

16. sammenlignende støjmåling



Rapport nr. 19

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger

DELTA Dansk Elektronik, Lys & Akustik

16. sammenlignende støjmåling

Rapport nr. 19

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger

DELTA Dansk Elektronik, Lys & Akustik

Skrivning: Lene Møller
Trykning: Vester Kopi A/S, DTU

© DELTA Dansk Elektronik, Lys & Akustik

ISBN 87-7716-035-5

MILJØSTYRELSENS REFERENCELABORATORIUM FOR STØJMÅLINGER

Udøvende institution:

DELTA

Dansk Elektronik, Lys & Akustik, GTS

Venlighedsvej 4

2970 Hørsholm

Telefon: 72 19 40 00

Telefax: 72 19 40 01

www.delta.dk/reflab

Titel 16. sammenlignende støjmåling

Vores ref.: JEL/THP/lm

Rekvirent Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K

Resumé

Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger afholdt i oktober-november 2006 den 16. sammenlignende støjmåling. Denne sammenlignende måling var udelukkende en analyse-opgave.

I alt indkom der 33 besvarelser fra 59 deltagere. Deltagelse er obligatorisk for laboratorier, der er akkrediteret, og for personer, der er certificeret til ”Miljømåling – ekstern støj”. 32 laboratorier/certificerede personer deltog i denne gruppe, og et finsk laboratorium deltog på frivillig basis.

Deltagerne skulle analysere to støjeksempler, ét med totalstøj og ét med baggrundsstøj ved samme virksomhed. Støjniveauet fra virksomheden skulle findes, der skulle foretages en toneanalyse af støjen og en vurdering af støjens impulsindhold. I en frivillig del af opgaven skulle der foretages en objektiv analyse af støjens impulsindhold. 13 af de 33 besvarelser indeholdt en løsning på den frivillige del.

Eksemplerne, som var redigerede optagelser af ekstern støj, blev udsendt på DAT-bånd, mini-disk, CD eller ved overførsel af en lydfil direkte fra en FTP-server. Måle- og beregningsresultater skulle afleveres i et Excel regneark, som var udsendt til deltagerne, og der skulle leveres dokumentation af toneanalysen og en niveauregistrering udformet, så den var egnet til at indgå i en rapport om ”Miljømåling – ekstern støj”.

Ved hjælp af et system til automatisk karaktergivning ud fra afvigelserne fra de foreløbigt fastsatte sande værdier fik deltagerne hurtig tilbagemelding om afvigelserne¹⁾. Referencelaboratoriets svartid på de indsendte resultater var i gennemsnit på én arbejdsdag. Laboratorierne blev opfordret til at kontakte Referencelaboratoriet, hvilket en del benyttede sig af. Dette gav en positiv dialog om resultater og afvigelser. De samlede resultater blev gennemgået og diskuteret på Referencelaboratoriets Emnedag den 6. marts 2007.

¹⁾ De endeligt fastsatte sande værdier afviger kun minimalt fra de foreløbigt fastsatte.

Der var ikke helt enighed blandt deltagerne i deres subjektive vurdering af, om der skulle gives impulstillæg eller ej, idet 7 ud af 33 mente, at der ikke skulle tildeles impulstillæg. I den gruppe, der ikke havde udført impulsanalyser, var kun 13 ud af 20 enige om tildeling af impulstillæg, hvilket viser, at der er behov for en mere ensartet bedømmelse af impulstillæg.

I den samlede bedømmelse opnåede 31 ud af de 33 laboratorier karakterer større end 3. 11 laboratorier fik topkarakteren 5 for den samlede opgave. Karaktererne for dokumentationen af analyserne bidrog markant mere til især de høje karakterer end karaktererne for selve analyserne. Godkendte laboratorier / certificerede personer bør opnå en samlet karakter, der er større end 3 (på en skala fra 1 til 5).

De modtagne opgavebesvarelser for den obligatoriske opgave var gennemgående af en god kvalitet, og afvigelserne i måleresultaterne fra de sande værdier kunne hovedsagelig lokaliseres til mindre omhyggelige valg af måleparametrene ved analyserne og i deltagernes valg af måleperioder på de tilsendte lydoptagelser.

I den frivillige objektive analyse af impulser var ca. 40 % af analyserne behæftet med metodefejl. Blandt de korrekt udførte analyser var spredningen på resultaterne lille, og der var en entydig sammenhæng mellem vurderingerne og de objektive analyser med hensyn til tildeling af impulstillæg. Dokumentation af impulsanalyserne var generelt set mangelfuld.

Der var en god overensstemmelse blandt de korrekt udførte objektive målinger af impulsernes tydelighed og de beregnede impulstillæg.

DELTA, marts 2007



Jens E. Laursen
Akustik



Torben Holm Pedersen
Akustik

Indholdsfortegnelse

1. Indledning.....	7
2. Metoden.....	7
2.1 Generelt.....	7
2.2 Opgaven.....	7
2.3 Kvalitetskontrol	8
2.4 Regler for deltagelse	8
2.5 Anonymitet	8
2.6 Karaktergivning	8
2.7 Fastsettelse af sande værdier.....	9
3. Afvikling.....	10
3.1 Forløb.....	10
3.2 Deltagere.....	10
4. Opgave.....	11
4.1 Analyse af lydoptagelser.....	11
4.2 Støjkilde og støj	11
5. Resultater	13
5.1 Måling af L_{Aeq}	13
5.1.1 Totalstøj	13
5.1.2 Baggrundsstøj	13
5.1.3 Virksomhedsstøj	15
5.1.4 Niveauregistrering	16
5.2 Toneanalyse	16
5.2.1 $L_{p, tone}$	17
5.2.2 $L_{p, krit. bånd}$	18
5.2.3 ΔL_{ts}	18
5.3 Vurdering af impulstillæg.....	19
5.3.1 Den indsendte dokumentation.....	19
5.4 Objektiv analyse af impulser (frivillig)	20
5.4.1 Impulser i virksomhedsstøj	20
5.4.2 Benyttet måleudstyr til impulsmålingerne	23
5.4.3 Den indsendte dokumentation.....	24

5.5	Sammenfatning af resultaterne	24
5.5.1	Måling af L_{Aeq}	24
5.5.2	Toneanalyse	25
5.5.3	Impulstillæg og subjektive vurderinger	25
5.5.4	Objektiv analyse af impulser (frivillig).....	25
5.5.5	Sammenhæng mellem subjektiv vurdering og tydeligheden P	26
5.5.6	Karakterer for analyser	26
5.5.7	Karakterer for dokumentation.....	27
5.5.8	Samlede karakterer	28
6.	Konklusioner	29
6.1	Den obligatoriske opgave	29
6.2	Den frivillige opgave, objektiv impulsanalyse	29
6.3	Samlet konklusion	30
7.	Referencer.....	31
Appendix 1	Opgavebeskrivelse – RL 36/05.....	33
Appendix 2	Udskrift af regneark med resultater (med de sande værdier).....	41
Appendix 3	Afvielser og karaktergivning	43
Appendix 4	Deltagerne i den 16. sammenlignende støjmåling.....	45
Appendix 5	Indsendte resultater.....	49
Appendix 6	Toneanalyse.....	53
Appendix 7	Impulsanalyse	55

1. Indledning

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

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

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

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

2. Metoden

2.1 Generelt

De sammenlignende støjmålinger er generelt udført efter retningslinierne i:

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

og

RL 20/96: ”Kvalitetskrav til ”Miljømåling – ekstern støj””, Appendix 8

2.2 Opgaven

Den 16. sammenlignende støjmåling bestod udelukkende af analyseopgaver. Alle måle- og analyseresultater skulle afleveres i et MS Excel regneark, se Appendix 2, som var udsendt til deltagerne.

Deltagerne skulle analysere to eksempler på virkeligt forekommende ekstern støj, som var redigeret til formålet for at gøre opgaverne mere entydige. Støjeksemplerne var indspillet på DAT-bånd / minidisk / CD / lydfil, der blev udsendt til alle deltagende laboratorier. Opgavebeskrivelsen fremgår af Appendix 1. Opgaven bestod af en obligatorisk del, hvor laboratorierne

skulle måle forskellige parametre i støjen fra en virksomhed. Måling og bilag skulle udføres som ved ”Miljømåling – ekstern støj”. Derudover indeholdt opgaven en frivillig del, hvor der skulle udføres en objektiv impulsanalyse som beskrevet i Orientering fra Referencelaboratoriet nr. 32: ”Objektiv målemetode for impulsers tydelighed og forslag til bestemmelse af genetillæggets størrelse” [3].

2.3 Kvalitetskontrol

Inden opgaverne blev sendt ud, havde Referencelaboratoriet analyseret støjeksemplerne med forskellige typer af måleudstyr, ligesom opgaveformuleringen var testet ved at lade forskellige personer løse opgaven. Ud fra de forskellige analyser fastlagde Referencelaboratoriet de foreløbigt sande værdier af måleresultaterne.

2.4 Regler for deltagelse

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

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

Hver certificeret person og hvert akkrediteret laboratorium afleverer en underskrevet besvarelse. På laboratorier, hvor der er flere certificerede personer, kan deltagerne vælge enten at indsende en fælles besvarelse eller at indsende individuelle besvarelser. Retningslinier for fælles besvarelser er angivet i RL 20/96 [2].

2.5 Anonymitet

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

2.6 Karaktergivning

Der blev udarbejdet et regneark, som kunne omregne besvarelsernes afvigelser fra de foreløbigt sande værdier til en karakter, således at der kunne gives foreløbige tilbagemeldinger uden at oplyse de (foreløbigt) sande værdier, før alle deltagere havde afleveret deres besvarelser. Princippet for dette er beskrevet i Appendix 3.

2.7 Fastsættelse af sande værdier

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

- 1) Resultater med metodefejl eller åbenlyst forkerte resultater blev udeladt.
- 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.

Afvigelsen fra dette princip er omtalt i forbindelse med resultaterne i Afsnit 5.1.2.

De beregnede sande værdier afveg kun lidt fra de af Referencelaboratoriet foreløbigt fastlagte sande værdier – jf. resultatfigurerne i Afsnit 4 samt Appendix 5, hvor de foreløbigt fastlagte værdier har nr. 1. Afvigelserne var så små, at det ikke var nødvendigt at korrigere de givne karakterer.

De sande værdier er beregnet med udgangspunkt i de i alt 32 indkomne besvarelser samt Referencelaboratoriets ”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 16. sammenlignende støjmåling fremgår af Appendix 2.

3. Afvikling

3.1 Forløb

Den 3. oktober 2006 blev invitation og opgavebeskrivelse til den 16. sammenlignende støjmåling udsendt til danske og nordiske laboratorier. Deltagerne modtog DAT-bånd (CD eller minidisk eller lydfil), efterhånden som tilmeldingerne indløb. Den 25. oktober 2006 blev regneark til besvarelse (MS Excel) e-mailet til deltagerne.

Svarfristen var oprindeligt den 2. november 2006, men pga. flere henvendelser om ferieafvikling og travlhed blev svarfristen udskudt til den 1. december 2006, hvilket blev meddelt den 11. oktober 2006. Foranlediget af spørgsmål om kalibreringen samt spørgsmål om, hvilken baggrundsstøj der skulle indtastes i svararket, blev der sendt to e-mails til deltagerne med en præcisering den 25. oktober 2007. For at få et ensartet analysetidsrum for toneanalysen blev der angivet et bestemt analyseinterval til stationær støj i lydoptagelsen, hvilket blev sendt i en e-mail den 16. november 2006. På grund af den sene udmelding blev det præciseret, at deltagerne ikke behøvede at lave toneanalyserne om, hvis de allerede havde lavet dem. Den sidste e-mail med præcisering blev udsendt den 17. november 2006 og omhandlede starttidspunktet for tidsangivelserne for analyseintervallerne angivet i e-mailen af 16. november 2006.

Resultaterne blev afleveret ved at udfylde regnearket og fremsende det sammen med opgavebilag til reflab@delta.dk pr. e-mail.

Alle besvarelser blev modtaget rettidigt.

Deltagerne fik hurtig tilbagemelding med en foreløbig vurdering af kvaliteten af de indsendte resultater. Svartiden var mellem 0 og 3 arbejdsdage med et gennemsnit på 1 arbejdsdag.

Resultaterne af den 16. sammenlignende støjmåling blev præsenteret på Referencelaboratoriets Emnedag den 6. marts 2007.

3.2 Deltagere

I alt modtog Referencelaboratoriet 33 besvarelser, som fordelte sig således:

- 10 fra DANAK/SWEDAC-akkrediterede laboratorier
- 22 fra laboratorier, der beskæftiger DELTA-certificerede personer
- 1 fra et finsk laboratorium

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

4. Opgave

4.1 Analyse af lydoptagelser

Opgaveteksten er gengivet i sin helhed i Appendix 1.

4.2 Støjkilde og støj

Støjeksemplerne er optaget ved en parkeringsplads, der tilhører supermarkedet FAKTA. Supermarkedet ligger i en butiksarkade, og dets tilhørende parkeringsplads grænser op til et etageboligområde. Udsigten fra målepunktet er vist på Figur 1.



Figur 1

Parkeringsplads og supermarkedet FAKTA set fra målepunktet. Til højre i billedet ses HATS- målesystemet.

Optagelserne var lavet ved hjælp af et kunstigt hoved (HATS, Head and Torso Simulator, Brüel & Kjær type 4100). Denne optageteknik tilfredsstiller ikke kravene for udstyr til støjmålinger, men deltagerne skulle ikke tage dette i betragtning ved opgaveløsningen. Kunsthovedteknikken gjorde det til gengæld muligt ved aflytning af optagelsen over hovedtelefoner at give deltagerne et meget virkelighedstro indtryk af støjen på stedet, og de kunne derved lave en realistisk subjektiv vurdering af støjens karakter og de forekommende impulsers tydelighed.

På optagelsen af totalstøjen høres biler, der kører til og fra parkeringspladsen, dørmæk, skramlen med indkøbsvogne, ventilatorstøj, fuglekvidder osv. I baggrunden anes trafikstøjen fra vejene i området. Tonen i ventilatorstøjen var kunstigt frembragt og afspillet via en højttaler, der var opstillet tæt på butikken.

