

18. sammenlignende støjmåling



Rapport nr. 22 – Rev. 1

Miljøstyrelsens Referencelaborium for Støjmålinger

DELTA

18. sammenlignende støjmåling

© DELTA

ISBN 978-87-7716-039-4

**MILJØSTYRELSENS
REFERENCELABORATORIUM
FOR STØJMÅLINGER**

Udøvende institution:

DELTA
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Telefon: 72 19 40 00
Telefax: 72 19 40 01
www.referencelaboratoriet.dk

Titel 18. sammenlignende støjmåling
Vores ref.: JEL/CB/ilk
Rekvirent Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

Resumé

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger afholdt i juni-september 2009 den 18. sammenlignende støjmåling. Denne sammenlignende måling var udelukkende en måleopgave vedrørende ekstern støj.

I alt indkom der 34 forskellige besvarelser fra 42 deltagere. Deltagelse er obligatorisk for laboratorier, der er akkrediteret, og for personer, der er certificeret til ”Miljømåling – ekstern støj”. 30 laboratorier/certificerede personer deltog i denne gruppe.

Deltagerne skulle måle støjen fra en lydkilde, som blev tilsendt deltagerne, og som de havde i én uge. Støjen skulle bestemmes i et nærmere angivet referencepunkt, og resultatet angives som det A-vægtede lydtrykniveau i 8 oktaver fra 63 Hz til 8000 Hz og som det totale A-vægtede lavfrekvente lydtrykniveau fra 10 til 160 Hz. Kildestyrken for lydkilden skulle bestemmes i henhold til den fælles nordiske beregningsmetode for ekstern støj, beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993[1].

Der indkom kun få spørgsmål til opgavesættet, og ingen af disse havde generel interesse for de øvrige deltagere.

Måle- og beregningsresultater skulle afleveres elektronisk i et Excel-regneark, som var udsendt til deltagerne. Resultatet skulle returneres senest 7. september 2009.

I alt fire lydkilder af typen Bosch GML 24-V-CD blev rundsendt til 36 deltagere indenfor 10 uger. Efter hver returnering af en lydkilde genmålte kilden, inden den blev sendt videre til næste deltager. Alle laboratorier returnerede lydkilderne til tiden.

Den første opgavebesvarelse, i form af svar-regnearket, ankom 6. august, mens hovedparten af besvarelserne indløb i de sidste to uger før deadline. 2 deltagere 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. Denne gang valgte vi at vente med at udsende karaktervurderingerne indtil alle besvarelserne var indkommet. Årsagen hertil var bl.a., at karakterskalaen skulle justeres i forhold til samtlige resultaterne pga. den større spredning, der kunne forventes i det lavfrekvente frekvensområde.

Besvarelserne blev ikke – som annonceret i opgavebeskrivelsen – bedømt på alle de indsendte værdier (i 8 oktavbånd). Årsagen hertil er, at der var for store afvigelser mellem de fire lydkilders frekvensrespons, især ved lave frekvenser, og dette skulle ikke lægges deltagerne til last.

Da hovedparten af lydenergien lå i mellemfrekvensområdet, hvor lydkilderne var omtrent ens, valgte vi at summere deltagerens 8 oktavniveauer og foretage bedømmelsen ud fra totalniveauet. Dette stemmer med, at resultater, der indgår i en myndighedsbehandling af støjsager, bedømmes på totalniveauer i forhold til grænseværdier.

På basis af de første 32 besvarelser blev de sande værdier beregnet og karaktervurderinger sendt til deltagerne den 14. september 2009. De endelige sande værdier blev udsendt 20. oktober 2009.

I den samlede bedømmelse opnåede alle 34 besvarelser karakterer større end 3 og bestod dermed alle opgaven. 18 af besvarelserne fik topkarakteren 5 (53 %). Godkendte laboratorier / certificerede personer bør opnå en samlet karakter, der er større end 3 (på en skala fra 1 til 5).

Alle deltagere bestod delopgaven med måling af lydtrykniveauet i et referencepunkt, og 30 fik karakteren 5 (88 %). I delopgaven med lavfrekvent støj bestod 33 ud af 34 deltagerne (97 %), og 20 fik karakteren 5 (59 %). Alle deltagere bestod kildestyrkeopgaven og 25 deltagere fik karakteren 5 (74 %).

De samlede resultater blev gennemgået og diskuteret på Referencelaboratoriets Emnedag den 2. november 2009.

DELTA, oktober 2009



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
4.1 Opgavebeskrivelse.....	10
4.2 Kuglemetoden.....	10
5. Beregning af sande værdier.....	11
6. Resultater	11
6.1 L_{Aeq} i referencepunktet.....	11
6.2 Lavfrekvent støj $L_{pA,LF}$ i referencepunktet.....	12
6.3 Kildestyrken L_{WA}	13
7. Karakterer	15
7.1 Karakter for L_{Aeq} i referencepunktet.....	15
7.2 Karakterer for Lavfrekvent støj $L_{pA,LF}$	15
7.3 Karakterer for Kildestyrken L_{WA}	16
7.4 Samlede karakterer	17
8. Konklusion	18
9. Referencer	19
Appendix 1 Opgavebeskrivelse – RL 12/09.....	20
Appendix 3 Afvigelser og karaktergivning	27
Appendix 4 Deltagerne i den 18. sammenlignende støjmåling.....	29
Appendix 5 Indsendte resultater	33

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 (DELTA) 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 retningslinierne i:

ISO/IEC Guide 43: *Proficiency testing by interlaboratory comparisons*

og

RL 20/96: *Kvalitetskrav til ”Miljømåling – ekstern støj”*[3]

2.2 Opgaven

Den 18. sammenlignende støjmåling var udelukkende en måleopgave på en lydkilde. Der blev rundsendt 4 såkaldte ghettoblastere af fabrikatet Bosch med tilhørende lyd-cd’ere med indspilning af typisk ventilatorstøj. Støjen fra kilden skulle måles i et nærmere udpeget referencepunkt og lydkildens kildestyrke L_{WA} skulle beregnes i henhold til Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993 [1].

I Appendix 1 findes opgavebeskrivelsen. 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 målt de 4 Bosch lydkilder og fundet de indbyrdes forskelle. Der blev fremstillet 4 forskellige lydoptagelser af ventilationsstøjen, der hver især var korrigeret i 33 frekvensbånd (1/3-oktav), så den målte frekvensrespons fra de fire lydkilder var så ens som muligt. Optagelserne blev overført til 4 CD-ere, der blev isat i de respektive lydkilder. Der blev efterfølgende foretaget målinger på alle fire lydkilder, udført på to forskellige lokationer og med forskellig måleafstand ($a = 1,33$ m og $a = 2,4$ m). Målingerne viste stadig afvigende indbyrdes resultater mellem lydkilderne. De sidste målinger blev derfor anvendt til at bestemme nye korrektionsspektre, som er anvendt til at korrigere deltagernes resultater, for at muliggøre sammenligning af målinger udført på forskellige lydkilder.

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 (DELTA’s personcertificering), og for laboratorier som er akkrediteret til ”Miljømåling – ekstern støj”.

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 personer, kan deltagerne vælge enten at indsende en fælles besvarelse eller at indsende individuelle besvarelser. Retningslinier for fælles besvarelser er angivet i RL 20/96 [3].

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 (DELTA) 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.

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 18. sammenlignende støjmåling fremgår af Appendix 2.

3. Afvikling

3.1 Forløb

Den 19. juni 2009 blev invitationen og opgavebeskrivelsen og svararket til den 18. sammenlignende støjmåling udsendt til de danske laboratorier. De nordiske laboratorier fik invitationen tilsendt 6. oktober 2009. Svarfristen for de danske laboratorier var den 7. september 2009.

Deltagerne skulle selv gå på internetsiden Doodle.com og booke de uger, hvor de havde mulighed for at foretage målingerne. Til trods for afholdelse af sommerferie, foregik rundsendelsen og returnering af lydkilderne så effektivt og fleksibelt, at den stramme tidsplan blev overholdt indenfor de afsatte 10 uger.

Resultaterne skulle afleveres ved at udfylde det tilsendte regneark og returnere det pr. e-mail til reflab@delta.dk. Alle besvarelser blev modtaget rettidigt. 2 deltagere fik forlænget fristen med en uge pga. tidsproblemer med andre måleopgaver.

Resultaterne af den 18. sammenlignende støjmåling blev præsenteret på Referencelaboratoriets Emnedag den 2. november 2009.

3.2 Deltagere

I alt modtog Referencelaboratoriet 36 besvarelser, hvoraf de 34 var forskellige. De fordelte sig således:

- 6 fra DANAK/SWEDAC-akkrediterede laboratorier
- 30 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

4.1 Opgavebeskrivelse

I Appendix 1 er gengivet opgavebeskrivelsen, som blev fremsendt til deltagerne den 19. juni 2009. Deltagerne skulle som nævnt måle støjen fra en lydkilde, som blev tilsendt deltageren, og som de havde i én uge. Støjen skulle bestemmes i et nærmere angivet referencepunkt, og resultatet angives som det A-vægtede lydtrykniveau i 8 oktaver fra 63 Hz til 8000 Hz og som det totale A-vægtede lavfrekvente lydtrykniveau fra 10 til 160 Hz. Kildestyrken L_{WA} for lydkilden skulle bestemmes og angives i de nævnte 8 heloktavbånd.

4.2 Kuglemetoden

Lydkildens kildestyrke (lydeffektniveau) skulle bestemmes ved hjælp af kuglemetoden beskrevet i afsnit 6.2 i [1]. I vejledningens afsnit 6.2.1 om målefladen, står der, at ”*kuglefladens radius R vælges så stor, som de praktiske forhold tillader (baggrundsstøj, akustisk kvalitet af omgivelserne m.m.)*”, idet kravet: $R \geq 2 \times d_0$ skal opfyldes. d_0 er den karakteristiske dimension, som i denne opgave er 45 cm. Radius R skal være så stor som mulig, men altså mindst $2 \times 45 \text{ cm} = 90 \text{ cm}$. Endvidere står i afsnit 6.2.1, at afstanden fra målepositionerne til referenceboksen skal være mindst 1 m.

