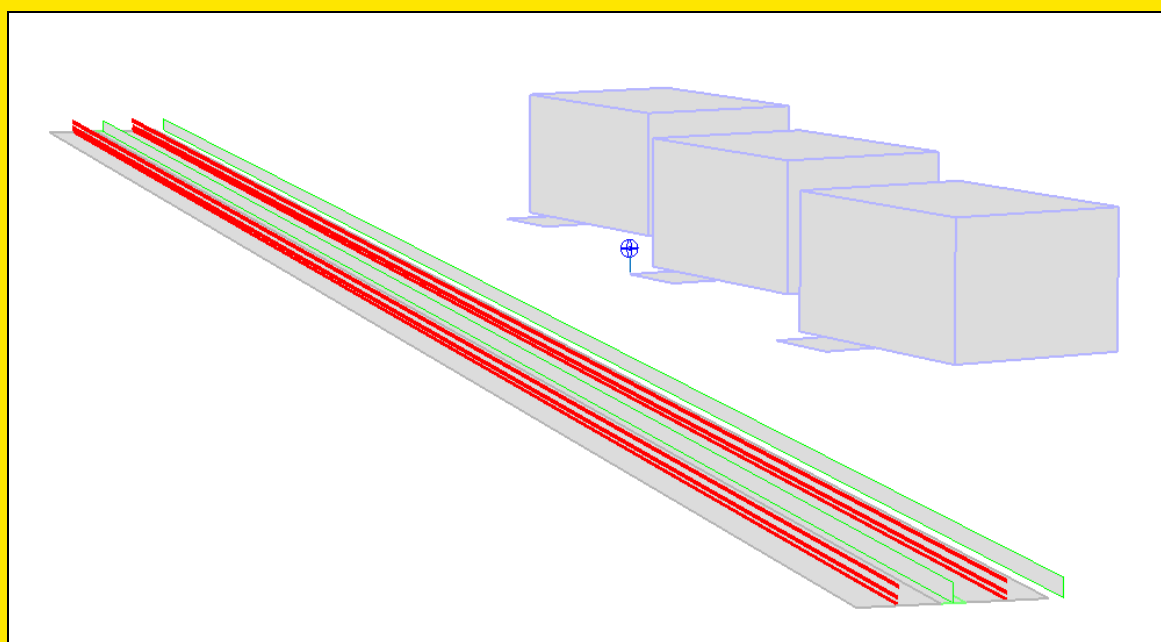
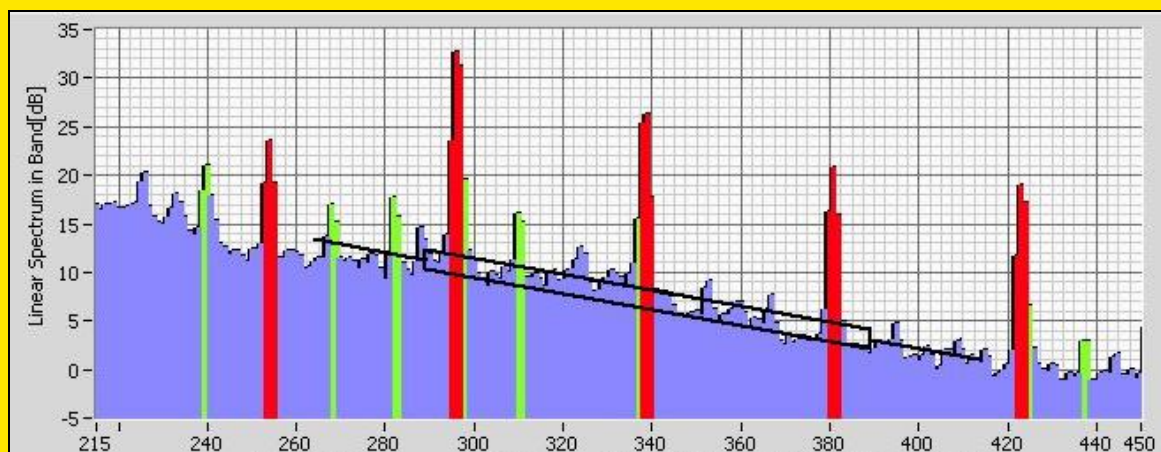


19. sammenlignende støjmåling



Rapport nr. 24 Rev. 3

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger

DELTA

19. sammenlignende støjmåling

Rapport nr. 24 Rev. 3

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger

DELTA

© DELTA

ISBN 978-87-7716-040-0

Titel 19. sammenlignende støjmåling

Vores ref. JEL/CB/lko/ilk

Rekvirent Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

Resumé

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger afholdt i december 2010 - marts 2011 den 19. sammenlignende støjmåling. Denne sammenlignende måling var dels en analyseopgave med ekstern industristøj og dels en beregningsopgave med trafikstøj.

I alt indkom der 33 forskellige besvarelser fra 34 deltagere. Deltagelse er obligatorisk for laboratorier, der er akkrediteret, og for personer, der er certificeret til ”Miljømåling - ekstern støj” eller ”Miljømåling - trafikstøj”. 29 laboratorier/certificerede personer deltog.

I den første opgave skulle deltagerne analysere støjen fra en vaskehal til lastbiler optaget på en harddiskrecorder og leveret til deltagerne i en lydfil. Støjen skulle analyseres for toner og korrigeres for baggrundsstøj, således at støjbelastningen kunne bestemmes. I en anden opgave skulle en lydoptagelse af støj, der indeholdt en enkelt tone analyseres mht. frekvens og niveau. Den sidste opgave var stilet til deltagere, som var certificeret eller akkrediteret til beregning af trafikstøj med Nord2000-metoden, og omhandlede trafikstøj ved en bolig, hvortil støjen blev skærmet af specielle absorberende autoværn.

Opgavesættet blev udsendt den 16. december 2010 og der kom enkelte spørgsmål til opgavesættet, hvilket førte til to e-mails med præciseringer udsendt den 15. og 23. februar 2011.

Analyse- og beregningsresultater skulle afleveres elektronisk i et Excel-regneark, som var udsendt til deltagerne. Resultatet skulle returneres senest 8. marts 2011.

Den første opgavebesvarelse blev modtaget 28. februar og resten af besvarelserne indløb i ugen op til deadline. Én af deltagerne fik udsættelse med aflevering af opgaven. I tidligere sammenlignende støjmålinger har det været muligt at give deltagerne en hurtig tilbagemelding og en foreløbig karakter for deres besvarelse, men da opgavebesvarelserne for den første opgave faldt i to tydelige kategorier, udsatte Referencelaboratoriet udsendelsen af karaktervurderingerne indtil alle besvarelserne var indkommet og årsagen til afvigelserne var fundet. Det viste sig, at der var forskelle i tolkningen af en bestemt opgaveformulering i den første opgave, hvilket delte deltagerne i 2 omtrent lige store grupper. Da der kunne være tvivl om angivelsen af de to første parametre i resultatarket blev der derfor beregnet ”sande værdier” for hver af de to grupper besvarelser. Karaktervurderingerne blev udsendt 13. april 2011.

Den 12. maj 2011 udsendtes revurderinger af karakterer til alle deltagere. Årsagen var, at parameteren $f_{c,krit}$ blev taget ud af vurderingen, dels fordi variationen af $f_{c,krit}$ var svær at opsætte en tolerance for og dels fordi toneanalysens resultater var tilstrækkeligt repræsenteret af de øv-

rige parametre. Desuden blev vurderingskriteriet for frekvensanalysen i opgave B lempet, fordi vurderingen af afvigelsesintervallerne var for snævre i forhold til praktisk forekommende forhold.

I den samlede bedømmelse opnåede 31 ud af 34 besvarelser (91 %) karakterer større end 3. Heraf fik 8 deltagere topkarakteren 5. Godkendte laboratorier/certificerede personer bør opnå en samlet karakter, der er større end 3 (på en skala fra 1 til 5). Tre af deltagerne bestod derfor ikke denne sammenlignende støjmåling.

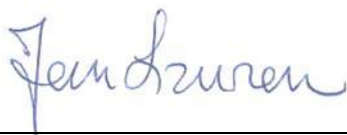
I opgave A (analyse af lydoptagelserne af ekstern industristøj) bestod kun 70 % af deltagerne, hvoraf 10 deltagere fik karakteren 5. Resultaterne fra opgave A viser overordnet, at flere deltagere har vanskeligheder ved toneanalysen samt ved tildeling af tonetillæg til virksomheder, som har mere end én driftstilstand.

I opgave B (enkelttoneanalysen) bestod alle deltagere og 29 af 33 fik karakteren 5.

I opgave C (trafikstøjen) bestod 17 ud af 22 deltagere (77 %) og 11 fik karakteren 5.

De samlede resultater vil blive gennemgået og diskuteret på Referencelaboratoriets Emnedag den 3. oktober 2011.

DELTA, februar 2012



Jens E. Laursen
Akustik



Claus Backalarz
Akustik

Indholdsfortegnelse

1. Indledning.....	6
2. Metoden.....	6
2.1 Generelt.....	6
2.2 Opgaven.....	6
2.3 Kvalitetskontrol	7
2.4 Regler for deltagelse	7
2.5 Anonymitet	7
2.6 Karaktergivning	7
2.7 Fastsettelse af sande værdier.....	7
3. Afvikling.....	9
3.1 Forløb.....	9
3.2 Deltagere.....	9
4. Opgave.....	10
Opgavebeskrivelse	10
4.1 Opgave A, ekstern støj fra vaskehal	10
4.2 Opgave B, toneanalyse af én tone.....	11
4.3 Opgave C, Nord2000 beregninger af vejstøj	11
5. Beregning af sande værdier	11
6. Resultater	12
6.1 Opgave A, ekstern støj fra vaskehal	12
6.2 Opgave B, toneanalyse af én tone.....	18
6.3 Opgave C, Nord2000 beregninger af vejstøj	18
7. Karakterer	19
7.1 Karakter for Opgave A, ekstern støj fra vaskehal.....	19
7.2 Karakterer opgave B, toneanalyse af én tone	20
7.3 Karakterer for opgave C, Nord2000 beregninger af vejstøj	21
7.4 Samlede karakterer	21
8. Konklusion	23
9. Referencer	25
Appendix 1 Opgavebeskrivelse – RL 24/10.....	26
Appendix 3 Afvigelser og karaktergivning	33
Appendix 4 Deltagerne i den 19. sammenlignende støjmåling	34
Appendix 5 Indsendte resultater	36

1. Indledning

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger skal på vegne af Miljøstyrelsen sikre, at kvaliteten af ”Miljømåling – ekstern støj” er tilstrækkelig hos de laboratorier, som er godkendt af Miljøstyrelsen. Som en del af aktiviteterne afholder Referencelaboratoriet sammenlignende støjmålinger.

Det primære formål med de sammenlignende målinger er at give deltagerne mulighed for at dokumentere laboratoriernes kvalifikationer og analysekvalitet. Dette bruges af deltagerne bl.a. til intern kvalitetskontrol og som dokumentation over for de akkrediterende (DANAK, SWEDAC ...) og personcertificerende (Certificeringsordningen) organer samt af Referencelaboratoriet. Desuden er der et element af software- og instrumentkontrol, oplæring samt evt. træning i nye eller sjældent brugte målemetoder.

De sammenlignende målinger dokumenterer kvaliteten af det arbejde, der udføres af laboratorierne, og de bidrager til en mere ensartet kvalitet af de støjmålinger, der udføres i praksis. Desuden medvirker de sammenlignende målinger til at afklare fortolkningsproblemer i vejledningernes tekst.

Målingerne, der udføres af laboratorierne i forbindelse med de sammenlignende støjmålinger, foregår så vidt muligt efter fælles nordiske metoder. Nordiske laboratorier uden for Danmark kan derfor deltage i målingerne.

