

Støjberegninger
For repowering af
Middelgrunden
Rev.03




HOFOR A/S

19. NOVEMBER 2021

Indhold

1	Indledning	3
2	Beskrivelse af området	4
3	Projektbeskrivelse	4
4	Støjgrænser	4
5	Beregningsmetode og forudsætninger	5
6	Resultater	6
7	Konklusion	7
8	Referencer	8
	Bilag 01: Vindmølleoversigt - Kort	9
	Bilag 02: Vindmølleoversigt - Tabel	10
	Bilag 03: Kildedata	11
	Bilag 04: Støjkort – Bredspektret støj, 6m/s	12
	Bilag 05: Støjkort – Bredspektret støj, 8m/s	13
	Bilag 06: Støjkort – Lavfrekvent støj, 8m/s	14
	Bilag 07: WindPRO Hovedresultater – Bredspektret støj	15
	Bilag 08: WindPRO Hovedresultater – Lavfrekvent støj	17



1 Indledning

Projekt ID: 10412491
Ændret: 19-11-2021 15:09
Revision 3

Udarbejdet af AES
Kontrolleret af HKD
Godkendt af HKD

I forbindelse med levetidsforlængelse af Middelgrunden planlægger HOFOR at lave en repowering af de 10 nordligste møller (der ejes af HOFOR), i Vindmølleparken Middelgrunden.

De nuværende møller er af typen Bonus B76 2 MW. I forbindelse med repowering projektet vil mølletoppen, herunder naceller og vinger blive udskiftet med naceller og vinger fra Vestas V80 2 MW møller. Den overordnede placering af vindmølleparken kan ses herunder på Figur 1.1.

Dette notat indeholder opdaterede beregninger, idet to af eksisterende møller ved Refshaleøen ikke fjernes, som det var forudsat i notat af den 30. september 2021.

Figur 1.1: Placeringen af Middelgrunden vindmøllepark, øst for København Havn, er indikeret med red stiptet rektangel.



2 Beskrivelse af området

Havvindmølleparken Middelgrundens Vindmøllepark blev etableret i 2001, ca. 2 km. øst for Københavns havn (se Figur 1.1). Den består i dag af 20 møller, af typen BONUS B76 2 MW. De 10 nordligste ejes af HOFOR. De 10 sydligste ejes af Middelgrundens Vindmøllelaug.

Syd for Prøvestenen, ca. 500 m fra det nærmeste støjfølsomme område (kolonihaveområde beliggende ved Amager Strand), er der desuden placeret 3 møller af typen Vestas V 80-2 MW VCS 2MW.

Det nærmeste boligområde for Middelgrundens Vindmøllepark, ligger i København, ca. 3 km vest fra vindmølleparken (se Bilag 01: Vindmølleoversigt - Kort).

3 Projektbeskrivelse

Projektet består af en udskiftning af de 10 nordligste naceller samt vinger, i Middelgrundens Vindmøllepark.

De nuværende møller er af typen Bonus B76 2 MW. I forbindelse med repowering projektet vil mølletoppen, herunder naceller og vinger blive udskiftet med naceller og vinger fra Vestas V80 2 MW møller.

4 Støjgrænser

Støj fra vindmøller reguleres jf. vindmøllebekendtgørelsen (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019). Støjkravene for vindmøller er inddelt i flere klasser afhængigt af frekvensområde, vindhastighed og arealanvendelse.

I Tabel 4.1 herunder opsummeres støjkravene, som opgjort i vindmøllebekendtgørelsen. Støjgrænserne gælder for det akkumulerede støjbidrag fra alle vindmøller i et givet område, og altså ikke for den enkelte vindmølle eller det enkelte projekt. Ved vurderingen af hvilke vindmøller, der skal inddrages, er det normal praksis at inddrage vindmøller/vindmølleparker, som hver især giver et bidrag på ca. 15 dB under støjgrænsen (Miljøstyrelsen, 2021). Vindmøller der giver et bidrag, der er mindre, kan udelades, da de ikke vil give et betydende bidrag til det samlede støjbidrag i et givet punkt.

Tabel 4.1: De gældende støjkrav for vindmøller i Danmark (Miljø- og Fødevareministeriet, 2019)

Støjkrav, [LAeq≤]	Boligområder og sommerhusområder		Nabobeboelse i det åbne land	
	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
Vindhastighed	6 m/s	8 m/s	6 m/s	8 m/s
Bredspektret støj (63-8.000 Hz)	37 dB	39 dB	42 dB	44 dB
Lavfrekvent støj (10-160 Hz)	20 dB	20 dB	20 dB	20 dB

Til grænseværdierne anført ovenfor gælder:

1. Den angivne vindhastighed er gældende i 10 meters højde.
2. Grænseværdier for beboelse i det åbne land er gældende i en afstand fra bebyggelse på indtil 15 m.

3. Grænseværdierne angivet for lavfrekvent støj er gældende indendørs for alle bygninger. Der anvendes standardtal for dæmpning af støjen inde i bygningen, og for sommerhusområder gælder der specielle dæmpninger, der er mindre end for andre boliger.
4. Grænseværdierne er ikke gældende for eventuelle ejere af vindmøller.
5. Støjgrænserne er gældende for den akkumulerede støj fra alle vindmøller i et givet og gælder altså ikke for en enkelt vindmølle eller vindmøllepark. Støjbidraget fra det aktuelle projekt skal således sammenlægges til støjen fra alle vindmøller i området, der kan give et kumuleret støjbidrag.

For sommerhusområder¹ er der speciel opmærksomhed omkring lavfrekvent støj, idet lydisoleringen (dæmpningen af støjen) er mindre end for andre boliger.

Det skal i den forbindelse nævnes, at de sommerhuse, der ligger på Saltholm ikke ligger i sommerhusområder, og derfor er reguleret som almindelige boliger i åbent land i forhold til støj (også lavfrekvent støj).

5 Beregningsmetode og forudsætninger

Beregning af støj fra vindmøllerne er beregnet jf. bekendtgørelse om støj fra vindmøller (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2019).

For at beregne den forventede støjpåvirkning er programmet WindPRO (V. 3.3.294) anvendt.

I beregningerne er også inkluderet eksisterende vindmøller i området omkring Middegrund, ud for København, idet støjvilkårene gælder for den akkumulerede støj fra alle vindmøller, som giver et bidrag på op til 15 dB under støjgrænsen.

Der er placeret en række vindmøller ud for København, der vurderes at kunne give anledning til et kumulativt støjbidrag ved boliger og særdeleshed kolonihaverne i området, vindmøllerne på Prøvestenen og længere mod øst, den planlagte vindmøllepark ved Nordre Flint. (se Bilag 01: Vindmølleoversigt - Kort).

På Refshaleøen er placeret syv møller af typen Bonus B-44 600 kW MKIII. Fem af de syv eksisterende vindmøller på Refshaløen står til at blive nedlagt inden for den nærmeste fremtid (2022), og er derfor ikke inkluderet i beregningerne til denne rapport. De to møller der bibeholdes er vist på nedenstående figur.

