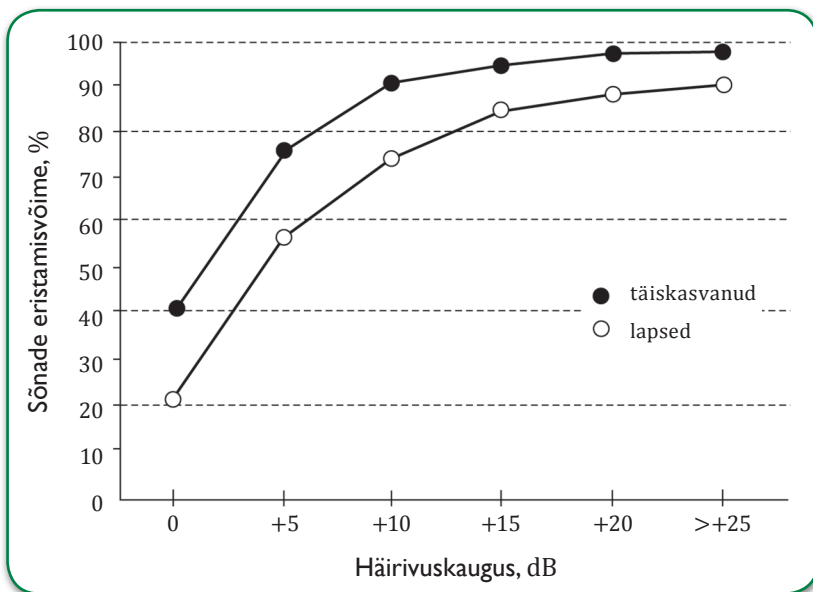
Joonis 4.8 Kõne häirivustase (horisontaaltelg) kuulmiskauguse (püsttelg) muutudes (Taylor & Young, 1980).

Kui müra mõjutab kõne kuulmist talitlushäirena, esinevad kahjustustena raskused sõnumi edastamisel tööl, kodus ja vabal ajal. Tööolukorras võib see mõjutada töövõimet. Kodus mõjutab see inimestevahelisi suhteid, sest sellest tingitud kuulmiskõrvaldused arenevad tavaliselt vähehaaval ega põhjusta esialgu suuri probleeme. Suhtlemise teine osapool võib pidada suhtlemiskõrvalduste põhjuseks vaid teise halba kuulmist, kuigi seda on võimalik parandada, kõrvaldades mittevajalikud müraallikad (võistlev kõne, kõnesumin, raadio, TV) ja suheldes lühikestel kõnelemiskaugustel (samas ruumis).

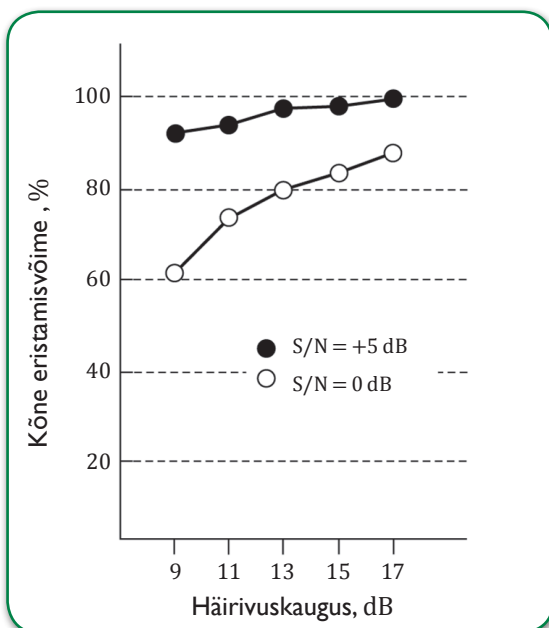
Koolis õppides toovad müra ja samas liiga kõlav õpetamisruum kaasa kõne kuulmise raskenemise ja väsitavuse, mis nõuab õpilastelt ülemäära tähelepanu ja pingutust. Lapsel on kõne eristamine alles areneva keelelise valmidustaseme tõttu piiratum, mis ei pruugi tingimata ilmneda vaikes kuulmisolukorras, kuid ilmneb selgelt müra keskel (joonis 4.9). Müra eristamisvõimet nõrgendav mõju on seda suurem, mida noorema lapsega on tegemist (joonis 4.10 ja tabel 4.2). Kui lisaks mürale ja kõlavusele on õpetaja hääl müras rääkimise tulemuseks kahedaks muutunud (ptk 4.3.2), väheneb laste võime õpetatavat jälgida veelgi. Selles osas kuuluvad erilisse riskirühma õppimis- ja keskendumishäiretega, halva kuul-

misega ja teise emakeelega, näiteks sisserännanute lapsed (joonis 4.11). Kõne kuulmise raskused koolis toovad kaasa nii emakeele kui võõrkeele õppimise raskenemise, keskendumis- ja tähelepanuhäired, õppimiskõrvaldused, haridusvõimaluste piiramise ja kõrvalejäämise riski.

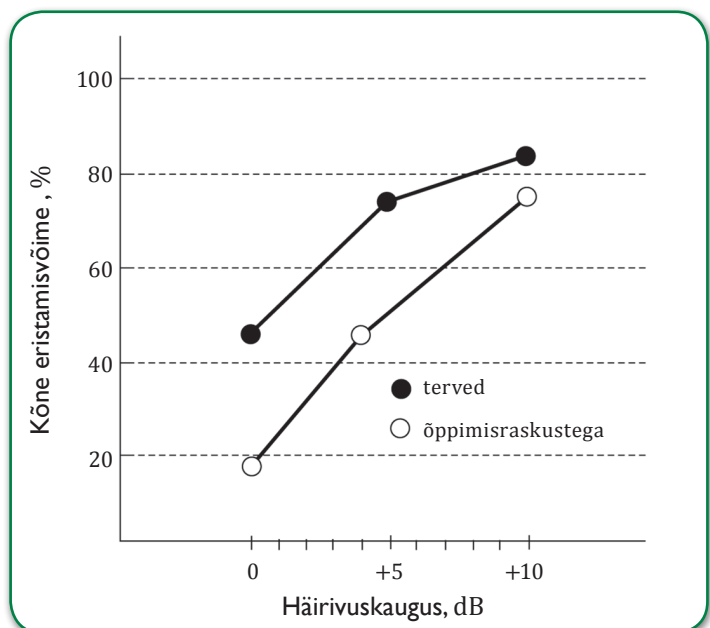
Kõik inimesed ei oska toime tulla müra tingitud suhtlemishäiretega, mis esinevad igaühel eri tasemel ja eri olukordades, kasutades olukorda leevendavaid kuulmise ja sõnumi edastamise strateegiaid (kaugus, istumiskoht, sobiv valgus huultelt lugemise kergendamiseks, kordamine või uuesti küsimine, tähelepanu keskendamine), kui müra pole otseselt võimalik vähendada. Kuulmise pingutamise võib kaasa tuua peavalu ja väsimuse. Samuti võib lisanduda stress, kuna kuulaja ei ole kindel, mida vestluses käsitleti ja milles kokku lepiti. Kooli õpperuumides on abi kõlavuse vähendamisest. Muud kooliolukorraga seotud vajalikud meetmed on samad, mida on juba mainitud laste kognitiivsete raskuste osas (ptk 4.2).



Joonis 4.9 Kõne eraldamisvõime (püsttelg) lastel ja täiskasvanutel olenevalt häirivuskaugusest (horisontaaltelg) (Ström et al., 2001).



Joonis 4.10 Kõne eristamisvõime (püsttelg) eri vanustel lastel (horisontaaltelg) kahel erineval häirivussagedusel (Elliott, 1979).



Joonis 4.11 Kõne eristamisvõime (püsttelg) tervetel ja õppimiskustega lastel raskendatud kuulmistingimustes häirivussageduse muutudes (horisontaaltelg) (Nabelek, 1983).

Tabel 4.2 Aktsepteeritav suurim taustmüratase piisava kõne eristamisvõime kindlustamiseks erivanuselistel lastel klassiruumis, mille järelkõlakestus on 0,5 s (Picard & Bradley, 2001).

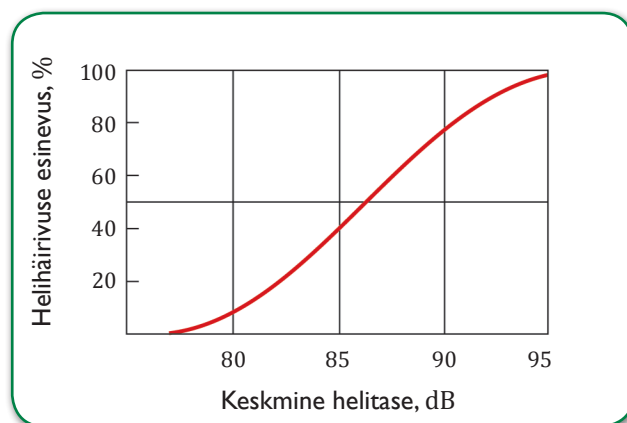
Lapse vanus (aastad)	Müra helitase, dB	
	Lapsed, kelle kuulmine, keeleline ja kõne areng on normaalsed	Lapsed, kellel on keelelise arengu häireid
> 12	40	33
10–11	39	32
8–9	34,5	27,5
6–7	28,5	21,5

4.3.2 Kõne produtseerimisega seotud häired müras

Heli-/mürakeskkonna mõju kõne motoorsele produtseerimisele põhineb kõne produtseerimise (põhihääle liik ja tugevus, hääldamise täpsus, kõne rütm ja ajaliste omaduste suunamine) reguleerimisel, mille üks suunavaid tegureid on kuulmissüsteemi kaudu saadav teave keskkonna helitasemest ja oma kõnest. Enesele teadvustamata tõstab inimene häält, kui ta peab kõnelema müras (nn Lombard'i efekt). Kõne hääletugevus hakkab suurenema juba siis, kui müratase ületab 45 dB, ja suureneb 3–5 dB, kui müratase tõuseb 10 dB. Siiski ei tõuse maksimaalne kõne helitugevus üle 80 dB, kui kõne tugevust mõõdetakse 1 m kauguselt.

Kõne helitugevuse suurendamine väsitab häälepaelu, mis kõne põhihääle tekitab. Kõnehääle tugevus sõltub häälepaelte alumise osa (hingamisteed) õhurõhust ja häälepaelte pingest. Müra tõttu tekkiv kõnehääle lühiajaline tugevnemine on tavaliselt kõneleja kontrolli all, kui pole tegemist muudest põhjustest tingitud häälepaelte talitlushäiretega või haigusega (näiteks kõrisõlme põletik, east tingitud muutused kõris). Kui olukord kestab pikemat aega, eriti inimeste puhul, kes kasutavad tööks häält, kasvab pikemaajaliste talitlushäirete ja häälepaelte koekahjustuste risk (joonis 4.12). Häälepaelte tegevust kontrollivate kõrilihaste vale pingutatus võib jääda püsivaks, häälepaelte limaskest võib tursetaoliselt pakseneda ja koekahjustusena võivad häälepaelte tekkida ka küh-

mud. Siis jääb kõlava hääle tekitamiseks vajalik häälepilu sulgumine heli tekitamisel puudulikuks, mille tulemuseks on kõnehääle katkestamine, kare ja katkendlik ning pole enam piisavalt kandev, mis omakorda raskendab keelelist suhtlemist. Lisaks võivad vaevusteks olla hääle väsimine, kõdi kurgus, tunne, nagu oleks tükk kurgus, ja isegi kurguvalu, suurenenud lima eritumine ja kõhatamise vajadus. Vales ti moodustuva hääle tekitamine võib luua kõris soodsa olukorra põletike tekkeks ja kõrilihaste pinge all toimimine võib tekitada lihasvaevusi õlavöötmes ja kaelas.



Joonis 4.12 Kõne häirivuse esinevus (püsttelg) rääkides erinevatel müratasemetel (horisontaaltelg) (Klingholz et al., 1978).

Pikka aega kestev probleemidekogum puudutab ennekõike tööealisi, mõjutades nende töövõimet ja kuuludes seega töötervishoiu pädevusse. Sama olukorda võib tekitada ka ohtra müra mõju all olemine vabal ajal (näiteks poplaulu harrastajad). Lapsed kannatavad keskkonnamüra all koolis ja lasteaias. Müras võivad lapsed kasutada oma häält liiga palju ja õppida selgeks väärhäälekasutuse. Selle tulemuseks on sageli kühmude teke laste häälepaeltel. Täiskasvanud, kellel esineb hääleprobleemide riskitegureid (kalduvus kõrípõletikele, häälepaelte halvatus, hüperfunktsionaalne häälekasutus, ealised muutused häälepaeltel), võivad isegi tugeva liikluse müra keskel, näiteks autos rääkides tunda, kuidas hääl muutub kähedamaks, mis on tavaliselt siiski ajutine, kui selline olukord ei ole sageli korduv või kestab.

4.4

Mõju vererõhutõusule ja muudele somaatilistele haigustele

Kuulmise abil ollakse ühenduses keskkonnaga. Kuulmismeele ülesanne on hoiatada välise ohu eest ja tagada sel viisil ellujäämine. Helid võivad tekitada erisuguseid reflekse, eriti kui nad on oma iseloomult veidrat või ebameeldivad. Kesknärvisüsteem töötleb heli tugevust ja sagedust, võrreldes neid varasemate kogemustega, ja tekitab mitmeid reflekse, mis ilmnevad muu hulgas südame, veresoonte, soolestiku ja sisenõristusnäärmete tegevuses (joonis 4.1 ja 4.13).

Talituslikus suhtes mõjutab müra valmisoleku seisundit, tähelepanuvõimet ja motoorset tegevust. Ootamatus ohuolukorras reageerib autonoomne närvisüsteem. Adrenaliin ja noradrenaliin on sümpaatilise närvisüsteemi vahendajaained. Stressiolukorras kortisooli, adrenaliini ja noradrenaliini sisaldus veres kasvab ja vererõhk tõuseb. Adrenaliin ja noradrenaliin ahendavad veresooni, vabastavad reniini ning suurendavad südamelihase hapnikuvajadust, suurendades löökide arvu ja südamelihase kokkutõmbuvust.

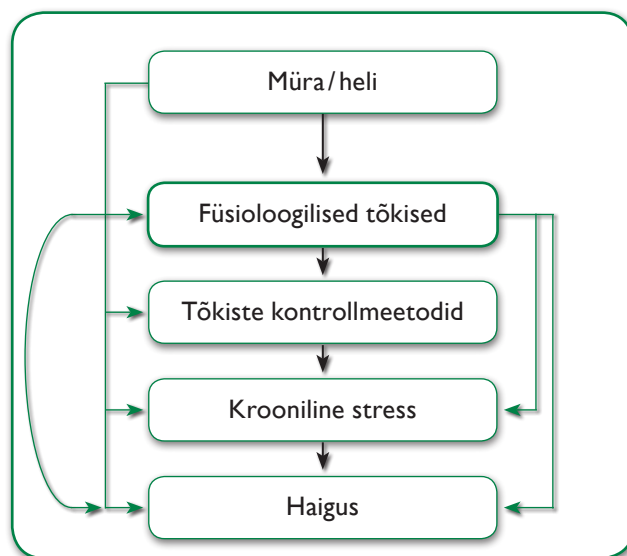
Tänapäeva ühiskonnas on palju tegureid, nagu linnastumine, massiteabevahendid, infotehnoloogia, töötingimused ja müra, mis koormavad ülemääraselt inimese tajukeskkonda. Müra on keskkonna stressitekitaja. Stressitekitajana võib müra individuaalsete protsesside tulemusena muudetud füsioloogiliste reaktsioonide kaudu mõjuda mitmetele eluprotsessidele (joonis 4.1). Töö- ja elukeskkonnas tehtud epidemioloogilistes uuringutes on leitud mõningane side müra mõju all oleku ja vereplasma stressihormoonide ning uriinis või süljes mõõdetud kortisoolisisalduse vahel. Pole lihtne tõlgendada, kuidas need leiud on tervisega seotud. Kuid sülje kortisoolisisalduse määramist on peetud suhteliselt lihtsaks stressitaseme mõõtmise viisiks.

Ahel, mis viib stressina tajutud keskkonnamürast kliiniliselt tõestatava haiguseni, on skemaatiliselt kujutatud joonisel 4.13. Helide tähenduslik sisu ja ennustatavus ning vähemal määral helirõhu tase on olulised tegurid, mis määravad järgnevad reaktsioonid. Need omadused

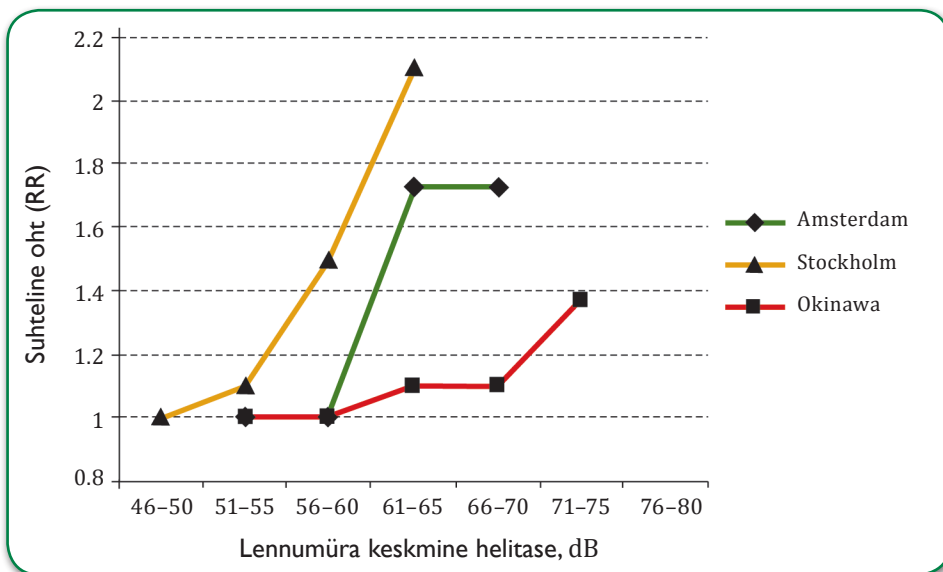
määravad, kas heli tajutakse mürana ehk negatiivse keskkonnategurina või normaalse vastuvõetava tegurina nagu kosehäääl. Ootamatu müra mõju alla sattumine käivitab orienteerumisrefleksi. Lihaspinge kasvab, pulss kiireneb ja hingamissagedus väheneb, valmistades organismi ette füüsiliseks tegevuseks. Füsioloogilised reaktsioonid ei kesta tavaliselt kaua, vaid kohanevad olukorraga.

Alati ei piisa meie organismi vahenditest füsioloogiliste reaktsioonide kontrolli all hoidmiseks. Füsioloogilist stressireaktsiooni tekitav korduv müra võib kaasa tuua selle, et näiteks ajutine vererõhu tõus muutub püsivaks. Mitmetes uurimustes on näha, et kestav müra mõju all olek põhjustab veresoonte ahenemist, mis arvatakse lõpuks viivat vererõhu tõusuni.

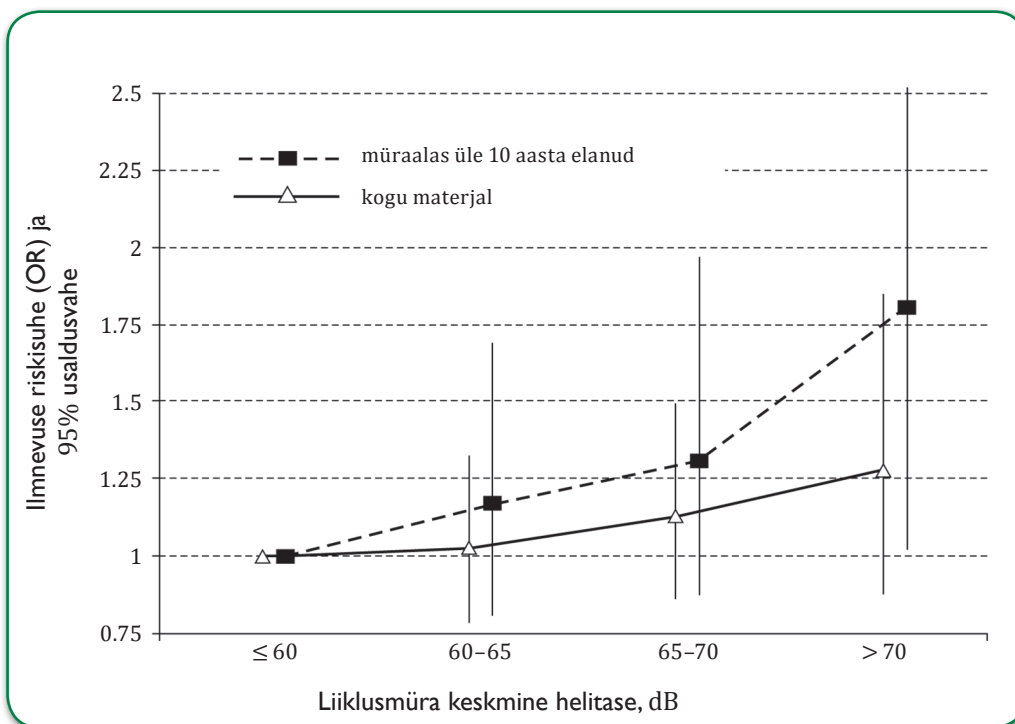
Individuaalsed pärilikud ja kehalised erinevused võivad lisada tõenäosust, et mõned elutegevused ja elundid reageerivad stressile rohkem kui teised ja toovad aja jooksul kaasa nimetatud elutegevusega seotud haiguse. Osal müra mõju all olijatel on selliseks sihtmärgiks süda ja vereringeelundkond ja heliärritajad tekitavad neil ajutist vererõhu tõusu. See võib lõpuks kaasa tuua sellised muutused veresoontes, mis põhjustavad vererõhu püsiva tõusu.



Joonis 4.13 Müra mõjud ja stress haiguste tekkimisel.



Joonis 4.14 Kõrgenenud vererõhu (püsttelg) ja lennumüra (horisontaaltelg) vaheline suhe eri uuringutes (Babisch, 2006).



Joonis 4.15 Südameinfarkti ilmumine (püsttelg) ja tee liikluse keskmine helitase (horisontaaltelg) vaheline suhe (Babisch, 2005).

Viimastel aegadel on epidemioloogilistel uurimustel saadud tõendeid selle kohta, et töökoha või liikluse müra mõju all olemine on üks kõrgeenenud vererõhu ning südame- ja vereringeelundkonna haiguste riskitegureid. On leitud, et lennujaama lähedal mürarikastes piirkondades elavate inimeste vererõhk on kõrgem kui kontrollrühmal (joonis 4.14).

Maanteeliikluse müra seos vererõhu tõusuga ei ole nii ilmne kui lennumüra puhul. Uurimustes on leitud, et müra mõju all olek suurendab kõrgvererõhutõve ja südameinfarktide esinemist ning suurendab südame- ja vereringeelundite haigustesse (joonis 4.15). See risk kasvab nii meeste kui naiste puhul koos vanuse ja tööstaažiga. On leitud, et mõnede töökohtadele iseloomulik pidev müra mõju all olek on seotud suurenenud suremusega südameinfarkti. Soomes tehtud uurimuse järgi suurendas müratundlikkus oluliselt naiste suremust südame- ja vereringeelundite haigustesse (joonis 7.1).

Müra ja mittespetsiifiliste tervisehäirete vahelise põhjus-tagajärje seose hindamisel on teoreetilisi rasku-

si. Vererõhu tõusul, südamehaigustel, maohaavanditel ja muudel stressiga seotud haigustel on mitmeid etioloogilisi tegureid. Müra mõju kohta seedeelundkonna talitluse häiretele ei ole piisavalt andmeid, kuigi seda on oletatud. Mõnes uurimuses on tõdetud seoseid müra ja seedeelundkonna häirete, inimese enda teatatud üldise tervisliku olukorraga seotud häirete ja füüsiliste häirete tõttu tehtud arstivisiitide vahel (joonis 7.2). On osutatud ka seosele ema rasedusaegse müra mõju all oleku ja vastsündinu väikese kehakaalu vahel. Selliseid mõjusid ei ole suurtes demograafilistes uuringutes veel leitud, nii et järelduste tegemine ei ole praeguses staadiumis võimalik.

Katselised uurimused, mille käigus on leitud, et müra on stressi tekitav tegur ja et eri liiki stress võib muuta immuunsüsteemi, on aluseks oletusele, et müra võib mõjutada tervist immuunsüsteemi kaudu.

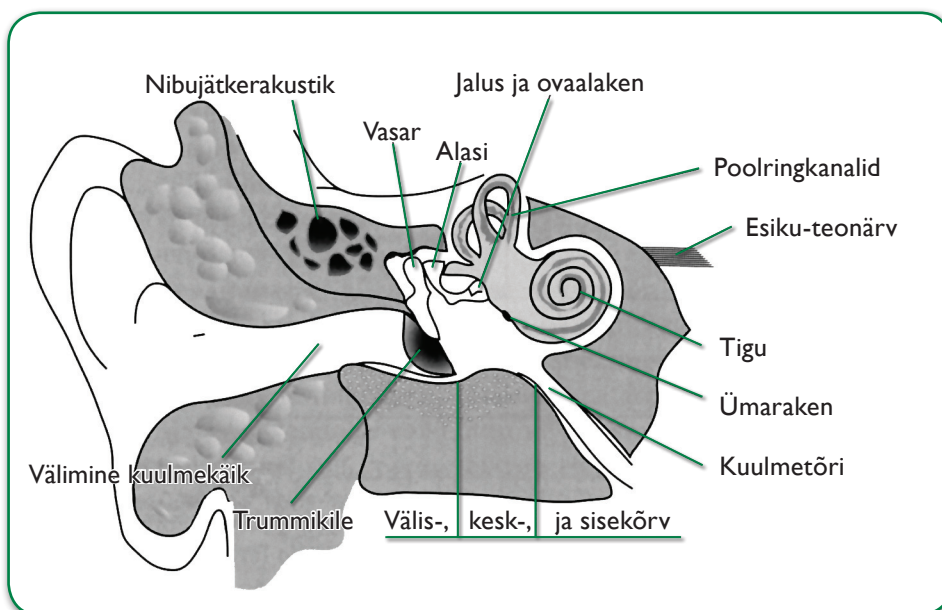
5 Kõrva kahjustus

Kõrv on helide suhtes eriti tundlik elund ja on seejärel sobilik vastu võtma ning vahendama heliinformatsiooni. Kõrva ja kesknärvisüsteemi ülesandeks on tagada kuulmine, helidena esitatud informatsiooni vastuvõtmine ja helide vallandatud reflekside ja reaktsioonide töötlemine, näiteks motoorsed lokaliseerimis- ja kaitserefleksid ning vegetatiivsed refleksid.