I afsnit 6.2.3 i [1] står der, at målemikrofonens højde over terræn skal være minimum 1 m (og max 10 m), og kantlængdeforholdet mellem a og h_m skal være 0,8 : 0,6, hvor a er den vandrette afstand til støjildens centrum, og h_m er mikrofonhøjden over terræn. Dette betyder generelt for $\frac{1}{2}$ -kuglemetoden, at minimumsafstanden $a = 1,33 \text{ m}$, og at minimumsradius $R = 1,66 \text{ m}$.

I afsnit 6.2.4 i [1] står der, at når forskellen mellem lydtrykniveauet i 2 af de 4 primære målepunkter er større end 6 dB, skal der måles i yderligere 4 målepunkter i samme højde som de øvrige og jævnt fordelt mellem disse.

Normalt skal retningskorrektionen ΔL_ϕ beregnes i de valgte måleretninger, når det A-vægtede lydtrykniveau mellem 2 målepunkter overstiger 6 dB (se formel (6.2.6) i [1]). Dette var dog ikke et krav i den aktuelle opgave.

5. Beregning af sande værdier

Resultater, der er mere end 2 gange standardafvigelsen fra middelværdien af alle resultater, kaldes outliers og frasorteres. Dernæst er der beregnet en ny middelværdi af besvarelsenerne uden outliers, både for hvert oktavbånd og for totalniveauet. Kun de resultater, der ligger inden for 1 gange standardafvigelsen fra den nye middelværdi, medtages i beregningen af de sande værdier. I Tabel 1 ses standardafvigelsen (uden outliers) oktavopdelt for $L_{Aeq, REF}$ og L_{WA} .

Standardafvigelse (σ) pr. oktav	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
σ (lydtrykniveau, $L_{Aeq, REF}$)	1,8	0,5	0,4	0,5	0,6	0,3	0,7	1,0
σ (kildestyrke, L_{WA})	2,3	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8

Tabel 1

Standardafvigelse for alle deltagerresultaternes heloktavværdier af $L_{Aeq, REF}$ og L_{WA} uden outliers [dB]. Standardafvigelsen for lavfrekvent støj $L_{pA, LF}$ i referencepunktet var 0,6 dB (uden outliers).

I Appendix 2 findes de sande værdier beregnet på basis af de 34 forskellige ud af 36 besvarelser, idet 4 deltagere parvist havde lavet fælles besvarelser.

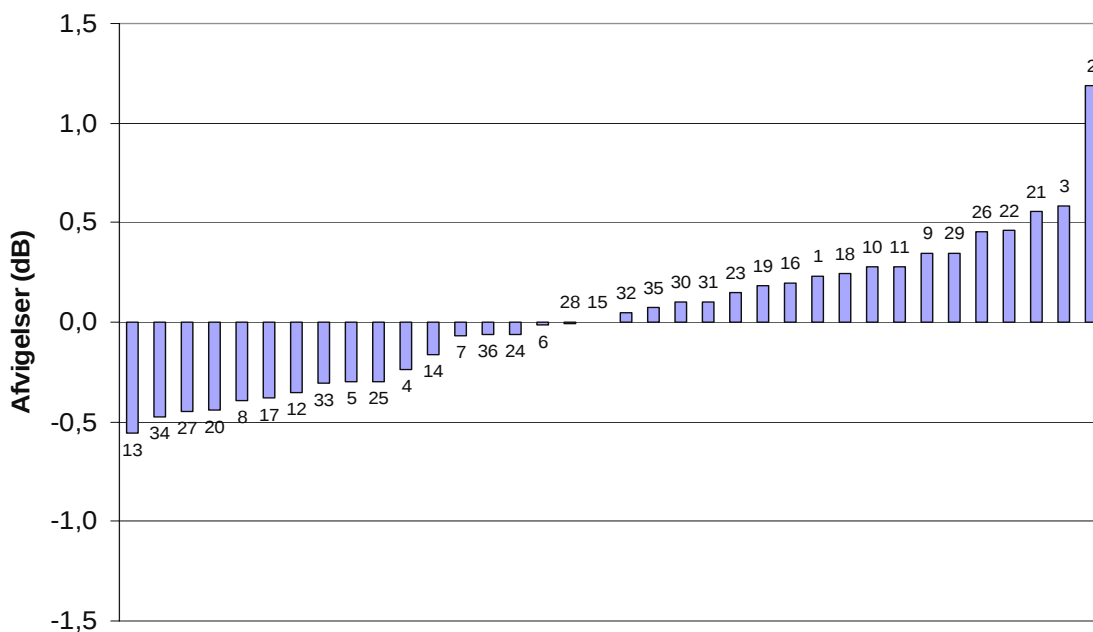
6. Resultater

I det følgende er resultaterne fra besvarelsernes afbildet som afvigelser fra de sande værdier. Kun afvigelsen for totalværdierne, som Referencelaboratoriet har beregnet ved energisumma-tion af oktavværdierne, er afbildet. Desuden er afbildet kildestyrken i oktavbåndet ved 63 Hz, som var et særligt afvigende oktavbånd. I Appendix 5 ses alle delresultater fra alle besvarelserne. Deltagerbesvarelse nr. 1 er Referencelaboratoriet.

6.1 L_{Aeq} i referencepunktet

Opgaven var at bestemme L_{Aeq} i referencepunktet 70 cm vandret afstand fra centrum af lydkilden i mikrofonhøjden 50 cm.

Standardafvigelsen på totalværdien af alle de indkomne delresultater for L_{Aeq} i referencepunktet var 0,4 dB. De resultater, som lå mere end 2 gange standardafvigelsen fra middelværdien af alle resultaterne, blev udelukket (outliers). Deltagerens afvigelser fra den sande værdi er vist i Figur 1. Resultat nr. 2 betragtes som en outlier. Den sande værdi er her $L_{Aeq, REF, tot} = 75,7$ dB re 20 μ Pa. Standardafvigelsen uden outliers er 0,3 dB.



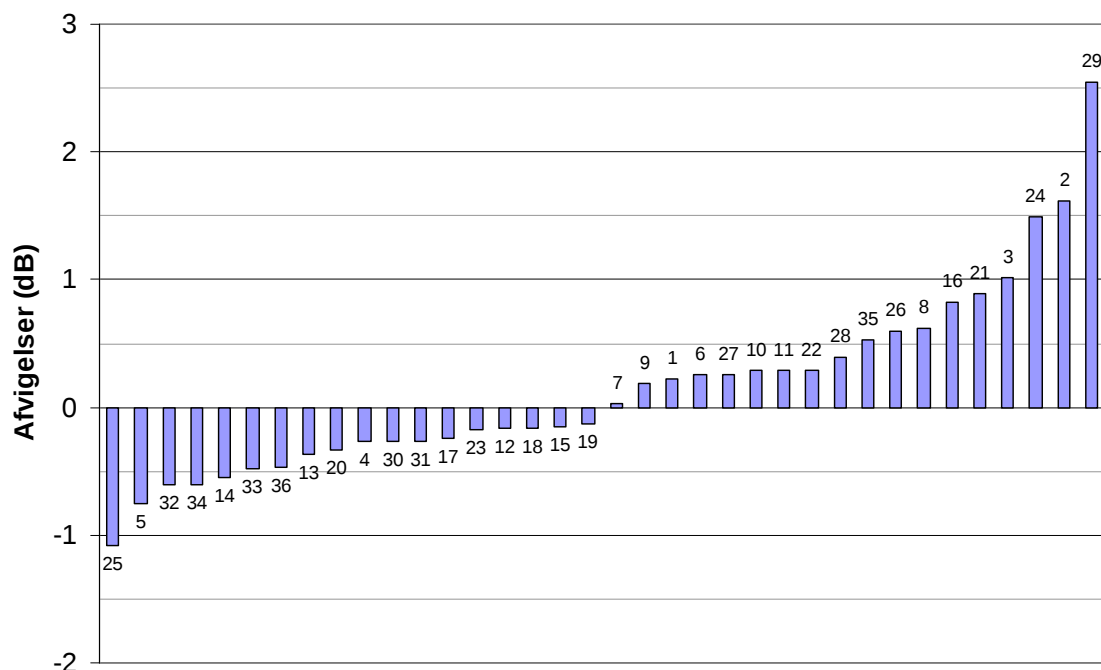
Figur 1

Afvigelse fra totalværdien af L_{Aeq} i referencepunktet. Besvarelsens afvigelse fra den sande L_{Aeq} -værdi, som er beregnet til $L_{Aeq} = 75,7$ dB re 20 μ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for besvarelserne uden outlier (nr. 2) er 0,3 dB.

6.2 Lavfrekvent støj $L_{pA,LF}$ i referencepunktet

Den lavfrekvente støj $L_{pA,LF}$ skulle måles i referencepunktet og resultatet skulle angives som den energimæssige sum af lydtrykniveauerne i dB re μ Pa i de 13 frekvensbånd med centerfrekvenserne 10 Hz til 160 Hz (1/3-oktav).

Standardafvigelsen var 0,7 dB for alle de indkomne delresultater for lavfrekvent støj $L_{pA,LF}$. Deltagernes afvigelser fra den sande værdi er vist i Figur 2. Resultat nr. 2 og 29 betragtes som outliers. Den sande værdi er $L_{pA,LF} = 60,3$ dB re 20 μ Pa. Standardafvigelsen uden outliers er 0,6 dB.