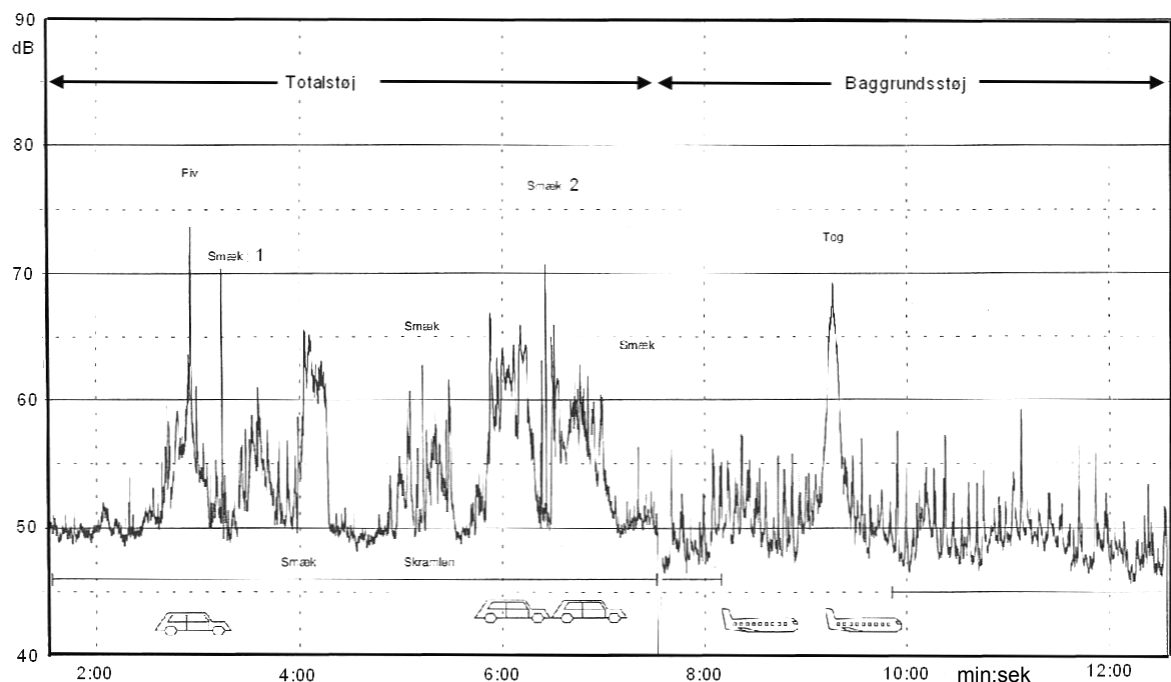
På optagelsen af baggrundsstøj høres – ligesom på den foregående optagelse – også fuglekvidder og fjern trafikstøj. Desuden høres et fly og kort derefter en togpassage. Efter at toget har passeret, høres flyet stadig.

Optagelsen af totalstøjen blev efterredigeret spektralt for at tydeliggøre tonen. Endvidere blev optagelsen ”syet” sammen, så der var tilstrækkeligt lange passager med lav aktivitet på parkeringspladsen til brug for toneanalysen.

Også baggrundsstøjen er "syet" sammen af forskellige perioder for at gøre opgaven mere entydig.

Kalibreringstone og støjeksempler blev tilpasset, så niveauerne var realistiske, og så kalibreringstone og lydeksemplerne lå inden for optagelsens dynamikområde uden skift af niveauområde. Dette gjorde lytning med hovedtelefoner lettere, men deltagernes evne til at håndtere niveauområdeskift i optagelsen blev således ikke testet.

En niveauudskrift af støjoptagelserne er vist på Figur 2.



Figur 2
A-vægtet niveauregistrering med tidsvægtning F af totalstøj og baggrundsstøj.

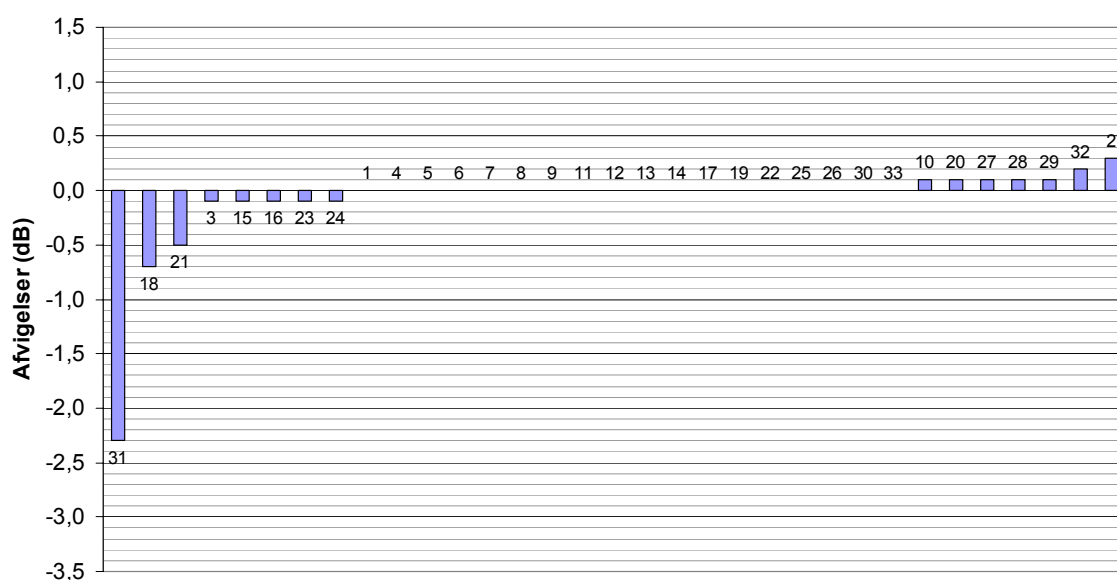
5. Resultater

5.1 Måling af L_{Aeq}

5.1.1 Totalstøj

Opgaven var at bestemme L_{Aeq} af totalstøjen. Hele optagelsen skulle analyseres. De målte L_{Aeq} -værdiers afvigelse fra den sande værdi er vist på Figur 3. Resultaterne 18, 21 og 31 betragtes som "outliers". Den sande værdi var $L_{Aeq, total} = 56,3$ dB.

Standardafvigelsen for besvarelsene uden "outliers" er 0,1 dB, og det må konkluderes, at stort set alle laboratorier kan måle L_{Aeq} -værdier ud fra en lydoptagelse med en nøjagtighed, der er bedre end $\pm 0,2$ dB.



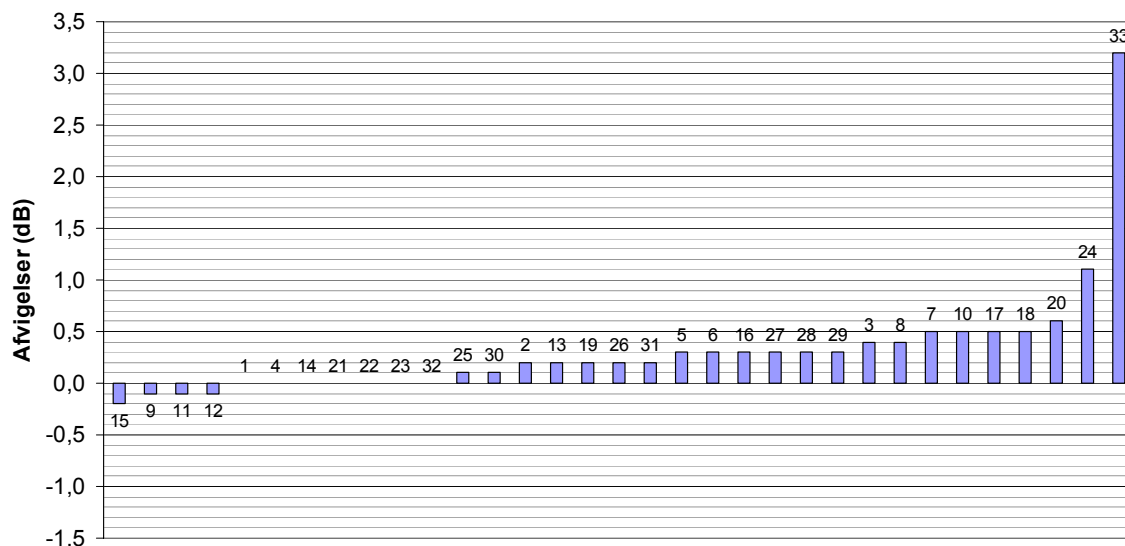
Figur 3

Totalstøj. Besvarelsernes afvigelse fra den sande L_{Aeq} -værdi, som er beregnet til $L_{Aeq, total} = 56,3$ dB. Numrene på figuren er deltagernes numre. Referencelaboratoriets resultat (den foreløbigt sande værdi) er nr. 1. Standardafvigelsen for besvarelsene uden "outliers" (18, 21 og 31) er 0,09 dB.

5.1.2 Baggrundsstøj

Opgaven var at bestemme $L_{Aeq, baggr}$ af den relevante del af baggrundsstøjen for at kunne korrigere totalstøjen for denne baggrundsstøj. På baggrundsstøjoptagelsen hørtes fly- og togstøj, som ikke forekom på optagelsen af totalstøjen. Analysen af den relevante del af baggrundsstøjen skulle derfor udføres ved kun at analysere den del af baggrundsstøjoptagelsen, hvor tog- og

flystøjen ikke var hørbar. Afvigelsen fra den sande værdi af de målte værdier af L_{Aeq} af baggrundsstøjen er vist på Figur 4. Der ses en forholdsvis stor og jævn spredning på baggrundsstøjanalyserne, hvilket især skyldes, at større eller mindre dele af flystøjen er medtaget i analysen. Resultat 33 betragtes som en "outlier", idet togstøjen ikke var udeladt af analysen.



Figur 4

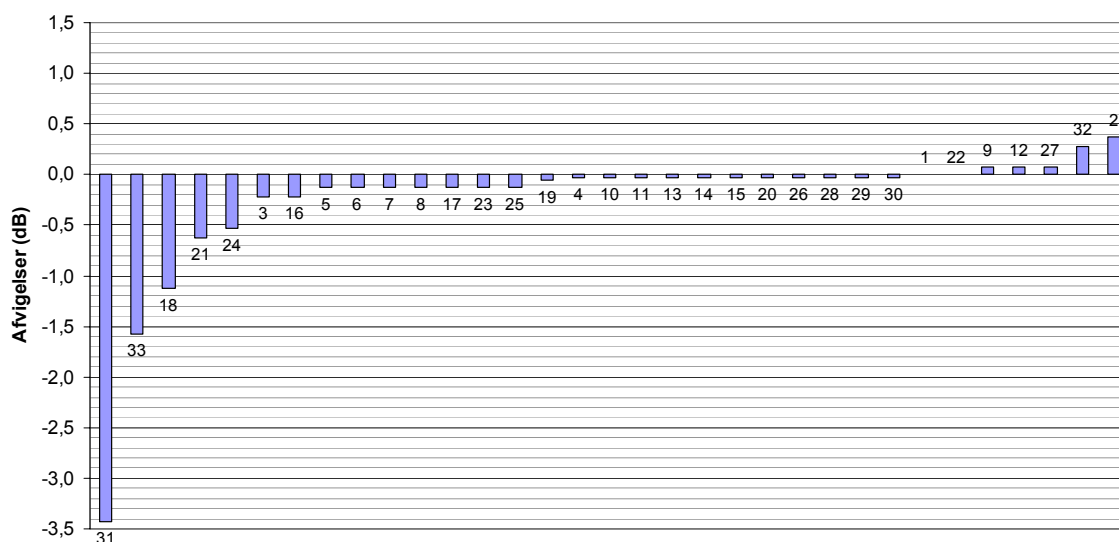
Baggrundsstøj. Besvarelsernes afvigelse fra den sande L_{Aeq} -værdi, som er beregnet til $L_{Aeq, baggr} = 49,7$ dB. Numrene på figuren er deltagerens numre. Referencelaboratoriets resultat (den foreløbigt sande værdi) er nr. 1. Standardafvigelsen for besvarelserne uden "outliers" er 0,27 dB.

En nøjere undersøgelse af længden af analyseintervallerne viser, at disse varierer fra 108 sek. til 295 sek. Hele baggrundsstøjoptagelsen tog 300 sek. Analyseresultaterne spænder fra 1) at analysere hele optagelsen minus 5 sek. togstøj til 2) at udelukke al hørbar tog- og flystøj plus en margin på ca. 50 sek. Det er især den første del flystøjen, der fejlagtigt har været medtaget i analysen af baggrundsstøjen. De korte analysetider kan skyldes et bevidst valg af en vis sikkerhedsmargin, så flystøjen helt sikkert ikke bidrager til støjen. De lange analysetider kan skyldes, at der også her er foretaget et bevidst (men forkert) valg om at medtage flystøjen i analysen. En anden årsag til de for lange analysetider kan være, at flystøjen er ret svag, og at den opstår og forsvinder meget gradvist, hvilket kan give tvivl om start- og sluttidspunktet for flystøjen. Opgaven var designet, så det med opmærksom lytning ved et kalibreret niveau skulle være tydeligt at høre de nævnte forhold i tilstrækkeligt omfang. Det kan dog ikke udelukkes, at det har haft indflydelse, at aflytningen af optagelsen varierer fra laboratorium til laboratorium med forskellige hovedtelefoner, og i sidste ende, at deltagerne har forskellig høretærskel og lytteerfaring.

Ved beregning af den sande værdi er der udvalgt de resultater, hvor analyseintervallet er korrekt ud fra de nævnte kriterier. Ved beregning af den sande værdi er der derfor udelukket følgende afvigende resultater: 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 27, 28, 29, 31 og 33. Standardafvigelsen for besvarelserne uden disse resultater er 0,1 dB. Den sande værdi var $L_{Aeq,baggr} = 49,7$ dB.

5.1.3 Virksomhedsstøj

I opgaven skulle virksomhedsstøjen findes ud fra optagelsen af totalstøjen, og resultatet skulle anføres i svararket. Korrektionen af L_{Aeq} af totalstøjen foretages ved en subtraktion af L_{Aeq} af baggrundsstøjen på energibasis. Afvigelsen fra den sande værdi af de beregnede værdier af L_{Aeq} for virksomhedsstøjen er vist på Figur 5.



Figur 5

Virksomhedsstøj. Besvarelsernes afvigelse fra den sande L_{Aeq} -værdi, som er beregnet til $L_{Aeq,baggr,korr} = 55,2$ dB. Numrene på figuren er deltagernes numre. Referencelaboratoriets resultat (den foreløbigt sande værdi) er nr. 1. Standardafvigelsen for besvarelserne uden "outliers" er 0,15 dB.

Resultatet af L_{Aeq} for virksomhedsstøjen udviser – ikke overraskende – samme tendenser i spredningen som baggrundsstøjanalyserne, hvilket som nævnt skyldes tendensen til at medtage "for meget" flystøj i baggrundsstøjanalysen. Deltagerresultaterne (ekskl. "outliers") spændte fra 54,7 dB til 55,6 dB, hvilket er en stor spredning på en forholdsvis enkel opgave.

I virkelighedens verden kan forholdene ofte være mere komplicerede. For virksomheder, som ligger tæt på støjgrænsen, vil det derfor have stor praktisk og økonomisk betydning, at bag-

grundsstøjanalyserne foretages korrekt. Ved baggrundsstøjanalysen skal man sikre sig, at den analyserede støj er repræsentativ for den støj, der forekom ved målingen af totalstøjen.