Kõrva tundlikkus helivõngete suhtes põhjustab ka seda, et kõrv on vastuvõtlikum vigastustele kui muud elundid ja koed, millele helienergia mõjub nõrgemalt. Kui helitase on piisav, jõuab helienergia õhust kõikidesse kudedesse, kuid kudede kahjustusi, näiteks rakumembraani rebenemist, vereringehäireid ja verejooksu esineb alles siis, kui helitase kudedes tõuseb üle 100 dB. Infrahelisagedustel (alla 20 Hz) võib koekahjustus siseelundites olla resonantsi tõttu mõne Hz sagedusel. Eriti intensiivsetel ultrahelisagedustel (üle 20 kHz) võib ilmuda sooja kahjustav toime.

5.1 Kõrva ehitus ja talitus

Kui heli liigub õhust vedelikku sisaldavasse koesse, siis enamik helienergiast peegeldub koe pinnalt, sest kudede helilainetakistus on tuhat korda suurem kui õhu helilainetakistus. Välimise kuulmekäigu resonants lisab siiski helirõhu taset trummikilel umbes 20 dB 2–6-kHz sagedusel. Kõrva tundlikkus helidele põhineb ennekõike siiski keskkõrva heli võimendavatel omadustel. Keskkõrvamehhanism kohandab õhu ja vedeliku helilaine takistuserinevusi, kogudes heli suuremalt trummikile pinnalt ja suunates selle väikesele jaluseplaadile, mis kesk- ja sisekõrva vahel olevas ovaalaknas edastab heli sisekõrva vedelikesse ja kudedesse (joonis 5.1). Keskkõrv võimendab heli on umbes 25 dB. Kui keskkõrva võimendav toime puudub (keskkõrvahaigused ja väärarengud), siis nii sisekõrva kui ka kõigisse teistesegi kudedesse jõudev heli on 60 dB võrra nõrgem. Keskkõrvapatoloogia töötab siis tõhusa kõrvaklapina.



Joonis 5.1 Kõrva ehitus.

Keskkõrva normaalset funktsioneerimist mõjutab keskkõrva jaluselihas. See lihas lüheneb reflektorselt heli (laiaribalise heli korral üle 60 dB, ühetoonilise heli korral üle 80 dB) valjenedes (jaluselihaserefleks) ja lisab kuulmeluukeste ahelale (vasar, alasi, jalus) jäikust, mis summutab keskkõrva sattuvat heli (maksimaalselt umbes 25 dB). See toimib justkui loodusliku kõrva kaitsmena. Kõrv, millel mingil põhjusel see refleks ei tööta, võib larmis kergemini vigastusi saada.

Helid tekitavad teokujulises sisekõrvas võnkeid, mis levivad seejärel sisekõrva kanaleid eraldavale basilaarmembraanile ja sellel asetsevad kuulmissensorid ehk karvarakud ärrituvad. See avaldub muutustena karvarakkude rakumembraanide bioelektrilistes omadustes. Bioelektriline aktiivsus edastatakse neist teonärvi rakkudesse. Ärritus liigub mööda kuulmistee närvikiude kesknärvisüsteemi juhteteedesse, tuumadesse ja keskustesse. See teo osa, mis on lähemal teoteljele ja ovaalaknale, reageerib kõrgetele helidele, tipuosa reageerib vaid madalatele helidele. Kuid välise heli sagedus vahendatakse ka otse kuulmisnärvirakkude sagedusalasse. Võnkumise suurus sisekõrvas on seda suurem ja laiemale osale basilaarmembraanile ulatuv, mida valjem on heli. Väga tugevate helide korral võngub terve basilaarmembraan.

5.2 Mõra põhjustatud kahjustused kõrva kudedes

Mõra mõju tõttu tekkinud funktsionaalsed ja struktuurilised muutused esinevad eelkõige teo kuulmisorgani välimistes karvarakkudes. Juba keskpärane ja lühiaegne heli muudab nende bioelektrilist tegevust ja helile reageerimise vastuvõtlikkust. Nende tööväime väheneb domineeriva helitaseme tõttu. Need muutused taastuvad aga mõne minutiga, kuna karvarakud saavad lisaenergiat. Heli/mõra tugev ja pikaajaline mõju tekitab väsimusesarnase funktsionaalse muutuse, mis kestab mitmeid tunde, isegi mitu ööpäeva, enne kui toimub täielik taastumine (vt ajutise muutumise kohta ptk-st 5.3). Sellistel juhtudel väsivad ka rakkude energiasaamise mehhanismid. Kuid märkimisväärsed ja pikaajalised funktsionaalsed muutused võivad viia struktuursete muutusteni, mis on jäädavad. Inimese sisekõrva kahjustunud karvarakud ei

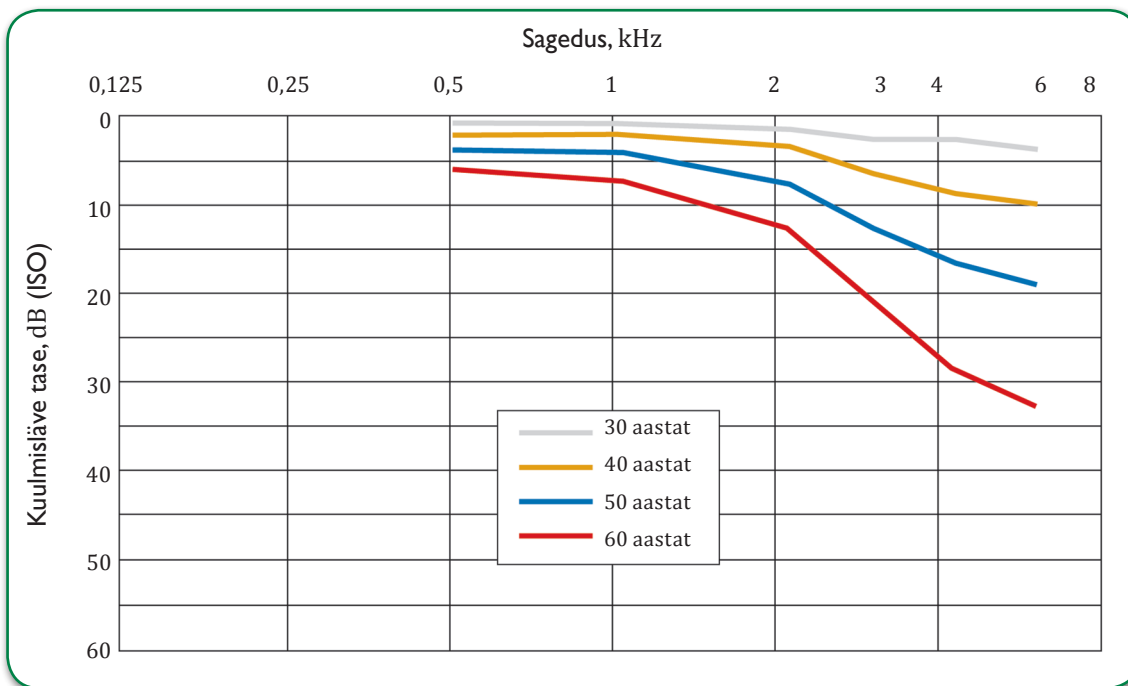
taastu ja ei ole asendatavad uutega, mistõttu võivad tekkida muutused kõrva tundlikkuses reageerida helidele. Teisalt leitakse, et orgaanilised muutused ei halvene, kui kahjustava helienergia vastuvõtlikkus lõpeb. Inimesel ei ole võimalik uurida sisekõrva koe- ja rakukahjustusi mikrokoopiliselt ega ka pildistades (röntgen, tomograafia). Infot on võimalik saada ainult kaudselt kuulmisuuringute ja kuulmistestidega.

Väga tugev heli/mõra, nimelt impulssmõra, võib tekitada ka teistes sisekõrva kilelabürindi osades kahjustusi, näiteks rebendeid ja verejookse. Osa nendest võib paraneda, osa on püsivad. Nii võib ka tugev impulssmõra, mille tekitab plahvatuse rõhulaine, kahjustada trummikilet ja kuulmeluukeste ahelat ning tekitada keskkõrva kahjustuse.

5.3 Mõra põhjustatud kuulmishäired

Sagedasem registreeritud ja täheldatud müra-tingitud kuulmishäire on muutus kuulmiseravuses, mida mõõdetakse kuulmislävena (vt ptk 2.1). Kuulmisläve mõõtmisel (audiomeetria) võib eristada keskkõrva (konduktiivne) ja sisekõrva (sensorineuraalsed) kuulmiskahjustusi. Samas ei pruugi kuulmisläve muutusest tingitud kuulmise nõrgenemine alati viidata kõrvakahjustuse põhjusele. Müra-tingitud kuulmiskahjustusi hinnates kujunevad diagnostiliseks probleemiks lisaks muudele kõrvahaigustele ka ealised kuulmishäired (*presbycusis*).

Vanadusest tulenev kuulmise nõrgenemine, mis ilmneb kuulmisläve muutusena, algab tasapisi 25–30 aasta vanuselt. Muutused on alguses nõrgad ja piirduvad kõrgete sagedustega (üle 6 kHz, vt joonis 5.2). Edaspidi kuulmislävi tõuseb nii kõrgetel kui madalatel sagedustel, mõnikord kogu kuulmisläve ulatuses kasutuses olevatel sagedustel (125 Hz kuni 8 kHz). Sarnaselt mürakahjustusega kaasnevale kuuldeläve muutusele areneb ja ilmneb ka vanadusest tingitud kuulmise halvenemine väga individuaalselt. Üle 70-aastaste vanuserühmas võib väikesel osal kuuldelävi olla veel „normi piires“, samas osal ei ole see enam suurtel sagedustel üldsegi mõõdetav (üle



Joonis 5.2 Kuulmisläve tõus vananedes; kuulmislävi (püsttelg), sagedus (horisontaaltelg) (Fields & Hall, 1987).

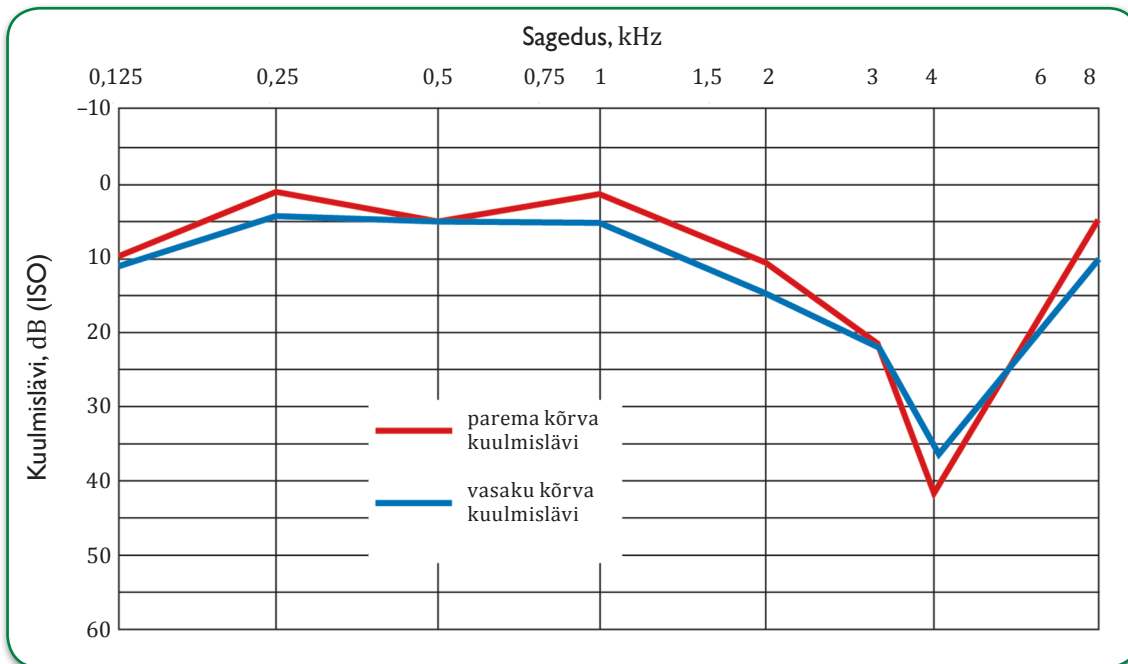
120 dB kuulmislävetasemest). Noortel ja normaalkuuljatel on see vahe vaid 10–15 dB.

Osa uurijaid arvab, et vanadusest tingitud kuulmishäire üks põhjustaja on keskkonnamüra, ning kasutavad mõistet *socioacusic*. Kuna müra kahjustusele iseloomuliku kuulmisläve muutuse audiogramm erineb vanadusest tingitud muutuste audiogrammist, siis ei ole kindel, kas müra avaldab mõju vanaduskuulmisnõrkuse tekkele. Selle asemel arvatakse, et pärilikud tegurid selgitavad suure osa individuaalsetest erinevustest. Lisapõhjuseks võib olla ka mõni muu haigus, toitumine ja isegi stress. Müra tekitatud kuulmiskahjustuse ulatuse uurimisel tuleb läheneda igale patsiendile individuaalselt, arvestades vanaduskuulmisnõrkust ja east sõltuvat muutust, mida hinnatakse rahvusvahelise standardi järgi (ISO 7029). Eakatel, kes on oma töö tõttu olnud müra-keskkonnas, ei ole võimalik eristada vanusest ja müra-st tekkinud kuulmiskahjustust.

Mõõtes kuuldeläve kohe pärast igapäevase müra lõppemist, võime näha normaalset või eelnevast mõõtmisest erinevat kuuldeläve, eriti veel 4 kHz sagedusel. Need ei ole tavaliselt siiski püsivad kuuldeläve muutused. Pärast piisavat puhkust (vähemalt 16–24 tundi) müra-st

kuulmistundlikkus taastub. Sellist ajutist heli-/müramõju põhjustatud läve muutust (*Temporary Threshold Shift*, TTS) ei või pidada püsivaks müra põhjustatud kuulmiskahjustuse tõttu tekkinud kuulmisläve muutuseks (*Noise-Induced Permanent Threshold Shift*, NIPTS), mida võib usaldusväärselt mõõta alles vähemalt ööpäev pärast vastuvõtlikkuse lõppemist. Ajutisest helitundlikkusest tekitatud läve muutust on pakutud individuaalse müra kahjustuse määramise meetodiks, kuid sellega ei suudeta usaldusväärselt ennetada püsiva müra kahjustuse raskust.

Tugev ja kauakestev müra tekitab sisekõrva karvarakukahjustusi selliselt, et kuulmisläve muutus ilmneb alguses nõrga kõrvalekaldena normaalset 2–6-kHz sagedustel, eriti 4-kHz sagedusel. Kuulmislävi on 8–10-kHz sagedustel üldiselt ilmselt parem. Müra tekitatud kuulmiskahjustuste puhul on läve muutusele tüüpiline 4-kHz auk. Läve muutus on tavaliselt sümmeetriline mõlemas kõrvas. Kui põhjuseks on impulssmüra, võib läve muutus olla suurem kõrgematel sagedustel kui 4 kHz. Helitase-meetustes ja toimeaja kasvades kuulmislävi halveneb jätkuvalt mõnekümne aasta jooksul eelpooltoodud sagedusel ja laieneb ka madalamatele sagedustele (joonis 5.3). Müra kahjustuste puhul ei ole läve muutus siiski üht-



Joonis 5.3 Näide müra tekitatud kuulmiskahjustusest, mis avaldub kuulmisläve muutusena; kuulmislävi (püsttelg) ja kõne sagedus (horisontaaltelg).

lane tervel sagedusalal. Ühtlasel läve muutusel madalate sageduste alal ei ole kahjustuse põhjuseks müra.

Lisaks kuuldeläve muutusele on mürakahjustusele tihti peale omased järgmised muutused:

- oodatust halvem kõne eristamine,
- kitsenenud kuulmise dünaamiline ala,
- lärmi mõju on varjatult laienenud suurtele sagedustele, mis osaliselt raskendab kõne eristamist,
- ülikuulmiserksus (hyperacusis),
- kohin,
- kuulmishallutsinatsioonid ja
- raskused hääle lokaliseerimisel.

Probleemseim neist muutustest on kõne eristamine müras. Sel juhul on läve muutus küll piiratud ja vähe- ne, aga tekitab praktilisi raskusi tegevustes, kuigi vaikesetes kuulamistingimustes ei ole kõne eristamisel veel mingeid probleeme. Kuna mürakahjustus areneb tavaliselt vaikselt aastakümnete jooksul, siis inimene harjub sellega ja ei pane muutusi tähele nii lihtsalt kui kiiresti areneva akuutse kuulmiskahjustuse puhul.

Kohinat, mis võib olla seotud mis tahes kõrva- kahjustusega, esineb umbes pooltel kuuldeläve muutuste

juhtudel. See võib tekkida ka siis, kui karvarakukahjustus on nii nõrk, et see ei ilmne veel kuuldeläve muutusena. Normaali piires olev kuulmislävi ei välista kerge karvarakukahjustuse võimalust, mis võib väljenduda kohinana, heli ülikuulmiserksusena ja kõne eristamise raskusena. Teisalt võib kohinat esineda ka inimesel, kes on kuulmise täielikult kaotanud. Kohin tekib kõrva karvarakkude talitlushäiretest - ajutist või püsivat kas või nõrka raku- kahjustust või kuulmisnärvi töö muutust teadvustatakse helina. Kohin on küll pidev, kuid sellega harjudes ei häiri ta kogu aeg. Harjumine võtab täiskasvanul siiski mitmeid kuid ning eeldab vaikuse vältimist ja kontrollitud heli- ümbrust.

Kindlustusfirmade andmetel arvutatakse seas- dusjärgne hüvitatav mürakahjustus kuulmisläve muu- tuste põhjal. Soomes on piirmääraks keskmiselt 25 dB kolmel sagedusel (500 Hz, 1 ja 2 kHz), mis on võrdne ohuklassiga 2 või 10% kahjumääraga. Kuna mürakahjus- tustel, mille puhul kuulmislävi muutub järsult kõrgematel sagedustel, on kõne eristamine tihti halvem, kui kuulmis- läve keskmine tase lubab loota, võidakse kahjuklassi tõsta ühe võrra. Kindlustusnõude esitamisel kohinat ei arvestata.

5.4 Müratundlikkuse ja kuuldeläve muutuse suhe

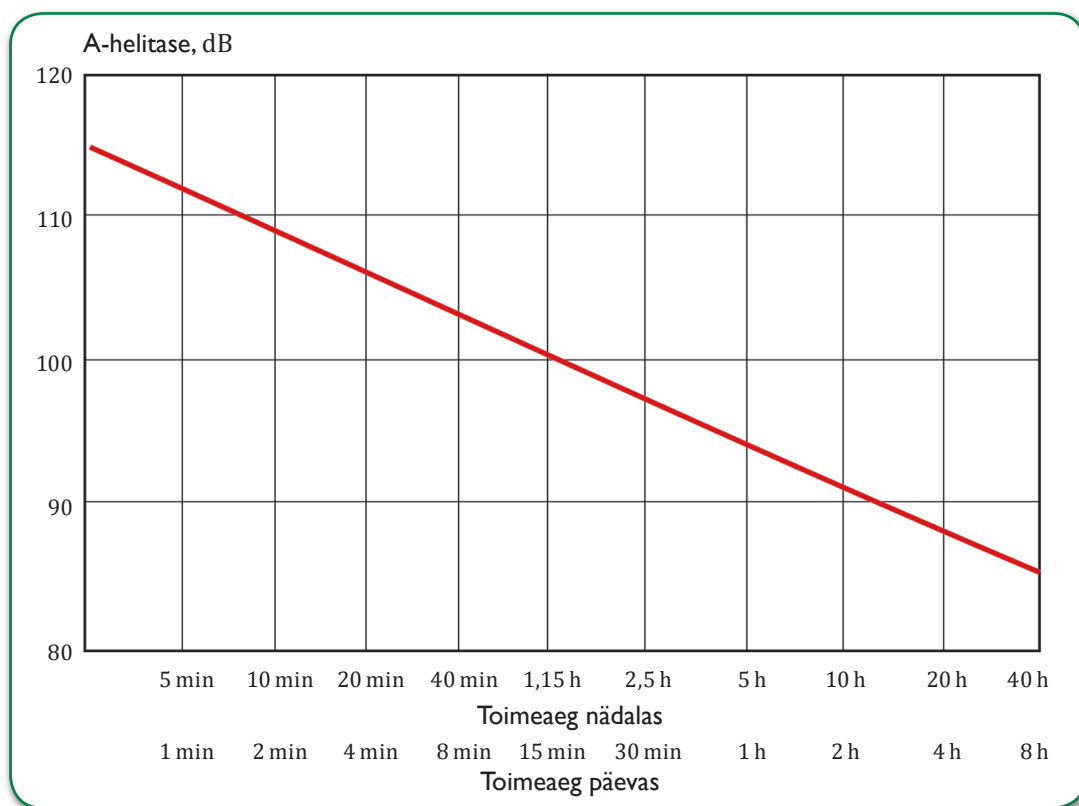
Meie teadmised müra tekitatud kõrva karvaraku kahjustustest ja seda peegeldavast kuulmiskahjustusest põhinevad osalt loomkatsete uuringutel, teisalt aga sellistel laiaulatuslikel tööga seotud mürakahjustuste uuringutel, kus on mõõdetud müra erinevatel tööstusaladel mitme aastakümne vältel.

Kriitiline füüsikaline suurus, millel on seos mürakahjustuse raskusastmega, on kogu hääleenergiahulk, mis vastab hääle tugevusele ja kestusele. Selle energia põhiprintsiibi järgi on kahjustuse raskusaste sama, kui tase tõuseb 3 dB võrra ja toimeaeg väheneb poole võrra (joonis 5.4). Mürataset väljendatakse siis keskmise helitasemena (L_{Aeq}). Suur osa mürast, mis tekitab kuulmiskahjustusi, on laiaribaline ning müra sagedusspektril ei ole tavaliselt suurt rolli kuulmiskahjustuse raskusastme või selle tüübi määramisel. Ka tugevatel impulsshelidel on

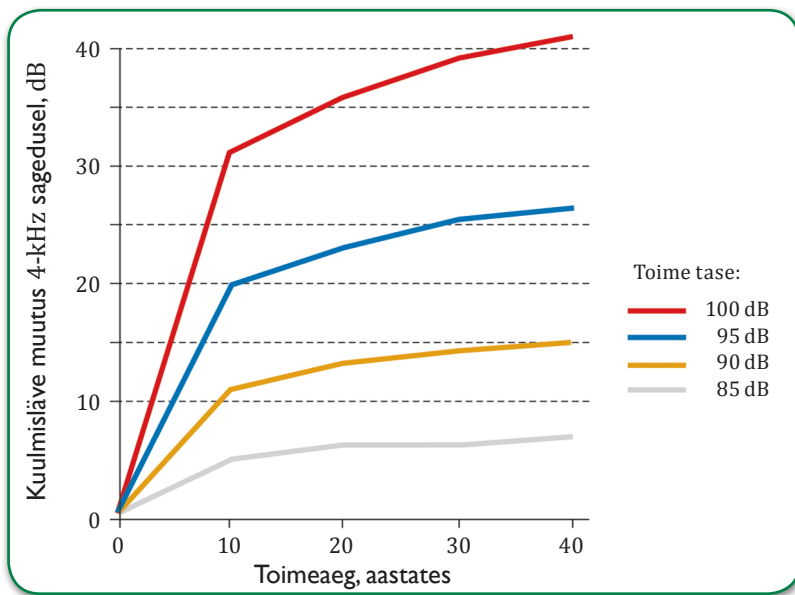
üsna laiaribaline, kuid mingil määral kõrgetele helidele keskenduv spekter.

Mürakahjustuse tekkimine ja arenemine on, nagu eelpool tõdetud, märkimisväärselt individuaalne. Nagu ka vanadusest tingitud kuulmise halvenemine, põhineb ka siin kuulmise halvenemine eelkõige pärilikel teguritel, mida siiani veel täpselt ei tunta ja seepärast ei osata ka geenitasemel määratleda. Seega ei saa tundlikkust praegu veel uuringutega usaldusväärselt enneta. Veel ei ole ka mingit kinnitust selle kohta, et lapsed ja noorukid ning vanurid saaksid teistest kergemini mürakahjustusi. Loomkatsetest on teada, et n-ö ototoksilised ained (mõningad ravimid ja tööstuslikud kemikaalid), mis võivad piisavate koguste puhul kahjustada kõrva karvarakke, võivad muuta katsealuseid mürakahjustustele tundlikumaks, kui neid aineid kasutada müra vastuvõtlikkuse ajal. Samasugune mõju arvatakse olevat ka suitsetamisel.

Mürakahjustuse riskipiir on 8 tundi igapäevase, mitu aastat kestva müra vastuvõtlikkuse puhul. Sel juhul peetakse keskmiseks helitasemeks 85 dB. Püsienergia põhi-



Joonis 5.4 Mürakahjustuse riskipiir energia jäävuse seaduse järgi, keskmine helitase (püsttelg), vastuvõtlikkusaeg (horisontaaltelg) (ISO 1999, 1990).



Joonis 5.5 Mürakahjustuse areng (püsttel, läve muutus 4-kHz toonil) tundlikkuse kestmise lisandudes (horisontaaltelg), erinevatel tundlikkustasemetel (kaared alt üles; 85, 90, 95 ja 100 dB) (Taylor ja Wilkins, 1980).

mõtte järgi on risk sama suur 88-dB tasemel, kui vastuvõtlikkuse aeg on 4 tundi (joonis 5.4). Riskipiir tähendab seda, et 50%-l müras viibijaist on risk saada kümne aasta pideva müratundlikkuse järel kuuldeläve muutus, mis on 5 dB 4-kHz sagedusel, ja 10%-l on risk vastavalt 7 dB (ISO 1999). Risk suureneb, kui tundlikkuse tase kasvab.

Läve muutus areneb kõige kiiremini esimese kümne müra toime aasta jooksul. Pärast seda muutub lävi aeglasemalt, saavutades peaaegu maksimaaltaseme umbes 40 aastat pärast vastuvõtlikkuse algust (joonis 5.5). Pikaajaline müratundlikkus ei tekita isegi kõrgetel sagedustel täielikku kuulmiskaotust (kuulmislävi üle 120 dB 2–6 kHz sagedusel).

