SOOVITUSED
GIS kasutamisest, tööstusliku müra, õhusõidukitemüra, maanteeliikluse- ja raudteemüra arvutamisest ning määramatuse hindamisest mürahinnangu koostamisel

Mürahinnangu koostamise eesmärk on leida alad, kus müra ületab kehtestatud norme ning sellest tulenevalt määrata mürahäiringu all kannatavate inimeste hulk. Saadud andmete alusel tuleb planeerida meetmed müritaseme alandamiseks ja hinnata rakendatavate meetemte tõhusust.

Mürakaartidelt saadavad andmed aitavad:
- transpordi planeerimisel;
- maakasutuse planeerimisel;
- müra allika tehniliste tingimuste määramisel;
- vaiksemate võimaluste leidmisel;
- mürakaitsemeetmete tõhususe hindamisel;
- õiguslike ja majanduslike meetmete rakendamisel.

Direktiiv 2002/49/EÜ, mis on seotud keskkonnamüra hindamise ja kontrollimisega, määrab maanteeliiklusmüra, raudteemüra, õhusõidukite müra ja tööstusumüra päevaste ja öiste helirõhutasemete L_{den} ja L_{night} arvutusmeetodid, mis on järgmised:

– maanteemüra jaoks: Prantsuse riiklik arvutusmeetod 'NMPB-Routes-96 (SERTA-CERTU-LCPC-CSTB)', mis on avaldatud ‘Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6’ ja Prantsuse standardid ‘XPS 31-133’, edasp0idi nimetatud ‘XPS 31-133’;
– raudteemüra jaoks: Madalmaade riiklik arvutusmeetod, mis on avaldatud ‘Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai‘ 96 Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996’, edaspidi nimetatud ‘RMR’ ;
– õhusõidkite müra: ECAC.CEAC Doc. 29 ‘Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports’, 1997, edaspidi nimetatud ‘ECAC doc. 29’.
– tööstusmüra jaoks: ISO 9613-2: ‘Acoustics — Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation’, edaspidi nimetatud ‘ISO 9613’.

Eelpoolmainitud meetodeid tuleb kasutada vastavalt helirõhutasemete L_{den} ja L_{night} definitsioonidele.

GIS KASUTAMINE MÜRAKAARTIDE KOOSTAMISEL

GIS andmete kasutamine aitab mürakaartide koostajaid:
- võimaldab andmete viimist sobilikku vormi (hoonete ja kvartalite eristamine);
- pinnareljeefi modelleerimine;
- 2-D mudelite konverteerimine 3-D mudeliteks (kõrguse määramine, laserskaneerimine jne)
- geomeetrilise terviklikkuse määramine;
- erineva kvaliteedi ühtlustamine;
- geomeetria lihtsustamine.

Kas kasutada mürakaartide koostamisel GIS või arvutuslikku meetodit, oleneb meetodite kasutamise võimaluste täiuslikkusest. Erinevaid ülesandeid on võimalik täita erinevate tarkvarade kasutamisega, mille jaoks on vaja ka erinevas vormis algandmeid.

Kohustuslikud andmed	Võimalikud lahendused
1. Andmete saamine	
Erinevate lähteandmete saamine, nende integreerimine GIS-i	Maaalade kaardid, maanteede ja raudteede võrgustik, topograafilised kaardid, rahvastiku andmed jne on sageli väga erinevates formaatides, vaja kaardi koostamiseks ühtlustada
GIS-is kasutatavate andmete kvaliteedi ja õigsuse tagamine, andmete käitlemine	Jälgida andmete õigsust, kasutatavust ja usaldatavust GIS-s
2. Ettevalmistamine	
Mürakaardi koostamiseks vajalike andmete määramine	Erinevatest andmebaasidest ja -allikatest andmete valimine
Andmete lihtsustamine võimaliku piirini	Määrata detailne skeem andmete lihtsustamiseks. Sarnaste hoonete taandamine ühtseks plokiks. Teekurvide taandamine sirgeteks lõikudeks
Dubleerivate andmete käitlemine	Kontrollida geomeetrilist terviklikkust (objektide kordsust)
Lisada vajalik teave	Ehitiste kõrgused, fassaadide ja seinte müraabsorptsiooni näitajad, liikluse andmed, pinnase efektid jne
3. Seosed mürakaardi tarkvara ja direktiivi indikaatorite vahel	
Ettevalmistatud andmete eksport mürakaardi andmebaasi	Mürakaardi koostamise tarkvara GIS-kasutajaliides võimaldab kõik vajalikud geomeetrilised ja müra iseloomustavad suurused üle kanda.
Arvutusmudeli kohaldamine ja arvutusandmete optimeerimine	Kontrollida mürakaardi koostamise tarkvara vastavust ja vajadusel teha asjakohased muudatused.
Müra leviku arvutused	
Kanda arvutusandmed GIS-i	Müratasemе võrgustiku numbrilised suurused, iso-jooned, rasterjoonistused, müra tase fassaadil jne
4. Müra andmete analüüs GIS-is	
Müra arvutatud tasemete ja GIS andmete ristvõrdlus	Kui kaardid näitavad müra piirnormide ületamist, siis tuleb andmeid võrrelda selle ala elamute ja elanike arvuga ning määrata häiritute hulk.

Väiksemate maaalade kaartide kokkupanemisel koostada suurema ala kaart.	Sageli on suurema ala kaardid koostatud erinevate tegijate poolt koostatud väiksemte alade kaartidest.
5. Andmete tutvustamine Euroopa Komisjonile ja elanikkonnale	
Andmete tutvustamine GIS-keskkonnas	Kasutada andmete tutvustamist aerofotodena paberil või esitlusena.
Euroopa Komisjoni teavitamine	Vastavalt direktiivi nõuetele
Elanikkonna teavitamine	GIS võimaldab edastada mürakaartide teavet nii internetilehtedel kui paberkanjal ja esitlusprogrammina.
6. Protsessi dokumenteerimine ja otsuste vastuvõtmine	
Andmete säilitamine ja käitlemine	GIS võimaldab arhiveerida ja katalogiseerida andmeid, neid sealt vajadusel välja võtta, sorteerida (arvutused, muutmised, lihtsustamised jne).

MÄÄRAMATUSE OLEMUS MÜRA MODELLEERIMISEL

Müra modelleerimise ja reaalse olukorra vahel võib olla erinevused. Neli põhilist määramatust põhjustavat valdkonda on:

1. sisestatavate andmete määramatus;
2. leviku määramatus tingitud sisestatavatest andmetest ja kasutatava mudeli parameetritest;
3. mudeli määramatus, mis on tingitud mudeli erinevatest struktuuridest ja valemitest;
4. mudeli ja reaalse mürataseme vahelisest erinevusest tekkinud määramatus.

Maanteemüra kaardistamisel kasutatavate andmete olulisus

Sisendväärtuste olulisus müra arvutamisel

Olulisus	Raskeveokeid üle 30%	Raskeveokeid alla 30%
1.	Raskeveokite kiirus	Kergveokite kiirus
2.	Raskeveokite voog	Kergveokite voog
3.	Kergveokite kiirus	Raskeveokite kiirus
4.	Kergveokite voog	Raskeveokite voog
5.	Tee gradient	Tee gradient
6.	Teepind	Teepind

Müraallika kõrgus
Maapinna müra peegeldamise tõttu on müraallika kõrguse osatähtsus tühine. Oluliseks võib osutuda peegeldunud heli difraktsioon. Müraseina asetus maantee äärde vähendab vastuvõtjale toimivat müra.

