

Spredningsberegninger for Sundsverkið kraftværk

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 8. februar 2022 | 8



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Spredningsberegninger for Sundsverkið kraftværk

Forfatter(e): Anne Sofie Lansø
Institution(er): Institutet for Miljøvidenskab

Faglig kommentering: Camilla Geels
Kvalitetssikring, DCE: Vibeke Vestergaard Nielsen
Sproglig kvalitetssikring: Vibeke Vestergaard Nielsen

Rekvirent: SEV, Færøerne

Bedes citeret: A.S. Lansø. 2022. Spredningsberegninger for Sundsverkið kraftværk. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 13 s. - - Fagligt notat nr. 2022|8
https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2022/N2022_8.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: SEV

Sideantal: 13

Indhold

1	Indledning	4
2	Beregningsgrundlag	5
2.1	Skorstensdata	5
2.2	Emissionsdata	5
2.3	Beregningsdomæne	6
2.4	Meteorologiske data	7
3	Spredningsberegninger	8
3.1	Resultater	8
3.2	Nærliggende beboelse og industri	10
3.3	Sammenligning med tidligere spredningsberegninger for station 3	11
4	Sammenfatning	12
5	Referencer	13

1 Indledning

Dette notat indeholder atmosfæriske spredningsberegninger foretaget med OML-Multi version 7.0 for Sundsverkið kraftværket på Færøerne. Beregningerne er foretaget for kraftværkets nye station (station 3), samt en ældre del af kraftværket (station 1).

I forbindelse med planlægningen af den nye station er der tidligere blevet foretaget spredningsberegninger for station 3, som er præsenteret i følgende notat: H. R. Olesen, 2017, OML-beregninger for ny skorsten på Sundsverkið kraftværket. *Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi*.

Station 1 indeholder to motorer med hvert sit afkast (M1 og M2). Den nye station 3 består af 4 motorer (M6, M7, M8 og M9), som alle er tilsluttet et samlet afkast betegnet M_6789. Spredningsberegningerne er udført for kvælstofdioxid (NO₂), svovldioxid (SO₂) og kulilte (CO).

Resultaterne bliver præsenteret som de største månedlige 99%-fraktiler, da disse er udtryk for nogle af de højeste koncentrationer, der vil forekomme i løbet af et år. Disse kan ligeledes sammenholdes med B-værdier for NO₂, SO₂ og CO, som er den tilladte værdi en virksomhed må bidrage til koncentrationerne i omgivelserne. I tillæg hertil angives de maksimale månedlige 99% fraktiler for bebyggelse og industri tæt ved Sundsverkið kraftværket.

Som nævnt i Olesen (2017) er OML udviklet til at blive benyttet for områder med ukompliceret terræn. Der er inkluderet en simpel metode til at tage højde for bakker, men det meget varierende terræn ved Sundsverkið kraftværket med en fjord omkranset af høje, stejle fjelde, øger usikkerheden af beregningsresultaterne.

2 Beregningsgrundlag

Spredningsberegningerne foretages for station 1, hvor motorerne M1 og M2 med hver sit afkast er placeret, samt den nye station 3, hvor motorerne M6, M7, M8 og M9 alle er forbundet til sammen afkast (M_6789). Station 2 med motor M4 og motor M5 er ikke inkluderet i beregningerne. Se Figur 2.1 for en oversigt over Sundsverkið kraftværket.

Beregningerne er foretaget ved maksimal last. Det er den forudsætning, der normalt benyttes ved beregninger i henhold til retningslinjerne i Luftvejledningen.



Figure 2.1. Fotografi af Sundsverkið kraftværk hvor de 3 stationer samt motorer er angivet

2.1 Skorstensdata

De fysiske skorstensdata, som er nødvendige for en OML-beregning, er listet i Tabel 2.1. Skorstensdata er udlevet af SEV.

M1 og M2 er påvirket af en generel bygningseffekt, hvorimod M_6789 ikke er påvirket af nogen bygningseffekter.

Tabel 2.1. Fysiske skorstensdata til brug i OML.