Figur 2

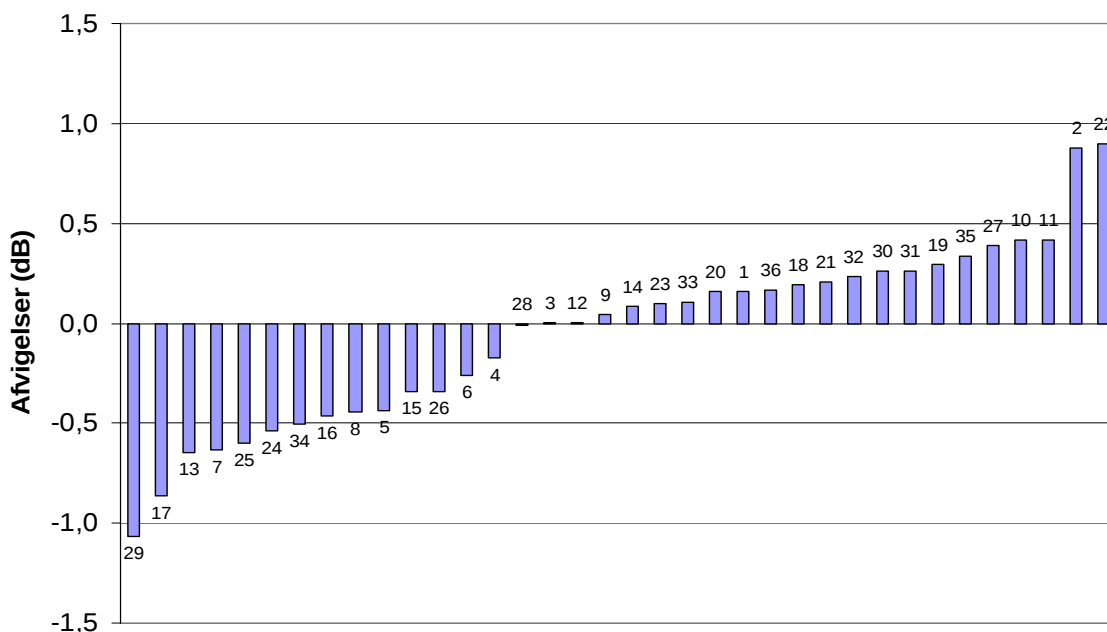
Afvigelse for lavfrekvent støj $L_{pA,LF}$, som er beregnet til $L_{pA,LF} = 60,3$ dB re $20 \mu\text{Pa}$. Numrene på figuren er deltagerens numre. Standardafvigelsen for besvarelsene uden outliers (nr. 2 og 29) er 0,6 dB.

6.3 Kildestyrken L_{WA}

Lydkildens kildestyrke (lydeffektniveau) skulle bestemmes ved hjælp af kuglemetoden beskrevet i afsnit 6.2 i [1].

Deltager nr. 7, 16 og 24 havde angivet et forkert kantlængdeforhold ($a : h_m$). Én deltager (nr. 24) havde $h_m < 1$ m, og måleradius var beregnet forkert. Én deltager (nr. 33) havde målt i 4 punkter i stedet for i 8 punkter.

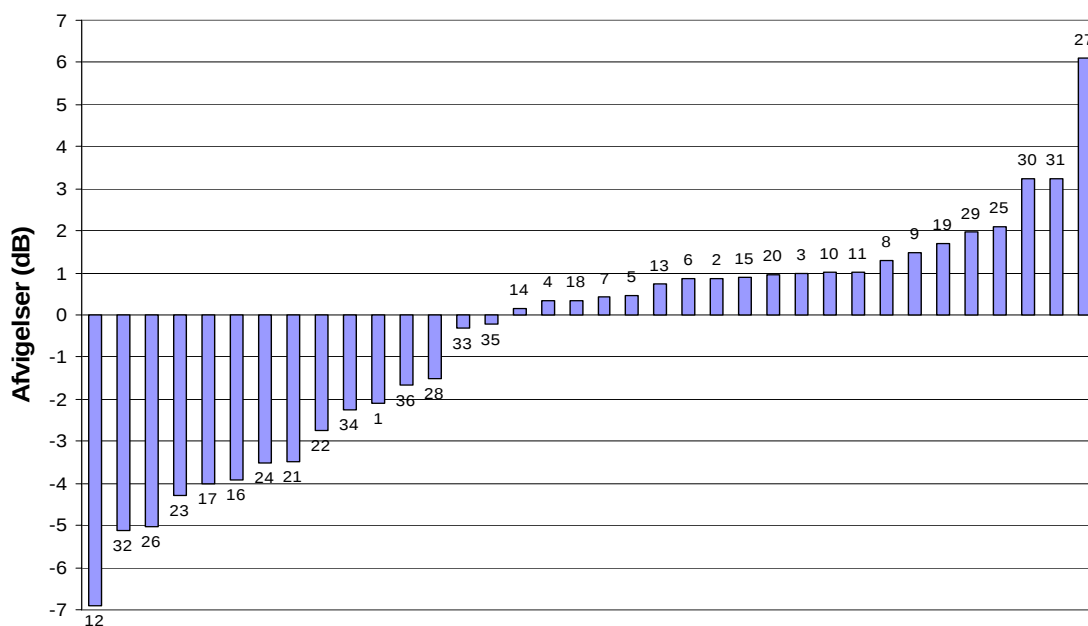
Standardafvigelsen var 0,5 dB for alle resultaterne for totalværdien af kildestyrken L_{WA} . Deltagerens afvigelser fra den sande værdi er vist i Figur 3. Resultat nr. 29 betragtes som outlier. Den sande værdi er $L_{WA,tot} = 77,1$ dB re 1 pW. Standardafvigelsen uden outlier er 0,4 dB.



Figur 3

Afvigelse for totalværdien af kildestyrken L_{WA} , som er beregnet til $L_{WA,tot} = 77,1$ dB re 1 pW. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for besvarelserne uden outliers (nr. 29) er 0,4 dB.

På Figur 4 herunder er vist kildestyrkeresultaterne ved 63 Hz, hvor der forekom en særlig stor spredning. Standardafvigelsen inkl. outliers er 2,8 dB. Resultat nr. 12 og 27 betragtes som outliers. Den sande værdi er L_{WA} (63 Hz) = 48,4 dB. Standardafvigelsen uden outliers er 2,3 dB.



Figur 4

Afvigelse for kildestyrken L_{WA} , i 63 Hz heloktavgbåndet, som er beregnet til L_{WA} (63Hz) = 48,4 dB. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for besvarelserne uden outliers (nr. 12 og 27) er 2,3 dB.

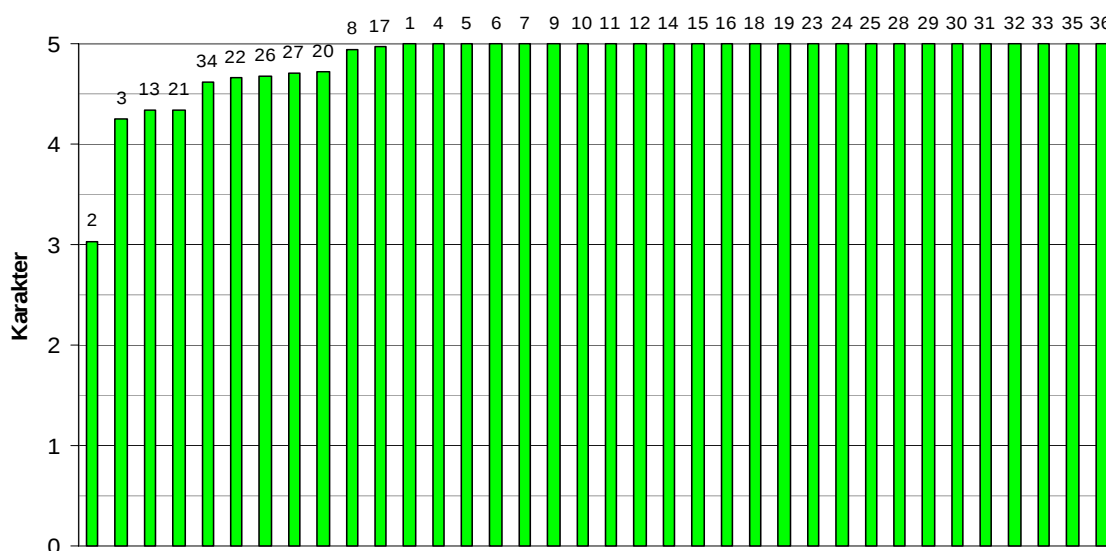
7. Karakterer

Karaktergivningningen behandler resultaterne for totalværdierne af $L_{Aeq,REF}$, $L_{pA,LF}$ og L_{WA} ligeværdigt. Den samlede karakter er fremkommet som et vægtet gennemsnit af disse parametre, hvilket er nærmere beskrevet i Appendix 3. Deltagerne fik også vurderet alle oktavværdierne i deres besvarelse efter den samme karakterskala, men kun totalværdierne indgik i den samlede vurdering.

I det følgende er karaktererne vist for $L_{Aeq,REF,tot}$, $L_{pA,LF}$ og $L_{WA,tot}$ henholdsvis i Figur 5, Figur 6 og Figur 7.

7.1 Karakter for L_{Aeq} i referencepunktet

Karaktererne for opgaven med at måle L_{Aeq} i referencepunktet er afbildet i Figur 5.