¹ Sommerhusområder er områder, der i kommuneplan/lokalplan er udlagt til sommerhusområder. Enkelt beliggende sommerhuse/boliger der anvendes som sommerhuse reguleres som alm. beboelse.

Figur 5.1: Placeringen af de to møller på Refshaleøen, der ikke nedlægges.



Den planlagte vindmøllepark ved Aflandshage ligger for langt væk (ca. 20 km) til, at der vurderes at kunne findes nogen kumulativ støjpåvirkning mellem de 2 projekter.

Vindmøllerne på Prøvestenen (se Bilag 01: Vindmølleoversigt - Kort), er i beregningerne repræsenteret af målinger af møllerne foretaget af DELTA i 2014 og 2015 (DELTA, 2015).

De 10 nye planlagte naceller på Middelgrunden er i beregningerne repræsenteret af de data som er tilgængelig i WindPRO for møller af typen VESTAS V90 2.000 90.0. Disse data vurderes at være den bedste tilgængelige viden om disse møllers kildestyrke. HOFOR vil i forbindelse med indkøb af møllerne stille som krav, at disse kildestyrker skal overholdes.

Herudover er de 10 sydligste vindmøller ved Middelgrunden medregnet i beregningerne. Disse er forudsat drevet videre med samme kildestyrker, baseret på WindPRO's data for typen BONUS 2.9 MW 2.000 76.0.

Vindmøllernes placering fremgår af Bilag 01: Vindmølleoversigt - Kort.

For tabeloversigter over de forskellige vindmøllers parametre, både eksisterende og planlagte, se Bilag 02: Vindmølleoversigt - Tabel og Bilag 03: Kildedata.

De nye møller har lavere kildestyrker end de eksisterende vindmøller, og derfor vil det samlede støjbidrag alt andet lige blive mindre end det eksisterende støjbidrag fra vindmøllerne i området.

6 Resultater

Støjkort fra de bredspektrede beregninger, kan ses i Bilag 04: Støjkort og Bilag 05: Støjkort – Bredspektret støj, 8m/s.

Støjkort fra de lavfrekvente beregninger kan ses i Bilag 06: Støjkort – Lavfrekvent støj, 8m/s. Kun en vindhastighed er vist som kort for de lavfrekvente beregninger, da grænseværdien er den samme uanset vindhastighed, og møllerne typisk støjer mere ved højere vindhastigheder.

Resultaterne viser, at der ikke er fundet boliger, hvorved det kumulative bredspektrede støjniveau overskrider støjgrænsen udendørs.

Resultaterne viser, at der ikke er fundet boliger, hvor det kumulative lavfrekvente støjniveau overskrider støjgrænsen indendørs.

7 Konklusion

Det kan konkluderes, at støjen fra vindmøllerne, vil holde sig under de gældende grænseværdier, både for de bredspektrede og lavfrekvente beregninger.

Det højeste støjbidrag er beregnet ved kolonihaverne umiddelbart sydvest for Prøvestenen. Støjen her skyldes primært de eksisterende vindmøller på havnen.

8 Referencer

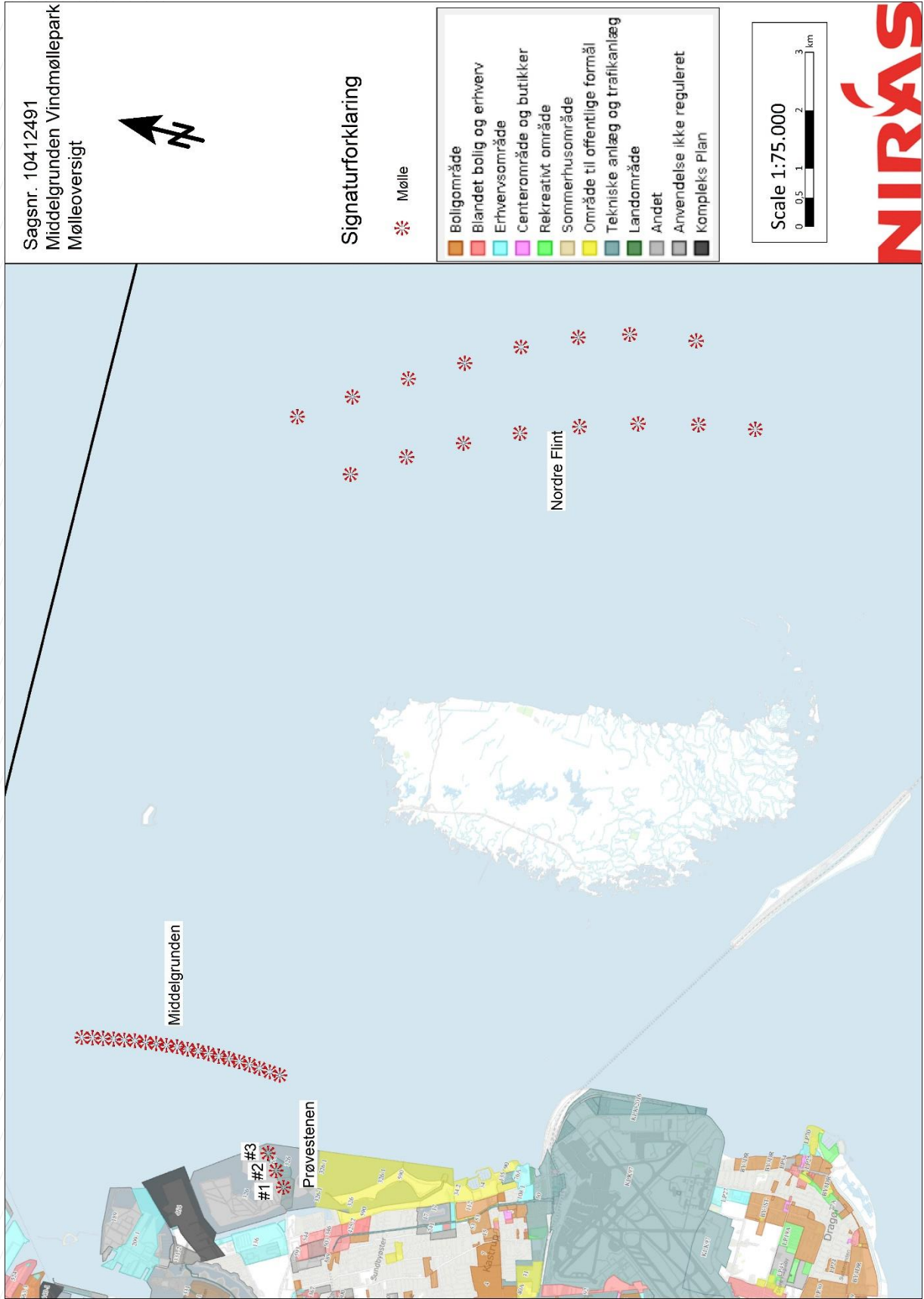
DELTA. (2015). *"Miljømåling - ekstern støj" Dokumentation af støj fra vindmøller på Prøvestenen*. Hørsholm: DELTA.

