

## 22. sammenlignende støjmåling



Rapport nr. 29

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger

DELTA



## **22. sammenlignende støjmåling**



DELTA  
Venlighedsvej 4  
2970 Hørsholm  
Telefon: +45 72 19 40 00  
reflab@delta.dk  
www.referencelaboratoriet.dk

**Titel** 22. sammenlignende støjmåling  
**Vores ref.** JEL/CB/ilk  
**Rekvirent** Miljøstyrelsen  
Strandgade 29  
1401 København K

### **Resumé**

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger har fra juni til september 2015 afholdt den 22. sammenlignende støjmåling. Temaet i denne sammenlignende måling var togstøj, herunder analyser af lydoptagelser af tog og beregninger af støjen nær en stor togstation.

I alt indkom der 37 forskellige besvarelser fra 38 tilmeldte deltagere.

Deltagelse er obligatorisk for laboratorier, der er akkrediterede, og for personer der er certificerede til ”Miljømåling – ekstern støj” og/eller ”Miljømåling – trafikstøj”.

23 forskellige laboratorier / firmaer deltog.

I den første opgave skulle deltagerne analysere lydfiler, som indeholdt optagelser af støjen fra et lokomotiv i tomgang og i forceret tomgang. I den anden opgave skulle den sidstnævnte lydoptagelse analyseres for hørbarheden af toner. Den tredje opgave var stilet til deltagere, som var certificeret eller akkrediteret til beregning af togstøj og omhandlede beregning af støjudbredelsen fra en 8 km lang banestrækning, hvorfra støjen skulle beregnes ved en togstation, hvor togene enten standsede eller passerede med reduceret hastighed.

Opgavesættet blev udsendt den 19. juni 2015. Der kom ét spørgsmål til opgavesættet, som havde generel interesse for de øvrige deltagere. Det drejede sig om, hvorvidt støj fra sporskifter skulle medregnes, og spørgsmålet blev besvaret i en e-mail til alle deltagere den 28. august 2015.

Analyse- og beregningsresultater skulle afleveres elektronisk i et excel-regneark, som var udsendt til deltagerne sammen med invitationen. Resultaterne skulle afleveres senest 18. september 2015.

Den første opgavebesvarelse blev modtaget den 24. august 2015, resten af besvarelserne indløb i de sidste uger op til deadline. Karaktervurderingerne blev udsendt 1-2 dage efter, at besvarelserne var indkommet. 2 af deltagerne fik en uges udsættelse og to fik en længere udsættelse med aflevering af opgaven. Den sidste besvarelse indkom den 22. januar 2016.

I Opgave A (støjbelastning fra lokomotiv) bestod alle 36 deltagere med topkarakteren 5. Resultaterne fra opgave A viser ganske tydeligt, at deltagerne kan analysere  $L_{Aeq}$  med meget stor præcision.

I Opgave B (toneanalyse af støjen fra lokomotivet) bestod alle 36 deltagere, hvoraf 31 deltagere fik karakteren 5. Resultaterne fra opgave B viser overordnet, at toneanalysen er præcist bestemt, men resultaterne viser en ret stor spredning.

I Opgave C (togstøj ved en station) bestod 19 ud af 24 deltagere (79 %), og 16 fik karakteren 5. Resultaterne fra opgave B viser, at Nord2000-beregningerne af togstøj volder besvær for 1/5 af deltagerne.

I den samlede bedømmelse opnåede 36 ud af 38 deltagere (95 %) karakterer større end 3. Heraf fik 29 deltagere topkarakteren 5. Godkendte laboratorier/certificerede personer bør opnå en samlet karakter, der er større end 3 (på en skala fra 1 til 5). To af deltagerne bestod derfor ikke denne sammenlignende støjmåling, hvilket skyldes deres karakter for Opgave C.

De samlede resultater blev gennemgået og diskuteret på Referencelaboratoriets Store Støjdag den 5. oktober 2015.

DELTA, marts 2016



---

Jens E. Laursen



---

Claus Backalarz

## Indholdsfortegnelse

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Indledning</b>                                                                 | <b>8</b>  |
| <b>2. Metoden</b>                                                                    | <b>8</b>  |
| 2.1 Generelt                                                                         | 8         |
| 2.2 Opgaven                                                                          | 8         |
| 2.3 Kvalitetskontrol                                                                 | 9         |
| 2.4 Regler for deltagelse                                                            | 9         |
| 2.5 Anonymitet                                                                       | 9         |
| 2.6 Karaktergivning                                                                  | 9         |
| 2.7 Fastsættelse af sande værdier                                                    | 10        |
| <b>3. Afvikling</b>                                                                  | <b>11</b> |
| 3.1 Forløb                                                                           | 11        |
| 3.2 Deltagere                                                                        | 11        |
| <b>4. Opgaverne</b>                                                                  | <b>12</b> |
| 4.1 Opgave A, støj fra et lokomotiv                                                  | 12        |
| 4.2 Opgave B, toner i støjen fra lokomotiv i forceret tomgang                        | 12        |
| 4.3 Opgave C, beregning af togstøj med Nord2000 (delvis obligatorisk)                | 12        |
| <b>5. Beregning af sande værdier</b>                                                 | <b>13</b> |
| <b>6. Resultater</b>                                                                 | <b>13</b> |
| 6.1 Opgave A, støjbelastning fra et lokomotiv                                        | 13        |
| 6.2 Opgave B, toner i støjen fra et lokomotiv                                        | 14        |
| 6.3 Opgave C, beregning af togstøj med Nord2000                                      | 17        |
| <b>7. Karakterer</b>                                                                 | <b>19</b> |
| 7.1 Karakterer for Opgave A, støj fra et lokomotiv                                   | 19        |
| 7.2 Karakterer for Opgave B, toner i støj fra lokomotiv                              | 20        |
| 7.3 Karakterer for Opgave C, beregning af vejstøj med Nord2000                       | 21        |
| 7.4 Samlede karakterer                                                               | 22        |
| <b>8. Konklusion</b>                                                                 | <b>23</b> |
| <b>Referencer</b>                                                                    | <b>25</b> |
| <b>Appendix 1 Opgavebeskrivelse – RL 06/15</b>                                       | <b>26</b> |
| <b>Appendix 2 Udskrift af regneark med resultater (udfyldt med de sande værdier)</b> | <b>32</b> |
| <b>Appendix 3 Afvigelser og princip for karaktergivning</b>                          | <b>33</b> |
| <b>Appendix 4 Deltagerne i den 22. sammenlignende støjmåling</b>                     | <b>34</b> |
| <b>Appendix 5 Indsendte resultater, afvigelser og karakterer</b>                     | <b>36</b> |

## 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 godkendte 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, m.fl.) 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 22. sammenlignende støjmåling bestod af to opgaver med støj fra et lokomotiv og én opgave med beregning af togstøj. I Appendix 1 findes opgavebeskrivelsen.

Optagelsen af lydfilerne til Opgave A var foretaget i skellet til et rangerterræn, hvor et ME-lokomotiv stod og varmede op. Opvarmningen foregår både i normal tomgang og i forceret tomgang. Lydoptagelserne af de to trin samt baggrundsstøjen på stedet skulle analyseres, korrigeres for varighed og støjens indhold af toner. Resultatet skulle rapporteres som støjbelastningen i dag-, aften- og natperioden. Lydoptagelserne af togstøjen blev – sammen med optagelse af en kalibreringstone – placeret på en ftp-server, som deltagerne fik adgang til.

I Opgave B skulle deltagerne anvende lydoptagelsen fra Opgave A, hvor lokomotivet var i forceret tomgang. Optagelsen skulle analyseres for toneindhold, og resultatet af analysen skulle anvendes til at korrigere støjbelastningen i Opgave A med tonetillæg.



Opgave C omhandlede beregning af togstøj med Nord2000-metoden udelukkende baseret på trafikoplysninger fra Tabel 3 og 4 i Referencelaboratoriets orientering nr. 50, som blev revideret i juni 2015. Støjen skulle beregnes i 3 punkter omkring en stationsbygning i 50 m afstand fra midten af jernbanen og 1,5 m over terrænet. Resultatet skulle angives med støjindikatoren  $L_{den}$  og  $L_{max}$ . Opgave C var delvis obligatorisk.

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

## 2.3 Kvalitetskontrol

Inden opgaverne blev udsendt, havde Referencelaboratoriet kontrolleret opgavesættet ved at få forskellige personer til at nærlæse opgaveformuleringen, analysere lydfilerne og foretage støjmodelberegninger.

## 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 fra det aktuelle firma.

Hver certificeret person og hvert akkrediteret laboratorium afleverer én besvarelse. I 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 deltagernes indmeldelsesblanketter indkom til Referencelaboratoriet, fik 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 m.fl.) og personcertificerende organer samt Referencelaboratoriets styringsgruppe.

## 2.6 Karaktergivning

Der blev udarbejdet et regneark, som kunne omregne besvarelsernes afvigelser fra de foreløbige sande værdier til en karakter, således at der ville kunne gives en tilbagemelding baseret på de sande værdier kort tid efter, at den sidste besvarelse var indkommet. Princippet for karaktergivningen 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, hvilket i denne rapport benævnes: ”Outliers”).
- 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 22. sammenlignende støjmåling fremgår af Appendix 2.

### **3. Afvikling**

#### **3.1 Forløb**

Den 19. juni 2015 blev invitationen, opgavebeskrivelsen og svararket til den 22. sammenlignende støjmåling udsendt til de danske og nordiske laboratorier. Fristen for indsendelse af opgavesvaret var den 18. september 2015.

Deltagerne fik efter tilmeldingen tilsendt en ftp-server-adresse hos Referencelaboratoriet, hvor de kunne downloade 3 lydfiler, som skulle anvendes til løsning af opgaverne.

Resultaterne skulle indføres i det tilsendte regneark og returneres pr. e-mail til [reflab@delta.dk](mailto:reflab@delta.dk). Besvarelserne blev modtaget rettidigt bortset fra de 4 deltagere, som havde fået forlænget fristen.

Kun få deltagere ringede med spørgsmål til opgavesættet, og der blev den 28. august 2015 udsendt en mail med en præcisering, som havde generel interesse for alle deltagere. Karaktervurderingerne blev udsendt løbende 1-2 dage efter modtagelsen af deltagerens besvarelse.

Resultaterne af den 22. sammenlignende støjmåling blev præsenteret på Referencelaboratoriets Store Støjdag den 5. oktober 2015.

#### **3.2 Deltagere**

I alt modtog Referencelaboratoriet 38 besvarelser, hvoraf de 37 var forskellige. De fordelte sig således:

- 4 fra DANAK/SWEDAC-akkrediterede laboratorier
- 34 fra firmaer, 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 egen adresse på Miljøstyrelsens liste over godkendte laboratorier. Deltagerne fremgår af Appendix 4, hvor de er nævnt alfabetisk efter laboratoriets navn.