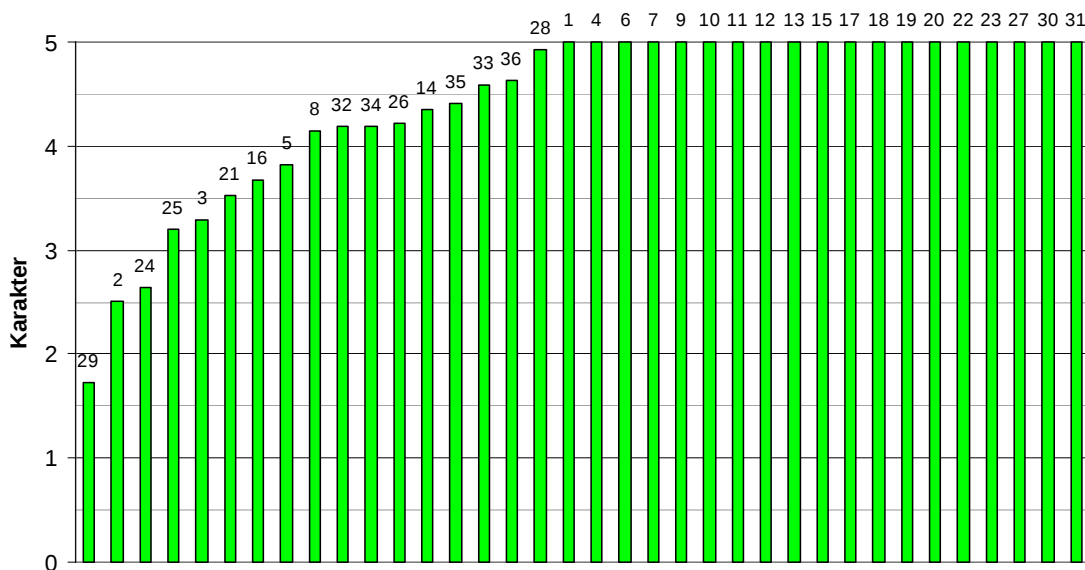
Figur 5

Karakterer for totalværdien af L_{Aeq} i referencepunktet. Numrene på figuren er deltagerens numre.

Det ses af Figur 5, at alle 34 besvarelser (100 %) fik en karakter over 3, som angiver grænsen for en tilfredsstillende opgaveløsning. 30 besvarelser fik topkarakteren 5 (88 %).

7.2 Karakterer for Lavfrekvent støj $L_{pA,LF}$

Karaktererne for opgaven med at måle den lavfrekvente støj $L_{pA,LF}$ er afbildet Figur 6.



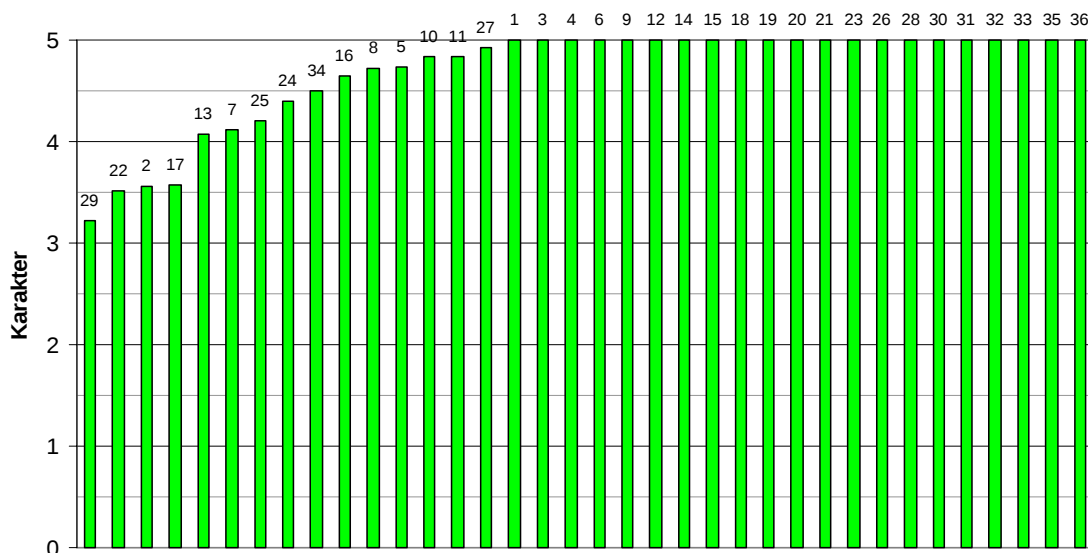
Figur 6

Karakterer for lavfrekvent støj $L_{pA,LF}$. Numrene på figuren er deltagernes numre.

Det ses af Figur 6, at 33 ud af 34 laboratorier (97 %) fik en karakter over 3 for lavfrekvent støj opgaven. 20 besvarelser fik topkarakteren 5 (59 %).

7.3 Karakterer for Kildestyrken L_{WA}

Karaktererne for opgaven med at bestemme kildestyrken L_{WA} er afbildet i Figur 7.



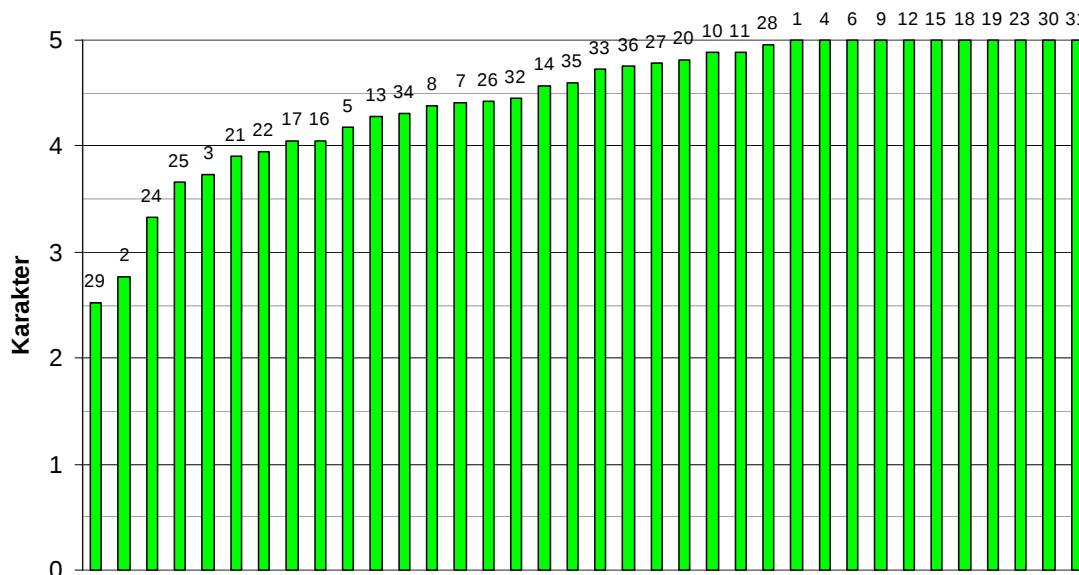
Figur 7

Karakterer for totalværdien af kildestyrken L_{WA} . Numrene på figuren er deltagernes numre.

Det ses af Figur 7, at alle 34 besvarelser (100 %) fik en karakter større end 3 for kildestyrkeopgaven, og at 25 besvarelser fik topkarakteren 5 (74 %).

7.4 Samlede karakterer

Den samlede karakter er fundet som et vægtet gennemsnit af karaktererne for delresultaterne $L_{Aeq, REF, tot}$, $L_{WA, tot}$ og $L_{pA, LF}$. Vægtningemetoden er beskrevet i Appendix 3.



Figur 8

Den samlede karakter for den 18. sammenlignende støjmåling fundet som vægtet gennemsnit af resultaterne for totalværdierne: $L_{Aeq, REF, tot}$, $L_{pA, LF}$ og $L_{WA, tot}$. Numrene på figuren er deltagernes numre.

De samlede karaktervurderinger for den 18.sammenlignende støjmåling fremgår af Figur 8. Alle 34 deltagende laboratorier bestod den samlede opgave. 18 laboratorier fik topkarakteren 5 (53 %).

8. Konklusion

I juni til september 2009 gennemførtes den 18. sammenlignende støjmåling. Alle 36 deltagere bestod den samlede opgave, idet de fik en samlet karakter på 3 eller derover. 34 af de 36 besvarelser var forskellige, idet 4 af deltagerne var parvis sammen om opgaven.

Af de tre delopgaver: Lydtrykniveauet i referencepunkt ($L_{Aeq,REF}$), lavfrekvent støj i referencepunktet ($L_{pA,LF}$) og beregning af kildestyrken (L_{WA}) var standardafvigelsen mellem resultaterne mindst for den første delopgave (0,3 dB excl. outliers). Målepunktet (referencepunktet) var her entydigt angivet og var så tæt placeret på lydkilden, at baggrundsstøjen var mindst her. Den anden delopgave med lavfrekvent støj målt i samme punkt gav en standardafvigelse på 0,6 dB, hvilket kunne tyde på, at baggrundsstøjen har forstyrret mere i dette frekvensområde. Den sidste opgave med beregning af kildestyrken for lydkilden gav en standardafvigelse på 0,5 dB med outliers og 0,4 dB uden outliers.

En spredning på 0,4 dB på måling af L_{Aeq} er i god overensstemmelse med det område for instrumentbetinget unøjagtighed, som er angivet til $\sigma_i = 0,25 - 0,5$ dB i Miljøstyrelsen vejledning nr. 6/1984 [2].

Den 5. sammenlignende støjmåling, som foregik i perioden juli 1986 til juli 1989, omhandlede også målinger af L_{Aeq} fra en lydkilde. Her blev kun én lydkilde rundsendt og mikrofonen skulle anbringes i et stativ, der var monteret på lydkilden. Spredningen på resultaterne var da 0,4 dB (excl. outliers). Den 18. sammenlignende støjmåling viser altså samme spredning på resultaterne som i 1989, men i forhold til 1989 er der mindre afvigelser og kun én outlier imod 4 outliers i 1989. Ydermere målttes der denne gang på 4 lydkilder og mikrofonpositionen var ikke fikseret i et stativ, hvilket også bidrager til spredningen. Lydkildernes forskellighed har også bidraget til denne spredning, trods forsøget med at korrigere for lydkildernes indbyrdes forskelligheder som beskrevet i afsnit 2.3. Da usikkerheden på målingen både er sammensat af bidrag fra støjkildevariationer, målemetode (opmåling af afstand), instrumentet, baggrundsstøj er standardafvigelser på instrumenter sandsynligvis mindre end 0,3 dB.