Energistyrelsen, Miljø- og Fødevareministeriet, Erhvervsstyrelsen. (2020). *Vindinfo.dk/kort*. Hentet fra vindinfo: <https://vindinfo.dk/kort.aspx>

Københavns Kommune, COWI. (2011). *Vindmøller på Prøvestenen, VVM-redegørelse og miljøvurdering*. København: Københavns Kommune.

Miljø- og Fødevareministeriet. (2019). *BEK nr 135 af 07/02/2019*. Miljø- og Fødevareministeriet.

Miljøstyrelsen. (2021). *Vejledning nr. 51, 20121. Støj fra vindmøller*.



Bilag 02: Vindmølleoversigt - Tabel

Område	Z [m]	Producent	Effekt [MW]	Rotor diameter [m]	Navhøjde [m]	Antal	Kildestyrker, [dB(A)]		
							Lwa, Ref, 6 m/s	Lwa, Ref, 8 m/s	
Eksisterende Vindmøller									
Prøveste- nen*	#1	2,5	Vestas	2	80	67	3	100,3	103,4
	#2							101,7	104,1
	#3							102,6	104,6
Refshaleøen	2,5	Bonus	0,6	44	50	2	100,0	101,1	
Middelgrunden	0	Bonus	2	76	64	10	104,8	106,7	
Planlagte møller									
Middelgrunden	0	Vestas	2	80	64,5	10	102,5	104,0	
Nordre Flint	0	Model- mølle	10	187	119	16	109,6	115,0	

"*"=Se placering af hver mølle i Bilag 01: Vindmølleoversigt - Kort.

Bilag 03: Kildedata

Placering		Ydelse [MW]	Vindhastighed [m/s]	LwA, ref. [dB(A)]	Bredspekret oktav data [Hz]							
					63	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
				LwA [dB]								
Prøvestenen*	#1	2,0	6	100,3	82,0	88,9	93,7	94,6	94	92,2	86,5	72,7
			8	103,4	85,8	92,7	96,8	97,2	96,5	95,7	91,2	77,8
	#2		6	101,7	79,3	87,3	94,2	97,3	95,7	92,8	86,2	73,1
			8	104,1	83,0	90,9	97,4	99,8	97,1	95,3	89,5	77,4
	#3		6	102,6	77,5	88,6	95,0	99,0	95,5	93,7	85,7	73,0
			8	104,6	81,5	91,0	97,8	99,9	97,6	96,5	91,0	77,4
Refshaleøen		0,6	6	100,0	81,0	88,5	92,6	94,5	93,5	91,6	88,8	81,1
			8	101,1	82,3	90,1	93,8	95,7	94,2	92,6	89,6	82,8
Middelgrunden		2,0	6	102,5**	80,3	90,3	95,0	94,9	97,5	95,8	88,7	76,7
			8	104,0**	81,8	91,8	96,5	96,4	99,0	97,3	90,2	78,2
			6	104,8	85,4	91,9	96,1	98,7	99,8	96,7	92,9	83,0
			8	106,7	88,6	94,0	97,4	100,1	101,1	100	96,3	85,4
Nordre Flint		10	6	109,6	92,9	98,5	101,2	101,9	103,1	103,6	99,8	88,0
			8	115,0	98,3	103,9	106,6	107,3	108,5	109	105,2	93,4

"=Se placering af hver mølle i Bilag 01: Vindmølleoversigt - Kort. "*=Nye møller.

Placering		Effekt [MW]	Vindhastighed [m/s]	LwA, ref. [dB(A)]	Lavspektret Oktav data [Hz]												
					10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160
				LwA [dB]													
Prøvestenen*	#1	2,0	6	89,8	39,6	45,7	52,1	57,7	65,5	66,7	70,9	73,6	76,4	79,7	82,4	83,1	86,0
			8	93,6	42,4	48	54,5	59,7	69,4	71,0	73,0	76,9	80	83,7	85,7	87,0	89,9
	#2		6	88	36,4	42,6	48,7	54,3	68,6	64,7	67,7	71,7	73,8	76,6	79,5	81,6	84,8
			8	91,6	38,7	44,7	50,9	56,2	66,6	69,2	69,4	73,8	77,2	80,9	82,7	85,1	88,6
	#3		6	89	33,5	39,3	45,3	55,4	64,5	61,5	66,7	70,3	71,7	74,9	79,3	81,7	86,9
			8	91,5	38,0	43,2	49,8	54,2	65,6	66,5	68,0	73,2	75,8	79,2	81,9	85,0	89,0
Refshaleøen		0,6	89,3	44,4	48,4	52,8	56,9	60,3	66,5	68,2	73,6	74,9	78,5	82,1	83,8	84,9	89,3
			90,8	46,8	50,5	54,6	58,3	61,8	66,9	68,7	74	76,4	80	83,6	85,4	86,5	90,8
Middelgrunden		2,0	6	91,1**	71,9	71,9	71,9	71,9	71,9	71,9	71,9	71,9	75,2	77,7	79,7	82,2	89,1
			8	92,6**	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4	73,4	76,7	79,2	81,2	83,7	90,6
			6	92,9	50,8	54,5	58,6	62,3	66,2	69,7	74,0	77,6	80,5	82,5	84,4	88,5	87,5
			8	95,2	50,2	54,4	59	63,2	67,7	71,5	76,1	80,7	83,6	85,8	87,6	90,2	89,5
Nordre Flint		10	6	97,7	50,6	55,9	61,8	66,7	71,0	75,1	79,0	82,5	85,8	88,3	89,9	91,7	93,1
			8	103,1	56	61,3	67,2	72,1	76,4	80,5	84,4	87,9	91,2	93,7	95,3	97,1	98,5

"=Se placering af hver mølle i Bilag 01: Vindmølleoversigt - Kort. "*=Nye møller.