	Skorstens- højde	Indvendig diameter	Udvendig diameter	Røggas- temperatur i skorstenstop	Volumenstrøm ved aktuel iltprocent	Bygnings- højde	Kote, Skorstensfod
	[m]	[m]	[m]	[Celcius]	[Nm ³ /h]	[m]	[m]
M1	33	1,3	2,1	300	44.500	14	12
M2	33	1,3	2,1	300	44.500	14	12
M_6789	50	2,2	3,5	180	221.600	12	8

2.2 Emissionsdata

Emissionsdata for de tre afkast: M1, M2 og M_6789 er vist i Tabel 2.2 og udleveret af SEV. I station 3 med afkast M_6789 er der SCR rensningsudstyr til NO_x. Det er intet SCR rensningsudstyr ved station 1 (afkast M1 og M2).

Jævnfør Luftvejledningen regnes der med, at halvdelen af NO_x forefindes som NO₂.

SO₂-emissionerne er baseret på at brændselet er tungolie med et indhold af svovl på 0,5%.

Table 2.1. Emissionsdata til brug i OML for hvert afkast. Emissioner er for maksimal last af motorerne.

	NO _x (regnet i NO ₂ enheder) [g/s]	NO ₂ [g/s]	SO ₂ [g/s]	CO [g/s]
M1	30	15	4,4	2,3
M2	30	15	4,4	2,3
M_6789	32,8	16,4	20,4	10,8

2.3 Beregningsdomæne

Opsætning af beregningsdomæne samt brug af terrændata er identisk med Olesen (2017). Nedenfor følger en kort beskrivelse.

Spredningsberegninger med OML bliver foretaget i et net af beregningspunkter, kaldet receptorer. Beregningsnettet spredde sig over 2870 m x 2870 m med i alt 1641 receptorer, dvs. den indbyrdes afstand mellem receptorerne er 70 m.

Herudover er der udvalgt specifikke beregningspunkter svarende til nærliggende beboelse ved Kaldbak (punkterne A, B, C og D) og industri (punkterne E og F), hvor de beregnede koncentrationer oplyses for (se Figur 2.2).

Til hvert receptorpunkt er der hentet terrændata. OML-modellen er dog begrænset i dens håndtering af terrænforhold, idet der kun kan bruges én terrænhældning for hele domænet. Derfor er der valgt en terrænhældning på 10 grader, som vil give anledning til et konservativt estimat af koncentrationer i de udvalgte beregningspunkter ved Kaldbak.

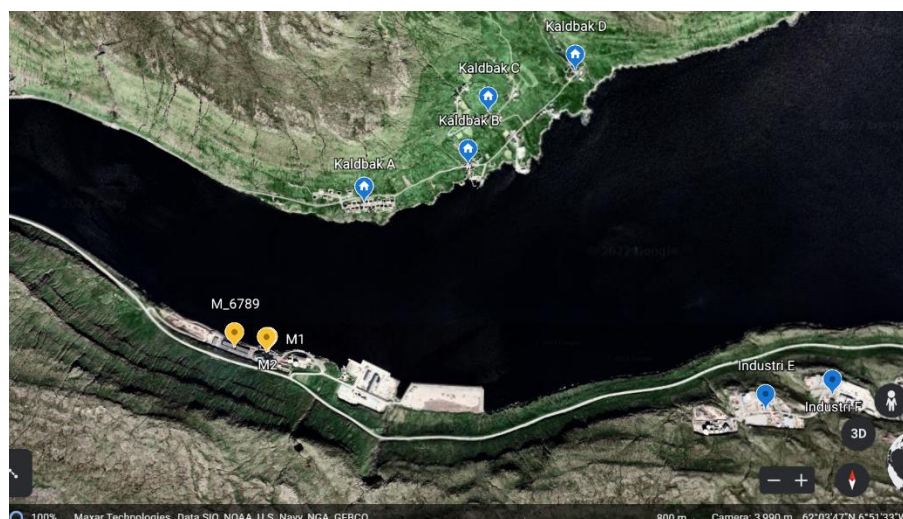


Figure 2.2. Oversigtskort af Sundsverkiø kraftværk, samt de 6 udvalgte beregningspunkter for beboelse og industri (kilde: Google Earth).