Pinnase tüüp
Kõva pinnase puhul võib ebatäpsus olla kuni 10dB(A), segapinnase korral aga 2dB(A).
Müra hinnagu koostamisel tuleb alati hinnata pinnase eripära.

Nulltasand
Künklikul pinnasel võib olulist osa mängida difraktsioon ja pinnase kõrguste muutus ning sellest tingituna võivad tekkida ekstreemsed vead.

Seina kõrgus
Seina kõrgus avaldab müratasemele mõju vaid konktreetses kohas seina lähedal +/- 2 dB(A).

Ehitise kõrgus
Ehitise korruste arv on teada olev suurus ning see on oluline sisendsuurus, mis võib põhjustada viga kuni 1,5 dB(A).

Ehitise ja seina absorbtsioonikoefitsendid
Ehitistelt ja teistelt vertikaalsetelt konstruktsioonidelt peegelduva heli efekt on suurem tiheasustusega alal kui hõreasustusega alal. Suurim toime on tugeva müra tsoonis asuvate hoonete tagaküljel.

Soovitatavad määramatused mürakaardi sisendandmetele.

Andmete grupeerimine:
A - väga detailsed sisendandmed detailseks arvutuseks ja hindamiseks;
B – andmed, mille igaühe kasutamine põhjustab viga vähem kui 1dB;
C – andmed, mille igaühe kasutamine põhjustab viga vähem kui 2dB;
D – iga valdkonna võimalikud vead põhjustavad viga vähem kui 5dB; Märkus, olemasolevate reaalsete andmete kasutamine võib viga vähendada;
E – kui ei ole võimalik hinnata andmete kuuluvust gruppidesse A, B või C ning on soovitav algandmed üle kontrollida.

Soovitatavad sisestatavate andmete määramatuse väärtused vastavalt andmete gruppidele (XPS 31-133)

	Liiklusvoog	A 0,5-1dB(A)	B 0,5-1dB(A)	C 1-3dB(A)	D 3-5dB(A)	E >5dB(A)
Raskeveokite vool	Pidev ühtlane	20%<	20-40%	40-90%	90-160%	>160%
	Määramatu, pulseeriv					
	Pulseeriv, kiirenev					
	Pulseeriv, aeglustuv					
Raskeveokite kiirus	Pidev	10%<	10-20%	20-70%	70-130%	>130%
	Määramatu, pulseeriv					
	Pulseeriv, kiirenev					
	Pulseeriv, aeglustuv	5%<	5-10%	10-30%	30-50%	>70%
Kergveokite vool	Pidev	20%<	20-45%	45-100%	100-200%	>200%
	Määramatu, pulseeriv					
	Pulseeriv, kiirenev					
	Pulseeriv, aeglustuv					
Kergveokite kiirus	Pidev	10%<	10-20%	20-65%	65-120%	>120%
	Määramatu, pulseeriv					
	Pulseeriv, kiirenev					
	Pulseeriv, aeglustuv	5%<	5-10%	10-40%	40-95%	>95%

	Faktor	A	B	C	D	E
Allikas	Gradiendi tüüp (tasane >+2%-<-2%)	<50 m ei ole viga	< 100 m ei ole viga	<200 m info puudub	Info puudub	Info puudub
	Liikusvoo tüüp	Ei ole viga	1.klass	1.klass	Info puudub	Info puudub
	Pinnase tüüp	<50 m ei ole viga	Ei ole viga	1.klass	2 klassi	Info puudub
	Tee keskjoon (vertikaal)	<0,5 m	0,5m-1m	1m-2m	2m-5m	>5m
	Tee keskjoon (horisontaal)	<1,5m	1,5-4m	4-8m	8-15m	>15m
Pinnase mudel	Pinnase kõrgus (vertikaal)	<0,5m	0,5-1,2m	1,2-2,5m	2,5-5m	>5m
	Pinnase kõrgus (horisontaal)	<1,5m	1,5-4m	4-8m	8-15m	>15m
	Profiili servad (vertikaal)	<0,5m	0,5-1,2m	1,2-2,5m	2,5-5m	>5m
	Profiili servad (horisontaal)	<1,5m	1,5-4m	4-8m	8-15m	>15m
	Samakõrgusjoon (vertikaal)	<1m	1-3m	3-8m	8-15m	>15m

Ehitised	Ehitised (vertikaal)	<1,5m	1,5-4m	4-8m	8-15m	>15m
	Ehitised (horisontaal)	<1,5m	1,5-4m	4-8m	8-15m	>15m
	Min ehitised (m2)	<5m2	5-15m2	15-30m2	30-50m2	>50m2
	Absorbtsioonikoefitsent	Ei ole viga	Kasut absorbtsioon iklasse	Kasut. absorbtsioon iklasse	Info puudub	Info puudub
Seinad	Seinad(vertikaal)	<0,5m	0,5-1m	1-2m	2-5m-	>5m
	Seinad (horisontaal)	<1,5m	1,5-4m	4-8m	8-15m	>15m
	Seinad min kõrgus	<1m	0,5-1m	1-2m	2-5m	>5m
	Seinad min pikkus	<10m	10-25m	25-40m	40-100m	>100m
	Absorbtsioonikoefitsent	Ei ole viga	Kasut absorbtsioon iklasse	Kasut. absorbtsioon iklasse	Info puudub	Info puudub
Pinnakate	Tugev/keskmine/pehme	<5%	5-10%	10-25%	25-50%	>50%
	Pinnakatte suuruse miinimum	<5m2	5-15m2	15-30m2	30-50m2	>50m2

Üldiseid juhtnööre mürakaardi koostamisel

Vastavalt juhendile XPS 31-133

- korralike lähteandmete puhul on arvutusliku ja tegeliku müra erinevus 300 m raadiuses mitte üle 1dB;
- üle 600 m kaugusel võib viga olla kuni 3dB ning 2-3 km kaugusel 10dB või rohkemgi;
- määramatuse kasutamine vertikalmõõtel on olulisem kui horisontaalsuunal;
- tuleb arvestada, et arvutuste täpsus väheneb kauguse suurenemisel;
- vaikimisi valitud reljeefi korral on pehme pinnase akustiline hindamine keeruline;
- sõltuvalt erinevate elementide määramatusest võib summaarne määramatus olla nendest tunduvalt suurem.

ARVUTUSMEETODITE KOHANDAMINE

Müra indikaatorid L_{den} ja L_{night}

Direktiivi 2002/49/EÜ lisa I artiklid 3 ja 5 defineerivad müra helirõhutasemed L_{day} (päev), $L_{evening}$

(õhtu), L_{night} (öö) ja L_{den} (summaarne). Vastavalt direktiivi artiklile 5, peavad strateegilistel mürakaartidel olema esitatud müra helirõhutasemed L_{den} ja L_{night} .

L_{den} on tuletatud järgnevalt L_{day}, $L_{evening}$ ja L_{night} alusel kasutades valemit:
$L_{den} = 10 \times lg\ 1/24\ [\ 12 \times 10\ (L_{day}/10) + 4 \times 10\ ((L_{evening} + 5)/10) + 8 \times 10\ ((\ L_{night} + 10)/10)\ ]$

Direktiiv nõuab, et L_{den}, $L_{evening}$ ja L_{night} oleksid pikaajalised helirõhutasemed mõõdetud pikemaajaliste perioodidena päeval, õhtul ja öösel perioodiliselt läbi aasta vastavalt ISO 1996-2:1987.