Formålet med den 18. sammenlignende støjmåling var – udover den instrumentbetingede del – at teste kuglemetoden anvendt på en retningsafhængig støjkilde. Alle laboratorier, med få undtagelser, anvendte kuglemetoden helt efter forskrifterne i Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993 [1]. Af undtagelserne kan nævnes: Én deltager målte kun i de 4 primære punkter (krav: 8 punkter), én deltager målte i mikrofonhøjden 0,8 m (krav $h_m > 1$ m) og 2 deltagere målte for tæt på lydkilden (krav for denne lydkilde: $a > 1,33$ m og $R > 1,66$ m). I alt 3 deltagere, deriblandt de allerede nævnte, anvendte et forkert forhold mellem den vandrette og den lodrette måleafstand (krav: $a / h_m = 0,8 / 0,6$).

Standardafvigelsen på anvendelsen af kuglemetoden er angivet til $\sigma = 2$ dB i Orientering nr. 36 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratoriet [4]. Standardafvigelsen af den 18. sammenlignende støjmålings resultater for kildestyrkerne er som nævnt 0,4 dB uden outliers og dermed markant mindre end 2 dB, især set i lyset af, at afvigelserne på deltageres kildestyrker både indeholder standardusikkerheden på støjkilderne (σ_{kilde}), på instrumenterne (σ_i) og på anvendelsen af kuglemetoden. Ved måling af støjen fra industrivirksomheder kan det ofte være svært for måleteknikerne at få en nøjagtighed på 0,4 dB, da måleforholdene sjældent er så gode, som dem deltagerne har målt under i den sammenlignende støjmåling.

9. Referencer

- [1] *Beregning af ekstern støj fra virksomheder*. Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993
- [2] *Måling af ekstern støj fra virksomheder*, Miljøstyrelsen vejledning nr. 6/1984
- [3] *Kvalitetskrav til "Miljømåling – ekstern støj"*
Udredning fra Referencelaboratoriet, RL 20/96, december 1996, opdateret maj 2008
- [4] *Usikkerhed på beregnede niveauer af ekstern støj fra virksomheder*, Orientering nr. 36,
Miljøstyrelsens Referencelaboratorium, november 2005

Appendix 1

Opgavebeskrivelse – RL 12/09

18. sammenlignende støjmåling

Opgavebeskrivelse

Den 18. sammenlignende støjmåling består i at måle støjmissionen i et referencepunkt og beregne kildestyrken fra en lydkilde, som tilsendes alle deltagere. Desuden skal støjen i referencepunktet analyseres for lavfrekvent støj.

Tilmelding og aflevering af resultater

Tilmelding foretages ved indsendelse af vedhæftede tilmeldingsblanket til Referencelaboratoriet enten elektronisk til reflab@delta.dk eller på papir til DELTA, Venlighedsvej 4, 2970 Hørsholm, att. Jens E. Laursen.

Resultaterne skal afleveres ved udfyldelse af Excel-regnearket: "Resultater af 18. sammenlignende støjmåling.xls", som deltagerne får fremsendt pr. e-mail i invitationen.

Besvarelserne (regneark og bilag) skal være Referencelaboratoriet i hænde senest mandag den 7. september 2009. Elektronisk post sendes til reflab@delta.dk.

Reservation af lydkilderne

Der er 4 lydkilder til rådighed for de ca. 32 laboratorier i 10 uger. Lydkilden kan kun bruges i én uge per laboratorium. Det er derfor af stor vigtighed, at deltagerne foretager målingerne hurtigst muligt efter modtagelsen af støjkilden. Lydkilden modtages om tirsdagen og skal returneres torsdag eller senest fredag til Referencelaboratoriet, som foretager en test, inden kilden sendes videre til næste deltager. Målingerne vurderes at kunne foretages over 1-2 timer. Resten af opgaven vil kunne gennemføres uden brug af lydkilden.

Deltagerne reserverer en lydkilde via hjemmesiden Doodle.com. Et udklip herfra er vist i Figur 1. Linket til DELTA's reservationsliste er www.doodle.com/umifp8m6awmz3nk9.

Eksempel

	Uge 26	Uge 27	Uge 28	Uge 29	Uge 30	Uge 31	Uge 32	Uge 33	Uge 34	Uge 35
Delta - Them	OK		OK	OK	OK		OK	OK	OK	
Dit navn	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Optælling	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0

1) Indtast navn på deltager og laboratorium

2) Sæt kryds i boksene, - så mange som muligt!

3) Gem reservation

Gem

Figur 1.
Reservation af lydkilde på Doodle.com.

For at sikre at alle deltagerne kan udnytte lydkilderne inden for den afsatte periode, er det vigtigt, at deltagerne forbereder sig med et måleprogram inden modtagelsen af støjkilden. Ligeledes er det yderst vigtigt, at lydkilden tilbagesendes så hurtigt som muligt og senest fredag i samme uge, som den modtages. (Ved den 5. sammenlignende støjmåling i 1986, hvor der også blev sendt en støjkilde rundt, tog det næsten 3 år at afvikle målingerne!!!).

Notation

Begrebet "kildestyrke" betegner i det følgende det samme som det A-vægtede lydeffektniveau.

Spørgsmål til opgaverne

Spørgsmål om tolkning af opgaverne skal stilles senest 14 dage for 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.

1. Støjkilden

På nedenstående foto ses lydkilden, som tilsendes deltagerne. Det kan antages, at lydkilden er en støjkilde, som står på et virksomhedstag. Taget er hårdt (som asfalt eller flisebelægning), og der er ingen reflekterende objekter i nærheden. Støjkildens lydeffektniveau skal måles, for at den skal kunne indgå i en støjkortlægning af den pågældende virksomhed i henhold til Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993: "Beregning af ekstern støj fra virksomheder". Støjkildens afstand og retning i forhold til immissionspunkterne kendes ikke.

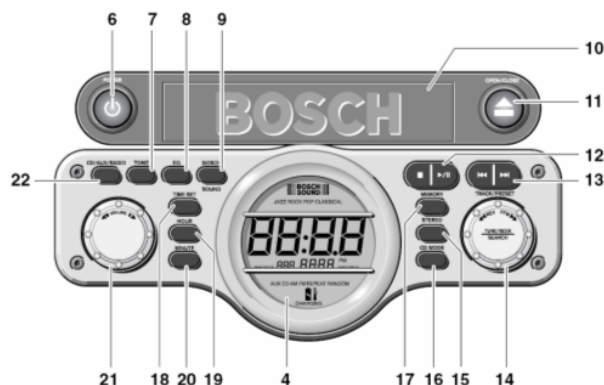


Figur 2

Lydkilde: Bosch GML 24-V-CD. Ydre mål: 37 cm x 37 cm x 37 cm.

1.1 Lydkildens indstillinger

På nedenstående figur ses displayet på cd-anlægget Bosch GML 24-V-CD. Manualen er vedlagt lydkilden og kan hentes på www.delta.dk/reflab/18lydkildemanual.



Figur 3

Knapper med nummerhenvisninger for betjening af cd-anlægget.



Figur 4

Display med nummerhenvisninger samt foto af displayet med de korrekte indstillinger.

Cd-anlægget indstilles på følgende måde, idet der refereres til numrene i Figur 3 og Figur 4:

1. Der trykkes på tasten "CD/Aux/Radio" (22) indtil "CD" vises i displayet (39).
2. Bas og Treble nulindstilles ved at trykke (7) og dreje på (21) til 00 vises for både Bas og Treble (30).
3. Equalizer (8) indstilles, så ingen af de forvalgte modes benyttes (tomt display (28)).
4. Bosch-indstillingen slås fra (tomt display (27)).
5. Volumen sættes til højeste indstilling "20" ved at dreje på (21).

Herefter skal displayet se ud som på højre side af Figur 4.

1.2 Opladning

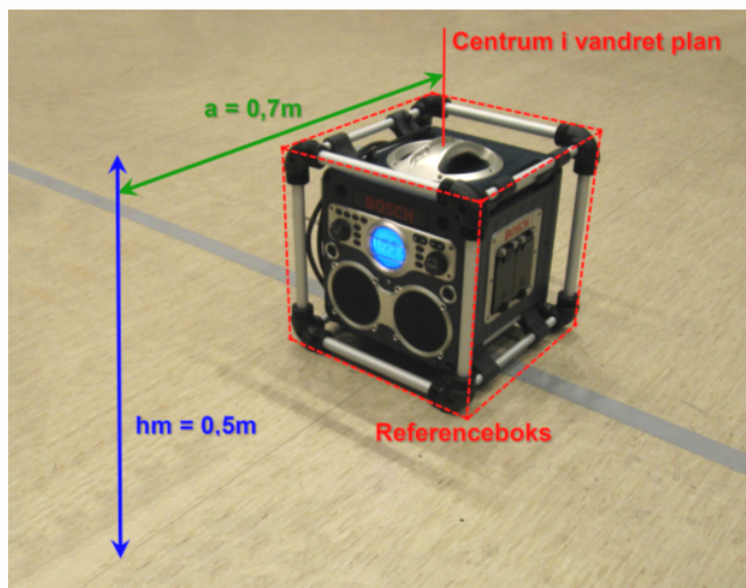
Lydkilden kan køre på det indsatte 18 volt batteri i mindst 3 timer, hvis det er fuldt opladet. Opladningen sker ved at tilslutte lydkilden 230V. Kontrollér, at (36) blinker (opladning) eller lyser konstant (fuldt opladet). Det anbefales, at batteriet er fuldt opladet, inden målingerne startes. Bemærk, at batteriet aflades, selvom lydkilden er slukket (6). Det er derfor vigtigt, at lydkilden står til opladning i tiden op til målingerne.

1.3 Lydeksempel

Støjen, der skal måles, er indspillet på den cd, der sidder i lydkilden. Den indeholder stationær støj med et indhold af lavfrekvent støj. Der er kun én optagelse på den medfølgende cd. Støjen varierer så lidt, at det ikke har betydning, hvilken del af optagelsen der måles og/eller analyseres på. Optagelsen varer ca. 30 minutter.

1.4 Referencepunkt

Lydtrykniveauet skal måles midt foran højttaleren i et referencepunkt, som befinder sig i den vandrette afstand 0,7 m fra centrum af referenceboksens vandrette plan (se Figur 5), og i højden 0,5 m over terrænet. Mikrofonen skal pege i retning af lydkilden, og mikrofonmembranplanet skal være lodret.