2. Metoden

2.1 Generelt

De sammenlignende støjmålinger er generelt udført efter retningslinjerne i:

ISO/IEC 17043:2010 *Conformity assessment – General requirements for proficiency testing*

og

RL 20/96: *Kvalitetskrav til ”Miljømåling – ekstern støj”*[1]

2.2 Opgaven

Den 19. sammenlignende støjmåling var dels en analyseopgave med ekstern industristøj, en analyseopgave med én tone og en beregningsopgave med trafikstøj. I Appendix 1 findes opgavebeskrivelsen.

I opgave A skulle deltagerne analysere støjen fra en vaskehal optaget på en harddiskrecorder og leveret som en lydfil. Støjen skulle analyseres for toner og korrigeres for baggrundsstøj og varighed, således at støjbelastningen kunne bestemmes. I opgave B skulle en lydoptagelse af en tone analyseres mht. frekvens og niveau. Opgave C var baseret på en tekstfil med objektdata (koordinater for hjørnepunkter for bygninger, immissionspunkter mv.) til brug for opbygning af en støjmodel for en trafikeret vej tæt ved en bolig. Langs vejen var et specielt absorberende

autoværn opstillet. Støjen skulle beregnes på en terrasse foran huset og resultatet skulle angives som støjindikatoren L_{den} , beregnet med Nord2000-metoden

Beregningsresultaterne skulle afleveres i et regneark, som var udsendt til deltagerne (se eksempel i Appendix 2).

2.3 Kvalitetskontrol

Inden opgaverne blev sendt ud, havde Referencelaboratoriet fået forskellige personer til at nærlæse opgaveformuleringen, analyseret lydfiler og foretaget støjmodelberegninger. Ud fra de forskellige testberegninger fastlagde Referencelaboratoriet de foreløbigt sande værdier af måleresultaterne.

2.4 Regler for deltagelse

De sammenlignende målinger er ”åbne”, så alle, der tilmelder sig og betaler deltagergebyret, kan deltage. Deltagelse er obligatorisk for personer, som er certificerede (Personcertificeringen, der varetages af DELTA), og for laboratorier som er akkrediteret til ”Miljømåling – ekstern støj” eller ”Miljømåling – trafikstøj”.

For laboratorier, der er akkrediteret af DANAK, har DANAK fastsat, at det er tilstrækkeligt, at der indsendes én besvarelse for hvert akkrediteringsnummer uafhængigt af, hvor mange adresser, der er optaget på Miljøstyrelsens liste over godkendte laboratorier.

Hver certificeret person og hvert akkrediteret laboratorium afleverer én besvarelse. På laboratorier, hvor der er flere certificerede/akkrediterede personer, kan deltagerne vælge enten at indsende en fælles besvarelse eller at indsende individuelle besvarelser. Retningslinjer for fælles besvarelser er angivet i RL 20/96 [1].

2.5 Anonymitet

I takt med at indmeldelsesblanketterne indkom til Referencelaboratoriet, blev deltagerne tildelt et nummer. Dette nummer oplyses kun til deltageren selv og til dem, der skal følge op på resultaterne af den sammenlignende støjmåling, dvs. akkrediterende (DANAK, SWEDAC ...) og personcertificerende organer samt Referencelaboratoriets styringsgruppe.

2.6 Karaktergivning

Der blev udarbejdet et regneark, som kunne omregne besvarelsernes afvigelser fra de foreløbigt sande værdier til en karakter, således at der kunne gives en tilbagemelding baseret på de sande værdier kort tid efter, at den sidste besvarelse var indkommet. Princippet for dette er beskrevet i Appendix 3. Som nævnt blev tilbagemeldingerne i år udskudt på grund af problemer med fortolkning af opgave A.

2.7 Fastsættelse af sande værdier

De sande værdier blev – ud fra de indsendte besvarelser – som hovedregel fastlagt efter følgende metode:

- 1) Resultater med metodefejl eller åbenlyst forkerte resultater blev udeladt (resultater, der afveg mere end 2 standardafvigelser fra middelværdien af alle besvarelser).
- 2) En middelværdi og standardafvigelsen af de resterende resultater blev beregnet.
- 3) Resultater, der afveg mindre end 1 standardafvigelse fra den ovenfor beregnede middelværdi, blev betragtet som ”gode”.
- 4) Den ”sande værdi” blev fastsat som middelværdien af de ”gode” resultater.

De sande værdier er beregnet med udgangspunkt i de indkomne besvarelser samt Referencelaboratoriets egen besvarelse. I nogle tilfælde har flere personer fra samme laboratorium udarbejdet en fælles besvarelse; denne besvarelse indgår kun én gang i resultatbehandlingen. I andre tilfælde har de certificerede personer fra ét laboratorium udarbejdet hver sin besvarelse; i disse tilfælde indgår de individuelle besvarelser i resultatbehandlingen hver for sig.

De sande værdier for den 19. sammenlignende støjmåling fremgår af Appendix 2.

3. Afvikling

3.1 Forløb

Den 16. december 2010 blev invitationen og opgavebeskrivelsen og svararket til den 19. sammenlignende støjmåling udsendt til de danske og nordiske laboratorier. Svarfristen var den 8. marts 2011.

Deltagerne fik efter tilmeldingen tilsendt en ftp-server-adresse hos Referencelaboratoriet, hvor de kunne downloade de lyd- og objektfiler, som skulle anvendes til løsning af opgaverne.

Resultaterne skulle indføres i det tilsendte regneark og returneres pr. e-mail til reflab@delta.dk. Alle besvarelser blev modtaget rettidigt. Én deltager fik forlænget fristen pga. sygdom.

Der kom enkelte spørgsmål til opgavesættet, hvilket førte til to e-mails med præciseringer. Den 15. februar blev udsendt en e-mail om, at optagelserne ikke var A-vægtede samt at det var ønskværdigt, at de deltagere, der beregnede L_{den} med SoundPLAN, skulle benytte SoundPLAN 7.0 med opdateringsdato 23. november 2010 eller senere. I den anden e-mail af 23. februar 2011 blev det præciseret, at kalibreringstonen i lydfilen var en fritfeltsværdi, som ikke skulle korrigeres. Desuden præciseredes, 1) at Opgave C (trafikstøjopgaven) skulle forestille at være til planlægningsformål og dermed beregnes som fritfeltsværdier, 2) at terrasserne ved boligerne skulle regnes for akustisk porøse og 3) at den procentvise andel af køretøjer i de 3 vægtkategorier var angivet for hele døgnet.

Den 12. maj 2011 udsendtes revurderinger af karakterer til alle deltagere. Årsagen var, at parameteren $f_{c, krit}$ blev taget ud af vurderingen, dels fordi erfaringsgrundlaget for tildeling af karakteren var for lille, og dels fordi variationen var svær at opsætte en tolerance for. Desuden var toneanalysens resultater tilstrækkeligt repræsenteret ved de øvrige parametre. Derudover blev vurderingskriteriet for frekvensanalysen i opgave B lempet, fordi afvigelsesintervallerne var sat for snævre i forhold til praktisk forekommende forhold.

Resultaterne af den 19. sammenlignende støjmåling vil blive præsenteret på Referencelaboratoriets Emnedag den 3. oktober 2011.

3.2 Deltagere

I alt modtog Referencelaboratoriet 34 besvarelser, hvoraf de 33 var forskellige. De fordelte sig således:

- 5 fra DANAK/SWEDAC-akkrediterede laboratorier
- 24 fra laboratorier, der beskæftiger certificerede personer

Et laboratorium defineres som en afdeling, der er (geografisk) adskilt fra andre afdelinger i samme firma, og som for de godkendte laboratoriers vedkommende er optaget under sin egen adresse på Miljøstyrelsens liste over godkendte laboratorier. Deltagerne fremgår af Appendix 4, hvor de er nævnt alfabetisk efter laboratoriets navn.

4. Opgave

Opgavebeskrivelse

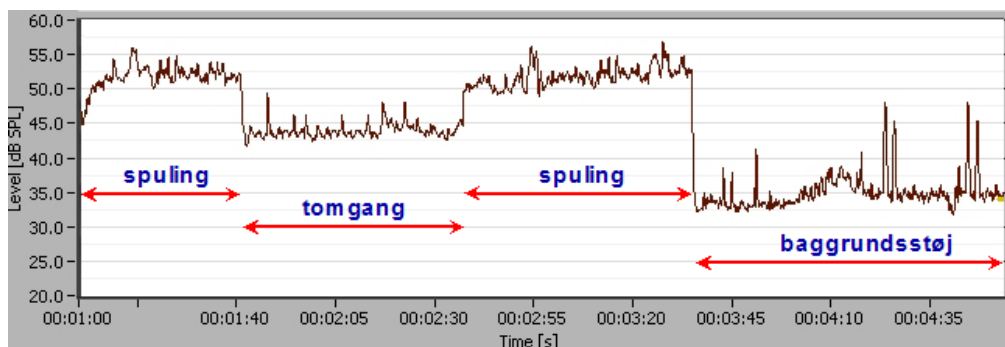
I Appendix 1 er gengivet opgavebeskrivelsen, som blev fremsendt til deltagerne den 16. december 2010. Opgave-filerne kunne downloades fra DELTA's ftp-server og bestod af to lydoptagelser: "Opgave A.wav" og "Opgave B.wav" samt objektfilen "Opgave C - objekter.txt", idet sidstnævnte fil indeholdte objektkoordinater til opbygning af en støjmodel.

Opgave A omhandler støj fra en vaskehal til lastbiler. Lydfilen analyseres mht. niveauer, varighed, baggrundsstøj og toner, således at støjbelastningen kan bestemmes. Opgave B er en lydoptagelse af støj, der indeholder en enkelt tone, som skal analyseres mht. frekvens og niveau. I opgave C skal der opbygges en støjmodel for en trafikeret vej, som ligger tæt på en bolig, og støjen skal beregnes ved på boligens terrasse med støjindikatoren L_{den} .

4.1 Opgave A, ekstern støj fra vaskehal

Lydoptagelsen til opgave A består af et kalibreringssignal efterfulgt af en optagelse ved en bolig, der ligger ved siden af en lastbilvaskehal. De to lydoptagelser har forskellig forstærkning, idet lyden fra vaskehallen er forstærket 20 dB i forhold til kalibreringstonen.

Rengøringen af lastbilen foretages med en højtryksspuler. På Figur 1 ses forløbet af én vask. Spulingen foregår over to adskilte perioder. Når der ikke spules, høres en brummen fra højtryksspulerens kompressor i tomgang. Til sidst i optagelsen findes en optagelse, hvor virkningen er ude af drift og man kun hører baggrundsstøjen, fx fugleskræppen. Det oplyses, at optagelsen af baggrundsstøjen er repræsentativ for den baggrundsstøj, der forekom under målingerne af totalstøjen. Opgaven er at finde støjbelastningen i henhold til [2].



Figur 1

Udskrift af det A-vægtede lydtrykkniveau ved vaskehallen med tidsvægtning FAST [dB re 20µPa].

Lastbilvasken har to forskellige driftstilstande: spuling og tomgang. Støjbidraget L_{Aeq} beregnes for hver af de to driftstilstande ved at korrigere for den respektive varighed jf. afsnit 8 i [2], idet det oplyses, at der om natten forekommer 2 lastbilvask inden for en halv time. Toneanalysen viser, at tonen fra kompressorens brummen kun er tydeligt hørbar i perioden med tomgang.

Støjbelastningen L_r beregnes ved at addere støjbidragene fra de to driftstilstande, idet tomgangsdriften inden da korrigeres med 5 dB for tydeligt hørbare toner, jf. afsnit 7 i [2].