ISO 1996-2:1987 määrab keskmise pikaajalise helirõhutaseme, mis on võrdne A-kaalutud pideva helirõhutasemega ja arvestab arvutustes müra leviku omadusi mõjutavat müraallika aktiivsust ning ilmastikutingimusi.

Õhtuse perioodi võib liita päevaajale või ööajale. L_{den} arvutamise algvõrrand peab olema kohandatud nii, et see väljendaks hindamise perioodil ühete või enamat muutust. Sellest tuleneb üldisem valem:

$L_{den} = 10\ lg\ 1/24\ [t_d\ 10L_{day}/10 + t_e\ 10\ (L_{evening} / 5)\ /10 + t_n\ 10\ (L_{night} + 10)\ /10]$

kus:

t_e on on õhtuperiood, kus $2<t_e<4$

t_d on päevaaja pikkus,

t_n on ööaja pikkus

ja

$t_d + t_e + t_n = 24$ tundi.

Müra mõõtmise korral sätestab direktiiv mõõtepunkti kõrguseks 4 ±0,2 m pinnasest ning see kehtib kõikide näitajate L_{den} on L_{day}, $L_{evening}$, $L_{evening}$ korral.

Ilmastikutingimustest tingitud parandused

Direktiivi lisa I määrab aastaajale iseloomulikud heli emissiooni hindamise tunnused ja ilmastikutingimused (keskmise aasta ilmastikutingimused). Nende alusel toimub mürahinnangu lõpptulemuste analüüsimine.

Keskmiste ilmastikutingimuste määramisel põhinetakse vastava piirkonna viimase 10 aasta andmetel. Pikaajalised mõõtmised ja nende analüüsimine aitab kaasa piirkonna paremaks iseloomustamiseks. Ebapiisavate ilmastikuandmetega kohtades kasutatakse lihtsustatud andmete vormi, mille korral on soovitatav konservatiivne, müra levikut soosiv, lähenemine. Seetõttu on tabelis 1 toodud soovitus, ilmastikuliste paranduste kohta EL –i müranäitajate arvutamiseks.

Soovitused ilmastikulisete paranduste kasutamisel

Olukord		Tulemus
Askoht: Ilmastikuandmed, mis on mõõdetud vastavas asukohas või piisavalt paljudes lähedal asuvates kohtades iseloomustavad kaardistatavat piirkonda.		Tuletage keskmised ilmastikuandmed detailse ilmastiku analüüsi andmetest.

Periood: Piisavalt pikk mõõtmisaeg, mis lubab keskmist aastat kirjeldavat statistilist analüüsi, kindlustades, et aasta jooksul oleksid esindatud nii päeva-, õhtu-, kui ööaeg.		
Kui ilmastikuandmeid ei ole vastava asukoha kohta või need andmed ei vasta eespool loetletud nõudmistele.		Kasutage lihtsustatud eelduseid üldiste ilmastikuandmete kohta.

Maanteeliikluse müra kohandamise meetod 'XPS 31-133'
Arvutusliku meetodi kirjeldus

Soovitatav maanteemüra arvutamise meetod on Prantsuse riiklik arvutusmeetod '*NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)*', *edaspidi* 'XPS 31-133'. See meetod kirjeldab detailselt protseduure maantee äärsel alal helirõhutasemete arvutamiseks, mida põhjustab liiklus võttes arvesse müra levikut mõjutavad ilmastikutingimusi.

Ilmastikulised parandused ja pikaajaliste helirõhutasemete arvutamine.

Pikaajaline helirõhutase $L_{longterm}$ on arvutatud järgmise valemi järgi:

$L_{longterm} = 10 \lg [p\ 10^{\ Lf/10} + (1 - p)\ 10^{\ Lh/10}]$

Kus:

L_f on arvutuslik helirõhutase, mis soosib heli leviku tingimusi,
L_h on arvutuslik helirõhutase, mis ühtib heli leviku tingimustega,
p on heli levikut soodustavadte pikaajaliste ilmastikutingimuste esinemine,

Vajalikud andmed

Teema	Võrdluse/tegevuse tulemus
Müra näitaja	Põhinäitajate definitsioonide ühtlustus: ühtlane pidev A-kaalutud helirõhutase, mis on mõõdetud kõigil aastaaegadel võttes arvesse müra emissiooni muutuse ja leviku. Üldine müraindikaator hõlmab kolme hindamisperioodi - päeva, õhtut ja ööd.
Müraallikas	Müraallika emissiooni andmed, mis on esitatud *Guide du Bruit,* kohandatud maanteekattest põhjustatud müra jaoks.
Levik ilmastikutingimuste mõjud atmosfääri helineelduvus	Määratud protsent, mis iseloomustab müra leviku soodustamist põhinedes ISO 9613-1.

Raudteemüra
Arvutusmeetodi kirjeldus

Soovitatav arvutusmeetod raudteemüra jaoks on 'RMR' Madalmaade riiklik arvutusmeetod, mis on avaldatud '*Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai '96, Ministerie Volkshuisvesting,*

Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996', milles sätestakse kaks erinevat arvutusskeemi, SRM I (lihtsustatud skeem) ja SMR II (täpne skeem). Tingimused, kunas kumba skeemi saab rakendada strateegilise mürakaardi jaoks, on esitatud nimetatud dokumendis.

Vajalikud andmed

Teema	Võrdluse/tegevuse tulemus
Müra näitaja	RMR järgi arvutatakse vastava perioodi helirõhutasemed, kuid ei arvutata pikaajalisi tasemeid. Pikaajalise helirõhutaseme arvutamiseks RMR–iga, on vaja keskmise rongi päevase, õhtuse, öise müra andmeid olenevalt aastast ja aastaajast, vastavalt direktiivile.
Levik ilmastikutingimuste mõjutused atmosfääri helineelduvus	Pikaajalised keskmised helirõhutasemed arvutatase võttes arvesse ilmastikulise paranduse tegurit CM (kus C0 on 3,5 dB) RMR–i tabel 5.1 sätestab õhus temperatuurist ja suhtelisest niiskusest sõltuva sumbumise koefitsiendi järgides ISO 9613-1 meetodit.

Õhusõidukite müra
Arvutusmeetodite kirjeldus

Soovitatav müra arvutusmeetod õhusõidukite jaoks on *ECAC.CEAC doc. 29 'Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports',* 1997. Erinevatest lennutrajektooride määramise meetoditest määrab direktiivi 2002/49/EÜ lisa II segmentatsioonimeetodi kasutamise, mida on kirjeldatud ECAC doc. 29 punktis 7.5.

Peab märkima, et 2001 käivitati *European Civil Aviation Conference (ECAC) doc.* 29 läbivaatamine, ettevalmistades õhusõidukitest põhjustatud müra modelleerimist tipptasemel. Kuna direktiiv 2002/49/EÜ, mis avaldati juulis 2002 viitab 1997 ECAC doc. 29 versioonile, peaks tähelepeanu pöörama redigeeritud meetodi versioonile, kuna see on ECAC poolt kohandatud. Selliseid lisasid peaks käsitlema, kui strateegilise müra kaardistamise nõuete täiendamist direktiivis 2002/49/EÜ.