Figur 5
Mikrofonplacering ved måling i referencepunktet.

Resultatet af referencepunktsmålingen angives som det A-vægtede lydtrykniveau i dB re 20µPa i 8 heloktavbånd med centerfrekvenserne 63-8000 Hz.

1.5 Kildestyrke

Kildestyrken skal måles og beregnes ved hjælp af kuglemetoden (jf. Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993) på et hårdt, plant underlag uden reflekterende objekter i nærheden. Det er en del af opgaven at vælge en passende måleafstand, måle højde etc.

Støjkildens referenceboks er i denne opgave defineret til at være kubisk med sidelængden 37 cm, se Figur 5. Det akustiske centrum antages at ligge midt i referenceboksen.

Baggrundsstøjen på målestedet skal være så lav, at den ikke influerer på resultatet af målingerne. Det anbefales at måle baggrundsstøjen for – om nødvendigt – at kunne korrigere må-

lingerne herfor. Resultatet angives som det A-vægtede lydeffektniveau i dB re 1pW i 8 heloktavbånd med centerfrekvenserne 63-8000 Hz.

I opgavebesvarelsen skal desuden anføres følgende parametre:

- Vandret afstand fra mikrofon til lydkildens akustiske centrum (se ovenfor)
- Mikrofonhøjde over terræn
- Kuglefladens radius R
- Antal målepunkter

1.6 Lavfrekvent støj

Den lavfrekvente støj $L_{pA,LF}$ måles i referencepunktet (se afsnit 1.4), og resultatet angives som den energimæssige sum af lydtrykniveauerne i dB re μPa i de 13 1/3-oktavbånd med centerfrekvenserne 10 Hz til 160 Hz.

2. Dokumentation

Referencelaboratoriet sender deltagerne et regneark "Resultater 18saml.xls", hvori beregningsresultaterne kan indsættes (se eksempel i Tabel 1).

									Antal målepunkter	Vandret afstand fra ref.boks-centrum til mikrofon (a)	Mikrofonhøjde (h_m)	Måleradius (R)	Lavfrekvent støj i ref.pkt. ($L_{pA,LF}$)
1/1-oktavbånd, frekvens:	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000					
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	stk	m	m	m	dB
L_{Aeq} (referencepunkt)									1	0,70	0,50	-	
L_{WA} (kildestyrke)													-

Tabel 1

Resultatskema. Sendes som regneark til deltagerne (filnavn: "Resultater 18saml.xls")

3. Evaluering og karaktergivning

Ved evaluering af laboratoriemeres besvarelser vil alle delresultater (dB-værdierne) i det indsendte resultatskema blive ligeligt evalueret i forhold til den "sande" værdi for delresultaterne. Så selv om en oktavværdi ikke har væsentlig betydning for det totale niveau, vurderes også dette bidrags afvigelse fra den sande værdi i forbindelse med karaktergivningen.

Appendix 2

Udskrift af regneark med resultater (udfyldt med de sande værdier)

[illegible]

Appendix 3

Afvielser og karaktergivning

Afvielser mellem de 4 lydkilder

De fire Bosch-musikanlæg, som blev benyttet til den 18. sammenlignende støjmåling, blev testet af Referencelaboratoriet i et halv-lyddødt (semi anechoic) rum. De målte forskelle blev brugt til at korrigere lydeksemples frekvensspektrum i forhold til én af kilderne (lydkilde nr. 1). Tre af lydkilderne blev herefter udstyret med korrigerede cd'ere for at udligne de målte forskelle. Efter udsendelsen af lydkilderne viste fornyede målinger, at der stadig var forskel mellem lydkilderne. De deltagerresultater, som stammer fra målinger på lydkilde nr. 2, 3 og 4, er derfor korrigeret i forhold til kilde nr. 1 for at kunne bestemme en mere nøjagtig middelværdi af alle deltagerresultaterne. Korrektionsværdierne fremgår af nedenstående tabeller.

Korrektion til $L_{Aeq,REF}$	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Lydkilde 2 -> Lydkilde 1	0,24	-0,17	-0,17	-0,17	-0,12	0,48	0,29	-0,60
Lydkilde 3 -> Lydkilde 1	0,33	0,02	0,04	0,20	-0,09	0,30	0,45	1,44
Lydkilde 4 -> Lydkilde 1	0,14	0,36	0,33	0,21	0,09	0,42	-0,63	0,66

Tabel 2

Korrektionsspektre for $L_{Aeq,REF}$ anvendt til korrektion af deltagerresultater opnået med lydkilde 2, 3 og 4.

Korrektion til L_{WA}	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Lydkilde 2 -> Lydkilde 1	0,15	-0,04	-0,12	-0,21	-0,17	0,20	-1,61	-0,25
Lydkilde 3 -> Lydkilde 1	0,30	0,03	0,03	0,04	0,08	0,11	-0,55	0,56
Lydkilde 4 -> Lydkilde 1	0,17	0,32	0,11	0,12	0,40	0,45	0,73	-0,03

Tabel 3

Korrektionsspektre for L_{WA} anvendt til korrektion af deltagerresultater opnået med lydkilde 2, 3 og 4.

Korrektionen anvendt på resultaterne for $L_{pA,LF}$ er -0,16 for målinger på kilde nr. 2, +0,03 dB for målinger på kilde 3 og +0,36 for kilde nr. 4.

Afviigelser fra sande værdier og karaktergivning

Sammenhængen mellem karakterer og afviigelser af de sande værdier afhænger ifølge angivelserne i RL 20/96 [3] af eksemplernes sværhedsgrad. I denne sammenlignende måling fremgår sammenhængen af stående tabel.

Karakter	L_{Aeq} , $L_{pA,LF}$ og L_{WA}
5	0,0-0,5
4	0,5-0,9
3	0,9-1,6
2	1,6-2,9
1	> 2,9

Tabel 4

Sammenhængen mellem enkeltkarakterer og afviigelser fra de sande værdier i den 18. 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.

Selv om deltagerne indsendte deres delresultater som 1/1-oktavniveauer, blev kun de totale støjniveauer lagt til grund for karaktervurderingerne. Årsagen hertil er, at totalværdierne normalt er mest relevante, da disse benyttes i myndighedsbehandling af støjsager.

Appendix 4

Deltagerne i den 18. 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.

ACOUSAFE – ARBEJDSMILJØEksperten Håndværkervej 8 6710 Esbjerg V	Henrik Gliese
Grontmij Carl Bro, Acoustica Granskoven 8 2600 Glostrup	René Lützen
AkustikNet A/S Frederikssundsvej 179 B 2700 Brønshøj	Knud Skovgaard Nielsen Palle Voss
ALECTIA A/S Vestre Stationsvej 21 5000 Odense C	Christoffer A. Weitze Jens Duch
AM-Gruppen A/S Storegade 31 6700 Esbjerg Ø	Kim Baarsøe
Atkins Danmark A/S Rådgivende Ingeniører Arne Jacobsens Allé 17 2300 København S	Há Ngoc Vu
COWI A/S Parallelvej 15 2800 Kgs. Lyngby	Jørgen Vasehus Madsen
COWI A/S Odensevej 95 5260 Odense S	Lars Find Larsen
cp test a/s Grønlandsvej 96 7100 Vejle	Morten B. Christensen

Dansk Akustik Rådgivning Vedbysøndervej 13 4200 Slagelse	Gustav Bruun
DELTA Venlighedsvej 4 2970 Hørsholm	Claus Backalarz Jens E. Laursen Per Finne
DELTA Erhvervsvej 2A 8653 Them	Henrik S. Olesen Lars S. Søndergaard Bo Søndergaard
dk-akustik aps Skodsborgvej 305 D 2850 Nærum	Peter Just
DONG Energy A/S Kraftværksvej 53 7000 Fredericia	Henrik Sperling John Michael Jørgensen René Hansen
Eurofins Miljø A/S Strandesplanaden 110 2665 Vallensbæk Strand	Jens Vang Per Andersen
Lloyd's Register ODS Titangade 15 2200 København N	Louise Rebien-Villefrance
midtconsult a/s Viby Ringvej 5, 2. th. 8260 Viby J	Martin Leerbæk Pedersen
Motorsportens Akustiklaboratorium Idrættens Hus Sektion C, 5. sal 2605 Brøndby	Otto Dyrnum
NIRAS A/S Åboulevarden 80 8000 Århus C	Carsten Viilsen
NIRAS A/S Åboulevarden 80 8000 Århus C	Hans K. Drejer

NIRAS A/S Åboulevarden 80 8000 Århus C	Jan Christensen
NIRAS A/S Åboulevarden 80 8000 Århus C	Jesper Konnerup
NNE Pharmaplan A/S Vandtårnsvej 108-110 2860 Søborg	Stig Martin Hansen
Nordsjællands Akustik ApS Tisvilde Bygade 32, 1. 3220 Tisvildeleje	Anne Lin Enggaard
Odense Kommune Natur, Miljø og Trafik, Industrimiljø Nørregade 36-38 5000 Odense C	Jørgen Dam Christensen
Orbicon A/S Birk Centerpark 40 7400 Herning	Bjørn Petersen
RAMBØLL Danmark A/S Englandsgade 25 5100 Odense C	Karl Grove Sørensen Ole Funk Knudsen
Riis Akustik ApS Nørreled 22 4300 Holbæk	Claus Riis
Tornhøj Måleteknik Axel Juels Allé 90 2750 Ballerup	Jørgen Tornhøj Christensen
Vattenfall A/S Nordic Generation Thermal Power Oldenborggade 25-31 6700 Fredericia	Anders Keld Rasmussen Torben Foged
VM acoustics aps Skovgårdsgade 8 8000 Århus C	Ole Jacob Veiergang

WH – Rådgivende Ingeniører ApS Danmarksvej 8 8660 Skanderborg	Hans Anker Pedersen
Åf-Ingemansson Rathsacksvej 1, 2.th 1862 Frederiksberg C	Thomas H. Olsen
Århus Kommune Natur & Miljø Valdemarsgade 16 8100 Århus C	Carsten Ryom

