

**KVA Vind
Borrisvej 10, Astrup
6900 Skjern**

Miljømåling – Ekstern støj

September 2017

***Rapporten må ikke gengives, undtagen i sin helhed, uden
ARBEJDSMILJØEkspertens skriftlige tilladelse.***

**KVA Vind
Borrisvej 10, Astrup
6900 Skjern**

Miljømåling – Ekstern støj
Rapport nr.: 13526.0001 – 01
September 2017

Resumé:

ARBEJDSMILJØEksperten har efter rekvisition fra KVA Vind d. 5. september 2017, i tidsrummet 12.24 – 18.13, foretaget støjmålinger på KVA Vind 10 – 10 kW hustandsvindmølle med en navhøjde på 20,25 m. Målingerne er foretaget på prototype mølle opstillet Madumvej 5, 6990 Ulfborg.

Model: KVA Vind 10 (10 kW)

Serienummer: 201705051A

Byggeår: 2017

Navhøjde: 20,25 m

Rotordiameter: 9,3 m.

Den overestimerede lydeffektniveau L_{WA} i dB v. vindhastighed på 6 m/s:

$L_{WA, ref} = 84,8 \text{ dB(A)}$

Den overestimerede lydeffektniveau L_{WA} i dB v. vindhastighed på 8 m/s:

$L_{WA, ref} = 87,0 \text{ dB(A)}$

Afstande for overholdes af grænseværdier i det åbne land:

Grænseværdi ved vindhastighed	Afstand i meter
44 dB(A) v. 8 m/s	42
42 dB(A) v. 6 m/s	40

Afstande for overholdes af grænseværdier i støjfølsom område:

Grænseværdi ved vindhastighed	Afstand i meter
39 dB(A) v. 8 m/s	78
37 dB(A) v. 6 m/s	76

Sagsnr.: 13526.0001-2017

J.nr.: 13526.0001-2017 - 01

Udg.: 001

Dato: 18.09.2017

Klient: KVA Vind A/S

Udført af: Miljøtek. Bo S. Plet, ARBEJDSMILJØEksperten A/S

Fag-KS: Direktør. Henrik Gliese, ARBEJDSMILJØEksperten A/S
Certificeret af Delta Akustik og Vibration.

Godkendt: Bo Plet

Rekvirent: Kurt Østergaard

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	4
2. Måleobjekt	4
3. Målemetode/forhold	4
4. Måleapparatur.	5
5. Støjens karakter	6
6. Resultater/Konklusion.....	6

Bilag

- Bilag 1 – Prototype certifikat vedr. KVA Vind 10 – 10 kW.
- Bilag 2 – Oversigtskort og billeder fra måledagen.
- Bilag 3 – Benyttet udstyr
- Bilag 4 - Toneanalyse

1. Indledning

ARBEJDSMILJØEksperten har efter rekvisition fra KVA Diesel d. 5. september 2017 i tidsrummet 12.24 – 18.13 foretaget støjmålinger på KVA Vind 10 – 10 kW husstandsvindmølle. Målingerne er foretaget på prototype mølle opstillet Madumvej 5, 6990 Ulfborg. Placering samt billeder fra måledag fremgår af bilag 2.

Målingerne skal benyttes i forbindelse med typegodkendelse/revurdering af typegodkendelse, planlægning af opsætning af møller og kan således benyttes af både KVA Vind, kunder samt til Kommunernes sagsbehandling.

2. Måleobjekt

Model: KVA Vind 10 (10 kW)

Serienummer: 201705051A

Byggeår: 2017

Navhøjde: 20,25 m.

Vingediameter: 9,3 meter.

Yderligere oplysninger fra leverandøren KVA Vind vedr. møllen er vedlagt som bilag 1.

3. Målemetode/forhold

Målingerne er foretaget efter Miljøstyrelsens bekendtgørelse nr. 1736, af 21/12/2015 "Bekendtgørelse om støj fra vindmøller", bilag 1, som er i generel overensstemmelse med standarden IEC 61400-11.