Akuutne mürakahjustus võib tekkida üksikust, tavaliselt tugevast impulssmüra toimest kui selle hetke tiptase ületab 140 dB. Joonisel 5.4 esitatud energia jäävuse seaduse põhimõtete järgimine väga lühikese toimeaja korral ei ole usaldusväärne, kuna puuduvad piisavad uurimis- ja mõõtmistulemused. Mõningaid keskkonnamüra tüüpe sisaldavate impulsshelide tekitatud riske on seepärast raske hinnata. Rohkelt impulsshelisid sisaldaval müral on suurem risk tekitada kuulmiskahjustusi, mille pärast soovitatakse sel juhul keskmise helitaseme hindamisel lisada 2–8-dB-ne parandus.

Suur osa keskkonnamüra on tasemelt ja/või igapäevaselt või kogu toime ajalt selline, et mürakahjustusrisk ei ole tõenäoline, kuigi lühikese toimeaja jooksul nende

keskmine helitase võib selgelt ületada riskipiiri. Eranditeks on tugevad lühiajalised mürasündmused ja impulssmüra allikad. Sellised müraallikad on näiteks motosportvahendid, tulirelvad, ilutulestikud ja mõningad mänguasjad.

Raporteid kontserdi- ja diskomuusika tundlikele inimestele tekitatud kuulmiskahjustustest on kajastatud ka meedias. Muusika ei ole pidev heli nagu tööstusmüra, vaid selles on pausid ja tasememuutused, mille ajal kõrva karvarakud saavad taastuda võimalikust heliväsimusest. See vähendab kahjustustundlikkust. Diskode ja kontsertide soovituslikud helitasemed on võrdsustatud seal töötavatele muusikutele ja personalile määratud tasemetega: 4tunnisel kontserdil 100 dB ja diskol 90 dB. Üksikuid kuulmiskahjustuse juhtumeid võib näiteks ette tulla impulssheli toime puhul (tulistamine, ilutulestikud, mänguasjad, motosport, madallennud jne).

Keskkonnamüra mõju võib sellegipoolest olla märkimisväärne, kui sellele liitub töökoha müra mõju. Sellepärast tuleb arvestada tööl esineva tugeva müra puhul ka vabaaja müra riskidega.

Rahvastiku tasemel eakohaseid muutusi tervikuna arvesse võttes ei või kindlalt viidata keskkonnamüra rollile kuulmiskahjustuste tekkel. Ei ole andmeid, et keskkonnamüra lisandumisel suureneks kohina tekke võimalus. Kuid ülemäärane kohina kohta ei ole siiski piisavalt kontrollitud uuringuid, mille abil võiks üldistusi teha.

6 Pikemaajaline mõju

3., 4. ja 5. peatükis on käsitletud müra mõju tervisele müra kestmise ajal ja vahetult selle järel. Kuid on inimesi, kes elavad keskkonnamüra mõju all pikka aega - aastaid või isegi aastakümneid. Rahvatervise seisukohalt on oluline teada, milline on müra pikemaajaline toime. Osa pikka aega kestnud müra tagajärgedest võib olla seotud keskkonnamüra kauaaegse mõju all olemisega. Osa tagajärgedest võib ilmnedagi ka siis, kui müra mõju on tegelikult vähenenud. Erinevalt töö põhjustatud mürast ei lõpe keskkonnamüra mõju all olemine tegelikkuses kunagi täielikult.

Rahvatervise seisukohalt olulised haigused tekivad enamasti mitme asjaolu koosmõju tagajärjel. Tavaliselt jagunevad põhjused pärilikeks ja keskkonnateguriteks, viimaste hulka kuuluvad viibimine mitmesuguste häirijate, sealhulgas ka keskkonnamüra mõju all. Kuna ainult väga harvadel juhtudel võib haiguse tekitajaks pidada ainult ühte mõjutajat, nagu näiteks kiiritushaiguste puhul, ja kuna ei tunta ühtki ilmselgelt ja märgatavalt keskkonnamüra toimel tekkinud "mürahaigust", on müra toimet uurides tõenäoliselt küsimus selles, et keskkonnamüra on üks haiguse kujunemise põhjuseid või üks selle kulgemist mõjutavaid tegureid. Seega võib rääkida haigestumise riski suurenemisest pikaajalise keskkonnamüra mõju all olemise toimel. Elanikkonna uurimisel tuleks sellistel juhtudel pöörata lisaks tähelepanu neile müra mõju all olevatele isikutele, kelle puhul risk on suurem (7. ptk).

Teine pikemaajalise mõju tagajärgede rühm on seotud kestva keskkonnamüra mõju all olemise tekitatud talitluslike häiretega. 3. ja 4. peatükis käsitletakse müra põhjustatud talitluslike häireid, mis võivad väheneda või kaduda, kui müra mõju tunduvalt väheneb. Kuid on võimalik, et talitluslik häire, mis halvendab müra mõju all olia töövõimet ja elulaadi, püsib ka pärast müra lõppemist.

Kolmas pikemaajalise mõju tagajärgede rühm on seotud püsiva keskkonnamüra mõju all olemise tekitatud kahjuga elu- ja töötingimustele. Kahju vähenemine ja elutingimuste muutumine taas endiseks ei ole müra mõju all olnud isiku vanuse ja tausta muutumist arves-

tades isegi taastusravi abil ilmselt enam võimalik, kuna müra mõju kestmise ajal on inimene kaotanud erinevaid võimalusi paranemiseks.

Keskkonnamüra pikemaajalise mõju tunnistamine ja keskkonnamüra riskide usaldusväärne selgitamine on mitmete tegurite arvestamise vajaduse tõttu keeruline ning selleks on vaja ulatuslikke ja võrreldavaid demograafilisi uuringuid. Selliseid uuringuid on siiani vähe tehtud. Mitmes uuringus on ilmselt leitud viiteid pikemaajalise mõju tagajärgede kohta, kuid nende kinnitamiseks tuleb veel oodata täiendavate uuringute tulemusi, enne kui on võimalik esitada kindlaid tõendeid mõju kohta.

6.1 Keskkonnamüra mõju elanikkonna haigestumisele

Pidev keskkonnamüra mõju all olek võib tekitada selliseid elundite funktsioonide pikaajalisi häireid, mis koos teiste haiguste teket mõjutavate teguritega suurendavad haigestumise riski. Enamikku neist võib pidada seotuks stressi puhul tekkivate muutustega organismis, mis on elundi- ja rakutasandil tihedalt seotud südame- ja vereringeelundkonna, ainevahetuse, sisenõrenäärmete, immunoloogiliste kaitsemehhanismide, seedeorganite ja hingamisteede tööga. Stress mõjutab harjunud eluviisi, väljendudes meeleolu ja käitumise muutumises ning näiteks võimalike vaimse tervise häiretena.

Uurimistulemused on näidanud, et müra mõju all oleva elanikkonna südame- ja veresoonehaiguste risk kasvab. Neil inimestel tõuseb vererõhk ning suureneb südameinfarkti ja ka enneaegse surma oht (ptk 4.4).

Keskkonnamüra tõttu suurenenud haigestumise riski võimalusele osutavad ka immunoloogilised häired, eriti nakkuste vastuvõtlikkuse suurenemine, ja vaimse tervise häired. Uurimustes, mille käigus on vaadeldud keskkonnamüra mõju koduloomadele, on leitud seoseid häiretega tiinuse ja sünnituse ajal.

6.2

Keskkonnamüra pikemaajalisest mõjust tingitud tegevuse häired ja puudulikkused

Osa pikemaajalise keskkonnamüra tekitatud häirivuse, unehäirete, kognitiivsete ja keelelise suhtlemise raskustega seotud tegevuse häiretest võivad jääda pikaajalisteks või püsivateks. Kestva keskkonnamüra tekitatud tugev häiritus võib kujundada mõjualuse suhtumist keskkonnamürasse. Une kvaliteet võib ka müra vähenedes jääda halvaks ja öösel jälle rahulikult magama harjumine võib vanuse kasvades raskem olla. Pikemaajalise müra mõju all olekuga seotud väärtuskasutus võib jääda harjumuseks, mis põhjustab häireid ka rahulikus ümbruses. Alati ei saa probleemist üle ilma taastusravita.

Seni täpselt uurimata, kuid rahvatervise seisukohalt ja ühiskondlikult olulised pikaajalise mõju tagajärjed võivad olla seotud müra tekitatud kognitiivsete häiretega lapsepõlves. Sel ajal peaks laps õppima tähelepanelikkust, keskendumist ja kuulamist, arendama mälu, uute teadmiste omandamist ja keelelisi oskusi. Keskkonnamüra võib mõjuda nii kodus, vabal ajal kui päevahoiuasutuses ja koolis. Eelpool kirjeldatud kognitiivsete funktsioonide häired paranevad, kui müra kestab lühikese aja (osa 4.2). Kuid ei ole kindlaks tehtud, kuidas need häired paranevad siis, kui müra mõju all olek lapse kriitilise arengustaadiumi ajal kestab aastaid. On leitud tõendeid meeleelundite puudulikkusest tekitatud pikaajalise deprivatsiooni (ärritajate ja stiimulite puudumine) kohta, mis aja jooksul tekitab sama tüüpi häire.

6.3

Keskkonnamüra mõju pikemaajaline kahju

Nagu 1. peatükis mainiti, mõeldakse tervisele kahjuliku mõju tagajärgede all inimeste tegevus- ja osalemisvõimalustega seotud asjaolusid. Sinna alla kuuluvad:

- elutingimused;
- haridus- ja töövõimalused;
- sotsiaalne seisund;

- võimalus osaleda mitmesuguses ühiskondlikus tegevuses, sealhulgas võimalus kasutada kultuuri-teenuseid;
- tervisekahjude majanduslikud tagajärjed, näiteks inimese toimetulekutaseme
- ja eluviisi muutumine.

Pole veel kindlaks tehtud, millisel määral keskkonnamüra häirivus ja ööune häiritus kahjustavad elukvaliteeti. Mõnedes elupiirkondades mõjutab müra elulaadi, sest rõdu ja terrassi kasutamise ning õues olemise võimalused on piiratud. Majanduslikult väljendub mõju kinnisvara väärtuses. Samuti võivad kestva müra tekitatud häiritus ja unehäired suurendada stressi ja nii vähendada haridus-, töö- ja teenimisvõimalusi. Nende kaudu võib muutuda inimese sotsiaalne elukeskkond.

Pikka aega kestnud keskkonnamüra võib kognitiivsete funktsioonide häirituse kaudu mõjutada laste ja noorte toimetulekut koolis ning pikemas perspektiivis ka nende haridus- ja töövõimalusi. Selle tagajärgedeks võivad halvemal juhul olla tõrjutus ning alkoholi ja narkootikumide tarbimise riski kasv— seega tõsine ja ka majanduslikult oluline kahju ühiskonnale.

Samuti on uurimused näidanud, et keskkonnamüra tekitatud häiritus, stress ja unehäired toovad kaasa ravimite ja tervishoiuteenuste kasutamise suurenemise. On täheldatud hoolimatuse ja isegi agressiivsuse lisandumist ning teisest küljest abivalmiduse ja empaatilise käitumise vähenemist.

7 Müra mõju eri elanikerühmadele

Keskkonnamürale vastuvõtlikuks muutunud elanikkond ei ole müra mõjude suhtes ühtne. Erinevatest teguritest põhjustatud mõjud, näiteks müra otsesed füsioloogilised mõjud, pikaajalised tervisemõjud ja mõjud kuulmisele, on varieeruvad. Tähtis on ära tunda muutuse põhjused. Põhjustest arusaamine lubab paremini mõista reaktsioon-vaste statistilist loomust ning suhtuda kriitiliselt erinevate demograafiliste uuringute põhjal tehtud otsustesse. Näiteks müratundlikud peavad müra häirivaks kui mittetundlikud ja neile võivad olla müra füsioloogilised mõjud tugevamad kui mittetundlikele.

Individaalsete muutuste väljaselgitamise uuringud võimaldavad leida need rahvastikurühmad, kellele tuleb kindlasti arvestada keskkonnamüra tõrjumisel. Sellistesse rühmadesse kuuluvad vanurid, lapsed, noored, rasedad ja haiged. Vanust ja sugu tuleb võtta arvesse kõikide epidemioloogiliste uuringute puhul, sest need mõjutavad peaaegu kõiki uuritavaid nähtusi.

7.1 Vanus

Tähtis on pöörata tähelepanu inimestele, kes on oma vanuse tõttu erinevatele müramõjutustele tundlikumad, nagu näiteks vanurid, aga eeskätt lapsed ja noorukid. Tulemuseks on õppimiskeskused ja mahajäämine keskendumist, kuulamist, arusaamist, mälutoiminguid nõudvates tegevustes, keeleõppes, lugemises ja seega ka kooli õppeainete omandamises. See võib vahel viia terve elu kestvate probleemideni õppimises ja tööelus, sotsiaalses toimetulekus ja inimsuhetes. Müra kognitiivset mõju lastele ja lingvistilisele kommunikatsioonile on täpsemalt tutvustatud peatükkides 4.2 ja 4.3.

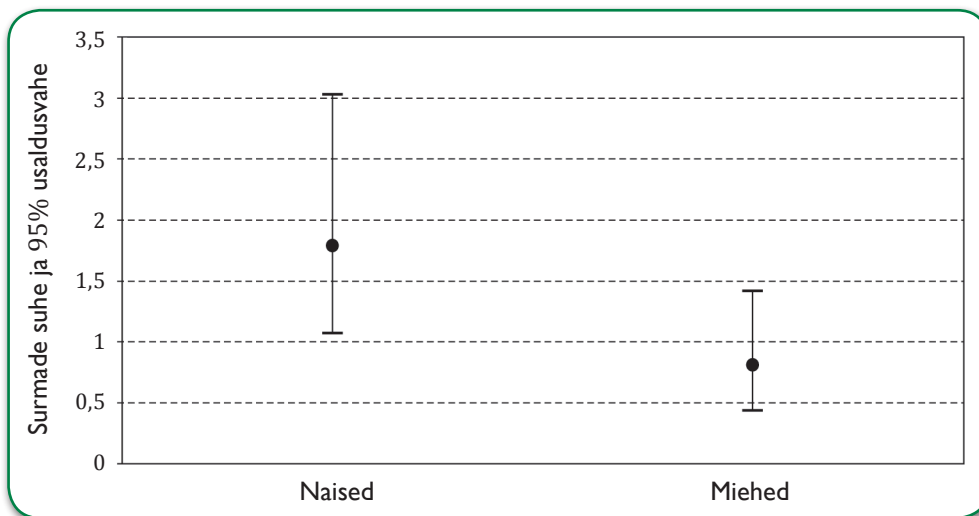
Pikaaegne müratundlikkus näib suurendavat laste abitusetunnet ning vähendab nende motivatsiooni ja enesehinnangut. Praegu ei ole veel täpseid uurimustulemusi lapsepõlveaegse pikalt kestnud müratundlikkuse

mõjude kohta hilisemale sotsiaalsele toimetulekule ja tõenäoliselt sellest tulenevatele vaimsetele ja muudele terviseprobleemidele.

Kirjanduses leidub vaid vähesel määral infot individuaalsete erinevuste ja unehäiretele kalduvuse kohta. Mõningad uuringud viitavad sellele, et müra häirib laste ja noorte und vähem kui keskealiste või vanemate inimeste und. Vananedes ärkamise tõenäosus kasvab. Teisalt tundub, et 4-6-aastaseid lapsi häirib kõige enam äkiline äratamine une IV tasemelt. Lapsed reageerivad ka psühhofüsioloogiliselt kergemini (näiteks südame löögisagedus muutub) kui täiskasvanud. Haiged lapsed võivad olla tundlikumad müra suhtes.

7.2 Sugu

Uurides erinevaid müraallikaid (töö-, liiklus-, lennumüra) ja müra erinevaid mõjusid vereringele (nagu vererõhuhaigused, südame pärgarteri haigused, ravimite kasutamine, infarkt) on uurimistulemused tihti vaheldunud soo järgi. Suuremas osas uuringutest on sellist mõju tõdetud meestele, kuid osas jällegi naistele. Epidemioloogilised uuringud meestel on näidanud, et liikluse müra häirivus on seotud südame pärgarteri haiguste suurenemisega. Meestel on täheldatud ka seost liikluse müra vastuvõtlikkuse ja infarktiriski vahel. Ühes uuringus jällegi tõdeti naiste äärmiselt tõusnud infarktiriski, mis oli seotud liikluse müra häirivusega. Südame- ja veresoontõve haiguste sümptomite ja müratundlikkuse vahelist seost on täheldatud taas naistel, mitte meestel. Ka Soome uuringus on leitud, et on olemas seos müratundlikkuse ja naiste suurema südame- ja veresoontõvehaigustesse suremuse vahel (joonis 7.1). Raporteeritud müratundlikkus suurendab selle uuringu järgi müratundlike naiste suremust südame- ja veresoontõvehaigustesse. Mõned uurimistulemused näitavad, et naised on meestest tundlikumad ka uneaegsele mürale.



Joonis 7.1 Südame- ja veresoonehaiguste suremuse suhe (püsttelg) müratundlikel naistel ja meestel (Heinonen-Guzejev et al., 2007).

7.3 Müratundlikkus

Märkimisväärne osa elanikkonnast on hoolimata vanusest ja soost müratundlik. Erinevates maades tehtud uuringutes on müratundlike tõdetud olevat umbes 25–40% elanikkonnast, näiteks Soomes 38% (nendest naised oli 52%). Müratundlikkus on inimese kogetud tundlikkus müra erinevatele mõjudele. On inimesi, kes peaaegu ei pane heli tähelegi, ja on ka neid, kes kogevad samasugust müra väga häirivana. Müratundlikkus seletab individuaalseid erinevusi müra häirivuse tajumisel (ptk 3), ja see on lisaks helitasemele tähelepanuväärseim müratundlikkust ennustav tegija.

Müra häirivus ja müratundlikkus ennetavad müra tervise mõjusid ning unehäireid paremini kui müratase ise. Müratundlikkus lisab müra häirivust ja müratundlikkuse muid mõjusid. Müratundlikkus on samas ka iseseisev, müra häirivusest eraldi olev individidevahelisi erinevusi seletav tegur.

Müratundlikkus on reaktsioon mürale. Müratundlikud kogevad müra ohtlikumana, reageerivad sellele tugevamalt ja harjuvad sellega aeglasemalt kui vähemtundlikud. Kõne all on muutumatu, ilmselt pärilik omadus, mis on varasemast müratundlikkusest sõltumatu.

Müratundlikkus näib olevat inimese enese poolt tehtud hinnang, mis sõltub üldisest stressitundlikkusest, mitte ainult mürast. See võib olla seoses üldise stressihaavatavusega, mida võiks kasutada selle võimaliku indikaatorina. Müratundlikud on teatanud, et nad on tundlikud ka muude keskkonnategurite suhtes, kaasa arvatud keskkonnareostused. On tõdetud, et kemikaalitundlikkusel ja müratundlikkusel on omavaheline seos.

Müra subjektiivset kogemist, müratundlikkust ja müra häirivust võidakse tuvastada küsitledes ja intervjuueerides. Müratundlikkust võidakse mõõta mahukate küsimuste seeriatega (näiteks Weinsteini kasutatud) või lühikeste otseste küsimustega, näiteks „kui tundlik te enda arvates olete mürale?“. Soome müratundlikkuse uuringus kasutati sellist valikvastustega küsimust: „Inimesed kogevad müra erinevalt. Kas Te tunnetate müra tavaliselt 1) väga häirivana, 2) üpris häirivana, 3) mitte eriti häirivana, 4) üldse mitte häirivana, 5) ei oska öelda“. Vastanud lahterdati selle põhjal „eriti“ või „üsna“ müratundlikeks ning „mitte eriti“ või „üldse mitte“ müratundlikeks. Statistiliste analüüside jaoks lahterdati kaks esimest rühma müratundlikeks ja kaks viimast mittetundlikeks. Laialuluslikud küsitlusseeriad ja lühiküsimused on tõdetud korreleeruvat hästi või üsna hästi.

Soome uuringus on selgitatud kõigele lisaks ka müratundlikkuse loomust ja üldisust, selle füsioloogilist

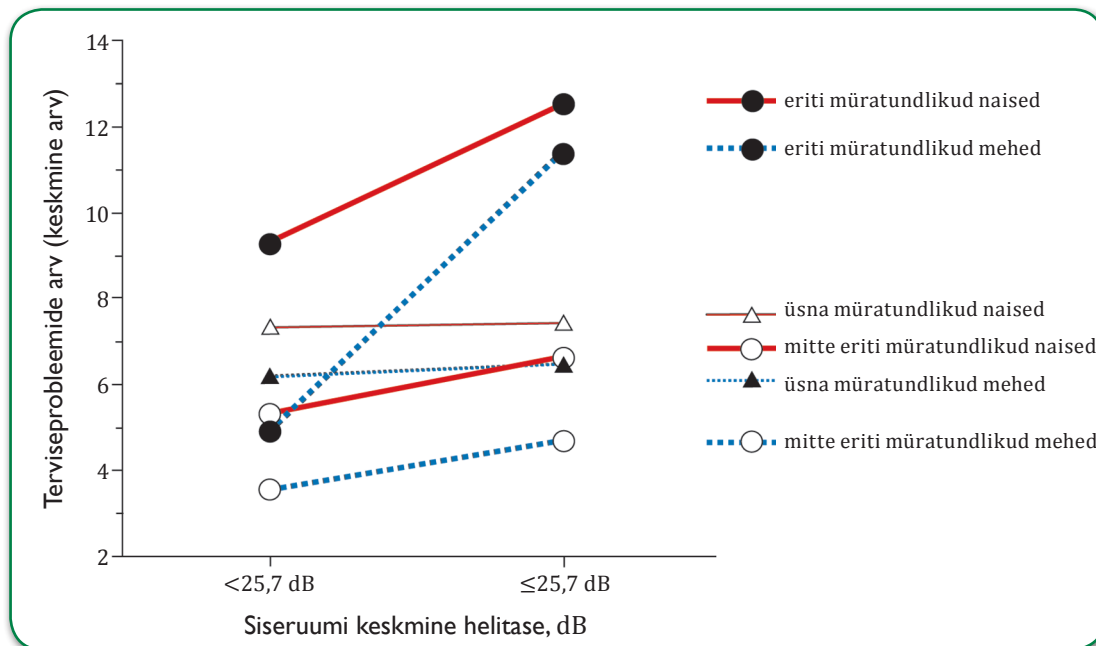
ja võimalusel ka iseloomu puudutavat tausta ning pärlikkust. Selle uuringu järgi tundus, et vanusega müra- tundlikkus väheneb. Varasemates uuringutes on saadud vastuolulisi tulemusi vanuse, soo ja müra- tundlikkuse vaheliste seoste kohta. On uuringuid, kus leitakse, et müra- tundlikkus suureneb vanusega, et müra- tundlikkust esi- neb kõige rohkem keskealistel naistel või et see ei sõltu üldse vanusest või soost.

Müra- tundlikkusel on nii somaatiline kui ka psüh- holoogiline toime. On tõdetud, et see on seoses krooni- liste haiguste (näiteks südame- ja veresoonehaiguste- ga, kõrgeenenud vererõhuga), ravimite tarvitamisega, erinevate psühholoogiliste tegurite, stressi ja unerask- tusega (joonis 7.2). Soomes tehtud uuringus oli müra- tundlikkus seotud vererõhu muutumisega, emfüseemi ja stressi tekkega, vaenulikkusega, suitsetamisega, valuvai- gistite, uinutite ja rahustite kasutamisega. Müra- tundlikel on tõdetud halvenevat une kvaliteeti, kui nad kannata- vad liikluse müra all, mille maksimaaltase ületab 45 dB.

Arvatakse, et müra- tundlikkus on üks südame- ja veresoonehaiguste ohutegurid. Inimesed, kes uu- ringutes peavad ennast müra- tundlikeks, on reageerinud mürale tugevamate veresoonte kokkutõmmetega kui teised kontrollrühma liikmed. Olenevalt müra- tundliku inimese soost ja müra- tundlikkuse määrast müra mõjud vereringele varieeruvad.

7.4 Tervislik seisund

Haiged (eriti pikaajased haiged), vaegkuuljad ja haigusest taastujad on tervisliku seisundi tõttu müra mõ- judele tundlikud. Näiteks haiglates on müra üks põhilisi unehäirete tekitajaid. Müra põhjustatud kuulmismuu- tus ja mõju kõne kuulmisele on esitatud peatükkides 5 ja 4.3.



Joonis 7.2 Tervisprobleemide hulk (püsttelg) siseruumide müra keskmise helitaseme järgi (horisontaaltelg) eristatult müra- tundlikel naistel ja meestel (Nivison, 1992).

Müra mõjude tõlgendamine vaimsele tervisele on probleemne. On tõdetud, et muust elanikkonnast kergemini on müra mõjudele vastuvõtlikumad naised, lapsed, kõrgharidusega inimesed ja sotsiaalselt kõrgel ametikohal olevad. Müra häirivuse, müratundlikkuse ja vaimse tervise probleemide omavahelised suhted on keerulised ning uuringu praeguses faasis veel vähe uuritud.

7.5 Muud erinevusi põhjustavad tegurid

Inimesed, kelle võimalus omaalgatuslikult müra tõrjuda ja ennast kaitsta (nt akna sulgemine) on piiratud (voodihaiged, liikumispuudega või arengupeetusega inimesed, lapsed) kuuluvad müra mõjutustele vastuvõtliku elanikkonna hulka. Inimesed, kes öötöö, vahetustega töö või mõne muu põhjuse pärast peavad päeval puhkama ja magama, on mürale eriti vastuvõtlikud.

Müravastuvõtlikkust, nagu tavaliselt ka muid ter- vist kahjustavaid tegureid, esineb sotsiaalselt nõrgemal positsioonil olevatel rohkem. Esialgu ei ole veel teada, millist rolli mängib müratundlikkus erinevates sotsiaalse- tes gruppides ja kuidas mõjutab see nende haigestumist ja suremust.

Mürast põhjustatud unehäirete uuringute puhul on tähtsal kohal individuaalsed tegurid, nagu haigus, vanus, müratundlikkus ja ebaregulaarsed uneajad. Müra tekitatud unehäirete suhtes on väga tundlikud näiteks inimesed, kellel on madal stressitaluvus, rõhutud mee- leolu ja vahetustega töö. Samuti kuuluvad nende hulka vanad inimesed.

