

Spredningsberegninger økt kapasitet – avfallsforbrenningsanlegget i Tromsø

Kvitebjørn AS

Status: **For kommentar hos oppdragsgiver**

Dato: 26.03.2019

Utarbeidet av: **Dag Borgnes**

Oppdragsgiver: Kvitebjørn Varme AS

Rapport

Oppdragsgiver: Kvitebjørn Varme AS

Dato: 26.03.2019

Prosjektnavn: Spredningsberegninger Kvitebjørn

Dok. ID: 34323-00004-1.1

Tittel.: **Spredningsberegninger økt kapasitet –
avfallsforbrenningsanlegget i Tromsø**

Deres ref: Charlotte Tiller

Utarbeidet av: Dag Borgnes

Kontrollert av: Stine Torstensen

Status: For kommentar hos oppdragsgiver

Sammendrag:

Norsk Energi har på vegne av Kvitebjørn Varme AS utført spredningsberegninger og beregnet nødvendig skorsteinshøyde for økt kapasitet på avfallsforbrenningsanlegget i Tromsø. Beregningene gjelder 2x14 MW avgitt effekt ved eksisterende linjer (økt fra 2x10 MW) og en ny linje på 18 MW avgitt effekt.

Beregningene er utført ved hjelp av spredningsberegningssmodellen AERMOD. Det er tatt hensyn til de nærmeste omkringliggende bygningene i beregningsmodellen. Det er benyttet digital terrengmodell for området.

NO_x-utslippet fra anlegget vil hovedsakelig foreligge som NO. Under påvirkning av sollys og ozon vil noe NO oksideres til NO₂. Dette er tatt hensyn til i beregningene ved hjelp av Plume Volume Molar Ratio Method. Skorsteinshøyde på 60 meter for eksisterende kjeler og ny kjel gir akseptabelt bidrag av NO₂ timemiddel i henhold til Miljødirektoratets veileder for spredningsberegninger og bestemmelse av skorsteinshøyde.

Maksimalt døgnmiddelkonsentrasjonsbidrag av svevestøv ved utslippkonsentrasjon tilsvarende grenseverdi og utslippkonsentrasjon som målt ved eksisterende anlegg er beregnet til hhv. mindre enn 15 % og mindre enn 0,015 % av luftkvalitetskriteriet for PM_{2,5}.

Årsmiddelkonsentrasjonsbidraget av kadmium og thalium ved utslipp tilsvarende grenseverdi er beregnet til 1/4-del av luftkvalitetskriteriet for kadmium på 2,5 ng/m³. Kvikksølvbidraget for utslipp tilsvarende grenseverdi er mindre enn 1/500-del av luftkvalitetskriteriet. De reelle utslippene av kadmium, thalium og kvikksølv vil være vesentlig lavere enn grenseverdiene.

Årsmiddelkonsentrasjonsbidraget 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 3,8 ng/m³ ved utslipp tilsvarende grenseverdi og 0,031 ng/m³ ved utslippkonsentrasjon som målt. Av de nevnte metallene er det Cr (VI) som har laveste luftkvalitetskriterium med 0,1 ng/m³. Det er dermed grunn til å anta at årsmiddelkonsentrasjonsbidraget av alle metaller i denne gruppa er lavere enn aktuelle luftkvalitetskriterier.

Bidraget av dioksiner er beregnet til 0,76 fg/m³. Dette utgjør mindre enn 3 % av dioksinkonsentrasjon målt i Oslo i en omfattende undersøkelse i desember 2007.