## 4. Opgaverne

I Appendix 1 er gengivet den opgavebeskrivelse, som blev fremsendt til deltagerne den 19. juni 2015. Opgavefilerne kunne efterfølgende downloades fra DELTA's ftp-server, hvor der lå 4 lydoptagelser: *Kalibrering.wav*, *Lokomotiv (tomgang).wav* og *Lokomotiv (forceret tomgang).wav* og *Baggrundsstøj.wav*.

Opgave A omhandler analyse af støjen fra et lokomotiv, der varmer op.

Opgave B omhandler analyse af toner i lydoptagelsen, hvor lokomotivet er i forceret tomgang.

I Opgave C skulle der opbygges en støjmodel af en jernbane og en togstation, idet støjudbredelsen skulle beregnes som støjindikatoren  $L_{den}$  og  $L_{max}$  vha. Nord2000-metoden.

### 4.1 Opgave A, støj fra et lokomotiv

Målingerne analyseres og korrigeres for baggrundsstøj i hvert 1/3-oktavbånd, hvor totalstøjen overstiger baggrundsstøjen med mindst 3 dB, jf. afsnit formel (3.1) i [2].

Opvarmningsprocessen tager i alt 20 minutter: Normal tomgang i 15 minutter og forceret tomgang i 5 minutter. Støjbelastningen beregnes for dag-, aften- og natperioden, idet lokomotivet varmer op 3 gange om dagen, 1 gang om aftenen og 1 gang om natten.

### 4.2 Opgave B, toner i støjen fra lokomotiv i forceret tomgang

Toneindholdet i lydoptagelsen *Lokomotiv (forceret tomgang).wav* skulle analyseres i henhold til Miljøstyrelsens vejledning om måling af ekstern støj fra virksomheder [2] og Orientering nr. 47 fra Referencelaboratoriet [6]. Det angives i opgaveteksten at følge anbefalingerne i vejledning om en analysebåndbredde på  $\Delta f_{eff} = 4,5$  Hz i analysen.

Følgende delparametre skal angives i resultatregnearket: Centerfrekvens for det kritiske bånd,  $f_{c,krit}$ , toneniveauet,  $L_{p, tone}$ , middelstøjniveauet,  $L_{p, støj, middel}$ , den maskerende støj,  $L_{p, krit. bånd}$ , kriteriestørrelsen,  $\Delta L_{ts}$  ( $= L_{p, tone} - L_{p, krit. bånd}$ ), kriterieværdien fra kriteriekurven ved  $f_{c,krit}$  samt tonetilægget (0 eller 5 dB). Også den valgte effektive analysefrekvensbåndbredde  $\Delta f_{eff}$  skal angives (det anbefales at anvende en båndbredde på 4,5 Hz svarende til en frekvensopløsning på 3 Hz).

### 4.3 Opgave C, beregning af togstøj med Nord2000 (delvis obligatorisk)

Opgaven omhandler beregning af togstøj med Nord2000-metoden (Rail Traffic Noise) på basis af en objektfil (22 *saml - Opgave C.txt*) og trafikoplysningerne i Tabel 3 og 4 fra i Referencelaboratoriets Orientering nr. 50 om støj ved stationer. Støjen skulle beregnes i 3 punkter i 1,5 m højde over terrænet, og resultatet skulle angives med støjindikatorerne:  $L_{den}$  og  $L_{max}$  i 3 punkter.

## 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.

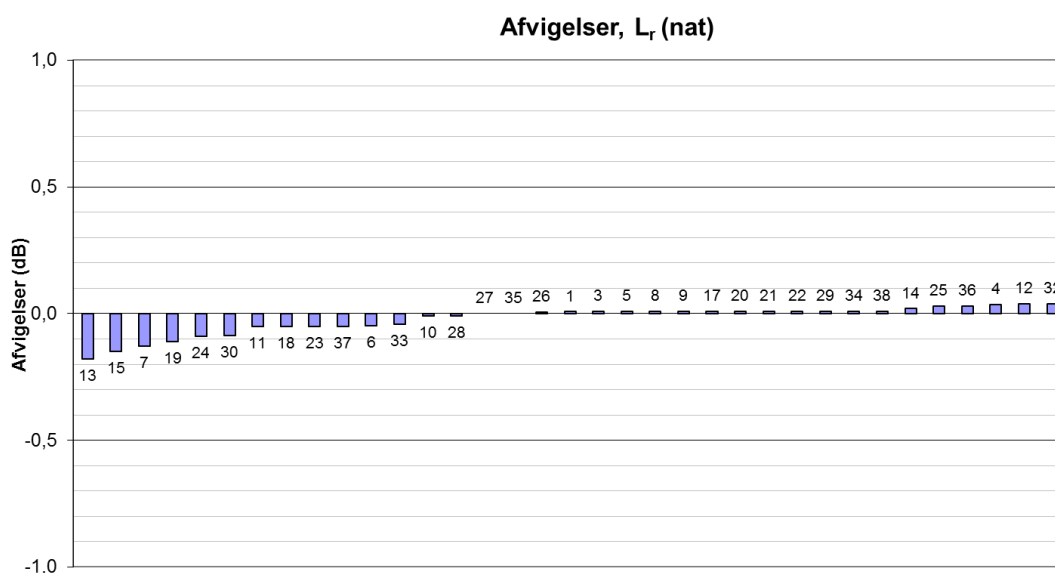
I Appendix 2 findes de sande værdier beregnet på basis af henholdsvis 35 forskellige besvarelser af Opgave A og B og af 24 forskellige besvarelser af Opgave C.

## 6. Resultater

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

### 6.1 Opgave A, støjbelastning fra et lokomotiv

Deltagerne skulle angive resultaterne som støjbelastningen  $L_r$  korrigeret for støjens varighed og toneindhold. I Figur 1 ses resultatet for støjbelastningen i natperioden angivet som afvigelsen fra den sande værdi af  $L_{r, \text{nat}} = 74,29 \text{ dB(A)}$ . Standardafvigelsen på de 36 deltageres resultater var 0,05 dB uden outliers (nr. 13 og 15). De sande værdier for dag- og aftenperioden er  $L_{r, \text{dag}} = 67,02 \text{ dB(A)}$  og  $L_{r, \text{aften}} = 71,28 \text{ dB(A)}$ .



**Figur 1**

**Støjbelastning  $L_r$ .** Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi af støjbelastningen fra lokomotivet. Støjbelastning  $L_r = 74,29 \text{ dB re } 20 \mu\text{Pa}$  og standardafvigelsen på deltagernes besvarelser er 0,05 dB uden outliers (nr. 13 og 15). Numrene på figuren er deltagernes numre.

## 6.2 Opgave B, toner i støjen fra et lokomotiv

Opgaven skulle analyseres for toner i henhold til den danske toneanalysemetode beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984 samt i Orientering nr. 47: ”Toneanalyser – den danske metode” fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger. Optagelserne analyseres i deres fulde længde.

Alle 36 deltagere fandt, at tonen var tydeligt hørbar, hvilket resultatet blev benyttet til at korrigere støjbidraget i Opgave A med +5 dB.

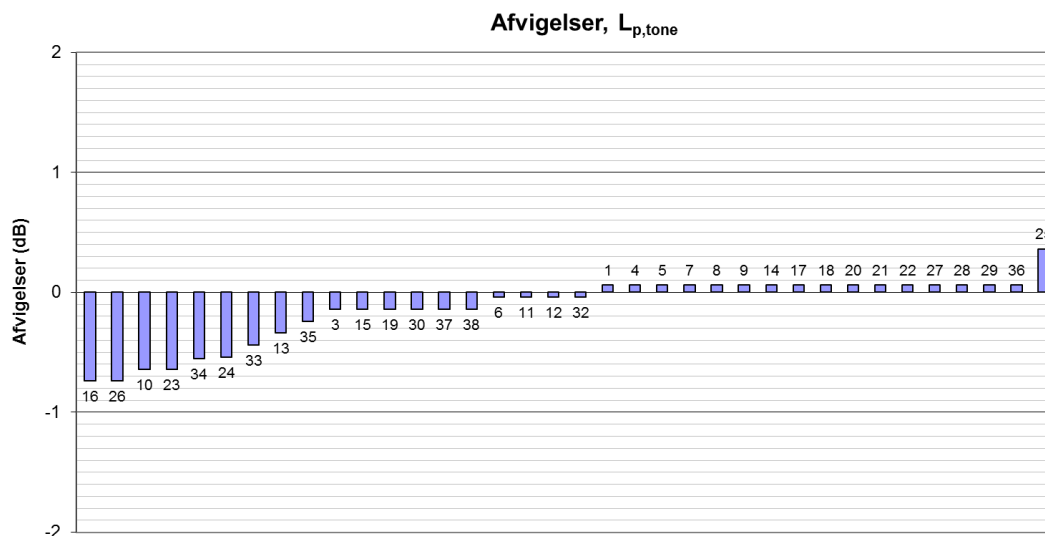
Alle deltagere anvendte den effektive analysebåndbredde på  $\Delta f_{\text{eff}} = \text{ca. } 4,5 \text{ dB}$ , som beskrevet i opgavebeskrivelsen.

$f_{c,\text{krit}}$ , centerfrekvens for det kritiske bånd

Alle deltagerne fandt, at det mest dominerende kritiske bånd havde en centerfrekvens på  $f_{c,\text{krit}} = 75 \text{ Hz}$ . Der er ikke givet karakter for denne parameter.

$L_{p,\text{tone}}$ , toneniveauet

Resultaterne for  $L_{p,\text{tone}}$  ses i Figur 2 som afvigelsen fra den sande værdi af toneniveauet  $L_{p,\text{tone}} = 91,54 \text{ dB re } 20 \mu\text{Pa}$ .

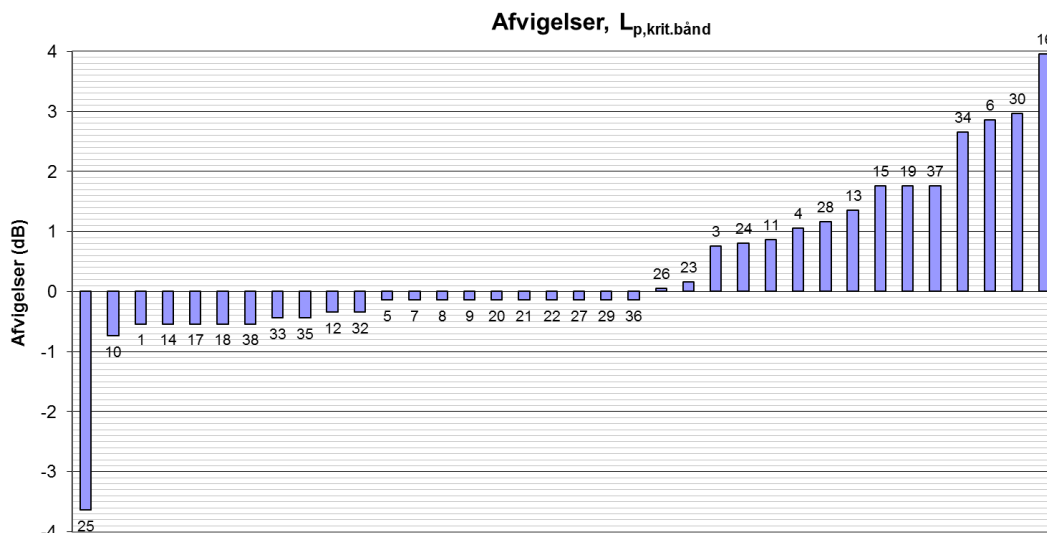


**Figur 2**

**Toneniveauet  $L_{p,\text{tone}}$ .** Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til  $L_{p,\text{tone}} = 91,54 \text{ dB re } 20 \mu\text{Pa}$ . Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen er 0,24 dB ekskl. outliers (nr. 16 og 26).