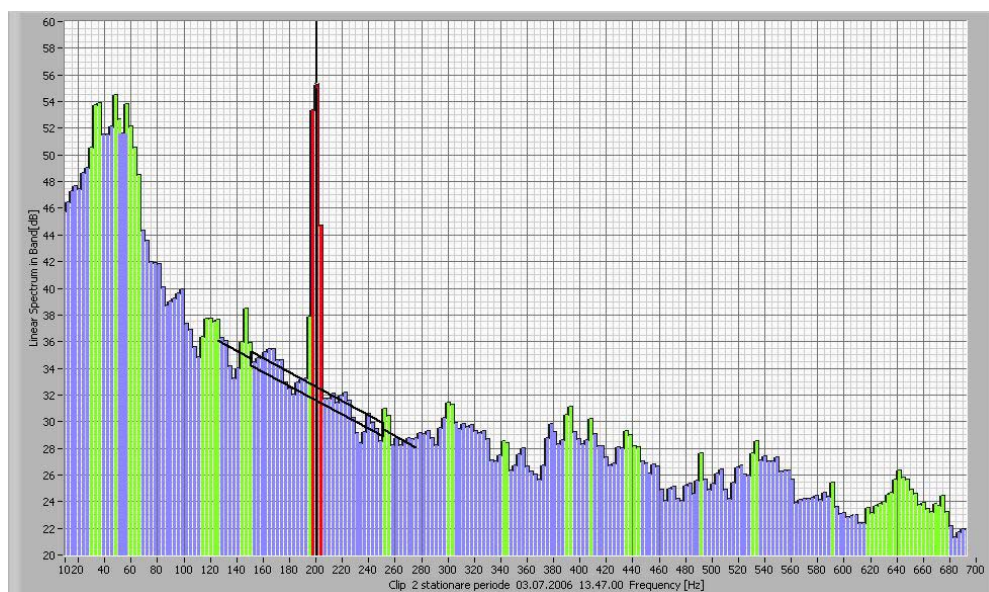
5.1.4 Niveauregistrering

Dokumentation for niveauregistrering af lydoptagelserne var generelt set fyldestgørende og overskuelige. Enkelte havde dog et for stort dynamikområde, idet det var anbefalet at benytte et dynamikområde på 50 dB.

5.2 Toneanalyse

Et tonetillæg gives ifølge Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 5/1984 for de perioder af virksomhedsstøjen, hvor tonen er tydeligt hørbar. I vejledningen side 52 øverst står om tydeligt hørbare toner: ”Dette tillæg gives kun i den del af referencetidsrummet, inden for hvilket støjen indeholder toner.” I Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 6/1984 står der i afsnittet om ”Ikke-stationære forhold”, side 65: ”Hvis forholdet mellem lydtrykniveauet af tonen og lydtrykniveauet af den øvrige støj i det aktuelle bånd varierer indbyrdes, gennemføres gentagne analyser til belysning af forholdene. Tillæg for tydeligt hørbare toner tildeles herefter alene i de tidsrum, hvor ΔL_{ts} ligger over kriteriekurven i figur 7.1”. Ovenstående praktiseres sædvanligvis, ved at der tages stilling til tonetillægget individuelt for hver driftstilstand.

Da virksomhedens øvrige støjklender (biler, indkøbsvogne) i perioder overdøyer tonen, bør disse perioder altså ikke medtages i toneanalysen. Da der kan være variationer i laboratoriernes udvælgelse af disse perioder, angav Referencelaboratoriet i en efterfølgende e-mail til deltagerne analysetiden for de to mest stationære og uforstyrrede perioder til: 1:33-2:15 + 4:17-4:52. Flere deltagere har imidlertid analyseret enten den ene eller den anden periode eller hele optagelsen, og disse resultater er vurderet i forhold til Referencelaboratoriets analyser af de tilsvarende perioder. Den sande værdi er dog kun udregnet som en samlet værdi for de angivne analyseintervaller. Dokumentationen for toneanalysen og de sande værdier er gengivet i Appendix 6.

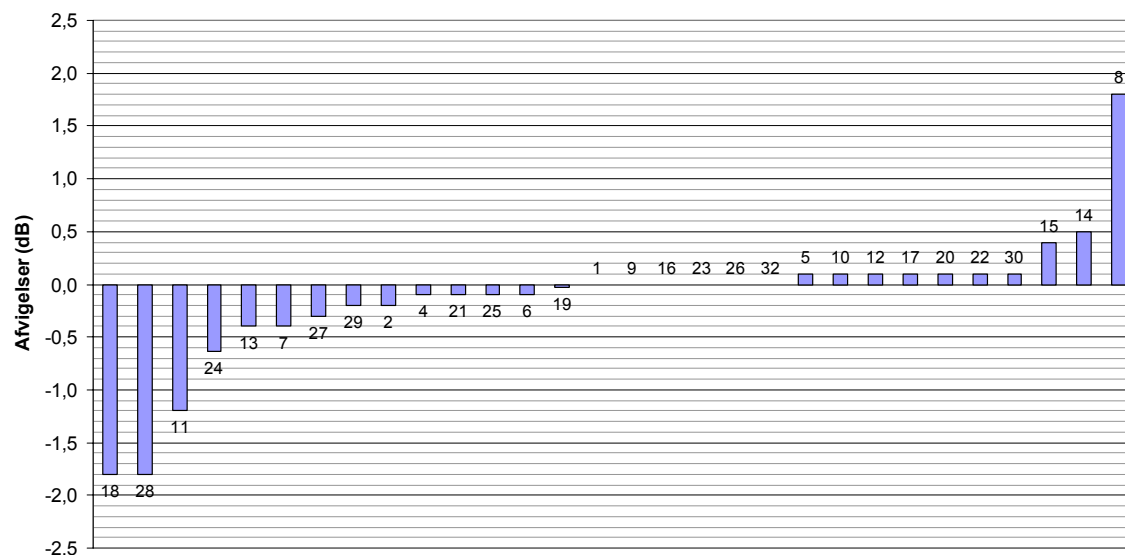


Figur 6

Udskrift fra toneanalyse af de to stationære perioder af totalstøjen: 1:33-2:15 og 4:17-4:52. Den samlede toneanalyse med de sande værdier er gengivet i i Appendix 6.

5.2.1 $L_{p, \text{tone}}$

Afviselserne på analysen af tonens lydtrykniveau, $L_{p, \text{tone}}$, ses i Figur 7.

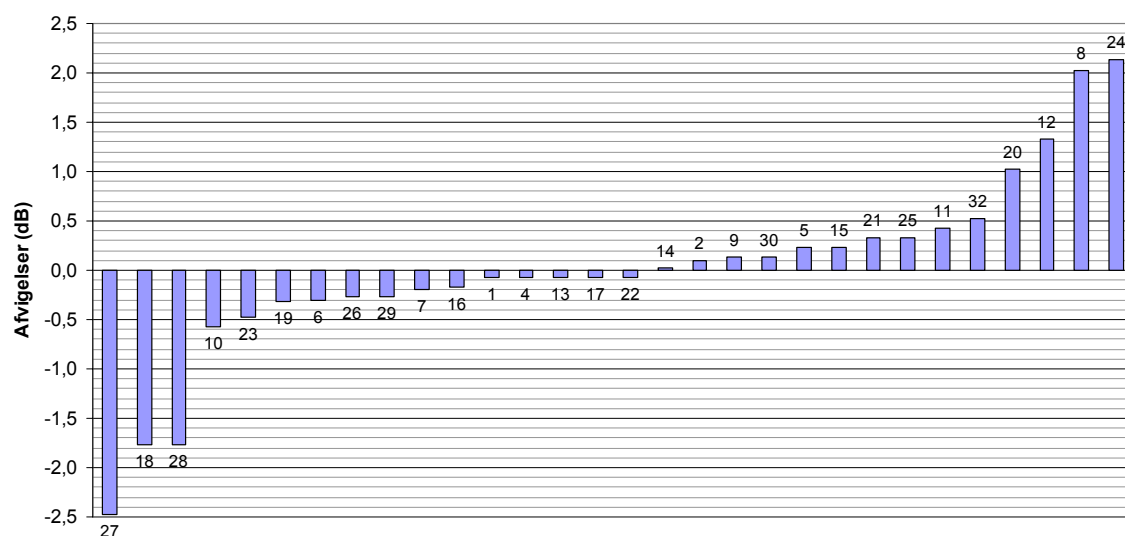


Figur 7

Toneniveau-afvigelse. Besvarelsernes afvigelse fra den sande L_{Aeq} -værdi, som er beregnet til $L_{p, \text{tone}} = 55,7 \text{ dB}$. Numrene på figuren er deltagernes numre. Referencelaboratoriets resultat (den foreløbigt sande værdi) er nr. 1. Standardafvigelsen for besvarelserne uden "outliers" er 0,2 dB.

5.2.2 $L_{p,krit.bånd}$

Støjen i det kritiske bånd omkring tonen beregnes på grundlag af aflæsning af $L_{p,støj,middel}$, som korrigeres for analysebåndbredden og bredden af det kritiske bånd. Afvigelsen fra den sande værdi af de målte værdier af $L_{p,krit.bånd}$ ses i Figur 8. I figuren er der ikke medtaget resultater fra ukalibrerede analyser (besvarelse nr. 3), A-vægtede analyser (besvarelse nr. 31 og 33).



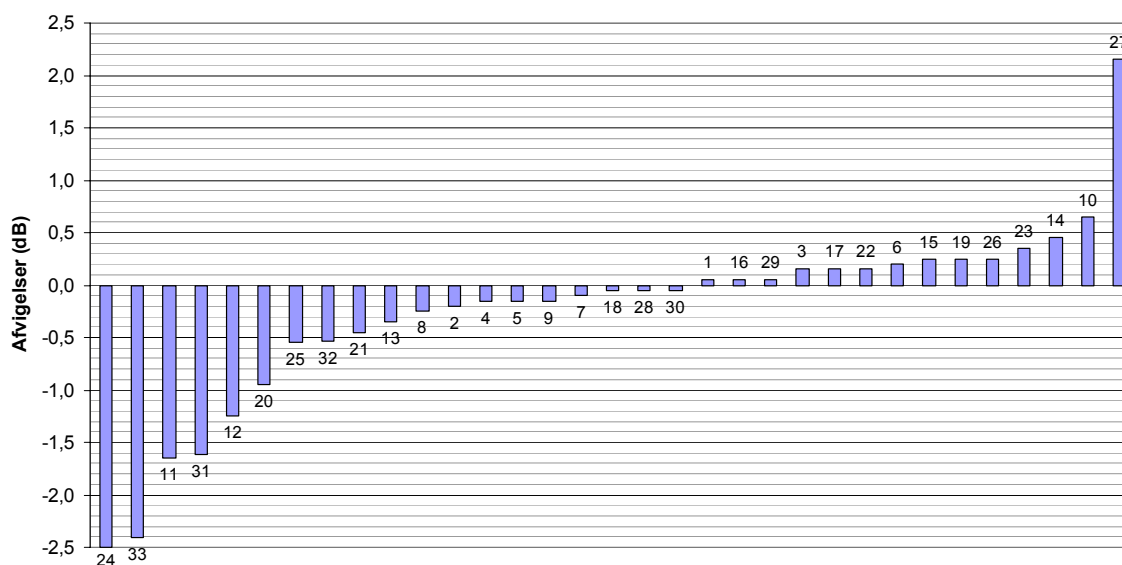
Figur 8

$L_{p,krit.bånd}$ -afvigelse. Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi for støjniveauet i det kritiske bånd, som er beregnet til $L_{p,krit.bånd} = 46,1$ dB. Numrene på figuren er deltagernes numre. Referencelaboratoriets resultat (den foreløbigt sande værdi) er nr. 1. Standardafvigelsen for besvarelserne uden "outliers" er 1,0 dB. I figuren er ikke medtaget "outliers" (besvarelse nr. 3, 31 og 33).

Afviselserne på beregningen af $L_{p,krit.bånd}$ kan skyldes, at denne parameter er baseret på forskellige strategier for aflæsning af $L_{p,støj,middel}$, idet der enten benyttes manuelle eller automatiserede metoder til toneanalysen.

5.2.3 ΔL_{ts}

Afviselsen fra den sande værdi af de målte værdier af ΔL_{ts} ses i Figur 9. Den sande værdi for ΔL_{ts} ($= L_{p,tone} - L_{p,krit.bånd}$) er fundet for de laboratorier, hvis resultater for både $L_{p,tone}$ og $L_{p,krit.bånd}$ ligger inden for standardafvigelsen fra de sande værdier.



Figur 9

Kriteriestørrelsen ΔL_{ts} -afvigelse. Besvarelsernes afvigelse fra den sande værdi, som er beregnet til $\Delta L_{ts} = 9,7 \text{ dB}$. Numrene på figuren er deltagernes numre. Referencelaboratoriets resultat (den foreløbigt sande værdi) er nr. 1. Standardafvigelsen for besvarelserne uden "outliers" er $0,4 \text{ dB}$.

Da ΔL_{ts} er slutresultatet af en toneanalyse, må det konkluderes, at den samlede ubestemthed på en toneanalyse af denne art er omkring $0,7 \text{ dB}$ ($1,7 \cdot 0,4 \text{ dB}$).

5.3 Vurdering af impulstillæg

Deltagerne skulle vurdere, om der skulle gives et 5 dB -tillæg for tydeligt hørbare impulser i virksomhedsstøjen. Der var ikke fuld enighed om at tildele impulstillæg, idet 79% af deltagerne vurderede, at der skulle gives impulstillæg, mens 7 laboratorier (4, 5, 8, 11, 13, 20 og 33) ikke havde givet tillæg.

Der er tale om flere kraftige impulser i støjen fra virksomheden. Den kraftigste ($K_1 = 9,7 \text{ dB}$) ligger langt over den grænse på $K_1 = 3 \text{ dB}$, hvor det anbefales at give et 5 dB -tillæg, jf. Orientering fra Referencelaboratoriet nr. 32 [3]. Det er derfor meget uheldigt, at der ikke er enighed blandt laboratorierne. Alt efter hvilket laboratorium der udfører målingen, kan virksomheden uberettiget risikere at få et 5 dB -tillæg, eller det omgivende samfund kan risikere uberettiget at få ekstra støjgener, hvis tillægget tilfældigvis ikke gives.

5.3.1 Den indsendte dokumentation

Ud over svararket skulle deltagerne medsende bilag for de udførte analyser. Bilagene skulle udformes som til en "Miljømåling – ekstern støj". Der var i opgavebeskrivelsen angivet, at dokumentation skulle udformes som angivet i Orientering nr. 32, hvor analysens delparametre kan aflæses af bilaget.