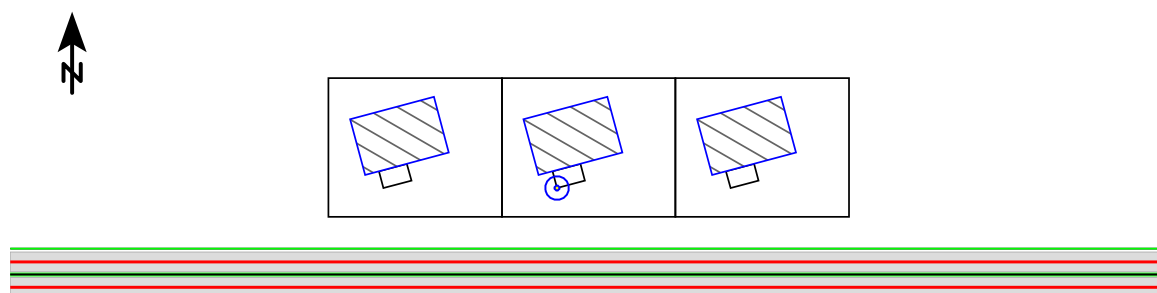
4.2 Opgave B, toneanalyse af én tone

Opgave B.wav omhandler en tone, som skal analyseres mht. frekvens og lydtrykniveau, idet der skal korrigeres for picketfence-effekten, jf. Orientering nr. 13 fra Referencelaboratoriet [3].

4.3 Opgave C, Nord2000 beregninger af vejstøj

Objekterne, der indgår i trafikstøjberegningen, fremgår af Figur 2, der viser tre ens matrikler med hus og terrasse. På det midterste hus' terrasse er placeret et immissionspunkt, hvortil trafikstøjen skal beregnes. I opgavebeskrivelsen henvises til Miljøstyrelsens vejledning om støj fra veje [4] og det oplyses, at resultaterne af beregningen skal benyttes til planlægningsformål, hvilket betyder, at støjen ved terrassen skal regnes i fritfelt, og at reflektionsbidraget fra den midterste matrikels bygningsfacade ikke skal medregnes, jf. afsnit 2.3 i [4].

I vejens midterrabat og på nordsiden af vejen er der opsat specielle autoværn, der er lukket nedadtil, og som derfor fungerer som lydabsorberende støjskærme.



Figur 2

Udsnit af støjmodel til beregning af støjindikatoren L_{den} for vejtrafik. Vejtrafikken er vist som røde linjer. De grønne linjer angiver de støjdæmpende autoværn.

5. Beregning af sande værdier

Ved beregning af de sande værdier på basis af deltagernes resultater, udelukkes først de resultater, der åbenlyst skyldes metodefejl. Derefter beregnes en middelværdi af de resterende resultater. De resultater, der afviger mere end 2 gange standardafvigelsen fra denne middelværdi, kaldes outliers og frasorteres. Dernæst beregnes en ny middelværdi af besvarelsene (uden outliers). Kun de resultater, der ligger inden for 1 gange standardafvigelsen fra den nye middelværdi, medtages i beregningen af de sande værdier.

I Appendix 2 findes de sande værdier beregnet på basis af de 33 besvarelser.

6. Resultater

I det følgende er besvarelsene afbildet som afvigelser fra de sande værdier. Ikke alle delresultater er afbildet, idet kun de typiske eller særligt afvigende delresultater er medtaget. I Appendix 5 ses et skema med delresultater fra alle besvarelsene. Deltagerbesvarelse nr. 1 er Referencelaboratoriet.

6.1 Opgave A, ekstern støj fra vaskehal

I den første del af opgave A skulle det A-vægtede energiækvivalente lydtrykniveau L_{Aeq} bestemmes i måletidsrummet for de to driftstilstande (spuling og tomgang) samt for baggrundsstøjen. L_{Aeq} for de to driftstilstande blev af nogle deltagere tolket som totalstøjen (virksomhedsstøj inkl. baggrundsstøj) under drift, mens andre betragtede L_{Aeq} som værende virksomhedsstøjen alene, og de korrigerede derfor resultatet for baggrundsstøj.

I resultatskemaet skulle desuden angives toneparametrene: Centerfrekvensen $f_{c,krit}$ i det kritiske bånd med de mest dominerende toner, niveauet af tonerne $L_{p, tone}$, den øvrige støj $L_{p, støj, middel}$ aflæst, støjen i det aktuelle kritiske bånd $L_{p, krit. bånd}$, kriteriestørrelsen ΔL_{ts} , kriterieværdien aflæst (figur 7.1 i [2]), tonetillægget og støjbelastningen L_r .

L_{Aeq} (spuling og tomgang)

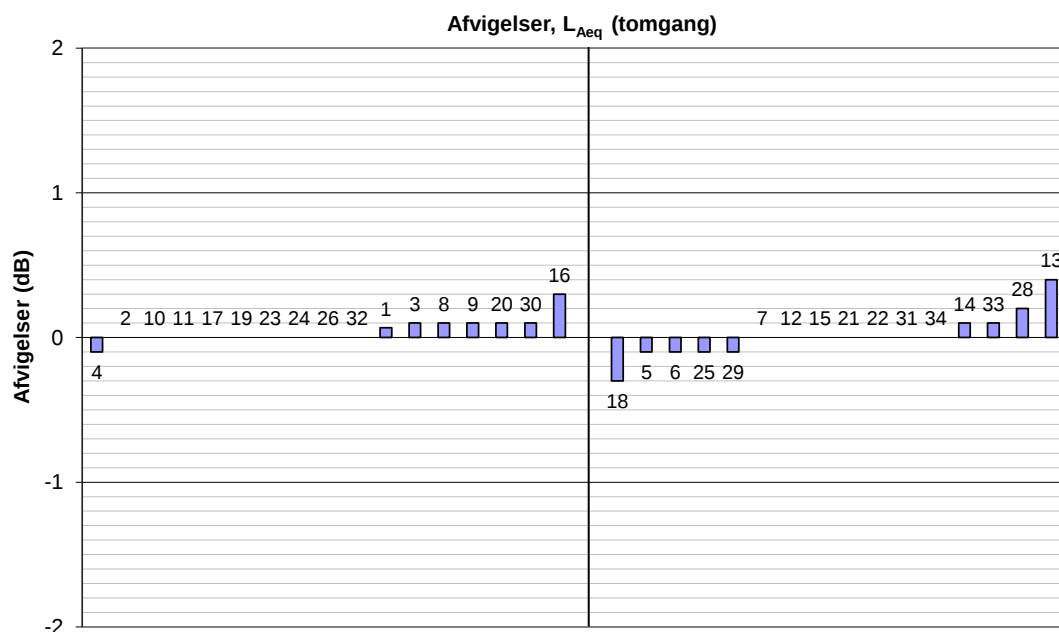
Deltagernes resultater for støjen i måletidsrummet for hhv. spuling og tomgang delte sig som nævnt i to tydelige grupper, hvilket skyldtes forskellig fortolkning af opgaveformuleringen. Standardafvigelsen for alle besvarelser i den største gruppe var 0,13 dB for spuling og 0,09 dB for tomgang. For den mindre gruppe af besvarelser, der var korrigeret for baggrundsstøj, var standardafvigelsen 0,45 dB og 0,15 dB for hhv. spuling og tomgang.

De sande værdier var:

L_{Aeq} (spuling) = 51,7 dB ukorrigeret og 51,6 dB korrigeret for baggrundsstøj.

L_{Aeq} (tomgang) = 43,8 dB ukorrigeret og 43,2 dB korrigeret for baggrundsstøj.

I Figur 3 ses deltagernes resultater for tomgangsstøjen fra vaskehallen.

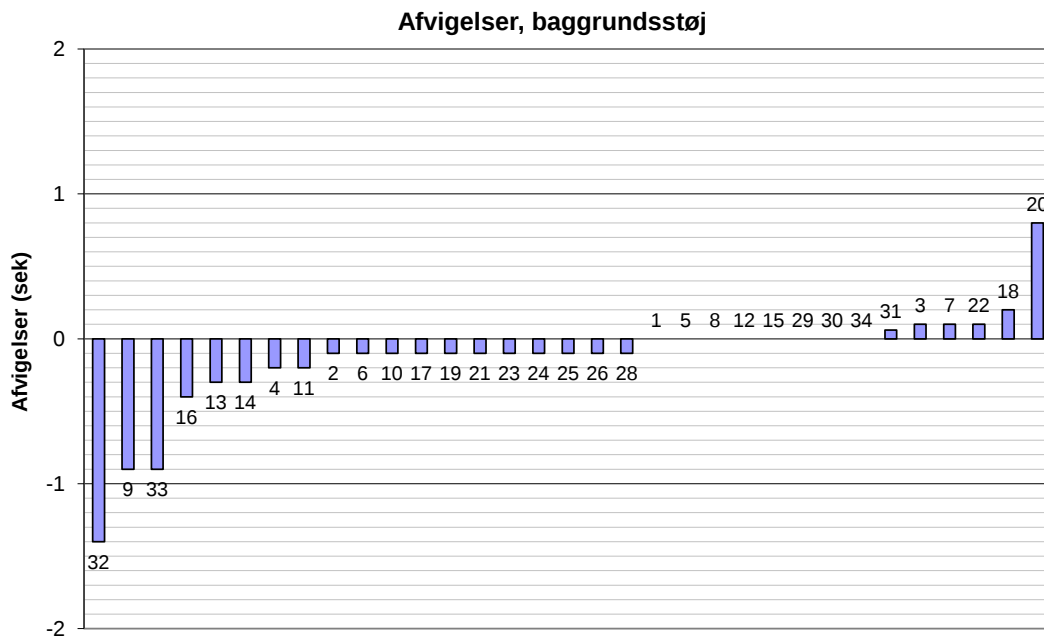


Figur 3

L_{Aeq} (tomgang). Besvarelsernes afvigelse fra de sande værdier. I skemaets venstre side ses de besvarelser, som ikke er korrigerede for baggrundsstøj. Den sande værdi er L_{Aeq} (tomgang) = 43,8 dB re 20 μ Pa og standardafvigelsen er 0,05 dB uden outliers (nr.16). I skemaets højre side ses afvigelse fra den gruppe, som korrigerede for baggrundsstøj. Den sande værdi er her $L_{Aeq, baggr.korr.}$ (tomgang) = 43,2 dB re 20 μ Pa og standardafvigelsen er 0,07 dB uden outliers (nr. 13, 18 og 28). Numrene på figuren er deltagernes numre.

L_{Aeq} (baggrundsstøj)

Deltagernes analyseresultater for baggrundsstøjniveauet gav en standardafvigelsen på 0,40 dB med outliers og 0,13 dB uden outliers (nr. 9, 20, 32 og 33). Den sande værdi er L_{Aeq} (baggrundsstøj) = 35,7 dB. I Figur 4 ses afvigelsen mellem alle deltagernes besvarelser og den sande værdi.



Figur 4

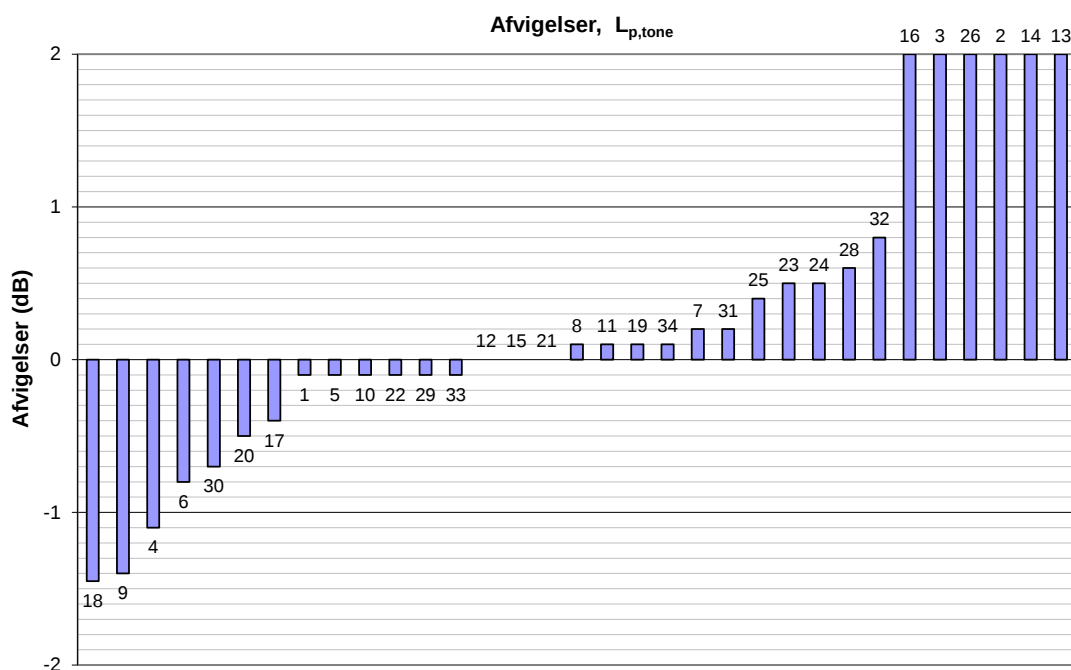
L_{Aeq} (**baggrundsstøj**) Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til L_{Aeq} (baggrundsstøj) = 35,7 dB re 20 μ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for besvarelserne er 0,13 dB uden outliers (nr. 9, 20, 32 og 33).