I OML-beregningerne er der benyttet en ruhedslængde på 0,1, hvilket svarer til landlige omgivelser uden høj vegetation.

2.4 Meteorologiske data

Spredningsberegningerne med OML er foretaget med 10 års meteorologiske data (2006-2015), som repræsenterer vejrforholdene omkring Færøerne. Disse meteorologiske data er ligeledes blevet benyttet i scenarieberegningerne i Olesen (2017) og refereres heri til som *Det færøske datasæt for perioden 2006-2015*.

Det færøske datasæt for perioden 2006-2015 er modellerede meteorologiske data fra den meteorologiske model WRF (Skamarock et al., 2008), som anvendes i DEHM-model systemet udviklet ved DCE. Ved Færøerne har WRF-modellen en rummelig opløsning på 50 km, dvs. der er 50 km imellem hvert gitterpunkt. Den geografiske lokation for datasættet svarer til Thorshavn, hvor de meteorologiske data er opnået vha. interpolation imellem de 4 nærmeste gitterpunkter. Da opløsningen i WRF er 50 km, vil disse data i særdeleshed afspejle forholdene over havet ved Færøerne. Derfor vil de lokale meteorologiske forhold ved Sundsverkið adskille sig fra disse data, og de samme forhold for *Det færøske datasæt for perioden 2006-2015*, som er diskuteret i Olesen (2017), er derfor stadig gældende.

3 Spredningsberegninger

Resultaterne fra spredningsberegningerne med OML er præsenteret som de største månedlige 99%-fraktiler ved hjælp af grafik fra OML.

De største månedlige 99%-fraktiler er beregnet i hvert receptorpunkt. Den månedlige 99%-fraktil angiver den 8. højeste koncentration i løbet af en given måned, dvs. der har været 7 tilfælde med højere koncentrationer end den månedlige 99%-fraktil. Den største månedlige 99%-fraktil, er den højeste 99%-fraktil i receptorpunktet i løbet af den givne tidsperiode, som normalt er 12 måneder. Den største månedlige 99%-fraktil er derved et mål for de højeste koncentrationer, som vil forekomme i løbet af et år. Jævnfør Luftvejledningen sammenlignes de største månedlige 99%-fraktilværdier med B-værdien for det givne stof, som ikke må overskrides.

Ved 10 års meteorologiske data er princippet det samme, der vælges blot den største værdi blandt 120 måneder i stedet for 12. Denne fremgangsmåde er en smule mere konservativ end for et år, idet man forlanger at den maksimale månedlige 99%-fraktil skal overholde B-værdien for hele den 10-årige periode. Olesen (2017) viste, at der kun er en lille forskel ved brug af de to forskellige tidsperioder, men de største månedlige 99%-fraktiler for den 10-årige periode vil aldrig være mindre end dem for et år. Dog vil de give en mere regelmæssig udbredelse i omgivelserne.

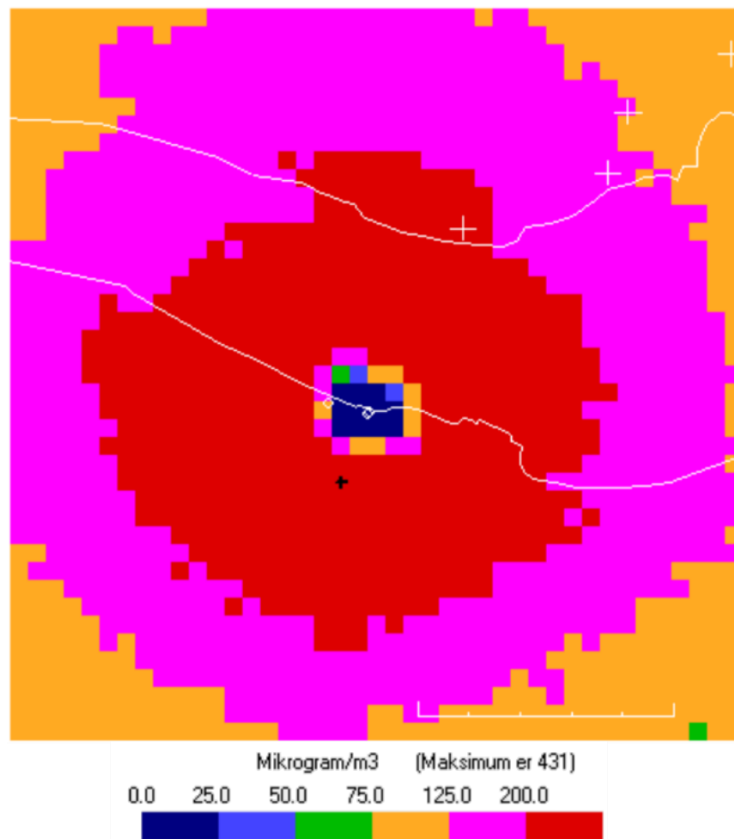
Det er værd at bemærke, at simplificering af terrænforhold i OML og et manglende lokalt meteorologisk dataset øger usikkerheden på de præsenterede resultater.