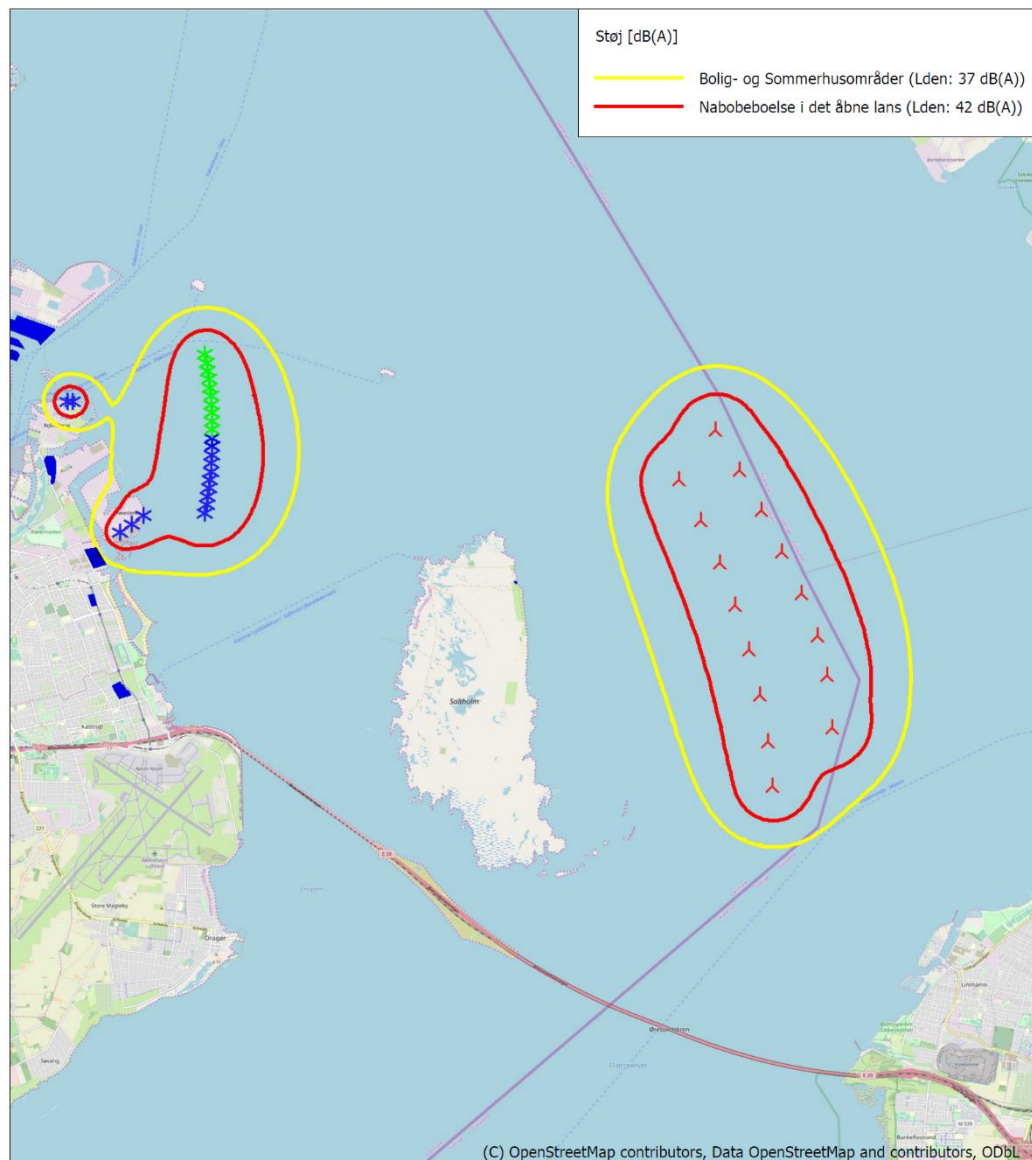
Bilag 04: Støjkort – Bredspektret støj, 6m/s

Projekt:
Middelgrunden_Nye_Møller

Brugerlicens:
Niras
Ceres Allé 3
DK-8000 Aarhus C
+45 8732 3232
Jesper Konnerup / jek@niras.dk
Beregnet:
18-11-2021 19:16/3.3.294

DECIBEL - Kort 6,0 m/s

Beregning: Middelgrunden - Nye møller på Middelgrunden



0 2,5 5 7,5 10km

Kort: EMD OpenStreetMap, Udskriftsmålestok 1:125.000, Kortcentrum UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Øst: 360.686 Nord: 6.171.023
 ▲ Ny vindmølle * Eksisterende vindmølle ● Støj følsomt område
 Støjberegningsmetode: Dansk 2019. Vindhastighed: 6,0 m/s
 Højde over havoverflade fra aktivt linie objekt

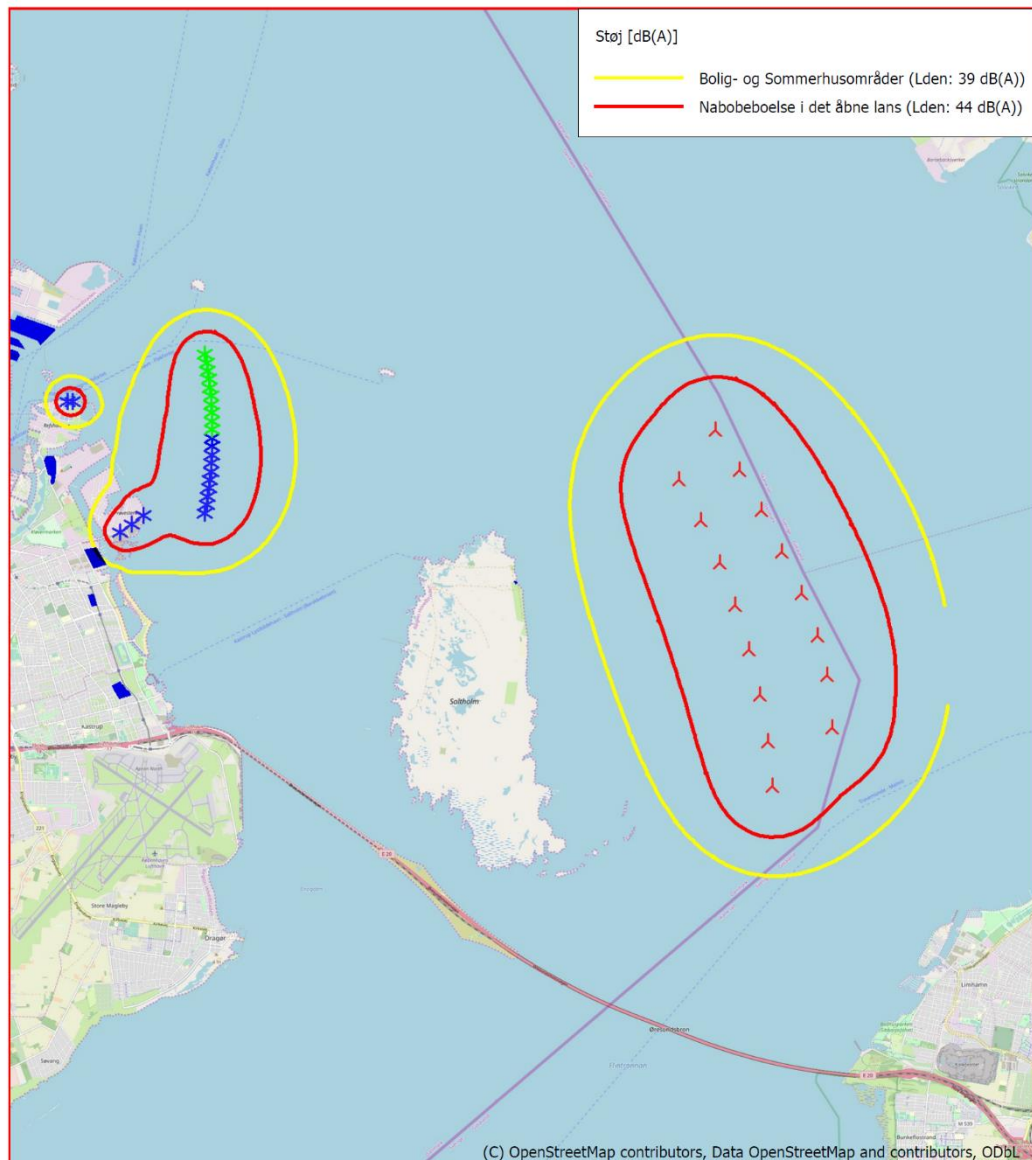
Bilag 05: Støjkort – Bredspektrret støj, 8m/s