Süsteematiselt kogutud infot individuaalse tund- likkuse variatsioonide ja müra põhjustatud unehäirete kohta on vähe. WHO soovitusel on jõutud ühisele aru- saamale selles, et kui tahame vältida pideva müratund- likkuse kahjulikke tagajärgi, ei tohiks ööaja keskmine he- litase ületada 30 dB.

8 Mõra mõju uuringud

Heli/mõra mõjud inimesele võib jaotada eelmistes peatükkides esitatud järgi kolme rühma:

1. läbielatud häirivus (ptk 3),
2. füsioloogilistes elutegevustes ilmnevad mõjud (ptk 4) ning
3. koe- ja organismi kahjustusi tekitavad muutused (ptk 5).

Kõikide nendega kaasneb ka pikaajaseid mõjusid (ptk 6). Osa müramõjust esineb müras viibimise ajal. Nende mõjude uurimine ja väljaselgitamine peab toimuma samal ajal või koheselt pärast müra lõppemist. Müra kahjulikud mõjud, mis on ka ühiskondlikult märkimisväärsed, on seotud pikaajase müras viibimisega või haigestumise riski kasvuga pärast müra lõppemist, mille tagajärjeks on püsiv kahjustus, puue või kahju (siin kasutatud mõistete tähendusi on selgitatud 1. ptk-s).

Müra mõju uuringud on uurimusmeetmete poolt nõudlikud ja eeldavad tihtipeale mitmete muutujate arvesse võtmist. Kasutatavad uurimismeetodid puudutavad arstiteaduslikku diagnostikat, füsioloogilisi mõõtmisi, psühhoakustilisi uuringuid, enesehinnangu meetodeid intervjuudes või küsitlusuuringutes ja sotsiomeetrilisi meetmeid. Lisaks müra vastuvõtlikkuse informatsioonile on vaja veel teada uuritavate vanust, sugu, tervislikku seisundit, haridust, töökogemust, elu- ja töökeskkonda, sotsiaalset ringkonda ja sissetulekut. See eeldab koostööd paljude ametnikega, et kontrollida erinevaid muutujaid ja tõlgendada tulemusi. Tihtipeale on raske saada usaldusväärset infot piisavalt pika aja jooksul näiteks müra vastuvõtlikkuse ja haigestumise ja funktsionaalset häiret mõjutavate muude tegurite kohta. Suur osa müra mõjudest on sellised funktsioneerimishäirete, tegutsemispuude ja kahjulikkusega seoses olevad muutused või häired, mida võivad mõjutada ka mitmed muud tegurid. Uurimuskäitumise saamine ja selle tugevus eeldavad piisava tähelepanu pööramist erinevatele teguritele. Uurimuskäitumise tuleb eriti kriitiliselt ja täpselt anda hinnang metaanalüüsi tehes ja neid eraldi uurides. See eeldab hinnangut uuringu- ja kontrollrühma valiku, müraallika ja selle tasemete mõõtmise ning mõõdetava/hinnatava

müramõjude sobivuse kohta konkreetse uuringu eesmärgi puhul. Näidu tugevuse hinnang peab põhinema määratletud kriteeriumidel (tabel 8.1).

Põhimõtteliselt võib müra mõju uuringuid jagada mitmel erineval moel. Paljud keskkonnamüra uuringud on epidemioloogilised uuringud.

Need uuringud võivad keskenduda näiteks kõigile sama müramõju piirkonna elanikele või hõlmata vaid teatud kriteeriumide järgi väljavalitu. Materjali kogutakse selliste uuringute puhul tavaliselt küsitledes. Müra vastuvõtlikkuse informatsiooni ei mõõdetata täpselt küsimustele vastaja seisukohalt.

Tabel 8.1 Uurimuskäitumise tugevuse kriteeriumid (*International Agency for Research on Cancer* kriteeriumite järgi)

Näidu tugevus	Kriteeriumid
Piisav	kui on tõestatud põhjus-tagajärg seos müra vastuvõtlikkuse ja mõju vahel uuringute ajal, kus suvalised tegijad, meetme käsitusvea võimalused ja tulemuse moondumised on võimalikud ja on tõenäoline, et mõju on vastuvõtlikkuse tekitatud
Piiratud	kui uuringus on tõdetud põhjus-tagajärg seos müravastuvõtlikkuse ja mõju vahel, aga juhuslike tegijaid, süstemaatilisi meetodivigu või tulemimoondusi ei ole võimalik välistada, kuid oleks tõenäoline, et mõju oleks vastuvõtlikkuse tekitatud või otsest põhjus-tagajärg seost ei saa täpselt tõestada, kuid on olemas hea kaudne tõestus selle võimalikkuse kohta või kaudne tõestus on oletatav, kui vastuvõtlikkuse muutumine viib vahepealse mõjuni ja muud uuringud näitavad, et see vahepealne mõju viib uuritava mõjuni
Ebapiisav	kui uurimise kvaliteet ja tulemuse statistiline kontroll ei võimalda järeldada põhjus-tagajärg seost müra vastuvõtlikkuse ja mõju vahel ning selle tõenäosus oleks ka küsitav

Teine suur rühm müra mõju uuringuid on katse-
lised. Nii on võimalik saada müramõju vastuvõtlikkuse
mõõdistamisega isegi kõrvaga kuuldavaid tulemusi. Kol-
manda rühma moodustavad kliinilised uuringud, mil-
lega ei mõõdetata tingimata müra vastuvõtlikkust. Need
puudutavad tavaliselt juba ilmnunud funktsionaalse või
organikahjustuse või võimaliku müravastuvõtlikkusega
seonduva haiguse diagnostikat. Katselistes ja kliinilistes
uuringutes on võimalik mitmekülgselt uurida näi-
teks tegevusmõõdistusi nagu laiaulatuslikus rahvastiku
või teatud rahvastikukogumile keskenduvast uuringus.
Ristlõikeuuringutes kogutakse infot müra vastuvõtlikkuse
ja müramõjude kohta limiteerimata perioodil teatud aja
jooksul. Müra vastuvõtlikkuse pikaajalise mõju ja selle
muutuste jälgimine mitmeid aastaid kestva vastuvõtlik-
kuse ajal või pärast seda eeldab kannatlikku jälgimisuu-
ringut. Need uuringud võivad anda infot müramõjude
prognoosi, võimaliku halvenemise või paranemise kohta.
Jälgimisuuringutega võib prognoosida ka müra tõrjumis-
meetmete tõhusust.

Laiulatuslikke füsioloogilisi uuringuid (nt uneuu-
ringud, kognitiivsed testid, kõnekuulmisuuringud, klii-
nilisfüsioloogilised mõõdistused, laboratoorsed katsed,
telemeetrilised mõõdistused) võib olla parem läbi viia
laboratooriumi tingimustes. Osa nendest võib läbi viia
ka loomulikes vastuvõtlikkuse situatsioonides, näiteks
kodus või klassiruumis. Kuid on siiski ka müravastuvõt-
likkuse olukordi (nt liikluses), kus individuaalsed mõõdis-
tused ei tule kõne alla.

8.1 Müra mõju all olekuga seotud muutujad

Elukeskkonna heli-/müratundlikkust (tabel 2.1)
tekitavad erinevad allikad: mootorite ja nende pöörle-
vate osade õhuliikumine, esemete liikumine, kõlarid või
muud helikordamiseseadmed, muusikariistad, inimesed
ja loomad. Peatükis 2 on välja toodud heli/müra kirjel-
davad akustilised muutujad. Müra kahjude mõõtmisel
on tähtsad müra häirivuskaugus (helitaseme erinevate
rõhkude üksikute mürajuhtumite ja tasase taustamüra
helikõrguse suhe), müra ajaline iseloom (jätkuv, osali-

ne, regulaarne, ebaregulaarne) ning mürajuhtumite hulk
ja esinemine erineval ajal ööpäevas, näiteks õhtune ja
öine müra. Õhtust müra rõhutatakse tihti peale 5 dB ja
öist müra 10 dB tugevamalt kui päevast müra. Seega on
tarvis arvesse võtta müra heli kvaliteeti (näiteks mängiv,
kõrge või madalahäälnene) ja sisu ning selle ära tundmist
(näiteks jutumüra või laskemüra).

Vastuvõetud heli mõjutab veel ka keskkonna
olukord ja hetkeolukord, milles heli liigub heliallikast
vastuvõtlikuks muutunud inimesteni. Üksikute heliallika-
te põhjustatud hääle kvaliteeti ja tugevust võib mõõta
üsna faktipõhiselt. Mõõtmismeetodid on püsivad või
isegi standardiseerunud. Mürast mõjustatuks muutunu
tõeline müra/lärmist vastuvõtlikuks muutumine jääb
eriti demograafilistes uuringutes tihti peale ligikaudselt
ja eksimisvõimalus võib olla mitme dB suurune. Elamu-
piirkondades funktsioneerivate müraallikate tekitatud
helitasemeid võidakse mõõta väljaspool ehitisi erineva-
tes kohtades ja olukordades. Elamutesse kanduva müra
eripärade ja taseme hindamine on raskem. Seda mõ-
jutab näiteks akende või rõduukse lahtiolek, mis arva-
tavalt suurendab helitaset keskmiselt 15 dB. Laialdastes
demograafilistes uuringutes ei ole võimalik peaaegu üld-
se teha helitaseme mõõdistusi elamutes sees, kui müra
esineb vahetevahel. Kuna paljud tahavad hoida aknaid
lahti, võib olla küsitav pidada elamutesisest mürataset
une-, kuulmis- ja suhtlemisraskusi tekitavaks.

Kuna müra tekitatud tervisemõjud on väga eri-
nevad ja osaliselt sõltuvad need ka erinevatest müra-
tüüpidest ja müraallikatest, peab müra mõju uuringutes
ja lahendustes valima akustilise(d) muutuja(d) sobivalt
uuringu objektiks olevat tervisemõju arvesse võttes. Ar-
vestada tuleb ka uuritavat tervisemõju. Näiteks müra-
juhtumite hulk on müravastuvõtlikkust puudutav muu-
tuja, mis on eriti tähtis unehäirete puhul. Vegetatiivsete
funktsioneerimishäirete suhtes on keskmine helitase so-
bilikum heli „mõõtühik“. Maksimaaltase on samuti üks
moodus kirjeldada müra tugevust unehäirete puhul, eriti
ärkamisriski hindamisel.

Individuaalset, pika ajavahemikuga kumuleeruvat
üldist doseerimist kahjuks ei ole, kuigi selline annaks pa-
rima arusaama müravastuvõtlikkuse üldarvust.

8.1.1

Müra kogumõju

Demograafilistes uuringutes on müra kogumõju tavaliselt pärit mitmest kas samaaegsest või eri ajal esinevast allikast. Piirkonnas mürauringut teostades tuleb alati eraldi määratleda eri müraallikate mürapiirkonnad, näiteks maanteeliikluse ja raudteeliikluse mürapiirkond. Kirjandusest võib leida mitmeid võimalusi kogumõju hindamiseks või arvestamiseks, kui on teada peamised müraallikad ja nende mõju tase. Kuna helitase on logaritmiline ühik, on loomulik, et kahe samaaegse eri müraallika helitasemeid ei tohi aritmeetiliselt dB-des kokku liita. Kaks sama tugevusega müra tekitavad koos neist 3 dB võrra tugevama helinivoo. Aga kui üks on nõrgem, on koosmõju helitase suhteliselt madalam, nii et 10 dB võrra nõrgem müra ei suurenda peaaegu üldse kogu helitaset, võrreldes tugevama müraga. Kogu helitase võib seega olla akustiline helirõhutasemete kokkuarvestus. Kuna müra mõju sõltub ka teistest müraallika tekitatud heli omadustest, ei kirjelda kogu helitase müra mõju üheselt mõistetavalt.

Mitme müraallika tekitatud müra kogumõju käsitledes kasutatakse üldiselt valdava müra põhimõtet, kuna selle mõju on võimalik vaadelda ühtsena, näiteks kõige häirivama mõjuga müra või kõige rohkem und häiriv müra. Valdavaks müraks võib lugeda ka müra mõju all olijate seisukohalt kõige levinumat müra. Individuaalsete erinevuste tõttu võivad mõjualuste isiklikud hinnangud valdava ja kõige ebameeldivama müra kohta erineda. Samuti tuleks uurimustes arvestada, mil määral muud samaaegsed müraallikad võivad uuritavat mõju suurendada.

Kuna häirivus on keskkonnamüra kõige levinum ebameeldiv tagajärg, on mitme eri müraallika koosmõju hindamiseks koostatud mudel, mille lähtepunktiks on samaväärsed häirivustasemed. Nagu 3. peatükis tõdetakse, tajutakse erisugust liikluse müra eri viisil häirivana, nii et nende keskmise helitaseme põhjal tehtud kogu helienergia või ainult valdava müraallika tasemel põhinevad hindamismudelid ei anna õiget ettekujutust müra kogumõjust. Selle asemel võib nende kogumõju välja arvutada, kasutades samaväärsed häirivustasemeid tingimisel, et eri müraallikad on üksteisest sõltumatud. Sel-

lest hoolimata võib hindamisel tekkida raskusi, kui mõju pärineb eri suundadest või toimub ööpäeva eri aegadel.

Uurides selliseid tervist kahjustavaid mõjusid, mis võivad sõltuda müra kumuleeruvast koguhelienergiast (näiteks kõrva retseptori kahjustumine), tuleb lisaks elupiirkonna olmemürale tähelepanu pöörata ka töökoha mürale ja vabaaja harrastuste tekitatud mürale. Ka häirivust ja füsioloogiliste elundifunktsioonide häireid uurides tuleks tähelepanu pöörata kõikidele märgatavatele müra mõju all olemistele ööpäeva, nädala, kuu, aasta või isegi mitme aasta jooksul. Näiteks päevaaja müra võib suurendada müra toimet tekkinud unehäireid. Und häiriv müra öisel ajal võib suurendada müra häirivust päevaajal, sest unehäirete põhjustatud väsimus on häirivusele vastuvõtlikumaks muutev stressitekitaja. Lisaks mürale oleks vaja uurida ka muid stressi tekitavaid tegureid.

8.2

Müra uuringute eesmärgid

Müra uuringute eesmärk on tõestada seos müra-tundlikkuse ja tervisekahjustuste vahel. Mõningaid müra tervisemõjusid tuntakse juba kaua ja need on uuringutega tõestatud (nt müra häirivus ning mõju kõrvale ja kuulmisele). Mõned mõjud on ilmselged ja igapäevaselt märgatavad, nagu näiteks kõne kuulmise halvenemine ja unehäired. Teisi müra mõjusid, iseäranis pikaajalisi, on raskem välja tuua ja tõestada. Sellesse rühma kuuluvad näiteks südame- ja veresoonekonna haigused või nende risk ning nendega kaasnev surevus. Raske on ka koguda uuringuinfot selle kohta, kuidas müra suurendab õnnetusjuhtumite riski. Kirjanduses on arutatud ka müra võimalikku osa vaimse tervise, immuunsüsteemi ja endokrinoloogiliste häirete puhul ja raseduse kulgemises ja loote arengus.

Müra mõju uuringu põhieesmärgiks on leida lausa matemaatilises vormis (fraas või graafiline väljendus) esitatav sõltuvussuhe. See kuvaks ettenähtud moel mõõdetud või arvatud müramõju astet vastuvõtlikuks muutunud või mõju üldisust rahvastiku hulgas müra mõõdetud või oletatava võimsuse muutudes. Tavaliselt graafilise esitusena tõdetakse toime hulk või tavalisu-

se lisandumist monotoonselt müra tugevust kirjeldava muutuja kasvades. Seda kutsutakse vastuvõtlikkustaseks. Sellest on näiteid eelpool olnud eri mõjusid käsitlevates peatükkides. Vastuvõtlikkustase algab tihtipeale ilma sümptomiteta, ilma täpsema künnisearvuta. Monotoonselt kasvades see tavaliselt ei paku sellist platvormi või mittelineaarset kinnituskohta, mida võiks põhjalikult kasutada mingi astme riski piirarvuna. Suhe saavutab maksimaaltaseme või 100% tervisekahjustuse tugeval vastuvõtlikkustasemel, mis arusaadavalt ei või olla soovitusena määrustele ja ettekirjutustele. Kriitilist piiri ei või määrata 0% riski järgi. Kuigi see osa taluvuse suhtest, mis puudutab nõrku helitasemeid (või muid vastavaid müra hulki või tugevust kirjeldavaid arve), puudutab müra tervisemõjude seiskohalt tundlikku rahvastiku osa, ei muu-

tu taluvussuhe kahest osast koosnevaks. Seega kriitiliste piiride seadmine on keskkonnatervislik poliitiline lahendus, millega võidakse kaitsta mürakahjustuste eest võimalikult suurt osa rahvastikust (ptk 9).

Müra mõju uuringutega püütakse veel selgitada erinevate tervisemõjude iseloomu, nagu näiteks tegutsemishäirete taastumist (adaptsioon või habituatsioon). Häire jaguneb kauakestvaks või püsivaks ning häire väljendumist mõjutavad riskifaktorid ja individuaalsed tundlikkusvahelduvused (ptk 7). Veel võidakse selgitada, millised on inimese enda võimalused tõrjuda müra (kõrvatropid, magamistoa valik, akende sulgemine) (ptk 9).

9 Keskkonnamüra tõrjemeetmed

Häirivat või kahjustusi tekitavat heli, näiteks keskkonnamüra, tõrjutakse heli summutamise, vähendamise või piiramise teel. Esmajoones tuleb kõne alla keskkonnamüra vähendamine müraallikas, seejärel selle levimise piiramine või tundlikuks muutunud inimeste kaitsmine. Müra tõrjumiseks võib kasutada tehnilisi lahendusi, kuid ka kaardistamist, liiklus- ja ühiskonna planeerimist, arhitektuurilisi ja ehitusakustilisi lahendusi. Ainult erandjuhtudel võib olla mõistlik kasutada kõrvaklappe/-trophe.

Tõrjemeetmete lahendusvõimalused sõltuvad eeskätt müraallikast. Selleks sobivad akustilised lahendused ei või eraldada mittesoovitud heli soovitud helidest. Viimased võivad sumbuda isegi nii palju, et suulist sõnumit või hoiatushääli ei kuulda, mis võib omakorda suurendada õnnetusriski.

9.1 Ühiskondlikud tõrjemeetmed

Keskkonnakaitse üldine põhimõte on tekitamise põhimõte. Selle järgi vastutab põhjustaja mõjude tõrjumise, kahjustuste eemaldamise või võimalikult väikeks kahandamise eest. Ühiskonna kasutuses olevad tõrjemeetmed järgivad müraaastanorme, et vähendada müraallika müra. Ühiskond võib erinevate planeerimiskavade kaudu mõjutada müra levimist, summutamist ja piiramist. Liikluse müra vähendamine müraallikas on eesmärk, mida püütakse täita liiklusvahendite müraaastaid puudutavate määruste ja piirangute abil. See eeldab rattamüra vähendavate teekatete paigaldamist. Väikeste sisepõlemismootoritega masinate (nagu mootorrattad, pāramootorid, lumesaanid, aia- ja kinnistute hooldusmasinad) keskkonnasaaste võib saada vähem tähelepanu ja põhjustada häirivust pargis ning hoovialadel, mis on keset elurajoone. Liikluse müra võib mõjutada ka liiklusvõrgustike ehitamisega või juba olemasolevate liiklusvõrgustike lähedusse projekteeritud elurajoonte kaardistamisega, liikluse juhtimisega ja liikluspääran-

gutega (kiirusepiirangud, raskesõidukite sõidukeelud või öise sõidu piirangud). Liiklusvõrgustike müratõkete ja müravallide ehitamine on nende ülesanne, kelle vastutusel on liiklusvõrgustike või tänavalõikude ehitamine. Maastikuarhitektuuriliselt võivad need lahendused olla mõnikord probleemsed. Nendega ei saa ka lennumüra eriti summutada.

Tööstuse ja lasketiiru müra erinevad liikluse müra sellepõolest, et nende müraallikas on paigal. Konstruktioonid, mis takistavad müraaaste levikut keskkonda (ka kinnised lasketiirud), on esmane lahendusvõimalus. Tihtipeale on tarvis ka planeerimislahendusi elurajoonte ja näiteks koolide ning tervishoiuasutuste kaitsmiseks. Väljas paiknevad müraallikad, nagu lahtised lasketiirud, motosporid, kivimurrud ja tuulepargid, võivad olla probleemsed selle pärast, et olenevalt ilmastikuoludest võib müra kanduda alguspunktist kaugel. Seda probleemi on raske tõrjemeetmetega lahendada. Põhimõtteliselt puudub selline müraprobleem ka lennukite lähedal olevaid elurajoone, siis kui lennukite lennukõrgus on madal.

Elurajoonte peamine müra piiramise vahend on piirkonna kasutuse projekteerimine, kuna ehitustehniliste meetoditega on vaid teatud määral võimalik mõjutada välis-, õue- ja rõdude müraaastet. Heliisolatsiooni nõudeid on olemas nii seinakonstruktsioonidele kui ka ustele ja akendele. Kaitseefekt kaob, kui elanikud hoiavad aknaid ja rõduksi lahti. Elamute projekteerimine nii, et magamistoad on ehitise vaikesemas osas, ei ole eriti hea lahendus kõikide ehitiste ning elanike puhul. Lähtepunktiks peaks olema see, et elurajoonte väline müraaaste oleks piisavalt madal, et garanteerida head elamistingimused. Siin peaks olema eriti tähelepanelik lasteaedade, koolide, haiglate ja taastusasutuste puhul, sest müraaastet vajavad nendes peaaegu isikud, kelle tegevus (õppetöö, haigus ravimine, paranemine) on kergelt häiritavad või kes lihtsalt individidena on müraaastetundlikud.

Eelpool mainitud ehitusobjektidel peaks kasutama müra vähendavaid lahendusi, et summutada konditsioneeride, lifti mootorite, külmikute ja naabrite tekitatud müra. Lasteaedades ja koolides ei valmista probleeme vaid keskkonnamüra, aga ka õppeasutuse sees tekkinud müra. Selle tõrjumise jaoks tarvilikud meetmed sisaldavad mitte ainult õpperuumide akustilisi lahendusi (heliisolatsioon ja kõlavuse vähendamine), vaid ka juhiseid pedagoogiliseks tööks, samuti vajatakse selleks väiksemaid klasse ja rohkem õpetajaid. Meetmed eeldavad suhtumiste arendamist ja arenemist akustiliselt hügieenilisema keskkonna poole.

Mürarohketes vaba aja harrastuste puhul tekitab tihti probleeme see, et müra tekitajad (motospordi, tulistamise, popmuusika ja diskode harrastajad) ei saa aru, et nende toodetud heli on müra. Kõnealused müraallikad häirivad tihti tugevalt läheduses elavaid ja töötavaid inimesi. Sageli peaks ka harrastaja ise kasutama kõrvakaitsmeid. Teiste inimeste kaitseks tuleks kehtestada nõuded helitasemele, toimingute kestusele ja kasutusajale.

Ühiskonnal on väga vähe vahendeid, et mõjutada korteris sees tekkivat müra. Seda müra toodavad suurelt osalt teleri, raadio jms tehnikaseadmete helid, mis naabritele ja teistele samas leibkonnas elavatele võib tunduda mürana. Teised inimesed võivad küll kogeda neid helisid meelepärastena, kuid helid segavad nende toiminguid ja võivad tekitada mürakahjustusi. Selliseid helisid on võimalik osaliselt summutada (kasutades nt kõrvaklappe), kuid üldjoontes on tarvis kõigi inimeste suhtumise muutumist, mis oletatavasti muudaks ka heliümbruse kultuuri.

Viimastel aastatel on rajatud ka nn vaikseid piirkondi parkides ja väljaspool asulaid, näiteks rahvusparkides. Need ei vähenda siiski igapäevast elu- ja töökeskkonna müra, mis pärast vaikseid puhkepäevi võib tunduda veelgi häirivam, kui ei ole võimalik elada ja töötada ainult vaiksetes piirkondades.

Kui avalikkus ja infoteabevahendid toetavad ühiskonna müraareostuse vähendamist, loob see eelduse, et vaiksemast elu- ja töökeskkonnast hakatakse rohkem lugu pidama. Vaiksetest piirkondadest üksi ei piisa selleks. Tarvis on kasutusele võtta meetmed, mis muudaksid liikluskultuuri, detailplaneeringud ja ehitamise vaik-

semaks. See eeldab ka lugupidavat ellusuhtumist. Müra vähendamise väärtustamine võimaldaks leida ka müra tõkestamiseks vajalikud rahalised vahendid. Eesmärgiks ei ole tekitada haudvaikust, vaid meeldivat ja kontrollitavat heliümbrust.

Rahvusvaheliste, enamasti EL-s üheselt heakskiidetud otsustel põhinevate määruste ja soovitusete aluseks on müratundlikkustasemed, mis mürataseme ja mõju suuruse järgi on avaldatud WHO väljaande lisas 1.

9.2 Vastuvõtlikuks muutunud inimese kasutuses olevad tõrjemeetmed

Müratundlikuks muutunud inimese võimalused otseselt mõjutada müra vähenemist oma elu- ja töökeskkonnas on piiratud. Akende ja uste sulgemine unehäirete vähendamiseks on üks väheseid võimalusi, et väljast tulevat liiklus- või muud keskkonnamüra isoleerida. Sellel on ka oma varjukül, kui võtta arvesse mikrokliima kvaliteeti. Samuti piirab see ehk psühholoogiliselt tähtsat helikontakti keskkonna ja loodusega. Konditsioneerid ei suuda alati asendada loomulikku õhuvahetust, pealegi teevad need tihtipeale häirivalt tugevat müra.

Naabrite tekitatud müra on raske tõrjuda. Katsed seda tõrjuda viivad tihtipeale naabritevaheliste tülideni, mis põhjustavad ka ühistule ebameeldivusi. Et vähendada mürakahjustusi, võib igaüks tõhusalt piirata enda korterist tulevat müra. Tihtipeale ei peeta oma helisid müraks, kuna me võime kontrollida nende kvaliteeti ja tugevust. Naabritele võib see siiski olla müra. Soovitatav oleks kasutada kõrvaklappe televiisori vaatamisel, raadio ja helisalvestiste kuulamisel. See kaitseb müra eest teisi korterikaaslasi ning naabreid. Korterühistu ja kodukorra kellaegadest kinnipidamine on samuti arvestatav abinõu.

