

Udviklingen i luftkoncentrationen af svovldioxid i Danmark set i forbindelse med svovlreduktion i skibsbrændstof

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 27. oktober 2016

Thomas Ellermann

Institut for Miljøvidenskab

Rekvirent:
Miljøstyrelsen

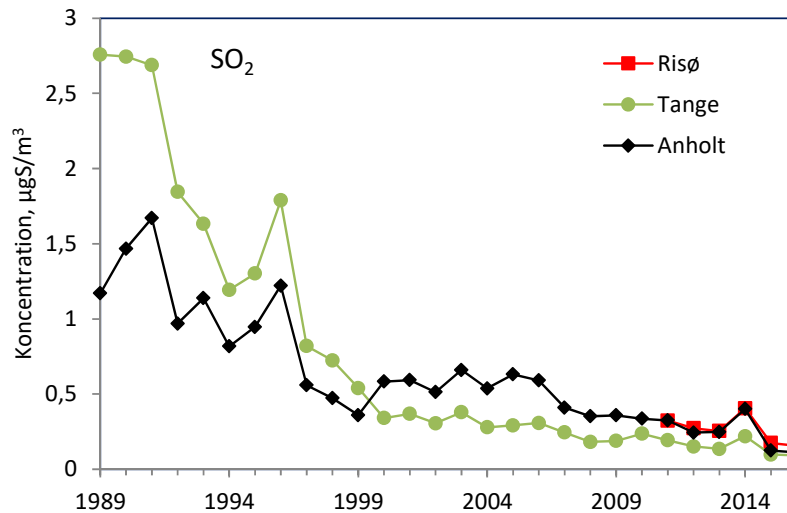
Antal sider: 9

Faglig kommentering:
Claus Nordstrøm
Kvalitetssikring, centret:
Kirsten Bang



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



Figur 1. Årsmiddelkoncentrationer af svovldioxid angivet som $\mu\text{gS}/\text{m}^3$. Data for 2016 dækker kun perioden fra januar til maj, og det er foreløbige data.

I perioden fra 2000 til 2006 var der et relativt stabilt koncentrationsniveau på både Anholt og Tange, hvorefter der ses et relativt stort fald fra 2006 til 2007, hvor faldet er størst på Anholt og lidt mindre på Tange. Dette fald i koncentrationerne er sammenfaldende med den første regulering af udledningerne fra skibstrafik, hvor indholdet af svovl i skibsbrændstof er reduceret fra omkring 2,7 % i gennemsnit til et maksimalt tilladt indhold på 1,5 % efter den 1. januar 2007.

Faldet i koncentrationsniveauerne mellem 2006 og 2007 er større på Anholt end ved Tange. Dette hænger igen sammen med andelen af svovldioxid fra skibstrafik. På Anholt stammer omkring to tredjedele af svovldioxiden fra skibstrafik, mens det kun er omkring en tredjedel ved Tange (Ellermann, 2015). Derfor må det forventes, at faldet i svovldioxid er størst på Anholt og noget mindre ved Tange.

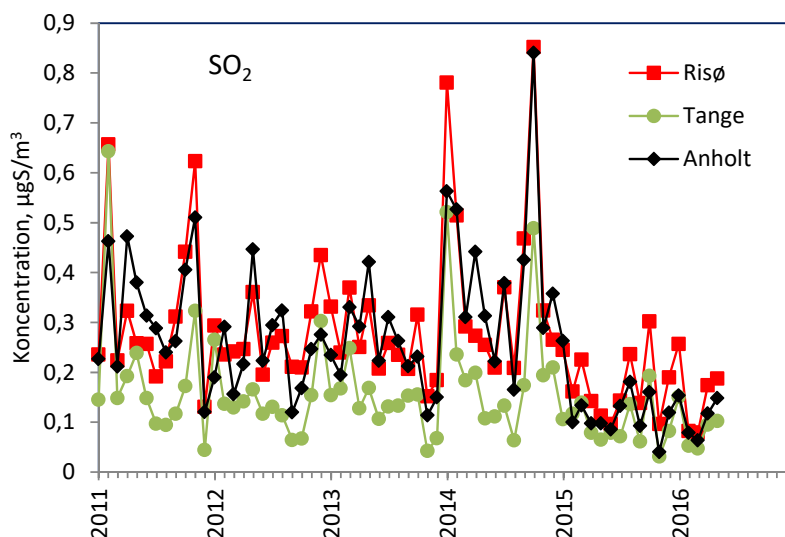
I 2010 indførtes andet trin i reguleringen af svovl i skibsbrændstof. Denne gang var der tale om en reduktion i det tilladte svovlindhold i fuelolie til skibstrafik fra 1,5 % til 1,0 %, som trådte i kraft 1. marts 2010. På Anholt ses et svagt fald i årsmiddelkoncentrationerne mellem 2009 og 2010, mens der registreres en mindre stigning i niveauerne ved Tange. Omkring 2010 ses derfor ikke noget sammenfald mellem de målte ændringer i koncentrationerne og den forventede nedgang i udledningerne. Denne relative lille nedsættelse af det tilladte indhold af svovl i skibsbrændstof (fra 1,5 % til 1,0 %), sammen med de naturlige variationer i de meteorologiske forhold må antages at være årsagen til, at denne reduktion ikke kan erkendes i målingerne.