$f_{c,krit}$

Deltagernes resultater for centerfrekvensen $f_{c, krit}$ i det kritiske bånd faldt hovedsageligt i 2 grupper ved henh. ca. 296 Hz og 339 Hz, hvor den sidstnævnte frekvens var det korrekte resultat. Deltagerne i den førstnævnte gruppe har muligvis analyseret korrekt, men har som resultat angivet den mest dominerende tones frekvens i stedet for at angive centerfrekvensen for det kritiske bånd, hvori tonerne ligger. Den sande værdi er $f_{c, krit} = 338,8$ Hz og standardafvigelsen er 1,9 Hz uden outliers (nr. 3, 4, 6, 10, 13, 14, 24, 25, 26, 32 og 33).

$L_{p, tone}$

Resultaterne for analysen af $L_{p, tone}$ ses i Figur 5. I fem af besvarelserne (nr. 2, 3, 13, 14 og 26) er der store afvielser (ca. 20 dB), som sandsynligvis kan skyldes, at toneanalysen ikke var justeret med -20 dB i forhold til kalibreringstonen. Disse besvarelser blev frasorteret før midelværdien blev beregnet. Standardafvigelsen på de øvrige resultater er 0,43 dB og en ny sortering giver følgende sande værdi $L_{p, tone} = 34,8$ dB re 20 μ Pa uden outliers (nr. 9, 16 og 18).

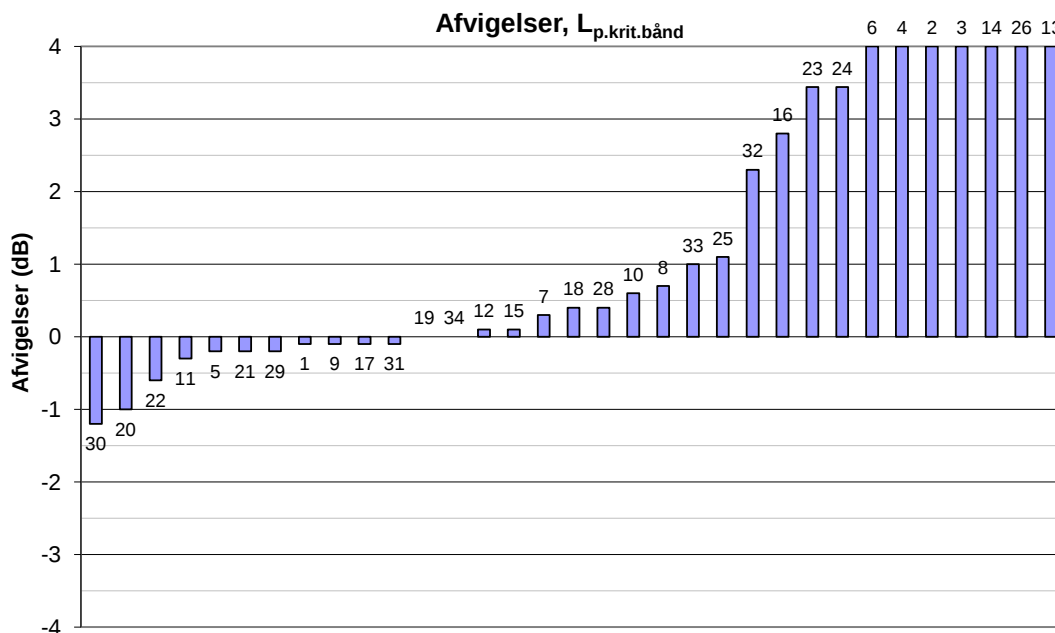


Figur 5

$L_{p,tone}$. Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til $L_{p,tone} = 34,8$ dB re 20 μ Pa. Numrene på figuren er deltageres numre. Standardafvigelsen er 0,43 dB ekskl. besvarelserne nr. 2, 3, 9, 13, 14, 16, 18 og 26.

$L_{p,krit.bånd}$

Deltageres resultater for $L_{p,støj,middel}$ afhænger af analysebåndbredden og kan derfor ikke umiddelbart sammenlignes, fordi deltagerne har brugt forskellige analysebåndbredder. Parameteren $L_{p,krit.bånd}$ indeholder en korrektion for analysebåndbredden, hvorfor disse besvarelser godt kan sammenlignes. I Figur 6 ses afvigelsen mellem alle deltageres besvarelser og den sande værdi for $L_{p,krit.bånd}$. Hos fem af deltagerne (nr. 2, 3, 13, 14 og 26) skyldes de store afvigelser sandsynligvis, at toneanalysen ikke var justeret med -20 dB i forhold til kalibreringstonen. Hvis disse besvarelser frasorteres er standardafvigelsen 1,6 dB. Herefter findes en ny middelværdi og i forhold hertil beregnes standardafvigelsen til 0,52 dB uden outliers (nr. 4, 6, 16, 23, 24 og 32), og den sande værdi beregnes til $L_{p,krit.bånd} = 26,2$ dB re 20 μ Pa.

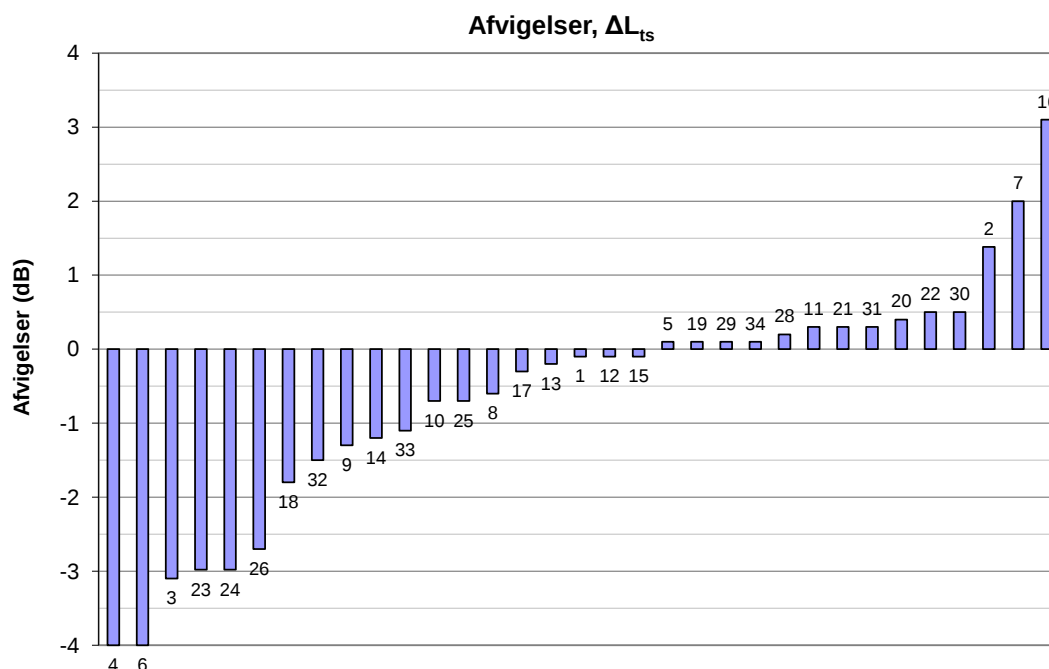


Figur 6

$L_{p,krit.bånd}$ Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til $L_{p,krit.bånd} = 26,2$ dB re 20 μ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for besvarelserne uden outliers (nr. 2, 3, 4, 6, 13, 14, 16, 23, 24, 26 og 32) er 0,52 dB.

ΔL_{ts}

Kriteriestørrelsen ΔL_{ts} er uafhængig af en eventuel 20 dB kalibreringsfejl. Standardafvigelsen for alle de indkomne resultater for ΔL_{ts} var 1,9 dB. Deltagernes afvielser fra den sande værdi er vist på Figur 7. Den sande værdi er $\Delta L_{ts} = 8,6$ dB. Standardafvigelsen er 0,64 dB uden outliers (nr. 3, 4, 6, 16, 18, 24 og 26).



Figur 7

ΔL_{ts} Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til $\Delta L_{ts} = 8,6$ dB re $20 \mu\text{Pa}$. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for besvarelserne uden outliers (nr. 3, 4, 6, 16, 18, 24 og 26) er 0,64 dB.

Kriterieværdi og tonetillæg

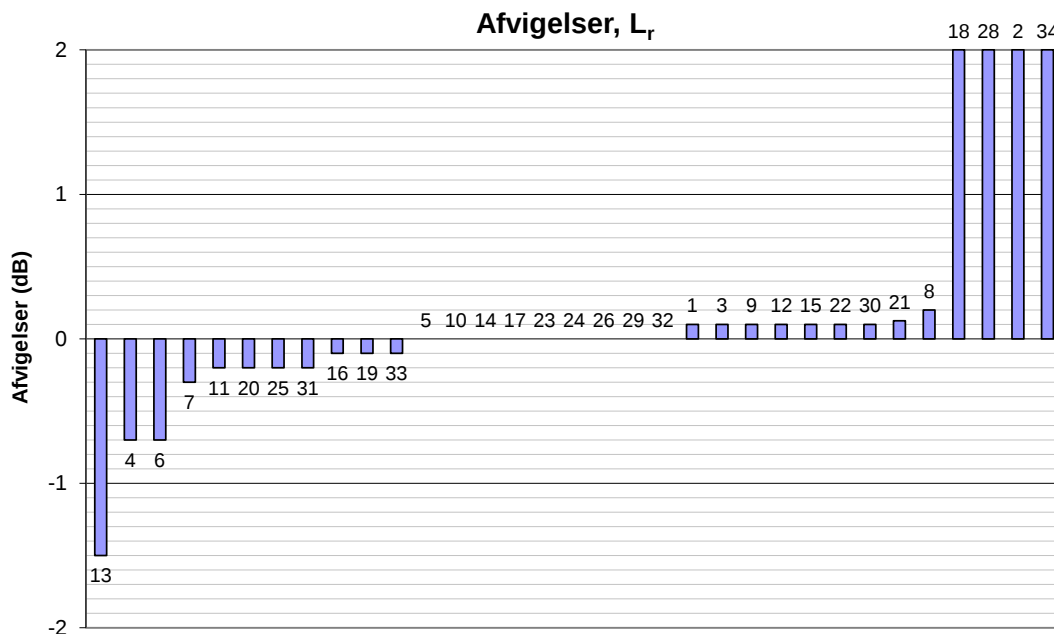
Kriterieværdien aflæses ud for 338,8 Hz på Figur 7.1 i [2]. Standardafvigelsen for alle besvarelser var 0,1 dB og standardafvigelsen uden outliers (nr. 13, 14, 18, 22 og 28) var 0,01 dB. Den sande værdi er 4,4 dB.

Da $\Delta L_{ts} = 8,6$ dB er større end kriterieværdien = 4,4 dB, anses tonen for tydeligt hørbar og der gives 5 dB tillæg til L_{Aeq} -støjbidraget for tomgangsstøjen under lastbilvasken.

To deltagere (nr. 4 og 6) fandt kriterieværdier, som lå under kriteriekurven og som derfor ikke udløste tonetillæg til tomgangsstøjen.

