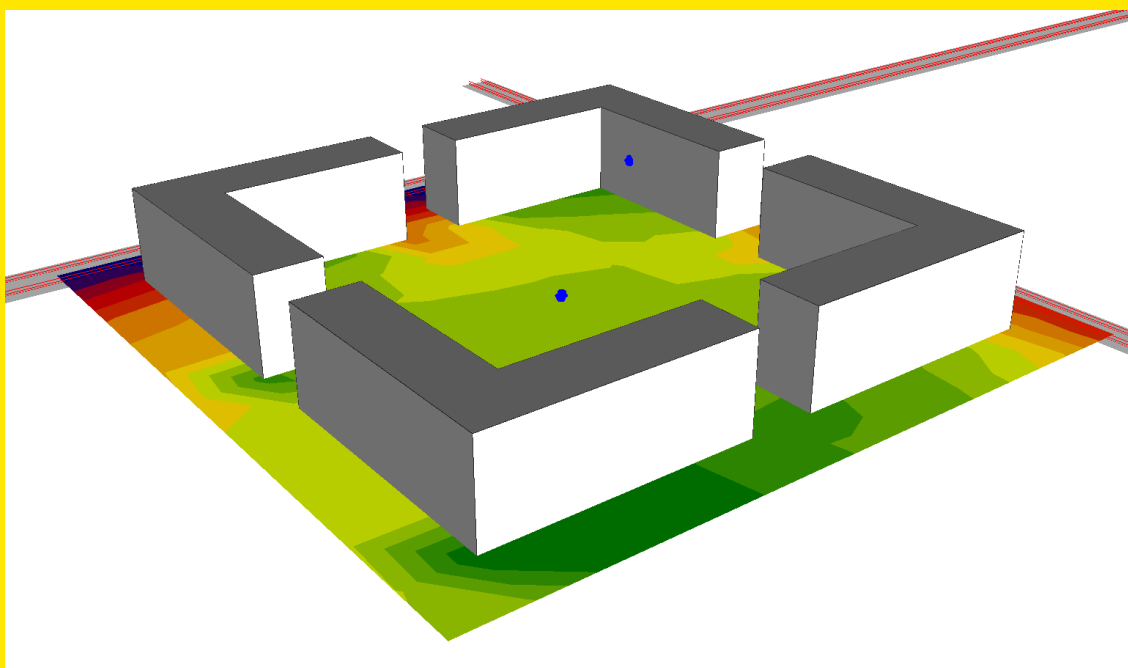


23. sammenlignende støjmåling



Rapport nr. 30
Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger
DELTA – a part of FORCE Technology

23. sammenlignende støjmåling

Rapport nr. 30

**Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger
DELTA – a part of FORCE Technology**

DELTA – a part of FORCE Technology
Venlighedsvej 4
2970 Hørsholm
Telefon: +45 72 19 40 00
reflab@delta.dk
www.referencelaboratoriet.dk

Titel 23. sammenlignende støjmåling
Vores ref. JEL/CB/ilk
Rekvirent Miljøstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø

Resumé

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger har i perioden februar-april 2017 afholdt den 23. sammenlignende støjmåling. Opgavesættet bestod af 3 opgaver. I den første opgave skulle deltagerne analysere lydfiler, som indeholdt optagelser af støjen fra et varmeværk målt i en nærvæd liggende bolig. Den anden opgave omhandlede impulsagtig støj fra varelevering til et supermarked. Den tredje opgave omhandlede beregning af trafikstøjen ved en planlagt etageejendom nær et vejkryds og var stilet til deltagere, som var certificeret eller akkrediteret til beregning af trafikstøj.

I alt indkom der 37 forskellige besvarelser fra 39 tilmeldte deltagere.

Deltagelse er obligatorisk for laboratorier, der er akkrediteret, og for personer der er certificeret til ”Miljømåling – ekstern støj” og/eller ”Miljømåling – trafikstøj”. Der deltog 23 forskellige laboratorier / firmaer.

Opgavesættet blev udsendt den 3. februar 2017. Der kom kun få spørgsmål til opgavesættet, men ét havde generel interesse for de øvrige deltagere. Det drejede sig om, hvorvidt L_{Aeq} -værdien i svararket skulle indeholde korrektionen for efterklangstid. Spørgsmålet blev besvaret i en e-mail til alle deltagere den 24. marts 2017.

Analyse- og beregningsresultater skulle afleveres via e-mail i et excel-regneark, som var udsendt til deltagerne sammen med invitationen. Resultaterne skulle afleveres senest 7. april 2017.

Den første opgavebesvarelse blev modtaget den 27. marts 2017. Resten af besvarelserne indløb i de sidste uger op til deadline. To af deltagerne fik en uges udsættelse, og to fik en længere udsættelse med aflevering af opgaven. Den sidste besvarelse indkom den 10. maj 2017. Karaktervurderingerne blev på grund af travlhed og ferie først udsendt den 20. juli 2017.

I Opgave A (støjbelastning fra varmeværk) bestod 33 af 37 deltagere (89 %), heraf 15 med topkarakteren 5. Resultaterne fra opgave A viser ganske tydeligt, at deltagerne kan analysere L_{Aeq} med god præcision. Analysen af efterklangstiden viste en stor spredning, hvilket påvirkede spredningen på støjbelastningen. Støjbelastningen lå dog indenfor den normale instrumentbetingede usikkerhed (0,25-0,4 dB).

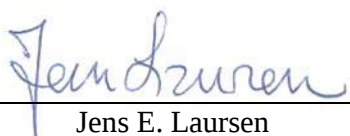
I Opgave B (impulser fra varelevering til supermarked) bestod 35 af 37 (95 %) af deltagerne, hvoraf 25 deltagere fik karakteren 5. Resultaterne fra opgave B viser overordnet, at deltagerne kan bestemme maksimalniveauer og impulstydighed meget præcist.

I Opgave C (vejtrafikstøj ved etageejendom) bestod 24 ud af 27 deltagere (89 %), og 14 fik karakteren 5. Resultaterne fra Opgave B viser, at Nord2000-beregningerne udviser en større spredning, hvis deltagerne selv skal vurdere og fastsætte beregningsindstillingerne i støjudbredelsesprogrammet.

I den samlede bedømmelse opnåede 35 ud af 39 deltagere (90 %) karakterer større end 3. Heraf fik 12 deltagere topkarakteren 5. Godkendte laboratorier/certificerede personer bør opnå en samlet karakter, der er mindst 3 (på en skala fra 1 til 5). Fire af deltagerne bestod derfor ikke denne sammenlignende støjmåling, hvilket dels skyldes deres karakter for Opgave A, hvor der var stor spredning på efterklangstidsbestemmelsen, dels Opgave C, hvor støjbidraget L_{den} i det skærmede punkt R2 havde en stor spredning. Af disse årsager var der færre deltagere, der fik topkarakteren 5 end normalt i de sammenlignende støjmålinger.

De samlede resultater blev gennemgået og diskuteret på Referencelaboratoriets Store Støjdag den 9. oktober 2017.

DELTA – a part of FORCE Technology, maj 2018

	
Jens E. Laursen	Claus Backalarz

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	8
2. Metoden	8
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
3. Afvikling	11
3.1 Forløb	11
3.2 Deltagere	11
4. Opgaverne	12
4.1 Opgave A. Støj fra varmekær optaget i bolig	12
4.2 Opgave B. Maksimalniveauer $L_{pA,maxF}$ i støj fra et supermarked	12
4.3 Opgave C. Vejtrafikstøj, Nord2000 (delvis obligatorisk)	13
5. Beregning af sande værdier	13
6. Resultater	13
6.1 Opgave A. Støj fra varmekær optaget i bolig	13
6.2 Opgave B. Maksimalniveauer $L_{pA,maxF}$ i støj fra et supermarked	17
6.3 Opgave C. Vejtrafikstøj, Nord2000 (delvis obligatorisk)	19
7. Karakterer	21
7.1 Karakterer for Opgave A, støj fra varmekær optaget i bolig	21
7.2 Karakterer for Opgave B, Maksimalniveauer $L_{pA,maxF}$ i støj fra et supermarked	22
7.3 Karakterer for Opgave C, beregning af vejstøj med Nord2000	23
7.4 Samlede karakterer	24
8. Konklusion	25
Referencer	27
Appendix 1 Opgavebeskrivelse – RL 02/17	28
Appendix 2 Udskrift af regneark med resultater (udfyldt med de sande værdier)	37
Appendix 3 Afvigelser og princip for karaktergivning	38
Appendix 4 Deltagerne i den 23. sammenlignende støjmåling	39
Appendix 5 Indsendte resultater, beregnede afvigelser og tildelte karakterer	41

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 23. sammenlignende støjmåling bestod af tre opgaver. Opgavebeskrivelsen er gengivet i Appendix 1.

I *Opgave A* fik deltagerne lydfiler med lydoptagelser foretaget indenfor på 1. sal af et hus. Huset ligger ca. 200 m fra et naturgasfyret varmeværk. Lydoptagelserne blev foretaget med og uden varmeværket i drift og desuden, mens en ballon blev sprængt i et hjørne af stuen. Efterklangstiden i stuen skulle beregnes ud fra ballonknaldet, og støjbelastningen fra varmeværket skulle findes ved at korrigere for baggrundsstøj og efterklangstid, dog kun i oktavbåndet ved 63 Hz. Lydoptagelserne var – sammen med en optagelse af en kalibreringstone – placeret på en ftp-server, som deltagerne fik adgang til.

I *Opgave B* skulle deltagerne analysere en lydoptagelse foretaget ved varemodtagelsen til et supermarked. Optagelsen skulle analyseres for maksimalniveauer fra varehåndteringen og desuden – på frivillig basis – analyseres for den tilsvarende impulstydighed (P, Prominence). Standardafvigelsen skulle desuden beregnes for 7 impulshændelser i støjen fra en palleløfter.

Opgave C omhandlede beregning af vejtrafikstøj efter Nord2000-metoden og støjudbredelsen fra 2 krydsende veje ved et planlagt etageboligkompleks. Støjen skulle beregnes i 3 punkter. Som hjælp til modelopbygningen fik deltagerne tilsendt en tekstfil med koordinaterne til objekterne samt oplysninger om trafikfordeling, terrænforhold og asfaltbelægning givet i opgavebeskrivelsen. Trafiktallet skulle beregnes på basis af en trafikmåling og angives som ÅDT, og den resulterende støj skulle angives med støjindikatoren L_{den} i de tre beregningspunkter ved bebyggelsen. 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 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 i (2) 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 23. sammenlignende støjmåling fremgår af Appendix 2.

3. Afvikling

3.1 Forløb

Den 3. februar 2017 blev invitationen, opgavebeskrivelsen og svararket til den 23. sammenlignende støjmåling udsendt til de danske laboratorier. Fristen for indsendelse af opgavesvaret var den 7. april 2017.

Deltagerne fik efter tilmeldingen tilsendt en ftp-server-adresse hos Referencelaboratoriet, hvor de kunne downloade 5 lydfiler, som skulle anvendes til løsning af opgaverne.