3.1 Resultater

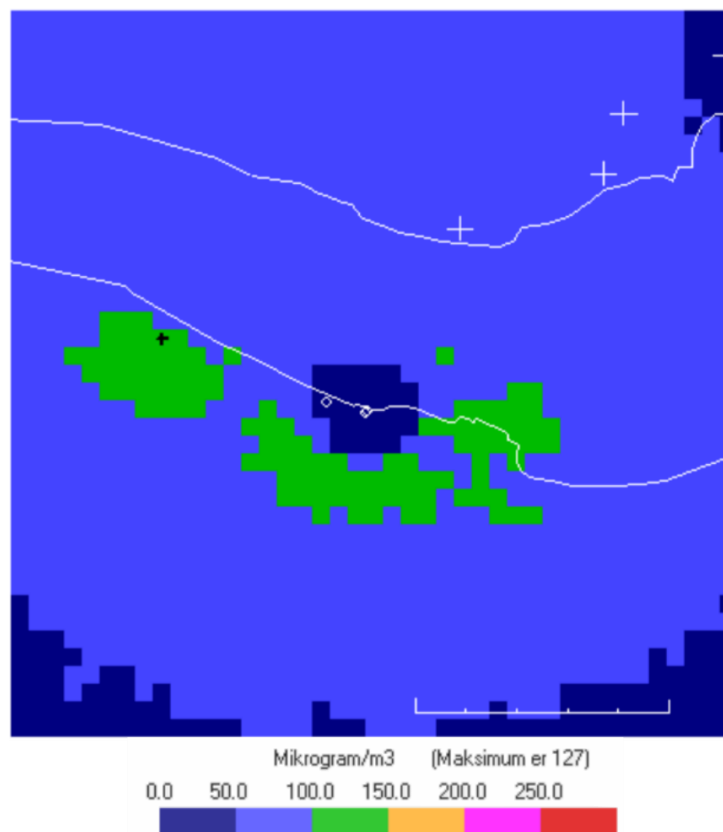
De største månedlige 99%-fraktiler for NO₂ for den 10-årige periode 2006-2015 er vist i Figur 3.2. B-værdien for NO₂ er 125 µg/m³, og ved maksimal last for M1, M2, M6, M7, M8 og M9 ses overskridelser af denne B-værdi i næsten hele beregningsdomænet. Maksimum på 431 µg/m³ forefindes på fjeldsiden syd for værket, men selv på den modsatte side af fjorden ses maksimale månedlige 99%-fraktiler over 200 µg/m³.

De største månedlige 99%-fraktiler for SO₂ for den 10-årige periode 2006-2015 er vist i Figur 3.1. B-værdien for SO₂ er 250 µg/m³, og ved maksimal last for M1, M2, M6, M7, M8 og M9 er der ingen overskridelser af denne B-værdi i beregningsdomænet. Den maksimale månedlige 99%-fraktil på 127 µg/m³ for SO₂ ses ved kyststrækningen vest for værket.