Støjbelastning L_r

Resultaterne for beregning af støjbelastningen L_r ses i Figur 8. Der var metodefejl i fire af besvarelserne (nr. 2, 18, 28 og 34), som skyldtes fejl ved tildelingen af tonetillægget. Disse besvarelser blev frasorteret før middelværdien blev beregnet. Standardafvigelsen på de øvrige resultater var 0,22 dB og en ny sortering gav følgende outliers: nr. 4, 6, og 13. Den sande værdi beregnes til $L_r = 43,0$ dB re $20 \mu\text{Pa}$.



Figur 8

Støjbelastning L_r . Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til $L_r = 43,0$ dB re 20 μ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for besvarelserne uden outliers (nr. 2, 4, 6, 13, 18, 28 og 34) er 0,22 dB.

6.2 Opgave B, toneanalyse af én tone

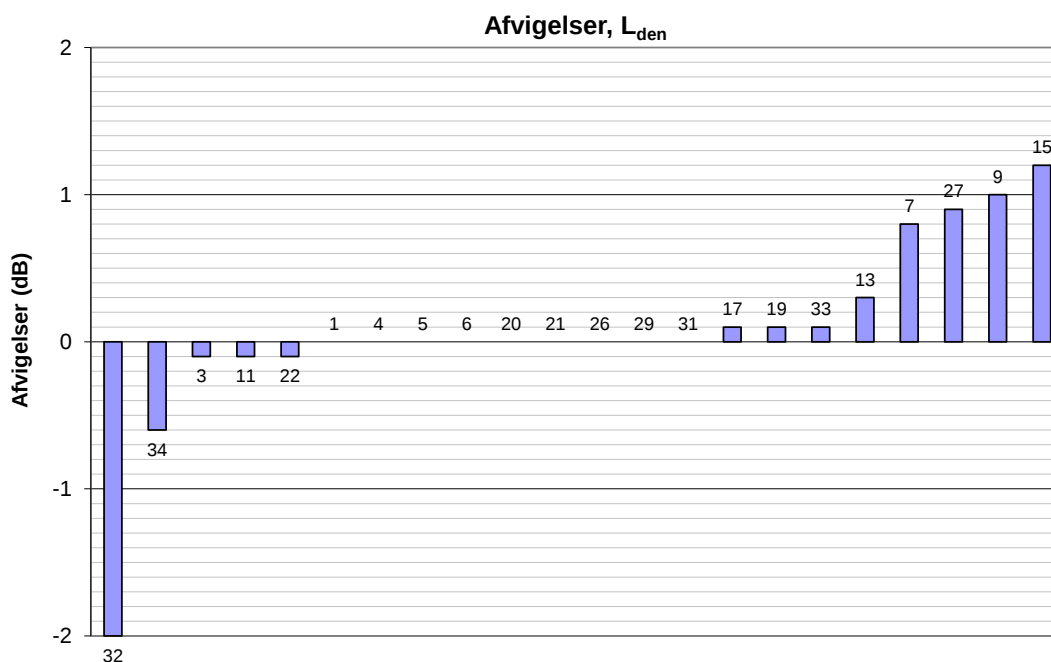
Her skulle deltagerne analysere tonen fra lydfilen ”Opgave B.wav”, idet der skulle korrigeres for Picket Fence - effekten, jf. [3].

Tonens frekvens. Standardafvigelsen for alle deltagernes analyser af tonens frekvens var 0,4 Hz. Uden outliers (nr. 2, 5, 6, 13, 18, 25, 29 og 30) var standardafvigelsen 0,13 Hz. Den sande værdi er $f = 550,7$ Hz.

Tonens niveau. Standardafvigelsen for alle deltagernes analyser af tonens niveau var 0,9 dB. Uden outliers (nr. 2, 13, 14 og 30) var standardafvigelsen 0,23 dB. Den sande værdi er $L_{p, \text{tone}} = 92,8$ dB.

6.3 Opgave C, Nord2000 beregninger af vejstøj

22 deltagere indsendte besvarelser til Opgave C om vejstøj beregnet med Nord2000-metoden. For parameteren L_{den} var standardafvigelsen for alle besvarelserne 1,1 dB. Uden outliers var standardafvigelsen 0,41 dB. Standardafvigelsen på de øvrige delparametre var 0,39 dB, 0,46 dB og 0,48 dB for henholdsvis L_{day} , L_{evening} og L_{night} .



Figur 9

L_{den} . Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til $L_{den} = 68,0$ dB re 20 μ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for besvarelserne uden outliers (nr. 32) er 0,41 dB.

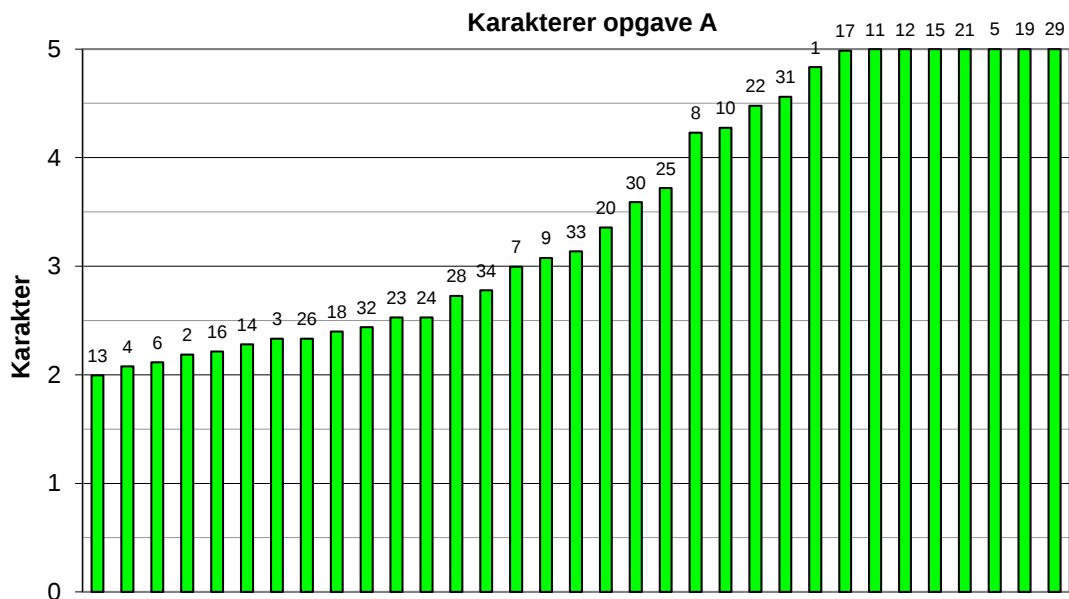
7. Karakterer

Der er givet karakter for hver enkelt parameter, for hver opgave og en samlet karakter for alle opgaverne. Den samlede karakter er fremkommet som et vægtet gennemsnit af de enkelte opgaver på en sådan måde, at et enkelt dårligt resultat trækker forholdsvis meget ned. Princippet for denne vægtning er beskrevet nærmere i Appendix 3.

I det følgende er karaktererne vist for opgave A, B og C, henholdsvis i Figur 10, Figur 11 og Figur 12. Numrene på figurene er deltagernes numre.

7.1 Karakter for Opgave A, ekstern støj fra vaskehal

Karaktererne for opgave A er afbildet i Figur 10. Heri indgår de vægtede karakterer for alle parametrene: L_{Aeq} (spuling, tomgang, baggr.støj), $L_{p, tone}$, $L_{p, støj, middel}$, $L_{p, krit. bånd}$, ΔL_{ts} , kriterieværdi, tonetillæg og L_r .

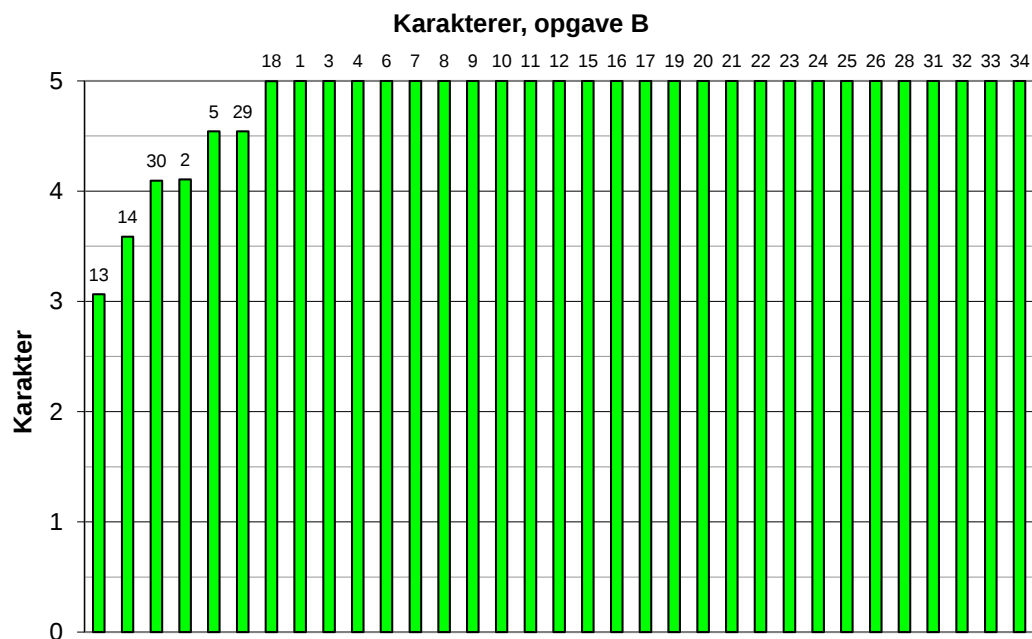


Figur 10
Karakterer opgave A – ekstern støj fra vaskehal.

Det ses af Figur 10, at 10 ud af 33 besvarelser fik en karakter mindre end 3, som angiver grænsen for en tilfredsstillende opgaveløsning. 10 besvarelser fik topkarakteren 5 (30 %).

7.2 Karakterer opgave B, toneanalyse af én tone

Karaktererne for opgaven med analysen af én enkelt tone er afbildet i Figur 11.

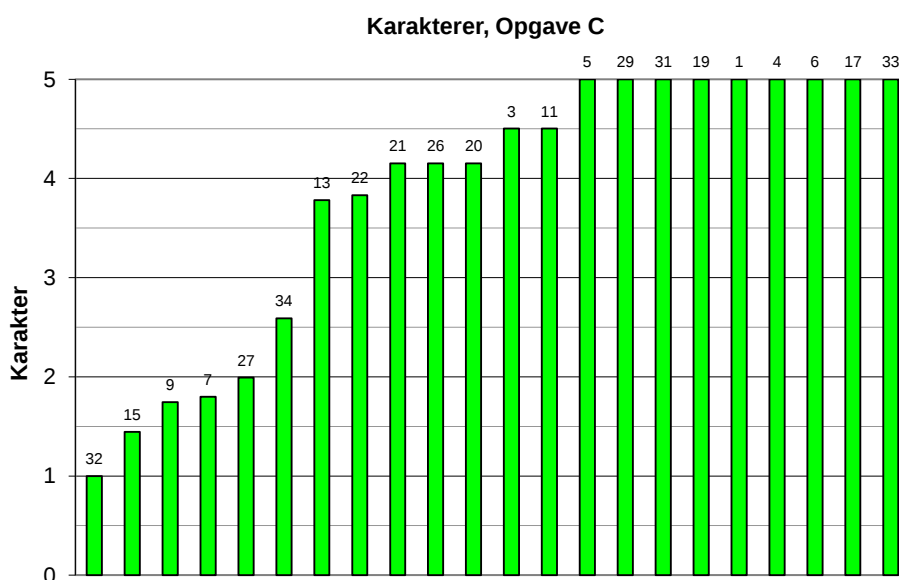


Figur 11
Karakterer for opgave B - toneanalyse af én tone.

Det ses af Figur 11, at alle 33 deltagere bestod opgave B, dvs. fik en karakter over 3. 29 besvarelser fik topkarakteren 5 (88 %).

7.3 Karakterer for opgave C, Nord2000 beregninger af vejstøj

Karaktererne for opgave C er afbildet i Figur 12.