Projekt:
Middelgrunden_Nye_Møller

Brugerlicens:
Niras
Ceres Allé 3
DK-8000 Aarhus C
+45 8732 3232
Jesper Konnerup / jek@niras.dk
Beregnet:
18-11-2021 19:16/3.3.294

DECIBEL - Kort 8,0 m/s

Beregning: Middelgrunden - Nye møller på Middelgrunden



0 2,5 5 7,5 10km

Kort: EMD OpenStreetMap, Udskriftsmålestok 1:125.000, Kortcentrum UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Øst: 360.686 Nord: 6.171.023
 ▲ Ny vindmølle * Eksisterende vindmølle ● Støj følsomt område
 Støjberegningsmetode: Dansk 2019. Vindhastighed: 8,0 m/s
 Højde over havoverflade fra aktivt linie objekt

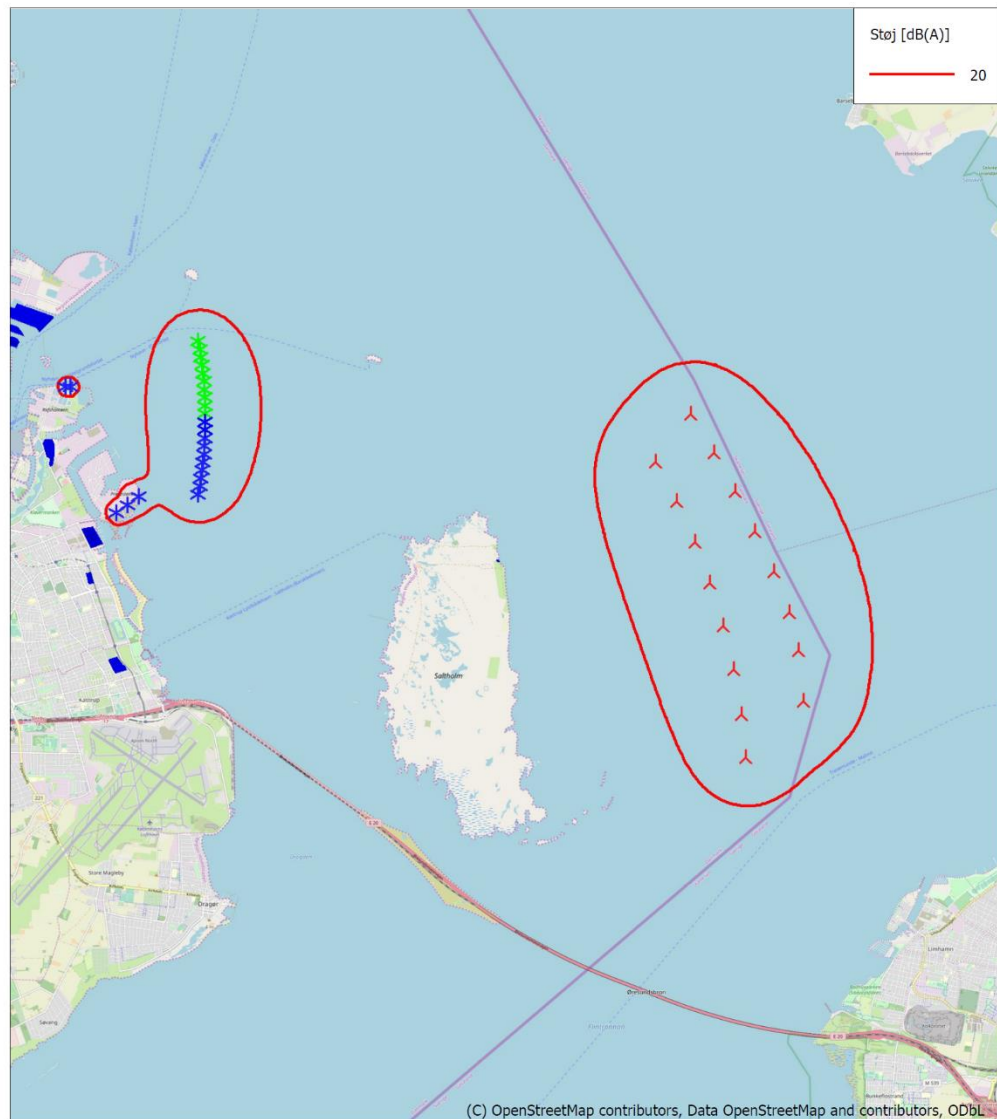
Bilag 06: Støjkort – Lavfrekvent støj, 8m/s

Projekt:
Middelgrunden_Nye_Møller

Brugerlicens:
Niras
Ceres Allé 3
DK-8000 Aarhus C
+45 8732 3232
Jesper Konnerup / jek@niras.dk
Beregnet:
19-11-2021 13:49/3.3.294

DECIBEL - Kort 8,0 m/s Standardbygninger

Beregning: Middelgrunden - Lavfrekvent Nye Møller på Middelgrunden



Kort: EMD OpenStreetMap, Udskriftsmålestok 1:125.000, Kortcentrum UTM (north)-ETRS89 Zone: 33 Øst: 360.686 Nord: 6.171.023
 ▲ Ny vindmølle * Eksisterende vindmølle ■ Støj følsomt område
 Støjbergningsmetode: Dansk lavfrekvens 2019. Vindhastighed: 8,0 m/s Standardbygninger
 Højde over havoverflade fra aktivt linie objekt

Bilag 07: WindPRO Hovedresultater – Bredspektret støj

Projekt: Middelgrunden_Nye_Møller

Brugericens: Niras Ceres Allé 3 DK-8000 Aarhus C +45 8732 3232 Jesper Konnerup / jek@niras.dk 18-11-2021 19:16/3.3.294

DECIBEL - Hoved resultat

Beregning: Middelgrunden - Nye møller på Middelgrunden Støjregningsmetode: Dansk 2019

