

Spredningsberegninger økt kapasitet

Solør Bioenergi

Dato: 09.07.2020
Utarbeidet av: **Dag Borgnes**
Oppdragsgiver: Solør Bioenergi AS

Rapport

Oppdragsgiver: **Solør Bioenergi AS**

Dato: 09.07.2020

Prosjektnavn: [Click here to enter text.](#)

Dok. ID: 34677-00003-1.0

Tittel.: **Spredningsberegninger økt kapasitet**

Deres ref: Hans Moss

Utarbeidet av: Dag Borgnes

Kontrollert av: Stine Torstensen

Status:

Sammendrag: **Endelig utgave**

Norsk Energi har på oppdrag fra Solør Bioenergi AS beregnet maksimale timemiddelbidrag for utslipp av NO_x, maksimale årsmiddelbidrag av aktuelle metaller og nødvendig skorsteinshøyde i forbindelse planlagt nytt anlegg ved Solør Bioenergi AS sitt forbrenningsanlegg for avfallstrevirke i Kirkenær.

Spredningsberegningene er utført ved hjelp av spredningsberegningsmodellen AERMOD. Det er tatt hensyn til de nærmeste omkringliggende bygningene i beregningsmodellen. Det er benyttet meteorologidata fra Flisa målestasjon.

Det er utført beregninger med felles skorstein for nytt og eksisterende anlegg. Beregningene viste at felles skorstein på 38 meter er tilstrekkelig for å sikre akseptable bidrag.

Maksimalt timemiddelbidrag av NO₂ er godt innenfor akseptabelt nivå angitt i utslippstillatelsen og i Miljødirektoratets veileder for alle alternativer.

Maksimalt årsmiddelbidrag av sum av antimon (Sb), arsen (As), bly (Pb), krom (Cr), kobolt (Co), kobber (Cu), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V) er beregnet til lavere enn 0,8 ng/ m³.

Årsmiddelbidraget av alle metaller i denne metallgruppa er lavere enn aktuelle luftkvalitetskriterier ved den foreslåtte skorsteinshøyden.

Spredningsberegningene er konservative:

- ved beregning av årsmiddelkonsentrasjonsbidrag er det benyttet utslippskonsentrasjon av metaller tilsvarende maksimal 6-8 timers middelerverdi. Gjennomsnittlig utslippskonsentrasjon over året er vesentlig lavere enn dette.
- det er lagt til grunn at anleggene går på maksimal effekt hele døgnet og hele året

INNHOLD

1	Innledning	4
2	Lokalisering	5
3	Utslippsdata.....	6
4	Meteorologi og spredning	7
5	Grenseverdier og luftkvalitetskriterier	8
5.1	Svevestøv og NO ₂	8
5.2	Metaller	8
6	Bakgrunnskonsentrasjoner og maksimalt anbefalt bakkekonsentrasjonsbidrag for NO ₂	10
7	Beregningsforutsetninger	11
8	Resultater og vurderinger.....	12
8.1	Maksimalt timemiddelbidrag av NO ₂	12
8.2	Årsmiddelbidrag av metaller	13
9	Usikkerhet ved modellberegninger	15