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

Kun få deltagere ringede med spørgsmål til opgavesættet. Den 24. marts 2017 udsendtes en mail med en præcisering, som havde generel interesse for alle deltagere.

2 af deltagere fik en uges udsættelse fra afleveringsdatoen 7. april og to fik en længere udsættelse med aflevering af opgaven. Den sidste besvarelse indkom den 10. maj 2017. Karaktervurderingerne blev på grund af travlhed og ferie først udsendt den 20. juli 2017.

Resultaterne af den 23. sammenlignende støjmåling blev præsenteret på Referencelaboratoriets Store Støjdag på Hotel Nyborg Strand den 9. oktober 2017.

3.2 Deltagere

I alt modtog Referencelaboratoriet 39 besvarelser, hvoraf de 37 var forskellige. De fordelte sig således:

- 7 fra DANAK/SWEDAC-akkrediterede laboratorier (inkl. Referencelaboratoriet)
- 32 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 opgavebeskrivelsen, som blev fremsendt til deltagerne den 3. februar 2017. Opgavefilerne kunne efterfølgende downloades fra DELTA's ftp-server, hvor der lå 5 lydoptagelser:

Opgave A og B – Kalibrering.wav

Opgave A – Bolig totalstøj.wav

Opgave A – Bolig baggrundsstøj.wav

Opgave A – Bolig efterklang.wav

Opgave B – Supermarked.wav

Opgave A omhandler analyse af støj fra et varmekær optaget i en nærværende bolig.

Opgave B omhandler analyse af maksimalniveauer og impulser fra håndtering af varer i trådbure til et supermarked.

I Opgave C skulle der opbygges en model til at beregne støjen fra et vejtrafikkryds til et etageboligkompleks, idet støjdbredelsen skulle beregnes som støjindikatoren L_{den} i tre punkter og trafikmængden beregnes som ÅDT. Deltagerne fik forinden tilsendt en tekstfil med objektkoordinater til støjmodellen (*Opgave C - objektkoordinater.txt*).

4.1 Opgave A. Støj fra varmekær optaget i bolig

Målingerne analyseres og korrigeres for baggrundsstøj i hvert 1/3-oktavbånd, hvor totalstøjen overstiger baggrundsstøjen med mindst 3 dB, jf. formel (3.1) i Miljøstyrelsens vejledning [2]. Resultaterne angives i resultatskemaet som totalstøjen $L_{Aeq,tot}$, baggrundsstøjen $L_{Aeq,baggr}$, når varmekæret er slukket samt det baggrundsstøjkorrigerede støjbidrag L_{Aeq} .

Efterklangstiden analyseres på basis af lydfilen med ballonknaldet og angives kun for 63 Hz båndet. Korrektion for efterklangstiden er $+10 \cdot \log(T_{ref}/T)$, hvor T_{ref} er 0,5 sek. Korrektionen adderes til virksomhedens støjbidrag L_{Aeq} , hvorved støjbelastningen L_r fremkommer. I en mail udsendt til alle deltagere den 24. marts 2018 blev det præciseret, at opgaveresultatet – af hensyn til opgavens omfang – ikke skulle korrigeres for toner/impulser eller for støjens varighed som normalt.

Til sidst angives i resultatskemaet det A-vægtede lavfrekvente støjniveau $L_{pA,LF}$ og det G-vægtede infralydniveau L_{pG} .

4.2 Opgave B. Maksimalniveauer $L_{pA,maxF}$ i støj fra et supermarked

Lydoptagelsen *Opgave B – Supermarked.wav* skulle analyseres i henhold til Miljøstyrelsens vejledning om måling af ekstern støj fra virksomheder [2].

I resultatskemaet angives tidspunktet (regnet fra optagelsesstart) i optagelsen for forekomsten af de 5 kraftigste A-vægtede maksimalværdier samt deres niveau $L_{pA,maxF}$. Procedurene omkring maksimalværdier er beskrevet i Miljøstyrelsens vejledning afsnit 4.5.4 [2].

Som en frivillig opgave opfordres deltagerne til at beregne impulstydigheden P for de samme 5 hændelser. Impulsmetoden er beskrevet i Orientering nr. 32/2001 fra Referencelaboratoriet som et forslag til en objektiv målemetode for impulser.

Til sidst angives standardafvigelsen for 7 impulser fra en palleløfter, idet deltagerne selv skulle finde maksimalniveauer for hændelser, der forekom på 7 angivne tidspunkter.

4.3 Opgave C. Vejtrafikstøj, Nord2000 (delvis obligatorisk)

Opgaven omhandler beregning af vejtrafikstøj med Nord2000-metoden (Rail Traffic Noise) på basis af en objektfil (*Opgave C - objektkoordinater.txt*) og trafikoplysningerne i opgavebeskrivelsen samt i Bilag 2, som angiver trafikfordelingen på Vestvej fundet ud fra timeoptællinger.

I resultatskemaet angives det resulterende årsgennemsnit (ÅDT) samt L_{den} i 3 punkter.

Det var op til deltageren at anvende de relevante programindstillinger i beregningsprogrammet, så resultaterne ville kunne anvendes som en del af dokumentationen til en miljøvurdering til en lokalplan. En deltager på Store Støjdag 2017 gav udtryk for, at der i en miljøvurderingssag godt kan "slækkes" på præcisionen. Det er dog typisk problemer med lange beregningstider, der gør, at der slækkes på præcisionen. I denne opgave var dette dog ikke aktuelt pga. af forholdsvis få veje og beregningspunkter.

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 25 forskellige besvarelser af Opgave C.

6. Resultater

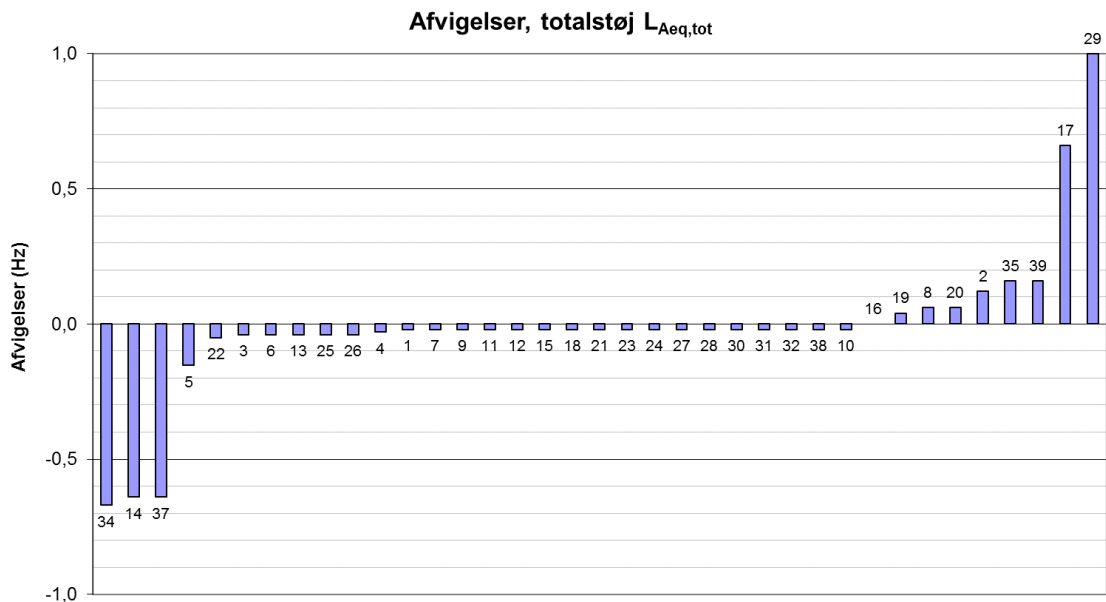
I det følgende er besvarelsene afbildet grafisk som afvigelser fra de sande værdier, sorteret efter afvigelsens størrelse. Ikke alle delresultater er afbildet, idet kun de vigtigste delresultater er medtaget.

Appendix 5 indeholder et skema med alle deltagernes besvarelser. Deltagerbesvarelse nr. 1 er fra Referencelaboratoriet.

6.1 Opgave A. Støj fra varmeværk optaget i bolig

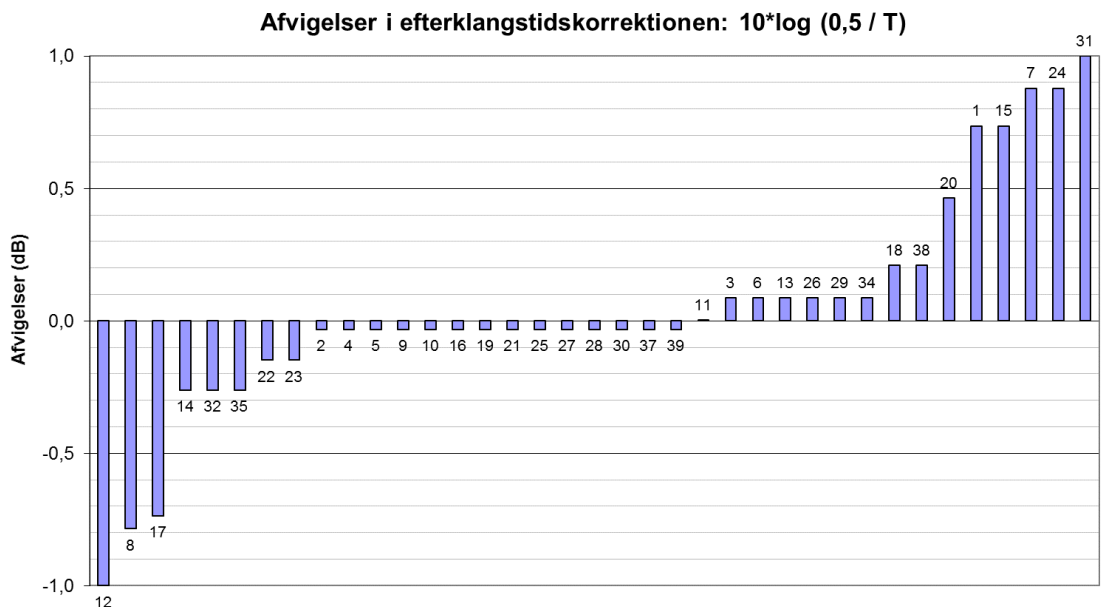
I de følgende 5 figurer vises grafisk deltagernes afvigelser fra de sande værdier:

Det baggrundsstøjkorrigerede støjbidrag $L_{Aeq,tot}$, efterklangstidskorrektionen $T_{korr.} = 10 \cdot \log(0,5 / T)$, støjbelastningen L_r , lavfrekvent støj $L_{pA,LF}$ og infralyden L_{pG} .