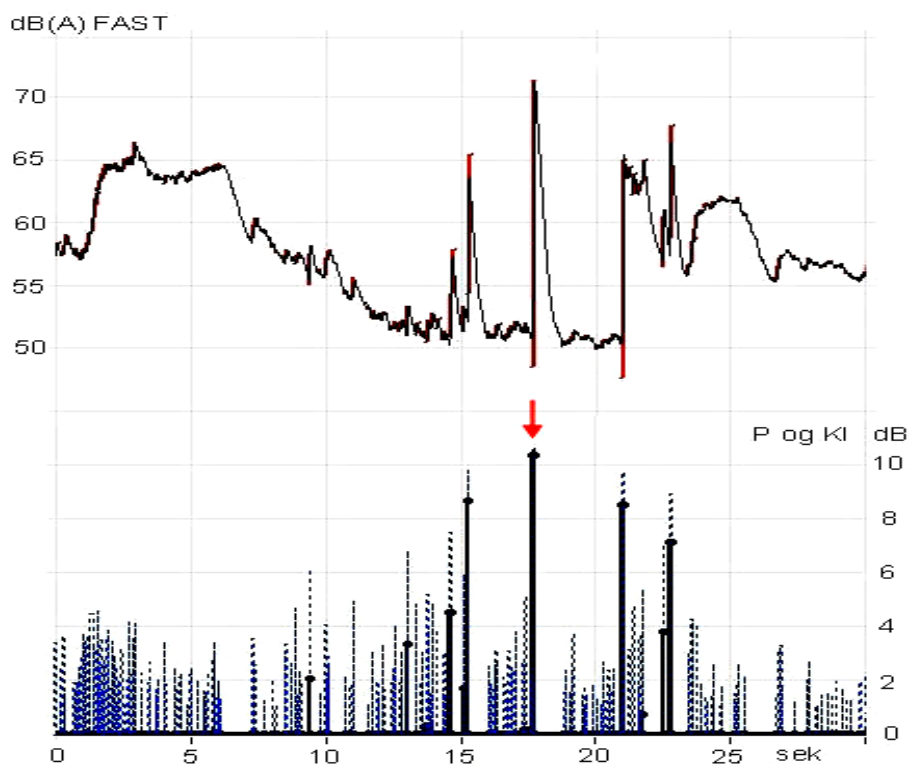
5.4 Objektiv analyse af impulser (frivillig)

Den frivillige opgave bestod i at foretage en objektiv analyse af impulserne i virksomhedsstøjen, dvs. at bestemme tydeligheden P og det foreslåede impulstillæg K_I til L_{Aeq} efter den metode, som er beskrevet i Orientering fra Referencelaboratoriet nr. 32 [3]. Siden denne orientering er udgivet, er metoden blevet godkendt som Nordtest metode ACOU 112 til bestemmelse af impulsers tydelighed, mens beregningen af tillægget K_I til L_{Aeq} er en ikke-normativ del, se [4]. Metoden er ikke officielt godkendt som målemetode i Danmark, men anbefales brugt som støtte til den subjektive vurdering, der skal udføres i henhold til vejledningen [1].

Opgaven var en frivillig del af den sammenlignende støjmåling. 13 af de deltagende laboratorier har udført denne opgave.

5.4.1 Impulser i virksomhedsstøj

På Figur 10 ses et udsnit af niveauregistreringen af den tydeligste impuls samt P - og K_I -værdierne.



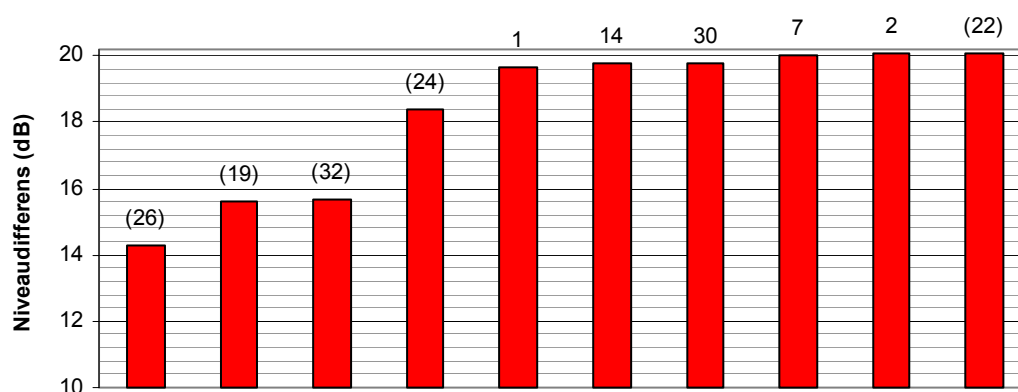
Figur 10

Objektiv måling af impulser i virksomhedsstøj. Øverst er vist et udsnit af niveauregistreringen af det A-vægtede lydtrykniveau med tidsvægtning F . Impulsernes ansatser er markeret med fed streg. Nederst er for hver ansats vist de tilhørende værdier af impulsens tydelighed P (stiplet blå linie) og tillægget K_I til L_{Aeq} (sorte punkter). Den afgørende impuls er markeret med en rød pil og forekommer 6 min. og 25 sek. efter hele lydfilens start.

13 laboratorier havde foretaget impulsanalyse, men ikke alle havde fundet den samme impuls mest tydelig. 10 laboratorier (inkl. Referencelaboratoriet) havde fundet, at den mest tydelige impuls var et dørmæk, der forekom 6:25 [min:sek], mens 3 laboratorier havde valgt et dørmæk, der forekom ca. 3:13 [min:sek]. I det følgende fremlægges de 10 laboratoriers resultater. Datagrundlaget er ret begrænset og med stor spredning. Da det ydermere ikke har været muligt at undersøge deltagernes resultater i detaljer, har der ikke været tilstrækkeligt materiale til at kunne fastsætte sande værdier for resultaterne fra den frivillige undersøgelse af impulser. Referencelaboratoriets analyser er derfor valgt som sammenligningsgrundlag.

Ifølge Afsnit 3.1 i Referencelaboratoriets Orientering nr. 32 om objektive analyser af impulser [3] skal det A-vægtede lydtrykkniveau med tidsvægtning FAST samples med tidsintervaller i området 10-25 msek. Flere af deltagerne (nr. 22, 24, 26 og 28) har samlet optagelsen med for lange tidsintervaller (40, 125 og 250 msek). Herved bliver impulsernes ansatser ikke defineret med tilstrækkeligt stor opløsning. En enkelt deltager (nr. 19) har samlet med for korte tidsintervaller. I denne besvarelse er kriteriet for udvælgelsen af impulsansatsens start- og endepunkt (gradienten > 10 dB/sek.) ikke overholdt.

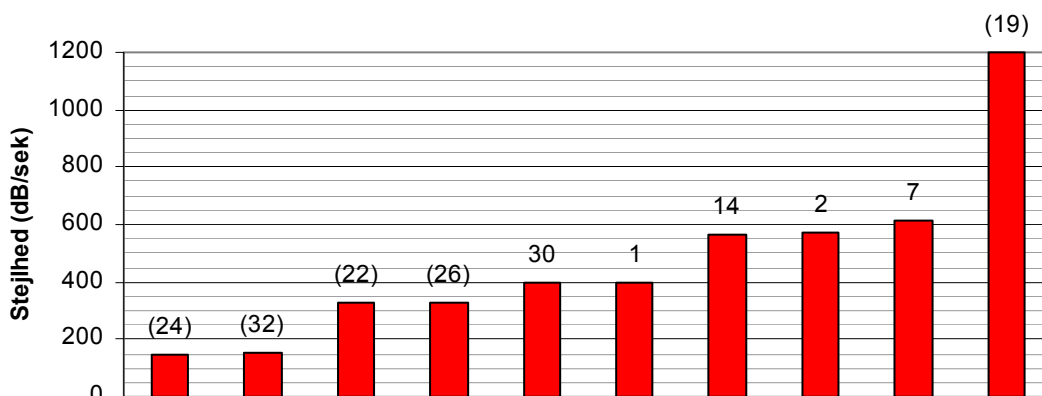
På Figur 11 ses niveaudifferensen for impulsen – et dørmæk – der forekommer til tiden 6:25.



Figur 11

*Impulsens niveaudifferens. Figuren viser deltagernes besvarelser. Numrene på figuren er deltagernes numre. Referencelaboratoriets resultat (nr. 1) er **19,7 dB**. Standardafvigelsen for de 10 laboratoriers besvarelser er 2,3 dB. Med parentes er angivet de laboratorier, som ikke har opfyldt målemetodens krav. For de laboratorier, der har målt i henhold til metoden, er standardafvigelsen 0,2 dB.*

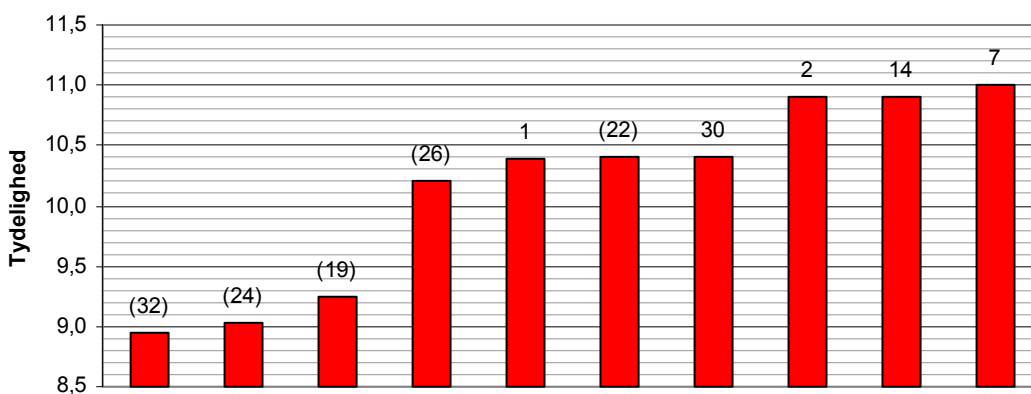
På Figur 12 ses støjheden af impulsen, der forekommer til tiden 6:25.



Figur 12

Impulsens støjhed. Figuren viser deltagernes besvarelser. Numrene på figuren er deltagernes numre. Referencelaboratoriets resultat (nr. 1) er 400 dB/sek. Standardafvigelsen for de 10 laboratoriers besvarelser er 303 dB/sek. Med parentes er angivet de laboratorier, som ikke har opfyldt målemetodens krav. For de laboratorier, der har målt i henhold til metoden, er standardafvigelsen 103 dB/sek. eller 20,1 %.

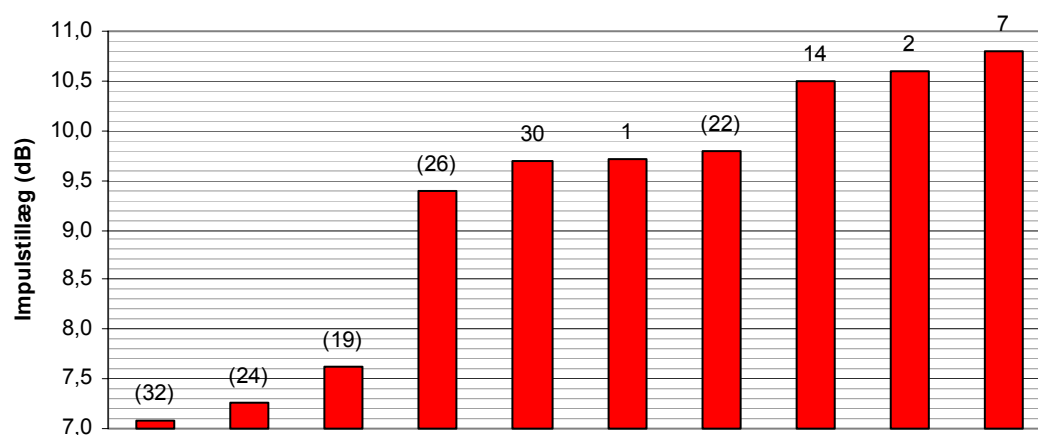
På Figur 13 ses tydeligheden P af impulsen, der forekommer til tiden 6:25.



Figur 13

Impulsens tydelighed, P. Figuren viser deltagernes besvarelser. Numrene på figuren er deltagernes numre. Referencelaboratoriets resultat (nr. 1) er $P = 10,4$. Standardafvigelsen for de 10 laboratoriers besvarelser er 0,8. Med parentes er angivet de laboratorier, som ikke har opfyldt målemetodens krav. For de laboratorier, der har målt i henhold til metoden, er standardafvigelsen 0,3.

På Figur 14 ses impulstillægget for impulsen, der forekommer til tiden 6:25.



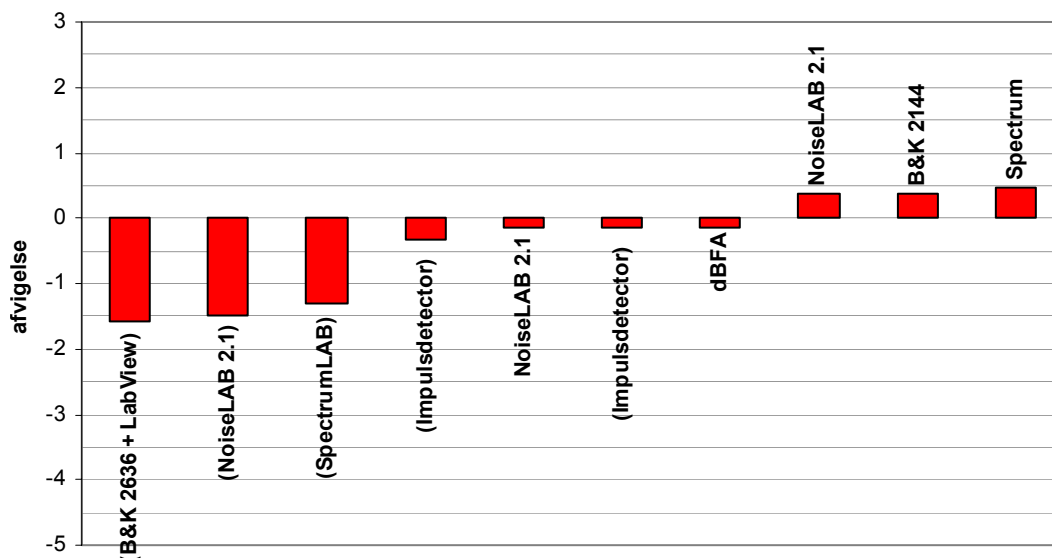
Figur 14

Impulsens impulstillæg, K_I . Figuren viser deltagernes besvarelser. Numrene på figuren er deltagernes numre. Referencelaboratoriets resultat (nr. 1) er $K_I = 9,7$ dB. Standardafvigelsen for de 10 laboratoriers besvarelser er 1,4 dB. Med parentes er angivet de laboratorier, som ikke har opfyldt målemetodens krav. For de laboratorier, der har målt i henhold til metoden, er standardafvigelsen 0,5 dB.

Det må konkluderes, at ubestemtheden på K_I for analyser af denne type støj med objektive metoder, der er i overensstemmelse med forskriften, er 0,9 dB ($1,65 \cdot 0,52$ dB).

5.4.2 Benyttet måleudstyr til impulsmålingerne

Det er gennemgået, hvilket udstyr laboratorierne har brugt til impulsanalyserne, for at se, om der har været en systematisk indflydelse af bestemte typer af måleudstyr. Figur 15 viser afvigelserne fra den sande værdi af tydeligheden P for forskellige typer af måleudstyr.



Figur 15

Anvendt måleudstyr i forhold til afvigelsen fra den sande værdi af tydeligheden P med angivelse af det benyttede måleudstyr. Med parentes er angivet de resultater, som ikke har opfyldt målemetodens krav.

Af figuren ses, at der ikke er nogen tydelig sammenhæng mellem det benyttede måleudstyr og de konstaterede afvigelser fra den sande værdi.

5.4.3 Den indsendte dokumentation

I Orientering fra Referencelaboratoriet nr. 32 [3], side 10, er det anført, hvad dokumentation for de objektive impulsmålinger/analyser skal indeholde. Den indsendte dokumentation manglede generelt set følgende oplysninger: metode, fabrikat og type af måleudstyret, procedure brugt ved bestemmelse af niveaudifferens og støjhed, de driftsbetingelser der gav anledning til impulserne samt et skøn over ubestemtheder på P og K_1 .