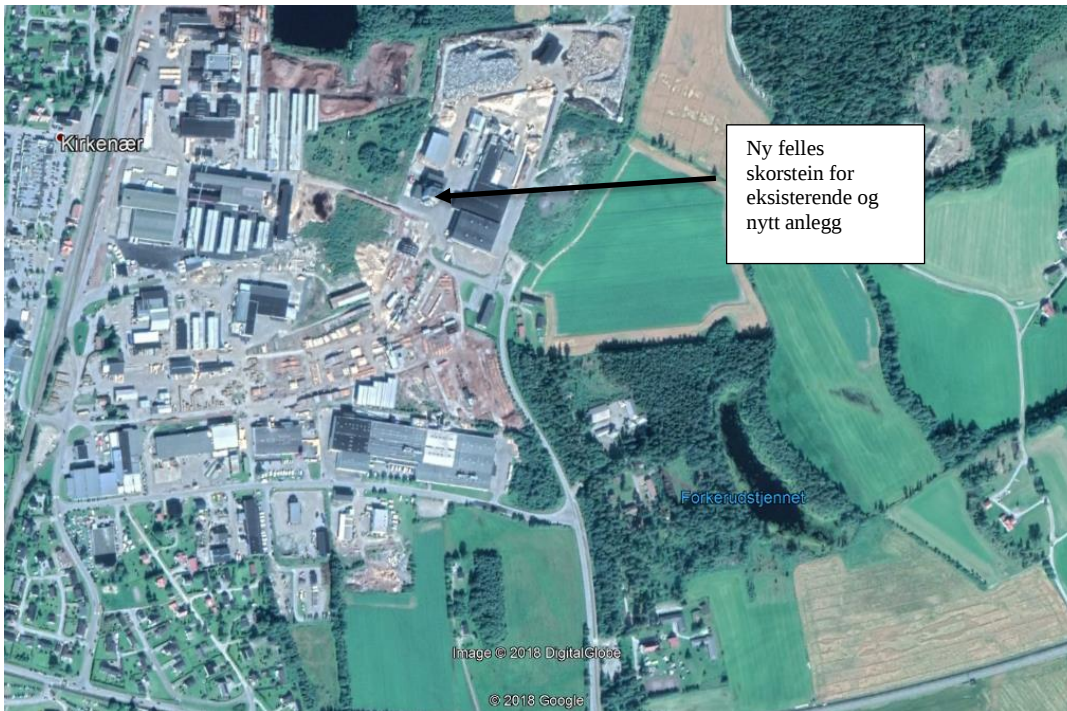
1 Innledning

Norsk Energi utførte i 2018 skorsteinshøyde- og spredningsberegninger i forbindelse med Solør Bioenergis søknad om økt kapasitet fra 10 til 13 MW avgitt effekt.

Denne rapporten omhandler skorsteinshøyde- spredningsberegninger i forbindelse med planlagt utvidelse av anlegget med ny kjel med 8 MW innfyrte effekt.

2 Lokalisering

Figur 1 nedenfor viser lokalisering av anlegget og planlagt lokalisering av ny felles skorsteinen.



Figur 1 Lokalisering av anlegget og eksisterende anlegg

Ny felles skorstein er planlagt lokalisert der skorsteinen er idag.

Høyde på eksisterende varmesentral er 22 meter. Ny varmesentral vil bli ca 30x30 meter i grunnflate og ca 20 meter høy.

3 Utslippsdata

Beregningsforutsetninger for utslipp er basert på verdier oppgitt fra oppdragsgiver, se Tabell 1 nedenfor.

Tabell 1 Beregningsforutsetninger for spredningsberegningene

		Eksisterende anlegg 2018	Nytt anlegg/beregnings- forutsetninger spredningsberegninger	Eksisterende+nytt anlegg, felles skorstein
Innfyrteffekt	MW _{th}	15	8	23
Avgitt effekt	MW _{th}	13	6.9	19.9
Termisk virkningsgrad	%	86	86	
Røykgassmengde	Nm ³ /h tørr gass ved reell O ₂	19500	10320	29820
Fuktighet i røykgass (ved 30 % fukt i brensel)	Vol-%, våt	19	19	19
Oksygenkonsentrasjon i skorstein, reell	vol-%, tørr	4	4	4
Røykgasstemperatur i skorstein	°C	150	150	150
Røykgassmengde	m ³ /h, våt	37302	19741	57043
Utslippshastighet	m/s	20.6	20.4	20.4
Skorsteinsdiameter	m	0.8	0.585	0.995
Skorsteinshøyde	m	25/bestemmes vha. spredningsberegning	bestemmes vha. spredningsberegning	bestemmes vha. spredningsberegning
NO _x -konsentrasjon (som NO ₂)	mg/Nm ³ , tørr gass ved 11 vol-% O ₂	226*	125**	
NO _x -utslipp (som NO ₂)	g/s	2.1	0.6	2.7
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V , 6-8 timers middelerdi	mg/Nm ³ , tørr gass ved 11 vol-% O ₂	0.20***	0.15	
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	g/s	0.0018	0.0007	0.0026

*For å oppnå timemiddelbidrag av NO₂ som var innenfor det som er angitt å være akseptabelt i Miljødirektoratets nye veileder for spredningsberegninger og bestemmelse av skorsteinshøyde fant vi at timemiddelkonsentrasjonen i utslippet måtte være lavere enn 226 mg/Nm³