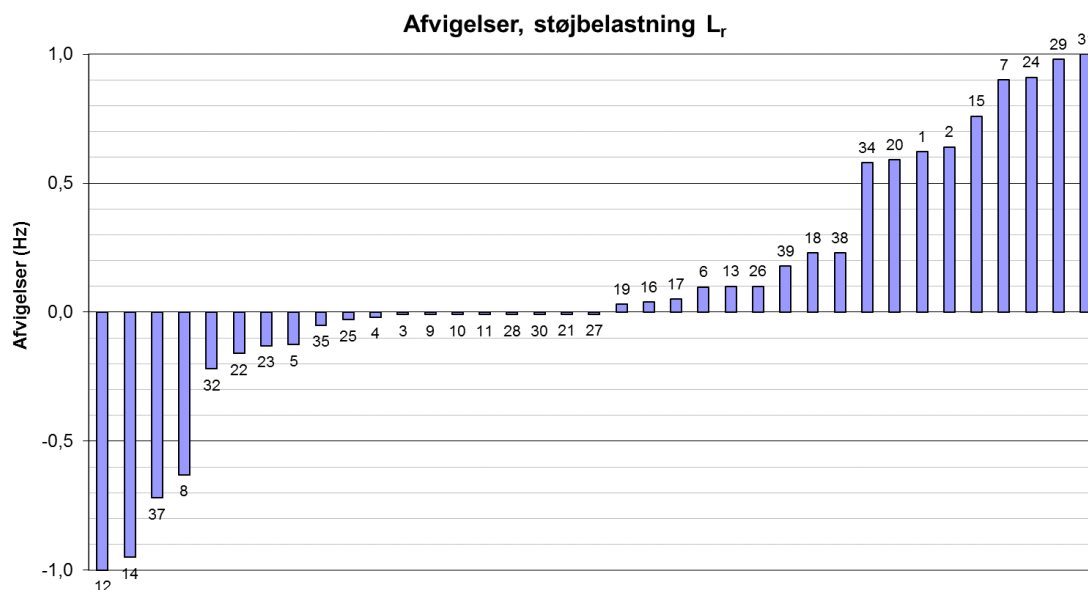
Figur 1

Totalstøj $L_{Aeq,tot}$. Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi af totalstøjen indendørs hidhørende fra varmeværket. Den sande værdi for totalstøjen er $L_{Aeq,tot} = 27,04 \text{ dB}$ re $20 \mu\text{Pa}$ og standardafvigelsen på deltagernes besvarelser er $0,23 \text{ dB}$ uden outliers (nr. 29). Numrene på figuren er deltagernes numre.



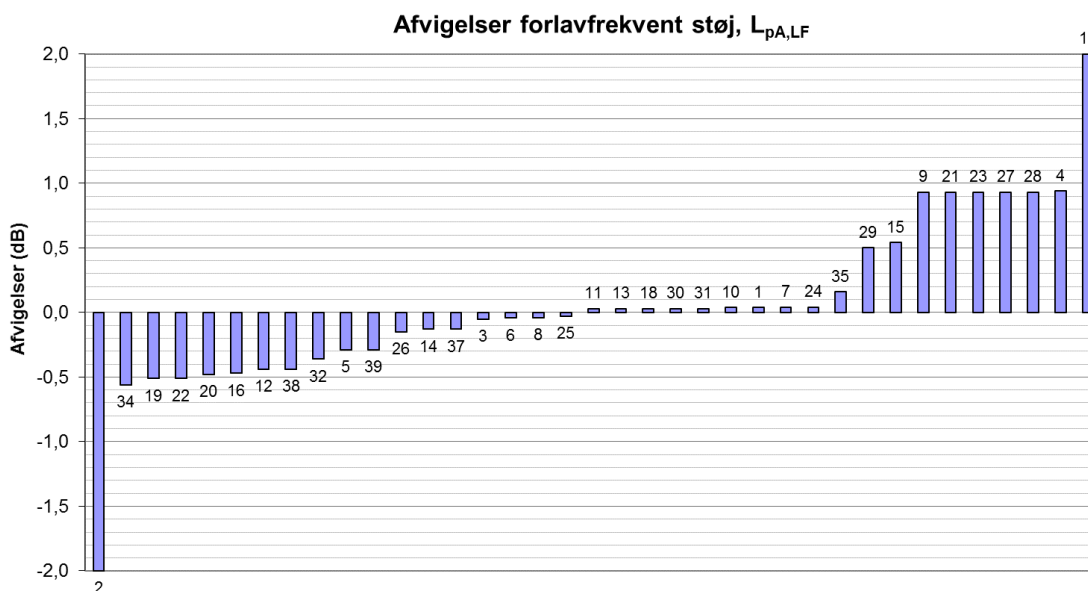
Figur 2

Efterklangskorrektion, $T_{korr.}$ Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi af korrektionen for efterklangstid $T_{korr.} = 10 \cdot \log(0,5 / T)$, hvor T er deltagernes resultat for efterklangstiden ved 63 Hz. Den sande værdi er $T_{korr.} = 1,34 \text{ dB}$ og standardafvigelsen på deltagernes besvarelser er $0,24 \text{ dB}$ uden outliers (nr. 7, 8, 12, 24 og 31). Numrene på figuren er deltagernes numre.



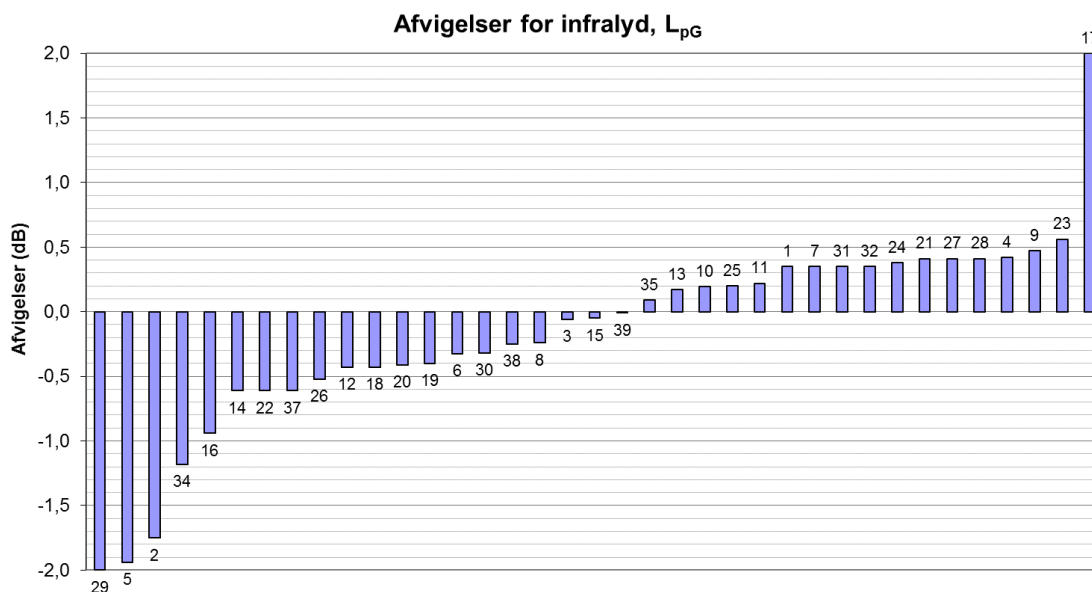
Figur 3

Støjbelastning L_r . Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi af støjbelastningen indendørs hidhørende fra varmekædet. Den sande værdi for støjbelastningen $L_r = 27,73 \text{ dB}$ re $20 \mu\text{Pa}$ og standardafvigelsen på deltagernes besvarelser er $0,40 \text{ dB}$ uden outliers (nr. 12, 14, 24, 29 og 31). Numrene på figuren er deltagernes numre.



Figur 4

Lavfrekvent støj $L_{pA,LF}$. Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi af LF-støjen indendørs hidhørende fra varmekædet. Den sande værdi for lavfrekvent støj er $L_{pA,LF} = 26,73 \text{ dB(A)}$ re $20 \mu\text{Pa}$ og standardafvigelsen på deltagernes besvarelser er $0,47 \text{ dB}$ uden outliers (nr. 2 og 17). Numrene på figuren er deltagernes numre.

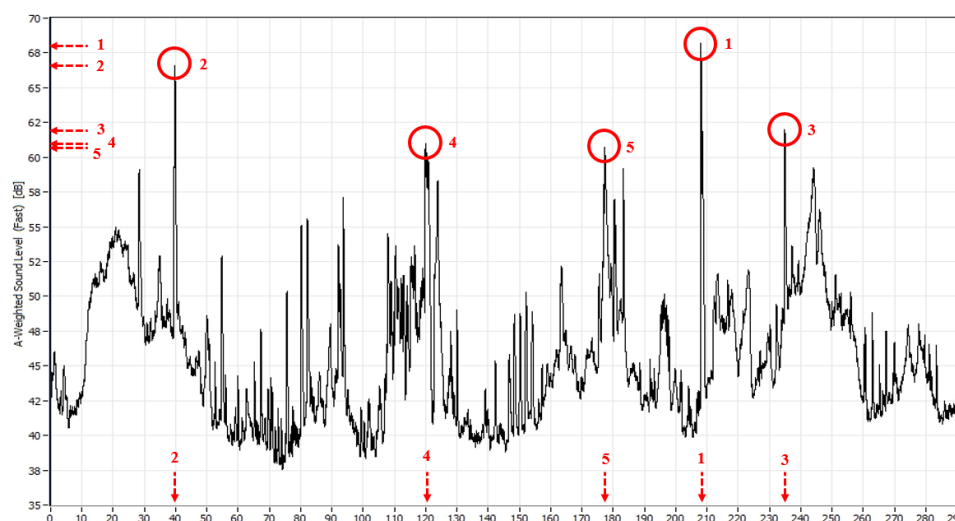


Figur 5

Infralyd L_{pG} . Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi af infralyden indendørs hidhørende fra varmekærket. Den sande værdi for infralyd er **$L_{pG} = 49,41 \text{ dB(G)}$** og standardafvigelsen på deltagernes besvarelser er 0,46 dB uden outliers (nr. 2, 5, 17 og 29). Numrene på figuren er deltagernes numre.