Den 1. januar 2015 kom det tredje trin i nedsættelsen af svovludledningerne. Denne gang var der tale om et fald på en faktor 10 i det tilladte svovlindhold i fuelolie til skibstrafik fra 1,0 % til 0,1 %. Som det ses af figur 1 er koncentrationerne på alle målestationerne i 2015 og 2016 mindre end i 2014 og de foregående fire år, hvilket viser, at nedsættelsen af svovl i skibsbrændstof har haft effekt. Faldet er størst på Anholt, hvilket underbygger, at der er tale om et fald som følge af reduktion i udledningen af svovldioxid fra skibstrafik. Årsagen til den relativt høje koncentration i 2014 forklares i næste afsnit.

Månedsmiddelværdier

Figur 2 viser udviklingen i månedsmiddelkoncentrationer siden 2011. Data til og med 2015 er fuldt kvalitetskontrollerede, mens resultaterne fra 2016 kun omfatter de foreløbige resultater fra de første fem måneder. Da der er en vis årstidsvariation i udledningerne af svovldioxid, så vil en sammenligning af middelværdierne for januar-maj 2016 med årsmiddelværdierne for de tidligere år give fejl i forhold til vurdering af effekten af reduktionen af svovlindhold i skibsbrændstof. En sammenligning baseret på middelværdier for perioden fra januar til maj giver derfor en bedre vurdering af effekten.

På figur 2 ses udviklingstendensen for månedsmiddelværdierne for 2011 og frem. For alle tre målestationer ses et markant fald i månedsmiddelværdierne efter årsskiftet 2014/2015. Faldet er mest markant for Anholt, hvor der i 2015 og 2016 måles de laveste værdier siden 2011. Det mindste fald ses for Tange, hvor der i de foregående år har været tilsvarende lave månedsmiddelværdier som i 2015 og 2016. Den større ændring i niveauerne for Anholt sammenlignet med de øvrige målestationer skyldes den større andel, som skibsudledningerne udgør af koncentrationerne af svovldioxid på Anholt.



Figur 2. Udviklingstendens for månedsmiddelværdierne for svovldioxid. Koncentrationerne er angivet som $\mu\text{g S}/\text{m}^3$. Data for 2016 er foreløbige.

På figur 2 ses endvidere, at der ofte kan være relativt stor forskel mellem månedsmiddelværdierne. Oftest skyldes variationerne mellem månederne de naturlige variationer i de meteorologiske forhold. Dette er for eksempel tilfældet for de høje værdier i januar 2014. Beregninger af luftmassernes bevægelser viser, at der formentligt er tale om en episode, hvor transport af luft fra Polen igennem nogle dage har givet anledning til de høje værdier (Ellermann, 2015). Polen har fortsat en væsentligt højere udledning af svovldioxid end de øvrige omgivende lande (EMEP, 2016).

I forbindelse med undersøgelsen har det vist sig, at de høje månedsmiddelkoncentrationer i efteråret 2014 skyldes en række episoder med særdeles høje koncentrationer af svovldioxid i Danmark, som formentligt skyldes de store udledninger af svovl fra vulkanudbruddet ved Holuhraun på Island, som i perioden fra august 2014 til februar 2015 har udledt store mængder svovldioxid (for flere detaljer henvises til Ellermann (2015)).