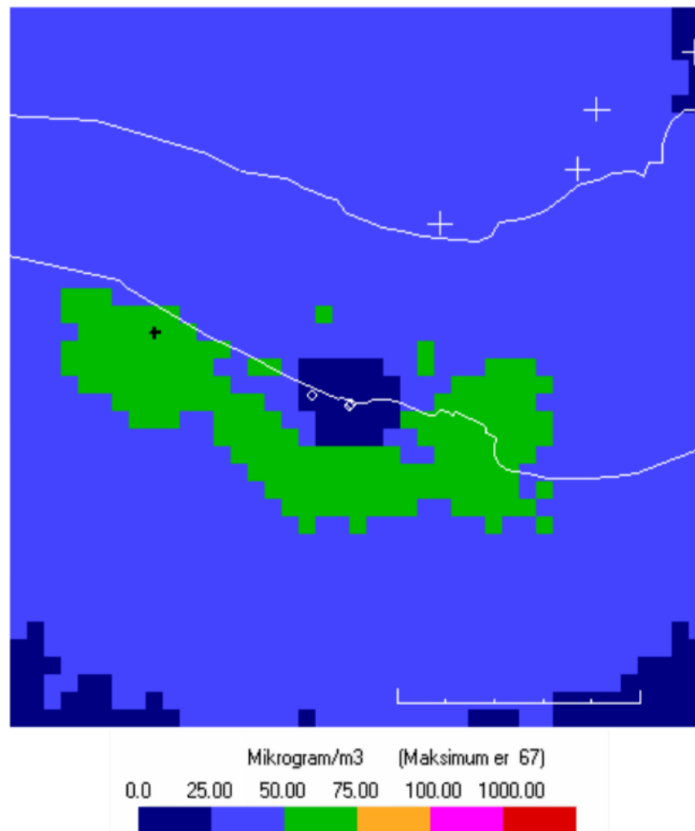
De største månedlige 99%-fraktiler for CO for den 10-årige periode 2006-2015 er vist i Figur 3.3. B-værdien for CO er 1000 µg/m³, og ved maksimal last for M1, M2, M6, M7, M8 og M9 ses der ingen overskridelser af denne B-værdi i beregningsdomænet. Den maksimale månedlige 99%-fraktil på 67 µg/m³ for CO opnås ved på kyststrækningen vest for værket.



Figur 3.1. De største månedlige 99%-fraktiler for NO₂ for den 10-årige periode 2006-2015. Fjorden er indtegnet i domænet, sammen med de 3 afkast (hvide cirkler) og beboelse i Kaldback (hvide kryds). Målestokken er 1 km med 200 m intervaller. Det sorte kryds angiver den højeste værdi af de største månedlige 99 %-fraktiler.



Figur 3.2. De største månedlige 99%-fraktiler for SO₂ for den 10-årige periode 2006-2015. Fjorden er indtegnet i domænet, sammen med de 3 afkast (hvide cirkler) og beboelse i Kaldback (hvide kryds). Målestokken er 1 km med 200 m intervaller. Det sorte kryds angiver den højeste værdi af de største månedlige 99 %-fraktiler.



Figur 3.3. De største månedlige 99%-fraktiler for CO for den 10-årige periode 2006-2015. Fjorden er indtegnet i domænet, sammen med de 3 afkast (hvide cirkler) og beboelse i Kaldbak (hvide kryds). Målestokken er 1 km med 200 m intervaller. Det sorte kryds angiver den højeste værdi af de største månedlige 99 %-fraktiler.

3.2 Nærliggende beboelse og industri

De største månedlige 99%-fraktiler for NO₂, SO₂ og CO for den 10-årige periode i udvalgte beregningspunkter svarende til beboelse ved Kaldbak og industriområder øst for Sundsverkið kraftværket er vist i Tabel 3.1. Tabellen inkluderer yderligere den højeste værdi for de største 99%-fraktiler i beregningsdomænet. Ved tre beboelsespunkter i Kaldbak (A, B, og C) er B-værdien overskredet for NO₂, når M1, M2, M6, M7, M8 og M9 kører med maksimal last. Ved sidste beboelsespunkt (D) og de to industriområder (E, F) er der ingen overskridelser i den 10-årige periode. SO₂ ligger under B-værdien på 250 µg/m³ i de 6 beregningspunkter (A-F). Selv den maksimale månedlige 99%-fraktil i hele beregningsdomænet på 127 µg/m³ er kun ca. 50% af B-værdien for SO₂. CO ligger ligeledes langt under B-værdien på 1000 µg/m³ i de 6 beregningspunkter (A- F). Den maksimale månedlige 99%-fraktil i hele beregningsdomænet svare til knap 7% af størrelsen på B-værdien for CO.