Segmentatsioonimeetod

Vastavalt direktiivile 2002/49/EÜ peab õhusõidukite töötamise ajal tekitatud heli levik olema arvutatud segmentatsioonimeetodi abil. Käesoevas juhendis soovitatakse kasutada segmentatsioonimeetodit, mida on kirjeldatud *'Technical Manual of the Integrated Noise Model (INM) Version 6.0*', avaldatud jaanuaris 2002.

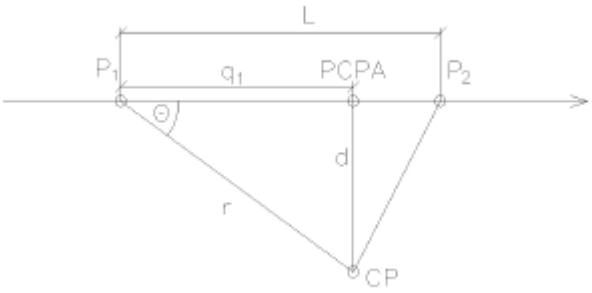
Järgnevalt segmentatsioonimeetodi lühikirjeldus:

Lennutrajektoor (nii sirge kui kõverjooneline) jaotatakse segmentideks, kus kõik trajektoori osad on sirged ja võimsus ning kiirus on konstandid. Miinimumsegmendi pikkus on 3 m. Iga lähiskaare jaoks arvutatakse kolm x-y-koordinaati. Need kolm punkti piiritlevad kahe joone vahelist segmenti; esimene punkt on lähiskaare alguses, kolmas punkt on lähiskaare lõpus, teine punkt on poolel teel piki lähiskaart.

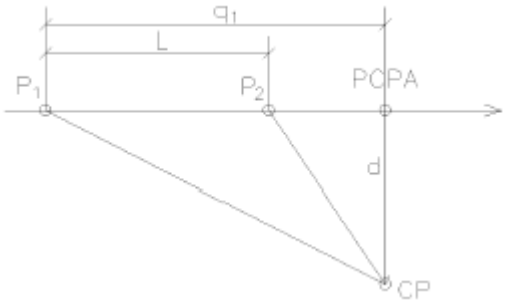
Lennutrajektoori iga segmendi jaoks või vajadusel lennutrajektoori laiendatud segmendi jaoks määratakse vaatlejale lähim risti asuv punkt (PCPA) ja kaugus vaatlejast PCPA (vt joonist):

Joonis – lähima risti asuva punkti PCPA määramine lennutrajektooril ja kaugus d segmendist P_1P_2, kui arvutuspunkt CP on kohakuti segmendiga (a) või kui see on eespool segmendist (b) või kui see on tagapool segmendist (c).

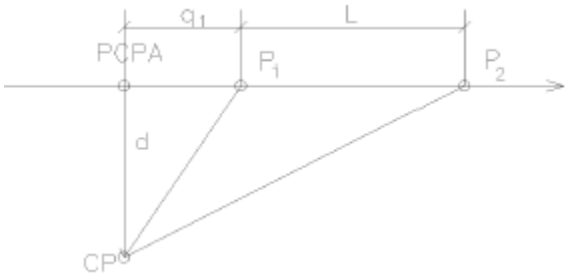
(a)



(b)



(c)



PCPA määrab kauguse d, mida tuleb lugeda helirõhu-kaugusest (NPD)-kõverjoonelt; see piiritleb ka ristprojektsiooni nurga. Horisontaalse kaldpinna kaugus arvutuspunktist CP maapinnalt vertikaalse projektsioonini, kus PCPA määratleb arvutusteks sumbumise külgsuunas, arvestades külgsuunalist kaugust.

- kui segmendi kõrgus muutub, siis kõrgust määratakse järgnevalt: kui arvutuspunkt CP on kohakuti segmendiga, kasutatakse kõrgust, mis on punktis PCPA (lineaarne interpoleerimine), kui CP on segmendist tagapool või eespool, kasutatakse lähima CP segmendi lõpu kõrgust;
- kui segmendi kiirus muutub, siis kiirust määratakse järgnevalt: kui arvutuspunkt CP on kohakuti segmendiga, kasutatakse kiirust, mis on punktis PCPA (lineaarne interpoleerimine), kui CP on segmendist tagapool või eespool, kasutatakse lähima CP segmendi lõpu kiirust;
- kui segmendi võimsusseade muutub või helirõhutase muutub vastavalt võimsusseadmele, arvutatakse taset järgnevalt: kui arvutuspunkt CP on kohakuti segmendiga, siis kasutatakse taset, mis on punktis PCPA (lineaarne interpoleerimine), kui CP on segmendist tagapool või eespool, kasutatakse lähima CP segmendi lõpu asjakohast taset.

Heli energia või 'müra osa' arvutatakse järgides INM 6.0 toodud mudelit.

'Mõõdetud kaugus' S_L, millele on viidatud *INM 6.0 Technical Manual* tuleks arvutatakse järgnevalt:

$S_L = 2\ v\ / \pi\ \tau$

Kus:

v on reaalne kiirus m/s ja;
τ on sõiduaeg sekundites.

"Mõõdetud kaugus" võetakse kasutusele, et kindlustada kogu saadud taseme 'müra osa' arvutamisel, kokkusobides NPD andmetega.

Kogu ülelennu helisündmuse taset arvutatakse üksikute segmentide helisündmuste tasemete liitmistel.

Üldmüra tasemete arvutused

Üldmüra määramiseks on vaja arvutada heli ulatuse tase (SEL) iga üksiku õhusõiduki jaoks järgnevalt:

kui arvutused baseeruvad SEL NPD andmete põhjal soovitusliku kiiruse puhul (tavaliselt reaktiivõhusõidukitele 160 sõlme ja väikestele propellerlennukitele 80 sõlme):
$SEL(x,y) = SEL(\zeta,d)_{v,ref} - \lambda(\beta,l) + \Delta_L + \Delta_V + \Delta_F$

kui arvutused baseeruvad L_{Amax} andmete põhjal:
$SEL(x,y) = L_A(\zeta,d)_{v,ref} - \lambda(\beta,l) + \Delta_L + \Delta_V + \Delta_F$

kus:

- $SEL(\zeta,d)_{v,ref}$ on SEL punktist, kus (x,y) koordinaat, mis põhjustab liikumist maandumisel või tõusmisel, kus veojõud lühimal teepikkusel d võetuna heli-võimsuse-kauguse kõver veojõu ja lühima teepikkuse jaoks,
- $L_A(\zeta,d)_{v,ref}$ on heli tase punktis, kus (x,y) koordinaat, mis põhjustab liikumist maandumisel või tõusmisel, kus veojõud lühimal teepikkusel d võetuna heli-võimsuse-kauguse kõver veojõu ja lühima teepikkuse jaoks,
- $\lambda(\beta,l)$ on lisa helisumbumine hajumise ajal külgmise lennuki suuna poole, horisontaalne külgmine kaugus l ja tõusunurk β,
- Δ_L on stardimüra otsene funktsioon stardipunkti tagant,
- Δ_V on tegeliku kiiruse parandus lennuteel, kus $\Delta_V = 10.\lg (v_{ref}/v)$ koos:
  - v_{ref} on kasutatud kiirus NPD andmete jaoks
  - v on tegelik kiirus lennuteel
- Δ_A on määratud kestus sõltudes kiirusest v,
- Δ_F on parandus lennuteesegmendi piiratud pikkuse kohta.