Appendix 5
Indsendte resultater

Resultatanalyseskema

Indsendte data (korrigeret for lydkildeforskelle)

18. sammenlignende støjmåling

Del. Nr.	L _{Aref} (referencepunkt)												L _{WA} (kildestyrke)												Antal målepunkter	Afstand fra ref.boks-centrum til mikrofon (a)	Mikrofonhøjde (hm)	Måleradius (R)	Lavfrekvent støj (L _{pA,LF})
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000													
1	41.7	60.6	63.7	66.5	68.9	72.8	64.2	60.3	46.3	64.2	66.6	69.6	70.4	73.5	65.2	59.2	8	1.33	1.00	1.66	60.5								
2	43.2	61.9	62.9	68.1	69.8	74.0	64.0	60.9	49.3	64.9	67.1	70.6	71.2	74.0	66.1	59.9	8	3.20	2.40	4.00	61.9								
3	45.2	61.2	64.3	67.0	69.4	73.0	64.6	61.6	49.4	64.5	67.0	69.7	70.2	73.0	65.1	58.6	8	1.60	1.20	2.00	61.3								
4	43.5	60.0	63.0	66.2	68.4	72.4	63.5	60.6	48.7	64.8	66.8	69.8	69.6	72.7	65.5	60.3	8	2.00	1.50	2.50	60.0								
5	41.6	59.5	63.4	65.5	68.2	72.7	62.3	58.3	48.9	63.9	65.3	69.2	70.4	72.6	64.7	57.6	8	1.60	1.20	2.00	59.6								
6	42.1	60.6	63.8	66.4	68.5	72.6	63.8	60.0	49.3	64.7	66.4	69.8	69.6	72.8	64.8	58.5	8	2.00	1.50	2.50	60.6								
7	44.6	60.4	63.1	66.5	68.1	72.6	64.6	60.5	48.8	64.5	66.1	68.9	69.2	72.7	63.6	59.3	8	1.60	1.38	2.11	60.3								
8	43.9	60.5	63.2	66.1	68.6	71.9	63.8	60.6	49.7	65.8	66.5	70.3	69.1	72.1	65.1	58.7	8	1.60	1.20	2.00	60.9								
9	42.4	60.4	63.6	66.4	69.3	73.1	63.3	59.9	49.9	65.3	66.5	70.0	70.3	72.9	65.1	59.7	8	1.60	1.20	2.00	60.5								
10	44.3	60.5	63.7	66.4	69.2	72.9	64.1	60.1	49.4	65.3	66.4	70.2	71.2	73.2	65.3	59.7	8	1.60	1.20	2.00	60.6								
11	44.3	60.5	63.7	66.4	69.2	72.9	64.1	60.1	49.4	65.3	66.4	70.2	71.2	73.2	65.3	59.7	8	1.60	1.20	2.00	60.6								
12	38.4	59.8	63.4	65.8	68.9	72.2	62.7	58.6	41.5	63.8	66.8	69.7	70.4	73.2	64.7	58.3	8	1.60	1.20	2.00	60.1								
13	44.7	59.9	63.4	66.3	68.5	71.6	63.9	59.8	49.1	64.8	65.6	70.1	69.5	71.9	64.2	58.2	8	1.60	1.20	2.00	59.9								
14	43.1	59.4	62.9	66.2	68.5	72.5	64.2	59.4	48.6	64.1	66.7	69.8	70.5	73.2	65.2	58.3	8	1.35	1.00	1.68	59.8								
15	42.5	60.1	63.6	66.6	68.4	72.8	63.2	59.9	49.3	64.4	66.6	69.8	69.4	72.7	64.6	58.9	8	1.60	1.20	2.00	60.2								
16	40.4	60.5	64.0	66.5	68.8	72.4	65.6	62.4	44.5	63.9	65.7	68.7	69.1	73.3	64.2	58.2	8	1.20	1.10	1.63	61.1								
17	41.5	60.3	63.1	65.1	68.1	72.6	62.4	59.8	44.4	63.5	66.2	68.7	69.2	72.5	62.9	58.4	8	1.44	1.10	1.80	60.1								
18	44.3	60.3	63.4	65.8	69.3	73.0	63.5	60.1	48.8	64.8	66.2	69.7	70.6	73.5	65.0	58.6	8	1.60	1.20	2.00	60.1								
19	43.9	60.2	63.5	66.0	68.9	72.9	64.5	60.0	50.1	64.4	66.5	69.8	70.9	73.5	64.9	58.9	8	1.60	1.20	2.00	60.2								
20	42.6	59.9	63.4	65.4	68.6	72.1	63.0	60.8	49.4	64.7	66.8	70.6	70.1	72.9	65.5	60.1	8	1.60	1.20	2.00	60.0								
21	40.8	61.1	63.9	67.2	70.3	72.6	64.3	60.7	44.9	64.7	66.8	70.6	71.6	72.1	65.4	58.7	8	1.60	1.20	2.00	61.2								
22	38.8	60.1	64.3	66.3	69.7	73.1	63.8	59.7	45.7	64.5	67.5	70.9	72.2	73.2	66.0	61.6	8	2.00	1.50	2.50	60.6								
23	38.6	59.5	63.5	66.1	68.9	72.9	63.5	61.2	44.1	63.4	66.7	69.7	71.0	73.1	64.7	59.6	8	1.60	1.20	2.00	60.1								
24	43.7	61.7	62.3	66.8	68.8	72.5	63.1	59.5	44.9	64.3	65.3	68.4	70.3	72.9	62.9	57.5	8	0.80	0.79	1.00	61.8								
25	44.5	59.2	63.2	66.0	68.2	72.3	64.8	58.9	50.5	63.7	65.7	69.3	69.9	72.4	63.8	58.8	8	1.30	1.00	1.64	59.2								
26	39.8	60.4	63.9	66.2	69.7	73.0	64.1	61.2	43.4	64.0	66.7	69.7	70.6	72.2	63.6	60.0	8	1.60	1.20	2.00	60.9								
27	43.0	60.0	63.0	65.0	68.5	72.4	62.7	58.3	54.5	64.9	67.2	70.0	71.0	73.3	65.4	57.6	8	4.80	3.60	6.00	60.6								
28	41.9	60.6	63.6	66.5	68.3	72.7	63.3	61.1	46.9	64.6	66.9	70.0	69.6	73.1	65.1	60.3	8	1.60	1.20	2.00	60.7								
29	47.4	62.5	64.9	66.0	67.6	72.7	66.1	64.1	50.4	65.6	65.9	67.6	67.8	72.0	66.0	61.7	8	1.60	1.20	2.00	62.9								
30	41.5	59.5	63.6	65.8	69.0	72.9	63.7	59.5	51.6	63.8	66.9	69.3	70.2	74.1	63.6	58.7	8	1.60	1.20	2.00	60.0								
31	41.5	59.5	63.6	65.8	69.0	72.9	63.7	59.5	51.6	63.8	66.9	69.3	70.2	74.1	63.6	58.7	8	1.60	1.20	2.00	60.0								
32	38.2	60.2	64.1	65.8	69.6	72.5	63.1	59.2	43.3	64.0	67.2	69.3	70.6	73.6	65.1	58.8	8	1.34	1.00	1.67	59.7								
33	43.0	59.7	63.1	66.1	68.0	72.2	64.4	61.9	48.1	63.4	66.4	69.5	69.7	73.9	64.1	60.0	4	1.33	1.00	1.66	59.8								
34	41.9	59.5	62.9	65.9	69.2	71.4	64.9	60.1	46.2	63.3	66.0	68.6	69.9	73.0	64.0	58.7	8	1.33	1.00	1.66	59.7								
35	42.6	60.8	63.7	66.4	69.9	72.1	64.1	59.7	48.2	64.1	67.3	70.6	71.0	73.0	65.1	59.3	8	2.00	1.50	2.50	60.8								
36	41.7	59.7	63.1	65.3	68.4	72.9	64.0	60.2	46.7	63.8	66.7	69.5	70.8	73.4	64.7	59.7	8	2.40	1.80	3.00	59.8								

Besvarelse nr. 10 og 11 samt 30 og 31 er identiske, det deltagerne var fra samme firma og var fælles om besvarelsen.

Besvarelse nr. 10 og 11 samt 30 og 31 er identiske, idet deltagerne var fra samme firma og var fælles om besvarelsen.

Afvigelser fra sande værdier (korrigeret for lydkildernes indbyrdes forskelle)

Resultatanalyseskema

Afvgeliser (korrigeret for lydkildersforskelle)