5.5 Sammenfatning af resultaterne

5.5.1 Måling af L_{Aeq}

Standardafvigelsen for alle resultaterne af L_{Aeq} var 0,43 dB, og resultaterne lå inden for et variationsområde på $\pm 1,3$ dB. Dette inkluderer resultater med metodefejl ("outliers" omtalt i Afsnit 5.1.1), som kan forklare op til 1,0 dB af variationen. Standardafvigelsen af resultaterne (uden 3 "outliers") var 0,15 dB med et variationsområde på 0,6 dB. For L_{Aeq} er den højeste acceptable afvigelse 0,7 dB (se Appendix 3), så resultaterne må generelt betegnes som tilfredsstillende.

De sande værdier afviger ikke fra de foreløbigt fastsatte sande værdier.

5.5.2 Toneanalyse

Standardafvigelsen for alle resultaterne af $L_{p, \text{tone}}$ var 4,0 dB med et variationsområde på 28,1 dB. Den store spredning skyldes én ukalibreret analyse. Hvis resultaterne med metodefejl udelukkes, fås en standardafvigelse på 0,4 dB med et variationsområde på 2,4 dB.

Standardafvigelsen for alle resultaterne af $L_{p, \text{krit. bånd}}$ var 3,8 dB med et variationsområde på 26,4 dB. Hvis resultaterne med metodefejl udelukkes, fås en standardafvigelse på 0,7 dB med et variationsområde på 2,7 dB. Årsagen til afvigelserne var – foruden manglende kalibrering – at A-vægtning af signalet var blevet foretaget samt upræcis aflæsning af $L_{p, \text{støj, middel}}$.

Standardafvigelsen for alle resultaterne af ΔL_{ts} var 1,3 dB med et variationsområde på 5,0 dB. Hvis resultaterne med metodefejl udelukkes, fås en standardafvigelse på 0,4 dB med et variationsområde på 1,9 dB. For ΔL_{ts} er den højeste acceptable afvigelse 1,2 dB (se Appendix 3), så resultaterne må generelt betegnes som tilfredsstillende.

Samtlige deltagere var enige om tildeling af 5 dB-tonetillæg.

5.5.3 Impulstillæg og subjektive vurderinger

26 ud af 33 laboratorier (79 %) var enige om – på basis af en subjektiv vurdering – at give et 5 dB-impulstillæg til virksomhedsstøjen. Der forekom på optagelsen endog flere tydelige impulser, hvoraf flere var ret kraftige.

I gruppen af deltagere (13 laboratorier), som udførte den frivillige opgave med objektiv analyse af impulserne, var der fuld enighed i den subjektive vurdering af, at der skulle tildeles impulstillæg til virksomhedsstøjen. I gruppen af deltagere, der ikke udførte den objektive toneanalyse, var der således kun 13 ud af 20 deltagere, der subjektivt vurderede, at der skulle tildeles impulstillæg. Den manglende enighed understreger behovet for en objektiv målemetode.

5.5.4 Objektiv analyse af impulser (frivillig)

Denne opgave var frivillig, og 13 af de deltagende laboratorier havde angivet en løsning. Standardafvigelsen på deltagernes beregning af tillægget K_I var 1,4 dB med et variationsområde på 3,7 dB, hvilket må betegnes som en meget stor spredning. Af de 13 laboratorier havde 3 analyseret en ”forkert” impuls og indgik derfor ikke i analysen af resultaterne. Af de resterende 10 besvarelser opfyldte kun 5 kravene til målemetoden, og standardafvigelsen på K_I for disse 5 deltagere var 0,5 dB. Den højeste acceptable afvigelse for impulstillægget K_I er 1,4 dB (se Appendix 3), så resultaterne af de korrekt udførte analyser må generelt set betegnes som tilfredsstillende.

Blandt deltagerne i den frivillige opgave var der ingen tvivl om, at impulstillægget skulle tildeles virksomhedsstøjen, idet K_I i alle besvarelserne lå mindst 4 dB over den anbefalede værdi $K_I = 3$ dB for tildeling af impulstillæg ifølge [3].

Der kunne ikke konstateres systematisk indflydelse fra det benyttede måleudstyr, som omfattede analoge niveauskrivere, regnearksbaseret behandling af samlede måleresultater og specialprogrammer til impulsanalyse.

13 laboratorier havde indsendt fuld dokumentation for analyserne. Kun 4 af disse leverede en dokumentation, der gav en karakter større end 3, og som derfor var direkte egnet til at indgå i en ”Miljømåling – ekstern støj”.

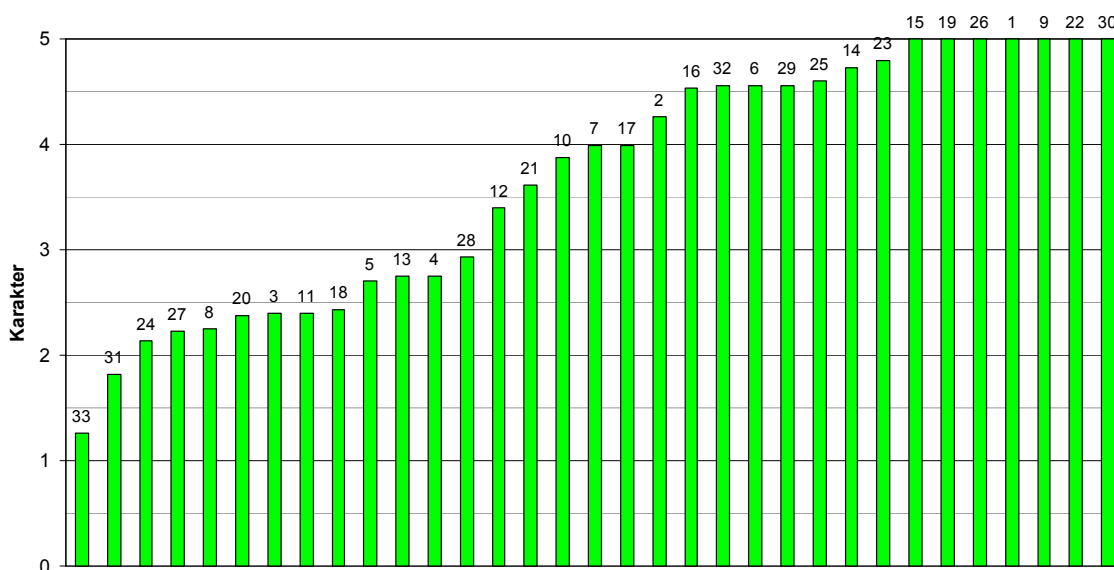
5.5.5 Sammenhæng mellem subjektiv vurdering og tydeligheden P

26 laboratorier vurderede, at der skulle gives 5 dB-impulstillæg til virksomhedsstøjen, og 7 laboratorier vurderede, at der ikke skulle gives impulstillæg (deltager nr. 4, 5, 8, 11, 13, 20 og 33). De 13 laboratorier, der udførte de frivillige objektive analyser, tildelte alle impulstillæg, både ud fra en subjektiv vurdering og ud fra den objektive analyse af støjen.

Flere af deltagere, som vurderede impulserne til ikke at give anledning til impulstillæg, begrundede dette med impulsernes lave hyppighed og støjens karakter (bilsdørmæk), selv om de erkendte, at der forekom impulser, der var tydeligt hørbare.

5.5.6 Karakterer for analyser

Karaktererne for henholdsvis analysedelen og dokumentationen af opgaven er vist på Figur 16 og Figur 17. Karaktererne er fremkommet som et vægtet gennemsnit af karaktererne for hver af delparametrene: $L_{Aeq,total}$, $L_{Aeq,baggr}$, $L_{Aeq,virksom}$, $L_{p, tone}$, $L_{p, krit. bånd}$, ΔL_{ts} , kriterieværdi og impulstillæg.



Figur 16

Karakterer for de obligatoriske analyser. Numrene på figuren er deltagerens numre.

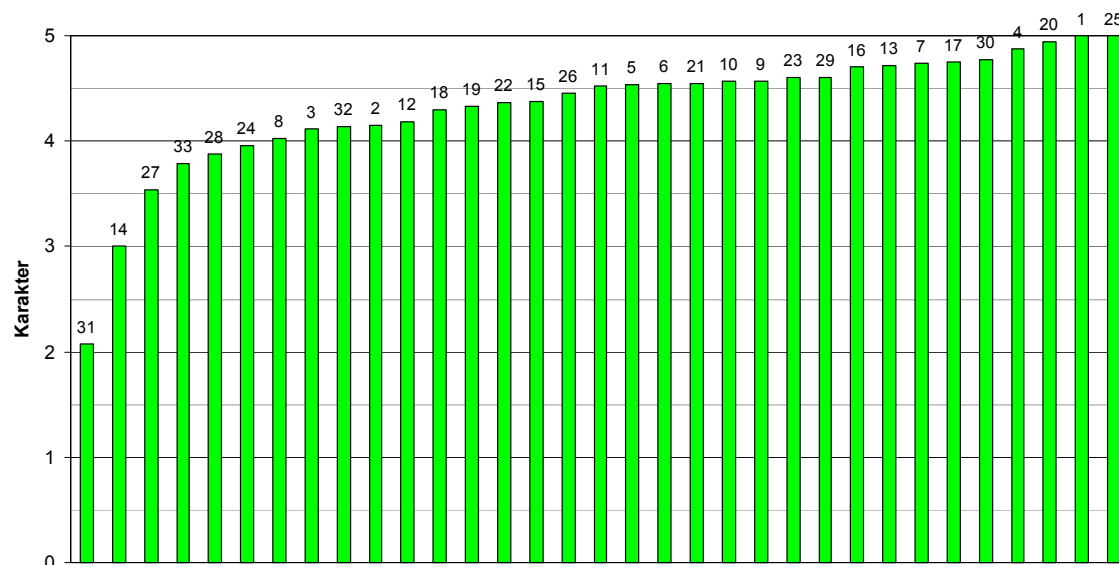
Det ses af Figur 16, at 13 ud af 33 laboratorier fik en samlet karakter under 3, som angiver grænsen for en tilfredsstillende opgaveløsning. Dette er en relativt stor del (ca. 40 %) af besvarelserne, og vi har derfor kigget nærmere på karaktererne for de delparametre, der havde størst betydning for den samlede karakter. De laveste karakterer på opgavens delparametre blev givet for analysen af $L_{p,krit.bånd}$, idet 10 laboratorier fik en karakter under 3 for denne analyse. Da den laveste karakter indgår ligeværdigt med gennemsnittet af alle karaktererne, trækker karakteren for $L_{p,krit.bånd}$ forholdsmæssigt meget ned.

Selve karaktergivningen er udformet, således at delparametrene alle vil kunne påvirke resultatet, og årsagen hertil er naturligvis, at de betydende parametre påvirker måleresultatet mærkbart og dermed kan få konsekvenser for beslutninger i samfundet. Det kan diskuteres, hvor mange delparametre, der bør medtages under karaktergivningen, da de mange parametre øger sandsynligheden for at få en lav karakter, som derefter kan trække det samlede resultat ned. På den anden side er et vigtigt formål med de sammenlignende målinger at vise delresultaterne for at lette deltagernes fejlfinding. Dette vil efterfølgende medvirke til at højne kvaliteten af deres målinger.

I det aktuelle lydeksempel for denne sammenlignende støjmåling ligger kriteriestørrelsen ΔL_{ts} langt fra kriterieværdien, og tonetillægget kan derfor tildeles med en god margin. I grænsetilfælde, hvor man ligger tæt på kriterieværdien, har det derfor afgørende betydning, at $L_{p,krit.bånd}$ bliver fundet med omhu.

Karaktererne for analyserne er forbedret, siden den 13. sammenlignende støjmåling blev afholdt i marts 2001. Denne opgave indeholdt også L_{Aeq} - og toneanalyser. Gennemsnittet af karaktererne for analysen er forbedret fra 3,3 til 3,7.

5.5.7 Karakterer for dokumentation



Figur 17

Karakterer for dokumentation af analyseopgaven. Numrene på figuren er deltagernes numre.

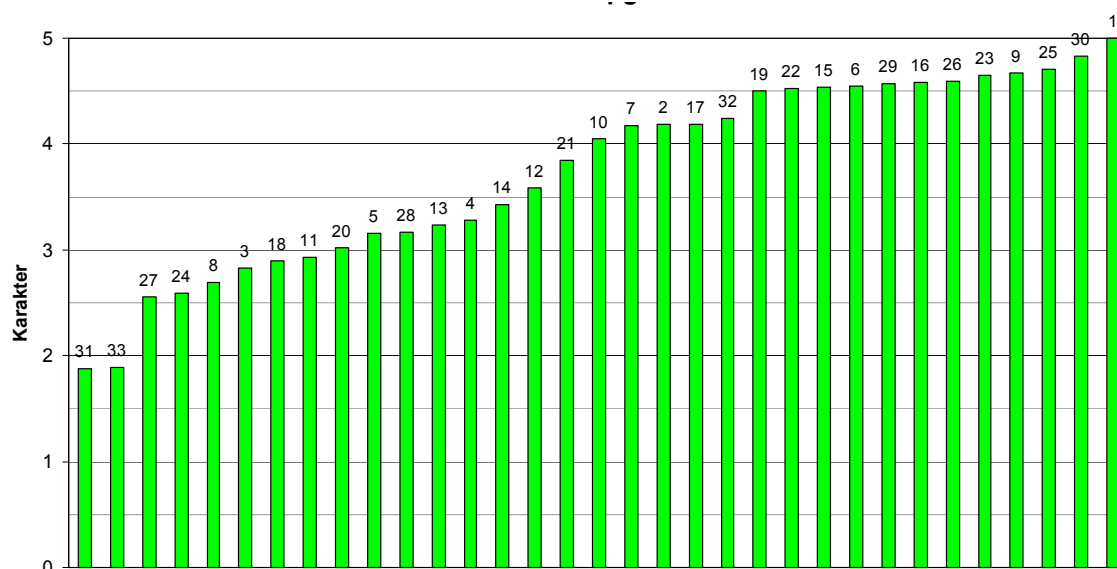
Dokumentationen for analyserne var generelt set fyldestgørende. Kun ét laboratorium fik en karakter under 3, som det fremgår af Figur 17.

Som det fremgår af Appendix 3, er den samlede karakter for hvert laboratorium beregnet som gennemsnittet af alle laboratoriets karakterer og den dårligste enkeltkarakter. Dette gælder også den samlede karakter for analyserne og dokumentationen, som er vist i Figur 18.

Det ses af Figur 18, at 25 ud af 33 besvarelser fik en karakter større end 3. 11 deltagere fik topkarakteren 5 for den samlede opgave.

Gennemsnittet af karaktererne for dokumentationen sammenlignet med den 13. sammenlignende støjmåling er forbedret fra 4,1 til 4,3.

5.5.8 Samlede karakterer



Figur 18

De samlede karakterer for analyse og dokumentation af den obligatoriske opgave. Numrene på figuren er deltagernes numre.

Gennemsnittet af de samlede karakterer for den 16. sammenlignende støjmåling er forbedret fra 3,4 til 3,7 i forhold til den 13. sammenlignende støjmåling.

6. Konklusioner

6.1 Den obligatoriske opgave

Generelt havde analyserne af L_{Aeq} en stor præcision (inden for $\pm 0,2$ dB). Kun ét laboratorium lå uden for det acceptable område. Analyserne af baggrundsstøj udviste stor spredning, som især kunne henføres til forskelle i udvælgelsen af analyseintervallerne.