Kõrvatropid, mis kodustes tingimustes on tavaliselt korgikujulised, võivad akustiliste hinnangute kohaselt summutada üpris hästi müra kõrgetel sagedustel (isegi 20 dB), aga madalatel sagedustel on summutus väga väike või puudub. Kõrvatropide kasutamisel on ka mär-

kimisväärne negatiivne külg. Summutamiseks peavad nad hermeetiliselt sulgema kuulmekäigu, mis raskendab kuulmekäigule vajalikku normaalset ventilatsiooni. Kõrv hakkab higistama, ärritub, tekkib kõdi ja kõrvavaik ei tule kõrvast välja. Sellest võib tekkida kuulmekäigu põletik ja vaik võib ummistada kuulmekäigu. Kõrv muutub vastuvõtlikuks pininale ja heli ülitundlikkusele, mis võib muutuda suuremaks probleemihulgaks kui müra häirivus. Tulemuseks on kõne ja helisignaalide (telefon, äratuskell, beebi nutt) kuulmise raskenemine. Troppide kodust kasutamist tuleks seepärast piirata, kasutades neid vaid ajutiselt täbarates olukordades, mil uni ja keskendumine on häiritud müra tõttu. Tihtipeale võib müra mõju all kannatav inimene proovida mõtlematult tõrjuda heli, tekitades ise muud heli. Naabrite häirivat müra proovitakse näiteks vähendada sellega, et pannakse oma raadio, makk või teler veel kõvemaks. Akustilise hügieeni poolest ei ole see lahendus soovitatav, kuigi tundub, et hetkeliselt see kergendab mittesoovitud heli tekitatud häirivust. Korterühistus võib see halvimal juhul tekitada vastuolulise tupiku.

Kui müra segab magamist või hakkab tekitama vaimseid probleeme, siis unerohu ja rahustite võtmine ei ole loomulikult lahendus probleemile. Vaid väga ajutiselt (nt matkal) võib mõelda rohtude kasutamisele, et leevendada mürast tingitud unehäireid.

Inimesed võivad müra kahjulike mõjude vähendamiseks kontakteeruda ametnikega ja esitada kaebusi. Kõne alla tulevad põhiliselt piirkonna keskkonna-, tervishoiu-, ehitus- ja planeerimisametnikud. Korterühistute mürakaebusi tõlgendatakse mõnikord valesti ja kaebuse esitajat peetakse segaseks sellepärast, et ta on valesti aru saanud individuaalse müratundlikkuse loomusest. Meie ühiskond on juba kord selline, et olemasolevasse või tõenäoliselt ennetatavasse mürakahjustusse ei sekkuta, kui selle kohta ei ole tehtud piisavalt asjalikke ja põhjendatud kaebusi.

10 Järeldused

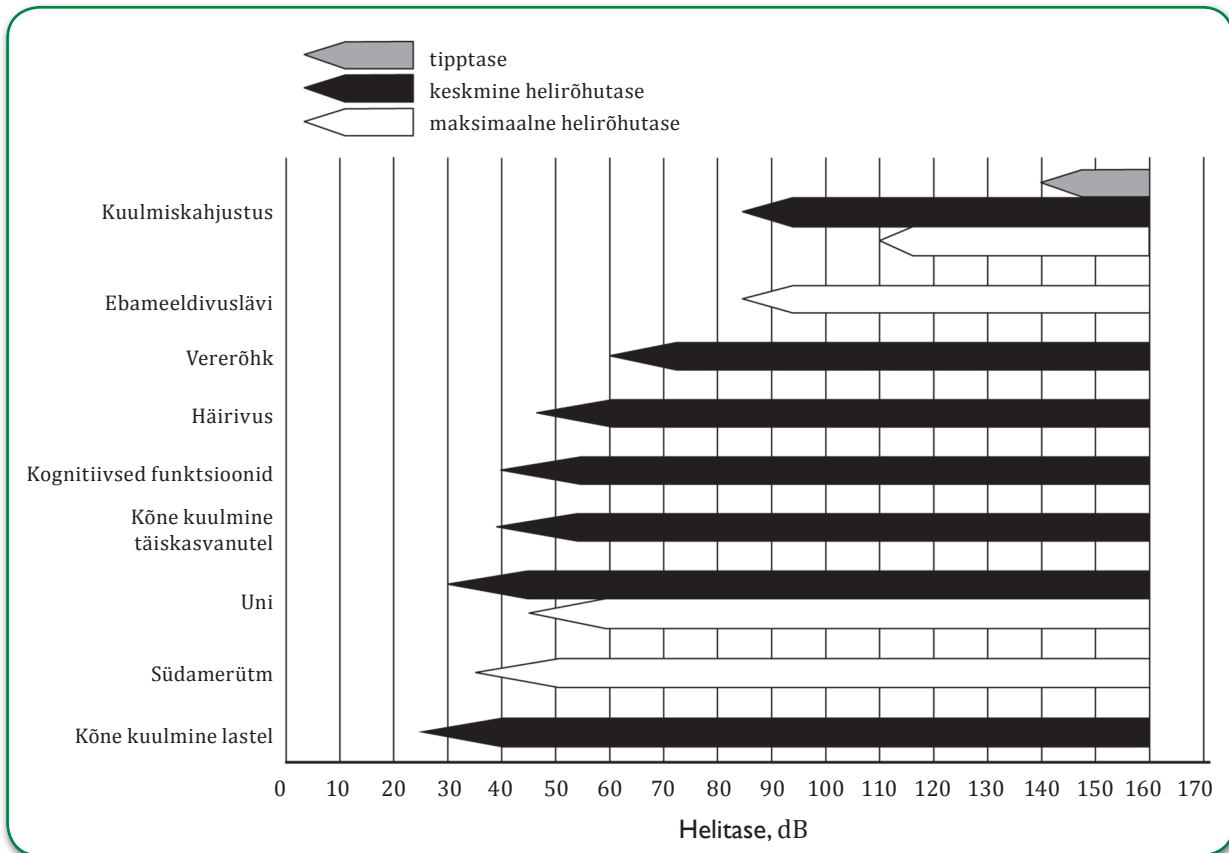
3.–6. peatükis käsitleti müra kahjulikke mõjusid. Neid on vaadeldud samamoodi kui teisi sisemistest või välistest põhjustest tulenevaid kahjulikke mõjusid tervisele WHO esitatud viisil, liigitades need järgmiselt:

- koe- ja organikahjustused;
- organismi füsioloogiliste funktsioonide muutused ja funktsionaalsed kahjustused;
- funktsionaalsed puuded;
- häired.

Nagu ka teiste keskkonnamõjude puhul, on müra mõjude ilmumine individuaalne, kui aluseks võtta vaid müra/heli füüsiline tugevus või sellega suhestatud helitugevus. Müra tervisemõjude ilmnemisel mängib olulist

rolli müra allikas, tähendus, olemus ja ajaline kestus ning äratuntavus, kontrollitavus ja ettearvatavus. Osaliselt võivad variatsioonid tuleneda ka mitmesugustest elu- ja tegevuskeskkonna teguritest.

Kuna need tegurid põhjustavad palju variatsioone ja individuaalseid erinevusi (7. ptk), ei ole uurimuste põhjal võimalik leida selgeid põhjuseid müranormtasemetega määratlemiseks tavaliste helitaseme mõõtmistulemuste või mitmesugusel viisil rõhutatud arvuliste väärtuste kujul. Käesolevas väljaandes on püütud müra tugevuse või annuse (doosi) kirjeldamisel jääda esmajoones vaid keskmise helitaseme (L_{Aeq}), maksimaalse taseme (L_{Amax}) ja mürajuhtumite arvu juurde. Olenevalt müraallikast on



Joonis 10.1 Erinevate müramõjude (püsttelg) lävetasemetega (horisontaaltelg) kokkuvõtte keskmiste helitasemetega, maksimaalsete tasemetega või tipptasemetena.

mõõtmisel vahel vaja arvesse võtta spektri korrigeerimist madalate sageduste poole, kitsaribalistust või tugevate toonide osakaalu müras ning impulsi taset. Samamoodi tuleb arvesse võtta värinat madala sagedusega heli mõjude hindamisel.

Joonisel 10.1 on toodud selliste kahjulike mõjude piirväärtuspiirkondade kokkuvõte, mille kohta on teavet. Need on rühmitatud nii mõjude tavalisuse kui helitaseme järgi. Sealjuures viidatakse ka WHO soovitudele. Piirväärtused ja nende vahelduspiirkonnad puudutavad esmajoones müra vahetuid mõjusid, arvestamata kõrva retseptorite kahjustustest tulenevat kuulmiskahjustust, mis vajab väljaareneamiseks vähemalt piirväärtusliku keskmise helitaseme jätkumist aastate ja isegi aastakümnete jooksul. Teave müra teiste pikaajaliste tervisemõjude kohta on siiani nii puudulik, et veel ei ole võimalik hinnata näiteks südame- ja veresoonkonna haiguste riski suurendavat pikaajalise müra „piirväärtust“ (joonis 4.4).

Kui keskmine tase jääb alla 50dB, on häirivus enamuse jaoks väike või ei kogeta sellise tasemega heli/müra üldse häirivana (ptk 3). Siiski tuleb arvesse võtta, et sellest hoolimata võidakse üksikuid mürajuhtumeid kogeda häirivatena, ehkki nende maksimaalne tase jääb selle arvulise väärtuse lähedale või sellest väiksemaks.

Öise häirivuse ja unehäirete tõttu peaks keskmine helitase öösel olema vähemalt 5–10dB madalam kui päeval. Une- ja uinumishäired hakkavad ilmnema juba umbes 30dB keskmise helitaseme juures (ptk 4.1). Vaiksena liiklusega maanteed ääres on üksikute mürajuhtude maksimaalsel tasemel suurem tähtsus—ärgatakse väga tõenäoliselt siis, kui maksimaalne tase saavutab 45dB.

Värskeim uurimus rõhutab eriliselt müra mõjusid kõne kuulmisele ja kognitiivsetele funktsioonidele igas vanuses lastel (ptk 4.2 ja 4.3). Imikute ja väikelaste puhul on kahjulikke mõjusid keeruline mõõta ja hinnata, mistõttu uurimused keskenduvad peamiselt lasteaia- ja koolilastele ning noortele. On selge, et lapse keele, kõne, keskendumise, tähelepanelikkuse, vaatlemisvõime, abstraherimisvõime, mälutoimingute ja õppimisvõime arengule on mürarikas kasvukeskkond nii kodus, lasteaias kui koolis kahjulik. Lapsepõlveaegne müra mõjutab kahjulikult laste arengut, õppimis- ja haridusvõimalusi, ame-

tivalikuid, tööellu kohandumist ja sotsiaalmajanduslikke võimalusi kogu eluajal.

Kõne kuulmispõhise eristamise osas eeldab hea kasvu- ja õppekeskkond algklassides maksimaalselt umbes 20dB taustamüra keskmist helitaset ja ka põhikooli viimastes klassides ei tohiks see ületada 35dB taset. Nii et lisaks lasteaegade ja koolide asukohale (ümbritsevad maanteed) kontrollitakse ka klassiruumis tekitatud müra. Kuna see puudutab just siseruume, tuleb kindlasti kontrollida ka järelkõlkestuse aega, mis ei tohiks ületada 0,5s (ptk 4.3).

Ühiskond peab välja selgitama lapsepõlveaegse müra tõttu välja arenenud haigestumised, marginaliseerumised, vaimse tervise probleemid, alkoholi- ja uimastitarbimise riskid ja tagajärjed, mis mõjutavad nii üksikisikuid kui ka rahvamajandust. Muidugi esineb elukutse ja majandusliku olukorraga seotud ning sotsiaalseid kahjusid ka müra all kannatavatel täiskasvanutel, mida peaks arvestama eakatele suunatud teenuste pakkumisel ning üksikisiku ja rahvastiku tasandil isegi kogu rahvastikumajanduses (6. ptk).

Keskkonnamüra kuulmiskahjustusriski piirid on mõistlik seada tööpõhise müra põhjal väljatöötatud soovitudele (ptk 5). Keskkonnamüra erineb siiski tööpõhisest mürast, sest see on tugev tavaliselt vaid ajutiselt, olles korraga ja kogu oma leviku ajal suhteliselt lühiajaline, spektri ja tasememuudatuste poolest erinev ja oma tähenduselt vahel isegi soovitud (muusika), ettearvatav (ilutulestik) ja ise kontrollitav (tulistamine, kodutööriistad ja masinad). Pikaajalisel müral on 8 tunni keskmise helitaseme piir 85dB ja üksikute müratippude (LApeak) piir 140dB (joonis 10.1). Ehkki tundlikud isikud võivad saada keskkonnamüra sisekõrvakahjustuse koos sellega kaasnevate kuulmishäiretega ja akustiliste mõõtmiste põhjal ületatakse vahel riskipiiri, ei ole keskkonnamüra mõju rahvastiku keskmisele kuulmistasemele siiski võimalik tõestada.

LISAD

Lisa I

WHO soovitused keskkonnamüra kohta

www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html

Järgnev on soovitude mitteametlik eestikeelne tõlge:

Soovitavad piirarvud

1 Sissejuhatus

Ümbritsev helimaailm stimuleerib pidevalt meie kuulmissüsteemi. Helid ei pruugi alati olla segavad või kahjulikud. Kuulmisnärv vahendab stiimulirikkaid ärritajaid ajju, mis aitab ergutada sooritusvõimet ja tegutsemist. Teisalt on uuringuandmeid nende kahjude kohta, mida aistingute puudumine täielikus vaikuses inimesele teeb. Seega võib liiga palju või liiga vähe helisid olla kahjulik. Inimesel peab olema õigus ise otsustada, millises heliümbruses ta tahab elada.

Erinevate müraallikate tekitatud helitundlikkus kuvatakse tavaliselt keskmise helirõhu tasemena teatud aja, tavaliselt ööpäeva jooksul. Sama vastuvõtlikkus saadakse, kui selle aja jooksul on palju nõrku helisid või vähe, kuid tugevaid helisid. See tehniline esitlusviis ei kuva täielikult seda, kuidas keskkonnamüra tunnetatakse või kuidas inimese haistmissüsteem selle vastu võtab.

Nägemis-, kuulmis-, kompimis-, haistmis- ja maitsmismeeltele on omane hea eristusvõime ärritusretseptorite tugevuserinevustele ja alanev tundlikkus pidevatele ärritajatele (adaptsioon ja habituatsioon). Üksikuid helisid suudetakse eristada vaid teatud korduvtakti künnisarvuni, pärast mida kogetakse vastuvõtlikkust kestvana. Need omadused on seotud ellujäämisega olukorras, kus uued ja erinevad ärritajad, mille tõenäosus on väike ja informatsioon suur, toimivad hoiatajatena. Nii tuleb taustamürataset, mürajuhtumite hulka ja müra vastuvõtlikkuse taset võtta arvesse teistest mõjuritest olenemata, kui prognoosime keskkonnamüra mõjusid inimesele.

Keskkonnamüra uuringud käsitlevad tavaliselt erinevate müraallikate nagu lennu-, tee- ja raudteeliikluse häirivust. Viimastel aastatel on püütud omavahel võrrelda erinevaid müraallikaid. Mitmed allikad viitavad sellele, et lennumüra on häirivam kui liikluse müra, mis omakorda on häirivam kui raudteeliikluse müra. Nende erinevuste põhjusi siiski ei tunta. Osal elanikkonnast võib olla suurem risk müra kahjustustele. Lapsed, kelle keeleline areng on veel pooleli, pimedad ja võib-olla ka looted, on näide sellistest rühmadest. Riskirühmade kohta ei ole kindlat informatsiooni. Sellepärast tuleb võtta arvesse, et selle raporti soovitusel põhinevad enamiku rahvastiku hulgas tehtud uuringutel ja arvestavad vaid osaliselt rohkem ohustatud rühmadega.

Soovitavad näidud esitatakse rühmadena erinevate mõjude ja keskkondade järgi. Soovitavad näidud on igas keskkonnas ja olukorras esitatud nii, et on arvesse võetud identifitseeritud tervisemõjud ja need põhinevad madalaimatel müratasetel, mis mõjutavad tervist (kriitiline tervisemõju). Tavaliselt soovitatavad näidud, näiteks kõne arusaadavusele siseruumides, ei arvesta madalaimat mõjutustaset. Seevastu soovitatavad näidud müra häirivusele on pandud 50- või 55-dBA tasemele. Nendest näitudest madalamate väärtustega müra ei pea valdav osa täiskasvanud rahvastikust päevasel ajal eriti häirivaks.

Sellega seoses esitatakse ainult soovitatavad näidud, mis peaaegjalikult põhinevad sellisel müravastuvõtlikkusel, millest algavad tervisemõjud. Soovitavad näidud oleks hea järjestada taluvussuhte põhjal. Taluvussuhte lihtsustaks normide panemist helirõhutasetele (müraemissiooninormid). Kuid samas näitaksid need, et müra-normid on seotud kõrgemateks kui WHO soovitatavad näidud. Kuna teaduslikke uuringuid on vähe, siis selliseid taluvuse suhteid ei ole võimalik määratleda. Parim uuritud taluvuse suhe on müra (L_{dn}) ja häirituse vahel.

2 Erinevad mõjud

2.1 Sõnumi häiritus

Müra häirib kuulmise kaudu vastuvõetavat sõnumit, kus kõnel on eriti keskne roll. Väga tähtis on kuulda häire- ja märguandesignaale, nagu uksekella, telefoni, äratuskella ja suitsuanduri häält, ja ka tööga seotud hääli ja märguandehääli. Uurides, kuidas mõjub müra kõne eristamisele, on saadud mitmeid katsetulemusi sõnade ja lausete eristamise kohta. Kõne eristusvõime halveneb juba enne 50 dB helirõhutaset mõõdetud 500-, 1000- ja 2000-Hz oktaivil, kui kõne kaugus ületab mõne meetri. Mürataseme ja kõne eristusvõime vahel on arvutuste ja katsetuste teel saadud suhe, mille järgi 1-m kõnekauguselt võib kõnet eristada järgnevalt:

- 100% eristusvõime võib saavutada, kasutades tavalist kõnelustugevust, kui taustamüra tase on umbes 35 dBA, ja eristusvõime on veel rahuldav siis, kui müratase on 45 dBA.
- Natuke tugevam kõne on veel kuulda, kui müratase on 65 dBA.

Kõne häirituse aspektist kuulub suurem osa rahvastikust tundlikesse rühmadesse. Kõige tundlikuma rühma moodustavad vanad ja vaegkuuljad. Vähene kuulmise nõrgenemine suurtel sagedustel raskendab kõne eristamist lärmis. Juba 40-aastastel on võrreldes 20–30-aastastega raskem eristada lärmis keerulise sisuga kõnet, mille keeleline liiasus on vähene. On ka viidatud, et lastel, kelle keeleline areng on pooleli, on kõne eristamine lärmis ja kajavates oludes halvem kui noortel täiskasvanutel.

On leitud, et väljas mõõdukal kaugusel kõne alane helitase kauguse kahekordistudes 6 dB. Siseruumides peab see paika kuni 2-meetrise vahemaa puhul. Ruumi kaja mõjutab kõnet. Kui järelkaja aeg on üle 1 sekundi, siis kõne eristusvõime on halvem kui väiksema järelkaja aja puhul. Kui järelkajale lisandub taustamüra, raskeneb kõne eristamine ja sõnumist arusaamine veelgi rohkem.

Olukordades, kus kõne eristamine on tähtis (näiteks klassi- ja koosolekuruumides), peab häirivuskaugus alati ületama 0 dB. Kui suuline sõnum on raskesti arusaadav (koolitund, võõrkeele kuulamine, telefoniga rääkimine), peab häirivuskaugus olema vähemalt 15 dB. Kui kõne helitase on 50 dBA (võrdub naistel kui ka meestel

tavalise vestlusega 1 m kauguselt), siis taustamüratase ei tohiks ületada 35 dBA. Sellepärast peaks näiteks klassiruumide taustamüratase olema võimalikult madal. Kui kuuljad on vaegkuuljad (näiteks vanadekodus), siis on madal taustamüratase eriti soovitatav. Alla 1-s järelkaja aeg on hädavajalik, et saada väikestes ruumides kõnest hästi aru. Tundlikel rahvastikurühmadel peab järelkaja aeg olema isegi vaikes ümbruses alla 0,6 s, et kõne oleks piisavalt arusaadav.

2.2 Müra põhjustatud kuulmiskahjustus

Rahvusvaheline standard (ISO 1999) sisaldab meedet, kuidas arvutada erineva töökeskkonnamüra (pideva, osalise, impulssmüra) tekitatud kuulmiskahjustusi. Mürakahjustused ei piirdu siiski vaid tööolukordadega. Tugevat mürataset võib esineda ka vabaõhuüritustel, diskodel, motospordis ja laskeradadel, see võib tulla kõrva-klappidest ja korterites kõlaritest või tekkida muude vaba aja tegevuste tõttu (mänguasjad, ilutulestiku impulssmüra). Uuringud viitavad tugevalt sellele, et töökohtadele mõeldud arvutusmudelit (ISO 1999) peaks kasutama ka keskkonna- ja vaba aja müra puhul. See tähendab, et pikaajaline vastuvõtlikkus, mis on alla 70 dBA keskmist helitaset ($L_{Aeq, 24}$), ei põhjusta kuulmiskahjustusi. Kuna nendes uuringutes, mille need kokkuvõtted põhinevad, on piiranguid, siis tuleb arvestada järgnevaid seiku:

- Katsed loomadega viitavad sellele, et lapsed võivad olla vastuvõtlikumad kuulmiskahjustustele kui täiskasvanud.
- Lühiajalised väga tugevad helirõhutasemed võivad mehaaniliselt kahjustada kõrva. Töökohtades on kõrgeimaks helirõhutaseme piiriks seatud 140 dBA. See piir arvatakse olevat sobilik täiskasvanutele keskkonna- ja vaba aja müra vastuvõtlikkusele. Võttes arvesse seda, kuidas lapsed mängivad mürarikaste mänguasjadega, ei saaks helirõhu hetkeline maksimaalarv (lastel) olla üle 120 dBA.
- Ajutist kuulmiskünnise muutumist puudutavad uuringud viitavad suurenevale kuulmiskahjustuse riskile, kui tulistamise vastuvõtlikkus $L_{Aeq, 24h}$ on üle 80 dB.
- Mürakahjustuse risk suureneb, kui müra vastuvõtlikkus seguneb värinaga või kuulmist kahjustavate rohude või kemikaalidega. Sellisel juhul pikaajaline vastuvõtlikkus võib $L_{Aeq, 24h}$ 70 dB keskmisel helitasemel viia kergemate kuulmiskahjustusteni.

e. Ei teata kindlalt, kas ISO 1999 standardit võib sobitada olukordades, kus keskkonnahelidel on lühike töusaeg. Näiteks sõjaväe lennukite madallennu aladel (lennukõrgus 75–300 m) 110–130 dB L_{Amax} näitused saavutatakse mõni sekund pärast seda, kui heli kuulduma hakkab.

Kokkuvõtvalt võime tõdeda, et puudub piisav informatsioon rahvastiku vastuvõtlikkusvõime kohta. Väheste uuringute (puudutab teismelisi, noori täiskasvanuid ja naisi) põhjal ja oletades, et vastuvõtlikkusaeg vastab helienergiale, võib järeldada, et kuulmiskahjustuse risk on olematu, kui eluaegne vastuvõtlikkus vastab $L_{Aeq, 24h}$ 70 dB tasemele. Kuulmiskahjustuse vältimiseks impulssmüra vastuvõtlikkuse puhul ei tohi helirõhu hetkeline tipparv täiskasvanutel olla kunagi üle 140 dBpeak-i ja lastel üle 120 dB.

2.3 Unehäired

Pideva ja katkendliku müra põhjustatud unehäired on näidatud elektrofüsioloogiliste ja käitumist jälgivate meetoditena. Mida suurem on müra, seda häirivam on selle mõju unele. Mõõdetavad mõjud algavad umbes 30 dB keskmisest helitasemest. Füsioloogilised mõjud unele on muutused une struktuuris, eriti kiire une (REM-une) osakaalu vähenemisel. On ka tõdetud subjektiivseid mõjusid nagu magamajäämise raskused ja halvenenud unekvaliteet ning kahjulikke järelmõjusid nagu peavalu ja väsimus. Tundlikesse rühmadesse kuuluvad põhiliselt eakad, graafikuga töötavad ja füüsiliselt või psüühiliselt haiged inimesed.

Pideva müra keskmine helitase ei tohiks siseruumides ületada 30 dBA, kui tahetakse hoiduda halbade mõjudest unele. Kui suur osa mürast on madalal sagedusel, soovitatakse veelgi väiksemaid ettenähtud näitused, kuna juba nõrk väikese sagedusega heli, näiteks tuulustussüsteem, võib häirida puhkust ja und. Arvesse tuleks võtta seda, et müra kahjud sõltuvad osaliselt müraallika iseloomust. Eraldi rühma müra tekitatud unehäirete ja muude tervisemõjude puhul moodustavad vastsündinud, kes on inkubaatorites.

Kui müra ei ole pidev, korreleerib kõige paremini unehäireid maksimaalarv või heli vastuvõtlikkustase (SEL). Üksikute 45 dBA mürajuhtumite või veelgi nõrgema müra puhul on tõdetud selle mõju unele. Sellepärast

on tähtis piirata mürajuhtumeid, mis ületavad 45 dBA. Soovitavad näidud peaksid vastama 30 dB $L_{Aeq, 24h}$ ja 45 dBA L_{Amax} ühendamisele. Tundlike indiviidide kaitsmiseks on omal kohal veelgi madalamad juhised, kui taustamüra tase on madal. Vahelduvas müras une häirimine suureneb üldarvu lisandudes. Kuigi keskmine helitase oleks enam-vähem madal, siis väikegi kogus müra, millel on kõrge üldarv, segab und. Sellepärast tuleks keskkonnamüra puudutavates juhistes, millega võidakse vältida une häiritust, väljendada müra tase keskmise helitasemena, samuti maksimaaltasemetena või helivastuvõtlikkustasemetena (SEL) ja mürajuhtumite hulvana. Toimingud, mis vähendavad häiritust öö alguses, arvatakse olevat tõhusaimad magamajäämise soodustamiseks.