Målingerne er foretaget med møllen i fuld repræsentativ drift. Målingerne er foretaget på blødt terræn (græsmark), uden betydende reflekterende emner i nærheden. Målingerne er foretaget 28 meter bag møllen med mikrofon placeret på lydhårdt underlag (træplade), mens vindhastighedsmålinger er foretaget på mark vest for vindmøllen i 10 meters højde. Se endvidere vedlagte kort, bilag 2.

Vindmålinger tæt på vindmøllen var ikke muligt pga. høje træer og bygninger tæt på møllen, som påvirker vindmålingerne meget. Vindmålinger herfor foretaget ud for møllen, ved åben land vest for møllen, se kort bilag 2.2.

Yderligere metrologiske data fremgår af kort, bilag 2.2.

Vindmåler placeret ved/på Stubbemark/uklippet græsmark på siden af vindmølle, med en ruhed $Z_0 = 0,05$.

Der er korrigeret for vindhastighed efter formel 1.1.2, i bilag 1 i bekendtgørelsen, således at de korrigerede intervaller bliver:

5,5 m/s – 6,0 – 6,5 m/s

7,5 m/s – 8,0 – 8,5 m/s

Der er således udvalgt min. 30 stk. 10 sekunders målinger i hvert interval hvilket er sammensat på følgende måde:

5,5 m/s – 6,0 – 6,5 m/s:

Baggrundsstøj 34 målinger – 14 stk. målinger mellem 5,5 og 6,0 m/s og 20 stk. i intervallet 6,0 - 6,5 m/s med en middel på 6,0 m/s.

Vindmøllestøj 36 målinger – 13 stk. målinger mellem 5,5 og 6,0 m/s og 23 stk. i intervallet 6,0 - 6,5 m/s med en middel på 6,1 m/s.

7,5 m/s – 8,0 – 8,5 m/s:

Baggrundsstøj 31 målinger – 16 stk. målinger mellem 7,5 og 8,0 m/s og 15 stk. i intervallet 8,0 - 8,5 m/s med en middel på 8,0 m/s.

Vindmøllestøj 35 målinger – 19 stk. målinger mellem 7,5 og 8,0 m/s og 16 stk. i intervallet 8,0 - 8,5 m/s med en middel på 7,9 m/s.

Niveauforskellen for det totale niveau $L_{A,eq}$ i målepositionen mellem vindmøllestøjen og baggrundsstøjen er for både 6 og 8 m/s større end 6 dB.

I oktavbåndene over 2 KHz er totalstøjen mindre end 3 dB over baggrundsstøjen. Dette skyldes kombinationen af højt baggrundsstøjniveau samt møllens begrænsede støjemission i denne del af frekvensområdet. I disse 1/3-oktavbånd er baggrundsstøjkorrektionen begrænset til 3 dB, hvorved vindmøllestøjen forventes overestimeret ved disse frekvenser, jf. bekendtgørelse nr. 1736 af 21. december 2015, bilag 1, afsnit, korrektion for baggrundsstøj. I afsnit 6 er disse resultater markeret med kursiv og rød.

På måledagen var baggrundsstøjen i området præget af biler på nærved liggende veje, blæst i vegetation, traktorer på omkring liggende marker, fugle og hunde.

4. Måleapparatur.

Det anvendte måleapparatur fremgår af bilag 3.

5. Støjens karakter

Støjen fra møllen er fluktuerende og der er i observationstidsrummene ikke registreret indhold af tillægsgivende tydelig hørbar impuls. Møllen bidragede i observationstidsrummet ikke med betydende støj når denne var stoppet.