Toneanalyserne viste samstemmende, at virksomheden skulle have 5 dB-tonetillæg. Kriteriestørrelsen ΔL_{ts} blev bestemt med en ubestemthed på 0,7 dB for middelværdien uden ”outliers”.

Dokumentationen af analyserne var generelt set fyldestgørende.

6.2 Den frivillige opgave, objektiv impulsanalyse

Kun 4 af de 13 deltagende laboratorier fik en samlet karakter for den frivillige impulsanalyseopgave på over de 3, der kræves for at ”bestå”.

3 af de 13 laboratorier havde som nævnt i Afsnit 5.4.1 valgt at analysere en anden impuls, end flertallet gjorde.

For resultaterne på impulsen til tiden 6:25 og uden metodefejl var ubestemtheden på impulstillægget, K_I , 0,9 dB.

Flere af deltagere har benyttet specielt udviklet software til automatisk beregning af impulstillæg, jf. retningslinierne i Orientering nr. 32: ”Objektiv målemetode for impulsters tydelighed til bestemmelse af genetillæggets størrelse” fra Referencelaboratoriet [3]. Alligevel er der ikke enighed om udvælgelsen af den tydeligste impuls, der forekommer. Desuden er der blandt analyserne af den samme impuls uden metodefejl også markante forskelle på stejlheden.

Den afholdte 16. sammenlignende støjmåling viser altså, at der er et behov for at teste den software, der benyttes af laboratorierne til impulsanalyser. Referencelaboratoriets resultatværdier for denne opgave kan betragtes som ”sande værdier”. Det sikres derved, at laboratorierne har et ensartet impulsanalyseapparat at støtte sig til, når der skal administreres impulstillæg.

Det blev konstateret, at de vurderinger af impulstillæg, der kom fra laboratorier, som havde udført den objektive analyse korrekt, var mest ensartede. Derfor opfordres der til, at de godkendte laboratorier begynder at anvende den objektive metode, dels til støtte for de subjektive vurderinger af tildeling af 5 dB-impulstillæg og dels for at indsamle erfaringer med metodens brug i praksis.

6.3 Samlet konklusion

Deltagernes løsninger af L_{Aeq} -analyseopgaven var meget tæt på de sande værdier, mens deltagerne toneanalyser viste forholdsvis stor spredning på resultaterne, hvilket trak ned på den samlede karakter for analyserne. Kun ca. 60 % af deltagerne karakterer for analyserne lå over 3, som er karakteren for ”bestået”. Til gengæld lå 97 % af deltagerne karakterer for selve dokumentationen af resultaterne over 3, og dette trak det samlede resultat op, således at 94 % af deltagerne ”bestod”.

I vurderingen af impulstillægget var kun 79 % enige om tildeling af impulstillæg. Resten af deltagerne fik karakteren 1, som også var medvirkende til de lave karakterer for de samlede analyser.

I den gruppe, der ikke havde udført impulsanalyser, var kun 13 ud af 20 enige om tildeling af impulstillæg, hvilket viser, at der er behov for en mere ensartet bedømmelse af impulstillæg.

I den frivillige analyse af impulser var ca. 40 % af analyserne behæftet med metodefejl. Blandt de korrekt udførte analyser var spredningen på resultaterne lille, og der var en entydig sammenhæng mellem vurderingerne og de objektive analyser med hensyn til tildeling af impulstillæg. Dokumentation af impulsanalyserne var generelt set mangelfuld.

Årsager til afvigelserne på resultaterne er nævnt under beskrivelsen af delanalyserne. Det er ikke en del af konceptet i de sammenlignende støjmålinger, at Referencelaboratoriet skal forsøge at lokalisere alle fejl i besvarelserne. Deltagerne må hver især lokalisere årsagerne til afvigelserne med henblik på at højne kvaliteten i det fremtidige arbejde.

7. Referencer

- [1] *Måling af ekstern støj fra virksomheder*
Vejledning fra Miljøstyrelsen Nr. 6/1984
- [2] *Kvalitetskrav til "Miljømåling – ekstern støj"*
Udredning fra Referencelaboratoriet, RL 20/96, december 1996, opdateret april 2005
- [3] *Objektiv målemetode for impulsers tydelighed og forslag til bestemmelse af genetillæggets størrelse*
Orientering fra Referencelaboratoriet nr. 32, april 2001
- [4] *NT ACOU 112*
Acoustics: Human sound perception – Guidelines for listening tests
Approved 2002-05
- [5] *Impulsstøj*
Torben Holm Pedersen
Elektronisk publikation: Arbejdsrapport nr. 1, Miljøstyrelsen, 2001
www.mst.udgiv/publikationer/2001/87-7944-375-3/html/
- [6] *Round Robin Test of an Objective Method for the Determination of the Prominence of Impulsive Sounds and for the Impulse Adjustment of L_{Aeq}*
Håkan Andersson & Torben Holm Pedersen, Nordtest Project 1516-00, SP REPORT
2000:30

Appendix 1

Opgavebeskrivelse – RL 36/05

Opgavebeskrivelse

16. sammenlignende støjmåling

Den 16. sammenlignende støjmåling består i analyse af støjen fra et supermarked. Støjbelastningen fra virksomheden skal bestemmes, der skal foretages toneanalyse, tages stilling til impulstilæg og korrigeres for baggrundsstøj. Støjeksemplerne er optagelser af virkeligt forekommende virksomhedsstøj, der er redigeret til formålet.

Tilmelding til målingen og aflevering af resultater

Tilmelding foretages ved indsendelse af vedhæftede tilmeldingsblanket til Referencelaboratoriet, elektronisk til reflab@delta.dk eller på papir, hvorefter lydoptagelsen fremsendes til deltagerne i det ønskede format.

Resultaterne afleveres ved at udfylde Excel-regnearket: "Resultater af 16. sammenlignende støjmåling.xls", som fremsendes pr. e-mail til deltagerne efter tilmelding.

Foruden resultaterne i regnearket indsendes niveauregistrering, dokumentation af toneanalyse samt dokumentation af impulsanalyse (frivilligt). Disse udformes på en måde, så de ville kunne indgå i en rapport over en "Miljømåling – ekstern støj", og kvaliteten af bilagene vil indgå i den samlede bedømmelse.

Besvarelserne (regneark og bilag) skal være Referencelaboratoriet i hænde senest torsdag den 2. november 2006. Elektronisk post sendes til reflab@delta.dk.

Spørgsmål om opgavernes løsning

Spørgsmål om tolkning af opgaverne skal stilles senest 14 dage før afleveringsfristen, enten som e-mail til reflab@delta.dk eller telefonisk til Jens E. Laursen eller Torben Holm Pedersen. Svar af generel interesse vil blive meddelt alle deltagere pr. e-mail.

1. Lydoptagelser

Følgende signaler er indspillet:

Tid [min.:sek.] (±0:05)	Indhold
0:00	Kalibreringssignal (støj) til hovedtelefoner, A-vægtet: 84 (87) dB, se Bilag 1
1:00	Kalibreringssignal: 1000 Hz, 93,9 dB, 30 sekunder
1:32	Totalstøj (støj fra supermarked og baggrundsstøj)
7:34	Baggrundsstøj
12:36	Kalibreringssignal: 1000 Hz, 93,9 dB, 30 sekunder

Støjeksemplerne er optaget i to kanaler (venstre og højre) med et Brüel & Kjær kunsthoved type 4100 (Hats) og vil ved aflytning over et par gode hovedtelefoner give et realistisk indtryk af det akustiske miljø på stedet for optagelsen. Især ved aflytning med det korrekte niveau, er det med denne teknik muligt at få et tydeligt indtryk af støjens karakteristika samt at skelne mellem virksomhedens forskellige støjkluder samt baggrundsstøjen.

Lytning på hovedtelefoner indebærer altid en risiko for, at man udsættes for høje lydtryk – vær forsigtig. En procedure for indstillingen af lydstyrken i hovedtelefonerne er beskrevet i Bilag 1. Hvis denne følges, vil lydene høres med samme niveau som på stedet for optagelsen og det maksimale lydtrykniveau (lin.) i hovedtelefonerne ikke overstige ca. 100 dB (peak) ved aflytningen, under forudsætning af at der ikke ændres på styrken efter kalibrering af hovedtelefonerne.

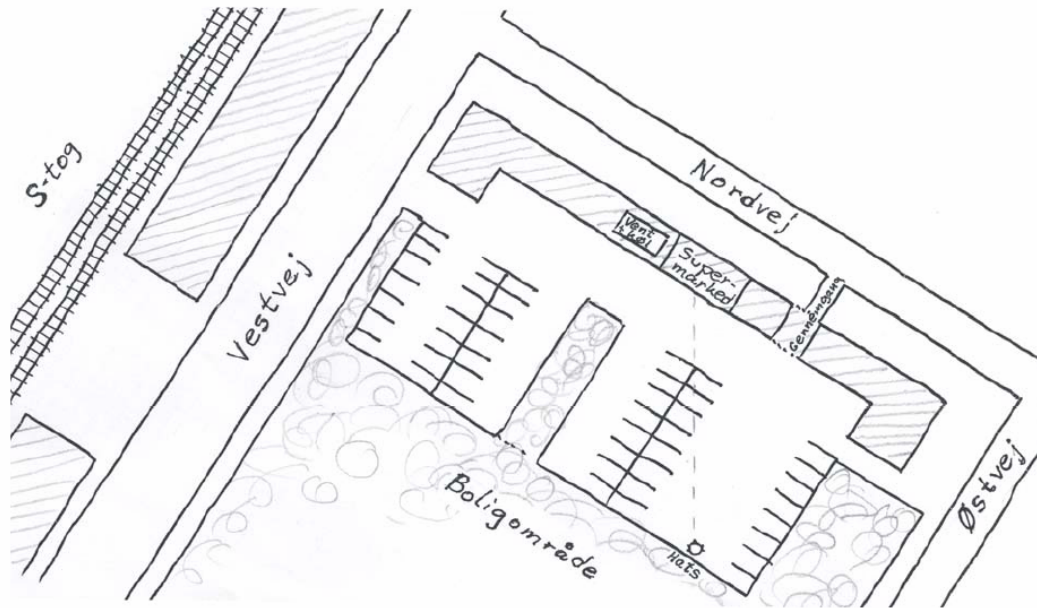
Optagelserne er foretaget uden frekvensvægtning (lineært). Forstærkningen under optagelserne er den samme, som er anvendt under kalibreringen ved 1000 Hz.

Analyserne skal foretages på spor 1 (venstre), og der skal ikke korrigeres for den specielle optageteknik.

2. Virksomheden og dens omgivelser

Støjen er optaget i skellet til et etageboligområde. Området grænser op til en stor parkeringsplads, som er supermarkedets, og som benyttes af kunderne (se Figur 1). Selve butikken ligger på den modsatte side af P-pladsen, ca. 50 m nord for målepunktet. Butikken ligger i stueplanet i en 4-etagers butiksarkade, hvorigennem der er passage til offentlig vej. Denne passage var dog lukket for biltrafik på måletidspunktet. Der findes desuden adgang til P-pladsen via en vestlig indkørsel fra en anden offentlig vej.

Vejen mod nord ligger ca. 65 m fra målepunktet og er støjmæssigt set helt afskærmet af butikskaden bortset fra den del af trafikstøjen, der trænger igennem arkadepassagen. Vejen mod vest ligger ca. 100 m fra målepunktet og er kun delvis afskærmet. I denne retning ligger også en jernbane, hvorfra der jævnligt høres tydelige togpassager. Jernbanen er delvist skærmet af bygninger. Fly passerer også over området.



Figur 1

Skitse af virksomhed omgivelser og måleposition (ikke i skala). Målepositionen (Hats) er anbragt i skellet til boligområdet.

2.1 Virksomhedsstøj

Støjen fra virksomheden består af støj fra ventilations- og køleanlæg, støj fra håndtering af paller og kørsel med trådbure og indkøbsvogne samt støj fra biler på P-pladsen. Parkeringspladsen ligger på virksomhedens område, og støjen herfra skal således regnes som virksomhedsstøj. Ind- og ud-kørslen ligger så langt fra målepunktet, at bidrag herfra er negligeable.

Det antages, at aktiviteterne på virksomheden i måletidsrummet var repræsentative for støjen fra virksomheden i hele åbningstiden kl. 9-19.

2.2 Baggrundsstøj

Optagelsen af baggrundsstøjen er foretaget, kort før butikken åbnede. Ved løsning af opgaven kan det antages, at støj fra vejtrafik og fugle er den samme ved optagelsen af totalstøjen som ved optagelsen af baggrundsstøjen.

3. Måleopgaver

3.1 Måling af støjbelastningen fra virksomheden

Opgaven består i at bestemme støjbelastningen fra virksomheden. Som mellemresultater skal angives L_{Aeq} af totalstøj, virksomhedsstøj og den relevante baggrundsstøj. Det skal konkluderes, om både toner og impulser kan give anledning til tillæg.

3.2 Toneanalyse

Den stationære støj fra virksomheden analyseres for hørbare toner, og analysen dokumenteres.

Slutresultatet er konklusionen om tonetillæg. Som mellemresultater angives ΔL_{ts} , kriterieværdien, toneniveau og støjniveauet i det relevante kritiske bånd.

3.3 Tildeling af impulstillæg

Hovedtelefonernes niveau kalibreres i henhold til Bilag 1, og efter gennemlytning af optagelsen vurderes, om der skal gives et 5 dB-tillæg for tydeligt hørbare impulser. Man kan evt. støtte sig til en objektiv impulsanalyse.

3.3.1 Frivillig opgave: Impulstillæg bestemt ud fra en objektiv analyse

Denne del af opgaveløsningen er frivillig, og vurderingen af resultaterne vil ikke indgå i den samlede vurdering af opgaveløsningen ved den sammenlignende støjmåling og vil ikke blive brugt ved kvalitetsvurdering af laboratorierne.

Tilbagemeldingen på besvarelsesne vil ske efter samme princip som for besvarelsesne af de øvrige opgaver, så deltagerne kan se, hvordan de har klaret sig.

Opgaven består i bestemmelse af impulstillægget efter metoden beskrevet i Orientering fra Referencelaboratoriet nr. 32. Metoden blev i maj 2002 accepteret som Nordtest metode, *NT ACOU 112: Impulsive noise - Objective method for the measurement of prominence of impulsive sounds and for adjustment of L_{Aeq}* .

Metoden er ikke gældende for sagsbehandling i Danmark, men kan benyttes til støtte for de subjektive vurderinger.

Den objektive måling består i bestemmelse af tydeligheden P og et muligt graderet tillæg K_1 til L_{Aeq} . Det kan antages, at optagelsen er repræsentativ for 30 minutters drift.

Ud over beskrivelsen af metoden i Orientering nr. 32 er der i Bilag 2 givet nogle praktiske tips til målingernes udførelse.

Giv meget gerne kommentarer til metoden i forhold til opgaven og til jeres vurdering af støjen.

4. Dokumentation

Bilagene for niveauregistrering, toneanalyse og evt. impulsanalyse skal udformes på en måde, så de ville kunne indgå i en rapport over en "Miljømåling – ekstern støj". Bilagene kan indsendes i Word-format, som pdf-fil eller på papir.