$L_{p,krit.bånd}$ , den maskerende støj

Resultaterne for den maskerende støj ses i Figur 3 angivet som afvigelsen fra den sande værdi af  $L_{p,krit.bånd} = 77,24$  dB re 20  $\mu$ Pa. Den største afvigelse er +4,0 dB (nr. 16).

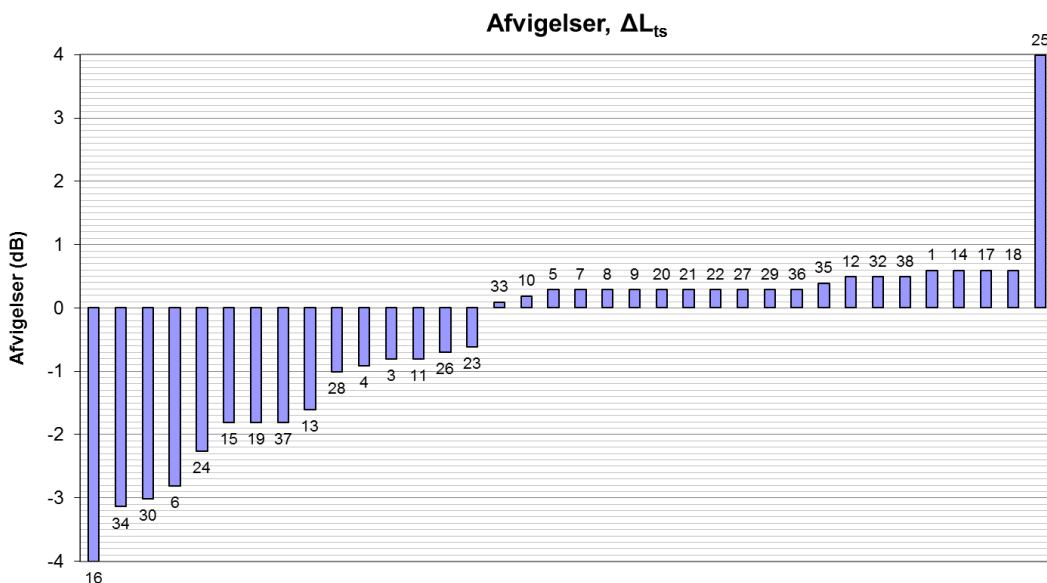


**Figur 3**

$L_{p,krit.bånd}$ , den maskerende støj. Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til  $L_{p,krit.bånd} = 77,24$  dB re 20  $\mu$ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen er 0,88 dB ekskl. outliers (nr. 6, 16, 25 og 30).

$\Delta L_{ts}$ , kriteriestørrelsen

Resultaterne for kriteriestørrelsen ses i Figur 4 angivet som afvigelsen fra den sande værdi af  $\Delta L_{ts} = 2,84$  dB re 20  $\mu$ Pa. Den største afvigelse er -4,4 dB (nr. 16).



**Figur 4**

$\Delta L_{ts}$ , kriteriestørrelsen. Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til  $\Delta L_{ts} = 2,84$  dB re 20  $\mu$ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen er 1,17 dB ekskl. outliers (nr. 16 og 25).

*Kriterieværdien fra kriteriekurven ved frekvensen  $f_{c,krit}$*

Den sande værdi for kriterieværdien er 4,5 dB ved 75 Hz, hvilket alle deltagerne havde fundet

*Tonetillægget*

Alle deltagere fandt tonetillægget til 5 dB.

### **Frivillige analyser med en analysebåndbredde på $\Delta f_{eff} = \text{ca. } 1,5 \text{ dB}$**

Støjen fra lokomotivet indeholder mange tætliggende toner ved lave frekvenser. Ved at anvende en finere analysebåndbredde kan man bestemme baggrundsstøjen (maskeringsstøjen) mere nøjagtigt og dermed opnå et mere korrekt resultat af toneanalysen. Deltagerne blev opfordret til på frivillig basis at analysere lydklippet med en mindre frekvensopløsning indsende resultatet som ny besvarelse. Der indkom 6 besvarelser analyseret med en analysebåndbredde på  $\Delta f_{eff} = 1,5 \text{ dB}$ , og nedenfor er angivet gennemsnittet af disse resultater:

Kritisk frekvens,  $f_{c,krit} = 75,1 \text{ Hz}$ .

Toneniveau,  $L_{p, \text{tone}} = 91,50 \text{ dB}$  ( $\sigma = 0,08 \text{ dB}$ ).

Den maskerende støj,  $L_{p, \text{krit. bånd}} = 73,83 \text{ dB}$  ( $\sigma = 0,62 \text{ dB}$ ).

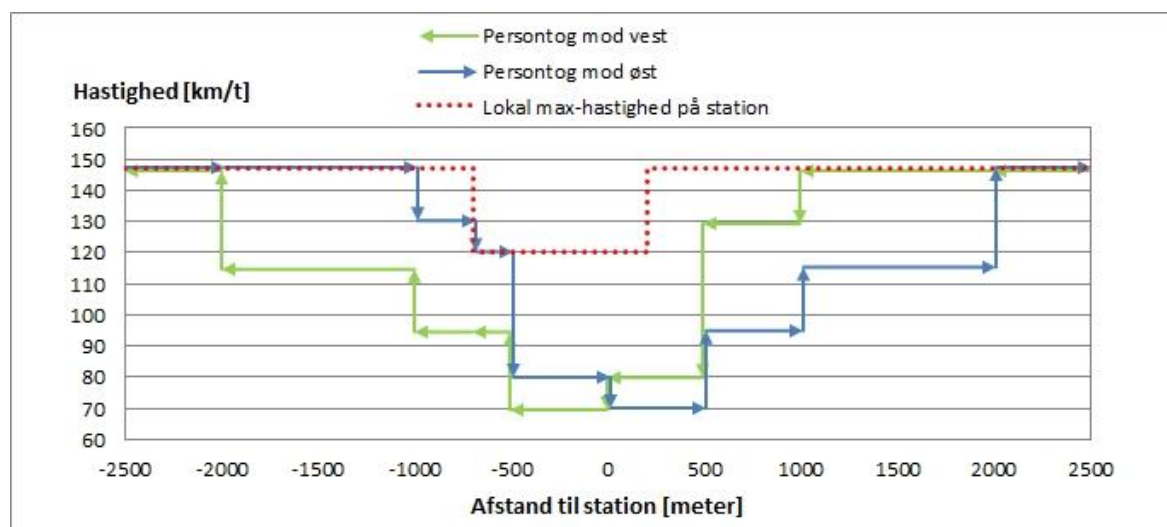
Kriteriestørrelsen,  $\Delta L_{ts} = 17,70 \text{ dB}$  ( $\sigma = 0,60 \text{ dB}$ ).



### 6.3 Opgave C, beregning af togstøj med Nord2000

24 deltagere indsendte besvarelser til Opgave C om vejstøj beregnet med Nord2000-metoden.

Til løsningen af opgaven anvendes hastighedsfordeling for tog nær stationen, som er angivet i Referencelaboratoriets Orientering nr. 50, Tabel 4, som er illustreret grafisk nedenfor. Desuden gælder der en lokal maksimal gennemkørselshastighed på 120 km/t mellem 700 m vest for stationen og 200 øst for stationen (rød stiplede linje).



**Figur 5**

Eksempel på maksimalhastigheder nær togstationer. Data fra Referencelaboratoriets orientering nr. 50, Tabel 4.

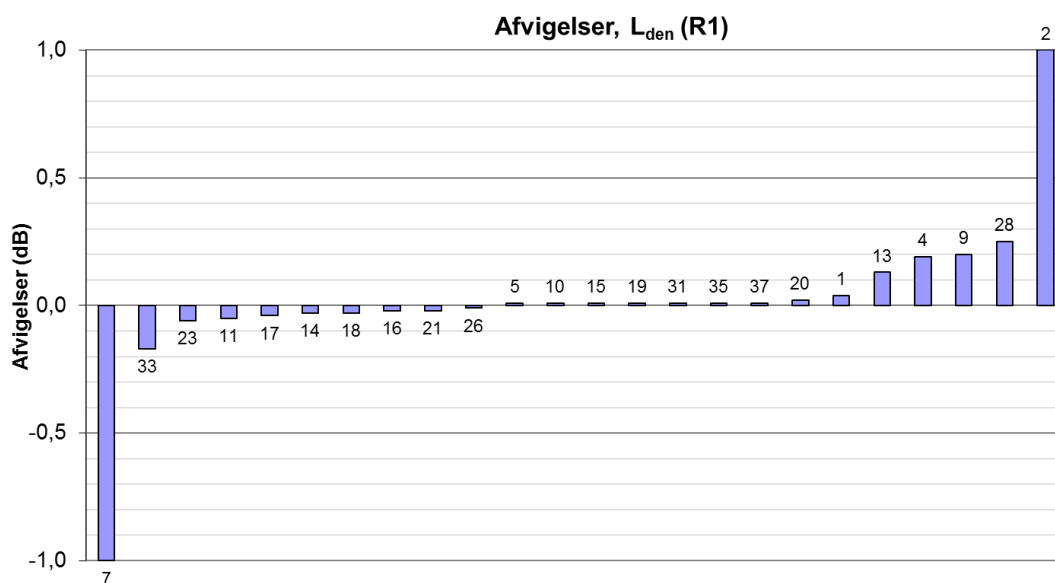
Togstøjen skulle beregnes i 3 punkter i 1,5 m højde over terrænet i 50 m afstand fra midterlinjen mellem sporene. Resultatet skulle angives som støjindikatorerne:  $L_{den}$  og  $L_{max}$ .

De sande værdier for punkt R1 er  $L_{den} = 73,96$  dB(A) og  $L_{max} = 91,47$  dB.

Den samlede standardafvigelse i punkt R1, R2 og R3, er 0,07-0,10 dB for  $L_{den}$  og 0,02-0,20 dB for  $L_{max}$  (uden outliers).