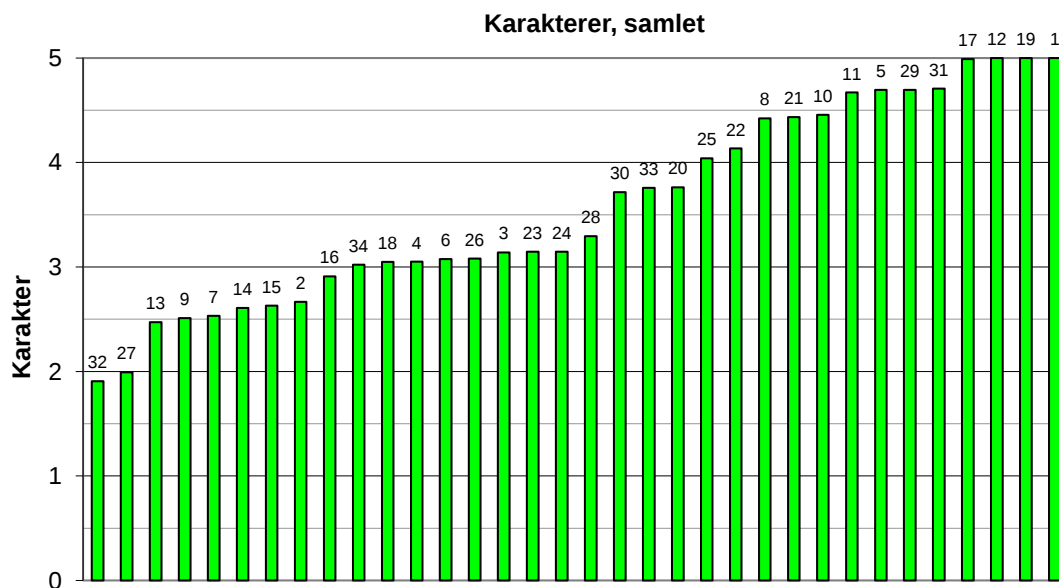
Figur 12

Karakterer for opgave C - Nord2000 beregninger af vejstøj.

Rapport 24 Rev. 3
ur 12, at 17 ud af 22 besvarelser (77 %) har bestået opgave C, dvs. opnået en karakter større end 3. 11 besvarelser fik topkarakteren 5 (50 %).

7.4 Samlede karakterer

De samlede karakterer er fundet som et vægtet gennemsnit af karaktererne for opgave A, B og C. Vægtningemetoden er beskrevet i Appendix 3. For de deltagere, som kun har besvaret opgave A og B, er karakteren fremkommet som en vægtning af karaktererne for disse 2 opgaver.



Figur 13

De samlede karakterer for den 19. sammenlignende støjmåling fundet som et vægtet gennemsnit af karaktererne for opgave A, B og C.

De samlede karakterer for den 19. sammenlignende støjmåling fremgår af Figur 13. Af de 34 deltagere bestod 31 deltagere (91 %) den samlede opgave. Heraf fik 8 deltagere topkarakteren 5 (24 %).

8. Konklusion

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger afholdt i december 2010 - marts 2011 den 19. sammenlignende støjmåling. Denne sammenlignende støjmåling var dels en analyseopgave med ekstern industristøj, en "ren" toneanalyse og en beregningsopgave med trafikstøj.

I alt indkom der 33 forskellige besvarelser fra 34 deltagere.

I den samlede bedømmelse opnåede kun 31 ud af 34 deltagere (91 %) karakterer på 3 eller derover. Heraf fik 8 af besvarelsene topkarakteren 5 (24 %). Godkendte laboratorier eller certificerede personer bør opnå en samlet karakter, der er større end 3 (på en skala fra 1 til 5). Tre af deltagerne bestod derfor ikke den samlede sammenlignende støjmåling.

I opgave A fik 23 ud af 33 deltagere karakterer på 3 eller derover (70 %). Deltagerne skulle analysere støjen fra en vaskehal til lastbiler. Støjen skulle analyseres for toner og korrigeres for baggrundsstøj, således at støjbelastningen kunne bestemmes. Støjen i måleperioden fra henholdsvis spuling og tomgangsvask skulle angives i resultatregnearket. Imidlertid angav den ene gruppe af deltagerne måleværdierne (totalstøjen), mens den anden gruppe angav støjen korrigeret for baggrundsstøjen. Da opgaveformuleringen godt kunne tolkes på disse forskellige måder, er der beregnet to sæt "sande værdier" på basis af de to gruppers besvarelser.

De tre delresultater for L_{Aeq} (spuling, tomgang og baggrundsstøj) havde en spredning på 0,05 - 0,14 dB, hvilket er en god præcision i forhold til maksimalkravet til den instrumentbetingede unøjagtighed, som er angivet til $\sigma_i = 0,25 - 0,5$ dB i Miljøstyrelsen vejledning nr. 6/1984 [2].

Et af formålene med den 19. sammenlignende støjmåling var at teste deltageres evne til at korrigere L_{Aeq} -analyserne for både varighed og toneindhold. I toneanalysen af støjen fra vaskehallen i tomgang fandt 21 deltagere centerfrekvensen ($f_{c,krit}$) i det mest dominerende kritiske bånd til ca. 339 Hz, mens 8 deltagere angav ca. 296 Hz. Da 296 Hz tonen er den mest dominerende tone i det kritiske bånd, hvor 339 Hz er centerfrekvens, har de 8 deltagere sandsynligvis fundet det rigtige kritiske bånd, men har for $f_{c,krit}$ angivet den dominerende tones frekvens i stedet for at angive centerfrekvensen.

I toneanalysen af støjen fandt kun 2 af deltagerne, at tonen ikke var tydeligt hørbar. Af de deltagere, som både havde beregnet L_{Aeq} og tonetillægget korrekt, var der 4 deltagere, der fik store afvigelser for støjbelastningen (ca. 5 dB for kraftig). Dette kunne tyde på, at 5 dB tonetillægget fejlagtigt er adderet til støjen i hele vaskeperioden i stedet for udelukkende for den driftstilstand og -tidsrum, hvori tonen forekommer (tomgang).

Resultaterne fra opgave A viser overordnet, at flere af deltagerne har vanskeligt ved toneanalysen samt tildeling af tonetillæg til virksomheder, når der forekommer mere end én driftstilstand.

I opgave B bestod alle deltagere, idet de fik tildelt karakteren 3 eller derover. Deltagerne skulle analysere en lydoptagelse af en enkelt tone mht. frekvens og niveau. Nøjagtigheden på analyseresultaterne var god ($\sigma = 0,13 - 0,23$ dB).

I opgave C om vejtrafikstøjen bestod 17 ud af 22 deltagere (77 %). Opgaven var stilet til de deltagere, som er certificeret eller akkrediteret til beregning af trafikstøj, og omhandlede trafik-

støj ved en bolig, hvortil støjen blev skærmet af specielle absorberende autoværn. Standardafvigelsen på alle besvarelser var $\sigma = 0,43$ dB (ekskl. nr. 32). Til sammenligning var den tilsvarende standardafvigelse 0,25 dB i den 17. sammenlignende støjmåling, som havde en tilsvarende vej med lignende lydudbredelsesforhold. Forskellen mellem vejtrafikopgaverne i den 17. og 19. sammenlignende støjmåling er tilstedeværelsen af det nævnte autoværn, som tilsyneladende forøger beregningsusikkerheden.

9. Referencer

- [1] *Kvalitetskrav til "Miljømåling – ekstern støj"*
Udredning fra Referencelaboratoriet, RL 20/96, december 1996, opdateret november 2010.
- [2] *Måling af ekstern støj fra virksomheder*, Miljøstyrelsen vejledning nr. 6/1984.
- [3] *Måling af hørbare toner i støj*, Orientering nr. 13 fra Referencelaboratoriet, maj 1991.
- [4] *Støj fra veje*, Miljøstyrelsens vejledning nr. 4 /2007.
- [5] *User's guide Nord2000 Road*, DELTA maj 2006.

Appendix 1

Opgavebeskrivelse – RL 24/10

Opgavebeskrivelse

Den 19. sammenlignende støjmåling består af 3 opgaver:

- A) Analyse af en lydoptagelse af støjen ved en bolig tæt på en lastbilvaskehal og bestemmelse af støjbelastningen herfra
- B) Analyse af lydoptagelse med 1 tone
- C) Beregning af vejtrafikstøj med Nord2000 (delvis obligatorisk)

Tilmelding og aflevering af resultater

Tilmelding foretages ved at indsende vedhæftede tilmeldingsblanket til Referencelaboratoriet (reflab@delta.dk).

Efter tilmelding får deltagerne tilsendt en FTP-adresse, hvorfra de kan hente de filer, der hører til opgaverne.

Resultaterne skal afleveres ved udfyldelse af vedhæftede Excel-regneark:
”Resultater 19saml.xls”.

Besvarelserne (regnearket) sendes til reflab@delta.dk og skal være Referencelaboratoriet i hænde senest tirsdag den 8. marts 2011.

Spørgsmål til opgaverne

Spørgsmål om tolkning af opgaverne skal stilles senest 14 dage før afleveringsfristen, enten pr. e-mail til reflab@delta.dk eller telefonisk til Jens E. Laursen, tlf.: 72 19 46 01. Svar af generel interesse vil blive meddelt alle deltagere pr. e-mail senest 7 dage efter modtagelsen af spørgsmålet.

Lydoptagelserne

Der udleveres 2 lydfiler. En oversigt over lydfilerne er vist i Tabel 1.

Filen ”Opgave A.wav” indeholder både en kalibreringstone (ca. 1000 Hz), en optagelse foretaget ved en bolig overfor en vaskehal og til sidst en baggrundsstøjoptagelse i samme punkt. Optagelserne er ikke indspillet med samme forstærkning, idet optagelsen af støjen fra vaskehallen og af baggrundsstøjen er forstærket 20 dB i forhold til kalibreringstonen.

Lydfilen ”Opgave B.wav” indeholder 1 tone med 1 minuts varighed. Niveauet kalibreres med kalibreringstone fra lydfilen til Opgave A.

Lydfil	Indhold	Gain	Start	Slut
Opgave A.wav	Kalibreringstone 94,0 dB	0	0:00	1:00
”	Totalstøj	+20	1:00	3:35
”	Baggrundsstøj	+20	3:35	4:55
Opgave B.wav	Tone	0	0:00	1:00

Tabel 1

Oversigtskema over de lydfiler, der benyttes til løsning af Opgave A og B.

A. Støjbelastning L_r fra lastbilvaskehal

Støjbelastningen fra en lastbilvaskehal skal bestemmes ved nærmeste bolig i henhold til Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984 og Orientering nr. 13/1991 fra Referencelaboratoriet (kan downloades fra www.referencelaboratoriet.dk).

Der er foretaget en lydoptagelse af støjen ved boligen og ud fra denne lydoptagelse skal støjbelastningen L_r fra vaskehallen bestemmes. På optagelsen høres lastbilerne blive rengjort med højtryksspuling. Der er en pause i spulingen, hvor støjen fra pumpen/kompressoren er hørbar.

Drift: Rengøringen foregår i natperioden, hvor der forekommer 2 stk. vask inden for en halv time. Optagelsen er repræsentativ for en hel vask. Lastbilkørsel til og fra vaskehallen er ikke medtaget i optagelsen og skal ikke indgå i bestemmelsen af støjbelastningen. Optagelsen af baggrundsstøjen er repræsentativ for støjen under hele vasken.

Følgende parametre skal beregnes:

- Støjen i måleperioden for hver af de 2 driftstilstande: $L_{Aeq, spuling}$ og $L_{Aeq, tomgang}$
- Baggrundsstøj, $L_{Aeq, baggr.}$
- Objektiv toneanalyse af den af de to driftstilstande, hvor tonerne er mest tydelige. Følgende parametre for det mest dominerende kritiske bånd skal angives: $f_{c, krit}$, $L_{p, tone}$, $L_{p, støj, middel}$, $L_{p, krit, bånd}$, ΔL_{ts} , kriterieværdi
- Tonetillæg: (0 eller 5 dB)
- Støjbelastningen: L_r

B. Frekvens og niveau af toner

Lydfilen *Opgave B.wav* indeholder en tone, som skal analyseres for frekvens og lydtrykniveau. Kalibreringstonen fra Opgave A benyttes til niveaukalibrering af lydfilen. Der skal korrigeres for picketfence-effekten. Der henvises til Orientering nr. 13/1991 fra Referencelaboratoriet.