Når ændringerne i 2015-2016 vurderes til at skyldes andre årsager end de meteorologiske forhold er det på grund af følgende:

- Koncentrationerne har aldrig været så lave på Anholt tidligere.
- Mønsteret er forandret idet det ser ud til, at de naturlige variationer i 2015 og 2016 svinger omkring et betydeligt lavere niveau.
- Forholdet mellem målestationerne er ændret. Hvor Anholt tidligere har svinget med koncentrationer, som generelt lå væsentligt højere end Tange, så ligger Anholt i 2015 og 2016 mere på niveau med Tange.

I tabel 1 ses middelværdierne for januar-maj for perioden fra 2011 til 2016. Det fremgår tydeligt, at middelværdierne for alle tre målestationer er væsentligt lavere i 2015 og 2016 end de tidligere fire år. Faldet har været størst for Anholt, hvor middelkoncentrationen er faldet med 0,21 µgS/m³ set i forhold til middelværdien for perioden 2011-2014, svarende til et fald på 62 %. Faldet er på 50 - 56 % på de to øvrige målestationer, hvor andelen af svovldioxid fra skibstrafik er noget mindre end på Anholt.

Tabel 1. Middelværdier af svovldioxid ($\mu\text{g S/m}^3$) for januar-maj for perioden fra 2011 til 2016, samt middelværdi for perioden januar-maj i 2011-2014 og 2015-2016 og ændring fra 2011-2014 til 2015-2016. Data for 2016 er foreløbige resultater.

Januar-maj	Anholt $\mu\text{g S/m}^3$	Risø $\mu\text{g S/m}^3$	Tange $\mu\text{g S/m}^3$
2011	0,35	0,34	0,27
2012	0,26	0,28	0,17
2013	0,29	0,31	0,17
2014	0,43	0,42	0,25
2015	0,14	0,18	0,10
2016	0,11	0,16	0,09
Middel 2011-2014	0,33	0,34	0,22
Middel 2015-2016	0,13	0,17	0,10
Faldet med ($\mu\text{g S/m}^3$)	0,21	0,17	0,12
Ændring %	62	50	56

Sammenfatning og konklusion

Nordsøen og Østersøen er begge udnævnt til Sulphur Emission Control Areas (SECA's) under den Internationale Søfartsorganisations (IMO) MARPOL konvention (International Convention for the Prevention of Pollution From Ships). Den 1. januar 2015 trådte et nyt trin i reguleringen i kraft, hvor det tilladte indhold af svovl i skibsbrændstof blev reduceret med en faktor 10. Målet med denne undersøgelse er at vurdere, om den forventede store ændring i udledningerne kan ses i målingerne af svovldioxid i Danmark.

Udviklingstendensen for koncentrationerne af svovldioxid på de tre baggrundsmålestationer Anholt, Tange og Ulborg viser et stort fald i koncentrationerne af svovldioxid på de tre målestationer i forbindelse med årsskiftet 2014/2015. Faldet er størst på Anholt, hvor middelkoncentrationen for januar-maj i 2015 og 2016 er faldet med 0,21 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$ set i forhold til middel af 2011-2014, svarende til et fald på 62 %. Faldet er omkring 50 - 56 % på de to øvrige målestationer, hvor andelen af svovldioxid fra skibstrafik er noget mindre end på Anholt. Det er derfor DCE's konklusion, at de lavere tilladte grænser for indhold af svovl i skibsbrændstof har givet anledning til en reduktion af udledningerne, og at dette er årsag til langt hovedparten af det store fald i koncentrationerne.

Det skal bemærkes, at data fra 2016 endnu ikke er fuldt kvalitetskontrollerede, men typisk giver den afsluttende datakontrol kun anledning til mindre justeringer i de beregnede middelværdier, hvorfor hovedkonklusionen ikke forventes at blive ændret.

Litteratur

Ellermann, T., 2015. Effekten af svovlreduktion i skibsbrændstof på koncentrationerne af svovldioxid. DCE-notat. 14 s., http://dce.au.dk/fileadmin/-dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2015/Fokuspunkt_SO2_v2_2_.pdf

EMEP,2016. EMEP emissions database. http://www.ceip.at/ms/-ceip_home1/ceip_home/webdab_emepdatabase/