Effektiv, miljøvennlig og sikker utnyttelse av energi

INNHold

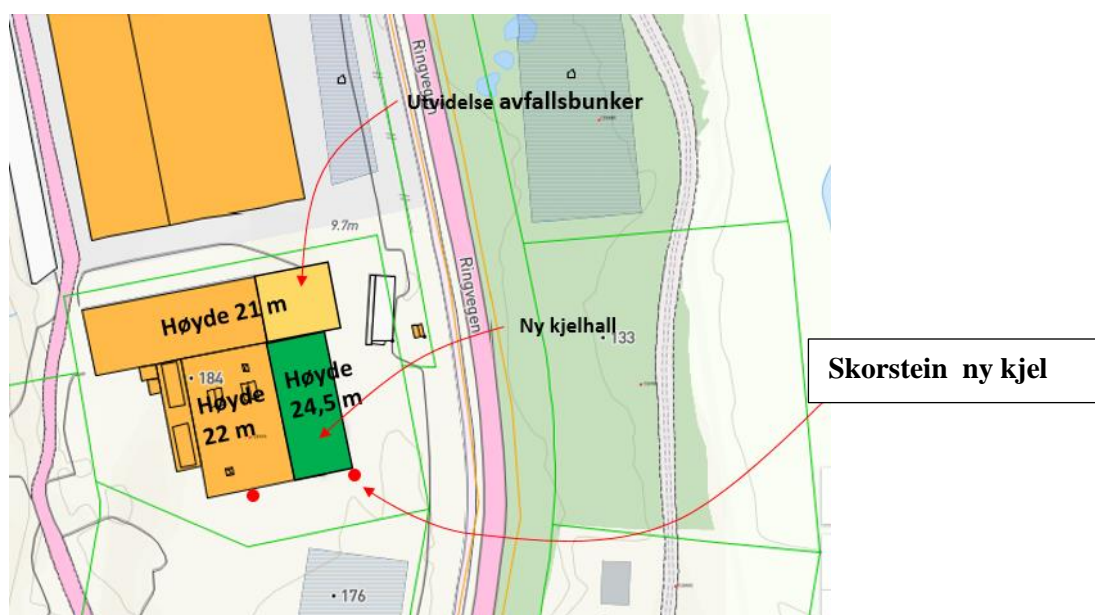
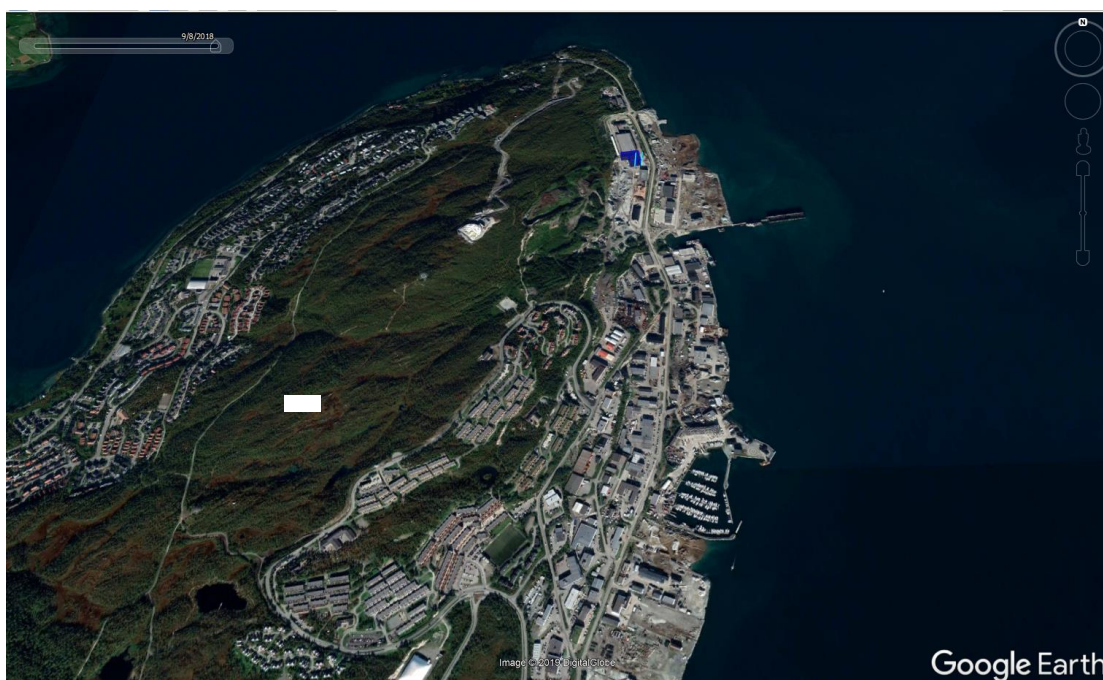
1	Innledning	4
2	Lokalisering	4
3	Utslippsdata	5
4	Meteorologi og spredning.....	6
5	Grenseverdier og luftkvalitetskriterier.....	7
6	Bakgrunnskonsentrasjoner og maksimalt anbefalt bakkekonsentrasjonsbidrag for NO ₂	9
7	Spredningsberegninger	10
7.1	Beregningsforutsetninger	10
7.2	Resultater og vurderinger	11
8	Usikkerhet ved modellberegninger.....	14