4.1 Niveauregistrering

Opmærksomheden henledes på, at det af Referencelaboratoriets rapport over 13. sammenlignende støjmåling fremgår, hvorledes kvaliteten af en niveauregistrering bedømmes. Følgende forhold tages i betragtning:

- Måletidsrum/klokkeslæt
- Driftstilstand/støjkilde ("Eksempel 2")
- Frekvensvægtning (A/Lin.)
- Tidsvægtning (F)
- Registreringen kalibreret i dB re 20 µPa
- Enheder på x-akse (min.:sek./klokkeslæt)
- Y-akse: A-vægtet lydtrykniveau i dB re 20 µPa
- Ingen overflødige/forvirrende informationer
- Orden og overskuelighed
- Relevant dynamikområde (primært 25, 50, 75 og 100 dB)

4.2 Toneanalyse

Toneanalysen bør dokumenteres som angivet i Orientering nr. 31 fra Referencelaboratoriet (og i rapporten over 13. sammenlignende støjmåling).

4.3 Impulsanalyse

Impulsanalysen udføres og dokumenteres som angivet i Orientering nr. 32 fra Referencelaboratoriet (og i rapporten over 14. sammenlignende støjmåling).

Bilag 1

Aflytning af støj med korrekt niveau over hovedtelefoner

Kunsthovedteknik

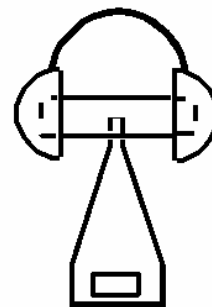
For at muliggøre en så naturtro gengivelse som muligt er støj en optaget med kunsthovedteknik. Kunsthovedteknikken kan normalt ikke bruges i forbindelse med støjmålinger, da den ikke kan tilfredsstille de krav, der stilles til måleudstyr i IEC 651. Det skal der ikke tages hensyn til ved målinger og analyser, idet det kan forudsættes, at optagelserne er udført som sædvanligt med en målemikrofon.

For at opnå en naturtro gengivelse skal optagelsen aflyttes over et par gode hovedtelefoner, som ikke bør være de små åbne letvægtstyper. Da hørelsen ikke er lineær, er det især vigtigt, at de subjektive vurderinger foretages ud fra aflytninger med tilnærmelsesvis samme lydtrykniveauer, som forekom på stedet under optagelserne. Husk også at vende hovedtelefonerne rigtigt (højre-venstre).

Procedure til indstilling af det rigtige lytteniveau

Referencelaboratoriet har undersøgt et antal hovedtelefoner, både lukkede og åbne, og fastlagt nedenstående procedure, der i de fleste tilfælde vil sikre, at lytteniveauet bliver korrekt inden for ± 6 dB.

- 1) Lav en "akustisk kobler" ved at skære et paprør (ca. 40 mm Ø) fra en køkkenrulle af til 16 cm længde. Lav et hul midt i siden til en $\frac{1}{2}$ " mikrofon (ca. 13 mm Ø).
- 2) Læg hovedtelefonerne på et bord og anbring "kobleren" mellem de to telefoner. "Kobleren" centrerer i hver af telefonerne.
- 3) Stik mikrofonen fra en lydtrykmåler ind gennem hullet i siden, så mikrofonen befinder sig midt i røret.
- 4) Evt. balancekontrol skal stå i midterstilling.
- 5) Indstil volumenkontrollen til hovedtelefonerne, så støjsignalet før kalibreringstonen i starten af båndet giver et L_{Aeq} på 87 dB¹⁾.



Når båndet derefter aflyttes på hovedtelefonerne, uden at der ændres på volumenkontrollen, vil lytteniveauet med tilnærmelse svare til de virkelige lydtrykniveauer.

Advarsel!

Pas på med at skrue mere op for lyden end angivet i ovenstående procedure, hvor kalibreringssignalerne vil udsætte ørerne for et lydtrykniveau på ca. 94 dB.

¹⁾ L_{Aeq} af kalibreringsstøjsignalet på båndet er 83,9 dB. For at lyde naturligt over hovedtelefoner skal det være lidt kraftigere. Derfor justeres til 87 dB.

Bilag 2

Praktiske tips ved objektiv måling af impulser

Beskrivelsen nedenfor tager udgangspunkt i Orientering fra Referencelaboratoriet nr. 32.

Afgrænsning af ansatsen

Impulserne med de stejleste ”forflanker” og de største niveaudifferenser udvælges til nærmere analyse.

Ved manuelle eller halvautomatiske metoder er det første problem at få afgrænset ansatsen, dvs. den del af ”forflankerne”, som har en hældning større end 10 dB/s.

Et muligt hjælpemiddel er at lægge en skrånkivering med hældningen 10 dB/s (f.eks. på en OH-film) over skærm eller papir med den A-vægtede tidshistorie med tidsvægtning F.

Ansatsen starter der, hvor ”forflankens” hældning bliver større end skraveringen, og slutter der, hvor forflankens hældning bliver mindre end skraveringen.

Måling af niveaudifferens og stejlhed

Niveaudifferensen er simpelthen niveauforskellen mellem ansatsens start og slutpunkt. Stejlheden er hældningen i dB/s af den rette linie, der bedst tilnærmer ansatsen.

I programmer (som f.eks. det gamle NOISELAB), der måler efterklangstid ved lineær regression, kan man måle ”efterklangstiden” af ansatsen, det bliver et negativt tal. (NOISELAB giver i øvrigt også niveaudifferensen ved denne måling). Formlen for omregning af ”efterklangstid” til stejlhed er angivet i en note sidst i Afsnit 3.1 i Orientering nr. 32 fra Referencelaboratoriet.

Beregning af P og K_1

Ud fra målingerne af niveaudifferens findes tydeligheden P ud fra formlen i orienteringens Afsnit 4.

For impulsen med den højeste P-værdi beregnes tillægget K_1 efter formlen i Afsnit 5. Tillægget K_1 er tænkt som et gradueret tillæg pr. halve time.

Til støtte for den subjektive vurdering for tildeling af det nugældende 5 dB-tillæg anbefales at overveje et tillæg, når $K_1 > 3$ dB, jf. Afsnit 5 note 3 og 4.

Appendix 3

Afvielser og karaktergivning

Afvielser fra sande værdier og karaktergivning

Sammenhængen mellem karakterer og afvielser af de sande værdier afhænger ifølge angivelserne i RL 20/96, Appendix 8 [2] af eksemplernes sværhedsgrad. I denne sammenlignende måling fremgår sammenhængen af Tabel 1.

Karakter	L _{Aeq}	L _{p, tone}	L _{p, støj}	ΔL _{ts}	Niveaudiff.	Stejlhed %	P	K _I
5	0,0-0,2	0,0-0,4	0,0-0,4	0,0-0,4	0,0-0,4	0-23	0,0-0,2	0,0-0,5
4	0,3-0,4	0,5-0,7	0,5-0,7	0,5-0,7	0,5-0,7	23-32	0,3-0,4	0,6-0,8
3	0,5-0,7	0,8-1,2	0,8-1,2	0,8-1,2	0,8-1,2	32-45	0,5-0,7	0,9-1,4
2	0,8-1,1	1,3-2,0	1,3-2,0	1,3-2,0	1,3-2,0	45-62	0,8-1,1	1,5-2,4
1	> 1,1	> 2,0	> 2,0	> 2,0	> 2,0	>62	> 1,1	>2,5

Tabel 1

Sammenhængen mellem enkeltkarakterer og afvielser fra de sande værdier i den 16. sammenlignende støjmåling [dB].

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

Samlet 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 16. sammenlignende støjmåling

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

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

ACOUSAFA – ARBEJDSMILJØEksperten Håndværkervej 8 Høgevej 21 6710 Esbjerg V	Henrik Gliese
Acoustica – Grontmij Carl Bro Granskoven 8 2600 Glostrup	Jørgen Heiden Peter Henningsen Niels Jørgen Hvid Allan Jensen Henning Jensen Søren Damgaard Kristensen Mogens I. Larsen Jens K. Nørgaard Claus Møller Petersen Hans Henrik Skaaning
Akukon Oy Kornetintie 4 A FI-00380 Helsinki Finland	Tapio Lahti
AkustikNet A/S Frederikssundsvej 179 B 2700 Brønshøj	Knud Skovgaard Nielsen Palle Voss Christoffer Andreas Weitze
AM-Gruppen A/S Høgevej 21 6505 Esbjerg Ø	Kim Baarsøe
Atkins Danmark A/S Rådgivende Ingeniører Arne Jacobsens Allé 17 2300 København S	Per Andersen Claus Larsen

Birch & Krogboe A/S Vestre Stationsvej 21 Postboks 390 5000 Odense C	Jens Duch
COWI Rådgivende Ingeniører AS Parallelvej 15 2800 Kgs. Lyngby	Jørgen Vasehus Madsen
COWI Rådgivende Ingeniører AS Odensevej 95 5260 Odense S	Lars Find Larsen
cp test a/s Grønlandsvej 96 7100 Vejle	Morten B. Christensen
DanAkustik Rådgivende Ingeniører Storetorv 9, 2. sal 6200 Aabenraa	Gustav Bruun Per A. Laursen Gerhard Schlicker
DELTA Venlighedsvej 4 2970 Hørsholm	Claus Backalarz Jens E. Laursen Torben Holm Pedersen
DELTA Erhvervsvej 2 A 8653 Them	Henrik S. Olesen Lars Sommer Bo Søndergaard
dk-akustik aps Skodsborgvej 305 D 2850 Nærum	Dimitar Ianev Peter Just
Elsam Engineering A/S Kraftværksvej 53 7000 Fredericia	Kurt Ø. Christensen John Michael Jørgensen Henrik Sperling Paul B. Sørensen
Esbjerg Kommune Miljø Torvegade 74 6700 Esbjerg	Annemarie Rou Marxen

Eurofins Danmark A/S Strandesplanaden 110 2665 Vallensbæk Strand	Peter Dyre Søller Jens Vang
Eurofins Danmark A/S Smedeskovvej 38 8464 Galten	Carsten Villsen
Ingemansson Technology AB Rathsacksvej 1, 2.th. 1862 Frederiksberg C	Torben Astrup
Miljøcenter Fyn / Trekantområdet I/S Niels Bohrs Allé 181 5220 Odense SØ	Vagn Brogaard
Miljøcenter Fyn / Trekantområdet I/S Niels Bohrs Allé 181 5220 Odense SØ	Jørgen Dam Christensen
Miljøcenter Østjylland I/S Pr. 1. januar 2007: Norddjurs Kommune Torvet 3 8500 Grenaa	Peter Thastum
NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S Åboulevarden 80 8000 Århus C	Jan Christensen
NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S Åboulevarden 80 8000 Århus C	Jesper Konnerup
NNE A/S Vandtårnsvej 108-111 2860 Søborg	Stig Martin Hansen
Orbicon A/S Jens Juuls Vej 18 8260 Viby J.	Hans Drejer

RAMBØLL Danmark Englandsgade 25 5100 Odense C	Ole Funk Knudsen Karl Grove Sørensen
Riis Akustik ApS Nørreled 22 4300 Holbæk	Claus Riis
Tornhøj Måleteknik Axel Juels Allé 90 2750 Ballerup	Jørgen Tornhøj Christensen
Vattenfall A/S Nordic Generation Thermal Power Oldenborggade 25-31 6700 Fredericia	Torben Foged Anders Keld Rasmussen
VM acoustics aps Skovgårdsgade 8 8000 Århus C	Ole Jacob Veiergang
WH – Rådgivende Ingeniører ApS Kristiansvej 13 8660 Skanderborg	Hans Anker Pedersen
Ødegaard & Danneskiold-Samsøe A/S Titangade 15 2200 København N	Per Trøjgård Andersen Louise Rebien Villefrance

Appendix 5

Indsendte resultater

"Deltager nr." henviser til de enkelte besvarelser. "1" er Reflab's foreløbige sande værdier.
De grå celler er frivillige opgaver

sort: Kun stationære perioder
rød: Hele perioden

Deltager nr.	L _{Aeq}			Toneanalyse							Impulsanalyse						
	Totalstøj dB	Baggr. st. dB	Virksomh. dB	Tonefrekvens Hz	L _{p,1one} dB	L _{p,1one} middel dB	L _{p,krit.bånd} dB	ΔL _{is} dB	Kriterieværdi dB	Tillæg 0,5 dB	Sampl. hast. L _{p,1e} ms	Tid fra start ¹ lin: min: sek	Niveaudiff. dB	Støjhed dB/s	Tydelighed P	Impulstiltæg K _i dB	Tillæg 0,5 dB
Sand værdi	56,3	49,7	55,2	199	55,7	32,3	46,1	9,7	5	5			20	400	10	10	5
1	56,3	49,7	55,2	199	55,7	32,3	46,0	9,7	5	5	25,0	00:06:25	20	400	10	10	5
2	56,6	49,9	55,6	204	55,6	35,9	49,4	6,2	5	5	10,0	00:07:21	20	572	11	11	5
3	56,2	50,1	55,0	199	72,8	49,4	63,0	9,8	5	5	0,0	00:06:21	-	-	-	-	5
4	56,3	49,7	55,2	199	55,6	32,4	46,0	9,5	5	5	0,0	00:00:00	-	-	-	-	0
5	56,3	50	55,1	200	55,8	32,0	46,3	9,5	5	5	0,0	00:00:00	-	-	-	-	0
6	56,3	50	55	199	55,7	35,4	49,0	6,6	5	5	0,0	00:03:13	-	-	-	-	5
7	56,3	50,2	55	200	55,4	25,5	49,1	6,3	5	5	12,5	00:06:25	20	611	11	11	5
8	56,3	50,1	55	200	57,5	28,5	48,1	9,4	5	5	0,0	00:00:00	-	-	-	-	0
9	56,3	49,6	55	199	55,7	32,5	46,2	9,5	5	5	0,0	00:03:13	18	750	11	11	5
10	56,4	50,2	55	200	55,8	31,0	45,5	10,3	5	5	20,0	00:03:12	19	302	10	9	5
11	56,3	49,6	55	202	54,5	32,9	46,5	8,0	5	5	0,0	00:00:00					0
12	56,3	49,6	55	200	55,8	33,4	47,4	8,4	5	5	0,0	00:00:00					5
13	56,3	49,9	55	200	55,3	30,8	46,0	9,3	5	5	0,0	00:00:00					0
14	56,3	49,7	55	200	56,2	30,9	46,1	10,1	5	5	10,0	00:06:24	20	566	11	11	5
15	56,2	49,5	55	200	56,1	32,8	46,3	9,9	5	5	0,0	00:00:00					5
16	56,2	50	55	199	55,7	32,3	45,9	9,7	5	5	0,0	00:00:00					5
17	56,3	50,2	55	200	55,8	36,8	46,0	9,8	5	5	0,0	00:00:00					5
18	55,6	50,2	54	199	53,9	30,6	44,3	9,6	5	5	0,0	00:00:00					5
19	56,3	49,9	55	200	55,7	28,2	45,8	9,9	4	5	0,0	00:06:25	16	1200	9	8	5
20	56,4	50,3	55	200	55,8	33,5	47,1	8,7	5	5	0,0	00:00:00					0
21	55,8	49,7	55	200	55,6	34,2	46,4	9,2	5	5	0,0	00:00:00					5
22	56,3	49,7	55	200	55,8	31,7	46,0	9,8	5	5	40,0	00:06:38	20	328	10	10	5
23	56,2	49,7	55	199	55,7	32,0	45,6	10,0	5	5	0,0	00:00:00					5
24	56,2	50,8	55	200	55,1	30,0	48,2	6,8	5	5	125,0	00:06:25	18	147	9	7	5
25	56,3	49,8	55	200	55,6	34,2	46,4	9,1	5	5	0,0	00:00:00					5
26	56,3	49,9	55	200	55,7	27,6	45,8	9,9	5	5	40,0	00:06:30	14	328	10	9	5
27	56,4	50	55	200	55,4	23,0	43,6	11,8	7	5	0,0	00:00:00					5
28	56,4	50	55	199	53,9	30,6	44,3	9,6	5	5	250,0	00:03:19	18	750	11	11	5
29	56,4	50	55	200	55,5	31,3	45,8	9,7	5	5	0,0	00:00:00					5
30	56,3	49,8	55	200	55,8	31,9	46,2	9,6	5	5	10,0	00:06:26	20	396	10	10	5
31	54	49,9	52	200	44,7	21,9	36,7	8,0	4	5	0,0	00:00:00					5
32	56,5	49,7	56	200	55,7	32,3	46,6	9,1	4	5	0,0	00:00:00					5
33	56,3	52,9	54	200	46,6	24,0	39,4	7,2	9	5	0,0	00:00:00					0