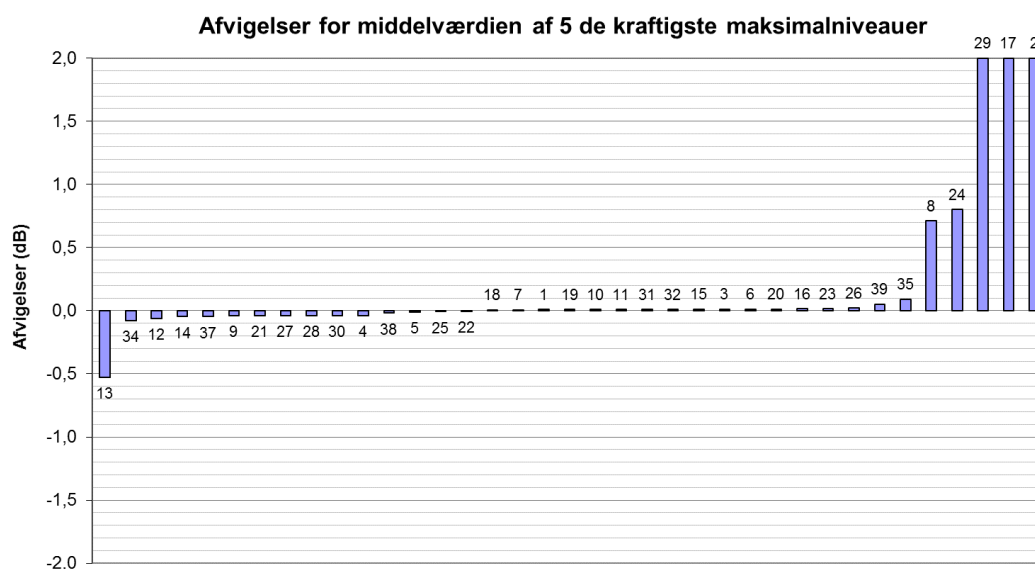
6.2 Opgave B. Maksimalniveauer $L_{pA,maxF}$ i støj fra et supermarked

I nedenstående Figur 6 ses en illustration af støjniveauforløbet af en 290 sekunder lang optagelse: *Opgave B - Supermarked.wav*. Der høres støj fra en varelastbil, der bakker, fra aflæsning og håndtering af trådbure med varer, kørsel med palleløfter og til sidst lastbilen, der forlader P-pladsen. Deltagerne skulle angive maksimalniveauet af hver af de 5 kraftigste ”hændelser”.



Figur 6

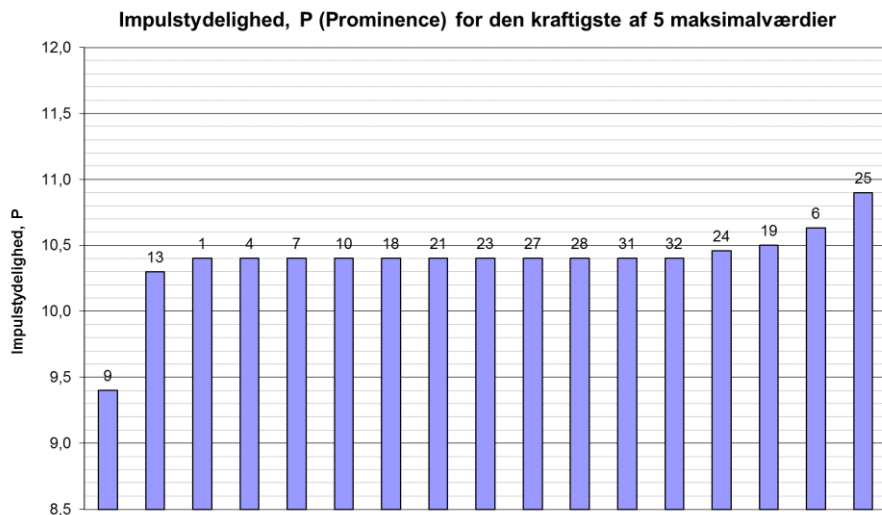
Niveau-udskrift af lydoptagelsen: ”Opgave B - Supermarked.wav”, hvor de 5 største maksimalværdier ($L_{pA,maxF}$) er nummeret efter niveau.



Figur 7

Maksimalværdi, $L_{pA,maxF}$. Middelværdi (aritmetisk) af 5 maksimalværdier fra hver af besvarelsesernes og deres indbyrdes afvigelse fra den sande middelværdi. Den sande værdi for middelværdien af de 5 maksimalværdier er $L_{pA,maxF} = 63,68 \text{ dB}$ re $20 \mu\text{Pa}$ og standardafvigelsen på deltagerne besvarelser er $0,46 \text{ dB}$ uden outliers (nr. 2, 17 og 29). Numrene på figuren er deltagerne numre.

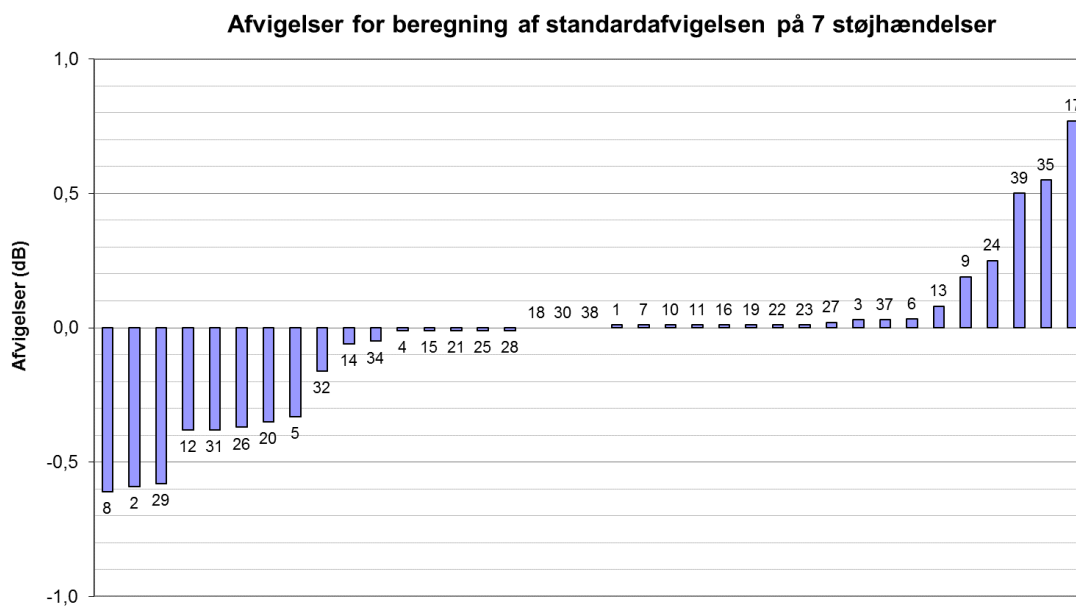
Herunder vises i Figur 8 resultatet af impulsanalyserne foretaget 17 deltagere for kraftigste af de samme 5 maksimalværdier, som indgik Figur 7.



Figur 8

Impulstydighed, P (frivillig opgave hvori 17 deltog). Absolutværdier for den kraftigste af 5 impulser. Den sande værdi er fundet til $P = 10,41$ og standardafvigelsen på deltagernes besvarelser er $0,07$ dB uden outliers (nr. 9). Numrene på figuren er deltagernes numre.

Herunder ses resultatet af Opgave B2, hvor standardafvigelsen skulle beregnes for syv angivne hændelser (Figur 9).



Figur 9

Standardafvigelse for 7 impulser, σ . Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi af standardafvigelsen er $\sigma = 5,22$ dB og standardafvigelsen (på standardafvigelsen) på deltagernes besvarelser er $0,22$ dB uden outliers (nr. 2, 8, 17 og 29). Numrene på figuren er deltagernes numre.

6.3 Opgave C. Vejtrafikstøj, Nord2000 (delvis obligatorisk)

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

Til løsningen af opgaven anvendes timefordelingen fra Bilag A i opgavebeskrivelsen (Appendix 1), hvormed årsdøgntrafikken $\dot{A}DT$ kan beregnes. Trafikstøjen skulle beregnes i 3 punkter med støjindikatoren L_{den} .

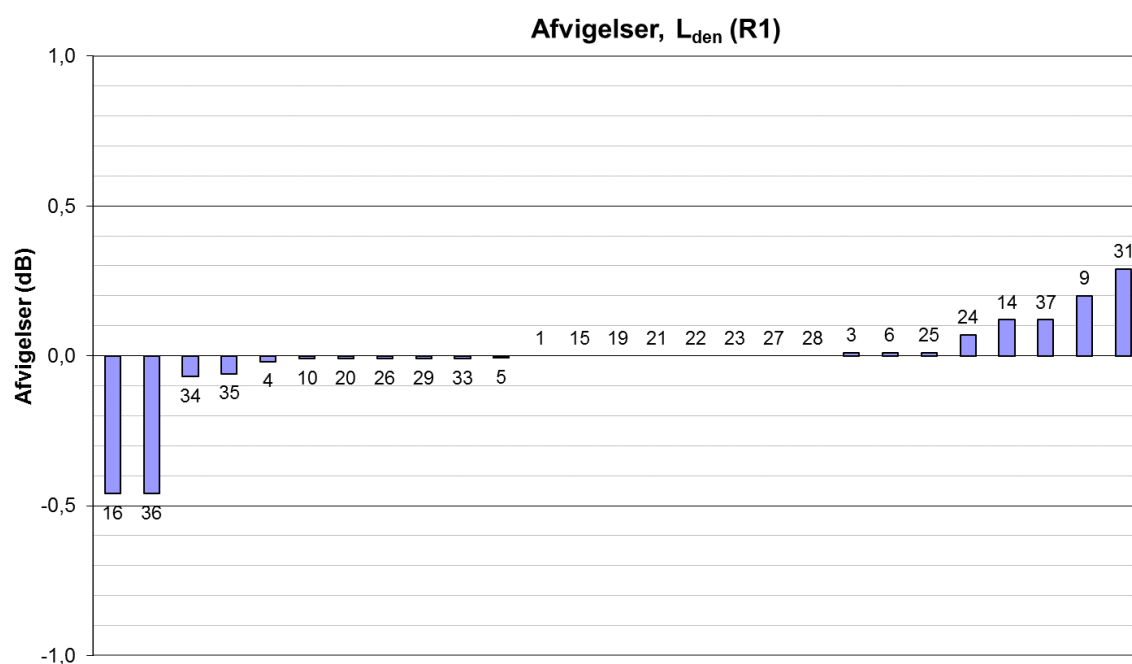
Besvarelserne for $\dot{A}DT$ på Vestvej ligger i intervallet: 8864-9331 køretøjer og den sande værdi er fundet til 9158,29 køretøjer. Standardafvigelsen er $\sigma = 47,75$ køretøjer uden outliers (nr. 34 og 35).

Punkt R1. De sande værdier for støjen på facaden mod Vestvej er $L_{den}(R1) = 64,13$ dB(A) med en standardafvigelse på 0,06 dB uden outliers (nr. 16 og 36).

Punkt R2. Den største afvigelse i de 3 punkter forekom i Punkt R2, som lå på en facade, der vendte ind mod gården. Den sande værdi var her $L_{den}(R2) = 44,52$ dB med en standardafvigelse på 0,23 dB uden outliers (nr. 14, 36 og 37).