**Det nye anlegget vil bli utstyrt med SNCR

***Basert på måleresultater ved eksisterende anlegg

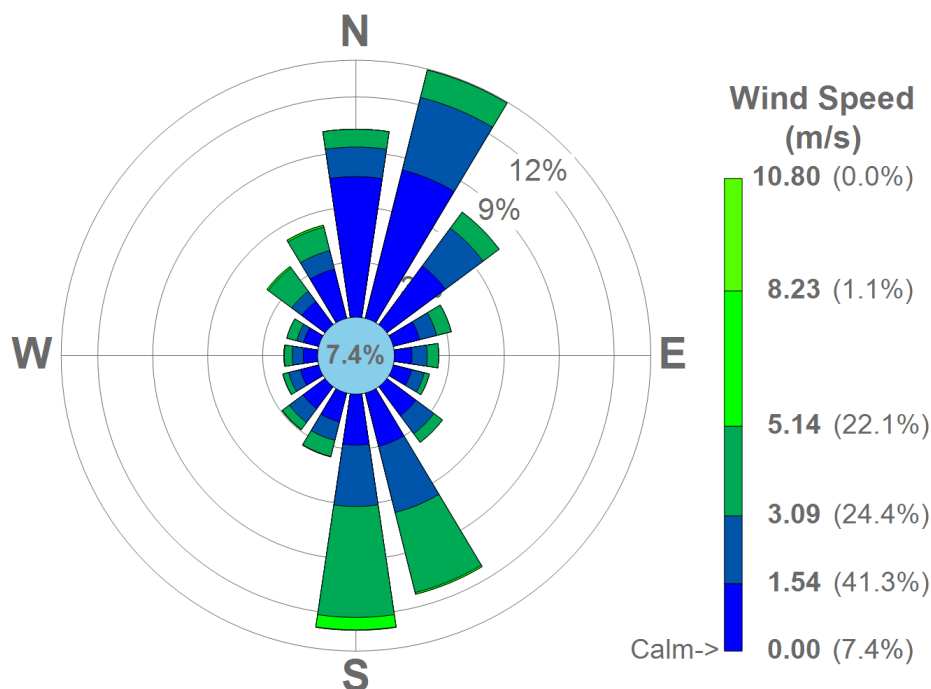
Ved modellering er det tatt hensyn til omkringliggende bygninger.

4 Meteorologi og spredning

Luftas stabilitetsforhold og vindhastighet har betydning for hvordan utslippene spres. Svak vind og ustabil atmosfære gir normalt maksimalkonsentrasjoner nær utslippet. Slike forhold vil det typisk være når det er sol om sommeren. Er atmosfæreforholdene nøytrale vil maksimalkonsentrasjonene forekomme lengre fra utslippet. Svak til moderat vind og stabil atmosfære (inversjon) forekommer om vinteren og om natten på sommeren. Slike forhold gir maksimalkonsentrasjoner lengre fra utslippsstedet.

I modelleringen er det benyttet meteorologiske data for januar til mars samt november og desember 2014 basert på målte data fra Flisa målestasjon.

Vindrosen for Flisa for 2014 er vist i figuren nedenfor.



Figur 2 Vindrose for Flisa målestasjon 2014

5 Grenseverdier og luftkvalitetskriterier

5.1 Svevestøv og NO₂

Myndighetene har angitt grenseverdier, mål og luftkvalitetskriterier for konsentrasjoner av bl.a. svevestøv i uteluft. Grenseverdiene er gitt i Forurensningsforskriftens kapittel 7¹.

Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttet har fastsatt luftkvalitetskriterier for ulike luftforurensningskomponenter basert på eksisterende kunnskap om hvilke helseeffekter de gir².

Tabell 2 Grenseverdier og luftkvalitetskriterier for NO₂ og svevestøv

	Parameter	Enhet	Midlingstid		
			1 time	24 timer	1 år
Forurensningsforskriften kapittel 7 Tiltaksgrense (helse)	NO ₂	µg/m ³	200 ¹		40
	Svevestøv (PM ₁₀)	µg/m ³		50 ²	25
	Svevestøv (PM _{2,5})	µg/m ³			15
Luftkvalitetskriterier	NO ₂	µg/m ³	100		40
	Svevestøv (PM ₁₀)	µg/m ³		30	20
	Svevestøv (PM _{2,5})	µg/m ³		15	8

¹ Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår

² Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 30 ganger pr. år

³ Fra 1. januar 2016

Vi ser av tabellen ovenfor at timegrenseverdien for NO₂ ikke skal overskrides mer enn 18 ganger pr år. Dette betyr at 19. høyeste modellerte NO₂-bidrag (+bakgrunnskonsentrasjon) ikke skal overskride grenseverdien.