Beregning er baseret på "BEK nr 135 af 07/02/2019" fra Miljøministeriet. For wind turbines classified as offshore wind turbines multiple reflections (Lm) are applied. Støjbelastningen fra vindmøller må ikke overstige følgende grænseværdier: (Vindhastigheder i 10 m højde) 1) I det mest støjbelastede punkt ved undensers opholdsarealer højst 15 m fra al anden beboelse end vindmøllejerens private beboelse i det åbne land: a) 44 dB(A) ved en vindhastighed på 8 m/s. b) 42 dB(A) ved en vindhastighed på 6 m/s. 2) I det mest støjbelastede punkt ved undensers opholdsarealer i områder, der anvendes til eller i lokalanlæg eller byplanlagt areal er udlagt til bolig-, institutions-, sommerhus- eller kolonihaveformål eller som rekreative områder: a) 39 dB(A) ved en vindhastighed på 8 m/s. b) 37 dB(A) ved en vindhastighed på 6 m/s. Lavfrekvent støj fra vindmøller må ikke overstige 20 dB indendørs ved vindhastigheder 6 og 8 m/s. Støjgrænserne gælder ikke for ejendom der bebos af vindmølle ejer(e).

Alle koordinater er i UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

Vindmøller

Table with columns: Øst, Nord, Z, Række data/Beskrivelse, Vindmølletype, Guldty, Fåbelurt, Type-generator, Rfakt, Rotordiameter, Højde, Udføre, Støjer, Støj dato, Form, Løufør, Sætte, Løufør, Rettoner. Contains detailed data for various wind turbine models and their specifications.

f) Fra anden nævnhøjde b) Data fra Miljøstyrelsens vejledning til støjbeløgningsregulering

Beregningsresultater

Lydniveau

Table with columns: Støj følsomt område, Antal, Navn, Øst, Nord, Z, Immissionshøjde, Vindhastighed, Krav Støj, Lydniveau Fra, Lydniveau Krav overholdt? Støj. Lists noise sensitive areas and their corresponding noise levels and requirements.

Afstande (m)

Table with columns: Vindmølle, Boligområde - Saltholmen, Engvej, Kolonihaveområde / Amager Strand, Magretheholm, Orientbassinnet / Kronløbsbassinnet, Vestbassin / Østbassin, Vægtterparken, Västra Hammen - Sverige. Shows distances between turbines and various areas.

Fortsættes næste side...

Projekt:

Middelgrunden_Nye_Møller

Brugerlicens:

NirasCeres Allé 3
DK-8000 Aarhus C
+45 8732 3232

Jesper Konnerup / jek@niras.dk

Beregnet:

18-11-2021 19:16/3.3.294

DECIBEL - Hoved resultat**Beregning:** Middelgrunden - Nye møller på Middelgrunden

...fortsat fra sidste side

Vindmølle	Boligområde - Saltholmen	Engvej	Kolonihaveområde / Amager Strand	Magretheholm	Orientbasisinet / Kronløbsbassin	Vestbassin / Østbassin	Vægterparken	Västra Hammen - Sverige
Middelgrunden - BONUS 02	7234	4138	3358	3438	4265	4523	5510	20625
Middelgrunden - BONUS 03	7168	3993	3236	3415	4370	4551	5337	20559
Middelgrunden - BONUS 04	7109	3849	3118	3396	4478	4583	5165	20498
Middelgrunden - BONUS 05	7057	3707	3002	3383	4588	4619	4991	20441
Middelgrunden - BONUS 06	7014	3565	2890	3376	4700	4658	4818	20389
Middelgrunden - BONUS 07	6978	3426	2782	3372	4814	4700	4644	20342
Middelgrunden - BONUS 08	6949	3288	2671	3368	4929	4745	4470	20300
Middelgrunden - BONUS 09	6929	3153	2557	3370	5041	4794	4295	20262
Middelgrunden - BONUS 10	6918	3020	2444	3378	5150	4846	4120	20229
Middelgrunden - HOFOR 01	8371	5769	4834	3987	3328	4404	7370	21629
Middelgrunden - HOFOR 02	8240	5619	4692	3916	3392	4396	7203	21517
Middelgrunden - HOFOR 03	8117	5472	4556	3850	3459	4393	7039	21411
Middelgrunden - HOFOR 04	7996	5323	4417	3787	3532	4394	6871	21308
Middelgrunden - HOFOR 05	7881	5174	4279	3728	3610	4399	6703	21208
Middelgrunden - HOFOR 06	7770	5024	4142	3673	3693	4408	6534	21112
Middelgrunden - HOFOR 07	7666	4875	4007	3620	3780	4421	6364	21020
Middelgrunden - HOFOR 08	7566	4725	3871	3571	3871	4439	6192	20932
Middelgrunden - HOFOR 09	7474	4579	3741	3530	3964	4460	6024	20849
Middelgrunden - HOFOR 10	7387	4431	3611	3493	4061	4478	5853	20770
Nordre Flint	5842	14642	14582	16122	17341	17563	13761	7480
Nordre Flint	6482	14984	14985	16610	17984	18108	13974	6990
Nordre Flint	4247	13343	13039	14144	14712	15327	13030	10555
Nordre Flint	4456	13659	13418	14649	15386	15901	13196	9669
Nordre Flint	4804	13977	13796	15139	16037	16456	13371	8861
Nordre Flint	5283	14310	14191	15640	16702	17021	13562	8106
Nordre Flint	5474	14074	13654	14450	14610	15466	14037	11659
Nordre Flint	7082	16063	15965	17436	18490	18821	15247	6342
Nordre Flint	6680	15791	15646	17037	17961	18371	15081	6989
Nordre Flint	7579	16313	16279	17846	19076	19297	15360	5745
Nordre Flint	4201	13035	12669	13628	14028	14745	12877	11485
Nordre Flint	7128	15307	15363	17060	18576	18608	14181	6703
Nordre Flint	5830	15030	14777	15969	16604	17187	14571	8765
Nordre Flint	5576	14685	14377	15450	15932	16607	14362	9710
Nordre Flint	6240	15435	15236	16529	17309	17807	14848	7836
Nordre Flint	5456	14366	14002	14941	15267	16036	14183	10676
Provestenen 01	8683	1470	619	1808	4381	3567	3256	21868
Provestenen 02	8455	1749	935	1929	4367	3628	3450	21678
Provestenen 03	8232	2038	1250	2092	4358	3715	3661	21490

Bilag 08: WindPRO Hovedresultater – Lavfrekvent støj

Projekt:
Middelgrunden_Nye_Møller

Brugertilicens:
Niras
Ceres Allé 3
DK-8000 Aarhus C
+45 8732 3232
Jesper Konnerup / jek@niras.dk
Beregnet:
19-11-2021 13:49/3.3.294

DECIBEL - Hoved resultat

Beregning: Middelgrunden - Lavfrekvent Nye Møller på Middelgrunden

Støjbergningsmetode:

Dansk lavfrekvens 2019

Beregning er baseret på "BEK nr 135 af 07/02/2019" fra Miljøministeriet.
For wind turbines classified as offshore wind turbines multiple reflections (Lm) are applied.