1 Innledning

Norsk Energi har på vegne av Kvitebjørn Varme AS utført spredningsberegninger og beregnet nødvendig skorsteinshøyde for økt kapasitet på avfallsforbrenningsanlegget i Tromsø. Beregningene gjelder effekt på 2x14 MW avgitt effekt ved eksisterende linjer (økt fra 2x10 MW) og en ny linje på 18 MW avgitt effekt.

2 Lokalisering

Figur 1 nedenfor viser lokalisering av anlegget, bygningshøyder og skorsteinsplassering.



Figur 1 Lokalisering av lokaliserings av anlegget, bygningshøyder og skorsteinsplassering

3 Utslippsdata

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

Tabell 1 Beregningsforutsetninger for spredningsberegningene

		Totalt eksisterende linjer, dagens situasjon	Totalt eksisterende linjer, etter oppgradering. Forutsetninger spredningsberegninger	Ny linje, spredningsberegning. Forutsetninger spredningsberegninger
Avfallsmengde	tonn pr år	56000¹		
Avfallsmengde	tonn pr time	6.79		
Avgitt energi	GWh/år	165¹	231	149
Avgitt effekt	MW	20	28	18
Røykgassmengde	m ³ /time	69630 ²	97482	62667
	Nm ³ /time, vg	46027	64437	41424
	Nm ³ /time, tg, reell O ₂	34290	48006	30861
	Nm ³ /time, tg, 11 % O ₂	48144	67402	43330
Fuktighet i rg	vol-% H ₂ O	26	26	26
O₂-konsentrasjon	vol-% O ₂	7 ²	7	7
Utløpstemperatur	°C	140	140	140
Utløpsdiameter	m	0.8	0.9	1.1
Utløpsareal	m ²	1.00	1.27	0.95
Utløpshastighet	m/s	19.2	21.3	18.3
NO_x (som NO₂)	mg/Nm ³ , tg, 11 % O ₂	166 ³	200 ⁴	200 ⁴
NO_x (som NO₂)	g/s		3.7	2.4

¹ Iht. utslippstillatelse sist endret 9. desember 2016

² Epost fra Anders Eide, Norsk Energi datert 16. og 18. mars 2019

³ Gjennomsnitt kjel 1 og kjel 2, målinger januar 2019

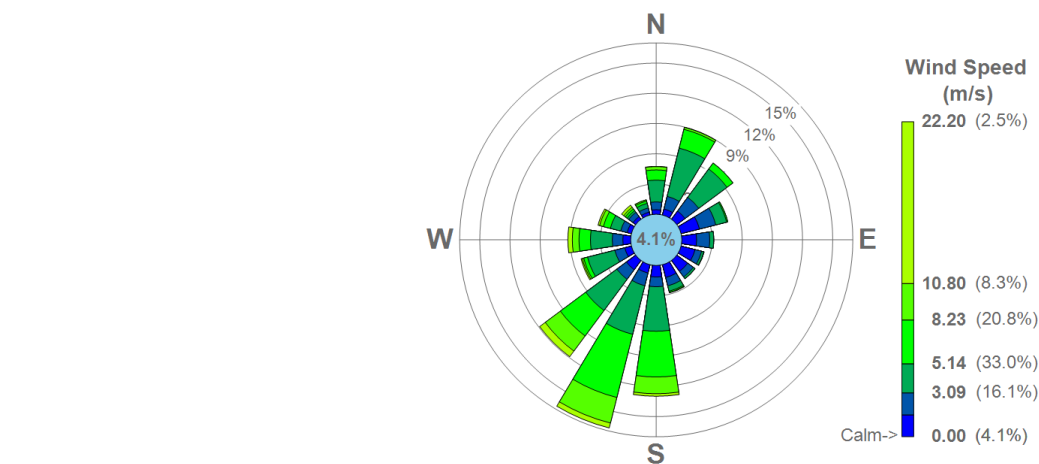
⁴ Timemiddel/halvtimesmiddel, grenseverdi gitt i Avfallsforskriften

Spredningsberegninger er utført for total effekt 46 MW.