Ud fra båndoptagelse af støjen i målepositionen, er der udvalgt 1 minuts optagelse (A-vægtet) mellem 6 og 8 m/s. Der er ved nærværende målinger benyttet en optagelse fra tidsrummet kl. 14.48.49 – 14.49.50, med en middel vindhastighed på 7,3 m/s, som efterfølgende er objektiv analyseret for indhold af tydelige hørbare toner, vedlagt som bilag 4.

Målinger og toneanalyse er udført jf. bek. nr. 1736 af 21. december 2015, bilag 1, afsnit 1.3, samt Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1984.

Analyserne viser at støjen ikke indeholder tydelige hørbare toner i målepunktet, hvorfor der jf. bek. nr. 1284 af 15. december 2011, bilag 1, afsnit 1.3, ikke vil være toner i støjen ved beboelse.

6. Resultater/Konklusion

Den overestimerede lydeffektniveau $L_{WA,ref}$ i dB v. vindhastighed på 6 m/s

Hz	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
$L_{WA,ref}$ i dB	20,9	29,9	35,9	42,2	45,0	48,0	50,8	54,3	58,4	65,6

100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
67,2	65,2	67,3	69,8	71,8	73,3	73,1	77,7	74,9	75,2	73,3

1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	I alt
72,0	70,0	69,3	69,3	69,3	69,1	68,0	66,0	62,9	57,9	84,8

Den overestimerede lydeffektniveau $L_{WA,ref}$ i dB v. vindhastighed på 8 m/s

Hz	10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80
$L_{WA,ref}$ i dB	21,9	32,5	37,5	44,1	47,6	50,6	53,1	56,2	60,2	63,9

100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000
68,5	68,0	68,6	71,6	73,7	75,2	75,0	79,9	77,4	78,0	76,0

1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	I alt
74,7	72,9	71,1	70,9	70,8	70,6	69,7	67,8	64,8	59,8	87,0

Yderligere delresultater så som vindmålinger, lydmålinger, mellemregninger mv. foreligger hos ARBEJDSMILJØEksperten A/S.

Lydtryksniveau L_{pA} (50 – 10000Hz) i forskellige afstande fra vindmøllen (KVA Vind 10 – 10 kW, navhøjde 20,25 m samt rotordiameter på 9,3 m.) ved både 6 og 8 m/s, jf. bek. nr. 1736 af 21. december 2015, bilag 1, afsnit 1.2 ved ligning 1.2.1.:

Afstand m.	Lydtryksniveau L_{pA} ved 6 m/s	Lydtryksniveau L_{pA} ved 8 m/s
10	48,1	50,3
20	46,0	48,2
30	43,9	46,1
40	42,0	44,2
50	40,3	42,6
60	38,9	41,1
70	37,6	39,9
80	36,5	38,7
90	35,5	37,7
100	34,6	36,8
120	33,0	35,2
140	31,6	33,8
160	30,4	32,6
180	29,3	31,6
200	28,3	30,6

Ubestemtheden på det beregnede lydtryksniveau L_{pA} ved brug af denne fremgangsmåde er ± 2 dB.

Niveauet af lavfrekvent støj $L_{pALF,tot}$ (10 – 160Hz) i forskellige afstande fra landplaceret vindmøllen (KVA Vind 10 – 10 kW), navhøjde 20,25 m samt rotordiameter på 9,3 m.) ved både 6 og 8 m/s, jf. bek. nr. 1736 af 21. december 2015, bilag 1, afsnit 1.4 ved ligning 1.4.1 og 1.4.2:

Afstand m.	Lydtryksniveau $L_{pALF,tot}$ ved 6 m/s	Lydtryksniveau $L_{pALF,tot}$ ved 8 m/s
5	18,6	20,2
10	17,9	19,5
15	17,0	18,6
20	15,9	17,5
25	14,9	16,4
30	13,8	15,4
35	12,9	14,5
40	12,0	13,6
45	11,1	12,7
50	10,4	12,0

Ubestemtheden på det beregnede lydtryksniveau L_{pA} ved brug af denne fremgangsmåde er ± 2 dB.