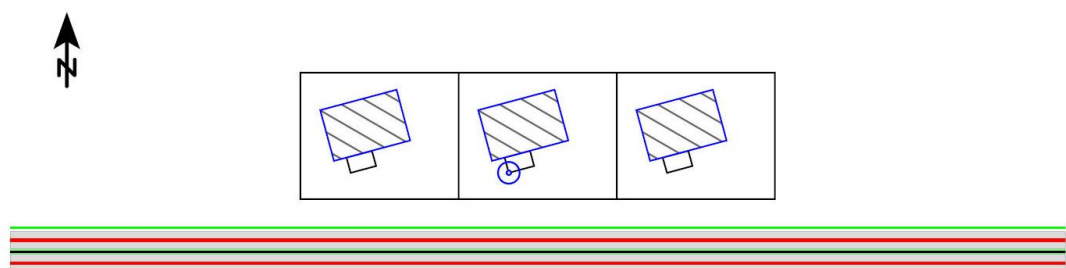
Baggrunden for denne opgave er, at laboratorier ikke altid checker deres FFT-analysators analog/digital-konverters klokkefrekvens. Lydfilen og resultatet af denne sammenlignende støjmåling kan efterfølgende benyttes af laboratorierne til intern kontrol af deres FFT-analysator/software.

C. Trafikstøj, Nord2000

Opgaven består i at beregne støjen fra en motortrafikvej ved hjælp af beregningsmetoden Nord2000. Der henvises til "User's guide Nord2000 Road", som kan downloades fra Referencelaboratoriets eller DELTA's hjemmeside, samt Miljøstyrelsens vejledning nr. 4 /2007 "Støj fra veje". Opgaven skal udføres af alle de laboratorier, som er godkendt til at beregne vejtrafikstøj. Den er frivillig for de øvrige laboratorier.

Koordinaterne for objekterne, der hører til denne opgave, er angivet i txt-filen: "*Opgave C - objekter.txt*" samt i Bilag 1. Der ses et udsnit af situationsplanen på Figur 1, nedenfor.

Der benyttes i denne opgave støjindikatoren L_{den} , og trafikstøjen beregnes i 1,5 m højde på et opholdsareal - en solterrasse - foran boligen. De tre huse og matrikler er ens, og husene kan lydmæssigt betragtes som rektangulære kasser med højden 7,5 m og med en reflektionskoefficient på 0,8. Vejen, boligen og det øvrige terræn ligger i samme kote. Terrænet er porøst (impedansklasse D). Terrænets ruhedsklasse (Roughness class) er N.



Figur 1

Beregning af støjindikatoren L_{den} for vejtrafik. Udsnit fra støjmodel. Liniekilderne for vejtrafikken er angivet som røde linier. Skitsen er ikke målfast.

Vejen består af to vejbaner hver med bredden 3,4 m adskilt af en 1 m bred midterrabat. Midten af de 2 vejbaner ligger dermed 2,2 m fra centrum af midterrabatten. I centrum af midterrabatten samt på nordsiden af vejen, 4,5 m fra vejmidten, findes specielle autoværn, der er lukket nedadtil, og som derfor fungerer som støjskærme med højden 0,8 m. Autoværnet har et refleksionstab på 1 dB (reflection loss). Både vejen og midterrabatten er hårdt terræn med impedansklasse G.

Gennemsnitshastigheden samt trafikfordelingen for vejen er som angivet for *Trafic case C* (Main road 80-90 km/h) i User's guide Nord2000 Road. Andelen af mellemtung og tung trafik er henholdsvis 12 % for vægtkategori 2 og 7 % for vægtkategori 3 (4 aksler) hele døgnet. Årsdøgntrafikken er $\dot{A}DT = 11.500$ biler pr. døgn, som total for begge køreretninger. Asfalten er asfaltbeton med kornstørrelse 11 mm (DAC 11) med alderen 3 år. Køretøjerne har ikke pigdæk. Trafikken er jævn uden acceleration/deceleration. Temperatur = 10 °C. Sandsynligheden for en regnvåd vejbane er 0 %. Der regnes med 4 vejrklasser.

Dokumentation

Referencelaboratoriet tilsender deltagerne et regneark, "Resultater 19saml.xls", hvori beregningsresultaterne kan indsættes (se eksempel i Tabel 2).

Opgave A	L_{Aeq} måletid			Toneanalyse							L_r
	Spuling dB(A)	Tomgang dB(A)	Baggr. støj dB(A)	f_c , krit Hz	$L_{p, tone}$ dB	$L_{p, støj, middel}$ dB	$L_{p, krit, bånd}$ dB	ΔL_{ts} dB	Kriterieværdi dB	Tillæg 0/5 dB	
Analyseresultater:											
Måletid (sek)											

Opgave B	
frekvens Hz	$L_{p, tone}$ dB

Opgave C (delvist obligatorisk)			
L_{day} dB(A)	$L_{evening}$ dB(A)	L_{night} dB(A)	L_{den} dB(A)

Tabel 2

Resultatskema - eksempel. Sendes som regneark (Resultater 19saml.xls) til deltagerne.

Evaluerings og karaktergivning

Ved evaluering af laboratoriernes besvarelser vil alle delresultater (dB- og Hz-værdierne) i det indsendte resultatskema blive vægtet lige meget i forhold til den "sande" værdi for delresultaterne.

Bilag 1

Objektdata til støjmodel (Opgave C)

Objektdata til støjmodellen findes i tekstfilen: "Opgave C - objekter.txt", som semikolon-separerede koordinater. En blank linie adskiller de enkelte objekter. I filen findes 4 parametre: x, y, z og h2. z-værdien angiver koten for objektets nederste del (bortset fra beregningspunktet, som svæver i 1,5 m højde). Højden h2 benyttes ikke. Der er ingen overskrift eller objekttekster i filen, men i nedenstående tabel er fil-indholdet angivet med tilføjelse af kolonneoverskrifter og objekttekst.

Objekt	x	y	z
Matrikel 1	-45	34	0
	-15	34	0
	-15	10	0
	-45	10	0
Matrikel 2	-15	34	0
	15	34	0
	15	10	0
	-15	10	0
Matrikel 3	15	34	0
	45	34	0
	45	10	0
	15	10	0
Terrasse 1	-35,48	14,96	0
	-36,25	17,86	0
	-31,42	19,16	0
	-30,65	16,26	0
Terrasse 2	-5,48	14,96	0
	-6,25	17,86	0
	-1,42	19,16	0
	-0,65	16,26	0
Terrasse 3	24,52	14,96	0
	23,75	17,86	0
	28,58	19,16	0
	29,35	16,26	0
Hus 1	-41,26	26,87	0
	-26,77	30,76	0
	-24,18	21,1	0
	-38,67	17,21	0

Hus 2	-11,26	26,87	0
	3,23	30,76	0
	5,82	21,1	0
	-8,67	17,21	0
Hus 3	18,74	26,87	0
	33,23	30,76	0
	35,82	21,1	0
	21,33	17,21	0
Støjværn nord	-100	4,5	0
	100	4,5	0
Støjværn midt	-100	0	0
	100	0	0
Vejens centerlinie	-100	0	0
	100	0	0
Beregningspunkt	-5,48	14,96	1,5

Rapport 24 Rev. 3

Svarskema

19. sammenlignende støjmåling - sande værdier

Deltager(e):

I alt 34 deltagere

Lab. navn:

Adresse:

Opgave A

L_{Aeq}, måletid

Spuling
dB(A)

51,7 ^(a)

Tomgang
dB(A)

43,8 ^(a)

Baggr. støj
dB(A)

35,7

f_{c, krit}
Hz

338,8

L_{p, tone}
dB

34,8

L_{p, støj, middele}
dB

-

L_{p, krit bånd}
dB

26,2

ΔL_{rs}
dB

8,6

Kriterieværdi
dB

4,4

Tillæg
0,5 dB

5

Virksomheds
dB(A)

43,0

Måletid (sek)

98,4

55,4

78,1

Analyseresultater:

51,6 ^(b)

43,2 ^(b)

Opgave B

frekvens
Hz

550,7

L_{p, tone}
dB

92,9

Opgave C (delvist obligatorisk)

L_{day}
dB(A)

66,2

L_{evening}
dB(A)

63,0

L_{night}
dB(A)

59,6

L_{den}
dB(A)

68,0

Kommentar til Opgave A

a) I det øverste skema for L_{Aeq}-måletid er værdierne for spuling og tomgang ukorrigerede (middel af 18 deltageres besvarelser)

b) I det nederste skema for L_{Aeq}-måletid er værdierne for spuling og tomgang korrigeret for baggrundsstøj (middel af 16 deltageres besvarelser)

Appendix 3

Afvielser og karaktergivning

Sammenhængen mellem karakterer og afvielser fra de sande værdier afhænger ifølge angivelserne i RL 20/96 [1] af eksemplernes sværhedsgrad. I denne sammenlignende måling fremgår sammenhængen af stående tabel.

Karakter	L_{Aeq}	$L_p / \Delta L_{ts}$	Toner
5	0,0-0,2	0,0-0,4	0-0,4
4	0,3-0,4	0,5-0,7	0,5-0,8
3	0,5-0,7	0,8-1,2	0,9-1,5
2	0,8-1,1	1,3-2,0	1,6-2,9
1	> 1,1	> 2,0	>2,9

Tabel 1

Sammenhængen mellem enkeltkarakterer og afvielser fra de sande værdier i den 19. sammenlignende støjmåling [dB].

Den mindste, acceptable karakter er ifølge RL 20/96 karakteren 3.

Den samlede bedømmelse for målingerne beregnes af:

$$\text{Samlet karakter} = 0,5 \times \text{gennemsnitskarakter} + 0,5 \times \text{laveste karakter}$$

Denne måde at beregne den samlede karakter på bevirker, at et enkelt dårligt resultat trækker forholdsvis meget ned. Dette skal ses i lyset af, at godkendte laboratorier, hvis måleresultater kan have store konsekvenser for samfundsinteresser og virksomheders økonomi, ikke kan tillade sig at lave fejl, heller ikke på enkeltresultater, som i visse tilfælde kan være afgørende.

Appendix 4

Deltagerne i den 19. sammenlignende støjmåling

Deltagerne er nævnt i alfabetisk rækkefølge efter laboratoriets navn. Rækkefølgen er ikke den samme som ved resultatbehandlingen, hvor hver deltager har fået et nummer.

Personer, der har afleveret fælles besvarelser, er angivet sammen i én rubrik ud for laboratorienavnet. For personer fra samme laboratorium, der har afleveret individuelle besvarelser, er navnene angivet i hver sin rubrik.