4 Meteorologi og spredning

Luftas stabilitetsforhold og vindhastighet har betydning for hvordan utslippene spres. Svak vind og ustabil atmosfære gir normalt moderate konsentrasjoner fra bakkenære kilder, mens denne situasjonen kan gi maksbidrag fra skorsteinsutslipp. 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 kan gi maksimalkonsentrasjoner nær utslippsstedet for bakkekilder, mens skorsteinsutslippenes bidrag gjerne havner langt fra utslippsstedet. Selv på dager med svært stabile situasjoner (høytrykk vinterstid) vil det imidlertid ofte oppstå god omblending av det nederste laget om formiddagen/dagen pga. soloppvarming.

Figur 2 viser vindrose for det 2013 (meteorologidata benyttet i spredningsberegningene) og Meteorologisk institutt sin værstasjon Tromsø-Langnes. Vindrosen gir relativ frekvensfordeling av vindretning og vindhastighet for hele året. Vinddataene er basert på målinger i perioden 1964-2013.



Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

Vindhastighet (m/s)

- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

11

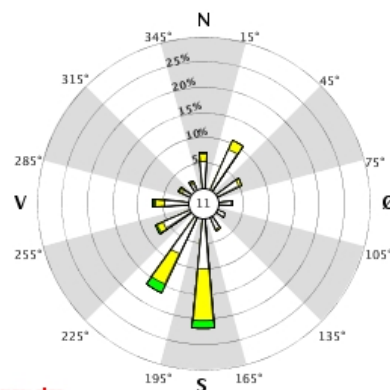


År: 1964 - 2013

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 1, 7, 13, 19 (NMT)

90490 TROMSØ - LANGNES



Figur 2 Vindrose for Meteorologisk institutt sin værstasjon Tromsø-Langnes. Basert på målinger i perioden 1964-2013

Vindrosene viser at vind fra sør/sørvest dominerer over året.

5 Grenseverdier og luftkvalitetskriterier

Myndighetene har angitt grenseverdier, mål og luftkvalitetskriterier for konsentrasjoner av bl.a. svevestøv og NO₂ i uteluft. Grenseverdiene er gitt i Forurensningsforskriftens kapittel 7¹.

Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttet har i rapporten «Virkninger av luftforurensninger på helse» (2013/9)² fastsatt luftkvalitetskriterier for ulike luftforurensningskomponenter basert på eksisterende kunnskap om hvilke helseeffekter de gir.

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

³ Fra 1. januar 2016

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

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

Tabellen nedenfor gir en oversikt over luftkvalitetskriterier for ulike forurensningskomponenter.

Tabell 3 *Luftkvalitetskriterier for ulike forurensningskomponenter*

Komponent	Midlingstid	Luftkvalitetskriteriet
PM ₁₀	Døgn	30 µg/m ³
PM ₁₀	År	20 µg/m ³
PM _{2,5}	Døgn	15 µg/m ³
PM _{2,5}	År	8 µg/m ³
CO	15 min	80 mg/m ³
CO	Time	25 mg/m ³
CO	8-timer	10 mg/m ³
NO ₂	15 min	300 µg/m ³
NO ₂	Time	100 µg/m ³
NO ₂	År	40 µg/m ³
Ozon	Time	100 µg/m ³
Ozon	8-timer	80 µg/m ³
SO ₂	15 min	300 µg/m ³
SO ₂	Døgn	20 µg/m ³
B[a]P	År	0,1 ng/m ³
Arsen	År	2 ng/m ³
Bly	År	0,1 µg/m ³
Kadmium	År	2,5 ng/m ³
Krom (Cr VI)	År	0,1 ng/m ³
Kvikksølv	År	0,2 µg/m ³
Mangan	År	0,15 µg/m ³
Nikkel	År	10 ng/m ³
Vanadium	Døgn	0,2 µg/m ³