Õhusõidukite igasugune arv liikumisi lennuteel kogu aasta vältel peab olema määratud päeva, õhtu, öö kohta eraldi.

Seega, direktiivi 2002/49/EÜ müra indikaatorid L_{den} ja L_{night} arvutatakse järgnevalt:

$L_{den} = 10 \lg [1/86400 \Sigma_{i,j} (N_{d,i,j} + 3{,}16 N_{e,i,j} + 10 N_{n,i,j}) 10^{SHi,j/10}]$

ja

$L_{night} = 10 \lg (1/T_n \Sigma_{i,j} N_{n,i,j} 10^{SELi,j/10})$

kus:

$N_{d,i,j}$ on liikumiste arv õhusõidukite grupi j poolt lennutrajektooril i päevasel ajal keskmisel päeval,

$N_{e,i,j}$ on liikumiste arv õhusõidukite grupi j poolt lennutrajektooril i õhtusel ajal keskmisel päeval,

$N_{n,i,j}$ on liikumiste arv õhusõidukite grupi j poolt lennutrajektooril i öisel ajal keskmisel päeval,

T_n on ööaja pikkus sekundites,

SELi,j on heli ulatustase õhusõidukite grupi j poolt lennutrajektooril i.

Reiside arv keskmisel päeval arvutatakse keskmise reisidee arvu puhul aastas järgnevalt

$N_{i,j} = Nyear,i,j / 365$,

kus reisid on eraldi loetud päeva, õhtu ja öö jaoks ning eristatud indeksiga "d" päeva perioodi jaoks, "e" õhtu perioodi jaoks ja "n" öö perioodi jaoks.

Valem L_{den} sisaldab lisa +5 dB õhtuse perioodi jaoks, et arvestada reiside arvu õhtusel perioodil ja lisa +10 dB öise perioodi jaoks, et arvestada reiside arvu öisel perioodil.

Järgnev tabel sisaldab ECAC doc 29. sisu esitlust peatükkide kaupa, näidates sarnasusi, erinevusi ja vajalikke lisasid, mida on vaja direktiivi 2002/49/EÜ täitmiseks.

Originaalteksti osa	Vajalikud kohandused
1. Sissejuhatus	Segmentatsioonimeetodi ja üldise müra indikaatori kohandamine vastavalt direktiivi 2002/49/EÜ lisale II
2. Mõistete ja tingmärkide seletus	Müra indikaatorite kohandamine direktiivi 2002/49/EÜ jaoks. Müra ühik peab olema A-korrigeeritud. Müra skaala peab olema A-korrigeeritud ekvivalentselt helirõhutasemele. Asendada "müra indeks" direktiivi 2002/49/EÜ tekstis "müra indikaatoritega"
3. Perioodi arvutamine	„Mõne kuu perioodi“ peab muutma ’aasta periood’iks, et peegeldada direktiivi nõudmisi ’keskmise aasta’ jaoks. Korrigeerida kohandatud valem (1) ECAC doc. 29 osa 3.3. (külgmine sumbumine $\lambda(\beta,l)$ peab olema maha arvatud ja mitte liidetud)
4. Müra ja võimuse esitamine	ECAC doc. 29 osas 4.1.3 kohandada piirtasemed, et kindlustada kokkusobivus direktiivis sätestatud arvutusmeetoditega. Vaadata nende juhtnööride punkti müra emissiooni lisaandmete kohta (sisaldades algset soovitust, mis annavad teavet lennuprofiilist, mootori veojõust ja lennukiirusest) strateegilise müra kaardistamise jaoks.
5. Õhusõidukite tüüpide grupeerimine	Õhusõidukite grupeerimisel peaks arvesse võtma praeguseid Euroopa lennujaamade võimalusi. Vaata käesoleva juhtnööride punkti NPD-andmete baasil tehtud uuendused õhusõidukite grupeerimisel.
6.Arvutuste võrgustik	Võrgustiku mõõtmed peavad olema valitud pädevate asutuste poolt, et strateegiliste mürakaartide koostamisel võtta arvesse üksikasjalikke

	olukordi.
7. Põhiarvutused õhusõiduki individuaalsest liikumisest	ECAC doc. 29 punktis 7.3, paranduse/hälbe kestus, võib vajada kohandust sõltudes kasutatud NPD-andmete tüübist, põhinedes $L_{A,max}$ (vaadata nende juhtnööride punkti 2.4.3).Eriti siis, kui kasutatakse põhiandmeid siis, Δ_V peab olema asendatud Δ_A –ga. ECAC doc. 29 punktis 7.5, peaks kasutama segmentatsioonimeetodit ECAC doc. 29 punkt 7.6 on asjakohatu, kui kasutatakse segmentatsioonimeetodit.
8. Müra liikumisel stardi- ja maandumisrajal	ECAC doc. 29 punktis 8.2 rakendatakse valemit (16), kus $90 < \Phi \leq 148{,}4°$ ja täpselt $\Delta_L = 0$ kui $\Phi \leq 90°$. ECAC doc. 29 võrrand (18) heliulatuse tasetme kindlaksmääramise puhul võib vajada NPD-andmete kohandamist, et võtta arvesse paranduse/hälbe kestus, kui NPD-andmed baseeruvad $L_{A,max}$ andmetele
9. Heli tasemete liitmine	Direktiivi 2002/49/EÜ üldise müra indikaatori tutvustamine.
10. Horisontaalse ja vertikaalse lennutee modelleerimine	Kohandused pole vajalikud
11. Heliulatuse taseme arvutamine koos parandustega raja geomeetriliste näitajate suhtes.	Peatükk on asjakohatu, kui kasutatakse segmentatsioonimeetodit
12. Üldised juhendid müra arvutamiseks	Seda peatükki ei ole vaja muuta, kuid seda peaks lugema erilise tähelepanuga eriti müra indikaatorite suhtes

Tööstusmüra
Arvutusmeetodi kirjeldus

Soovituslik arvutusmeetod tööstusmüra puhul on ISO 9613-2: '*Acoustics — Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation*' mis, täpsustab masinaehituses rakendatavat meetodit heli sumbumise arvutamiseks välitingimustes selleks, et hinnata keskkonnamüra taset erinevate müraallikate ümbruses, võib rakendada ka teiste tööstusmüra allikate korral.

Vajalikud kohandused

Teema	Võrdluse – tegevuse tulemus
Müra indikaator	Põhiindikaatorite definitsioonid on samasugused: A-kaalutud pikaajaline keskmine helirõhutase, mis on mõõdetud mitme kuu või aasta jooksul, võttes arvesse nii emissiooni kui ka leviku. Hindamisel peavad olema arvestatud perioodid päev, õhtu ja öö.
Levik -atmosfääris hajumine	Andmed peavad olema valitud riiklikul tasemel selleks, et koostada tabel õhu sumbumise koefitsiendi sõltuvusest temperatuurist ja suhtelisest niiskusest, mis on erinevatele Euroopa regioonidele erinev, põhinedes ISO 9613-1.

EMISSIOONI ANDMED
Maanteeliiklusemüra - *'Guide du bruit 1980' m*õõtmise protseduur

XPS 31-133 viitab *'Guide du Bruit 1980',* kui peamisele emissioonimudelile maanteeliikluse müra arvutamiseks.