Afvigelser fra sande værdier

"Deltager nr." henviser til de enkelte besvarelser. "1" er Reflab's foreløbige sande værdier.
De grå celler er frivillige opgaver

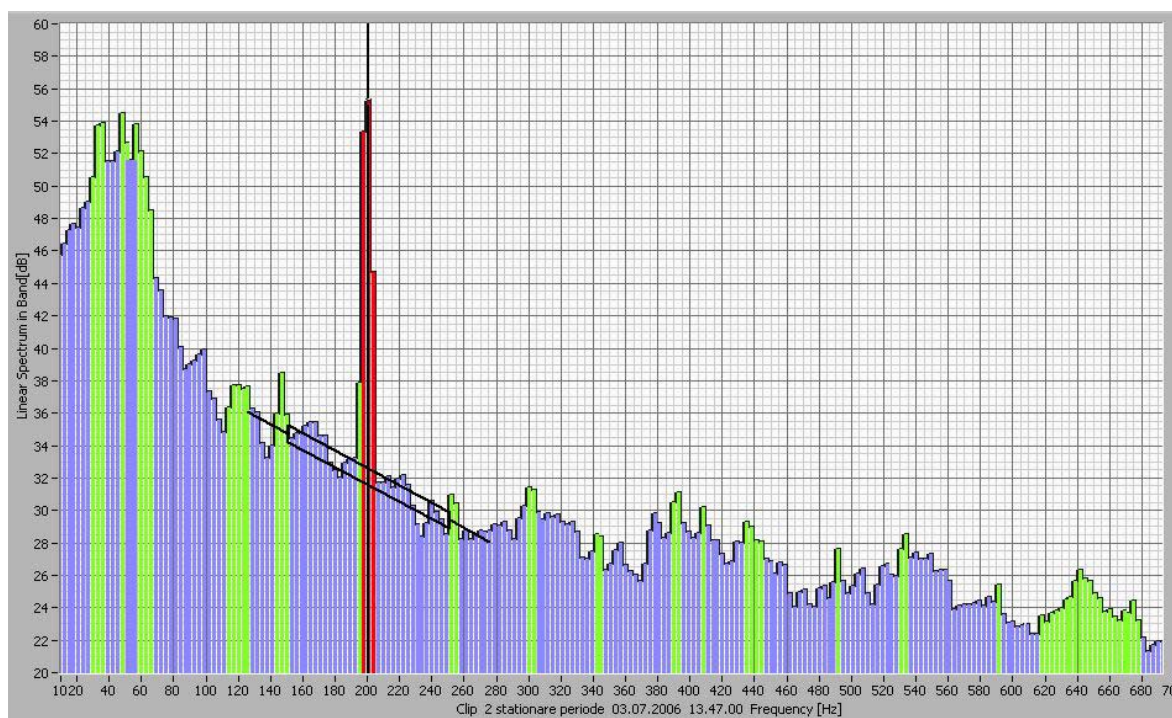
Afgivelse på L _{Aeq}				Afgigelser på toneanalyse							Afgigelser på impulsanalyse				
Deltager nr.	Totalstøj dB	Baggr. st. dB	Virksomh. dB	Tonefrekvens Hz	L _{p, tone} dB	L _{p, krit. bånd} dB	ΔL _{ts} dB	Kriterieværdi dB	Tillæg 0/5 dB	Niveaudiff. dB	Støjhed dB/s	Tydelighed P	Impulstillæg K _i dB	Tillæg 0/5 dB	
1	0,0	0,0	0,0	0	0,0	-0,1	0,0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0,3	0,2	0,4	5	-0,2	0,1	-0,2	0	0	0	172	1	1	0	
3	-0,1	0,4	-0,2	0	17,1	16,9	0,2	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
4	0,0	0,0	0,0	0	-0,1	-0,1	-0,2	0	0	-20	-400	-10	-10	-5	
5	0,0	0,3	-0,1	1	0,1	0,2	-0,2	0	0	-20	-400	-10	-10	-5	
6	0,0	0,3	-0,1	0	-0,1	-0,3	0,2	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
7	0,0	0,5	-0,1	1	-0,4	-0,2	-0,1	0	0	0	211	1	1	0	
8	0,0	0,4	-0,1	1	1,8	2,0	-0,3	0	0	-20	-400	-10	-10	-5	
9	0,0	-0,1	0,1	0	0,0	0,1	-0,2	0	0	-2	350	1	1	0	
10	0,1	0,5	0,0	1	0,1	-0,6	0,7	0	0	0	-98	0	-1	0	
11	0,0	-0,1	0,0	3	-1,2	0,4	-1,7	0	0	-20	-400	-10	-10	-5	
12	0,0	-0,1	0,1	1	0,1	1,3	-1,3	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
13	0,0	0,2	0,0	1	-0,4	-0,1	-0,4	0	0	-20	-400	-10	-10	-5	
14	0,0	0,0	0,0	1	0,5	0,0	0,4	0	0	0	166	1	1	0	
15	-0,1	-0,2	0,0	1	0,4	0,2	0,3	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
16	-0,1	0,3	-0,2	0	0,0	-0,2	0,0	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
17	0,0	0,5	-0,1	1	0,1	-0,1	0,2	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
18	-0,7	0,5	-1,1	0	-1,8	-1,8	-0,1	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
19	0,0	0,2	-0,1	1	0,0	-0,3	0,3	0	0	-4	800	-1	-2	0	
20	0,1	0,6	0,0	1	0,1	1,0	-1,0	0	0	-20	-400	-10	-10	-5	
21	-0,5	0,0	-0,6	1	-0,1	0,3	-0,5	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
22	0,0	0,0	0,0	1	0,1	-0,1	0,2	0	0	0	-72	0	0	0	
23	-0,1	0,0	-0,1	0	0,0	-0,5	0,4	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
24	-0,1	1,1	-0,5	1	-0,6	2,1	-2,9	0	0	-1	-253	-1	-2	0	
25	0,0	0,1	-0,1	1	-0,1	0,3	-0,6	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
26	0,0	0,2	0,0	1	0,0	-0,3	0,3	0	0	-5	-72	0	0	0	
27	0,1	0,3	0,1	1	-0,3	-2,5	2,2	3	0	-20	-400	-10	-10	0	
28	0,1	0,3	0,0	0	-1,8	-1,8	-0,1	0	0	-2	350	1	1	0	
29	0,1	0,3	0,0	1	-0,2	-0,3	0,0	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
30	0,0	0,1	0,0	1	0,1	0,1	-0,1	0	0	0	-4	0	0	0	
31	-2,3	0,2	-3,4	1	-11,0	-9,4	-1,6	0	0	-20	-400	-10	-10	0	
32	0,2	0,0	0,3	1	0,0	0,5	-0,5	0	0	-4	-248	-1	-3	0	
33	0,0	3,2	-1,6	1	-9,1	-6,7	-2,4	5	0	-20	-400	-10	-10	-5	

Karakterer

"Deltager nr." henviser til de enkelte besvarelser. "0" er Reflab's foreløbige sande værdier.
 De grå celler indeholder karakterer for den frivillige opgave.

Deltager nr.	L _{Aeq}			Toneanalyse					Impulsanalyse					Sammenvægtede karakterer				
	Totalstøj dB	Baggr. st. dB	Virksomh. dB	L _{p, tone} dB	L _{p, krit. band} dB	ΔL _{is} dB	Kriterieværdi dB	Tillæg 0,5 dB	Niveaudiff. dB	Støjhed dB/s	Tydelighed P	Impulstillaeg K _i dB	Tillæg 0,5 dB	Obl. Analyser	Obl. Doku.	Friv. Impuls	Samlet	
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,0	5	5	5	
2	4	5	4	5	5	5	5	5	5	3	3	3	5	4	4	2	4	
3	5	4	5	1	1	5	5	5	1	1	1	1	5	2	4		3	
4	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	3	5		3	
5	5	4	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	3	5		3	
6	5	4	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5		5	
7	5	3	5	5	5	5	5	5	5	2	3	3	5	4	5	3	4	
8	5	4	5	2	2	5	5	5	1	1	1	1	1	2	4		3	
9	5	5	5	5	5	5	5	5	2	1	3	3	5	5	5	2	5	
10	5	3	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	
11	5	5	5	3	5	2	5	5	1	1	1	1	1	2	5		3	
12	5	5	5	5	2	3	5	5	1	1	1	1	5	3	4		4	
13	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	1	3	5		3	
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	4	5	5	3	2	3	
15	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	5	5	4		4	
16	5	4	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5		5	
17	5	3	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	5	4	5		4	
18	3	3	2	2	2	5	5	5	1	1	1	1	5	2	4		3	
19	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	2	2	5	5	4	2	4	
20	5	3	5	5	3	3	5	5	1	1	1	1	1	2	5		3	
21	3	5	3	5	5	5	5	5	1	1	1	1	5	4	5		4	
22	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	
23	5	5	5	5	4	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5		5	
24	5	2	3	4	1	1	5	5	2	2	1	2	5	2	4	2	3	
25	5	5	5	5	5	4	5	5	1	1	1	1	5	5	5		5	
26	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	4	3	4	
27	5	4	5	5	1	1	1	5	1	1	1	1	5	2	4		3	
28	5	4	5	2	2	5	5	5	2	1	3	3	5	3	4	2	3	
29	5	4	5	5	5	5	5	5	1	1	1	1	5	5	5		5	
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	
31	1	5	1	1	1	2	5	5	1	1	1	1	5	2	2		2	
32	5	5	4	5	5	4	5	5	1	2	1	1	5	5	4	1	4	
33	5	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1	4		2	

Appendix 6 Toneanalyse



Måleobjekt: FAKTA-butik, Nordvej 10.

Måleperiode: Stationære perioder, A-tid: 1:33-2:15 og 4:17-4:52

Analyseparametre: (automatisk beregning)

Antal spektre: 222 Måletidsrum: 76,8 sek

Tidsvægtning: Hanning Midling: Lin

Effektiv analysebåndbredde: 4,39 Hz

Tonesøgekriterium: 1,00 dB

Vurderingsområde for støj: $\pm 0,75 \times$ kritisk bånd

Beregning af hørbarhed:

Højeste værdi af ΔL_{ts} ligger i det kritiske bånd: 150,0 Hz - 250,0 Hz
med båndbredden 100,0 Hz og centerfrekvensen 200,0 Hz

Tone: Frekvens: 199,2 Hz Niveau: 55,7 dB

Samlet toneniveau, L_{ptone} : 55,7 dB

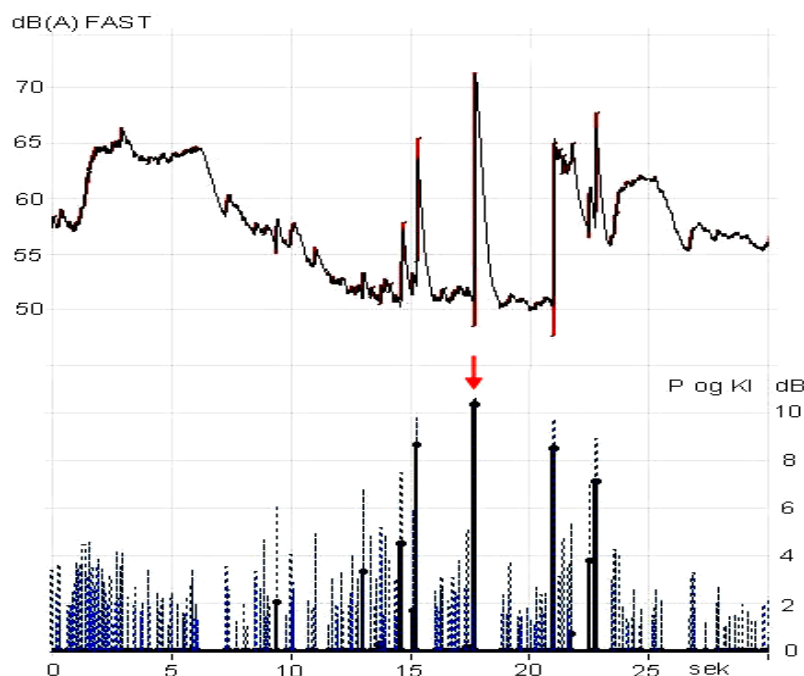
Støj: $L_{p, støj, middel}$: 32,0 dB $L_{p, krit. bånd}$: 46,0 dB

ΔL_{ts} : 55,7 dB - 46,0 dB = 9,7 dB

Kriterium: 4,5 dB

Konklusion: +5 dB-tillæg

Appendix 7 Impulsanalyse



Øverst: Niveauregistreringen af det A-vægtede lydtrykniveau med tidsvægtning F. Impulsernes ansatser er markeret med fed streg.

Nederst: Impulsernes tydelighed P (stiplet blå linie) og tillægget K_I til L_{Aeq} (sorte punkter). Den afgørende impuls er markeret med en rød pil.

Måleobjekt:	FAKTA-butik, Nordvej 10
Analysemetode:	Orientering nr. 32 fra Miljøstyrelsens Referencelaboratorium for Støjmålinger
Måletidsrum:	1:33-7:31 Impuls, A-tid: 6:25 (fra start af lydoptagelse)
Analyseudstyr:	noiseLAB 2.1, DELTA
Impulskarakter:	Dørsmæk på P-plads
Analyseparametre:	(automatisk beregning)
Frekvens- og tidsvægtning:	A, F
Samplingstid for L_{pAF} :	25 ms
Beregning af impulsens tydelighed	
Niveaudifferens:	19,7 dB
Stejlhed:	400 dB/sek
Tydelighed, P:	10,4
Tillæg, K_I :	9,7 dB
Ubestemthed, K_I :	0,6 dB (for denne analyse ¹⁾)
Kriterium for K_I :	3 dB
Konklusion:	+5 dB-tillæg

¹⁾ Ubestemtheden afhænger af analyseudstyr, samplingtid og impulsens stejlhed.