6 Bakgrunnskonsentrasjoner og maksimalt anbefalt bakkekonsentrasjonsbidrag for NO₂

For beregning av skorsteinshøyde har vi behov for bakgrunnskonsentrasjon av dimensjonerende parameter, i dette tilfellet 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 6 µg/m³. For å beregne bakgrunnskonsentrasjon timemiddel har vi benyttet metodikk spesifisert i Miljødirektoratets veileder for spredningsberegninger og bestemmelse av skorsteinshøyde³ der det heter følgende:

- «Bidrag nær sterkt trafikkert vei (årsdøgntrafikk over 20 000 kjøretøy):
 - 4 x bakgrunnskonsentrasjon årsmiddel dersom ModLUFT-data eller NBV-data med 1x1 km oppløsning benyttes
 - 2 x bakgrunnskonsentrasjon årsmiddel dersom NBV-data med 100x100 m oppløsning benyttes
- 2 x bakgrunnskonsentrasjon årsmiddel i øvrige områder»

Det er ingen veier med ÅDT over 20 000 i det aktuelle influensområdet. Dette gir estimat for timemidlet bakgrunnskonsentrasjon på $2 \times 6 = 12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Maksimalt bakkekonsentrasjonsbidrag skal normalt ikke overskride luftkvalitetskriteriet minus bakgrunnskonsentrasjonen delt på 2. Maksimalt anbefalt bakkekonsentrasjonsbidrag blir dermed hhv. $(100-12)/2=44 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

³ Veileder for spredningsberegning og bestemmelse av skorsteinshøyde. Utarbeidet av Norsk Energi og NILU. Miljødirektoratet Veileder M. 2018

7 Spredningsberegninger

7.1 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 meteorologiske basert på timedata fra Tromsø/Langnes for 2013 benyttet.

NO_x-utslippet fra anlegget vil hovedsakelig foreligge som NO. Under påvirkning av sollys og ozon vil noe NO oksideres til NO₂. Andelen av NO som omdannes til NO₂ avhenger av en rekke av faktorer, blant annet vindhastighet, avstand fra kilden, solstråling og tilgjengeligheten av ozon (O₃).

Vi har benyttet "plume volume molar ratio method" (PVMRM) og lagt til grunn at 10 % av utslippet foreligger som NO₂. Det ble benyttet fast O₃-konsentrasjon på 70 µg/m³. Dette tilsvarer 75-prosentilverdi av bakkenært ozon timeverdi hentet fra bakgrunnsapplikasjonen i Modluft⁴.