Sõiduki müra emissioonitaset iseloomustatakse möödasõidu maksimaalse helirõhutasemega L_{Amax} dB-des mõõdetuna 7,5 m kaugusel sõidutrajektoori keskjoonest. See tase on määratud eraldi erinevate sõidukitüüpide, kiiruste ja liiklusvoolude puhul. Kui tee kallakut võetakse müra hindamisel arvesse, siis teepinna omadusi ei arvestata nii täpselt. Nende andmete ühildumiseks algandmetaga, tuleks määrata akustilised omadused sõidukitele, mis sõidavad tsementbetoonil, väga õhukesel bituumenjas/asfaldjas betoonil 0/14, poolteralisel bituumenjas/asfaldjas betoonil 0/14, pinnatihedusega 6/10, või 10/14. Pinnase parandustegur lisatakse arvutustele.

Mõõtmisi võib teostada üksikutel liikluses olevatel sõidukitel või spetsiifilisel rajal kontrollitud tingimustel. Sõiduki kiirust peaks mõõtma Doppleri radariga (ligikaudse täpsusega 5% aeglastel kiirustel). Liikluse vool selgitatakse kas subjektiivsel jälgimisel (kiirendades, aeglustades või ühtlaselt liikudes) või mõõtmiste abil. Mikrofon asetatakse 1,2 m maapinnast kõrgemale ja 7,5 m kaugusele sõidutrajektoori horisontaalsest keskjoonest.

Heli võimsuse tase L_W ja müra emissioon E arvutatakse mõõdetud helirõhu tasemel L_P ja sõiduki kiirus V:
$L_W = L_P + 25{,}5$ ja $E = (L_W - 10 \log V - 50)$

Müra emissioon ja liiklus

Mõiste "müra emissioon" on määratletud järgnevalt:

$E = (L_W - 10 \log V - 50)$
kus V on sõiduki kiirus
Emissioon E on seega heli tase mida saab kirjeldada dB(A) isofoonilise heli tasemega Leq **,** mis on põhjustatud üksiku sõiduki poolt ühe tunni jooksul liikluses ning mis sõltub:
- sõiduki tüübist
- kiirusest
- liikluse voolust
- pikkuskraadi profiilist.

3.1.2.2. Sõidukite tüübid
Kasutatakse kahte sõidukite kategooriat
- kergsõidukid (sõidukid, mille netomass on väiksem, kui 3,5 tonni)
- raskesõidukid (sõidukid, mille netomass on suurem, kui 3,5 tonni)

3.1.2.3. Kiirus
Lihtsuse mõttes kasutatakse parameetrina sõiduki kiirust kogu keskmise kiiruse puhul (20 – 120 km/h). Madalamatel kiirustel (madalamad kui 60 – 70 km/h), olenevalt olukorrast.

Selleks, et selgitada pikaajalist heli taset Leq, on piisav teada keskmist sõidukite liikumiskiirust grupis. Keskmist sõidukite grupi kiirust saab defineerida järgnevalt:
- keskmine kiirus V50 või kiirus, mis on saavutatud või ületatud 50% sõidukite poolt;
- keskmine kiirus V50 pluss pool tavalisest kiiruse kõrvalekaldest.

Kõik keskmised kiirused, mis on alla 20 km/h, arvestatakse püsivalt 20 km/h.

Kui saadavad andmed ei luba täpseid oletusi keskmise kiiruse kohta, tuleb järgida üldist reeglit: tee iga segmendi kohta kasutatakse maksimaalset lubatud kiirust. Uus teesegment peab olema defineeritud, kus iganes lubatud maksimaalne kiirus muutub. Lisaparandus on vajalik sisse tuua madaltamate kiiruste puhul (madalamad, kui 60 – 70 km/h olenevalt olukorrast), mille tingimuste korral tuleb sisse tuua üks neljast liiklusvoolu tüübist. Kõik kiirused alla 20 km/h ümardatakse 20 km/h –ks.

Erinevad liiklusvoolu tüübid
Liiklusvoolu tüüp on täiendparameeter kiirusele hõlmates kiirenduse, pidurdamise, mootori koormuse ja pulseeriva või pideva liikumise. Alljärgnevalt kirjeldatakse nelja tüüpi liiklusvoole:

Voolav pidev vool - sõidukid liiguvad teelõigul peaaegu püsiva kiirusega . Liikumist loetakse voolavaks juhul, kui nii ajas ja ruumis on liikumine stabiilne vähemalt 10 minutit, kiirus ei tohi olla ei kiirendav ega ka aeglustuv. See voolutüüp vastab liiklusele kiirteed ühendaval lülil või linnadevahelisel teel, linna sisesel kiirteel (väljaspool tipptundi) ja linna peamagistraalidel.

Pulseeriv pidev vool - vool, kus suur osa sõidukitest on muutuva kiirusega (nt. kas kiirendades või aeglustades), kiirus ei ole püsiv ei ajas (nt. seal eksisteerib järsk voolu muutus lühikese aja jooksul) ega ka ruumis (nt. igal ajaühikul on vaatluse all oleval teelõigul ebaühtlane sõidukite hulk). Seda tüüpi voolu korral on võimalik defineerida keskmist üldist kiirust, mis on stabiilne piisavalt pika aja jooksul. See voolu tüüp vastab kesklinna teedele, peamagistraalidele, mis on küllastuse lähedal, mahatulekutel või ühendustel mitmete ristmikega, autode parklatele, jalakäijate ülekäigurajaele ja ühenduskohadele elamualadega.

Pulseeriv kiirendav vool - pulseeriv vool on rahutu vool, suur osa kõigist sõidukitest kiirendab, kiiruse muutumine ei ole stabiilne. See on tavaline olukord liikluses kas kiirteel peale ristmikku, libedal maanteel jne.

Pulseeriv aeglustuv vool - see on eelmisele voolule vastand, kus suur osa sõidukitest aeglustab. Seda on tavaliselt lähenedes suurtele linna ristmikele, maanteele või kiirteele väljuval teel jne.

Tee profiilid
Kolm paralleelset profiili on defineeritud arvestades sõidutee kallaku toimel tekkivaid erinevusi heli emissioonis järgnevalt:
- horisontaalne sõidutee või horisontaalne sõitutee osa, mille kallak sõidusuunas ei ületa 2%;
- tõusev sõidutee on selline, kus tõusev kallak on sõidusuunas suurem kui 2%;
- langev sõidutee on selline, kus langev kallak on sõidusuunas suurem kui 2%.

Määratlus on rakendatav ühesuunalise tee korral. Kahesuunalise liikluse korral on mõlema sõidusuuna jaoks eraldi arvutused selleks, et saada täpsed hinnangud.

Müra emissiooni väärtused erinevate liikluse tüüpide jaoks.
Skemaatiline esitus

Guide de bruit esitab nomogrammidena heli tasemetele väärtused Leq (1 tund), dB(A)s, (tuntud ka kui müra emissioon E, mida on eelnevalt kirjeldatud). Helirõhutase antakse iga üksiku kergsõiduki kohta eraldi (heli emissioon $'E_{lv}'$) ja üksiku raskesõiduki (heli emissioon $'E_{hv}'$) kohta tunnis. Nende erinevate sõidukitüüpide jaoks on E sõltuv kiirusest, liikluse voolust ja pikkuskraadi profiilist.