Niveauet af lavfrekvent støjbidrag i boliger omkring vindmøllen, er allerede under grænseværdien på 20 dB(A) re. 20 μ Pa i en teoretisk afstand på kun 7 m fra møllen. I den korteste afstand på 42 m, hvor grænseværdien (v. 8 m/s) for normal støj lige netop er overholdt er den beregnede lavfrekvente støj i boligen 13,2 dB(A) re. 20 μ Pa ved en vindhastighed på 8 m/s.



TD Engineering

Prototype Certificate

KVA Vind 10
10 kW

Prototype Certificate number

TD-PT-118-0-0

Date of issue

2017-06-09

Prototype turbine location:

Madumvej 5, 6990 Ulfborg, DK

Manufacturer:

KVA Vind A/S

Borrisvej 10, Astrup, 6900 Skjern, DK

Issued to:

KVA Vind A/S

Borrisvej 10, Astrup, 6900 Skjern, DK

Valid until

2020-06-09

Prototype certification has been carried out according to Executive Order no. 73 of 25 January 2013

"Bekendtgørelse om teknisk certificeringsordning for vindmøller".

Reference documents:

Technical data:

Documentation


Outstanding issues

Appendix 1

Appendix 2

Appendix 3

Date: 2017-06-09


Thomas Dalgaard
TD Engineering



Appendix 1. Technical data

Turbine:

Model:	KVA Vind 10
WT manufacturer and country:	KVA Vind A/S
Rated power	10 [kW]
Rated wind speed V_r	10 [m/s]
Rotor diameter	9.3 [m]
Hub height(s)	20.25 [m]
Hub height operating wind speed range $V_{in} - V_{out}$	3 - 25 [m/s]
Design life time	20 [years]

Design Wind conditions:

IEC WT class:	III
Characteristic turbulence intensity I_{15} at $V_{hub} = 15$ m/s	18 [%]
Annual average wind speed at hub height V_{ave}	7.5 [m/s]
Reference wind speed V_{ref}	37.5 [m/s]
Mean flow inclination	8 [deg]
Hub height 50-year extreme wind speed V_{e50}	52.5 [m/s]



Appendix 2. Documentation

Internal ref.	Document number	Revision	Description
Drawings 1.0			
R.1.1	KVA-A-0-0006	02/03 2017	VIND10 Assembly and Production Drawings Report
R.1.2	KVA-B-0-0005	16/03 2017	VIND10 Tower and Foundation Drawing Report
R.1.3	XX	XX	KVA Vind 10 Foundation Drawing
R.1.4	1091384	XX	Hydraulic diagram, Hydropac
R.1.5	KVA-DWG-0013	14/03 2017	Foundation bottom support (Whole)
R.1.6	KVA-DWG-0012	14/03 2017	Foundation bottom support
R.1.7	KVA-DWG-0011	14/03 2017	Tower bottom flange drawing
Specifications and Datasheets 2.0			
R.2.1	XX	XX	Component datasheets
R.2.2	KVA-A-0-0002	03/03 2017	VIND10 Specification
R.2.3	KVA-A-0-0010	06/03 2017	VIND10 Rotor Blades
R.2.4	KVA-A-0-0009	06/03 2017	VIND10 Control and Safety System
R.2.5	KVA-A-0-0001	10/03 2017	VIND10 Design Parameters SWT Revision
R.2.6	KVA-A-0-0013	16/03 2017	VIND10 Foundation Mounting Instructions
Calculations 3.0 (Taken for information only. Acceptance will be based on check calculations)			
R.3.1	KVA-A-0-0004	06/03 2017	VIND10 Foundation calculation revision
R.3.2	KVA-A-0-0003	10/03 2017	VIND10 Beregnings dokument revision
R.3.3	KVA-A-0-0008	04/03 2017	VIND10 Blade bolts strength check report
R.3.4	KVA-A-0-0007	01/03 2017	VIND10 Analysis of Blade Rotor Report
R.3.5	XX	07/01 2015	Blade – Hub connection
R.3.6	XX	17/02 2017	Tower flange connection
R.3.7	XX	08/03 2017	Tower – foundation connection
R.3.8	XX	15/02 2017	Yaw system – Tower connection
R.3.9	XX	29/08 2016	Aksel - generator connection
Testing 4.0			
R.4.1	KVA-A-0-0011	06/03 2017	VIND10 Blade Test
R.4.2	KVA-A-0-0012	16/03 2017	VIND10 Testplan
General 5.0			
R.5.1	XX	00	KVA VIND 10 comments from TD