2.4 Kardiovaskulaarsed ja psühhofüsioloogilised mõjud

Epidemioloogilised uuringud näitavad, et pikaajaline 65–70 dB $L_{Aeq, 24h}$ staadiumi lennu- ja teeliikluse müra tundlikkus on nõrgalt seotud südame- ja veresoonehaigustega. Müratundlikkuse ning isheemse südamehaiguse ja kõrgvererõhu haiguse vahel on suurem side. Sellised, vaid natuke kõrgeenenud riskid on siiski tähtsad, sest väga paljud inimesed on vastuvõtlikud või muutuvad vastuvõtlikeks niisugusele müratasemele. Uuringute tulemused muude võimalike mõjude kohta, nagu mõjud stressihormoonitasemele ja vere magneesiumi sisaldusele, immuunsüsteemi muutustele või seedeorganitele, on liiga muutlikud järelduste tegemiseks. On tarvis lisauuringuid, et võiks määratleda mürast põhjustatud pikaajased kardiovaskulaarsed ja psühhofüsioloogilised riskid. Vastuoluliste tulemuste tõttu ei saa veel anda minigeid hinnangunäitused.

2.5 Mõju vaimsele tervisele

Andmed müra mõjust vaimsele tervisele on vähesed ja seega ei saa mingisuguseid hinnanguid anda. Mürarohketes piirkondades on rahustite ja unerohutude tarvitamine siiski laiemalt levinud, psühhiaatrilisi sümptomeid esineb sagedamini ja seepärast otsitakse ka rohkem abi. See viitab tugevasti sellele, et keskkonnamüra mõjub kahjulikult inimese vaimsele tervisele.

2.6 Mõju toimetulekule

Müra mõjusid ülesannete täitmisele on eelkõige uuritud laboratooriumis ja mingil määral ka töösituatsioonides. Vaevalt, et on ühtegi spetsiifilist uuringut keskkonnamüra mõjust töö produktiivsusele. Kui ülesande täitmisel peab tähele panema heli, siis müra võib seda peita ja nii häirida ülesande sooritamist. Ootamatu juhtum, nagu näiteks tundmatu müra tekkimine, võib häirida keskendumist ja selle kaudu ka mitmete teiste ülesannete sooritamist. Tugev impulssmüra, näiteks plahvatus, võib esile kutsuda ehmatusreaktsiooni, mille järel taastumine toimub aeglaselt.

Ülesanded, mis eeldavad head mälu ja täpset keskendumist mitmetele erinevatele asjadele korraga ning nõuavad keerulisi analüütilisi lahendusi, on kergesti müra häiritavad. Ka mõningate õnnetuste tagajärjel võib töötulemus olla häiritud. Müral on otsene mõju tööülesannete täitmisele. Müra avaldab järelmõju kognitiivsete ülesannete täitmisel nagu korrektoori lugemine ja probleemsete ülesannete lahendamine. Müra ei sega alati mootorsete või igavate ülesannete sooritamist.

Tundub, et pidev lennuliikluse müra varajases noorus segab lugema õppimist. Uurimustulemused viitavad sellele, et mida pikaajalisem müravastuvõtlikkus on olnud, seda suurem on kahju. Uuringute põhjal ei saa siiski piisavat detailset infot spetsiaalsete soovitatavate näitade kohta. On siiski selge, et koolid ja lasteaiad ei tohiks olla suurte müraallikate lähedal, nagu kiireteed, lennuväljad ja tööstuspargid.

2.7 Häirivus

Müra häirivus sõltub mitmetest füüsilistest omadustest - müra tugevusest ja sageduse jagunemisest ning nende ajalistest variatsioonidest. Häirivust mõjutavad veel mitmed müra mittesõltuvad sotsiaalsed, psühholoogilised ja majanduslikud seigad. Lisaks reageerivad inimesed samale mürale väga erinevalt. Mitmesuguste liikluse müra (lennu-, tee- ja rongiliiklus) tulemuste suhe näitab selgelt, et samal $L_{Aeq, 24h}$ tasemel võivad erinevad müraallikad põhjustada vastakaid reaktsioone. Selline müra, nagu on lennumüra elamupiirkondades, võib tekitada vastakaid reaktsioone ka eri maades.

Häirivust mõjutavad mitmed tegurid, nagu näiteks keskmine helitase, mürajuhtumi maksimaaltase, juhtumite hulk ja kellaeg. Meetmeid nende tegurite ühendamiseks on uuritud väga laialdaselt. Uurimustulemused ei ole vastuolus lihtsa, füüsilikal põhineva ekvivalentsiteooriaga, mida keskmine helitase L_{Aeq} kajastab.

Keskkonnamüra häirivus vaheldub müra tootva toiminguga, näiteks kõnelemise ja raadio kuulamise või teleri vaatamise järgi. Väga vähesed inimesed kogevad müra päeval väga häirivana, kui keskmine helitase on alla 55 dBA, või kogevad müra üsna häirivana, kui keskmine helitase on alla 55 dBA. Öhtul ja öösel peaks müra olema 5–10 dBA madalam kui päeval. Müra, kus on väikese sagedusega helisid, nõuab veelgi madalamaid näitajaid. Kui jutt käib katkendlikust müra, peab arvesse võtma müra maksimaalarvu ja hulka. Soovitatavate näitade juures ja müra tõrjumisel tuleks arvesse võtta ka tegevusi, mis toimuvad vabas õhus elamupiirkondades.

2.8 Mõju sotsiaalsele käitumisele

Ümbruskonnamüra mõjusid võib hinnata selle järgi, kuidas need häirivad erinevaid toiminguid. Mitmete müraallikate puhul tundub segavaim olevat häiritus puhkuse, virgumise ja TV vaatamise ajal. Uuringud näitavad, et müral on muidki mõjusid sotsiaalsele käitumisele. Üle 80-dBA müra vähendab abistamistahet ja tugev müra suurendab agressiivsusele kalduvate inimeste agressiivset käitumist. Muretsetakse ka sellepärast, et vastuvõtlikkus tugevale, pidevale mürale võib suurendada koolilaste kalduvust algatusvõimetusele. Neid probleeme lahendavad soovitusnäidud müratasemele ootavad lisauuringud.

3 Erinevad keskkonnad

Ainult keskmistest helitasemetest ei piisa selleks, et kirjeldada mitmeid helikeskkondi. Samuti ei võta need piisavalt arvesse müra mõjusid inimeste tervisele ja heaolule. Soovitatavate näitade koostamiseks peab mõõtma müra maksimaalarvu ja müra juhtumeid. Kui müras on tähelepanuväärselt palju väikese sagedusega helisid, tuleks sobitada veel väiksemaid soovitatavaid näite, kuna

väikse sagedusega müra võib oluliselt suurendada kahjusid. Tähelepanuväärselt väikese sagedusega müra puhul ei ole A-rõhulised mõõdistused vajalikud. Kokkuvõtva pildi väikese sagedusega müra kohta saab siis, kui võrrelda dBC (dB) ja dBA tasemeid omavahel. Kui nende vahe on üle 10 dB, peaks lisaks tegema ka sagedusanalüüsi.

3.1 Korterid

Korterites keskenduvad kriitilised mõjud unele, häiritusele ja kõne eristamisraskusele. Soovitav näit magamistoas tasasele mürale on 30 dBA keskmist helitaset ja üksikute mürajuhtumite maksimaaltase 45 dBA, et vältida müra segavat mõju unele. Sõltuvalt müraallika iseloomust võivad madalamadki müratasemed und häirida. Müra maksimaalarvu mõõtmisel tuleks asetada mõõtja asendisse „fast“.

Selleks et suuremale osale rahvastikust ei tunduks pidev tasane müra eriti häirivana päevasel ajal, ei tohi keskmine helitase rõdudel, terrassidel ja elamupiirkondade välisruumides ületada 55 dBA. Vältimaks mõõdukat häiritust ei tohi keskmine helitase ületada 50 dBA. Need numbrid põhinevad häirivusuuringutele, kuid enamik Euroopa maid on võtnud uutes elamupiirkondades kasutusele 40 dB keskmise helitaseme kui kõrgeima lubatud taseme. Kui võimalik, siis tuleb madalamat numbrit pidada suurimaks lubatud helirõhutasemeks kõiki uusehitisi puudutavates otsustes.

Keskmine helitase elamupiirkondades ei või ööselgi ületada 45 dBA ega maksimaalarvu 60 dB, et inimesed saaksid soovi korral magada avatud akendega. Põhjendus on see, et heli sumbumine siseruumidesse on 15 dB, kui aken on osaliselt lahti.

3.2 Koolid ja lasteaiad

Koolis on tähtis eristada kõnet ja järgida õpetust. Õppetundide ajal ei tohi keskmine helitase klassiruumis olla üle 35 dBA. Kuulmispuudega laste puhul oleks veelgi madalam tase. Koolide peo- ja söögisaalide järelkaja aeg peab olema alla ühe sekundi. Muude allikate tekitatud keskmine helitase kooli õuel ei või ületada 55 dBA, mis on sama suur kui elamupiirkondades päevasel ajal väljas.

Lasteaedadele kehtivad samasugused nõudmised nagu koolidele. Hoonetes, kus lapsed magavad, on samad nõuded, mis korterite magamisruumides.

3.3 Haiglad

Enamikus haiglaruumides on kriitilisteks punktideks une häiritus, müra häirivus ning kõne ja kõnesignaalide kuulmise häiritus. Öiste mürajuhtumite soovitatav maksimaalarv ei saa ületada 40 dB. Öine palatite keskmine helitaseme soovitusarv on 30 dBA ja maksimaalarv vastavalt 40 dBA. Päeval ja õhtul siseruumide keskmine helitaseme soovitatav näit on 30 dB. Maksimaalarv mõõdetakse mõõteriista asendil „fast“.

Kuna haiged ei talu stressi samamoodi kui terved, siis keskmine helitase ei või palatites, uuringu- ja protseduuriruumides ületada 35 dBA. Tähelepanu tuleb pöörata intensiiv- ja operatsioonisaalidele. Helid enneaegsete laste inkubaatorites võivad tekitada tervisemõjutusi nagu unehäired ning viia kuulmiskahjustuseni. Enneaegsete laste inkubaatorite helirõhu taseme määramine tuleb jätta lisauuringute hooleks.

3.4 Erinevad peod ja meelelahutusüritused

Paljudes maades leidub erinevaid peo- ja lõbususvõimalusi. Sellistes olukordades on tüüpiline vali heli, näiteks muusika ja impulssmüra. Mure valju muusika ja impulsshelide mõju üle noortele, kes käivad tihti näiteks kontsertidel, diskodel, kinos ja tivolis, on suur. Keskmine helitase ületab seal tavaliselt 100 dBA, mis tihtipeale korduvana võib tekitada märkimisväärseid kuulmiskahjustusi.

Neil, kes töötavad sellistes kohtades, tuleb arvestada töötervishoiu nõudeid. Miinimumnõue on, et samad normid kehtivad ka klientidele. Kliendid võivad muutuda vastuvõtlikuks, kui nad viibivad maksimaalselt neli korda aastas 100 dBA keskmise helitasemega kohas nelja tunni jooksul. Äkilise kuulmiskahjustuse vältimiseks peab müra maksimumtase olema alati alla 110 dB.

3.5 Kuularid ja kõrvaklapid

Kuulmiskahjustuste vältimiseks nii täiskasvanutel kui lastel ei tohi muusika ja muude helide, mida kuula-

takse kõrvaklappidest, $L_{Aeq,24h}$ olla üle 70 dB. See tähendab seda, et ühe tunni keskmine helitase ei tohi ületada 85 dB. Vastuvõtlikkus väljendatakse vastava vabavälja helirõhutasemena. Äkilise kuulmiskahjustuse vältimiseks peab müra maksimaaltase olema alati alla 110 dB.

3.6 Mänguasjade, ilutulestikuvahendite ja laskerelvade impulssmüra

Äkiliste kuulmiskahjustuste vältimiseks ei tohi täiskasvanud kunagi olla vastuvõtlikud helirõhu hetkelisele maksimaalarvule, mis ületab 140 dB. Kuna lapsed on kahjustustele vastuvõtlikumad, siis ei tohi mänguasjade tekitatud helirõhu hetkeline maksimaalarv 100 mm kaugusel kõrvadest ületada 120 dB. Äkilise kuulmiskahjustuse vältimiseks peab müra maksimaalarv olema alati alla 110 dB.

3.7 Pargid ja looduskaitsealad

Vaikseid õuealasid peab kaitsma müra eest ja müra häirivus peab seal olema madal.

4 WHO soovitatavad näidud

WHO soovitatavad näidud on tabelis 4.1 lahterdatud erinevate keskkondade järgi. Kui teatud keskkonnas on leitud mitmeid kahjulikke tervisemõjutusi, siis on soovitatavad näidud lastud madalamale seal, kus mõni nendest kahjulikest tervisemõjudest esineb (kriitiline tervisemõju). Müra põhjustatud kahjulik tervisemõju seisneb müratundlikkuse tekkes, millega kaasneb ajutine või pikaajaline füüsilise, psüühilise või sotsiaalse tegutsemisvõime halvenemine. Soovitatavad näidud viitavad helirõhutasemetele, mis on mõeldud kõige rohkem vastuvõtlikuks muutunud inimeste jaoks loetletud keskkondades.

Keskmise helitaseme ajaaken päevasele mürale on 16tundi ja öisele 8tundi. Öhtule ei ole antud erilist ajaakent, kuid tüüpiline soovitatav näit peab olema 5–10 dB madalam kui 12tunnine päevane. Olenevalt toimingutest soovatakse muid ajaaknaid koolidele, lasteaedadele ja mänguplatsidele.

Uuringuandmete põhjal tuleks arvestada soovitatavate näitudega järgmiste keskkonnamüra tekitatud kahjulike tervisemõjude puhul:

- häirivus,
- kõne eristamise ja kommunikatsiooni raskused,
- arusaamisraskused,
- une häirimine,
- kuulmiskahjustus.

Kriitilised tervisemõjutused vahelduvad olenevalt keskkonnast ja soovitatavad keskkonnamüra näidud esitatakse järgnevatele keskkondadele:

- elumajad, k.a magamistoad ja väliruumid,
- koolid ja lasteaiad, k.a puhkeruumid ja välimängukohad,
- haiglad, k.a palatid- ja protseduuriruumid,
- tööstus-, kaubandus- ja transpordipiirkondade sise- ja välisruumid, k.a avalikud ruumid,
- sise- ja välisruumid erinevates peo- ja lõbustuskohtades,
- kõrvaklappide kaudu kuulatav muusika ja muud helid,
- mänguasjade, ilutulestike ja laskerelvade impulssmüra ja
- parkide ja looduskaitsealade müra.

Energia liitmisel põhinevatest ühikutest või indeksitest (näiteks keskmine helitase) ei piisa helikeskkonna kirjeldamiseks, kuna erinevad kriitilised tervisemõjutused eeldavad erinevaid kirjeldusi. Selle pärast on tähtis välja tuua vahelduva müra maksimaalarvud, veel parem, kui nad on seotud mürajuhtumite hulgaga. Öiseid mürajuhtumeid võib olla vaja vaadelda eraldi. Järelkaja aeg on tähtis tegur siseruumides. Kui müra sisaldab märkimisväärselt palju madala sagedusega helisid, on põhjust sobitada veelgi madalamaid soovitatavaid näite.

Tabelis 4.1 antud soovitatavatele näitudele lisaks peab tundlike rühmade ja teatud müratüüpide (näiteks madala sagedusega helid, madal taustamüra) puhul järgima osades 2 ja 3 mainitud ettevaatlikkuse soovitusi.

Tabel 4.1

Soovitavad näidud erinevates keskkondades.

Keskkond	Kriitiline tervisemõju	Keskmine helitase, dB	Ajaaken, tundides	Maksimaalarv, „fast“, dB
Elamupiirkond, väljas	Häiritus, müra eriti häiriv päeval ja õhtul	55	16	–
	Häiritus, müra üsna häiriv päeval ja õhtul	50	16	–
Korter, sees	Kõne eristamine ja häirivus, müra üsna häiriv päeval ja õhtul	35	16	–
Magamistoas	Unehäire, öösel	30	8	45
Magamistoast väljaspool	Unehäire, aken lahti (väliruumide arv)	45	8	60
Kool (klass) ja lasteaed, sees	Kõne eristamine, raskendatud õppimine, kommunikatsioon	35	õppetund	–
Lasteaed, puhkeruumid, sees	Unehäire	30	lõunaune aeg	45
Kool, mänguplats, väljas	Häirivus (väline allikas)	55	õuesoleku aeg	–
Haigla, palat, sees	Unehäire, öösel	30	8	40
	Unehäire, päeval ja õhtul	30	16	–
Haigla, protseduuri-ruum, sees	Puhkamise ja toibumise häired	Võimalikult madal	–	–
Tööstus-, kaubandus-, äri-, liiklusalad, sees ja väljas	Kuulmiskahjustus	70	24	110
Peo- ja lõbustus-asutused	Kuulmiskahjustus (kliendid alla viie korra aastas)	100	4	110
Avalikud ruumid, sees ja väljas	Kuulmiskahjustus	85	1	110
Kõrvaklapid	Kuulmiskahjustus (vabaväljaarv)	85 ¹	1	110
Mänguasjade, ilutulestike ja tulirelvade impulsheli	Kuulmiskahjustus (täiskasvanud)	–	–	140 ²
	Kuulmiskahjustus (lapsed)	–	–	120 ²
Park ja looduskaitseala, väljas	Looduse rahu häirimine	Olemasolevad vaiksed alad tuleb säilitada ning müra ja looduse taustahelide suhe peab olema võimalikult madal		

¹ Mõõdetud kõrvaklappide alt, muudetud vabaväljaks.

² Helirõhu hetkeline maksimaalarv (mitte L_{Amax} „fast“) mõõdetuna kõrvast 100 mm kaugusel.

Lisa 2

Mõisted ja definitsioonid

Mõistete juurde on lisatud ka vastav soomekeelne (s), rootsikeelne (r) ja ingliskeelne (i) vorm.

adaptsioon s adaptaatio	toime nõrgenemine kestva ärritaja ajal
A-helitase s A-äänitase r A-vägd ljudniva i A-weighted sound level	standardile vastav A-filtriga sagedusrõhutatud helirõhutase, L_a , ühik detsibell
ajarõhutamine s aikapainotus r tidsvägning i time weighing	põhimõte, mille järgi võetakse arvesse mõõteriistade viive, mõõtes kiireid helirõhumuutusi
amplituud s amplitudi	ajanihke laius, nihkeliigutuses erandi laius
audiogramm s audiogrammi	kuulmiskünnisekõver, kuulmiskünnisemuutus erinevatel sagedustel
audioloogia s audiologia	teadus, mis uurib kuulmisega seotud ilminguid, arstiteaduse eriala
audiomeeter s audiomeri	kuulmise uurimise aparaat
deprivatsioon s deprivaatio	ärritajate või impulsside puudumine
detsibell s desibeli	ühiku ja võrdlusühiku suhte kümnendlogaritm korrutatuna kümnega
ebameeldivustase s epämiellyttävyyskynnys r obehagsniva i loudness discomfort level, uncomfortable loudness level	tase, millal heli kogetakse ebameeldivalt tugevana, ühik tavaliselt detsibell, vaata kuulmiskünnisetase
emissioon s emissio	päästmine, müra-/heli allika akustiline radiatsioon
endokrinoloogia s endokrinologia	teadus, mis uurib sisenõrenäarmete funktsioone ja nende ilminguid, arstiteaduse eriala
ergastumine s valpastuminen r aktivering i arousal	erksana oleku aja, tähelepanuvõime ja tähelepanelikkuse paranemine (hääle) ärritaja tagajärjel
eristamisvõime s erotuskyky r diskriminationsförmaga i discrimination	kuulmise eristamisvõime, võime eristada kaht või rohkemat heli teineteisest, kasutatakse ka kõne eristusvõime tähenduses, ühikuna protsent samal tasemel esitatud häälärritajate hulgast

etioloogia s etiologia r etiologi i etiology	haiguse tekitaja, haiguse põhjus
füsioloogiline s fysiologinen	(normaalse, terve) elutegevusega seotud
habitatsioon s habituaatio	toime nõrgenemine korduvate ärritajate puhul
heli kõrgus (meloodiakõrgus) s sävelkorreus r tonhöjd i pitch	heli omadus, mis määrab heli positsiooni heliskaalal, võrdle heli kõrgus
helilisus s soinnillisuus r tonartig i tonality	heli omadus, mis näitab heli selgust, vastab elamuslikult ribalaiusele
heli rõhk a äänenpaine r ljudtryck i sound pressure	helilevis tekkiva hetkelise rõhu ja staatilise rõhu erinevus, helirõhk, p, ühik paskal (Pa)
helirõhutase s äänenpainetaso r ljudtrycksniva i sound pressure level, SPL	helirõhu ja standardiseeritud võrdlusrõhu suhte kümnendlogaritm korrutatuna kahekümnega, L_p , ühik detsibell
helitase s äänitaso r ljudniva i sound level	A-sageduse rõhutatud helirõhutase, L_p , ühik detsibell
helitaseme mõõtja s äänitasomittari r ljudnivamätare i sound level meter	standardiseeritud helirõhu taseme mõõtja, helitasememõõtja
heli teravus s ääne terävyys r skarphet i sharpness	seoseheli omapära
heli vastuvõtlikkustase s äänialtistustaso r ljudexponerinsniva i sound exposure level	kontrollitava ajavahega valitud keskmine helitase normaliseerituna ühte sekundisse, kogutud doosi tase, näiteks L_{AE} , ühik detsibell
heli ülitundlikkus s ääniyliherkkyys r ljudnivamätare i sound level	kõrvakahjustusega seoses olev sümptom, kus ebaeeldivuskünnis on tundlikuks muutunud

häirivus s häiritsevyys r störning i annoyance	ärritaja (müra) tekitatud negatiivne tunne
häirivuskaugus s häiriöetäisyys r störvastand i signal-to-noise ratio	signaali ja häirija tasemete eraldamine, võrdle kohinakaugus, dünaamiline ala, signaali ja kohina suhe, ühik detsibell
hääle karedus s äänen karheus r strävhet i roughness	seosehääle omadus
häälekus s äänekkyys r hörstyrkae loudness	helihaistmise elamuslik tugevus, ühik sony, võrdle kõlavus
häälekustase s äänekkyystaso r hörniva i loudness level	kontrollitava heli ja 1kHz hääliku samaastmeline elamustugevus, häälekus, kuuluvus, ühik foon
hääle kõrgus s äänen korkeus r tonhöjd i pitch	hääle omadus, mille järgi hääled jagunevad hääle tugevusest sõltumatu muutuja järgi madalateks ja kõrgeteks häälteks, võrdle meloodiakõrgus, ühik meli
häälik s äänne r fonem i phoneme	kõne väikseim eristatav segmentaalne osa
immissioon s immissio	heliimmissioon, kontrollitava koha müratase
immunoloogia s immunologia	teadus, mis uurib organismi vastuvõtlikkusvõimet puudutavaid ilminguid, arstiteaduse eriala
impulssmüra s impulssimelu r impulssbuller i impulse noise	müra, mis sisaldab hetkelisi, maksimaalselt 1 sekundi pikkuseid müratippe
infraheli s infraääni r infraljud i infrasound	heli, mille sagedus on väiksem inimese kuulmisala alumisest piirist (16–20Hz)
intensiiteeditase s intensiteettitaso r intenstetsniva i intensity level	heli intensiteedi ja standardiseeritud võrdlusintensiiteedi suhte kümnenndlogaritm korrutatuna kümnega, ühik detsibell

järeikaja aeg s jälkikaiunta-aika r efterklangstid i reverberation time	suletud ruumis teatud sagedusega heli puhul see aeg, mille jooksul heli-rõhutase heliallika vaikides on langenud 60 dB-ni, ühik sekund
kahju s haitta r handicap i handicap	haiguse või kahjustuse põhjustatud tulem, näiteks koolis, töö- või sotsiaalses keskkonnas
kahju aste s haitta-aste r handicaps grad i degree of handicap	haiguse või kahjustuse tekitatud kahju raskusaste, mis esitatakse protsendina, võrdle kahjuklass
kahjuklass s haittaluokka r handicap klass i degree of handicap	haiguse või kahjustuse tekitatud kahju raskusaste, mis esitatakse raskusastme klassifikatsioonina (0...20), võrdle kahju aste
kahjustus s vaurio	vaata kuulmiskahjustus
keskmise helitase s keskiäänitaso r ekvivalentiva i equivalent continuous sound level	muutumatu helitase, mille akustiline energia kontrollimisajal on sama suur kui samal ajal olnud vahelduva heli/müra energia; tavaliselt mõõdetakse A-rõhutatult keskmise helitasemena, L_{aeq} ; võrdle samaväärne pidev helitase, ekvivalentitase; ühik detsibell
kiire uni s vilkeuni r REM-sömm, drömsöm i REM sleep	uneaeg, mille ajal esineb kiireid silmade liigutusi, REM-uni
kitsaribaline s kapeakaistainen r smallbands i narrow band	seosheli, mille sagedusekomponendid on teineteisele lähedal, kitsal sagedusribal
kardiovaskulaarne s kardiovaskulaarinen	südame ja veresoonekonnaga seotud
kohin s kohina r brus i noise	amplituudilt ja vahelduselt juhuslik vibratsioon
kohinakaugus s kohinaetäisyys	vaata häirivuskaugus
konduktiivne kuulmiskahjustus s konduktiivinen kuulovaurio	välis- ja keskkõrvaga seotud kuulmiskahjustus
kuuldeala s kuuloalue r höromrade i auditory area	kuulmis- ja ebameeldivus- (või valu-) künnise loodud kuuldavate sageduste ala

kuulmise alanemine s kuulonalenema r hörsel nedsättning i hearing loss	möödetud kuulmiskünnise ja standardiseeritud normaalse künnise vahe, ühik detsibell HL (ISO)
kuulmiskahjustus s kuulovaurio r hörselskada i hearing impairment	halvenenud kuulmine, tavaliselt kuulmise vähenemine
kuulmiskünnis s kuulokynnys r hörtröskel i threshold of hearing	pidev heli väikseim helirõhu kasulik näit, mis tekitab kuulmistähelepaneku
kuulmiskünnise kõver s kuulokynnyskäyrä r hörtröskerkurva, audiogram i threshold curve of hearing, audiogram	vaata audiogramm
kuulmiskünnise tase s kuulokynnystaso r hörtröskelniva i hearing threshold level, HTL hearing level	helirõhutase, mille võrdlusarvuna on standardiseeritud (ISO) normaalne kuulmiskünnisearv, mis on sagedusest sõltuv, ühik detsibell
kuulmispuue s kuulovamma r hörselskada i hearing handicap	halvenenud kuulmisest tulenevad tegevusraskused, kuulmise nappus
kuulmispuude risk s kuulovammariski r hörselskaderisk i risk of hearing impairment	tõenäosus, millal inimesele areneb kuulmispuue/-kahjustus, näiteks müra tekitatud kuulmispuue
kuulmistundlikkus s kuuloherkkyys r hörselsensitivität i auditory sensitivity	kuulmise võime vastu võtta nõrku helisid, möödetakse kuulmiskünnisena
kuulmistähelepanek s kuulohavainto r ljudförmimmelse i auditory perception	kuulmismeele helielamus, kuulmisaisting
kõlavus s kuuluvuus r hörstyrka i loudness	võrdle häälekus
kõneaudiomeetria s puheaudiometria r talaudiometri i speech audiometry	kuuldud kõne eraldusvõime mõõtmine