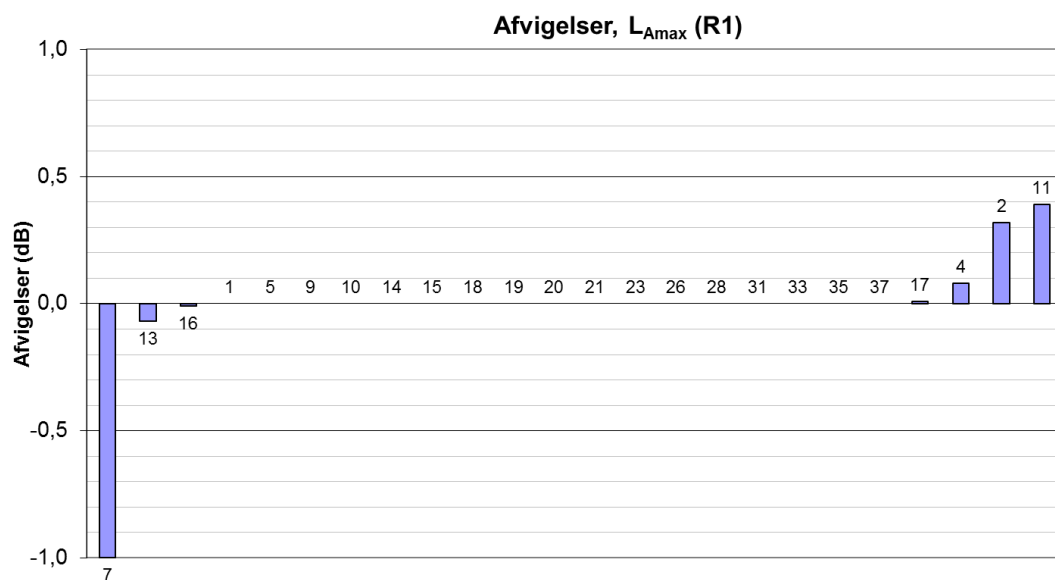
Den største afvigelse på et delresultat forekom i Punkt R2, hvor den sande værdi var  $L_{max} = 74,58$  dB med en standardusikkerhed på  $\sigma = 0,20$  dB.

Et eksempel på afvigelserne fra den sande værdi af parameteren  $L_{den}$  og  $L_{max}$  er vist i Figur 6 og Figur 7 for Punkt R1.



**Figur 6**

$L_{den}$ . Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til  $L_{den} = 73,96$  dB re 20  $\mu$ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for de 24 besvarelser er 0,07 dB uden outliers (nr. 2, 7, 28 og 33).



**Figur 7**

$L_{max}$ . Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til  $L_{den} = 91,47$  dB re 20  $\mu$ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for de 24 besvarelser er 0,02 dB uden outliers (nr. 2, 7 og 11).

## 7. Karakterer

I Appendix 5 ses karakterer for hver enkelt parameter for hver opgave. 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.

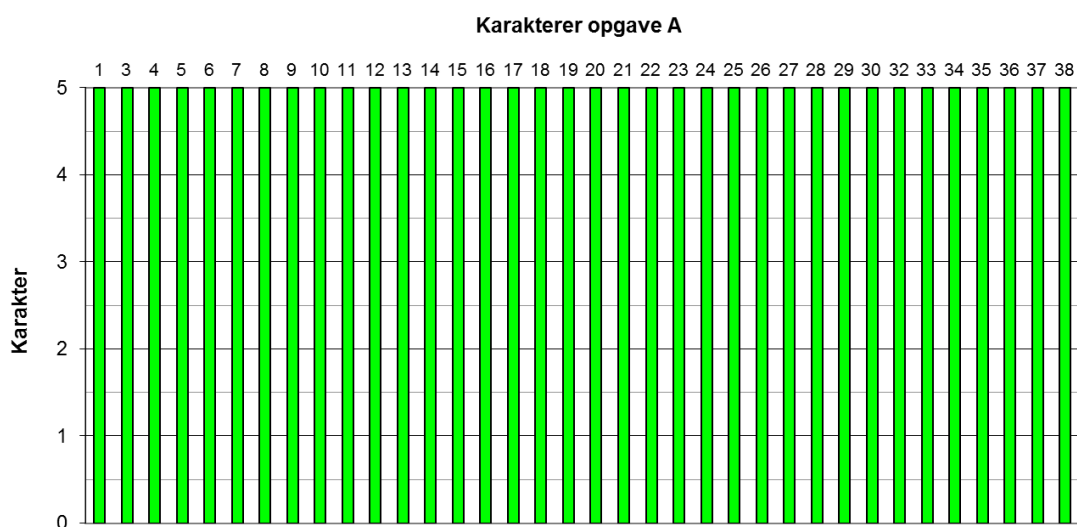
Godkendte laboratorier eller certificerede personer bør opnå en samlet karakter, der er større end eller lig med 3 (på en skala fra 1 til 5). Ved vurderingen af om en opgave er bestået, anvendes de afrundede hele værdier for karakteren.

I det følgende er karaktererne vist for Opgave A, Opgave B og Opgave C. Numrene på figurerne er deltagernes numre.

### 7.1 Karakterer for Opgave A, støj fra et lokomotiv

Der var 36 deltagere, som indsendte besvarelser til Opgave A, og karaktererne er angivet i Appendix 5.

Den samlede karakter for støjbelastningen  $L_r$  i dag-, aften- og natperioden er afbildet for alle deltagere i Figur 8.



**Figur 8**

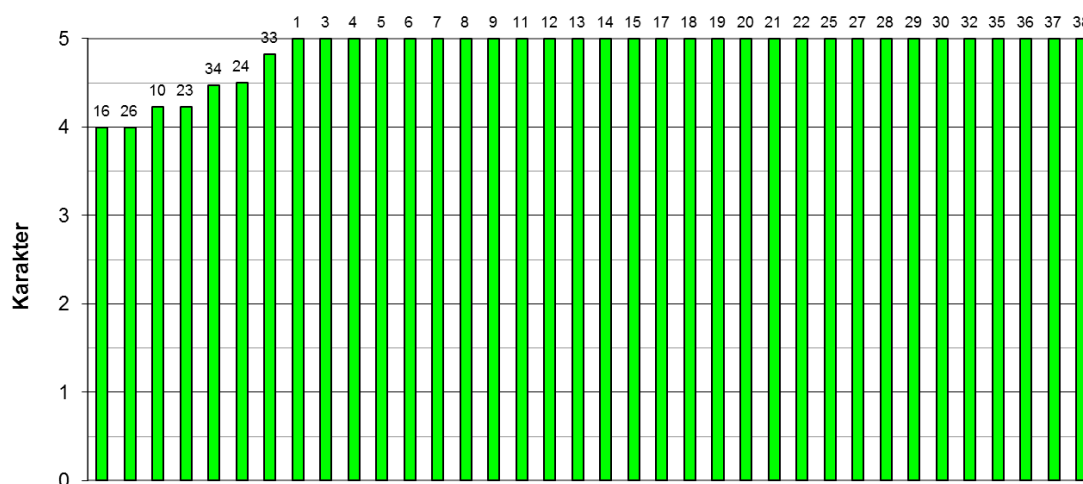
*Karakterer for opgave A – Støjbelastning fra lokomotiv.*

Det ses af Figur 8, at alle 36 deltagere har bestået Opgave A med topkarakteren 5.

## 7.2 Karakterer for Opgave B, toner i støj fra lokomotiv

Der var 36 deltagere, som indsendte besvarelser til Opgave B, og karaktererne herfor er angivet i Appendix 5.

Der blev givet karakterer for følgende 5 parametre:  $L_{p, \text{tone}}$ ,  $L_{p, \text{krit. bånd}}$ ,  $\Delta L_{ts}$ , kriterieværdien fra kriteriekurven ved  $f_{c, \text{krit}}$  samt for tonetillægget (0 eller 5 dB), som vist Appendix 5. Kun karaktererne for  $L_{p, \text{tone}}$  og  $\Delta L_{ts}$  indgår i den samlede vægtede karakter for Opgave B, som er vist i Figur 9.



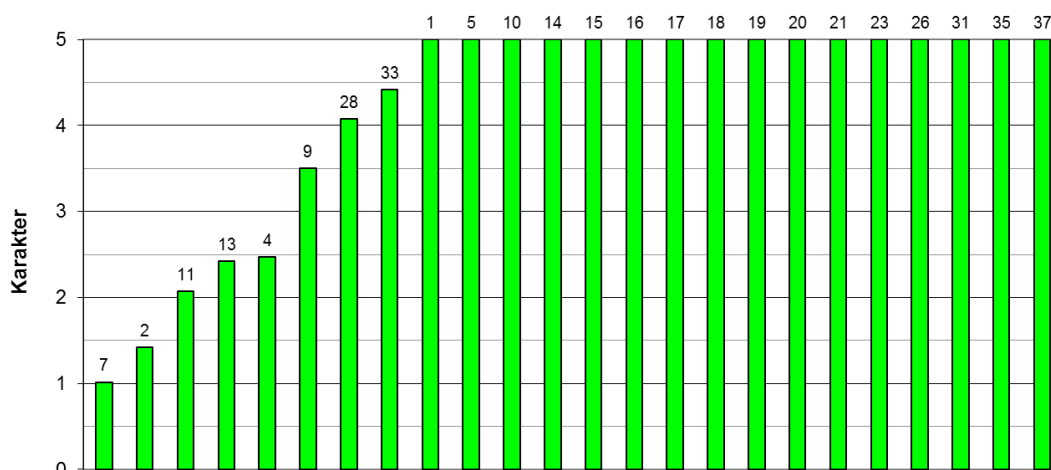
**Figur 9**  
Karakterer for opgave B – Toner i støj fra lokomotiv.

Det ses af Figur 9, at alle 36 deltagere har bestået Opgave B, dvs. opnået en karakter på mindst 3, som angiver grænsen for en tilfredsstillende opgaveløsning. 31 af besvarelserne fik topkarakteren 5 (86 %).

### 7.3 Karakterer for Opgave C, beregning af vejstøj med Nord2000

Der var 24 deltagere, som indsendte besvarelser til Opgave C, og karaktererne for de enkelte delparametre ( $L_{den}$  og  $L_{max}$ ) er angivet i Appendix 5.

Den samlede karakter for Opgave C fundet på basis af  $L_{den}$ , og  $L_{max}$  i 3 punkter er afbildet i Figur 10.