Appendix 3. Outstanding issues

- Noise measurements to be completed and reported after prototype installation
- Quality assurance requirements (i.e. revision control of documentation and manufacturing)
- Type Certification according to BEK73. Duration test has been initiated on 2 prototypes to gain more high wind experience.



KVA Vind 10 - 10 kW

Ingen indeholder data fra Geodatastyrelsen, skærmbildet, wms-tjeneste.

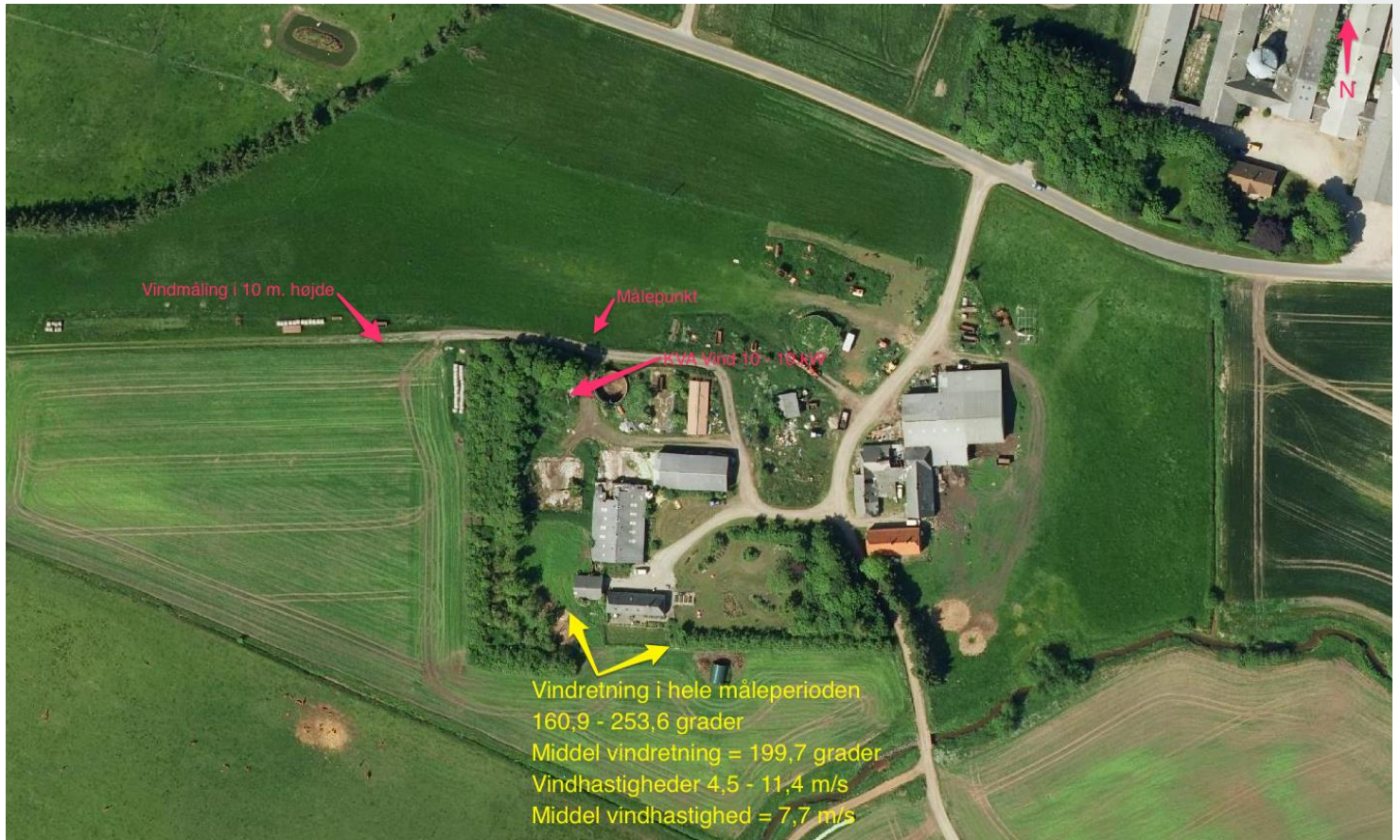
500m

Bilag 2.1
Placering af KVA Vind 10 - 10 kW

Tidspunkt: 18-09-2017 18:35:37
Målestoksforhold: 1:5498

Bilag 2.2

KVA Vind 10 – 10 kW, Madumvej 5, 6990 Ulfborg.



Temperatur under målingerne 16-20° C.
Skydække 4/8 – 8/8.



Udstyrsliste.

Instrument	Fabrikat	Type	Serie nr.	Udstyr nr. / Certifikat nr.	Kalibrering	Kalibrering - senest	Benyttet udstyr
Lydtryksmåler	Brüel & Kjær	2250 G4	3009120	CDK1508968	14.12.15	14.12.17	+
1/1 Oktavfilter	Brüel & Kjær	2250	3009120	CDK1509012	15.12.15	15.12.17	-
1/3 Oktavfilter	Brüel & Kjær	2250	3009120	CDK1508972	14.12.15	14.12.17	+
Kondensatormikrofon	Brüel & Kjær	4189	3005241	CDK1508968	14.12.15	14.12.17	+