Sagedusest sõltuv helirõhutase L_{Awi}, dB(A), mis on ühispunkti allikas i antud oktaavi lainealal j, mida arvutatakse üksikute heli emissioonitasemete abil kerg- ja raksesõidukite jaoks, mis on saadud *Guide de Bruit* 1980 nomogrammi 2 kaudu (viidatud kui 'nomogramm 2' käesolevates juhtnöörides) kasutades järgnevat valemit:

$$L_{Awi} = L_{Aw/m} + 10\lg (l_i) + R(j) + \Psi$$

kus:

- $L_{Aw/m}$ on üldine heli võimsuse tase meetri kohta mööda määratud heli leviku teed dB(A) –des, mis on antud:

$$L_{Aw/m} = 10 \text{ Log } [10 (E_{lv} + 10 \log Q_{lv})/10 + 10 (E_{hv} + 10 \log Q_{hv})/10] + 20$$

kus:

- E_{lv} on heli emissioon kergsõidukitele nagu defineeritud nomogrammis 2
- E_{hv} on heli emissioon raskesõidukitele nagu defineeritud nomogrammis 2
- Q_{lv} on kergsõidukite liikluse helitugevus määratud perioodi ajal
- Q_{hv} on raskesõidukite liikluse helitugevus määratud perioodi ajal
- Ψ on teepinna müra taseme parandus, mis on defineeritud punktis 3.1.4;
- l_i on määratud punkti kaugus meetrites müraallikast i;
- R(j) on spektraalne väärtus dB(A) –des, oktaavi sagedusribal j, mis on antud jhärgmises tabelis.

Normaliseeritud A-kaalutud oktaavi sagedusriba liiklusmüra spekter, mis on arvutatud kolmanda oktaavi spektrist EN 1793-3

j	Oktaavi sagedusriba (Hz)	R(j) väärtused (dB(A))
1	125	- 14,5
2	250	- 10,2
3	500	- 7,2
4	1000	- 3,9
5	2000	- 6,4
6	4000	- 11,4

Maanteepinna parandustegur

Teatud kiirust ületades, hakkab sõiduki poolt tekitatud müras domineerima rehvi-teepinna kontaktmüra. See oleneb sõiduki kiirusest, teepinna kattest, (eriti poorsed ja heli summutavad pinnad) ja rehvi tüübist. *Guide de Bruit* 1980 annab standardi heli emissiooni jaoks standardse maantee pinna korral. Allpool esitatud skeemid kirjeldavad soovitusi teepinna parandustegurite kasutuselevõtmiseks vastavalt EN ISO 11819-1.

Pinnase tüübid:

- sile asfalt (betooni või bituumeni ja täitematerjalide segu) - maanteepinnas, mis on defineeritud ISO 11819-1-s. See on tihe sileda tekstuuriga, kas asfaltbetooni või kivibituumeni ja täitematerjalide segu, asfaltpinnase osakese maksimaalne suurus on 11 – 16 mm.

- poorne pinnas - pinnases on mahult üle 20% tühimikke. Pinnas peab olema vähem kui 5 aastat vana, vanuse piirang arvestab, et tühimike täitumise tõttu on poorne pinnas vananedes vähem müra neelav, neeldumisomadusi võib säilitada kasutades erihooldust ja sellisel juhul võib ka vastavalt tõsta ajalisi piiranguid. Siiski on pärast algset 5 aasta piiri vajalikud uued mõõtmised tee akustiliste omaduste määramiseks. Sellise teepinna heli vähendav efekt on sõltuvuses sõiduki kiirusest.

- betoontsement ja lainetav asfalt - sisaldab nii betoontsementi, kui ka karedapinnalist asfalti.

- sileda tekstuuriga sillutatud kivid - sillutatud kivid, mille kivide vaheline kaugus on alla 5 mm.

- kareda tekstuuriga sillutatud kivid - sillutatud kivid, mille kivide vaheline kaugus on võrdne või suurem kui 5 mm.

- teised, vaba kategooria.

Selleks, et veenduda ühtlastes tulemustes, peavad andmed olema kogutud vastavalt EN ISO 11819-1. Kõigi mõõtmiste jaoks peab läbimiskiirus olema võrdne standardi viitekiirustega. Statistilise möödumiskiiruse indikaatori (SPBI) võrrandit hakatakse kasutama, et arvutada raskesõidukite osakaalu efekti. 10%, 20%, 30%, et arvutada SPBI protsendilist vahet, (0-15%, 16-25% ja > 25%).

Ettapanekud teepinna kohanduste jaoks

Teepinna kategooriad	Müratasеme kohandus		
Poorne pinnas	0-60 km/h	61-80 km/h	81-130 km/h
	-1 dB	-2 dB	- 3 dB
Sile asfalt (betooni või bituumeni ja täitematerjalide segu)	0 dB		
Betoontsement ja lainetav asfalt	+2 dB		
Sileda tekstuuriga sillutatud kivid	+3 dB		
Kareda tekstuuriga sillutatud kivid	+6 dB		

Raudteemüra

Hollandi raudteemüra arvutamise meetod RMR –l on oma emissioonimudel, mis on detailselt kirjeldatud originaalteksti peatükis 2. Seda emissioonimudelit võib kasutada ilma kohandusteta.

On soovitatav võtta kasutusele algse andmebaasina Hollandi emissiooni andmebaas.

Enne ’võrdväärse püsiva heli rõhu taseme’arvutamist tuleb kõik sõidukid, mis kasutavad teatud raudtee osa, klassifitseerida raudteesõiduki kategooriasse vastavalt järgnevale tabelile:

Kategooria	Rongi kirjeldus
1	Klotspiduritega reisirong
2	Ketas- ja trummelpiduritega reisirong
3	Ketaspiduritega reisirong
4	Klotspiduritega kaubarong
5	Klotspiduritega diiselrong
6	Ketaspiduritega diiselrong
7	Ketaspiduritega linnametroo ja kiirtramm-rong

8	Ketaspiduritega linnadevahelised ja aeglased rongid
9	Ketas- ja klotspiduritega kiirrongid
10	Esialgselt varusatud kiirrongid, mis on ICE-3 (M) (HST East) tüüpi

Mõõtmismeetod
Müra emissiooni raudteesõidukitel või raudteerööbastel saab määrata mõõtmise teel. Mõõtmiste protseduure kirjeldatakse '*Reken- en Meetvoorschrift "Railverkeerslawaai 2002, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening" en Milieubeheer, 28 maart 2002*'.

Dokumendis on esitatud kolm meetodit, mille abil saab uurida uue rongi müra:

- meetod A on lihtsustatud meetod, mis selgitab, kas raudteessõidukit saab paigutada olemasolevatesse kategooriatesse. Seda meetodit saab kasutada ka uutele (alles ehitatavate) sõidukitele, mille müra mõõtmisi ei ole veel võimalik teha. Põhineb peamiselt veojõusüsteemil (diisel, elekter, hüdrauline) ja pidurdussüsteemil (ketas või klots);

- meetod B kirjeldab meetodit, kus emissiooni andmeid saadakse ilma raudteesõidukite täpse kategooriatesse jagamiseta. Selle jaoks on võetud kasutusele vaba kategooria, kus iga sõiduki tüüpi võib määrata vastavasse kategooriasse, kui selle müra emissioon vastab asjakohastele nõuetele. Andmed, mis on saadud sellel meetodil, peavad arvesse võtma sõiduki ja rööbaste heli eraldumist ning rataste ja rööbaste karedust, samuti erinevaid müra allikaid – haardumise müra, veeremise müra ja aerodünaamilist müra, samuti tuleb arvesse võtta müraallikate kõrgust;

- meetod C lubab selgitada tee ehituslikke akustilisi omadusi (liiprid, pallasti alus, jne). Müra arvutamismeetod baseerub faktil, et tee omadus oktaavi sagedusribal on sõiduki tüübist või kiirusest sõltumatu. Selleks, et kinnitada seda, on vaja teostada mõõtmised ühes asukohas kahe erineva kiirusega (erinevusega > 20, vastavalt 30%). Erinevus arvutustel peaks olema alla 3 dB igas oktaavi sagedusribas. Kui parandus on sõltuv kiirusest, peab tegema lisauurimusi, mis iseloomustaksid kiirusest sõltuvust.