**Figur 10**

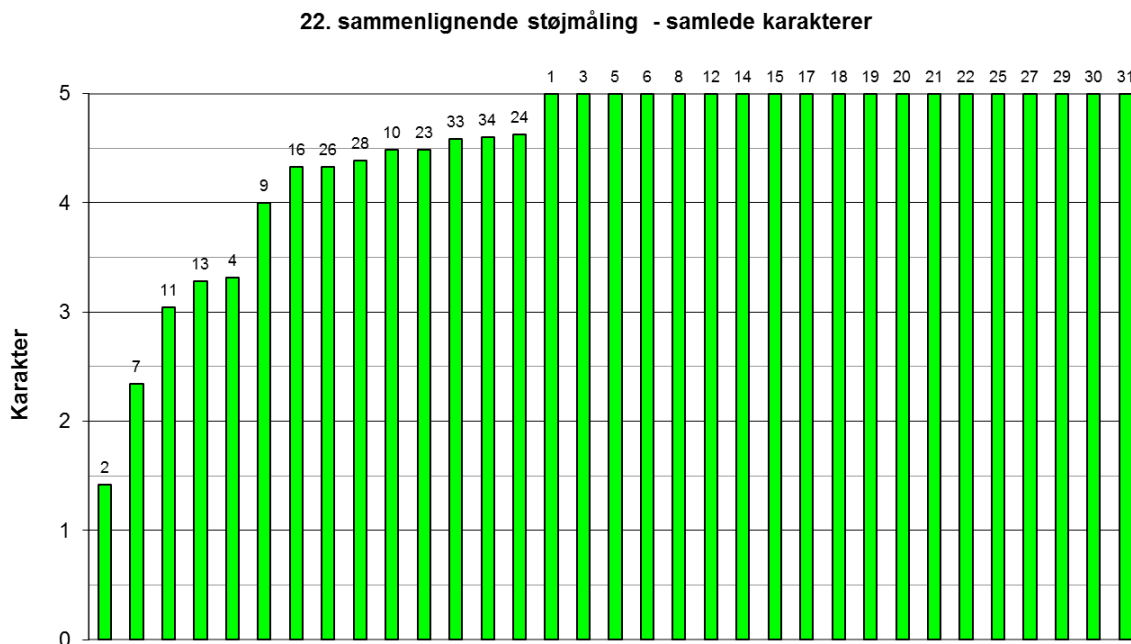
*Karakterer for opgave C – Beregning af togstøj ved station Nord2000.*

Det ses af Figur 10, at 19 ud af 24 besvarelser (79 %) har bestået opgave C, dvs. opnået en karakter større end (eller lig med) 3, som angiver grænsen for en tilfredsstillende opgaveløsning. 16 besvarelser fik topkarakteren 5 (67 %).

## 7.4 Samlede karakterer

Der var 38 deltagere, som indsendte besvarelser til opgaverne, og alle karaktererne herfor er angivet i Appendix 5.

De samlede karakterer fore hver af deltagerne er fundet som et vægtet gennemsnit af karaktererne for de opgaver (A, B og/eller C), som deltagerne har løst. Vægtningemetoden er beskrevet i Appendix 3.



**Figur 11**

*De samlede karakterer for den 22. sammenlignende støjmåling fundet som et vægtet gennemsnit af karaktererne for opgave A, B og C, som beskrevet i Appendix 3.*

De samlede karakterer for den 22. sammenlignende støjmåling fremgår af Figur 11. Af de 38 deltagere bestod 36 (95 %) den samlede opgave. Heraf fik 29 deltagere topkarakteren 5 (76 %).

## 8. Konklusion

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger har fra juni til september 2015 afholdt den 22. sammenlignende støjmåling. Denne sammenlignende støjmåling bestod af 3 opgaver: A) Støj fra et lokomotiv, opdelt som analyse af støjen i et immissionspunkt samt en efterfølgende beregning af støjbelastningen, B) Toner i støjen fra lokomotivet og C) Beregning af togstøj med Nord2000 (delvis obligatorisk).

I alt indkom der 37 forskellige besvarelser fra 38 deltagere.

I den samlede bedømmelse opnåede 36 ud af 38 deltagere (95 %) karakterer på 3 eller derover. Heraf fik 29 af besvarelserne topkarakteren 5 (76 %). Godkendte laboratorier eller certificerede personer bør opnå en samlet karakter, der afrundet er større end eller lig med 3 (på en skala fra 1 til 5). To af deltagerne bestod derfor ikke den samlede sammenlignende støjmåling.

**Opgave A** omhandlede støj fra et lokomotiv, og formålet var at beregne støjbelastningen i et punkt ved rangerterrænet. Afgørelsen om indhold af toner afhang af resultatet af toneanalysen i Opgave B. Den samlede analysenøjagtighed for totalstøjen korigeret for baggrundsstøj og toner (støjbelastningen  $L_r$ ) var god (0,05 dB for alle 36 resultater). Sammenlignet med maksimumkravet til den instrumentbetingede unøjagtighed, som er angivet til  $\sigma_i = 0,25-0,5$  dB i Miljøstyrelsen vejledning nr. 6/1984 [2], er præcisionen meget stor.

Alle deltagere bestod Opgave A med karakteren 5.

**Opgave B** omhandlede analyser af toneindholdet i støjen fra lokomotivet i forceret tomgang. Alle deltagerne var enige om, at støjen fra toget i tomgang indeholdt tydeligt hørbare toner. Der var dog en forholdsvis stor spredning på delparameteren  $\Delta L_{ts}$  (kriteriestørrelsen), som er et udtryk for tonens hørbarhed over baggrundsstøjen. En væsentlig årsag til den store spredning var, at støjen fra lokomotivet indeholder mange tætliggende toner ved lave frekvenser, og det kan være svært at bestemme baggrundsstøjen (maskeringsstøjen) nøjagtigt, når der anvendes en effektiv analysebåndbredde på 4,5 Hz, som krævet i opgavebeskrivelsen. Ved at anvende en finere analysebåndbredde, kan man opnå et mere korrekt resultat af toneanalysen, hvilket flere deltagere gjorde opmærksom på i deres besvarelse. Alle deltagerne blev i en mail opfordret til på frivillig basis at indsende en ny besvarelse, hvori de anvendte en smallere analysebåndbredde på fx  $\Delta f_{eff} = 1,5$  Hz. Dette gjorde 6 deltagere. Gennemsnittet af disse 6 resultater gav en forøgelse af kriteriestørrelsen på 3,5 dB til  $\Delta L_{ts} = 17,7$  dB ved en effektiv analysebåndbredde på  $\Delta f_{eff} = 1,5$  Hz.

I bedømmelsen af Opgave B opnåede alle 36 deltagere karakteren 3 eller derover. Heraf fik 31 af besvarelserne topkarakteren 5 (86 %).

Præcisionen af toneanalyser i de sammenlignende støjmålinger er forbedret en del gennem årene, selv om der stadig er stor spredning på resultaterne. I forhold til tidligere sammenlignende støjmålinger er der dog en større andel af deltagerne, som opnår topkarakteren 5.

**Opgave C** omhandlede støj fra en togtrafik nær en togstation. Opgaven var delvist obligatorisk, idet den var stilet til de deltagere, som er certificeret eller akkrediteret til beregning af togstøj.

Formålet med Opgave C var at gøre deltagerne bekendt med den nyligt reviderede Orientering nr. 50 fra Referencelaboratoriet: ”Togstøj ved stationer”, som blev revideret i juni 2015 [7]. I orienteringen gennemgås i detaljer de hastighedsændringer, som standsende tog normalt udfører på vej til og fra en togstation.

Af de 24 deltagere bestod 19 opgaven (79 %). Heraf fik 16 topkarakteren 5 (67 %). Standardafvigelsen på alle besvarelser (ekskl. outliers) lå i området 0,07-0,10 dB for  $L_{den}$  og 0,02-0,20 dB for  $L_{Amax}$ . Til sammenligning var standardafvigelsen i togstøjopgaven i den 20. sammenlignende støjmåling 0,04-0,17 dB for  $L_{den}$  og 0,01-0,17 dB for  $L_{max}$ . Opgave C i den 20. sammenlignende støjmåling var dog langt mere simpel, idet der her var én togtype, én toghastighed og én linjekilde, der repræsenterede begge køreretninger. Togopgaven i den 22. sammenlignende støjmåling indbefattede 2 spor og 2 togtyper, hvoraf en del var gennemkørende og en del standsede ved stationen, med ændrede hastigheder undervejs på strækningen. Når disse mange parametre tages i betragtning er præcisionen for analyseresultaterne i Opgave C god.



## Referencer

- [1] *"Kvalitetskrav til "Miljømåling – ekstern støj""*  
Udredning fra Referencelaboratoriet, RL 20/96, december 1996, opdateret januar 2015.
- [2] *"Måling af ekstern støj fra virksomheder"*, Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984.
- [3] *"Beregning af ekstern støj fra virksomheder"*, Miljøstyrelsens vejledning nr. 5/1993.
- [4] *"Måling af hørbare toner i støj"*, Orientering nr. 13 fra Referencelaboratoriet, maj 1991.
- [5] *"Forslag til revideret objektiv metode til bestemmelse af tydeligheden af toner i støj"*,  
Orientering nr. 31 fra Referencelaboratoriet, februar 2001.
- [6] *"Toneanalyser – den danske metode"*, Orientering nr. 47 fra Referencelaboratoriet,  
september 2013.
- [7] *"Togstøj ved stationer"*, Orientering nr. 50 fra Referencelaboratoriet, revideret juni 2015.

Alle dokumenterne kan downloades fra [www.referencelaboratoriet.dk](http://www.referencelaboratoriet.dk).

## Appendix 1

### Opgavebeskrivelse – RL 06/15

## 22. sammenlignende støjmåling

### Opgavebeskrivelse

Den 22. sammenlignende støjmåling består af 3 opgaver:

- A) Analyse af lydtrykniveau af 3 lydoptagelser af støjen fra et ME-lokomotiv samt beregning af støjbelastning i skellet til en nabogrund.
- B) Toneanalyse af støjen fra ME-lokomotivet.
- C) Beregning af togstøj ved en togstation ved hjælp af Nord2000 (delvis obligatorisk).

### Tilmelding og aflevering af resultater

Tilmelding foretages ved at indsende tilmeldingsblanket til Referencelaboratoriet på e-mail [reflab@delta.dk](mailto: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 regneark: "*Resultater 22saml.xls*".

Besvarelsene (regnearket) sendes til [reflab@delta.dk](mailto:reflab@delta.dk) og skal være Referencelaboratoriet i hænde senest fredag den 18. september 2015. Resultaterne af den 22. sammenlignende støjmåling bliver gennemgået af Referencelaboratoriet på Store Støjdag den 5. oktober 2015.

### Spørgsmål til opgaverne

Spørgsmål om tolkning af opgaverne skal stilles senest 14 dage før afleveringsfristen, enten pr. e-mail til [reflab@delta.dk](mailto: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 hører 4 lydfiler til opgavesættet. Alle lydoptagelser er foretaget lineært, dvs. uden frekvensvægning. Optagelser skal benyttes til løsning af Opgave A og B.

Lydfilen *Kalibrering.wav* indeholder en 1000 Hz tone med niveauet 94,0 dB. Tonen anvendes til at kalibrere de øvrige lydoptagelser.

Lydfilerne *Lokomotiv (tomgang).wav* og *Lokomotiv (forceret tomgang).wav* indeholder optagelser foretaget i et punkt i skellet til rangerterrænet, hvor lokomotivet varmede op. Lydfilen *Baggrundsstøj.wav* er optaget i samme punkt, umiddelbart før lokomotivet startede. De tre optagelser i skel er foretaget med samme forstærkning som lydfilen med kalibreringstonen.

## A. Støj fra et lokomotiv under opvarmning

Et lokomotiv af typen ME varmer op i flere trin, hvor lokomotivet i tomgang langsomt bringes op til fuld ydelse. Opvarmningsprocessen tager i alt 20 minutter, idet lokomotivet holder i normal tomgang i 15 minutter og i forceret tomgang i 5 minutter. Herefter forlader lokomotivet pladsen. I denne opgave indgår kun den periode, hvor lokomotivet holder stille i tomgang og varmer op. Lokomotivstøj og baggrundsstøj er optaget i skellet til en tom byggegrund.