Akustisk Kalibrator	Brüel & Kjær	4231	2176273	330354 / 757432	16.08.17	16.08.18	+
Analysemodul, Int. Lydtryk	Brüel & Kjær	BZ7222		-	-	-	+
Analysemodul, Frekvens	Brüel & Kjær	BZ7223		-	-	-	+
Analysemodul, avanceret Logging	Brüel & Kjær	BZ7225		-	-	-	+
Analysemodul, Lydoptagelse	Brüel & Kjær	BZ7226		-			+
Software – støjanalyse	DELTA	NOISELAB 3/4		-	-	-	+
Vindmåler ultrasonic*	Airmar	PB150	1864443	B&B nr. 82363670-03 /123031	28.08.13	28.08.19	+
Højtaler	Brüel & Kjær	4224		-	-	-	-
Software – støjberegning	SoundPlan	Soundplan		-	-	-	-

* kalibreres/kontrolleres hver 6. år jf. orientering nr. 51 af maj 2015

Toneanalyse på KVA Vind 10 – 10 kW, Madumvej 5, 6990 Ulfborg

A-vægtet optagelse jf. bek. nr. 1736 af 21. december 2015, bilag 1, afsnit 1.3

Måletidsrum: d. 5. september kl. 14.48.49 – 14.49.50,

Middel vindhastighed i perioden = 7,3 m/s.

Udført med Noiselab capture 4.0.4 og Noiselab batch 4.1

Toneanalyse 3 Hz - 4,5 Hz effektiv båndbredde

noiseLAB Batch 4.1 - Professional Edition - NL-Toneanalyse.nlrc

Main Analysis Report Advanced Caution: Analysis Settings have changed!