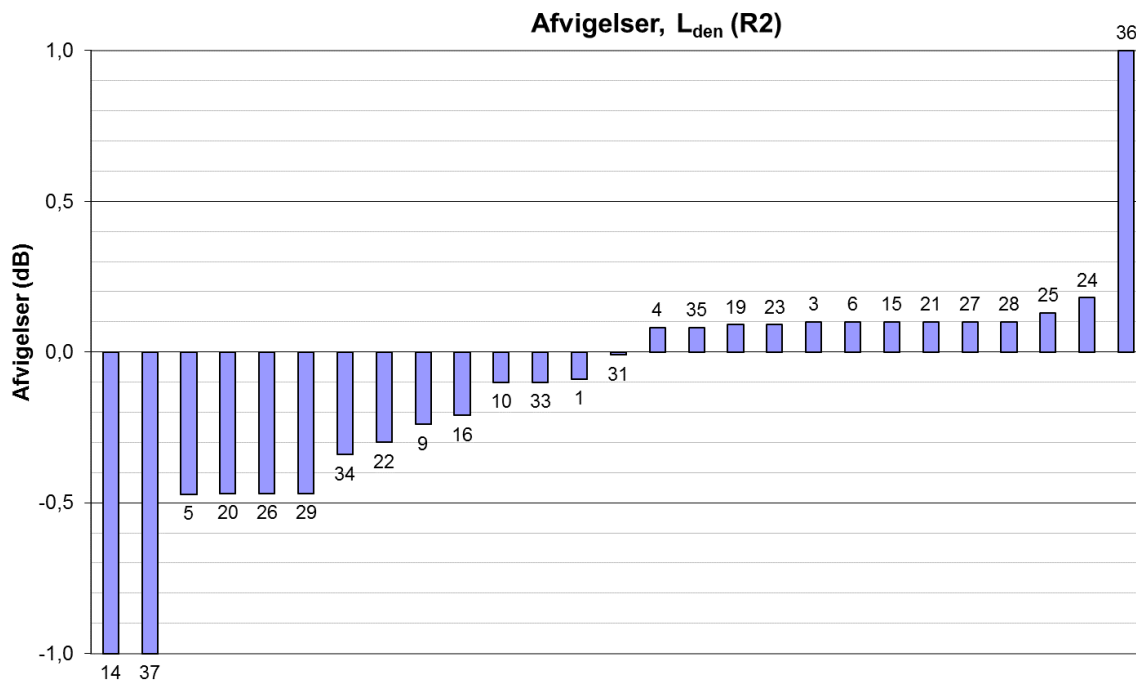
Punkt R3. De sande værdier for støjen midt i gårdrummet er $L_{den}(R3) = 50,20$ dB(A) med en standardafvigelse på 0,10 dB uden outliers (nr. 31 og 36).

Fordelingen af deltagernes resultater for L_{den} i R1 – R3 fremgår af Figur 10 – Figur 12.



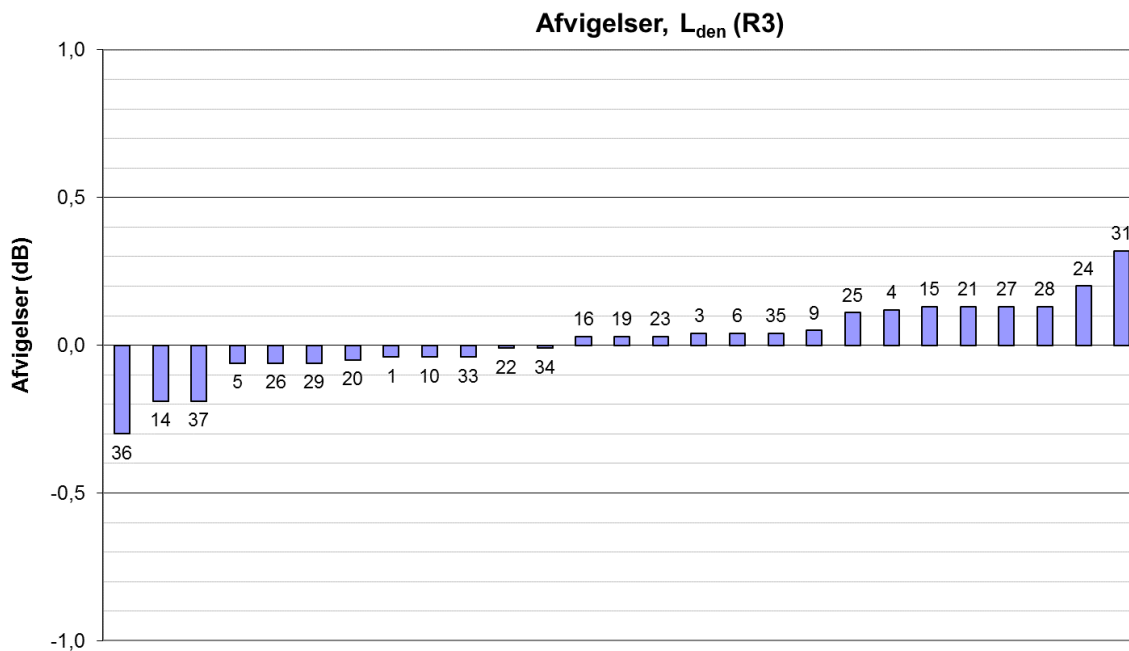
Figur 10

L_{den} i Punkt R1 (facade mod Vestvej). Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til $L_{den} = 64,13$ dB re 20 μPa . Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for de 27 besvarelser er 0,06 dB uden outliers (nr. 16 og 36).



Figur 11

L_{den} i Punkt R2 (facade mod gårdrum). Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til $L_{den} = 44,52$ dB re 20 μ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for de 27 besvarelser er 0,23 dB uden outliers (nr. 14, 36 og 37).



Figur 12

L_{den} i Punkt R3 (punkt midt i gårdrum). Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til $L_{den} = 50,20$ dB re 20 μ Pa. Numrene på figuren er deltagernes numre. Standardafvigelsen for de 27 besvarelser er 0,10 dB uden outliers (nr. 31 og 36).

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.

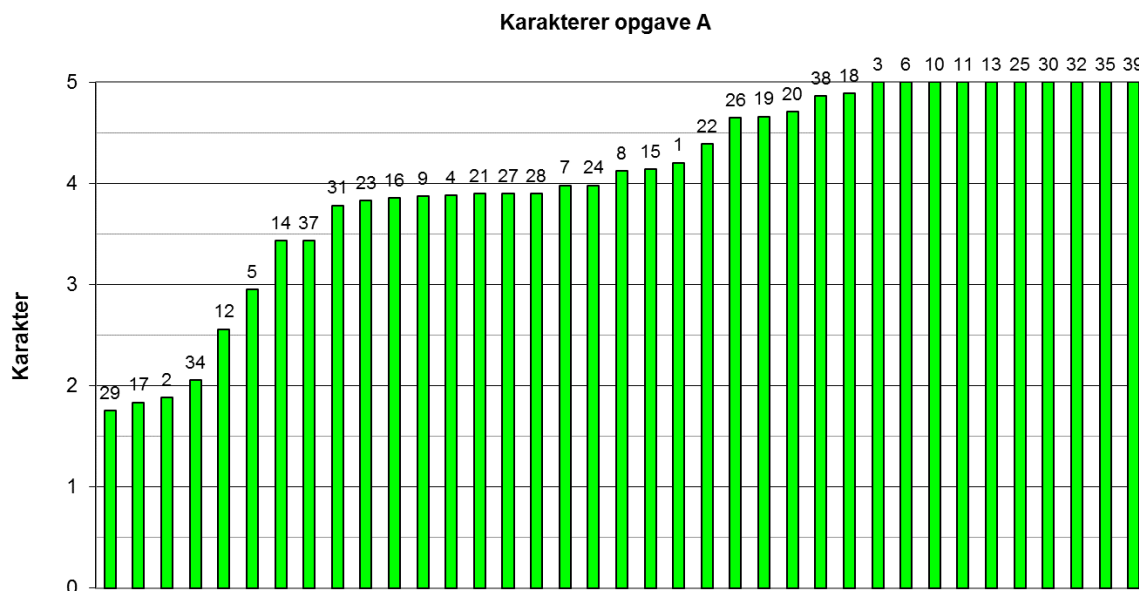
I det følgende er karaktererne vist for Opgave A, B og C. Numrene på figurerne er deltagernes numre.

7.1 Karakterer for Opgave A, støj fra varmekilde optaget i bolig

Der var 37 deltagere, som indsendte besvarelser til Opgave A. Karaktererne er angivet i Appendix 5. Karakteren for efterklangstiden $T(63\text{Hz})$ har ikke kunnet beregnes, fordi der mangler erfaringsgrundlag for præcisionen af denne type målinger. I stedet har Referencelaboratoriet på basis af $T(63\text{Hz})$ beregnet den resulterende efterklangstidskorrektur og givet karakter herfor:

$$T_{\text{korr.}} = 10 \cdot \log(T_{\text{ref}} / T(63\text{Hz}))$$

Den samlede karakter for Opgave A er afbildet i Figur 13. Karaktererne er sammensat af karaktererne for følgende delparametre: $L_{\text{Aeq,tot}}$, $L_{\text{Aeq,baggr.}}$, $T_{\text{korr.}}$, L_{pG} og $L_{\text{pA,LF}}$.



Figur 13

Karakterer for Opgave A – støj fra varmekilde optaget i bolig.

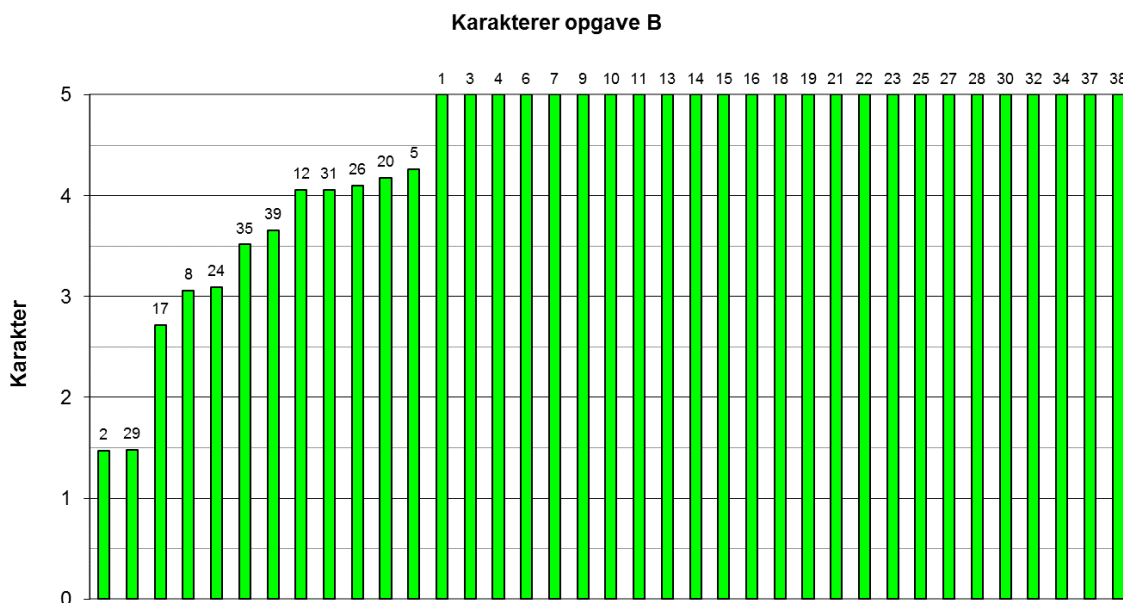
Det ses af Figur 13, at 33 ud af 37 besvarelser (89 %) har bestået opgave A, dvs. opnået en karakter større end eller lig med 3, som angiver grænsen for en tilfredsstillende opgaveløsning. 15 besvarelser fik topkarakteren 5 (41 %).