Støjbelastningen fra vindmøller må ikke overstige følgende grænseværdier: (Vindhastigheder i 10 m højde)

- 1) I det mest støjbelastede punkt ved udendørs opholdsarealer højst 15 m fra al anden beboelse end vindmølle ejerens private beboelse i det åbne land:
 - a) 44 dB(A) ved en vindhastighed på 8 m/s.
 - b) 42 dB(A) ved en vindhastighed på 6 m/s.
- 2) I det mest støjbelastede punkt ved udendørs opholdsarealer i områder, der anvendes til eller i lokalplan eller byplanvædtægt er udlagt til bolig-, institutions-, sommerhus- eller kolonihaveformål eller som rekreative områder:
 - a) 39 dB(A) ved en vindhastighed på 8 m/s.
 - b) 37 dB(A) ved en vindhastighed på 6 m/s.

Lavfrekvent støj fra vindmøller må ikke overstige 20 dB indendørs ved vindhastigheder 6 og 8 m/s.

Støjgrænserne gælder ikke for ejendomme der beboes af vindmølle ejer(e).
Den lavfrekvente støj beregnes indendørs og må ikke overstige 20 dB ved vindhastigheder på 6 og 8 m/s i 10 m højde.

Alle koordinater er i UTM (north)-ETRS89 Zone: 33

Vindmøller

ID	Navn	Z	Række data/ beskrivelse	Vindmølletype	Fabrikant	Type-generator	Effekt [kW]	Rotorlængde [m]	Navnhøjde [m]	Offshore	Støj data	Første vindhastighed			
												Støj	Støj	Støj	Støj
											Støj	Støj	Støj	Støj	
Lynetten 01	350.449	6.176.015	2.0 BONUS MK IV 600-230 44.0 ICI hub: 50.0 m (TCOT: 72.0 m)	Ned	BONUS	MK IV 600/230	500	44.0	50.0	EMD	Man. (3)02 Br/s	6.0	88.3	9.0	90.8
Lynetten 02	350.572	6.174.993	2.0 BONUS MK IV 600-230 44.0 ICI hub: 50.0 m (TCOT: 72.0 m)	Ned	BONUS	MK IV 600/230	600	44.0	50.0	EMD	Man. (3)02 Br/s	6.0	89.3	9.0	90.8
Middelgrunden - BONUS 01	353.589	6.175.323	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - BONUS 02	353.577	6.175.323	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - BONUS 03	353.584	6.175.323	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - BONUS 04	353.546	6.175.323	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - BONUS 05	353.528	6.175.323	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - BONUS 06	353.538	6.175.323	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - BONUS 07	353.539	6.175.323	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - BONUS 08	353.450	6.172.823	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - BONUS 09	353.441	6.172.823	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - BONUS 10	353.381	6.172.474	2.0 BONUS 2.0 MW 2000 76.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 102.0 m)	Ned	BONUS	2.0 MW-2000	2.000	76.0	64.0	Ja LIDER	Runtime input	6.0	92.9	9.0	95.2
Middelgrunden - HOFOR 01	353.493	6.176.262	0.0 VESTAS V90 2000 90.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 106.0 m)	Ja	VESTAS	V90-2000	2.000	90.0	64.0	Ja Neres	Copy of Level 0 - calculated - Made 0-10-2009 + 8brstjoptrre	6.0	91.1	8.0	92.6
Middelgrunden - HOFOR 02	353.521	6.176.246	0.0 VESTAS V90 2000 90.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 106.0 m)	Ja	VESTAS	V90-2000	2.000	90.0	64.0	Ja Neres	Copy of Level 0 - calculated - Made 0-10-2009 + 8brstjoptrre	6.0	91.1	8.0	92.6
Middelgrunden - HOFOR 03	353.545	6.176.266	0.0 VESTAS V90 2000 90.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 106.0 m)	Ja	VESTAS	V90-2000	2.000	90.0	64.0	Ja Neres	Copy of Level 0 - calculated - Made 0-10-2009 + 8brstjoptrre	6.0	91.1	8.0	92.6
Middelgrunden - HOFOR 04	353.559	6.176.288	0.0 VESTAS V90 2000 90.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 106.0 m)	Ja	VESTAS	V90-2000	2.000	90.0	64.0	Ja Neres	Copy of Level 0 - calculated - Made 0-10-2009 + 8brstjoptrre	6.0	91.1	8.0	92.6
Middelgrunden - HOFOR 05	353.584	6.176.293	0.0 VESTAS V90 2000 90.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 106.0 m)	Ja	VESTAS	V90-2000	2.000	90.0	64.0	Ja Neres	Copy of Level 0 - calculated - Made 0-10-2009 + 8brstjoptrre	6.0	91.1	8.0	92.6
Middelgrunden - HOFOR 06	353.598	6.176.283	0.0 VESTAS V90 2000 90.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 106.0 m)	Ja	VESTAS	V90-2000	2.000	90.0	64.0	Ja Neres	Copy of Level 0 - calculated - Made 0-10-2009 + 8brstjoptrre	6.0	91.1	8.0	92.6
Middelgrunden - HOFOR 07	353.599	6.176.283	0.0 VESTAS V90 2000 90.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 106.0 m)	Ja	VESTAS	V90-2000	2.000	90.0	64.0	Ja Neres	Copy of Level 0 - calculated - Made 0-10-2009 + 8brstjoptrre	6.0	91.1	8.0	92.6
Middelgrunden - HOFOR 08	353.590	6.176.445	0.0 VESTAS V90 2000 90.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 106.0 m)	Ja	VESTAS	V90-2000	2.000	90.0	64.0	Ja Neres	Copy of Level 0 - calculated - Made 0-10-2009 + 8brstjoptrre	6.0	91.1	8.0	92.6
Middelgrunden - HOFOR 09	353.592	6.176.288	0.0 VESTAS V90 2000 90.0 ICI hub: 64.0 m (TCOT: 106.0 m)	Ja	VESTAS	V90-2000	2.000	90.0	64.0	Ja Neres	Copy of Level 0 - calculated - Made 0-10-2009 + 8brstjoptrre	6.0	91.1	8.0	92.6
Narøse Firt	365.000	6.176.930	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	365.519	6.182.076	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	364.599	6.176.930	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	364.376	6.176.930	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	365.366	6.176.930	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	365.533	6.177.126	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	365.905	6.177.232	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	365.785	6.177.200	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	366.896	6.168.500	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	364.409	6.167.290	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	364.200	6.171.999	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	364.909	6.172.006	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	365.175	6.169.198	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Narøse Firt	364.588	6.172.029	0.0 Niras Modellen 10000 187.0 ICI hub: 129.0 m (TCOT: 21 m)	Ned	Niras	Modellen10000	10.000	187.0	129.0	Ja LIDER	SWT8.0-187 + 30B	6.0	97.7	9.0	103.1
Præstemoen 02	351.506	6.172.126	2.0 VESTAS V90 2.0MW offshore 2000 80.0 ICI hub: 67.0 m	Ned	VESTAS	V90-2.0MW offshore-2000	2.000	80.0	67.0	LIDER	Midjan-Bilag - Ekstern Sag*, Dokumentation af støj fra vindmølle ved Præstemoen - T1	6.0	88.0	8.0	93.6
Præstemoen 03	351.789	6.172.226	2.0 VESTAS V90 2.0MW offshore 2000 80.0 ICI hub: 67.0 m	Ned	VESTAS	V90-2.0MW offshore-2000	2.000	80.0	67.0	LIDER	Midjan-Bilag - Ekstern Sag*, Dokumentation af støj fra vindmølle ved Præstemoen - T2	6.0	88.0	8.0	93.6
Præstemoen 04	352.825	6.172.226	2.0 VESTAS V90 2.0MW offshore 2000 80.0 ICI hub: 67.0 m	Ned	VESTAS	V90-2.0MW offshore-2000	2.000	80.0	67.0	LIDER	Midjan-Bilag - Ekstern Sag*, Dokumentation af støj fra vindmølle ved Præstemoen - T3	6.0	88.0	8.0	93.6