5.2 Metaller

Forurensningsforskriftens kapittel 7 inneholder grenseverdi for bly og målsetningsverdier for arsen, kadmium og nikkel. Se tabellene nedenfor.

Tabell 3 Grenseverdi for tiltak for bly (helse)

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi
Bly	Kalenderår	0,5 µg/m ³

Målsetningsverdiene for metaller i forurensningsforskriften er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 4 Målsetningsverdier for tiltak for arsen, kadmium og nikkel

Komponent	Midlingstid	Målsetningsverdi
Arsen	Kalenderår	6 ng/m ³
Kadmium	Kalenderår	5 ng/m ³
Nikkel	Kalenderår	20 ng/m ³

¹ Grenseverdier luftkvalitet: Forurensningsforskriften kap 7. <http://www.lovdata.no/for/sf/md/td-20040601-0931-020.html>

² Luftkvalitetskriterier: Folkehelseinstitutt og Miljødirektoratet: *Virkninger av luftforurensninger på helse*. Nasjonalt folkehelseinstitutt Rapport 2013/9.

I forurensningsforskriften heter det at «Det skal gjennomføres nødvendige tiltak for at forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft ikke overstiger målsettingsverdiene, såfremt dette ikke vil innebære uforholdsmessig store omkostninger. Konsentrasjonene av arsen, kadmium og nikkel skal beregnes ut fra totalt innhold i PM_{10} -fraksjonen, som gjennomsnitt over et kalenderår.»

Forurensningsforskriften angir også terskelverdier for vurdering av krav til målinger av arsen, bly, kadmium og nikkel, se tabellen nedenfor.

Tabell 5 Terskelverdier for vurdering av krav til målinger av arsen, bly, kadmium og nikkel

Forurensningskomponent	Øvre vurderingsterskel (årsmiddel)	Nedre vurderingsterskel (årsmiddel)
Arsen	3,6 ng/m ³	2,4 ng/m ³
Bly	0,35 µg/m ³	0,25 µg/m ³
Kadmium	3 ng/m ³	2 ng/m ³
Nikkel	14 ng/m ³	10 ng/m ³

I forskriften heter det følgende: «I større byområder og andre soner hvor nedre vurderingsterskel er overskredet, skal det foretas målinger. I større byområder og soner hvor konsentrasjonene i et representativt tidsrom ligger mellom øvre og nedre vurderingsterskel, kan antall målestasjoner reduseres hvis det benyttes en kombinasjon av målinger og modellberegninger. I større byområder og soner hvor konsentrasjonene ligger under nedre vurderingsterskel, er det tilstrekkelig å benytte modellberegninger eller teknikker for objektive anslag for å vurdere luftkvaliteten.»

Tabellen nedenfor gir en oversikt over luftkvalitetskriterier for ulike metaller (<https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/metaller/metaller---luftkvalitetskriterier/>).

Tabell 6 Luftkvalitetskriterier for metaller (årsmidler, unntatt vanadium)

Komponent	Luftkvalitetskriteriet
Arsen (As)	2 ng/m ³
Bly (Pb)	0,1 µg/m ³
Kadmium (Cd)	2,5 ng/m ³
Krom (Cr[VI])	0,1 ng/m ³
Kvikksølv (Hg)	0,2 µg/m ³
Mangan (Mn)	0,15 µg/m ³
Nikkel (Ni)	10 ng/m ³
Vanadium (V)	0,2 µg /m ³ (døgnmiddel)

Kobber (Cu) omfattes ikke av forurensningsforskriftens grenseverdier eller luftkvalitetskriteriene. Det finnes imidlertid grenseverdier for arbeidsmiljø i Forskrift om Tiltaks- og grenseverdier³. Grenseverdiene omfatter ulike forbindelser. Kobberforbindelsen med laveste grenseverdi er kobber (røyk) med grenseverdi på 0,1 mg/m³ (8 timers gjennomsnitt i pustesonen til arbeidstaker).

³ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2011-12-06-1358>

6 Bakgrunnskonsentrasjoner og maksimalt anbefalt bakkekonsentrasjonsbidrag for NO₂

I utslippstillatelsens punkt 6.2 heter det følgende: «Ved etablering av nye utslippspunkter, skal utslippshøyder bestemmes av beregninger basert på tillatt utslippsmengde, eksisterende bakgrunnskonsentrasjon og de ugunstigste spredningsforhold som kan forekomme, slik at konsentrasjonen av NO₂ og andre komponenter som slippes ut fra anlegget ved bakkenivå eller ved eventuelle nærliggende luftinntak ikke overskrider med enn 50 % av differansen mellom Klima- og forurensningdirektoratets anbefalte luftkvalitetskriterier og bakgrunnskonsentrasjonen.»

For beregning av skorsteinshøyde har vi behov for bakgrunnskonsentrasjon for NO₂ timemiddel.

Det foreligger ikke målte relevante bakgrunnskonsentrasjoner for den aktuelle lokaliteten, og vi har benyttet modellerte bakgrunnskonsentrasjoner hentet fra www.luftkvalitet.info/ModLUFT.

Bakgrunnskonsentrasjon årsmiddel for det aktuelle området er ca 11 µg/m³. For å beregne bakgrunnskonsentrasjon timemiddel har vi benyttet metodikk spesifisert i Miljødirektoratets veileder for spredningsberegninger og bestemmelse av skorsteinshøyde. Dette gir estimat for bakgrunnskonsentrasjon timemiddel på $2 \times 11 = 22$ µg/m³.

Maksimalt anbefalt bakkekonsentrasjonsbidrag blir dermed $(100 - 22) / 2 = 39$ µg/m³.

7 Beregningsforutsetninger

Spredningsberegningene er utført ved hjelp av spredningsberegningsprogrammet "Breeze Aermod" som bygger på modeller utarbeidet av Environmental Protection Agency (EPA).

Det er beregnet for et "worst case" mht. utslipp og maks effekt på de aktuelle kjelene. I beregningene er det benyttet meteorologiske data (timemiddelverdier) for 2014 basert på målte data fra Flisa målestasjon.

NO_x-utslippet fra anlegget vil hovedsakelig foreligge som NO. Under påvirkning av sollys og ozon vil noe NO oksideres til NO₂ i nærområdet. I beregningene er det lagt til grunn at all NO_x i utslippet foreligger som NO₂.

Programmet gir også mulighet til å beregne bakkekonsentrasjoner for tilfeller der en får røyknedslag pga. turbulens og levirvler bak bygninger. Vi har tatt hensyn til de nærmeste omkringliggende bygningene i modellen.

Vi har benyttet gridstørrelse på 50 meter.

8 Resultater og vurderinger

8.1 Maksimalt timemiddelbidrag av NO₂

Figuren nedenfor viser timemiddelbidrag av NO₂ med 38 meter høy felles skorstein lokalisert der skorsteinen er i dag. Denne skorsteinshøyden er valgt fordi den gir akseptable metallbidrag, se kapittel 8.2.2.



Figur 3 Maksimalt timemidlet bidrag av NO₂ (µg/m³). Felles skorstein med høyde 38 meter

Det fremgår av figuren ovenfor at skorsteinshøyde på 38 meter gir maksimalt timemiddelbidrag lavere enn 20 µg/m³. NO₂-bidraget er dermed godt innenfor akseptabelt nivå angitt i utslippstillatelsen og i Miljødirektoratets veileder.

8.2 Årsmiddelbidrag av metaller

Det er utført beregninger av årsmiddelbidrag av sum av antimon (Sb), arsen (As), bly (Pb), krom (Cr), kobolt (Co), kobber (Cu), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V)). Av de nevnte metallene er det Cr (VI) som har lavest luftkvalitetskriterium med 0,1 ng/m³ etterfulgt av arsen med 2 ng/m³. Resultater fra utslippsmålingene i 2018 og 2019 tilsier at Cr utgjør ca ¼-del av metallsummen og at arsen utgjør ca halvparten av metallsummen.