Summary Get File A Ln Octave: Off FFT: RMS Tone: On Impulse: Off SQ: Off Slice: Off Analyze Stop

Sound Fast 3,00 Hz 1 dB/Line

Tone Analysis FSlice Lock to CB 18,59 dB[A] 3561,000 Hz Save Save

Number of Spectra: 362 Duration: 60,6 [s] Window: Hanning Effective Bandwidth: 4,50 [Hz] Frequency Weighting: A

Tone Seek Criterion: 1,0 [dB] Regression Range Ln: 0,75 [+Critical Band] Lower Frequency: 10,00 [Hz] Upper Frequency: 10000,00 [Hz] **Must match the chosen tone method!**

Critical Band with Highest Tonal Audibility Delta Lta

Center Frequency: 0,00 [Hz] BW: 0,00 [Hz]
 Lower: 0,00 [Hz] Upper: 0,00 [Hz]

Tones in Critical Band

0,00 [Hz]	0 [dB]	0,00 % CB
0,00 [Hz]	0 [dB]	0,00 % CB
0,00 [Hz]	0 [dB]	0,00 % CB

Calculation of Tonal Audibility Delta Lta

ISO 1996 Annex 2: 2007	
Total Tone Level Lpt	0,0 [dB]
Noise Lpn	0,0 [dB]
Lpt-Lpn	0,0 [dB]
MT Correction	0,0 [dB]
Tonal Audibility Delta Lta	0,0 [dB]
Adjustment KT 0 [dB]	

Danish Method (MST 6/1984)	
Toneniveau Lp,tone	0,0 [dB]
Mask. stoej Lp,krit.baand	0,0 [dB]
Delta Lts	0,0 [dB]
Kriterievaerdi	6,5 [dB]
KT (DK) 0,0 [dB]	

1 CLIP_tone Critical Band 1 0,00 Hz Tone Edit Off

Toneanalyse 1,5 Hz - 2,25 Hz effektiv båndbredde

noiseLAB Batch 4.1 - Professional Edition - NL-Toneanalyse.nlrc

Main Analysis Report Advanced Caution: Analysis Settings have changed!

Summary Get File A Ln Octave: Off FFT: Off Tone: Off Impulse: Off SQ: Off Slice: Off Analyze Stop

Sound Fast 1,50 Hz

Tone Analysis FSlice Lock to CB -79,36 dB[A] 10,500 Hz Save Save

Number of Spectra: 180 Duration: 60,6 [s] Window: Hanning Effective Bandwidth: 2,25 [Hz] Frequency Weighting: A

Tone Seek Criterion: 1,0 [dB] Regression Range Ln: 0,75 [+Critical Band] Lower Frequency: 10,00 [Hz] Upper Frequency: 10000,00 [Hz] **Must match the chosen tone method!**

Critical Band with Highest Tonal Audibly Delta Lta

Center Frequency: 115,50 [Hz] BW: 100,00 [Hz]
 Lower: 65,50 [Hz] Upper: 165,50 [Hz]

Tones in Critical Band

Frequency [Hz]	Level [dB]	% CB
115,50	14,9	2,95
0,00	0	0,00
0,00	0	0,00

Calculation of Tonal Audibility Delta Lta

ISO 1996 Annex 2: 2007		Danish Method (MST 6/1984)	
Total Tone Level Lpt	14,9 [dB]	Toneniveau Lp,tone	14,9 [dB]
Noise Lpn	20,3 [dB]	Mask. stoej Lp,krit.baand	20,3 [dB]
Lpt-Lpn	-5,5 [dB]	Delta Lts	-5,5 [dB]
MT Correction	2,0 [dB]	Kriterievaerdi	4,5 [dB]
Tonal Audibility Delta Lta	-3,5 [dB]		
Adjustment KT	0 [dB]	KT (DK)	0,0 [dB]

1 CLIP_tone Critical Band 1 115,50 Hz Tone Edit Off Delta Lta -3,5 Lpt 14,9 Lpn 20,3 KT 0,0 Auto