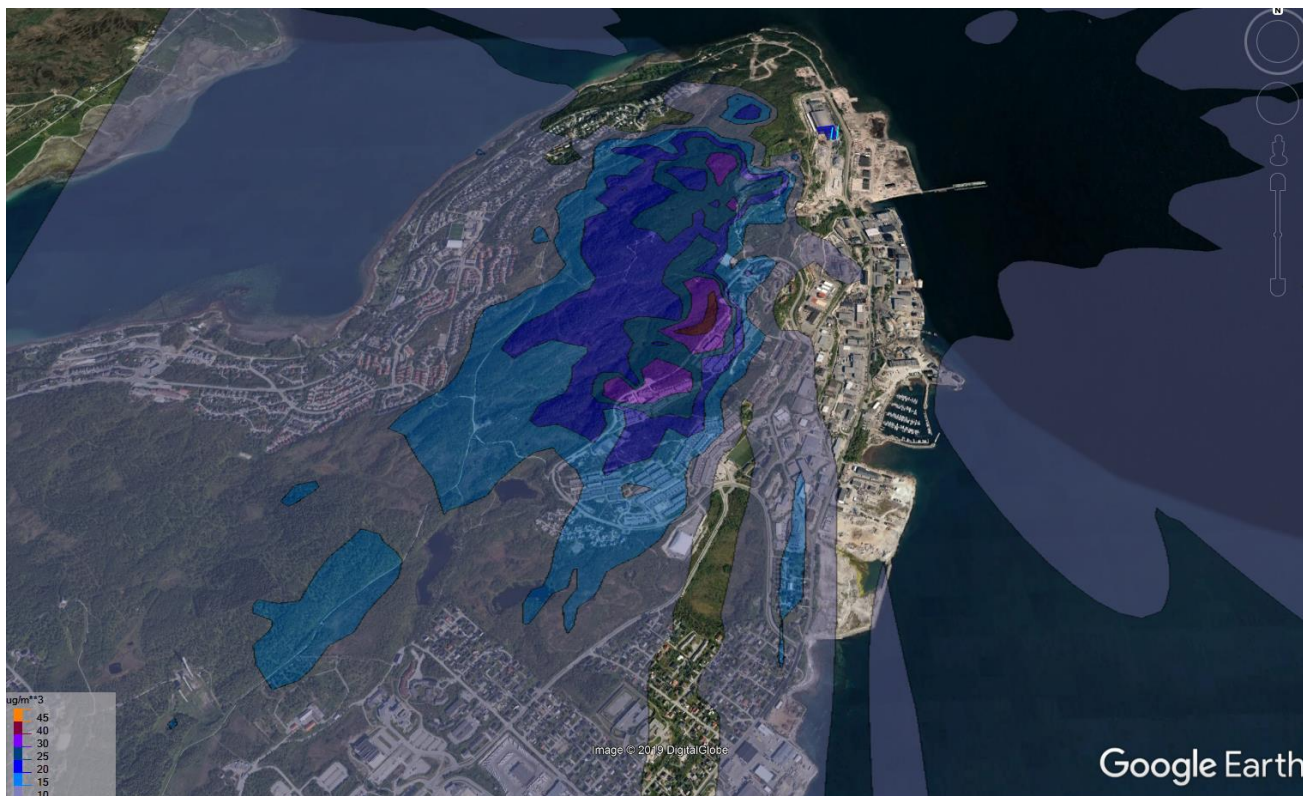
Programmet gir også mulighet til å beregne bakkekonsentrasjoner for tilfeller der en får røyknedslag pga. turbulens og levirvler bak bygninger. Vi har tatt hensyn til de nærmeste omkringliggende bygningene i modellen, samt planlagt nytt bygg.

Vi har benyttet gridstørrelse på 50 meter.

⁴ <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Inngangsdata/Bakgrunnskonsentrasjoner/BAKGRUNNproj.aspx>

7.2 Resultater og vurderinger

Figuren nedenfor viser beregningsresultater for maksimalt timemidlet bakkekonsentrasjonsbidrag av NO₂ for skorsteinshøyde på 60 meter på eksisterende linjer og ny linje.



Figur 3 Maksimalt timemidlet bidrag av NO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ved utslippskonsentrasjon $200 \text{ mg}/\text{Nm}^3 \text{ NO}_x$.
Skorsteinshøyde på 60 meter på eksisterende linjer og ny linje

Det fremgår av figuren ovenfor at 60 meter høy skorstein på eksisterende og nytt anlegg gir maksimalt timemidlet bakkekonsentrasjonsbidrag på ca $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dette er akseptabelt bidrag av NO₂ timemiddel i henhold til Miljødirektoratets veileder for spredningsberegninger og bestemmelse av skorsteinshøyde

Maksimalt døgnmiddelkonsentrasjonsbidrag av svevestøv er beregnet til mindre enn $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved utslipp tilsvarende grenseverdi og mindre enn $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ved utslippskonsentrasjon som målt i januar 2019. Dette utgjør hhv mindre enn 15% og mindre enn 0,015 % av luftkvalitetskriteriet for PM_{2,5}.

Figuren nedenfor viser årsmiddelkonsentrasjonsbidrag av NO_2 .



Figur 4 Årsmiddelkonsentrasjonsbidrag av NO_2 ved utslippskonsentrasjon 200 mg/Nm^3 .

Det fremgår av figuren ovenfor at maksimalt årsmiddelkonsentrasjonsbidrag av NO_2 er beregnet til $0,8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Dette utgjør under 10 % av luftkvalitetskriterium for årsmiddel.

Maksimalt årsmiddelkonsentrasjonsbidrag av aktuelle metaller er beregnet basert på årsmiddelkonsentrasjonsbidrag av NO_2 , grenseverdier og data fra utslippsmålinger. Se tabellen nedenfor.