I Opgave A ønskes støjbelastningen  $L_T$  beregnet for dag-, aften- og natperioden på en hverdag, idet det antages, at opvarmningsprocessen for lokomotivet foregår 3 gange om dagen (inden for en 8 timers periode), 1 gang om aftenen og 1 gang om natten. Resultaterne fra toneanalyserne i Opgave B kan benyttes til besvarelsen.

Støjbelastningen beregnes i henhold til de relevante vejledninger fra Miljøstyrelsen om eksternt støj fra virksomheder. Vejledningerne kan downloades fra [www.referencelaboratoriet.dk](http://www.referencelaboratoriet.dk).

## B. Toner i støjen fra lokomotivet

I Opgave B skal filerne *Lokomotiv (tomgang).wav* og *Lokomotiv (forceret tomgang).wav* analyseres for toner i henhold til den danske toneanalysemetode beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984 samt i Orientering nr. 47: "Toneanalyser - den danske metode" fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger. Optagelserne analyseres i hele deres længde. Disse to toneanalyser benyttes i udregningen af støjbelastningen i Opgave A.

For filen *Lokomotiv (forceret tomgang).wav* skal der i det medsendte resultatskema angives følgende 7 parametre for det mest dominerende kritiske bånd:

- centerfrekvens for det kritiske bånd,  $f_{c,krit}$
- toneniveauet,  $L_{p, tone}$
- middelstøjniveauet,  $L_{p, støj, middel}$
- den maskerende støj,  $L_{p, krit, bånd}$
- kriteriestørrelsen,  $\Delta L_{ts} (= L_{p, tone} - L_{p, krit, bånd})$
- kriterieværdien fra kriteriekurven ved  $f_{c,krit}$
- tonetillægget (0 eller 5 dB)

Den effektive analysebåndbredde  $\Delta f_{eff}$  af analysen skal angives. Det anbefales at anvende en effektiv analysebåndbredde  $\Delta f_{eff} = 4,5$  Hz, svarende til en frekvensopløsning på 3 Hz ved brug af Hanningtidsvindue.

### C. Togstøj, Nord2000 (delvis obligatorisk)

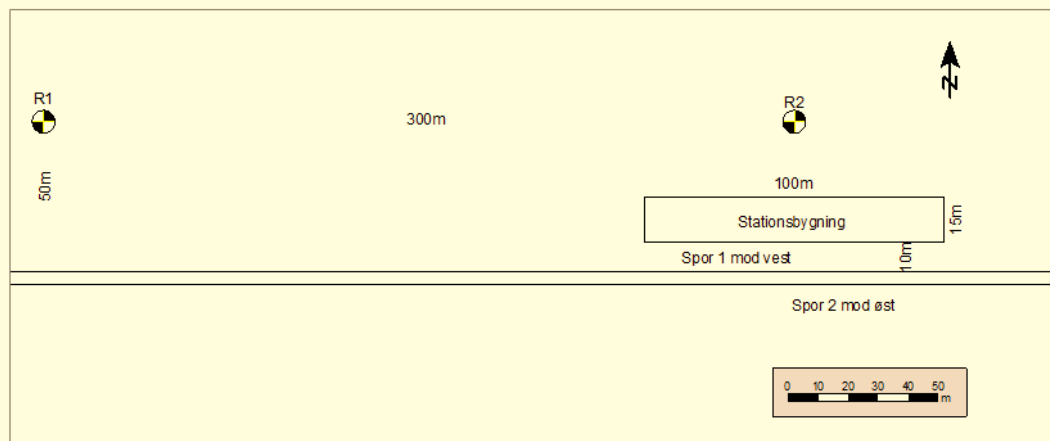
Opgaven omhandler beregning af støjen fra togtrafikken ved boliger nær ved en station. Beregningsmetoden Nord2000 Rail Traffic Noise skal anvendes, og opgaven skal udføres af alle laboratorier, som er godkendt til at beregne trafikstøj. Opgaven er frivillig for de øvrige laboratorier.

Opgavens objektdata findes som koordinater i medsendte txt-fil: "22 saml - Opgave C.txt"

Togstationen er en travl station med både gennemkørende og standsende persontog samt gennemkørende godstog. Jernbanesporene er orienteret øst-vest, og trafikken er delt i to parallelle spor: Spor 1 mod vest og Spor 2 mod øst (se skitse på Figur 1). Spor 2 ligger 4,25 m syd for Spor 1. I beregningsøjemed antages det, at togsporene strækker sig 4 km i hver retning fra stationen, dvs. i alt en 8 km lang sporstrækning. Sporenes ballast (arealet med sveller og skærver, som regnes akustisk porøst) strækker sig 1,5 m ud fra begge spormidter.

Terrænet i området er helt plant, og overkanten af skinnerne ligger 20 cm over terræn. Stationsbygningen ligger 10 m nord for Spor 1. Bygningen er 100 m lang, 15 m bred og 7 m høj.

Støjen fra jernbanen skal beregnes i tre positioner, som alle ligger i højden 1,5 m over terræn og 50 m nord for midten af Spor 1. Position R1 og R3 ligger henholdsvis 300 m vest og øst for stationsmidten. Position R2 ligger stik nord for stationsbygningen, som vist på Figur 1.



**Figur 1**

*Udsnit af objekter i Opgave C om togstøj. Koordinaterne findes i Bilag 1. Hårdt og porøst terræn er ikke vist.*

Som trafikgrundlag for beregning af togstøjen anvendes data fra Tabel 3 og 4 i Referencelaboratoriets Orientering nr. 50 – 2. udgave: "Togstøj ved stationer", 2015. Vær opmærksom på, at Orientering nr. 50 er blevet revideret i juni 2015 (se [www.referencelaboratoriet.dk](http://www.referencelaboratoriet.dk)). Orienteringens Tabel 3 og Tabel 4 er gengivet nedenfor. Der henvises i øvrigt til teksten i orienteringen.

| Togmængder               |         |            | Antal tog |       |     |     | Toglængde [m] |        |     |
|--------------------------|---------|------------|-----------|-------|-----|-----|---------------|--------|-----|
|                          | Togtype | Betegnelse | Dag       | Aften | Nat | Sum | Midde         | Samlet | Max |
| <b>Spør 1</b> (mod vest) | Person  | A&D        | 121       | 21    | 33  | 175 | 148           | 25.900 | 180 |
|                          | Gods    | B,C,H & I  | 12        | 3     | 11  | 26  | 656           | 17.060 | 700 |
| <b>Spør 2</b> (mod øst)  | Person  | A&D        | 121       | 20    | 34  | 175 | 148           | 25.900 | 180 |
|                          | Gods    | B,C,H & I  | 12        | 3     | 11  | 26  | 656           | 17.060 | 700 |

**Tabel 3**

*Eksempel på driftsgrundlag til støjberegninger – typiske trafikmængder for en "travl" station. Her kører fortrinsvis IR4- og IC3-persontog (type A&D) samt godstog type (B, C, H & I).*

| Toghastigheder<br>[km/t] | Togtype | Hastighed på fri strækning |     |        | Hastighed i stationsområde i forskellige afstande fra stationen |           |        |                 |          |           |
|--------------------------|---------|----------------------------|-----|--------|-----------------------------------------------------------------|-----------|--------|-----------------|----------|-----------|
|                          |         | Køreplan                   | Max | Vægtet | Før stationen                                                   |           |        | Efter stationen |          |           |
|                          |         |                            |     |        | -2000-1000                                                      | -1000-500 | -500-0 | 0-500           | 500-1000 | 1000-2000 |
| <b>Begge spor</b>        | Person  | 140                        | 180 | 147    | 175                                                             | 130       | 80     | 70              | 95       | 115       |
|                          | Gods    | 90                         | 120 | 96     | 96                                                              | 96        | 96     | 96              | 96       | 96        |

**Tabel 4**

*Hastigheder for kørsel på fri strækning og for kørsel indenfor stationsområdet (reduceret maksimalhastighed) opstillet til brug for støjberegninger.*

For togtyperne anvendes Miljøstyrelsens typeinddeling henholdsvis "A & D" for persontog og "B, C, H & I" for godstog.

76 % af alle persontogene standser ved stationen og 24 % er gennemkørende. Alle godstogene er gennemkørende.

Det antages, som angivet i Orientering nr. 50, at på frie strækninger (mindst 2 km fra stationsmidten) kører 85 % af togene med køreplanhastighed, og 15 % kører med maksimalhastighed. Den resulterende vægtede hastighed fremgår af Tabel 4. Inden for stationsområdet benyttes der for de standsende persontog den mindste af henholdsvis den vægtede hastighed (147 km/t) og den reducerede maksimalhastighed i de angivne afstande fra stationen.

Tæt på denne station gælder der lokale regler om, at maksimalhastigheden ikke må overstige 120 km/t i et område, der strækker sig 200 m øst for stationen til 700 m vest for stationen (bl.a. pga. en stor mængde sporskifter vest for stationen).

Sporarealet (ballasten) regnes akustisk porøst (impedansklasse D) mens alt øvrigt terræn regnes akustisk hårdt (impedansklasse G) og ruhedsklasse N (Roughness Class). Definitionen af terræntyper er beskrevet i "User's Guide Nord2000 Road". Stationsbygningen har et refleksionstab på -1 dB.

Lyddubrelsen beregnes med metoden Nord2000 Rail, og der regnes med 9 vejrklasser.

Resultatet af Opgave C er parametrene  $L_{den}$  og  $L_{Amax}$  angivet med 2 decimaler for hvert af beregningspunkterne R1, R2 og R3.

#### Vigtigt vedr. beregningssoftware:

Det anbefales, at deltagerne anvender den seneste versionsopdatering af støjberegningsprogrammet. Det frarådes, at indstillingerne af beregningsparametrene i softwaren optimeres af hensyn til beregningstidsforbruget, selv om det ofte kan være nødvendigt i andre sammenhænge. Men for at undgå, at deltagerne bruger uforholdsmæssigt lang tid på at undersøge beregningsnøjagtigheden for forskellige kombinationer af beregningsindstillingerne i støjberegningsprogrammet, anbefales det – for programmet SoundPLAN – at anvende følgende indstillinger:

*SoundPLAN, version 6.5:* Angle increment = 0,1. Reflection order = 5, Reflection depth = 5, Max search radius = 5000 m, Tolerance = 0,1.

*SoundPLAN, version 7.0 og senere versioner:* Reflection order = 5, Max. search radius = 5000 m, Max. reflection distance (receiver) = 300 m, Max. reflection distance (source) = 300 m, Allowed tolerance = 0,1 (for each source). Distance to diameter factor (for tog-linjekilden) = 16.