Emissiooni mudel
Kui arvutused viiakse läbi järgides SMR I, siis emissiooni tulemused dB(A) arvutatakse järgnevalt:

$$E = 10\lg (\Sigma_{c=1} \text{ y10 } E_{nr,c/10} + \Sigma_{c=1} \text{ y10 } E_{r,c/10})$$

kus:
- $E_{nr,c/10}$ on emissiooni piir rööbassõidukite kategooriate kohta mittepiduravatel rongidel,
- $E_{r,c/10}$ emissiooni piir pidurdavatel rongidel,
- c on rongi kategooria,
- y on olemasolevate kategooriate arv

Emissiooni väärtused rööbassõiduki kategooria kohta selgitatakse järgnevalt:
$E_{nr,c} = a_c + b_c \lg v_c + 10\lg Q_c + C_{b,c}$
$E_{r,c} = a_{r,c} + b_{r,c} \lg v_c + 10\lg Q_{r,c} + C_{b,c}$

kus standardemissiooni väärtused $a_{c,}$ $b_{c,}$ $a_{r,c}$ & $b_{r,c}$ on antud RMR –is.

Kui kasutatakse SMR II, siis iga rongi kategooria ja erineva heliallika kõrguse kohta (kuni 5 kõrgust), määratakse kindlaks emissiooni väärtused oktaavi sagedusribades. Pärast erinevate rongikategooriate emissiooni iseloomustamist, arvutatakse raudteeliini spetsiifiline sektsiooni

emissioon arvestades erinevate kategooriate rongide mööd umist (oluline, et mitte kõik kategooriad ei oma heliallikat kõikidel kõrgustel) ja rongide läbimist teistes tingimustes (pidurdades või mitte pidurdades). Emissioonitegur oktaavi sagedusribal i arvutatakse järgnevalt:

$L^{h}_{E,i} = 10 \text{ Log } (\Sigma_{c=1} \text{ n10 } E^{h}_{nb,i,c}/10 + \Sigma_{c=1} \text{ n10 } E^{h}_{nr,i,c}/10)$

kus n on rongi kategooriate arv, mis kasutavad vaatluse all olevat raudteeliini, $E^{h}_{nb,i,c}$ (suhtes $E^{h}_{nr,i,c}$) on emissiooni piir mitte pidurdavate (suhtes pidurdavatega) üksustega rongi jaoks iga rongi kategooria (c = 1 kuni n), oktaavi sagedusriba i ja määramise kõrguselt h (h = 0m, 0,5m, 2m, 4m ja 5m – sõltuv rongi kategooriast) arvutatakse järgnevalt:

$E^{h}_{br,i,c} = a^{h}_{br,i,c} + b^{h}_{br,i,c} \log V_{br,c} + 10\log Q_{br,c} + C_{bb,i\,m\,c}$
$E^{h}_{nb,i,c} = a^{h}_{i,c} + b^{h}_{i,c} \log V_{c} + 10\log Q_{c} + C_{bb,i\,m\,c}$

kus:
- $a^{h}_{i,c}$ ja $b^{h}_{i,c}$ (suhtes $a^{h}_{i,c}$ ja $b^{h}_{i,c}$): emissiooni piir rongi kategooria c jaoks mitte pidurdavate (suhtes pidurdavate) tingimustega, oktaavi sagedusriba i jaoks kõrgusel h.
- Q_c: mitte pidurdavate raudteesõidukite üksuste keskmine arv, kategoorias mille vastu tuntakse huvi
- $Q_{br,c}$: pidurdavate raudteesõidukite üksuste keskmine arv, kategoorias mille vastu tuntakse huvi
- V_c: mööduvate mitte pidurdavate raudteesõidukite keskmine arv
- $V_{br,c}$: mööduvate pidurdavate raudteesõidukite keskmine arv
- bb: raudteerööbaste olukord/rööabste tüüp
- m: rööbaste ühenduste eeldatavate katkestuste esinemine
- $C_{bb,i\,m}$: rööbaste katkestuse ja kareduse parandused

Õhusõiduki müra hindamise üldised soovitused

Õhusõidukite müra arvutamiseks on vaja üle vaadata olemasolevad andmebaasid. On leitud, et allpool loetletud dokumendid sisaldavad piisavalt andmeid enamike tsiviilõhusõidukite tüüpide, kaasaarvatud uute madala müratasemega õhusõidukite müra võimsuse ja leviku kohta:

- '*Ö A-Richtlinie 24-1 Lärmschutzzonen in der Umgebung von Flughäfen Planungs- und BerLechnungsgrundlagen. ?sterreichischer Arbeitsring für Lärmbekämpfung Wien 2001'*

- *'Neue zivile Flugzeugklassen für die Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (Entwurf), Umweltbundesamt, Berlin 1999'*

Andmed baseeruvad õhusõidukite grupeerumisel ja sisaldavad $L_{A,max}$ – tasemeid. Järgnevad valemid lubavad SEL tasemete arvutamist kasutades lisaparameetrina lennuki möödumisaega.
SEL on arvutatud dB –des $L_{A,max}$ kaudu järgnevalt

$SEL = L_{A,max} + \Delta_A \;\&\; \Delta_A = 10 \lg T/T_0$

kus $T_0 = 1$ sekund ja T sekundites s, ning avaldub järgnevalt:

$T = A.d / V + (d/B)$

kus:
- A ja B on konstandid, mis on erinevad tõusmise ja maandumise korral ning sõltuvad õhusõiduki tiibade konstruktsioonist

- d on kaldtrajektoori pikkus meetrites,
- V on kiirus m/s

Heli tasemed on antud tõusmise veojõu ja maandumise pidurdusjõu kohta. Veojõu kahandus pärast tõusmist on arvestatud helirõhu tasemete vähenemise kaudu $\Delta L_?$, mis on määratud kindla kõrguse ja kiirusega.

Iga õhusõidukite grupi jaoks on antud algne tõusmise profiil, mis on antud kiirusest V ja kõrgusest H sõltuvuses kaugusest σ maapinnalt pärit õhkutõusmispunkt ja suuremal kaugusel koos dH/d?.

Heli taseme andmed on normaaltingimustel 15°C, niiskus 70% ja rõhk 1013,25 HPa. Neid võib kasutada temperatuuridel kuni 30°C ja tingimustel, kus suhtelise niiskuse ja temperatuuri korrutis on suurem kui 500.

Kasutatud materjalid

1. EC Working Group Assessment of Exposure to Noise Position Paper "Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure";

2. Commission's recommendation of 6 August 2003 concerning the guidelines on the revised interim computation methods for industrial noise, aircraft noise, road traffic noise and railway noise, and related emission data (notified under document number C(2003) 2807)