kõne eristusvõime s puheen erotuskyky r taluppfatting i speech discrimination speech recognition	kuulmise kaudu oskus eristada ja tunda häälikuid, sõnu või lauseid, võrdle sõnaeristamisvõime, lauseeristamisvõime, ühik protsent kasutatud kõne ärritusühikutest
kõne häirivustase s puheen häiritsevyystaso r talinterferensiva i speech interference level	keskmiste sageduste (500, 1000, 2000, tihti ka 4000 Hz) oktavirõhutasemete keskmine number, mis kuvab kõne peidetust, ühik detsibell
kõrvaklapid s kuulosuojoin r hörselskydd i hearing protector	kõrvakäiku või kõrva peale asetatav heli summutav kaitse
laiaribaline s laajakaistainen r bredbandig i broad band	seosheli, mille sageduskomponendid on teineteisest kaugemal, laial sagedusribal
lause eraldusvõime s lause-erotuskyky r taluppfatting (med meningar) i sentence discrimination	kõne eristusvõime, mida mõõdetakse lausetega, ühik protsent
lokaliseerimisrefleks s paikantamisrefleksi r ljudlokaliseringsrefleks i orientation refleks	reflektoorne reaktsioon (näiteks pea pööramine) heliallika lokaliseerimiseks, orientatsioonirefleks
läige s heijaste r reflex i reflex	organismi reaktsioon, üldiselt tahtest sõltumatu liigutus, mis tekitab toimena ärritajale, näiteks helile; refleks
maksimaalne helitase s enimmäistaso r maximal ljudniva i maximum sound level	kontrolli ajal olnud suurim helitase, mõõdetakse helimõõtja F-ajarõhul ja üldiselt A-sagedus rõhutatult, $L_{afmax'}$ ühik detsibell
maksimaaltase s huipputaso r toppniva i peak level	kindlale ajale sattuv suurim hetkeline (helirõhutaseme) näit, $L_{peak'}$ ühik detsibell
monotoonne s monotoninen	ühetooniline
muutumatu energia seadus s vakioenergiasääntö r likaenenergiprincip i equal-energy principle	teooria, mille järgi heli/müra tekitatud kahjustuse/puude staadium oleneb müradoosi suurusest, helitaseme ja vastuvõtlikkusaja tulekust

müra s melu r buller i noise	heli, mida inimene kogeb ebameeldiva või häirivana või mis on mingil muul moel inimese tervisele või heaolule kahjulik
müradoos s meluannos r bullerdos i noise dose	müravastuvõtlikkuse energiahulka kontrollitud ajavahemikul kirjeldav näit
mürakahjustus s meluvamma r bullerskada i noise induced hearing loss	müra põhjustatud kuulmiskahjustus, kuulmistrauma
mürarikkus s meluisuus r bullrighet i noisiness	täheldatud hääle omadus, mis kasvab häälekuse moodi, ühik noy
müratase s melutaso r bullerniva i noise level	müra helitase, tavaliselt A-rõhutatud keskmine helitase, võrdle keskmine helitase, L_{Aeq} ühik detsibell
müratundlikkus s meluherkkyys r bullerkänslighet i noise sensitivity	inimese võime kogeda müra ja reageerida sellele, ennetades nii müra häirivust
müra tõrjumine s meluntorjunta r bullerbekämpning i noise abatement	toiming müra vähendamiseks
müra vastuvõtlikkustase s meluultistustaso r bullerexponeringsniva i noise exposure level	kontrollitud ajal domineerinud keskmine helitase normaliseeritud 8 tunnil, L_{Aeq} ühik detsibell, võrdle helivastuvõtlikkustase
neurovegetatiivne s neurovegetatiivinen	perifeerse närvisüsteemiga seotud
ototoksne s ototoksinen	aine või muu tegur, mis võib vigastada sisekõrva
peiteilming s peittoilmiö r maskering i masking	kontrollitava heli kuulmiskünnise või häälekuse muutus, mille põhjus erineb tavaliselt samahetkelistest helidest
presbyacusic	vaata vanadusest tingitud halb kuulmine
pühhoakustiline s psykoakustinen	heli omaduste ja heli ärritajate akustiliste omaduste vaheline suhe, subjektiivsete, täheldatud kuulmise omadustele põhinev kuulmisuuring

psühhofüsioloogiline s psykofysiologinen	psüühika ja organismi füsioloogiliste toimingute vastastikuseid mõjusid puudutav
psühhofüüsiline s psykofyysinen	haistmismeele tundmisomaduste ja ärritajate füüsiliste omaduste vaheline seos, kasutatakse vahel ka rääkides psühholoogiliste ja füsioloogiliste juhtumite vahelisest seosest
psühhofüüsiline suhe s psykofyysinen suhde	täheldatud elamustugevuse muutuse suhe ärritaja tugevuse muutusesse
psühhomeetiline suhe s psykometrinen suhde	elanikkonna muutus mõjutajale (müra) muutuja suhtes
püsivustase s pisyvvyystaso r varaktighetsniva i probability distribution level	tase, mille signaal ületab teatud osa ajast, ühik detsibell
retikulaarne aktivatsiooni- süsteem s retikulaarinen aktivaatio- järjestelmä r reticular aktiveringssystem i reticular activation system	see osa kesknärvisüsteemist, mis reguleerib erksus- ja tähelepanuseisundit, <i>formation reticularis</i>
riba laius s kaistanleveys r bandbredd i bandwith	süsteemi, näiteks filtri piirsageduste eraldamine, Δf , ühik herts
sagedus s taajuus r frekvens i frequency	heli osade hulk ja kulunud aja suhe, ühik Hz
sagedusrõhutatus s taajuuspainotus r frkvensvägning i frequency weighting	põhimõte, mille järgi helirõhutaseme mõõtmises täheldatakse erinevate sageduskomponentide osakaalu
samaväärne pidev helitase	vaata keskmine helitase
sensorineuraalne kuulmiskahjustus s sensorineuraalinen kuulovaurio	sisekõrva- või kuulmisnärvipõhine kuulmiskahjustus
seoshääli s seosääni r complex ljud i complex sound	hääli, mis koosneb mitmetest samaaegsetest sageduskomponentidest; hääli, mis ei ole toon
stapediusrefleks s stapediusrefleksi	stapediuse ehk vahekõrvalihase kokkutõmme vastusena heliärritajale, jaluslihase refleks
sõnaeristusvõime s sanaerotuskyky r orduppfattning i word discrimination word recognition	kõne eristamisvõime mõõdetud sõnadega, ühik protsent samal tasemel näidatud ärritajasõnade hulga

tegevuspuue s toiminnanvaja r funktionsnedsättning	ise prognoositud haiguse või kahjustuse tõttu ilmnev igapäevaste toimingutega mittehakkamasaamine
tinin s tinnity	tavaliselt kõrvades või peas tekkiv heli, mis ei tulene välisest heliallikast, nagu kõlin, sahin või kohin
toime s vaste r response i response	organismi reaktsioon või seisundi muutus (hääli-)ärritajale, toime võib olla pärit närvi- või lihassüsteemist või muudest organsüsteemidest
toon s äänes r ton, ren ton i pure ton	toon, mis sisaldab vaid ühte sagedust
ultraheli s ultraääni r ultraljud i ultrasound	akustiline vibratsioon, mille sagedus on suurem kui kuulmise maksimaalsagedus (umbes 20 kHz)
valge heli/kohin s valkoinen ääni/kohina r vitt brus i white noise	laiaribaline kohin, mille spektritihedus on stabiilne
vaba heliväli s vapaa äänikenttä r fritt ljudfält i free sound field	homogeenses vaheaines olev heliväli, kus peegelduvate pealispindade mõju on olematu
vaikus s hiljaisuus r tystand i silence	kogetud tähelepanekuolukord, kus tähelepanu ei keskendu keskkonna helidele
vanadusest tingitud halb kuulmine s ikähuonekuulisuus r aldersnedsättning i presbyacosis	vananemisega kaasnev kuulmisvõime nõrgenemine, tavaliselt kuulmistaseme muutus
vastuvõtlikkussuhe s annos-vastesuhde r dos-respons-kurva i dose-response relationship	matemaatiline või graafiline esitus, mis kuvab toime tugevuse muutust mõjutava teguri tugevuse (annuse) muutudes
vegetatiivne s vegetatiivinen	tahtest sõltumatutesse organitesse puutuv

Lisa 3

Lühendid

ANSI	Ameerika Standardiinstituut, <i>American National Standards Institute, Amerikkalainen standardisointielin</i>	L_{max}	maksimaalarv
CEN	Euroopa Standardiinstituut, <i>Comité Européen Normalisation, eurooppalainen standardisointielin</i>	L_{peak}	kõrgtase
dB	detsibell, taseme ühik <i>desibeli, tason yksikkö</i>	L_S	ajarõhuga S (<i>slow</i>) mõõdetud helitase
EEG	elektroentsefalograafia, aju elektriikaare uuring	L_L	<i>loudness level</i> , heli tugevuse aste
EKG	elektrokardiograafia, südame elektriikaare uuring	NIPTS	<i>noise-induced permanent threshold shift</i> , müra põhjustatud püsiv kuulmistaseme muutus
EMG	elektromüograafia, lihaste uuring	NITS	<i>noise-induced threshold shift</i> , müra põhjustatud kuulmistaseme muutus
EN	<i>Norme Européenne</i> , Euroopa standard	NITTS	<i>noise-induced temporary threshold shift</i> , müra põhjustatud ajutine kuulmistaseme muutus
EOG	elektro-okulograafia, silma võrkkesta aeglaste elektriliste ilmingute uuring	NNI-arv	<i>noise and number index</i> , müra häirivust kirjeldav suurus
f	<i>frequency</i> , sagedus	NOEL	<i>no observed effect level</i> , suurim müratase, mis ei põhjusta mõjutusi, vaata NOAEL
HL	<i>hearing level</i> , kuulmistase, kuulmiskünnise tase	NOAEL	<i>no observed adverse effect level</i> , suurim müratase, mis ei tekita kahjulikke mõjusid, vaata NOEL
HTL	<i>hearing threshold level</i> , kuulmiskünnise tase	NPL	<i>noise pollution level</i> , müravastuvõtlikkust kirjeldav arv
Hz	herts, sageduse ühik	Pa	paskal, rõhu ühik
I	intensiiteet	PTS	<i>permanent threshold shift</i> , püsiv kuulmistaseme muutus
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> , Rahvusvaheline Elektrotehniline Organisatsioon	RASTI	<i>rapid speech transmission index</i> , mõõtmismeetod, millega ruumi akustiliste omaduste põhjal hinnatakse kõne eristusvõimet, võrdle STI
ISO	<i>International Organisation for Standardization</i> Rahvusvaheline Standardiseerimisorganisatsioon	REM-uni	<i>rapid eye movement</i> , uni, kiire uni
L	<i>level</i> , tase	SEL	<i>sound exposure level</i> , heli vastuvõtlikkustase
L_1	kestvustase, mis ületab 1% ajast	SFS	Soome Standardiseerimisliidu standard
L_A	A-rõhuline helitase	SIL	<i>speech interference level</i> , kõne häirivustase
L_{AE}	A-rõhuline heli vastuvõtlikkustase	S/N	<i>signal-to-noise ratio</i> , häirivuskaugus
L_{den}	päevane, õhtune, öine müratase, keskkonnamüra direktiivi (2002/49/EY) järgne müra indikaator	SPL	<i>sound pressure level</i> , helirõhutase, häälerrõhutase
LDN	keskmine helitase, kus rõhutatakse öist taset rohkem kui päevast	STI	<i>speech transmission index</i> , mõõtmismeetod, millega ruumi akustiliste omaduste põhjal hinnatakse kõne eristusvõimet, vaata RASTI
L_{eq}	keskmine helitase	TNI	<i>traffic noise index</i> , liikluse müra kirjeldav arv
$L_{eq,24h}$	keskmine helitase mõõdetud ajavahega 24 tundi	TTS	<i>temporary threshold shift</i> , ajutine kuulmistaseme muutus
L_F	ajarõhuga F (<i>fast</i>) mõõdetud helitase	VAS	<i>visual analog scale</i> , visuaalne analoogskaala
L_I	impulssrõhuga mõõdetud helitase	WHO	<i>World Health Organization</i> , Maailma Terviseorganisatsioon

Lisa 4

Kirjanduse nimestik

- Alvarez, J., Angelakis, K. & Rindel, J. H. 2006. A study of pleasantness and annoyance in simulated soundscapes, EuroNoise 2006. Tampere.
- American Academy of Pediatrics. Committee on Environmental Health. 1997. Noise: a hazard for the fetus and newborn. *Pediatrics* 100: 724-727.
- American Academy of Sleep Medicine. 2005. International Classification of Sleep Disorders. Diagnostic and coding manual. 2nd ed. Westchester. Illinois.
- Andersson, K. & Lindvall, T. (eds.). 1988. Health Effects of Community Noise. Evaluation of the Nordic Project on "The Health Effects of Community Noise". Nordic Council of Ministers.
- Arlinger, S., Baldursson, G., Jauhiainen, T., Laukli, E., Nilsen, P. & Svendsen, B. 2007. Nordisk Lærebok i Audiologi. Tegnér. Stockholm.
- ASHA 1995. Position Statement and Guidelines for Acoustics in Educational Setting. American Speech - Language - Hearing Association, ASHA 37, Suppl. 14:15-19.
- Axelsson, A. 1991. Leisure noise exposure in adolescents and young adults. *J. Sound Vibr.* 151: 447-453.
- Babisch, W., Ising, H. & Gallacher, J. E. J. 2003. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup. & Environ. Med.* 60: 739-745.
- Babisch, W., Beule, B., Schust, M., Kersten, N. & Ising, H. 2005. Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology* 16(1): 33-40.
- Babisch, W. 2006. Transportation noise and cardiovascular risk: review and synthesis of epidemiological studies, dose-effect curve and risk estimation. *WaBoLu-Hefte* 1/06. Umweltbundesamt. Berlin. <http://www.umweltbundesamt.de>
- Basner, M., Maas, H., Müller, U., Quehl, J. & Samel, A. 2004. Current DLD research on effects of nocturnal aircraft noise on sleep and future prospective activities, CALM Workshop, Bruxelles.
- Berglund, B., Berglund, U. & Lindvall, T. 1976. Scaling loudness, noisiness and annoyance of community noises. *J. Acous. Soc. Am.* 60: 1119-1125.
- Berglund, B., Berglund, U., Karlsson, J. & Lindvall, T. 1988. Noise as a Public Health Problem. Proceedings of the 5 th International Congress on Noise as a Public Health Problem. Vol. 1-6. Swedish Council of Building Research. Stockholm.
- Berglund, B. & Lindvall, T. (eds.) 1995. Community Noise. Document prepared for the World Health Organization. Archives of the Center for Sensory Research, Vol. 2, issue 1. Stockholm.
- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela D. & Groh, K. T. 2000. Guidelines for Community Noise. World Health Organization. Geneva. <http://TVTvw.vfho.int/publications>
- Berglund, B. & Nilsson M.E. 2001. Total annoyance (or total loudness) models of combined community sounds. *Arch. Center Sensory Res.* 6(3): 33-59.
- Berglund, B. 2005. Barns hälsa och inlärning försämras av bullriga ljudlandskap i skolan och hemmet. *Ympäristö ja Terveyslehti* 2-3: 2005, 43-47.
- Björkman, M. 1991. Community noise annoyance: Importance of noise levels and the number of noise events, *J. Sound Vibr.* 151:497-503.
- Bluhm, G., Nordling, E. & Berglund, N. 2004. Road traffic noise and annoyance - An increasing environmental health problem. *Noise & Health.* 6(24): 43-49.
- Bluhm, G. 2006. Community noise and hypertension. Euro-Noise 2006. Tampere.
- Borenus, J., Jauhiainen, T., Lampio, E., Nuotio, J., Pesonen, K. & Pyykkö, I. 1981. Akustiikan Perusteet, Insinööritieto Oy.
- Brattico, E., Kujala, T., Tervaniemi, M., Alku, P., Ambrosi, L. & Monitillo, V. 2005. Long-term exposure to occupational noise alters the cortical organization of sound processing. *Clin. Neurophysiol.* 116:190-203.
- Brink, M., Wirth, K. & Schierz, Ch. 2006. Effects of early morning aircraft overflights on sleep and implications for policy making. EuroNoise, 2006. Tampere.
- Burns, W. 1973. Noise and Man, 2nd ed. William Clowes & Sons Ltd. London.
- Carter, N., Henderson, R., Lal, S., Hart, M., Booth, S., & Hunyor, S. 2002. Cardiovascular and autonomic res-

- ponse to environmental noise during sleep in night shift workers. *Sleep* 25: 444-451.
- Cohen, S., Evans, G., Krantz, D. S. & Stokols, D. 1980. Physiological, motivational and cognitive effects of aircraft noise on children, moving from the laboratory to the field. *Am. Psychologist* 35: 231-243.
- Crandell, C. C. & Smaldino, J. J. 1996. Speech perception in noise by children for whom English is a second language, *Am J Audiol* 5: 47-51.
- Davies, H. W., Teschke, K., Kennedy, S. M., Hodgson, M. R., Hertzman, C & Demers, P. A. 2005. Occupational exposure to noise and mortality from acute myocardial infarction. *Epidemiology* 16(1): 25-32.
- Department of Health. 2002. Aircraft noise at school and children's cognitive performance and stress responses, West London Schools Study. <http://www.dh.gov.uk/PolicyAnd-Guidance/HealthAndSocialCareTopics/NoisePollution>
- EC 2002. Position paper on dose-response relationship between transportation noise and annoyance, Luxembourg. Office for Official Publications of the EC.
- EC Directive 2002/49/EC: Directive of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the Assessment and Management of Environmental Noise, *Off. J. Europ. Communities*. 189:12-25.
- EC 2003. DG Research; hypertension and exposure to noise near airports (HYENA, QLK4-CT-2002-02501).
- EC 2004. Position paper on the dose-effect relationships for night time noise. <http://ec.europa.eu/environment/noise/home.htm#1>.
- Elliott, L. L. 1979. Performance of children aged 9 to 17 years on a test of speech intelligibility in noise using sentence material with controlled word predictability. *J Acoust Soc. Am.* 66:651-653.
- Engdahl, B., Tambs, K., Borchgrevink, H. M. & Hoffman, H. J. 2005. Screened and unscreened hearing threshold levels for the adult population: results from the Nord-Trøndelag hearing loss study. *Int J. Aud.* 44(4): 213-230.
- Eurasto, R., Lahti, T. & Sysiö, O. 1990. Ympäristömelu, lähteet, leviäminen, arviointi. Ympäristöministeriö. Ympäristösuojeluosaston selvitys 92/90.
- Evans, G. W. & Lepore, S. J. 1993. Nonauditory effects of noise on children: a critical review. *Childr. Environments*. 10(1): 31-51.
- Evans, G. W. & Maxwell, L. 1997. Chronic noise exposure and reading deficits: the mediating effects of language acquisition. *Environ. Behav.* 29: 638-656.
- Evans, G. W., Bullinger, M. & Hygge, S. 1998. Chronic noise exposure and psychological response: a prospective study of children living under environmental stress. *Psychol. Science* 9: 75-77.
- Evans, G. W., Lercher, E, Meis, M., Ising, H. & Kofler, W. W. 2001. Community noise exposure and stress in children. *J. Acoust. Soc. Am.* 109:1023-1027.
- Fastl, H. 2006. Advanced procedures for psychoacoustic noise evaluation. *EuroNoise 2006*. Tampere.
- Fields, J. M. & Hall, F. L. 1987. Community effects of noise. In Nelson, P. M. (ed). *Transportation Noise Reference Book*. (3): 1-17. Butterworth & Co. London.
- Fidell, S., Barber, D. S. & Schultz, T. J. 1991. Updating a dosage-effect relationship for the prevalence of annoyance due to general transportation noise. *J. Acous. Soc. Am.* 89: 221-233.
- Findeis, H. & Petero, E. 2004. Disturbing effects of low frequency sound immissions and vibrations in residual buildings. *Noise & Health* 6(23): 29-35.
- Franssen, E. A., van Wiechen, C. M., Nagelkerke, N. J. & Lebrecht, E. 2004. Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use. *Occ.. Environ. Med.* 61(5): 405-413.
- Furmann, A. & Musial, K. 2006. The evaluation of sound sources loudness vs. sharpness. *EuroNoise 2006*. Tampere.
- Goto, M. & Kaneko, T. 2002. Distribution of blood pressure data from people living near an airport. *J. Sound Vibr.* 250: 145-149.
- Grandjean, E. 1960. Physiologische und psycho-physiologische Wirkungen des Lärms. *Doc. Geigy* 4: 13-42.
- Grandjean, E., Graf, P, Lauber, A. Meier, H. P. & Müller, R. 1973. A survey of aircraft noise in Switzerland. *Proced. Int. Congr. on Noise as a Public Health Problem*, U. S. Environmental Protection Agency, Washington, D. C.
- Griefahn, B. & Gros, E. 1986. Noise and sleep at home, a field study on primary and after-effects. *J. Sound Vibr.* 105: 373-383.
- Griefahn, B., Schemmer-Kohrs, A., Schemmer, R. et al. 2000. Physiological subjective and behavioural responses during sleep to noise from rail and road traffic. *Noise & Health* 3: 59-71.

- Griefahn, B. 2002. Sleep disturbances related to environmental noise. *Noise & Health* 4(15): 57-60.
- Guski, R. 1987. *Lärm - Wirkungen unerwünschter Geräusche*, Huber, Bern.
- Guski, R., Schuemer, R. & Felscher-Suhr, U. 1999. The concept of noise annoyance. How international experts see it. *J. Sound Vibr.* 223(4): 513-527.
- Haines, M. M., Stansfeld, S. A., Job, R F. S., Berglund, B. & Head J. 2001. Chronic aircraft noise exposure, stress response, mental health and cognitive performance in school children. *Psychol. Med.* 31: 265-277.
- Haines, M.M., Stansfeld, S. A., Berglund, B., Lopez-Barrio, L., Fischer, P, Kamp, I. V, Öhrström, E. & Berry, B. 2003. Effects of aircraft noise and road traffic noise on children's health: preliminary results on dose-response relationships from the RANCH study. *Epidemiology* 14(5): S 128.33.
- Halpern, D.1995. *Mental Health and the Built Environment*. Taylor & Francis, London.
- Handlingsplan mot buller. 1993. Betänkande av utredning for en handlingsplan mot buller. Statens offentliga utredningar 1993:65, Göteborg.
- Hartikainen- Sorri et.al. 1991. No effect of experimental noise exposure on human pregnancy. *Obstetr. Gynecol.* 77(4): 611-615.
- Hartley, D. E. & Moore, D. R. 2002. Auditory processing efficiency deficits in children with developmental language impairments. *J. Acous. Soc. Am.* 112: 2962-2966.
- Health Council of the Netherlands. 2004. *The Influence of Night-time Noise on Sleep and Health*. Health Council of the Netherlands. Publ. no. 2004/14E. The Hague.
- Heinonen-Guzejev, M., Vuorinen, H. S., Kaprio, J., Heikkilä, K. Mussalo-Rauhamaa, H. & Koskenvuo, M. 2000. Self-report of transportation noise exposure, annoyance and noise sensitivity in relation to noise map information. *J. Sound Vibr.* 234(2): 191-206.
- Heinonen-Guzejev, M. Vuorinen, H.S., Mussalo-Rauhamaa, H., Heikkilä, K., Kaprio, J. & Koskenvuo, M. 2004. Somatic and psychological characteristics of noise-sensitive adults in Finland. *Arch Environ. Health* 59(8): 410-417.
- Heinonen-Guzejev, M., Vuorinen, H. S., Mussalo-Rauhamaa, H., Heikkilä, K., Koskenvuo, M. & Kaprio, J. 2005. Genetic component of noise sensitivity. *Twin Res. & Human Genetics* 8(3): 245-249.
- Heinonen-Guzejev, M., Vuorinen, H. S., Mussalo-Rauhamaa, H., Heikkilä, K., Koskenvuo, M. & Kaprio, J. 2007. The association of noise sensitivity with coronary heart and cardiovascular mortality among Finnish adults. *Science of The Total Environment* 372: 406-412.
- Hellman, R. P. 1985. Perceived magnitude of two-tone-noise complexes; loudness, annoyance and noisiness. *J. Acous. Soc. Am.:* 77(4): 1497-1504.
- Hygge, S. 1994. Classroom experiments on the effect of aircraft, road traffic, train, and verbal noise presented at 66 dBA_{Leq} and of aircraft and road traffic noise presented at 55 dBA_{Leq} on long-term recall and recognition in children aged 12-14 years. *Naturvårdsverket*. Stockholm.
- Hygge, S., Evans, G. W. & Bullinge, M. 2002. A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in school children. *Psychol. Sci.* 13(5): 469-474.
- Hygge, S., Boman, E. & Enmarker, I. 2003. The effects of road traffic noise and meaningful irrelevant speech on different memory systems. *Scand. J. Psychol.* 44(1): 13-21.
- Hygge, S. 2006. Noise exposure and cognitive impairment - attempts to establish dose-effect relationships. *EuroNoise 2006*. Tampere.
- IEC 61672-1, 2002. *Sound level meters*, International Electro-technical Commission. Geneva.
- Ising, H. & Rebentisch, E. 1993. Comparison of acute reactions and long-term extra-aural effects of occupational and environmental noise exposure, in Vallet, M. (ed.); *Proc. Int. Conf. Noise as a Public Health Problem*; 3: 280-287.
- Ising, H. & Kruppa, B. 1993. *Noise and disease*, Gustav Fischer, Stuttgart.
- Ising, H. & Ising, M. 2002. Chronic cortisol increase in the first half of the night caused by road traffic noise. *Noise & Health* 4(16): 13-21.
- Ising, H. & Kruppa, B. 2004. Health effects caused by noise: Evidence in the literature from the past 25 years. *Noise & Health* 6: 5-13.
- IARC, International Agency for Research on Cancer, <http://monographs.iarc.fr/ENG/Preamble/eval.php>