Tabell 4 Årsmiddelkonsentrasjonsbidrag av aktuelle metaller

	Utslippskonsentrasjon Grenseverdi		Totalt utslipp fra eksisterende (etter oppgradering) + ny linje. Forutsetninger spredningsberegninger		Årsmiddelkonsentrasjonsbidrag ved grenseverdi	
	µg/Nm ³		g/s		ng/m ³	
Kadmium (Cd) og thallium (Tl)	µg/Nm ³	50	g/s	0.001538	ng/m ³	0.625
Kvikksølv (Hg)	µg/Nm ³	30	g/s	0.0009	µg/m ³	0.0004
Antimon (Sb), arsen (As), bly (Pb), krom (Cr), kobolt (Co), kobber (Cu), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V)	µg/Nm ³	500/4.1*	g/s	0.0094/0.00008	ng/m ³	3.8/0.031
Dioksiner og furaner	ng/Nm ³	0.1	ng/s	1.87	fg/m ³	0.76

*Siste utførte utslippsmåling (januar 2019) viste utslippskonsentrasjon 4,1 for eksisterende anlegg

Årsmiddelkonsentrasjonsbidraget av kadmium og thallium ved utslipp tilsvarende grenseverdi er beregnet til 0,63 ng/m³. Dette er ¼-del av luftkvalitetskriteriet for kadmium på 2,5 ng/m³. Kvikksølvbidraget for utslipp tilsvarende grenseverdi er beregnet til mindre enn 1/500-del av luftkvalitetskriteriet. De reelle utslippene av kadmium, thallium og kvikksølv vil være vesentlig lavere enn grenseverdiene.

Årsmiddelkonsentrasjonsbidraget 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 3,8 ng/m³ ved utslipp tilsvarende grenseverdi. Det reelle utslippet er imidlertid vesentlig lavere. Siste utførte utslippsmålinger viste utslippskonsentrasjon på 4,1 µg/Nm³. Dette gir årsmiddelkonsentrasjonsbidrag på 0,031 ng/m³. Av de nevnte metallene er det Cr (VI) som har laveste luftkvalitetskriterium med 0,1 ng/m³. Det er dermed grunn til å anta at årsmiddelkonsentrasjonsbidraget av alle metaller i denne gruppa er lavere enn aktuelle luftkvalitetskriterier.

Bidraget av dioksiner er beregnet til 0,76 fg/m³. Til sammenlikning ble dioksinkonsentrasjonen i Oslo målt til 28,2 TE(WHO) fg/m³ i en omfattende undersøkelse (19 prøver) i desember 2007⁵.

⁵ SFT Report 2453/2008 Urban Background Levels of Dioxin and PCB in Oslo. <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/2453/ta2453.pdf>

8 Usikkerhet ved modellberegninger

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

- Kvalitet på inngangsdata: Utslippsdata, meteorologidata, reseptordata og terrengdata
- Anvendelsesområde. Høyeste korttidsmiddelverdi, korttidsmiddelverdi på spesifikt sted eller årlig middelverdi på spesifikt sted.
- 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.

I US EPA Guideline on Air Quality Models (2005), som omfatter bl.a. AERMOD refereres resultater fra studier av usikkerhet i modellene:

- modellene er bedre egnet til å estimere gjennomsnittskonsentrasjoner for lengre perioder enn for estimering av korttidskonsentrasjoner på bestemte steder;
- modellene er rimelig pålitelige når det gjelder å estimere størrelsen på høyeste konsentrasjoner som forekommer en gang, et sted innenfor et område (feil på høyeste estimerte konsentrasjoner på ± 10 til 40 prosent er funnet å være typisk);
- beregnede konsentrasjoner på et bestemt tidspunkt, på et bestemt sted er dårlig korrelert med faktisk observerte konsentrasjoner og har stor usikkerhet;
- usikkerhet på fem til ti grader i målt vindretning som transporterer plumen, kan føre til konsentrasjonsfeil på 20 til 70 prosent for bestemt tid og sted, avhengig av stabilitet og stasjonens plassering. Slike usikkerheter betyr ikke at estimert konsentrasjon ikke forekommer, men at tid og sted for denne er usikker;
- US EPA har estimert at selv for en perfekt modell kan iboende usikkerhet alene medføre typisk avvik fra sann konsentrasjon på opptil ± 50 %.