Det foreligger ikke måledata vedrørende eventuell andel av Cr(VI). Oppdragsgiver har vært i kontakt med Treteknisk Institutt som har oversendt artikkel vedrørende andel Cr(VI) i aske fra forbrenning av CCA-impregnert trevirke og blanding av CCA-impregnert og annet trevirke⁴. I *Abstract* og *Conclusion* heter det bl.a. følgende:

Abstract:

....When CCA-treated wood is combusted, chromium becomes concentrated in the ash. Cr(VI) in ash from the combustion of CCA-treated wood was found between 4 and 7% of the total chromium. In ash from the combustion of wood recovered from construction and demolition (C&D) debris (which contained some CCA-treated wood), Cr(VI) accounted for as much as 43% of the total Cr. Nearly, all of the Cr in SPLP leachates produced from the ash was in the Cr(VI) form. The degree of Cr(VI) leaching from the ash was highly dependent upon the alkalinity of the ash, with higher ash leachate pH resulting in greater concentrations of Cr(VI).

Conclusion:

....This study found that some Cr(III) in combusted CCA-treated wood did convert to Cr(VI), and that this Cr was readily leachable. The conversion of Cr(III) to Cr(VI) during combustion was not found to be strongly tied to the original amount of Cr present, but rather more strongly related to the alkalinity of the ash. Ash samples with higher pH values leached greater concentrations of Cr(VI). This is a concern because mixed wood from C&D debris facilities had the highest pH and because many WTE facilities add lime to scrub the exhaust gas, resulting in a very alkaline residual. These factors should be considered when considering the combustion of CCA-treated wood, as well as the combustion of other preserved wood products containing Cr.

I studien referert ovenfor fremkommer at pH-verdien er av betydning for hvordan Cr foreligger. I eksisterende anlegg benyttes kalk oppstrøms av renseanlegget. Det skal benyttes kalk også i planlagt anlegg. Dermed vil man få alkaliske forhold, noe som ifølge studien kan gi høyere andel Cr(VI).

Anlegget ved Solør er svært forskjellig fra forsøksanlegget som ble benyttet i studien; det er vesentlig større, det er høyere temperatur og avansert renseanlegg. Vi kjenner ikke til hvordan disse forskjellene påvirker andelen Cr(VI). Videre er studien fokusert på aske/bunnaske, mens vi er mest interessert i utslippet etter renseanlegg. Andel Cr(VI) ved anlegget kan fastlegges ved å utføre ytterligere utslippsmålinger.

Ved bestemmelse av skorsteinshøyde har vi lagt til grunn at opptil 50 % av Cr foreligger som Cr(VI). Dette betyr at maksimalt bidrag av sum metaller må være 0,8 ng/ m³ eller lavere. Dersom målinger viser høyere andel Cr(VI) enn 50 % tilsier benyttet metodikk at skorsteinen må forhøyes, tilsvarende kan skorsteinen være lavere dersom målingene viser lavere andel Cr(VI).

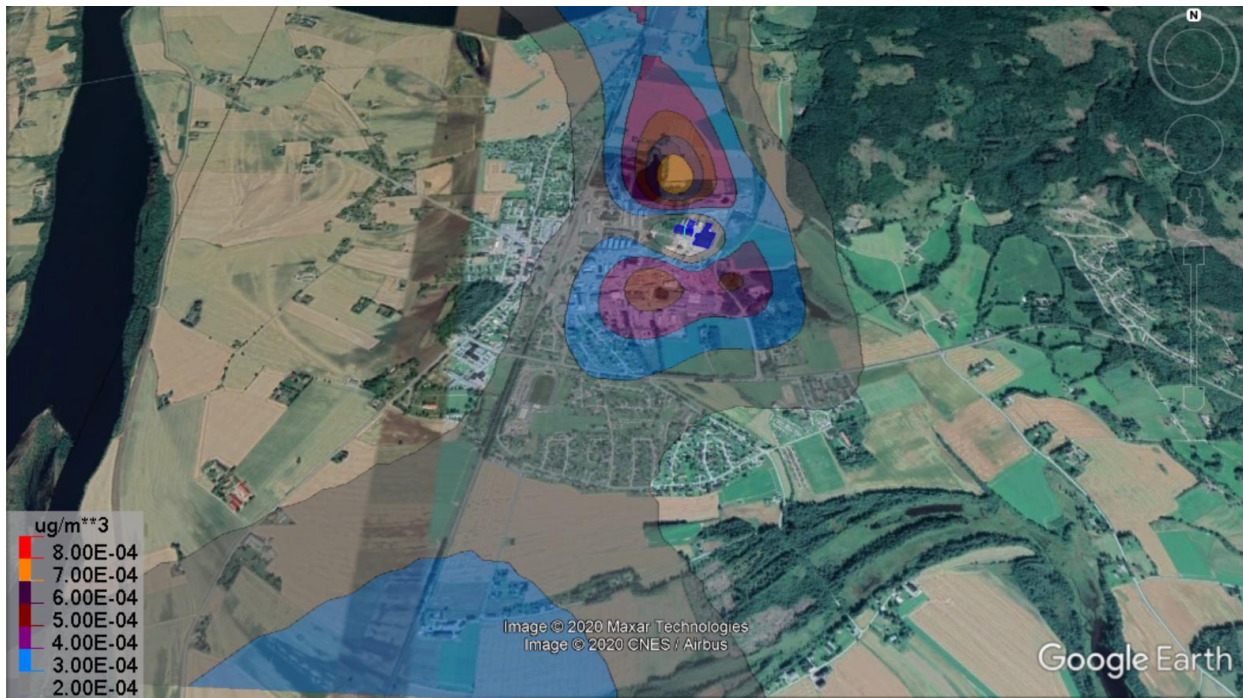
Figuren nedenfor viser årsmiddelbidrag av aktuelle metaller (sum av antimon (Sb), arsen (As), bly (Pb), krom (Cr), kobolt (Co), kobber (Cu), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V)) med 38 meter høy felles skorstein.