ALECTIA A/S	Jens Duch	Sverigesgade 5, 1.sal	5000 Odense C
ALECTIA A/S	Christoffer A. Weitze	Teknikerbyen 34	2830 Virum
AM-Gruppen A/S	Kim Baarsøe	Storegade 31	6700 Esbjerg
ARBEJDSMILJØ- Eksperten A/S	Henrik Gliese	Håndværkervej 8	6700 Esbjerg
COWI A/S	Jørgen Vasehus Madsen	Parallelvej 2	2800 Kgs. Lyngby
COWI A/S	Lars Find Larsen	Vestre Stationsvej 7	5000 Odense C
cp test a/s	Morten B. Christensen	Grønlandsvej 96	7100 Vejle
Dansk Akustik Rådgivning	Gustav Bruun	Vedbysøndervej 13	4200 Slagelse
DELTA	Simon Møller Nielsen Lars Sommer Søndergaard	INCUBA Science Park Skejby Brendstrupgårdsvej 102	8200 Aarhus N
DELTA	Erik Thysell Leif Ødegaard	Venlighedsvej 4	2970 Hørsholm
dk-akustik aps	Peter Just	Skodsborgvej 305 D	2850 Virum
Eurofins Miljø A/S	John Michel Jørgensen Jens Vang Per Andersen	Smedeskovvej 38	8464 Galten
Grontmij A/S	Gerhard Schlicker	Kokbjerg 5	6000 Kolding
Lloyd's Register ODS	Louise Rebien-Villefrance	Titangade 15	2200 København N

Midtconsult A/S	Martin Leerbæk Pedersen	Viby Ringvej 5, 2. th.	8260 Viby J
Moe & Brødsgaard A/S	Jan Christensen	Tørringvej 7	2610 Rødovre
Motorsportens Akustik-laboratorium	Otto Dyrnum	DASU, Idrættens Hus	2605 Brøndby
NIRAS A/S	Hans Drejer	Åboulevarden 80	8100 Aarhus C
NIRAS A/S	Jesper Konnerup	Åboulevarden 80	8000 Aarhus C
NIRAS A/S	Mark Aarup Mikaelson	Åboulevarden 80	8000 Aarhus C
NNE Pharmaplan A/S	Stig Martin Hansen	Vandtårnsvej 108-110	2860 Søborg
Nordsjællands Akustik ApS	Anne Lin Enggaard	c/o Dines Jørgensen & Co A/S Kirsebærallé 9-11	3400 Hillerød
Orbicon A/S	Bjørn Petersen	Birk Centerpark 40	7400 Herning
RAMBØLL Danmark A/S	Karl Grove Sørensen	Englandsgade 25	5100 Odense C
RAMBØLL Danmark A/S	Ole Funk Knudsen	Englandsgade 25	5100 Odense C
Tornhøj Måleteknik	Jørgen Tornhøj Christensen	Axel Juels Allé 90	2750 Ballerup
Vattenfall A/S	Anders Keld Rasmussen Torben Foged	Havnegade 120	5000 Odense C
Via Trafik	Rune Appelt Rasmussen	Søvej 13B	3460 Birkerød
VM acoustics aps	Ole Jacob Veiergang	Skovgaardsgade 8	8000 Aarhus C
WH – Rådgivende Ingeniører ApS	Hans Anker Pedersen	Danmarksvej 8	8660 Skanderborg
ÅF-Ingemansson	Torben Astrup	Kirkebjerg Alle 84	2605 Brøndby
Århus Kommune, Natur & Miljø	Carsten S. Ryom Petersen	Valdemarsgade 18	8000 Aarhus C

Appendix 5
Indsendte resultater

Resultatanalyseskema			Indsendte data										19. sammenlignende støjmåling									

Afvigelser fra sande værdier

19. sammenlignende støjmåling

Afvigelser

Resultatanalyseskema

Del. Nr.	Spuling	Tomgang	Baggr. støj	Spuling, varighed	Tomgang, varighed	Baggr. støj, varighed	f _{c, krit}	L _{p, støj} , middel	L _{p, krit} bånd	ΔL _{ts}	Kriterieværdi	Tillæg	L _r Virksomhed	frekvens	L _{p, støj}	L _{day}	L _{evening}	L _{night}	L _{den}
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	sek	sek	sek	Hz	dB	dB	dB	dB		dB(A)	Hz	dB	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	0,2	0,1	0,0	-0,4	0,2	0,9	0,2	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,0
2	0,0	0,0	-0,1	-2,4	-0,4	-0,1	-0,4	20,9	19,5	1,4	0,0	0,0	6,6	-0,4	1,6				
3	0,0	0,1	0,1	0,6	0,6	0,9	-42,5	19,2	22,3	-3,1	0,0	0,0	0,1	0,0	-0,7	0,0	0,3	-0,2	-0,1
4	-0,1	-0,1	-0,2	1,8	-0,6	1,9	-43,1	-1,1	16,8	5,1	-6,2	-5,0	-0,7	0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,1	0,0
5	0,0	-0,1	0,0	1,6	0,6	-3,1	-2,8	-0,1	16,8	-0,2	0,1	0,0	0,0	1,1	-0,1	0,0	-0,2	0,1	0,0
6	-0,1	-0,1	-0,1	-3,4	-5,4	-0,1	-42,7	-0,8	15,0	4,5	-5,3	-5,0	-0,7	-0,5	0,0	0,1	-0,1	0,1	0,0
7	0,3	0,0	0,1	-11,4	-8,4	-6,1	0,2	11,3	0,3	2,0	0,0	0,0	-0,3	0,0	0,0	0,9	1,2	0,7	0,8
8	0,3	0,1	0,0	-0,4	1,1	0,0	0,2	0,1	13,4	0,7	-0,6	0,0	0,2	0,3	0,0				
9	0,1	0,1	-0,9	-7,4	-1,4	-18,1	7,2	-1,4	1,9	-0,1	-1,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,7	0,6	1,3	1,0
10	0,0	0,0	-0,1	2,7	-0,5	0,9	-23,4	-0,1	9,6	0,6	-0,7	0,0	0,0	0,3	0,0				
11	-0,2	0,0	-0,2	0,6	0,6	0,9	-0,2	0,1	12,0	-0,3	0,3	0,0	-0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,1	-0,1
12	0,2	0,0	0,0	0,2	-0,6	0,9	0,2	0,0	12,8	0,1	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0				
13	-1,6	0,4	-0,3	-0,4	-0,4	0,9	-207,6	26,3	43,7	26,5	-0,2	0,1	-1,5	-0,7	-3,6	0,2	-0,2	0,5	0,3
14	0,0	0,1	-0,3	1,0	0,1	1,7	401,2	21,3	33,0	22,4	-1,2	-0,5	0,0	0,0	-2,4				
15	0,2	0,0	0,0	0,2	-0,6	0,9	0,2	0,0	12,8	0,1	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	1,2	1,0	1,3	1,2
16	0,0	0,3	-0,4	-2,4	-2,7	-9,1	-1,3	5,9	14,7	2,8	3,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1				
17	0,1	0,0	-0,1	-0,4	1,6	1,9	1,2	-0,4	5,5	-0,1	-0,3	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
18	-0,2	-0,3	0,2	-3,4	0,6	-0,1	0,5	-1,5	12,0	0,4	-1,8	0,1	0,0	-0,5	-0,8				
19	-0,1	0,0	-0,1	0,4	0,4	1,0	-0,2	0,1	12,0	0,0	0,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,1	-0,1	0,2	0,1
20	-0,1	0,1	0,8	0,6	-1,4	-1,1	-0,3	-0,5	14,0	-1,0	0,4	0,0	-0,2	0,2	0,1	0,0	0,4	-0,1	0,0
21	0,2	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	0,9	-0,8	0,0	10,8	-0,2	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	-0,2	0,0
22	0,2	0,0	0,1	-1,3	0,2	0,9	0,2	-0,1	5,6	-0,6	0,5	-0,1	0,1	0,0	0,0	-0,3	0,0	-0,5	-0,1
23	-0,1	0,0	-0,1	-0,5	0,7	0,0	-42,4	0,5	14,4	3,4	-3,0	0,0	0,0	0,1	0,1				
24	-0,1	0,0	-0,1	-0,5	0,7	0,0	-42,4	0,5	14,4	3,4	-3,0	0,0	0,0	0,1	0,1				
25	0,0	-0,1	-0,1	-2,4	-3,4	-0,1	-41,9	0,4	15,0	1,1	-0,7	0,0	-0,2	-0,5	0,0				
26	0,0	0,0	-0,1	0,6	0,6	-2,1	-41,9	19,7	31,3	22,4	-2,7	0,0	0,0	0,0	-0,6	0,0	0,4	-0,2	0,0
27																0,9	0,7	1,0	0,9
28	-0,1	0,2	-0,1	-3,4	0,6	-0,6	-0,4	0,6	12,0	0,4	0,2	0,1	5,0	-0,3	0,0				
29	0,0	-0,1	0,0	1,6	0,6	-3,1	-2,8	-0,1	16,8	-0,2	0,1	0,0	0,0	1,1	-0,1	0,0	-0,2	0,1	0,0
30	0,2	0,1	0,0	-0,4	-0,4	-5,1	0,2	-0,7	11,2	-1,2	0,5	0,0	0,1	1,3	1,3				
31	0,3	0,0	0,1	-9,3	-3,8	-4,0	0,2	0,2	12,6	-0,1	0,3	0,0	-0,2	0,3	0,0	0,0	-0,2	0,1	0,0
32	0,0	0,0	-1,4	0,3	-0,1	-2,5	-42,4	0,8	11,2	2,3	-1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	-4,3	-5,8	-4,9	-4,8
33	0,1	0,1	-0,9	-3,4	-3,4	-14,1	-42,6	-0,1	10,7	1,0	-1,1	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
34	0,2	0,0	0,0	0,7	-0,8	1,5	0,2	0,1	12,7	0,0	0,1	0,0	7,8	0,0	0,0	-0,5	-0,8	-0,5	-0,6

Besvarelse nr. 23 og 24 er identiske, idet deltagerne var fra samme firma og var fælles om besvarelsen.

Karakterer

19. sammenlignende støjmåling

Karakterer

Resultatanalyseskema

Del. Nr.	Spuling	Tomgang	Baggr. støj	Spuling, varighed	Tomgang, varighed	Baggr. støj, varighed	f _{c, krit}	L _{p,one}	L _{p,spøj, middel}	L _{p,krit,bånd}	ΔL ₁₅	Kriterieværdi	Tillæg	L _r Virksomhed	frekvens	L _{p,one}	L _{day}	L _{evening}	L _{night}	L _{den}
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	sek	sek	sek	Hz	dB	dB	dB	dB	dB		dB(A)	Hz	dB	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	5	5	5					5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5					1		1	2	5	5	5	5	4	-	-	-	-
3	5	5	5					1		1	1	5	5	5	5	5	5	4	5	5
4	5	5	5					3		1	1	5	1	3	5	5	5	5	5	5
5	5	5	5					5		5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
6	5	5	5					3		1	1	5	1	3	5	5	5	5	5	5
7	4	5	5					5		5	2	5	5	4	5	5	2	1	3	2
8	4	5	5					5		4	4	5	5	5	5	5	-	-	-	-
9	5	5	2					2		5	2	5	5	5	5	5	3	3	1	2
10	5	5	5					5		4	4	5	5	5	5	5	-	-	-	-
11	5	5	5					5		5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
12	5	5	5					5		5	5	5	5	5	5	5	-	-	-	-
13	1	4	4					1		1	5	5	5	1	5	2	5	5	3	4
14	5	5	4					1		1	3	3	5	5	5	3	-	-	-	-
15	5	5	5					5		5	5	5	5	5	5	5	1	2	1	1
16	5	4	4					1		1	1	5	5	5	5	5	-	-	-	-
17	5	5	5					5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
18	5	4	5					2		5	2	5	5	1	5	5	-	-	-	-
19	5	5	5					5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	5	5	2					4		3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
21	5	5	5					5		5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
22	5	5	5					5		4	4	5	5	5	5	5	4	5	3	5
23	5	5	5					4		1	1	5	5	5	5	5	-	-	-	-
24	5	5	5					4		1	1	5	5	5	5	5	-	-	-	-
25	5	5	5					5		3	4	5	5	5	5	5	-	-	-	-
26	5	5	5					1		1	1	5	5	5	5	5	5	4	5	5
27	-	-	-					-		-	-	-	-	-	-	-	2	3	2	2
28	5	5	5					4		5	5	5	5	1	5	5	-	-	-	-
29	5	5	5					5		5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
30	5	5	5					4		3	4	5	5	5	4	4	-	-	-	-
31	4	5	5					5		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
32	5	5	1					3		1	2	5	5	5	5	5	1	1	1	1
33	5	5	2					5		3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
34	5	5	5					5		5	5	5	5	1	5	5	3	2	3	3

Besvarelse nr. 23 og 24 er identiske, idet deltagerne var fra samme firma og var fælles om besvarelsen.