7.2 Karakterer for Opgave B, Maksimalniveauer $L_{pA,maxF}$ i støj fra et supermarked

Der var 37 deltagere, som indsendte besvarelser til Opgave B, og karaktererne herfor er angivet i Appendix 5.

Karaktererne er sammensat af karaktererne for følgende delparametre: $L_{pA,maxF}$ for hver af de 5 maksimalværdier i Opgave B1 samt standardafvigelsen for 7 maksimalværdier i Opgave B2. Karakteren for den frivillige impulsanalyse indgår ikke i bedømmelsen.

Den samlede karakter for Opgave B1 og B2 er afbildet for alle 37 deltagerne i Figur 14.



Figur 14

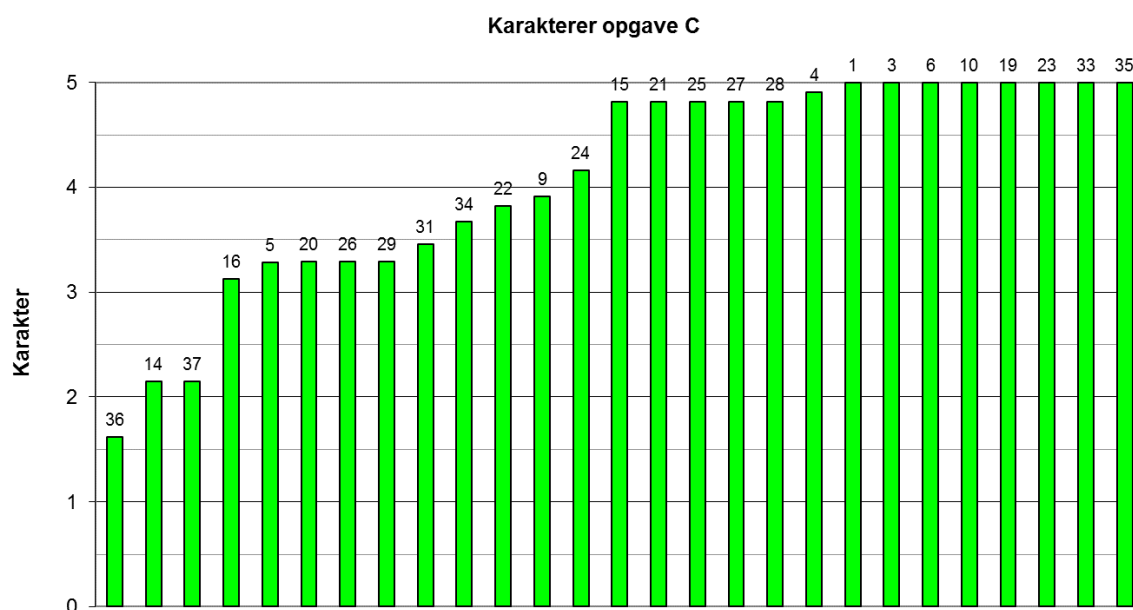
Karakterer for Opgave B – Maksimalniveauer $L_{pA,maxF}$ i støj fra et supermarked.

Det ses af Figur 14, at 35 af 37 deltagere har bestået Opgave B, dvs. opnået en karakter på mindst 3, som angiver grænsen for en tilfredsstillende opgaveløsning. 25 af besvarelserne fik topkarakteren 5 (68 %)

7.3 Karakterer for Opgave C, beregning af vejstøj med Nord2000

Der var 27 deltagere, som indsendte besvarelser til Opgave C. Den samlede karakter er fundet på basis af enkeltkaraktererne for delparametre $\dot{A}DT$ og L_{den} i hvert af punkterne R1-R3. Alle karaktererne er angivet i Appendix 5.

Den samlede karakter for Opgave C er afbildet i Figur 15 nedenfor.



Figur 15

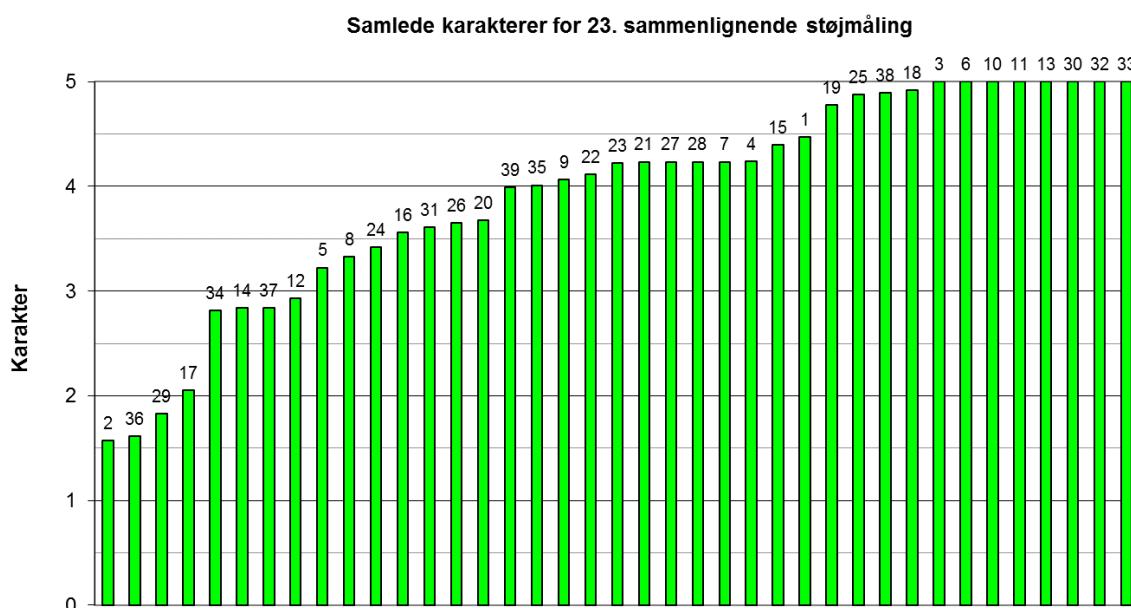
Karakterer for opgave C – Vejtrafikstøj, Nord2000 (delvis obligatorisk).

Det ses af Figur 15, at 24 ud af 27 besvarelser (89 %) har bestået opgave C, dvs. opnået en karakter større end eller lig med 3, som angiver grænsen for en tilfredsstillende opgaveløsning. 14 besvarelser fik topkarakteren 5 (52 %).

7.4 Samlede karakterer

Der var 39 deltagere, som indsendte besvarelser til opgaverne, og alle karakterer herfor er angivet i Appendix 5.

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



Figur 16

De samlede karakterer for den 23. sammenlignende støjmåling fundet som et vægtet gennemsnit af karaktererne for opgave A, B og C, som beskrevet i Appendix 3.

De samlede karakterer for hver af deltagerne i den 23. sammenlignende støjmåling fremgår af Figur 16. Af de 39 deltagere bestod 35 (90 %) den samlede opgave. Heraf fik 12 deltagere topkarakteren 5 (31 %). 4 af deltagerne bestod ikke denne sammenlignende støjmåling.

8. Konklusion

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger har i perioden februar-april 2017 afholdt den 23. sammenlignende støjmåling. Denne sammenlignende støjmåling bestod af 3 opgaver:

- A) Støjen fra et varmekværk målt i en nærved liggende bolig.
- B) Impulsagtig støj fra varelevering til et supermarked
- C) Beregning af trafikstøjen ved en planlagt etageejendom nær et vejkryds (delvis obligatorisk).

I alt indkom der 37 forskellige besvarelser fra 39 deltagere.

Godkendte laboratorier eller certificerede personer bør opnå en samlet karakter for hele opgavesættet, der afrundet er større end eller lig med 3 (på en skala fra 1 til 5).

Opgave A omhandlede støj fra et varmekværk og formålet var at beregne støjbelastningen i en nærved liggende bolig. Den samlede analysenøjagtighed for totalstøjen korrigeret for baggrundsstøj og efterklangstid (støjbelastningen L_r) var acceptabel (0,40 dB for alle 37 resultater ekskl. 5 outliers), sammenlignet med maksimalkravet til den instrumentbetingede unøjagtighed, som er angivet til $\sigma_i = 0,25-0,5$ dB i Miljøstyrelsen vejledning nr. 6/1984 [2]. Præcisionen for analysen af $L_{Aeq,tot}$ og $L_{Aeq,baggr}$ var dog noget større (0,11-0,23 dB). Årsagen til den større spredning på støjbelastningen L_r , var hovedsageligt resultatet for parameteren efterklangstid $T(63\text{ Hz})$. Den resulterende efterklangstidskorrektur lå i intervallet 0,6-2,4 dB (ekskl. besvarelser med metodefejl). Dette kan skyldes, at efterklangstiden kun skulle bestemmes ud fra én måling, og at efterklangstiden var meget kort (0,37 sekunder).

Af de 37 deltagere, der deltog i Opgave A, fik 33 deltagere en karakter større end eller lig med 3 og bestod således opgaven (89 %). Heraf fik 15 deltagere karakteren 5, mens 4 deltagere ikke bestod opgaven.

Opgave B omhandlede analyse af 5 maksimalværdier i støjen fra varemodtagelsen til et supermarked. Præcisionen var stor, og standardafvigelsen lå på 0,05-0,23 dB (ekskl. 5 outliers). I den frivillige del af opgaven om at analysere impulstydigheden for de samme 5 maksimalhændelser deltog 17 deltagere. Standardafvigelsen for parameteren tydelighed (P) lå på 0,07-0,54 (ekskl. 5 outliers). Til sidst skulle deltagerne angive standardafvigelsen for maksimalværdien af 7 udpegede hændelser. Resultatet for σ lå i intervallet 4,6-6,0 dB med en spredning på 0,22 dB.

Af de 37 deltagere, der deltog i Opgave B, bestod 35 deltagere (95 %). Heraf fik 25 deltagere karakteren 5, mens 2 deltagere ikke bestod opgaven.

Opgave C omhandlede støj fra trafikstøj ved et planlagt etageejendomskompleks. Opgaven var delvist obligatorisk, idet den var stilet til de deltagere, som er certificeret eller akkrediteret til beregning af vej- eller togtrafikstøj.

I forhold til tidligere sammenlignende støjmålinger indenfor trafikstøj var det denne gang deltagerne selv, der skulle definere beregningsindstillingerne i støjberegningsprogrammet, idet der i opgaveformuleringen oplyses, at resultaterne skulle kunne anvendes som dokumentation til en miljøvurdering af en lokalplan.

I Punkt 1, hvortil der var direkte lydudbredelse var den mest trafikerede vej, var standardafvigelsen på besvarelserne meget lille ($\sigma = 0,06$ dB). I de to andre beregningspunkter (Punkt R2 og R3) var lydudbredelsesforholdene forholdsvis kompliceret, fordi lyden fra de to veje udbredte sig inde i et gårdrum. I disse punkter var standardafvigelsen på deltagerresultaterne henholdsvis, $\sigma = 0,23$ dB og $0,10$ dB. Afvigelserne i de 2 punkter i gårdrummet kan derfor sandsynligvis tilskrives deltagernes valg af beregningsindstillinger i beregningsprogrammet.