Table 3.1. De største månedlige 99%-fraktiler ved beboelse i Kaldbak (A, B, C og D) og industri (E, F) øst for Sundsverkið Kraftværket. Den største månedlige 99%-fraktil i hele beregningsdomænet er ligeledes vist. Alle værdier har enheden af µg/m³.

	Kaldbak [µg/m ³]				Industri [µg/m ³]		Max i hele domænet [µg/m ³]	B-værdi [µg/m ³]
	A	B	C	D	E	F		
NO ₂	212	135	135	90	69	54	431	125
SO ₂	64	62	62	48	38	29	127	250
CO	33	33	33	26	20	16	67	1000

3.3 Sammenligning med tidligere spredningsberegninger for station 3

I Olesen (2017) tog spredningsberegningerne kun højde for maksimale belastning af station 3. Ved disse beregninger var der ingen overskridelser af B-værdien for NO₂ og SO₂, når *det færøske dataset for perioden 2006-2015* blev anvendt som meteorologisk input. De største månedlige 99%-fraktiler lå langt under B-værdierne med hhv. 64 µg/m³ og 159 µg/m³. I disse beregninger var SO₂-indholdet i brændstoffet 1 %. Sammenlignes disse med spredningsberegningerne fra nærværende notat, hvori emissionerne er baseret på maksimal belastning af både station 1 og station 3, ses det tydeligt, at station 1 i høj grad bidrager til, at B-værdien overskrides for NO₂, når alle 6 motorer er tilsluttet med maksimal belastning. Station 3 har SCR rensningsudstyr til NO_x, hvorimod dette ikke er tilfældet for station 1. Til gengæld er den største månedlige 99%-fraktil for SO₂ faldet betragteligt, fordi SO₂-indholdet i tungolien benyttet nu kun er 0,5%. CO er ikke inkluderet i notatet fra 2017.

4 Sammenfatning

Der er gennemført spredningsberegninger med OML-modellen for Sundsverkið kraftværket. Emissionerne beskriver en situation med maksimal belastning af station 1, som er en ældre del af kraftværket og station 3, som er en nyligt opført del. Station 1 indeholder 2 motorer med individuelle afkast (M1 og M2), alt imens station 3 indeholder 4 motorer (M6, M7, M8 og M9) samlet i et afkast (M_6789). Station 3 indeholde SCR rensningsudstyr for NO_x , hvilket ikke er tilfældet for station 1.

Der er anvendt meteorologiske data for en 10-årig periode (2006-2015), som repræsenterer forholdene omkring Færøerne (*Det færøske datasæt for perioden 2006-2015*). Spredningsberegningerne for Sundsverkið kraftværket er udført med dette datasæt for at danne et konsistent sammenligningsgrundlag med de tidligere udførte beregninger for værket (Olesen, 2017).

Det stejle terræn i beregningsdomænet som følge af værkets placering på fjelde tilføjer en usikkerhed til resultaterne.

Resultaterne for spredningsberegningerne udført for en 10-årig periode viser en betydelige overskridelse af B-værdien for NO_2 i størstedelen af beregningsdomænet. Derimod er der ingen overskridelser af B-værdierne for SO_2 og CO i beregningsdomænet omkring Sundsverkið kraftværk.

5 Referencer

Olesen, H. R. (2017). OML-beregninger for ny skorsten på Sundsverkið kraftværket. In *Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi* (Issue april).

Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Barker, D. M., Duda, M. G., Huang, X.-Y., Wang, W., & Powers, J. (2008). A Description of the Advanced Research WRF Version 3. In *NCAR TECHNICAL NOTE: Vol. NCAR/TN-47*. <https://doi.org/10.1080/07377366.2001.10400427>