18. sammenlignende støjmåling

Del. Nr.	L _{Aeq} (referencepunkt)																L _{WA} (kildestyrke)								Antal målepunkter	L _{pA,LF}	L _{REF, tot}	L _{WA, tot}
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000												
	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB											
1	-0,8	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	-2,1	-0,1	0,0	-0,1	0,2	0,4	0,2	0,3	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2						
2	0,8	1,7	-0,6	1,9	1,0	1,4	0,2	0,8	0,9	0,5	0,5	0,9	1,0	1,0	1,1	0,9	0	1,6	1,2	0,9	0,9							
3	2,8	1,0	0,9	0,8	0,7	0,4	0,8	1,5	1,0	0,2	0,4	0,0	-0,1	0,0	0,2	-0,4	0	1,0	0,6	0,0	0,0							
4	1,1	-0,2	-0,4	0,0	-0,3	-0,3	-0,3	0,5	0,3	0,4	0,2	0,1	-0,6	-0,3	0,5	1,3	0	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2							
5	-0,8	-0,8	0,0	-0,7	-0,5	0,1	-1,5	-1,8	0,5	-0,4	-1,3	-0,5	0,2	-0,5	-0,3	-1,3	0	-0,7	-0,3	-0,4	-0,4							
6	-0,3	0,3	0,4	0,2	-0,2	0,0	0,0	-0,1	0,9	0,4	-0,2	0,1	-0,6	-0,3	-0,2	-0,4	0	0,3	0,0	-0,3	-0,3							
7	2,2	0,2	-0,3	0,3	-0,6	-0,1	0,8	0,4	0,4	0,1	-0,5	-0,8	-1,0	-0,3	-1,4	0,3	0	0,0	-0,1	-0,6	-0,6							
8	1,5	0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,7	0,0	0,5	1,3	1,5	-1,0	0,6	-1,2	-0,9	0,2	-0,3	0	0,6	-0,4	-0,4	-0,4							
9	0,0	0,2	0,2	0,2	0,6	0,5	-0,5	-0,2	1,5	1,0	-0,1	0,3	0,1	-0,1	0,1	0,8	0	0,2	0,3	0,0	0,0							
10	1,9	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,0	1,0	1,0	-0,2	0,4	1,0	0,2	0,3	0,8	0	0,3	0,3	0,4	0,4							
11	1,9	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,0	1,0	1,0	-0,2	0,4	1,0	0,2	0,3	0,8	0	0,3	0,3	0,4	0,4							
12	-4,0	-0,4	0,0	-0,4	0,2	-0,4	-1,1	-1,5	-6,9	-0,5	0,2	0,0	0,2	0,1	-0,3	-0,6	0	-0,2	-0,4	0,0	0,0							
13	2,3	-0,3	0,0	0,1	-0,2	-1,1	0,1	-0,3	0,7	0,4	-1,0	0,4	-0,7	-1,1	-0,8	-0,8	0	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6							
14	0,7	-0,9	-0,5	0,0	-0,2	-0,1	0,4	-0,7	0,2	-0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	-0,6	0	-0,5	-0,2	0,1	0,1							
15	0,1	-0,1	0,1	0,4	-0,4	0,1	-0,5	-0,1	0,9	0,0	0,0	0,1	-0,9	-0,3	-0,4	0,0	0	-0,2	0,0	-0,3	-0,3							
16	-2,0	0,3	0,6	0,3	0,1	-0,2	1,8	2,3	-3,9	-0,4	-0,9	-1,0	-1,2	0,3	-0,7	-0,8	0	0,8	0,2	0,2	-0,5							
17	-0,9	0,1	-0,3	-1,1	-0,6	-0,1	-1,3	-0,3	-4,0	-0,8	-0,4	-1,0	-1,1	-0,5	-2,1	-0,5	0	-0,2	-0,4	-0,9	-0,9							
18	1,9	0,0	0,0	-0,4	0,6	0,4	-0,3	0,0	0,4	0,4	-0,4	0,0	0,4	0,5	0,0	-0,3	0	-0,2	0,2	0,2	0,2							
19	1,5	0,0	0,1	-0,2	0,2	0,3	0,7	-0,1	1,7	0,1	-0,1	0,1	0,7	0,5	-0,1	0,0	0	-0,1	0,2	0,3	0,3							
20	0,2	-0,3	0,0	-0,8	-0,1	-0,6	-0,8	0,7	1,0	0,4	0,2	0,9	-0,1	-0,1	0,5	1,2	0	-0,3	-0,4	0,2	0,2							
21	-1,6	0,9	0,5	1,0	1,6	0,0	0,5	0,6	-3,5	0,4	0,2	0,9	1,4	-0,9	0,5	-0,2	0	0,9	0,6	0,2	0,2							
22	-3,6	-0,1	0,9	0,1	1,0	0,4	0,0	-0,4	-2,7	0,2	0,9	1,2	2,0	0,1	1,0	2,7	0	0,3	0,5	0,9	0,9							
23	-3,8	-0,7	0,1	-0,1	0,2	0,3	-0,2	1,1	-4,3	-0,9	0,1	0,0	0,7	0,1	-0,3	0,7	0	-0,2	0,2	0,1	0,1							
24	1,3	1,5	-1,1	0,6	0,1	-0,1	-0,7	-0,6	-3,5	0,0	-1,3	-1,3	0,1	-0,1	-2,1	-1,4	0	1,5	-0,1	-0,5	-0,5							
25	2,1	-1,0	-0,2	-0,2	-0,5	-0,3	1,0	-1,2	2,1	-0,6	-0,9	-0,4	-0,4	-0,6	-1,1	-0,2	0	-1,1	-0,3	-0,6	-0,6							
26	-2,6	0,2	0,4	0,0	0,9	0,4	0,4	1,1	-5,0	-0,4	0,1	0,0	0,4	-0,9	-1,4	1,1	0	0,6	0,5	-0,3	-0,3							
27	0,7	-0,2	-0,5	-1,2	-0,3	-0,2	-1,0	-1,8	6,1	0,6	0,6	0,3	0,7	0,3	0,4	-1,3	0	0,3	-0,4	0,4	0,4							
28	-0,5	0,4	0,2	0,3	-0,4	0,1	-0,5	1,0	-1,5	0,3	0,3	0,3	-0,6	0,1	0,1	1,4	0	0,4	0,0	0,0	0,0							
29	5,0	2,3	1,5	-0,2	-1,1	0,0	2,3	4,0	2,0	1,2	-0,7	-2,1	-2,5	-1,1	1,0	2,7	0	2,6	0,3	-1,1	-1,1							
30	-0,9	-0,7	0,1	-0,4	0,3	0,2	0,0	-0,6	3,2	-0,5	0,3	-0,4	0,0	1,0	-1,4	-0,2	0	-0,3	0,1	0,3	0,3							
31	-0,9	-0,7	0,1	-0,4	0,3	0,2	0,0	-0,6	3,2	-0,5	0,3	-0,4	0,0	1,0	-1,4	-0,2	0	-0,3	0,1	0,3	0,3							
32	-4,2	0,0	0,7	-0,4	0,9	-0,1	-0,7	-0,9	-5,1	-0,3	0,6	-0,4	0,4	0,6	0,1	-0,1	0	-0,6	0,0	0,2	0,2							
33	0,6	-0,5	-0,3	-0,1	-0,7	-0,4	0,6	1,8	-0,3	-0,9	-0,2	-0,2	-0,6	0,9	-0,8	1,1	-4	-0,5	-0,3	0,1	0,1							
34	-0,5	-0,7	-0,5	-0,3	0,5	-1,2	1,1	0,0	-2,2	-1,1	-0,6	-1,1	-0,4	-0,1	-1,0	-0,2	0	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5							
35	0,2	0,6	0,3	0,2	1,2	-0,6	0,3	-0,4	-0,2	-0,3	0,6	0,9	0,8	0,0	0,1	0,4	0	0,5	0,1	0,3	0,3							
36	-0,7	-0,5	-0,3	-0,9	-0,3	0,2	0,2	0,1	-1,7	-0,6	0,1	-0,2	0,6	0,4	-0,3	0,7	0	-0,5	-0,1	-0,1	-0,2							

Bevarelse nr. 10 og 11 samt 30 og 31 er identiske, idet deltagerne var fra samme firma og var fælles om bevarelser.

Besvarelse nr. 10 og 11 samt 30 og 31 er identiske, idet deltagerne var fra samme firma og var tælles om besvarelsen.

Karakterer

Resultatanalyseskema

Karakterer

18. sammenlignende støjmåling

Del. Nr.	L _{Aeq} (referencepunkt)								L _{WA} (kildestykke)								Antal måle- punkter	L _{pA,LF}	L _{REF, tot}	L _{WA, tot}	Samlet karakter
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000					
1	4	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
2	4	2	4	2	3	3	5	4	4	4	5	4	3	3	3	3	5	3	3	4	3
3	2	3	4	4	4	5	4	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	4
4	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	3	5	5	5	5	5
5	4	4	5	4	4	5	3	2	5	5	3	5	5	5	5	3	5	4	5	5	4
6	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
7	2	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	3	5	3	5	5	5	4	4	4
8	3	5	5	5	5	4	5	4	3	3	3	4	3	3	5	5	5	4	5	5	4
9	5	5	5	5	4	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
10	2	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	3	5	5	4	5	5	5	5	5
11	2	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	3	5	5	4	5	5	5	5	5
12	1	5	5	5	5	5	3	3	1	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
13	2	5	5	5	5	3	5	5	4	5	3	5	4	3	4	4	5	4	4	4	4
14	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
16	2	5	4	5	5	5	2	2	1	5	4	3	3	5	4	4	5	4	5	5	4
17	3	5	5	3	4	5	3	5	1	4	5	3	3	4	2	4	5	5	5	4	4
18	2	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
19	3	5	5	5	5	5	4	5	2	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
20	5	5	5	4	5	4	4	4	3	5	5	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5
21	2	4	5	3	3	5	4	4	1	5	5	4	3	4	5	5	5	4	4	5	4
22	1	5	4	5	3	5	5	5	2	5	4	3	2	5	3	2	5	5	5	4	4
23	1	4	5	5	5	5	5	3	1	3	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5
24	3	3	3	4	5	5	4	4	1	5	3	3	5	5	2	3	5	3	5	4	3
25	2	3	5	5	4	5	3	3	2	4	4	5	5	4	3	5	5	3	5	4	4
26	2	5	5	5	3	5	5	3	1	5	5	5	5	4	3	3	5	4	5	5	4
27	4	5	5	3	5	5	3	2	1	4	4	5	4	5	5	3	5	5	5	5	5
28	4	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	4	5	5	3	5	5	5	5	5
29	1	2	3	5	3	5	2	1	2	3	4	2	2	3	3	2	5	2	5	3	3
30	3	4	5	5	5	5	5	4	1	4	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5
31	3	4	5	5	5	5	5	4	1	4	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5
32	1	5	4	5	4	5	4	4	1	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4
33	4	5	5	5	4	5	4	2	5	3	5	5	4	4	4	3	1	5	5	5	5
34	4	4	4	5	5	3	3	5	2	3	4	3	5	5	3	5	5	4	5	4	4
35	5	4	5	5	3	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5
36	4	5	5	4	5	5	5	5	2	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5

Besvarelse nr. 10 og 11 samt 30 og 31 er identiske, idet deltagerne var fra samme firma og var fælles om besvarelsen.