Af de 27 deltagere, der deltog i Opgave C, bestod 24 deltagere opgaven (89 %). Heraf fik 14 topkarakteren 5, mens 3 deltagere der ikke bestod opgaven.

Den samlede karakter

I den samlede bedømmelse opnåede 35 ud af 39 deltagere (90 %) karakterer på 3 (oprundet) eller derover, som vist i Figur 16. Heraf fik 12 af besvarelserne topkarakteren 5 (31 %). Fire af deltagerne bestod ikke den samlede sammenlignende støjmåling.

Referencer

- [1] *"Kvalitetskrav til "Miljømåling – ekstern støj""*

Udredning fra Referencelaboratoriet, RL 20/96, december 1996, opdateret september 2016.

- [2] *"Måling af ekstern støj fra virksomheder"*, Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984.

Alle dokumenterne kan downloades fra www.referencelaboratoriet.dk.

Appendix 1

Opgavebeskrivelse – RL 02/17

23. sammenlignende støjmåling

Opgavebeskrivelse

Den 23. sammenlignende støjmåling består af 3 opgaver:

- A) Analyse af støj, som er målt indendørs i et hus nær ved et varmekværk (3 lydoptagelser).
- B) Analyse af maksimalniveauer (obligatorisk) og impulser (frivilligt) af støjen fra vareindleveringen til et supermarked (1 lydoptagelse).
- C) Beregning af vejstøj ved planlagt etageejendomskompleks ved hjælp af Nord2000.

Opgave A og B er obligatorisk for de laboratorier, der er godkendt til at udføre opgaver af typen: "Miljømåling – Ekstern støj", mens Opgave C er obligatorisk for de laboratorier, der er godkendt til at udføre opgaver af typen: "Miljømåling – Ekstern støj".

Tilmelding og aflevering af resultater

Tilmelding foretages ved at indsende tilmeldingsblanket til Referencelaboratoriet på e-mail reflab@delta.dk.

Efter tilmelding får deltagerne et link til et sted, hvorfra de kan hente opgavefilerne.

Resultaterne skal afleveres ved udfyldelse af vedhæftede regneark: "*Resultater 23saml.xls*".

Besvarelsene (regnearket) sendes til reflab@delta.dk og skal være Referencelaboratoriet i hænde senest fredag den 7. april 2017. Resultaterne af den 23. sammenlignende støjmåling bliver gennemgået af Referencelaboratoriet på Store Støjdag i oktober 2017.

Spørgsmål til opgaverne

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

Lydoptagelserne

Der hører 5 lydfiler til opgavesættet. Alle lydoptagelser er foretaget lineært, dvs. uden frekvensvægtning. Optagelserne skal benyttes til løsning af Opgave A og B.

Lydfilen *Kalibrering opgave A og B.wav* indeholder en 1000 Hz tone med niveauet 94,0 dB, som anvendes til at kalibrere lydoptagelser i henholdsvis Opgave A og B.

Lydfilerne til Opgave A: "*Opgave A - Bolig baggrundsstøj.wav*" og "*Opgave A - Bolig totalstøj.wav*", er optaget i en bolig, mens varmekværket var henholdsvis ude af drift og i fuld drift. Lydfilen "*Opgave A - Bolig efterklang.wav*" er optaget, mens en ballon sprænges i et hjørne af en stue.

Lydfilerne til Opgave A er optaget med forskellig forstærkning i forhold til kalibreringen, hvilket fremgår af Tabel 1.

Lydfilen til Opgave B, ”Opgave B - Supermarked.wav”, indeholder en udendørs optagelse af støj fra et supermarked foretaget i skellet til en bolig. Forstærkningen af denne optagelse er ikke ændret i forhold til kalibreringstonen.

Navn på lydfil	Indhold	Gain [dB]	Varighed [m:s]
Kalibrering opgave A og B.wav	Kalibreringstone 94,0 dB	0	0:30
Opgave A - Bolig totalstøj.wav	Totalstøj	+30	0:50
Opgave A - Bolig baggrundsstøj.wav	Baggrundsstøj	+30	0:25
Opgave A - Bolig efterklang.wav	Sprængning af ballon	-20	0:07
Opgave B - Supermarked.wav	Optagelse i skel til bolig	0	4:50

Tabel 1

Oversigt over lydfiler, der benyttes til løsning af Opgave A og B. Gain angiver den forstærkning/dæmpning, som er foretaget i forhold til optagelsen med kalibreringstonen.

Opgave A. Støj fra varmekæde optaget i bolig

Støjen fra et varmekæde skal dokumenteres i en nærværende bolig, hvorfra der er klaget over støjen fra værket. Der er foretaget tre lydoptagelser i ét punkt i en stue på 1. sal. To optagelser er foretaget henholdsvis med og uden værket i drift. Den tredje lydoptagelse er foretaget i et punkt i stuen, mens der sprænges en ballon i et hjørne af stuen for at kunne bestemme rummets efterklangstid.

De tre optagelser kalibreres med medsendte kalibreringsfil. Virksomhedsstøjen (støjbidraget fra varmekædet) findes ved at korrigere totalstøjen for baggrundsstøj og for efterklangstid. Normalt skal der vælges en uforstyrret periode på 5-10 minutter i mindst 3 positioner, jf. Miljøstyrelsens Orientering nr. 9/1997. Det vurderes for denne opgave, at støjen på optagelserne er stationær og repræsentativ for støjforholdene fra værket og i boligen, og der kan derfor ses bort fra anbefalingen om 5-10 minutters midlingstid.

Referenceefterklangstiden for rummet er 0,5 sekunder som angivet i Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984. På grund af støjens lavfrekvente karakter skal totalværdien af støjbidraget i denne sag alene korrigeres med rummets efterklangstid i heloktavbåndet med centerfrekvensen 63 Hz.

Støjen beregnes i henhold til de ovennævnte vejledninger og orienteringer fra Miljøstyrelsen om ekstern støj fra virksomheder, som kan downloades fra www.referencelaboratoriet.dk.

I det medsendte resultatskema angives følgende parametre:

- Totalstøj i stuen: $L_{Aeq, total}$ med alle varmekædets kedler i fuld drift
- Baggrundsstøj i stuen: $L_{Aeq, baggr.}$ hvor varmekædets kedler er ude af drift
- Støjbidrag L_{Aeq} fra varmekædet korrigeret for baggrundsstøj
- Efterklangstiden i stuen, T ved 63 Hz (1/1-oktav)

- Støjbelastning L_T i stuen hidrørende fra varmeværket, korregeret med T (63 Hz)
- Infralyd, L_{pG}
- Lavfrekvent støj, $L_{pA,LF}$

Opgave B. Maksimalniveauer $L_{pA,maxF}$ i støj fra et supermarked

Til opgave B hører én lydfil (*Supermarked.wav*) optaget i skel til en bolig. Under optagelsen foretages der på supermarkedets grund aflæsning af varer fra en lastbil. Aktiviteterne foregår før kl. 07, dvs. i natperioden. Optagelsen varer 290 sekunder og indeholder aktiviteter fra varelevering med lastbil, herunder brug af palleløfter til tømning af lastbilen. Optagelsen analyseres for forekomst af maksimalstøjniveauer om natten i henhold til Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984. For de samme "støjbegivenheder", som giver maksimalniveauer, ønskes angivet den tilsvarende impulstydighed (frivillig opgave).

Opgave B-1. De 5 kraftigste maksimalværdier

I det medsendte resultatskema skal der angives følgende parametre:

Tidspunktet (regnet fra optagelsesstart) i optagelsen og det A-vægtede niveau (FAST) for de 5 kraftigste maksimalværdier. Værdierne angives efter størrelse i resultatskemaet.

Impulstydighed, P (prominence) for de ovenfor fundne 5 kraftigste maksimalværdier, jf. Referencelaboratoriets Orientering nr. 32/2001 (ikke obligatorisk).

Opgave B-2. Standardafvigelse maksværdier for én støjkilde/driftstilstand af palleløfter

Ifølge måleteknikerens nedskrevne noter har palleløfteren bestemte impulslyde, når den udfører en bestemt funktion. For lige denne aktivitet/driftstilstand ønskes der undersøgt, hvordan spredningen er for maksimalværdierne. Tidspunkterne (i forhold til starttidspunktet for optagelsen) for forekomsten af 7 af disse impulslyde er angivet i nedenstående Tabel 2.

I det medsendte resultatskema skal der angives følgende parametre:

Standardafvigelse (σ) beregnes for 7 maksimalværdier for hændelserne i Tabel 2.

Palleløfterimpuls nr.	1	2	3	4	5	6	7
Hændelsestidspunkt, sekunder	28,3	39,7	75,5	80,2	82,1	183,1	234,9

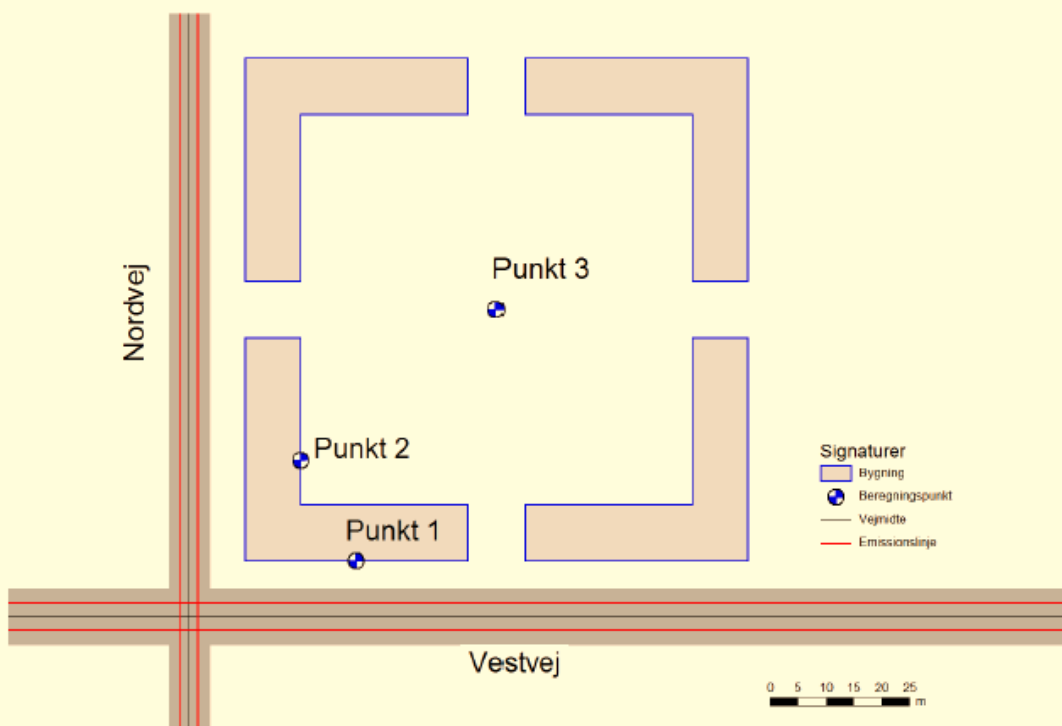
Tabel 2

Oversigt over tidspunkterne for 7 palleløfter-impulslyde i sekunder fra optagelsesstart.