⁴ *Implication of chromium speciation on disposal of discarded CCA-treated wood*

Jinkun Songa,1, Brajesh Dubeya, Yong-Chul Janga,2, Timothy Townsenda,*, Helena Solo-Gabrieleb

Received 24 April 2005; received in revised form 3 August 2005; accepted 9 August 2005

Available online 13 September 2005



Figur 4 Maksimalt årsmiddelbidrag av sum av antimon (Sb), arsen (As), bly (Pb), krom (Cr), kobolt (Co), kobber (Cu), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Felles skorstein med høyde 38 meter

Vi ser av figuren ovenfor at maksimalt årsmiddelbidrag av sum av antimon (Sb), arsen (As), bly (Pb), krom (Cr), kobolt (Co), kobber (Cu), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V) er beregnet til mindre enn $0,8 \text{ ng}/\text{m}^3$ med 38 meter høy felles skorstein. Årsmiddelbidraget av alle metaller i denne metallgruppa er dermed lavere enn aktuelle luftkvalitetskriterier.

Spredningsberegningene er konservative:

- ved beregning av årsmiddelkonsentrasjonsbidrag er det benyttet utslippskonsentrasjon av metaller tilsvarende maksimal 6-8 timers middelfverdi. Gjennomsnittlig utslippskonsentrasjon over året er vesentlig lavere enn dette.
- det er lagt til grunn at anleggene går på maksimal effekt hele døgnet og hele året

9 Usikkerhet ved modellberegninger

Usikkerheten i spredningsberegningsmodeller ved beregning av bakkekonsentrasjonsbidrag er knyttet til følgende forhold:

1. Kvalitet på inputdata. Kildedata, meteorologidata, reseptordata og terrengdata
2. Anvendelsesområde. Høyeste korttidsmiddelverdi, korttidsmiddelverdi på spesifikt sted eller årlig middelverdi på spesifikt sted.
3. Matematiske formler i modellen. Hvor godt beskriver formlene i modellen virkeligheten

I tillegg til usikkerhetsfaktorene nevnt ovenfor kommer såkalt ”inherent uncertainty” (iboende usikkerhet), dvs. usikkerhet som skyldes at spredningen reelt varierer ved samme meteorologiske forhold.

Modellnøyaktigheten blir normalt tatt hensyn til i vurderingen av modellresultatene ved at man benytter konservative beregningsforutsetninger og har en margin mellom bakgrunnskonsentrasjon+bakkekonsentrasjonsbidrag og aktuelle grenseverdier for luftkvalitet. Modellnøyaktigheten blir normalt tatt hensyn til i vurderingen av modellresultatene ved at man benytter konservative beregningsforutsetninger og har en margin mellom bakgrunnskonsentrasjon+bakkekonsentrasjonsbidrag og aktuelle grenseverdier for luftkvalitet. Ved US EPAs evaluering av AERMOD er det benyttet 17 databaser med målte og beregnede konsentrasjonsdata.