b) Data fra Miljøstyrelsens vejledning til støjbergningsresultater

Beregningsresultater

Lydniveau

Støj følsomt område

Antal	Navn	Ost	Nord	Z	Immissionshøjde [m]	Vindhastighed [m/s]	Krav Fra vindmøller [dB(A)]	Lydniveau [dB(A)]	Krav overholdt ?
B	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (79)	350.879	6.170.786	2,5	1,5	6,0	20	9	Ja
C	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (80)	351.404	6.168.862	2,5	1,5	8,0	20	12	Ja
D	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (83)	360.142	6.170.713	0,0	1,5	6,0	20	9	Ja
F	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (110)	350.108	6.173.826	2,5	1,5	8,0	20	14	Ja
G	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (112)	349.176	6.175.074	0,0	1,5	6,0	20	11	Ja
H	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (115)	350.230	6.176.566	1,9	1,5	8,0	20	13	Ja
H	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (66)	351.087	6.171.587	2,5	1,5	6,0	20	12	Ja
Kolonihaveområde	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (107)	372.264	6.165.097	2,0	1,5	8,0	20	15	Ja
Sverige	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (107)	372.264	6.165.097	2,0	1,5	6,0	20	7	Ja
Sverige	Noise sensitive area: Danish 2019 low frequency - Regular dwellings (107)	372.264	6.165.097	2,0	1,5	8,0	20	12	Ja



Projekt:

Middelgrunden_Nye_Møller

Brugerlicens:

Niras

Ceres Allé 3

DK-8000 Aarhus C

+45 8732 3232

Jesper Konnerup / jek@niras.dk

Beregnet:

19-11-2021 13:49/3.3.294

DECIBEL - Hoved resultat**Beregning: Middelgrunden - Lavfrekvent Nye Møller på Middelgrunden****Afstande (m)**

Vindmølle	B	C	D	F	G	H	kolonihaveområde	Sverige
Lynetten 01	4245	6223	10531	1233	1274	1372		3244 23921
Lynetten 02	4219	6187	10411	1257	1399	1442		3209 23801
Middelgrunden - BONUS 01	4284	5679	7308	3463	4498	4162		3482 20695
Middelgrunden - BONUS 02	4138	5507	7235	3438	4523	4265		3357 20625
Middelgrunden - BONUS 03	3993	5335	7169	3415	4551	4370		3235 20559
Middelgrunden - BONUS 04	3848	5162	7110	3396	4583	4478		3116 20498
Middelgrunden - BONUS 05	3706	4989	7058	3383	4619	4588		3001 20441
Middelgrunden - BONUS 06	3564	4816	7014	3376	4658	4700		2890 20389
Middelgrunden - BONUS 07	3425	4642	6978	3372	4700	4814		2782 20342
Middelgrunden - BONUS 08	3287	4467	6950	3368	4745	4929		2672 20300
Middelgrunden - BONUS 09	3152	4293	6930	3370	4794	5041		2559 20262
Middelgrunden - BONUS 10	3019	4118	6918	3378	4846	5150		2446 20229
Middelgrunden - HOFOR 01	5769	7368	8372	3987	4404	3328		4832 21629
Middelgrunden - HOFOR 02	5619	7201	8241	3916	4396	3392		4691 21517
Middelgrunden - HOFOR 03	5472	7037	8118	3850	4393	3459		4554 21411
Middelgrunden - HOFOR 04	5323	6869	7997	3787	4394	3532		4415 21308
Middelgrunden - HOFOR 05	5173	6701	7882	3728	4399	3610		4277 21208
Middelgrunden - HOFOR 06	5024	6532	7771	3673	4408	3693		4141 21112
Middelgrunden - HOFOR 07	4875	6362	7667	3620	4421	3780		4005 21020
Middelgrunden - HOFOR 08	4725	6190	7567	3571	4439	3871		3870 20932
Middelgrunden - HOFOR 09	4578	6022	7475	3530	4460	3964		3740 20849
Middelgrunden - HOFOR 10	4431	5851	7388	3493	4478	4061		3610 20770
Nordre Flint	14639	13762	5841	16122	17563	17341		14583 7480
Nordre Flint	14982	13976	6481	16610	18108	17984		14985 6990
Nordre Flint	13340	13031	4247	14144	15327	14712		13041 10555
Nordre Flint	13657	13197	4455	14649	15901	15386		13419 9669
Nordre Flint	13974	13373	4803	15139	16456	16037		13797 8861
Nordre Flint	14307	13563	5282	15640	17021	16702		14192 8106
Nordre Flint	14072	14037	5476	14450	15466	14610		13656 11659
Nordre Flint	16060	15248	7081	17436	18821	18490		15966 6342
Nordre Flint	15788	15083	6679	17037	18371	17961		15647 6989
Nordre Flint	16310	15362	7578	17846	19297	19076		16280 5745
Nordre Flint	13032	12878	4203	13628	14745	14028		12670 11485
Nordre Flint	15304	14182	7127	17060	18608	18576		15363 6703
Nordre Flint	15027	14573	5830	15969	17187	16604		14779 8765
Nordre Flint	14683	14363	5576	15450	16607	15932		14379 9710
Nordre Flint	15432	14850	6239	16529	17807	17309		15237 7836
Nordre Flint	14363	14184	5457	14941	16036	15267		14003 10676
Prøvestenen 01	1471	3255	8684	1808	3567	4381		619 21868
Prøvestenen 02	1749	3448	8455	1929	3628	4367		933 21678
Prøvestenen 03	2038	3659	8232	2092	3715	4358		1249 21490