## Dokumentation

Referencelaboratoriet tilsender deltagerne et regneark, "Resultater 22saml.xls", hvori beregningsresultaterne skal indsættes (se tabel nedenfor).

| Skema 22. sammenlignende støjmåling                  |  |  |                                                      |  |  |                                                      |  |  |                                                      |  |  |                                                      |  |  |
|------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------------------|--|--|------------------------------------------------------|--|--|
| Deltager:                                            |  |  | Lab. navn:                                           |  |  | Adresse:                                             |  |  |                                                      |  |  |                                                      |  |  |
| Opgave A                                             |  |  | Støjbehandling L                                     |  |  | Opgave B                                             |  |  | Støjbehandling R                                     |  |  | Opgave C                                             |  |  |
| Dag                                                  |  |  | Aften                                                |  |  | Nat                                                  |  |  | L1                                                   |  |  | L2                                                   |  |  |
| Støjbehandling i støj                                |  |  | Støjbehandling i støj                                |  |  | Støjbehandling i støj                                |  |  | Støjbehandling i støj                                |  |  | Støjbehandling i støj                                |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler                  |  |  | dB-værdier angives med to decimaler                  |  |  | dB-værdier angives med to decimaler                  |  |  | dB-værdier angives med to decimaler                  |  |  | dB-værdier angives med to decimaler                  |  |  |
| Anvendt udstyr (hardware og software) til målingerne |  |  | Anvendt udstyr (hardware og software) til målingerne |  |  | Anvendt udstyr (hardware og software) til målingerne |  |  | Anvendt udstyr (hardware og software) til målingerne |  |  | Anvendt udstyr (hardware og software) til målingerne |  |  |
| L1                                                   |  |  | L2                                                   |  |  | L3                                                   |  |  | L4                                                   |  |  | L5                                                   |  |  |
| Toneanalyse                                          |  |  | Toneanalyse                                          |  |  | Toneanalyse                                          |  |  | Toneanalyse                                          |  |  | Toneanalyse                                          |  |  |
| Tegning (Nord 2000)                                  |  |  | Tegning (Nord 2000)                                  |  |  | Tegning (Nord 2000)                                  |  |  | Tegning (Nord 2000)                                  |  |  | Tegning (Nord 2000)                                  |  |  |
| Softwareversion og -data                             |  |  | Softwareversion og -data                             |  |  | Softwareversion og -data                             |  |  | Softwareversion og -data                             |  |  | Softwareversion og -data                             |  |  |

## Evaluerings og karaktergivning

Ved evaluering af laboratorierne besvarelser vil ikke alle delresultater (dB- og Hz-værdierne) fra det indsendte resultatskema indgå i karaktervurderingerne. Referencelaboratoriet beregner dog "sande" værdier for alle delresultaterne, således at opgaven og de resulterende "sande" værdier fremover vil kunne anvendes som referenceeksempler, fx til dokumentation af software- eller instrumenteringsopdateringer.

## Bilag 1

### Objektkoordinater til brug for løsning af Opgave C

| Objekt  | x     | y     | z   |
|---------|-------|-------|-----|
| Spor 1  | -4000 | 0     | 0,2 |
|         | 4000  | 0     | 0,2 |
|         |       |       |     |
| Spor 2  | -4000 | -4,25 | 0,2 |
|         | 4000  | -4,25 | 0,2 |
|         |       |       |     |
| Station | 50    | 10    | 0   |
|         | 50    | 25    | 0   |
|         | -50   | 25    | 0   |
|         | -50   | 10    | 0   |
|         |       |       |     |
| R1      | -300  | 50    | 1,5 |
|         |       |       |     |
| R2      | 0     | 50    | 1,5 |
|         |       |       |     |
| R1      | 300   | 50    | 1,5 |

Appendix 2  
Udskrift af regneark med resultater (udfyldt med de sande værdier)

| Sande værdier                        |                               | 22. sammenlignende støjmåling                        |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|-------|----------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|----------|---------------------------------------|--|--|
| Deltager(e):                         |                               | Opgave A og B: 36 deltagere. Opgave C: 24 deltagere. |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| Opgave A                             | Støjbelastning L <sub>r</sub> | Opgave B                                             |       | Opgave C |                                       |  |                                       | Opgave D |                                       |  |  |
|                                      |                               | Dag                                                  | Aften | Nat      | Toneanalyse af log i forceret tongang |  | Toneanalyse af log i forceret tongang |          | Toneanalyse af log i forceret tongang |  |  |
|                                      |                               | 67,02                                                | 71,28 | 74,29    |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
| dB-værdier angives med to decimaler. |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |
|                                      |                               |                                                      |       |          |                                       |  |                                       |          |                                       |  |  |



## Appendix 3

### Afvielser og princip for karaktergivning

Sammenhængen mellem karakterer og afvielser fra de sande værdier afhænger ifølge angivelserne i RL 20/96 [1] af eksemplernes sværhedsgrad. For 22. sammenlignende støjmåling er sammenhængen angivet i nedenstående tabel.

| Karakter | $L_{Aeq}$ | $L_{pt}$ og $\Delta L_{ts}$ | $L_{den}$ |
|----------|-----------|-----------------------------|-----------|
| 5        | 0,0-0,2   | 0,0-0,4                     | 0,0-0,2   |
| 4        | 0,3-0,4   | 0,5-0,7                     | 0,3-0,4   |
| 3        | 0,5-0,7   | 0,8-1,2                     | 0,5-0,7   |
| 2        | 0,8-1,1   | 1,3-2,0                     | 0,8-1,1   |
| 1        | > 1,1     | > 2,0                       | > 1,1     |

**Tabel 1**

*Sammenhængen mellem enkeltkarakterer og afvielser fra de sande værdier i den 22. 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 22. 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.

|                                 |                            |                      |                  |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------|
| 103 ApS                         | René Hansen                | Østerbro 4           | 5690 Tommerup    |
| AkustikNet PV                   | Palle Voss                 | Lejrvej 17           | 3500 Værløse     |
| Alectia A/S                     | Casper Villesholm Malis    | Teknikerbyen 34      | 2830 Virum       |
| Alectia A/S                     | Christoffer Andreas Weitze | Teknikerbyen 34      | 2830 Virum       |
| Arbejdsmiljøeksperten A/S       | Bo Plet                    | Auktionsgade 3       | 6700 Esbjerg     |
| Arbejdsmiljøeksperten A/S       | Henrik Gliese              | Auktionsgade 3       | 6700 Esbjerg     |
| BP Støjmåling                   | Bjørn Petersen             | Søndermarken 2       | 7400 Herning     |
| COWI A/S                        | Anders Keld Rasmussen      | Vestre Stationsvej 7 | 5000 Odense C    |
| COWI A/S                        | Hans Torben Foged          | Vestre Stationsvej 7 | 5000 Odense C    |
| COWI A/S                        | John Michael Jørgensen     | Vestre Stationsvej 7 | 5000 Odense C    |
| COWI A/S                        | Jørgen Vasehus Madsen      | Parallelvej 15       | 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                           | Erik Thysell               | Venlighedsvej 4      | 2970 Hørsholm    |
| DELTA                           | Jens E. Laursen            | Venlighedsvej 4      | 2970 Hørsholm    |
| DELTA                           | Lars S. Søndergaard        | Agro Food Park 13    | 8200 Aarhus N    |
| dk-akustik aps                  | Dimitar Ianev              | Gedevasevej 41       | 3520 Farum       |
| Eurofins Miljø A/S              | Per Andersen               | Ørnebjergvej 1       | 2600 Glostrup    |
| Sweco Danmark A/S,<br>Acoustica | Kenneth Grenaa Lillelund   | Dusager 12           | 8200 Aarhus N    |

|                                                                        |                            |                         |               |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------|
| Lloyd's Register Consulting – Energy A/S                               | René Smidt Lützen          | Strandvejen 104A        | 2900 Hellerup |
| Midtconsult p/s                                                        | Martin Leerbæk Pedersen    | Silkeborgvej 620        | 8220 Brabrand |
| Moe A/S                                                                | Anne Lin Enggaard          | Buddingevej 272         | 2860 Søborg   |
| Motorsportens Akustiklaboratorium                                      | Otto Dyrnum                | Idrættens Hus           | 2605 Brøndby  |
| NIRAS A/S                                                              | Carsten Villsen            | Vestre Havnepromenade 9 | 9100 Aalborg  |
| NIRAS A/S                                                              | Hans Kristian Drejer       | Åboulevarden 80         | 8100 Aarhus C |
| NIRAS A/S                                                              | Jesper Konnerup            | Åboulevarden 80         | 8100 Aarhus C |
| NIRAS A/S                                                              | Mark Aarup Mikaelson       | Åboulevarden 80         | 8100 Aarhus C |
| RAMBØLL Danmark A/S                                                    | Henrik Sperling            | Kolding Åpark 11        | 6000 Kolding  |
| RAMBØLL Danmark A/S                                                    | Jacob Storm Jørgensen      | Englandsøade 25         | 5100 Odense C |
| RAMBØLL Danmark A/S                                                    | Jens Duch                  | Englandsøade 25         | 5100 Odense C |
| RAMBØLL Danmark A/S                                                    | Karl Grove Sørensen        | Englandsøade 25         | 5100 Odense C |
| RAMBØLL Danmark A/S                                                    | Ole Funk Knudsen           | Englandsøade 25         | 5100 Odense C |
| SH Akustik                                                             | Stig Martin Hansen         | Rosenvænget 57          | 4690 Haslev   |
| Tornhøj Måleteknik                                                     | Jørgen Tornhøj Christensen | Axel Juels Allé 90      | 2750 Ballerup |
| Via Trafik                                                             | Rune Appelt Rasmussen      | Søvej 13B               | 3460 Birkerød |
| VM acoustics aps                                                       | Ole Jacob Veiergang        | Skovgårdøade 8          | 8000 Aarhus C |
| Aarhus Kommune,<br>Center for Miljø og Energi,<br>Virksomheder og Jord | Carsten S. Ryom Petersen   | Grøndalsvej 1C          | 8260 Viby J   |