Det kan nævnes, at den kraftigste impuls, der forekommer i optagelsen, ikke stammer fra denne aktivitet/driftstilstand.

Opgave C. Vejtrafikstøj, Nord2000 (delvis obligatorisk)

Der ønskes opført et etageboligkompleks tæt ved en byvej. Forinden skal der udarbejdes en miljøvurdering (VVM) for området. Heri skal støjen ved den planlagte ejendom dokumenteres 10 år frem i tiden. Ejendommen planlægges placeret ud til en bygade (Vestvej) og til en sidevej (Nordvej), se Figur 1.



Figur 1

Objekter i Opgave C. Objektkoordinaterne findes i Bilag 1 og i medsendte fil: "23 saml - Opgave C - objektkoordinater.txt".

Beregningspunkter. Højden af etageejendommene er 15 m. Støjen skal beregnes i tre punkter: 2 på bygningens facader 7,5 m over terræn samt midt i gårdrummet 1,5 m over terræn. Terrænet er overalt uden for vejene akustisk hårdt svarende til impedansklasse G og ruhedsklasse N (Roughness Class). Definitionen af terræntyper er beskrevet i "User's Guide Nord2000 Road".

Trafiktal. Der er foretaget tællinger af trafikken på Vestvej timefordelt på 3 vægtkategorier. I denne sag er der 4 akslede køretøjerne i Kategori 3. Trafiktallene fremgår af Bilag 2. Tallene i tællingen er allerede omregnet til et årsmiddeldøgn, men skal fremskrives 10 år med 1 % om året (eksponentielt).

Trafikken på Nordvej er ikke målt. Der antages at køre 1000 køretøjer (ÅDT), og fordelingen af de 3 vægtkategorier antages at være som for vejtypen "lokalvej i by" beskrevet i Rapport 434/2013: "Håndbog, Nord2000, Beregning af vejstøj i Danmark" fra Vejdirektoratet og Miljøstyrelsen. Også her antages det, at køretøjer i vægtkategori 3 har 4 aksler. Trafikken på Nordvej skal ikke fremskrives.

Hastighed. Trafikhastigheden på Vestvej og Nordvej sættes til henholdsvis 50 og 30 km/t for hele døgnet for alle 3 vægtkategorier. Dog er hastigheden på Vestvej 30 km/t indenfor 40 m fra vejkrydsets centrum. Trafikken kan i øvrigt regnes for jævn og uden acceleration/deceleration. Køretøjerne har ikke pigdæk.

Parametre	Vestvej	Nordvej
Køretøjers gennemsnitshastighed, km/t	50	30
Vejbredde, m	10	7,2
Afstand fra emissionslinje til vejmidte, m	2,5	1,6

Tabel 3

Opgave C. Data for de to veje.

Vejbelægning. Der kan regnes med en standard SRS-belægning, og der anvendes en korrektionen for dæk/vejbane støjen, som gælder for denne asfalttype i vejenes levetid som beskrevet i Rapport 434/2013.

Terræn. Hele området er plant. Vejene er begge tosporede uden midterrabat. Vejene regnes akustisk reflekterende (impedansklasse G) og en ruhed på 0 (Roughness = Nil). Vejenes øvrige parametre fremgår af Tabel 3.

Beregningssoftware. Vi anbefaler at benytte den seneste version af beregningssoftwaren. Det er op til deltageren at anvende de rette programindstillinger, der kan sikre, at resultaterne ville kunne anvendes som en del af dokumentationen til en miljøvurdering til en lokalplan.

Der regnes med 4 vejklasser.

Beregningsresultaterne. I resultatskemaet angives ÅDT for Vestvej i 2027 tillige med L_{den} i hver af de tre beregningspunkter (2 decimaler).

Dokumentation

Referencelaboratoriet tilsender deltagerne et regneark, ”Resultater 23saml.xls”, hvori beregningsresultaterne skal indsættes (se tabel nedenfor).

[illegible]

Evaluering og karaktergivning

Ved evaluering af laboratorierne besvarelser vil ikke alle delresultater 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

Tabel med koordinater for objekter til brug for opbygning af støjmodel. Højden z er 0 m, hvis ikke andet er nævnt.

Objekt	x	y
Vestvej	-200	0
	200	0
Nordvej	0	-50
	0	200
Bygning 1	10	10
	10	50
	20	50
	20	20
	50	20
	50	10
Bygning 2	100	100
	100	60
	90	60
	90	90
	60	90
	60	100
Bygning 3	100	10
	60	10
	60	20
	90	20
	90	50
	100	50

Objekt	x	y	z
Bygning 4	10	100	0
	50	100	0
	50	90	0
	20	90	0
	20	60	0
	10	60	0
Punkt 1	30	9,99	7,5
Punkt 2	20,01	28	7,5
Punkt 3	55	55	1,5

Bilag 2

Trafikdata til brug for løsning af Opgave C

Tabel med antallet af køretøjer opdelt på døgnet 24 timer (Årsdøgnsmiddeltrafik)

Tidsperiode	Antal køretøjer på Vestvej		
	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
00-01	56	5	0
01-02	34	2	0
02-03	29	2	0
03-04	21	2	0
04-05	28	6	1
05-06	60	10	1
06-07	155	14	1
07-08	339	19	4
08-09	368	22	4
09-10	411	20	4
10-11	533	20	6
11-12	605	21	9
12-13	603	25	8
13-14	606	23	9
14-15	625	26	10
15-16	666	19	7
16-17	632	18	9
17-18	551	16	6
18-19	467	14	5
19-20	336	13	3
20-21	293	10	3
21-22	216	7	1
22-23	148	7	1
23-24	89	7	0

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

Svarskema	23. sammenlignende støjmåling									
	Deltager(e):					Opgave A og B: 37 deltagere. Opgave C: 27 deltagere.				

Opgave A	Målinger i bolig	Totalstøj $L_{Aeq,tot}$	Baggr.støj $L_{Aeq,bagr.}$	Støjbidrag L_{Aeq}	Effektlæng $T(63Hz)$	Støjbelastning L_z	Infalyd L_{pG}	Lavfrekv. støj $L_{pA,LF}$			
		27,04	18,15	26,42	0,37	27,73	49,41	26,73			

Opgave B-1	Støj ved supermarked A-tid på optagelse [sek]	De 5 kraftigste maksimalværdier (sorteret efter størrelse)							
		nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5			
		208,06	39,73	234,93	119,94	177,31			
		68,20	66,56	61,97	61,00	60,71			

Opgave B-2	Maksimalværdi, $L_{pA,max}$ Tydelighed, Prominence, P	Stødkv. for maks. værdi af 7 hændelser							
		9.158,29	64,13	44,52	50,20	5,22			

Opgave C	(dels obligatorisk) Etageløb (Nord2000)	Vestvej ADT i 2027	L _{eqn}					
			Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3			
			64,13	44,52	50,20			
			9.158,29	64,13	44,52	50,20		

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 23. sammenlignende støjmåling er sammenhængen angivet i nedenstående tabel.

Karakter	L_{Aeq}	$L_{pA,maxF}$ samt $T(63Hz)$, L_{pG} og $L_{pA,LF}$	L_{den}
5	0,0-0,2	0,0-0,4	0,0-0,15
4	0,3-0,4	0,5-0,7	0,15-0,25
3	0,5-0,7	0,8-1,2	0,25-0,45
2	0,8-1,1	1,3-2,0	0,45-0,8
1	> 1,1	> 2,0	> 0,8

Tabel 1

Sammenhængen mellem enkeltkarakterer og afvielser fra de sande værdier i den 23. sammenlignende støjmåling [dB].

Den mindste acceptable karakter er ifølge RL 20/96 [1] 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 23. 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	Rene Hansen
103 ApS	Sigurd N. Thomsen
AkustikNet PV	Palle Voss
ARBEJDSMILJØEksperten A/S	Bo Plet
BP Støjmåling	Bjørn Petersen
COWI A/S	John Michael Jørgensen
COWI A/S	Jørgen Vasehus Madsen
COWI A/S	Lars Find Larsen
COWI A/S	Tommy Le
cp test a/s	Morten B. Christensen
Dansk Akustik Rådgivning	Gustav Bruun
DELTA – a part of FORCE Technology	Erik Thysell
DELTA – a part of FORCE Technology	Jens E. Laursen
DELTA – a part of FORCE Technology	Morten Bording Hansen
dk-akustik	Dimitar Ianev
Eurofins Miljø Luft A/S	Per Andersen
Lloyd's Register Consulting – Energy A/S	René Smidt Lützen
midtconsult	Martin Leerbæk Pedersen
Miljøakustik	Annelin Enggaard
Motorsportens Akustiklaboratorium	Otto Dyrnum
NIRAS A/S	Carsten Villsen
NIRAS A/S	Christoffer Andreas Weitze

NIRAS A/S	Hans Drejer
NIRAS A/S	Jesper Hagedorn
NIRAS A/S	Jesper Konnerup
NIRAS A/S	Mark Mikaelson
NIRAS A/S	Sidsel Marie Nørholm
RAMBØLL Danmark	Henrik Sperling
RAMBØLL Danmark	Jacob Storm Jørgensen
RAMBØLL Danmark	Jens Duch
RAMBØLL Danmark	Karl Grove Sørensen
RAMBØLL Danmark	Ole Funk Knudsen
SH Akustik	Stig Martin Hansen
Sweco Danmark A/S, Acoustica	Niels Jørgen Hviid
Tornhøj Måleteknik	Jørgen Tornhøj Christensen
Via Trafik	Rune Rasmussen
VM acoustics aps	Ole Jacob Veiergang
WH-PlanAction	Kirstine Haidarz Olesen
Aarhus Kommune, Center for Miljø og Energi, Virksomheder og Jord	Carsten S. Ryom Petersen

Appendix 5

Indsendte resultater, beregnede afvigelser og tildelte karakterer

Indsendte data

23. sammenlignende støjmåling

Opgave A, Målinger i bolig										Opgave B1, tidspunkt på opmårelse										Opgave B1, Maksimalværdi, L _{pA,maxF}										Opgave B1, Tydelighed, Prominence, P										B2	Opgave C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Nr.	L _{eq, tot}	L _{Aeq, boligr.}	L _{Aeq}	T(63Hz)	L _r	L _{pg}	L _{pA,LF}	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 2	nr. 3	nr. 2	nr. 3	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4	nr. 5	nr. 1	nr. 2	nr. 3	nr. 4

[illegible]

Besvarelse nr. 21, 27 og 28 var identiske besvarelser, idet deltagerne var fra samme firma og fælles om besvarelsen.

Besværelse nr. 21, 27 og 28 var identiske besværelser, idet deltagerne var fra samme firma og fælles om besværelsen.