- ISO 389: 1964. Standard reference zero for calibration of pure-tone audiometers, International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 532: 1975. Acoustics - Methods for calculating loudness level, International Organization for Standardization, International Standard, Geneva.
- ISO 7029: 1984. Acoustics - Threshold of hearing by air conduction as a function of age and sex for otologically normal persons, International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 1999: 1990. Acoustics - Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 226: 2003. Normal equal-loudness level contours, International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO/TS 15666: 2003: Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. International Organization for Standardization, Geneva.
- Jarup, L., Babisch, W., Houthoujjs, D., Pershagen, G., Katsouyanni, K. & Cadum, E. 2003. Hypertension and exposure to noise near airports - The Hyena project. *Epidemiology* 14(5): S78, 34.
- Jauhiainen, T. 1995. Kuulo ja viestintä, Yliopistopaino. Helsinki.
- Jauhiainen, T, Vuorinen, H. S., Heinonen-Guzejev, M. & Paikkala, S.-L. 1997. Ympäristömelun vaikutukset, Ympäristö-ministeriö, Suomen Ympäristö 94.
- Jauhiainen, T. & Yli-Pohja, P. 2003. Tinnitus, Duodecim. Helsinki..
- Job, R. 1999. Noise sensitivity as a factor influencing human reaction to noise. *Noise & Health* 3: 57-68.
- Johansson, M. S. K. & Arlinger, S. 1983. Hearing threshold levels for an otologically unscreened, non-occupational noise-exposed population in Sweden. *Int. J. Audiol.* 41:1801-194.
- Jokitulppo, J., Lahti, T. & Markkula, T. 2006. Ampumatojen häiritsevyys, kirjallisuusselvitys. Akucon Oy.
- Karjalainen, M. 1999. Kommunikaatioakustiikka, TKK, raportti 51. Otaniemi.
- van Kempen, E. E., Kruijze, H., Bolhuisen, H. C. Ameling, C. B., Staatsen, B. A.M. & de Hollander, A. E.M.2002. The association between noise-exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ. Health Perspect.* 110(3): 307-317.
- Kihlman, T, Öhrström, E. & Kånberg, A. 2002. Adverse health effects of noise and the value of access to quietness in residential areas. *InterNoise 2002*.
- Klatte, M., Seidel, J., Wegner, M., Hellbrück, J., Leister, P. & Weber, L. 2006. Effects of classroom reverberation time on speech perception and noise ratings in elementary school children: a field study. *EuroNoise 2006*. Tampere.
- von Klingholz, F., Siegert C., Schleier, E. & Thamm, R. 1978. Lärmbedingte Stimmstörungen bei Angehörigen unterschiedlicher Berufsgruppen, *HNO Praxis* 313:193-201.
- Knipshild, P. V. 1977. Medical effects of noise: community cardiovascular survey. *Int. Arch. Environ. Health* 40:185-190.
- Kozou, H., Kujala, T, Shtyrov, Y., Toppila, E., Starck, J., Alku, P. & Näätänen, R. 2005. The effect of different noise types on the speech and non-speech elicited mismatch negativity *Hear. Res.* 199: 31-39.
- Kryter, K.D. 1985. *The Effects of Noise on Man*. Academic Press, 2nd ed., New York.
- Kryter, K. D. 1990. Aircraft noise and social factors in psychiatric hospital admission rates: A re-examination of some data. *Psychol. Med.* 20(2): 395-411.
- Kujala, T, Shtyrov, Y., Winkler, I., Sauer, M., Tervaniemi, M., Sallinen, M. Teder-Särkijärvi, W., Alho, K. Reinikainen, K. & Näätänen, R 2004. Long-term exposure to noise impairs cortical sound processing and attention control. *Psychophysiol.* 41: 875-881.
- Kurenemi, M. & Törmänen, E. 2003. Ympäristö menee ihon alle? Kaupunkirakenteen ja asuinalueiden laadun yhteys alueelliseen kuolleisuuteen Helsingissä. STAKES. Helsinki.
- Kurkela, P, Parkkola, K., Viljanen, V, Hongisto, V, Sala, E. & Pentti, J. 1997. Melu ja ääniympäristö kasarmien sisä- ja uikotiloissa kuulemisen ja puheen tuoton kannalta. Turun ja Porin sotilasläänien esikunta. Ympäristövalvonta.
- Lahti, T. 2003. Ympäristömelun arviointi ja torjunta, Ympäristöministeriö. Ympäristöopas 1001.
- Lambert, J., Simonnet, F. & Vallet, M. 1984. Patterns of behavior in dwellings exposed to road traffic noise. *J. Sound Vibr.* 92:159-172.

- Lambert, J. & Plouhinec, M. 1985. Day and night annoyance: A comparison. *Proc. Inter-Noise*, 1985.
- Lambert, J. & Maurin, M. 1988. Perception and sensitivity of the French population to road traffic noise. *Proc. Int. Congress. Noise as a Public Health Problem*, Stockholm, 3:333-338.
- Lazarus, H. 1987. Prediction of verbal communication in noise - a development of generalized SIL curves and the quality of communication. *Appl. Acoustics* 20: 245-261.
- Lercher, P, Evans, G. W., Meis, M. & Kofler, W. W. 2002. Ambient neighborhood noise and children's mental health. *Occ. Environ. Med.* 59(6): 380-386.
- Lercher, P. & Botteldooren, D. 2006. General and/or local assessment of the impact of transportation noise in environmental health impact studies. *EuroNoise 2006*. Tampere.
- Lukas, J.S. 1975. Noise and sleep; a literature review and a proposed criterion for assessing effect. *J. Acoust. Soc. Am.* 58:1232-1242.
- Lutman, M. E. & Davis, A. C. 1994. The distribution of hearing threshold levels in the general population aged 18-30 years. *Audiology* 33(6): 327-350.
- Maschke, C. 2003. Epidemiological research on stress caused by traffic noise and its effects on high blood pressure and psychic disturbance, *Proc. Int. Congr. Biol. Effects of Noise*. Schiedam.
- Maschke, C., Rupp, T. & Hecht, K. 2003. Epidemiological examinations of the influence of noise stress on the immune system and the emergence of arteriosclerosis. Report 298 62 515. *Wabolu-Hefte 01/03*. Berlin.
- Matsul, T., Uehara, T., Miyakita, T., Hitamatsu, K., Osada, Y. & Yamamoto, T. 2004. The Okinawa study: Effects of chronic aircraft noise on blood pressure and some other physiological indices. *J. Sound Vibr.* 277: 469-470.
- Miedema, H. M. E. & Vos, H. 1998. Exposure-response relationships for transportation noise, *J Acoust. Soc. Am.* 104(6); 3432-3445.
- Miedema, H. M. E., Passchier-Vermeer, W. & Vos, H. 2003. Night-time noise events and awakening. *TNO-INRO*: 23. Delft.
- Miedema, H. M. E. 2004. Self-reported sleep disturbance caused by aircraft noise. *TNO-INRO*: 15. Delft.
- Miedema, H.M.E. 2004. Relationship between exposure to multiple noise sources and noise annoyance. *J. Acoust. Soc. Am.* 116(2): 949-957.
- Moore, B. C.. J. 1982. *An introduction to the psychology of hearing*. Academic Press. London.
- Muzet, A. & Eberhart, J. 2004. Habituation of heart rate and finger pulse responses to noise in sleep. *ASHA*. Rockville, Maryland.
- Muzet, A. 2002. The need for a specific noise measurement for population exposed to aircraft noise during night-time. *Noise & Health.* 4(15): 61-64.
- Nabelek, A. K. & Robinson, P. K. 1982. Monaural and binaural speech perception in reverberation for listeners of various ages. *J. Acous. Soc. Am.* 71:1242-1248.
- Nabelek, A.K. 1983. Acoustics of enclosed spaces for linguistically impaired listeners, in Rossi, G. (ed.), *Proc. Int. Congr Noise as a Public Health Problem I*: 501-511. Torino.
- Nelson, P. (ed.) 1987. *Transportation Noise Reference Book*. Butterworths, London.
- Nelson, P, Kohnert, K. & Sabur, S. 2005. Classroom noise and children learning through a second language. *Lang Speech Hear Serv Schools*, 36; 219-229.
- Neus, H. & Boikat, U. 2000. Evaluation of traffic noise-related cardiovascular risk. *Noise & Health.* 2(7): 65-77.
- Nivison, M. E. 1992. The relationship between noise as an experimental and environmental stressor, psychological changes, and psychological factors. *Univ. Bergen*.
- Ollerhead, J. B. 1992. Report on field study of aircraft noise and sleep disturbance. *DoT London*.
- Otten, H. Schulte, W. & von Eiff, A. W. 1990. Traffic noise, blood pressure, and other risk factors. The Bonn traffic noise study. *Proc. Int. Conf. Noise as a Public Health Problem*, 4: 327-335.
- Passchier-Vermeer, W. & Passchier, W. F. 2000. Noise exposure and public health. *Environ. Health Persp.* 108. Suppl, I: 123-131.
- Passchier-Vermeer, W., Vos, H., Steenbekker, J. H. M., van der Ploeg, F. D. & Groothuis-Oudshoorn, K. 2002. Sleep disturbance and aircraft noise exposure. Report nr. 2002.027. *TNO-PG*. Leiden.
- Pedersen, T. H. 2006. A model for noise annoyance. *EuroNoise 2006*. Tampere.

- Pekkarinen (Sala), E. 1984. Taustamelun ja kaikujen vaikutus puheen ymmärrettävyyteen, kirjassa Salmivalli, A. & Johansson, R. (toim.) *Kuulovammainen koululainen*: 93-97. V Audiologian päivät. Turku.
- Pekkarinen (Sala), E. 1987. Taustamelun ja kaikujen vaikutus puheen erotuskykyyn, kirjassa Lehtihalmes, M. (toim.): *Lukemisen ja kirjoittamisen häiriöt*. Log. Fon. Yhd. julk. 20:105.
- Pekkarinen (Sala), E. 1988. Effects of Noise and Reverberation on Speech Discrimination. *Ann. Univ. Turkuensis D* 31.
- Pekkarinen (Sala), E. 1989. The effect of reverberation on speech discrimination, kirjassa Vilkmann, E. et al. (toim.): *Clinical and related research in communication*. Publ. Finn. Ass. Log. Phon. 23: 49-55.
- Pekkarinen (Sala), E. & Viljanen, V. 1989. Luokkahuone viestintäympäristönä, kirjassa Lahti, T, Linjamaa, J. & Pekkarinen, J. (toim.): *Akustiikkapäivät 1989*: 81-86.
- Pekkarinen (Sala), E. 1990. Melun vaikutus puheen kuulemiseen. *Lääketiede* 1990: 70-71.
- Pekkarinen (Sala) E. & Viljanen, V. 1990. The effect of sound-absorbing treatment on speech discrimination in rooms. *Audiol.* 29: 219-227.
- Pekkarinen (Sala), E. & Viljanen, U. 1991. Acoustic conditions for speech communication in class-rooms. *Scand. Audiol.* 20: 257-263.
- Pekkarinen (Sala), E. 1992. Ympäristövaatimukset kuulemisessa. kirjassa; Turunen, L. (toim.); *Kuulonäkövammainen vanhus*. Suomen Audiol Yhd: 70-74.
- Pekkarinen (Sala), E. & Viljanen, V. 1992. Luokkahuoneiden akustisten ominaisuuksien parantamisesta. kirjassa Sonninen, P. (toim.): *Tekniikka logopediassa ja foniatriassa*. Log. Fon. Yhd. julk. 26: 54-58.
- Pesonen, K. 2002. Musiikkimelun vaarallisuus. *Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä* 10.
- Pesonen, K. 2005. Ympäristömelun haittojen arvioinnin perusteita. *Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä* 14.
- Picard, M. & Bradley, J. S. 2001. Revisiting speech interference in classrooms. *Audiology* 40(5): 221-244.
- Rahe, R. H. & Arthur, R. J. 1978. Life change and illness studies: past history and future directions. *J. Hum. Stress* 4: 3-15.
- Regecova, V. & Kellerova, E. 1995. Effects of urban noise pollution on blood pressure and heart rate in preschool children. *Hypertens.* 13: 405-412.
- Rosenlund, M., Berglind, N., Pershagen, G. Järup, L. & Bluhm, G. 2001 Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise. *Occ. Environ. Med.* 58: 769-773.
- Rossi, G. (Ed.): *Noise as a Public Health Problem*. Proceedings of the 4 th International Congress. Vol. 1-2. Torino.
- Rylander, R., Sörensen, S. & Kajland, A. 1976. Traffic noise exposure and annoyance reactions. *J. Sound Vibr.* 46: 237-242.
- Rylander, R. 2004. Physiological aspects of noise-induced stress and annoyance. *J. Sound Vibr.* 277: 471-478.
- Sala, E., Viljanen V. & Honka, J. 1995. Improvement of acoustic conditions for speech communication in classrooms. *Appl Acoust* 45: 81-91.
- Sala, E., Oikinuora, P. & Airo, E. 2000. Päiväkodeissa meluisaa - kestääkö ääni? *Työterveiset*, (1):21-22.
- Sala, E., Laine, A., Simberg, S., Pentti, J. & Suonpää, J. 2001. The prevalence of voice disorders among day care centre teachers compared with nurses. A questionnaire and clinical study *J. Voice* 15(3): 413-423.
- Sala, E., Airo, E., Oikinuora, P, Simberg, S., Ström, U., Laine A., Pentti, J. & Suonpää, J. 2002. Vocal loading among day care centre teachers. *Log. Phon. Vocol.* 27(1): 21-28.
- Sala, E. 2005. Melun vaikutus lapsiin. *Ympäristö ja Terveyslehti* 2-3: 2005, 48-53.
- Salmivalli, A., Pekkarinen (Sala), E. & Viljanen. V. 1984. Luokkahuoneen akustiikasta, kirjassa Salmivalli, AS. & Johansson R. (toim.): *Kuulovammainen koululainen*: 134-137. V Audiologian päivät. Turku.
- Samel, A. & Basner, M. 2006. Aircraft noise effects on sleep: DLR research results and their application. *EuroNoise 2006*. Tampere.
- Schell, L. M. 1981. Environmental noise and human prenatal growth. *Am. J. Physical Antropol.* 56: 63-70.
- Schomer, P. D., Suzuki, Y. & Salto, F. 2001. Evaluation of loudness level weightings for overcoming the annoyance of environmental noise. *J. Acous. Soc. Am.* 110(5): 2390-2397.
- Schreckenberger, D., Schumer-Kohrs, A., Schumer, R. Griefahn, B. & Moehler, U. 1999. An interdisciplinary study on railway and road traffic noise: annoyance differences. 137th ASA Meeting & 25th DAGA Conference.

- Schuschke, G. 1976. *Lärm und Gesundheit*, Verlag Volk und Gesundheit. Berlin.
- Schultz, T. J. 1978. Synthesis of social surveys on noise annoyance. *J. Acous. Soc. Am.* 64: 377-405.
- Schultz, T.J.: 1982. *Community Noise Rating*. Applied Science Publishers, New York.
- Sederholm, E. 1996. Hoarseness in ten year old children. Dissertation. Karolinska Institutet.
- Selye, H. 1955. Stress and disease. *Science* 122: 625-631.
- SFS 5100.1985. *Akustiikan sanasto*. Suomen Standardisointiliitto, Helsinki.
- Shield, B., Dockrell, J. & Vilatarsana, G. 2005. Effect of road traffic and aircraft noise upon children's academic attainments. *J Acoust Soc. Am.* 117(4): 2365.
- Smith, A. 2003. The concept of noise sensitivity: implications for noise control. *Noise & Health*. 5: 57-59.
- Shtyrov, Y., Kujala, T., Ahveninen, J., Tervaniemi, M., Alku, P., Ilmoniemi, R. J. & Näätänen, R. 1998. Background acoustic noise and the hemispheric lateralization of speech processing in the human brain: magnetic mismatch negativity study *Neurosc. Letters* 251: 141-144.
- Spoor, A. 1967. Presbycusis values in relation to noise induced hearing loss. *Int. Audiol.* 6: 48-57.
- Spreng, M. 2000. Possible health effects of noise induced cortisol increase. *Noise & Health* 2(3): 59-64.
- Stansfeld, S. A. 1992. Noise, noise sensitivity and psychiatric disorder: epidemiological and psychophysical studies. *Psycholog. Med. Suppl.* 22.
- Stansfeld, S. A. & Matheson, M. P. 2003. Noise pollution: non-auditory effects on health. *Br. Med. Bull.* 68: 243-257.
- Stansfeld, S. A., Berglund, B., Clark, C., Lopez-Barrio, I., Fischer, P., Ohrström, E., Haines, M. M., Haed, J., Hygge,
- S., van Kamp, I & Berry, B. F. 2005. Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-sectional study *Lancet* 365(3475): 1942-1949.
- Stansfeld, S. A. & Clark, C. 2006. Environmental noise and psychosocial health: implications for public health and research. *EuroNoise 2006*. Tampere.
- Ström, U., Sala, E. & Airo, E. 2001. Speech recognition in background noise by day-care-children and adults, *Proc XXV Congr. Int. Ass. Log. Phon.* Montreal.
- Suonpää, J., Pekkarinen (Sala), E & Salmivalli, A. 1988. Koulun luokkahuoneen akustiikka, kirjassa; Salmivalli, A. & Johansson, R (toim.) *Kuuleminen huonetilassa: 46-53*. IX Audiologian päivät.
- Sörensen, S. & Magnusson, J. 1979. Annoyance caused by noise from shooting ranges. *J. Sound Vibr.* 62: 437-442.
- Tarnopolsky A., Watkins, G. & Händ, D.J. 1980. Aircraft noise and mental health: prevalence of individual symptoms. *Psychol. Med.* 10(4): 683-398.
- Taylor, S. M. & Wilkins, P. A. 1987. Health effects. In Nelson, P. (ed.): *Transportation Noise Reference Book*. Butterworths. London.
- Taylor, S. M., Young, P. J., Bimie, S. E. & Hall, F. L. 1980. Health Effect of Noise: Review of Existing Evidence. Res. Report. McMaster Univ. Hamilton. Ontario.
- Taylor, S. M. 1982. A comparison of models to predict annoyance reactions to noise from mixed sources. *J. Sound Vibr.* 81: 123-138.
- Tiesler, G. & Oberdörster, M. 2006. Noise a stress factor? Acoustic ergonomics of schools, *EuroNoise 2006*. Tampere.
- Vallet, M.: (Ed.) 1993. *Noise as a Public Health Problem*, Proc. 6th Int. congress, Nice.
- Viljanen, V., Pääkkönen, R. & Pekkarinen (Sala), E. 1984. Kaiunta ja taustahäly häiritsevät oppimista. *Työ terveys ja turvallisuus* 9: 18-19.
- Viljanen, V. & Pekkarinen (Sala), E. 1988. Ääniolot opetuslalla. *Työ terveys ja turvallisuus*. 4: 23:
- Viljanen, V. & Pekkarinen (Sala), E. 1989. Oppilaitosten ääniolosuhteet. *Raporttisarja 3*. Turun aluetyöterveyslaitos.
- Viljanen, V. & Pekkarinen (Sala), E. 1991. Koulujen akustiikka ja puheen erottaminen, kirjassa; Helle, S. et al. (toim.): *Akustiikkapäivät 1991*: 23-27.
- Vos, J. 2003. On the relevance of shooting-noise-induced sleep disturbance to noise zoning. *Proc. Int. Congr. Biol. Eff. Noise*. Schiedam.
- Vuorinen, H. S. 1984. Ympäristömelun vaikutus väestön terveyteen. *Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu A:15*. Ympäristöministeriö.
- Vuorinen, H. S. 1992. Verenpaine ja melu. *Ympäristöministeriön ympäristösuojeluosaston selvityksiä* 118.
- Ward, W. D. et ai 1981. Total energy and critical intensity concepts in noise damage. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* 90: 584-590.

- Waye, K. P, Clow, A., Edwards, S., Hucklebridge, F. & Rylander, R 2003. Effects of night-time low frequency noise on the cortisol response to awakening and subjective sleep quality. *Life Sci.* 72: 863-875.
- Weinstein, N. D. 1978. Individual differences in reactions to noise. A longitudinal study in a college dormitory. *J. appl. Psychol.* 63(4): 458-466.
- Weinstein, N.D. 1980. Individual differences in critical tendencies and noise annoyance. *J. Sound Vibr.* 68(2): 241-248.
- Westman, j. C. & Walters, J.R. 1981. Noise and stress: A comprehensive approach. *Environm. Health Perspect.* 41: 291-309.
- WHO 1980. International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps (ICIDH), World Health Organization. Geneva.
- WHO 1980. Noise. Environmental Health Criteria 12. World Health Organization. Geneva. WHO 2000. Guidelines for Community Noise. World Health Organization. Geneva. <http://www.who.int/docstone/peh/noise/guidelines2.html>
- van Wiechen, C., Franssen, E., de Jong, R. G. & Lebet, E. 2002. Aircraft noise exposure from Schiphol airport, relation with complains. RIVM. Bilthoven.
- Williams, W. 2005. Noise exposure levels from personal stereo use. *Int. J. Audiol.* 44(4): 231-236.
- Willich, S. N., Wegsctmeider, K., Stallmann, M. & Keil, T. 2006. Noise burden and the risk of myocardial infarction. *Eur Health J.* 27(3): 276-282.
- Zimmer, K. & Ellermeier, W. 1999. Psychometric properties of four measures of noise sensitivity: a comparison. *J Environ. Psychol.* 19: 295-302.
- Zwicker, E. & Fastl, H. 1990. *Psychoacoustics - Facts and Models.* Springer. Heidelberg.
- Yerkes, R. M. & Dodson, J. D. 1908. The relationship of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *J. Comp. Neurol. Psychol.* 18: 459-482.
- Ympäristöministeriö 1989. Ohjekirjanen meluntorjuntalaista ja -asetuksesta. Ympäristösuojeluosaston sarja B 13/1989.
- Ympäristöministeriön 1990. Meluntorjunnan ilmoitusmenettely. Anmälningsförfarande enligt bullerbekämpningslagen. Ympäristösuojeluosaston opas 1/1990.
- Ympäristöministeriö 1990. Melutilanteen seurannan järjestäminen kuimissa. Ordande av bevakning av bullersituationen i kommunerna. Ympäristömelun ympäristösuojeluosaston ohje 3/1990.
- Ympäristöministeriön 1995. Ympäristömelun mittaaminen. Mätning av omgivningsbuller. Ympäristösuojeluosaston ohje 1/1995.
- Ympäristöministeriö 2004. Meluntorjunnan valtakunnalliset linjaukset ja toimintaohjelma. Suomen ympäristö 696.
- Öhrström, E. 1982. On the Effect of Noise with Special Reference to Subjective Evaluation and Regularity. University of Gothenburg.
- Öhrström, E., Björkman, M. & Rylander, R. 1988. Primary and after effects of noise during sleep with reference to noise sensitivity and habituation studies in laboratory and field. In Berlund, B. & Lindvall, T. (toim.) *Proc. Int. Conf. Noise as a Public Health Problem, Stockholm 5:* 55-63.
- Öhrström, E. 1991. Psycho-social effects of traffic noise exposure. *J. Sound Vibr.* 151: 513-517.
- Öhrström, E. & Skånberg, A.-B. 1996. A field survey on effects of exposure to noise and vibrations from railway traffic I: Annoyance and activity disturbance effects. *J. Sound Vibr.* 193(1): 39-47.
- Öhrström, E. & Barregård, L. 2005. Undersökning av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg. Lerums kommun. Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum.

Käesolev keskkonna-alase käsiraamatu eestikeelne väljaanne on valminud Soome ja Eesti Keskkonnaministeeriumi, Insinööritoimisto Akukon Oy, Tallinna Tervishoiu Kõrgkooli Õenduse õppetooli õppejõu Eha Hõrraku, Tartu Ülikooli Kliinikumi arst-õppejõu otorinolarüngoloogia erial Toomas Siirde kaasabil ning MTÜ Ökokratt koostööna. Käsiraamat on Soome ekspertide Tapani Jauhiaineni, Heikki S. Vuorineni ja Marja Heinonen-Guzejevi originaaltrükise eestikeelne väljalase, mis on valminud keskkonnamüra konverentsi 2010 tarbeks, et tõsta Eesti inimeste teadlikkust müra mõjust tervisele. Käesolev käsiraamat on seotud mitmete konverentsil esinejate ettekannete teemadega.

Soome Keskkonnaministeerium avaldas 1997. aastal uurimuse „Keskkonnamüra mõjud“, mis oli koostatud rahvusvaheliste müramõjutuste asjatundjate selgituste põhjal ja mõeldud Maailma Terviseorganisatsioonile (WHO). Pärast seda suurenesid teadmised müramõjudest ning tekkis vajadus väljaannet ajakohastada.

Käesolev väljaanne käsitleb müra mõjusid, järgides sama jaotust, mida WHO kasutab välimistest või sisemistest põhjustest tulenevate haiguste ja nendega seotud tagajärgede puhul. Mõjude hulka kuuluvad lisaks koe- ja organukahjustusele ka funktsionaalne häire, tegevushäire ja kahju. Raamatus on lähtekohaks just nimelt müra mõjud, mitte müra akustilised omadused, nagu näiteks häälekus.

Käsiraamatus kirjeldatakse keskkonnamüra erinevaid mõjusid, rõhutades nende üldisust ja tähtsust. Häirivus on nende seas kõige tähtenduslikum. Veel käsitletakse müra kahjulikke mõjusid unele, kognitiivsetele funktsioonidele (eriti laste puhul), suulisele kommunikatsioonile ja südame- ja veresoonekonna tegevusele ning mõnikord tekkivat kuulmiskahjustust. Uusima uuringutulemuse järgi on täheldatud, et pikaajaline vastuvõtlikkus keskkonnamürale suurendab riski haigestuda veresoonekonna haigustesse. Varasemast rohkem tähelepanu pööratakse ka müratundlikkusele.

Väljaande lisa on WHO soovitusel keskkonnamüra kohta aastast 2000.