Appendix 5  
Indsendte resultater, afvigelser og karakterer

Indsendte data

Afviigelser fra sande værdier

22. sammenlignende støjmåling

Afviigelser

| Opgave A, tog i tomgang |                                 |       |       | Opgave B, toner fra lokomotiv |                   |                    |                           |                         |                  |               |        |                  |                   | Opgave C, støj ved togstation |                   |                  |                   |                  |                   |
|-------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|---------------|--------|------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Nr.                     | Støjbeklastning, L <sub>r</sub> |       |       | Toneanalyse                   |                   |                    |                           |                         |                  |               |        |                  |                   | Punkt R1                      |                   | Punkt R2         |                   | Punkt R3         |                   |
|                         | Dag                             | Aften | Nat   | Δf                            | f <sub>c,kr</sub> | L <sub>p,one</sub> | L <sub>p,søj,middel</sub> | L <sub>p,kr,blånd</sub> | ΔL <sub>is</sub> | Kriterieværdi | Tillæg | L <sub>den</sub> | L <sub>Anax</sub> | L <sub>den</sub>              | L <sub>Anax</sub> | L <sub>den</sub> | L <sub>Anax</sub> | L <sub>den</sub> | L <sub>Anax</sub> |
| 1                       | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.5                    | 0.6              | 0.0           | 5.0    | 0.04             | 0.00              | -0.06                         | 0.00              | 0.02             | 0.00              | 0.02             | 0.00              |
| 2                       |                                 |       |       |                               |                   |                    |                           |                         |                  |               |        | 1.88             | 0.32              | -0.33                         | 5.26              | 2.62             | 0.31              |                  |                   |
| 3                       | 0.08                            | 0.02  | 0.01  | 4.7                           | 0.0               | -0.1               |                           | 0.8                     | -0.8             | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 4                       | 0.04                            | 0.04  | 0.04  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | 1.1                     | -0.9             | 0.0           | 5.0    | 0.19             | 0.08              | 0.80                          | 0.38              | 0.20             | 0.15              | 0.20             | 0.15              |
| 5                       | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    | 0.01             | 0.00              | -0.05                         | 0.01              | 0.03             | 0.00              | 0.03             | 0.00              |
| 6                       | -0.05                           | -0.05 | -0.05 | 4.6                           | 0.5               | 0.0                |                           | 2.9                     | -2.8             | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 7                       | -0.13                           | -0.13 | -0.13 | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    | -1.78            | -5.68             | -2.06                         | -4.02             | -0.97            | -5.21             |                  |                   |
| 8                       | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 9                       | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    | 0.20             | 0.00              | 0.06                          | 0.00              | 0.41             | 0.00              | 0.41             | 0.00              |
| 10                      | -0.01                           | -0.01 | -0.01 | 4.0                           | 0.4               | -0.6               |                           | -0.7                    | 0.2              | 0.0           | 5.0    | 0.01             | 0.00              | -0.05                         | 0.00              | 0.03             | 0.00              | 0.03             | 0.00              |
| 11                      | -0.05                           | -0.05 | -0.05 | 4.0                           | 0.4               | 0.0                |                           | 0.9                     | -0.8             | 0.0           | 5.0    | -0.05            | 0.39              | 0.35                          | 1.49              | 0.20             | 0.39              | 0.20             | 0.39              |
| 12                      | 0.04                            | 0.04  | 0.04  | 4.6                           | 0.5               | 0.0                |                           | -0.3                    | 0.5              | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 13                      | -0.18                           | -0.18 | -0.18 | 4.7                           | 0.0               | -0.3               |                           | 1.4                     | -1.6             | 0.0           | 5.0    | 0.13             | -0.07             | 0.74                          | 0.84              | 0.15             | -0.07             | 0.15             | -0.07             |
| 14                      | 0.02                            | 0.02  | 0.02  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.5                    | 0.6              | 0.0           | 5.0    | -0.03            | 0.00              | 0.01                          | 0.00              | -0.05            | 0.00              | -0.05            | 0.00              |
| 15                      | -0.15                           | -0.15 | -0.15 | 4.7                           | 0.0               | -0.1               |                           | 1.8                     | -1.8             | 0.0           | 5.0    | 0.01             | 0.00              | 0.02                          | 0.00              | 0.04             | 0.00              | 0.04             | 0.00              |
| 16                      | 0.06                            | 0.06  | 0.06  | 3.8                           | 0.0               | -0.7               |                           | 4.0                     | -4.4             | 0.0           | 5.0    | -0.02            | -0.01             | 0.07                          | 0.00              | -0.02            | -0.01             | -0.02            | -0.01             |
| 17                      | 0.00                            | 0.00  | 0.01  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.5                    | 0.6              | 0.0           | 5.0    | -0.04            | 0.01              | 0.01                          | 0.00              | -0.05            | 0.00              | -0.05            | 0.00              |
| 18                      | -0.06                           | -0.05 | -0.05 | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.5                    | 0.6              | 0.0           | 5.0    | -0.03            | 0.00              | 0.01                          | 0.00              | -0.05            | 0.00              | -0.05            | 0.00              |
| 19                      | -0.11                           | -0.11 | -0.11 | 4.7                           | 0.3               | -0.1               |                           | 1.8                     | -1.8             | 0.0           | 5.0    | 0.01             | 0.00              | -0.02                         | 0.00              | 0.04             | 0.00              | 0.04             | 0.00              |
| 20                      | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    | 0.02             | 0.00              | 0.02                          | 0.01              | 0.01             | 0.00              | 0.01             | 0.00              |
| 21                      | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    | -0.02            | 0.00              | 0.04                          | 0.01              | -0.05            | 0.00              | -0.05            | 0.00              |
| 22                      | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 23                      | -0.05                           | -0.05 | -0.05 | 4.6                           | 1.4               | -0.6               |                           | 0.2                     | -0.6             | 0.0           | 5.0    | -0.06            | 0.00              | -0.11                         | 0.01              | -0.04            | 0.00              | -0.04            | 0.00              |
| 24                      | 0.09                            | -0.09 | -0.09 | 3.1                           | 0.0               | -0.5               |                           | 0.8                     | -2.3             | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 25                      | 0.03                            | 0.03  | 0.03  | 4.0                           | -5.0              | 0.4                |                           | -3.6                    | 4.0              | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 26                      | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.7                           | 0.0               | -0.7               |                           | 0.1                     | -0.7             | 0.0           | 5.0    | -0.01            | 0.00              | 0.09                          | 0.00              | -0.02            | 0.00              | -0.02            | 0.00              |
| 27                      | 0.00                            | 0.00  | 0.00  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 28                      | 0.00                            | 0.00  | -0.01 | 3.8                           | 0.0               | 0.1                |                           | 1.2                     | -1.0             | 0.0           | 5.0    | 0.25             | 0.00              | 0.03                          | 0.01              | 0.15             | 0.03              | 0.15             | 0.03              |
| 29                      | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 30                      | -0.09                           | -0.09 | -0.09 | 4.6                           | -1.0              | -0.1               |                           | 3.0                     | -3.0             | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 31                      |                                 |       |       |                               |                   |                    |                           |                         |                  |               |        | 0.01             | 0.00              | -0.05                         | 0.01              | 0.03             | 0.00              | 0.03             | 0.00              |
| 32                      | 0.04                            | 0.04  | 0.04  | 4.6                           | 0.5               | 0.0                |                           | -0.3                    | 0.5              | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 33                      | -0.04                           | -0.04 | -0.04 | 4.5                           | 0.0               | -0.4               |                           | -0.4                    | 0.1              | 0.0           | 5.0    | -0.17            | 0.00              | -0.17                         | 0.00              | -0.15            | 0.00              | -0.15            | 0.00              |
| 34                      | 0.08                            | 0.02  | 0.01  | 3.8                           | 0.0               | -0.6               |                           | 2.7                     | -3.1             | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 35                      | 0.00                            | 0.00  | 0.00  | 4.7                           | 0.0               | -0.2               |                           | -0.4                    | 0.4              | 0.0           | 5.0    | 0.01             | 0.00              | -0.01                         | 0.00              | 0.03             | 0.00              | 0.03             | 0.00              |
| 36                      | 0.03                            | 0.03  | 0.03  | 4.5                           | 0.0               | 0.1                |                           | -0.1                    | 0.3              | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |
| 37                      | -0.05                           | -0.05 | -0.05 | 4.6                           | 0.4               | -0.1               |                           | 1.8                     | -1.8             | 0.0           | 5.0    | 0.01             | 0.00              | -0.05                         | 0.00              | 0.03             | 0.00              | 0.03             | 0.00              |
| 38                      | 0.01                            | 0.01  | 0.01  | 4.7                           | 0.0               | -0.1               |                           | -0.5                    | 0.5              | 0.0           | 5.0    |                  |                   |                               |                   |                  |                   |                  |                   |

Besvarelse nr. 12 og 32 er parvist identiske, idet deltagene var fra samme firma og var fælles om besvarelsen.

Karakterer

22. sammenlignende støjmåling

Karakterer

| Nr. | Opgave A, tog i tomgang         |       |     |  | Opgave B, toner fra lokomotiv |                     |                      |                              |                            |                  |               |        |                  |                   | Opgave C, støj ved togstation |                   |                  |                   |                  |                   |
|-----|---------------------------------|-------|-----|--|-------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|------------------|---------------|--------|------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|     | Støjbelastrning, L <sub>r</sub> |       |     |  | Toneanalyse                   |                     |                      |                              |                            |                  |               |        |                  |                   | Punkt R1                      |                   | Punkt R2         |                   | Punkt R3         |                   |
|     | Dag                             | Aften | Nat |  | Δf                            | f <sub>c,krit</sub> | L <sub>p, tone</sub> | L <sub>p, støj, middel</sub> | L <sub>p, krit, bånd</sub> | ΔL <sub>is</sub> | Kriterieværdi | Tillæg | L <sub>den</sub> | L <sub>Amax</sub> | L <sub>den</sub>              | L <sub>Amax</sub> | L <sub>den</sub> | L <sub>Amax</sub> | L <sub>den</sub> | L <sub>Amax</sub> |
| 1   | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 4                          | 4                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 2   | -                               | -     | -   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | -                          | -                | -             | -      | -                | 1                 | 3                             | 3                 | 1                | 1                 | 3                | 3                 |
| 3   | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 4                          | 3                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 4   | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 3                          | 3                | 5             | 5      | 5                | 4                 | 5                             | 1                 | 3                | 4                 | 4                | 4                 |
| 5   | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 6   | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 1                          | 1                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 7   | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | 1                 | 1                             | 1                 | 1                | 1                 | 1                | 1                 |
| 8   | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 9   | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | 4                 | 5                             | 5                 | 5                | 3                 | 5                | 5                 |
| 10  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 4                    | -                            | 4                          | 5                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 11  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 3                          | 3                | 5             | 5      | 5                | 3                 | 3                             | 3                 | 1                | 4                 | 3                | 3                 |
| 12  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 13  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 2                          | 2                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 2                 | 1                | 4                 | 5                | 5                 |
| 14  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 4                          | 4                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 15  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 2                          | 2                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 16  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 4                    | -                            | 1                          | 1                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 17  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 4                          | 4                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 18  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 4                          | 4                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 19  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 2                          | 2                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 20  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 21  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 22  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 23  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 4                    | -                            | 5                          | 4                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 24  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 4                    | -                            | 3                          | 1                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 25  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 1                          | 1                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 26  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 4                    | -                            | 5                          | 4                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 27  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 28  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 3                          | 3                | 5             | 5      | 4                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 4                 | 5                | 5                 |
| 29  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 30  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 1                          | 1                | 5             | 5      | 5                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 31  | -                               | -     | -   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | -                          | 5                | -             | -      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 32  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | -                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 33  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 4                | 5                 | 4                             | 5                 | 4                | 5                 | 5                | 5                 |
| 34  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 4                    | -                            | 1                          | 1                | 5             | 5      | -                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 35  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 36  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 5                          | 5                | 5             | 5      | -                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |
| 37  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 2                          | 2                | 5             | 5      | 5                | 5                 | 5                             | 5                 | 5                | 5                 | 5                | 5                 |
| 38  | 5                               | 5     | 5   |  | -                             | -                   | 5                    | -                            | 4                          | 5                | 5             | 5      | -                | -                 | -                             | -                 | -                | -                 | -                | -                 |

Besvarelse nr. 12 og 32 er parvist identiske, idet deltagerne var fra samme firma og var fælles om besværelsen.