

Utslipp til luft fra Vianode Herøya

Underlag for konsekvensutredning
Revidert rapport

Tore Flatlandsmo Berglen, Tove Marit Svendby, Dag Tønnesen
Sverre Solberg og Vo Thanh Dam



NILU rapport 11/2022	ISBN: 978-82-425-3081-3 ISSN: 2464-3327	TILGJENGELIGHET: B - Begrenset distribusjon
DATO 12.04.2022	ANSVARLIG SIGNATUR Ole-Anders Braathen Viseadministrerende direktør (sign.)	ANTALL SIDER 51
TITTEL Utslipp til luft fra Vianode Herøya Underlag for konsekvensutredning Revidert rapport		PROSJEKTLEDER Tore Flatlandsmo Berglen
		NILU PROSJEKTNUMMER O-121050
FORFATTER(E) Tore Flatlandsmo Berglen, Tove Marit Svendby, Dag Tønnesen Sverre Solberg og Vo Thanh Dam		KVALITETSSIKRER Torleif Weydahl
OPPDRAAGSGIVER Multiconsult / Vianode		OPPDRAAGSGIVERS REF. Harald Haarstad
REFERAT NILU har på oppdrag fra Multiconsult og Vianode vurdert utslipp til luft i forbindelse med etablering av ny fabrikk for produksjon av anodegrafitt på Herøya i Porsgrunn. Prosjektet kalles Vianode Herøya. Sett i lys av eksisterende bakgrunnsverdier i området, vurderingsterskler og grenseverdier, er det svevestøv (PM_{10}) som kan være problematisk. Regional spredningsberegninger med WRF-EMEP-modellsystem viser at utlippene fra Vianode Herøya vil gi små bidrag til SO_2 og svovelavsetning, samt PM_{10} på regional skala. Også utlippene av benzo(a)pyren (BaP), kvikksølv (Hg), krom (Cr), kadmiurn (Cd), bly (Pb), arsen (As), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V) vil kun gi små bidrag. Maksimalt bidrag til PAH utgjør $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ på regional skala, dette er på linje med eksisterende bakgrunnsnivåer. Merk da at utlippene og nivåene av PAH i Norge har gått ned med 75% siden 1995 og naturlig bakgrunnsnivåer er forholdsvis lave. Lokale sprednings-beregninger med CONCX viser at maksimal timemiddelkonsentrasjon av svevestøv (PM_{10}) i sum er $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maksimal døgnmiddelkonsentrasjon er $1,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og årsmiddelkonsentrasjonen er $0,24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bidraget fra Vianode vil utgjøre rundt 1% økning. Målinger i Porsgrunn har allerede overskridelse av nedre vurderingterskel og luftkvalitetskriteriet, mens grenseverdi er overholdt. Et ekstra bidrag på maksimalt $1,13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vil ikke endre på dette. Beregningene viser også at på lokal skala utgjør konsentrasjonene av benzo(a)pyren (BaP) 1,3 ‰ av målsettingsverdien for år.		
ENGELSK TITTEL Emissions to air from Vianode Herøya		
EMNEORD Konsekvensutredning Industriforurensning Grønne skiftet		
ABSTRACT (på engelsk) NILU has performed an assessment of emissions to air from the future factory Vianode Herøya at Herøya, Southern Norway. With regard to existing levels of pollutants and air quality criteria, particulate matter (PM_{10}) is considered the most crucial component. Model calculations using WRF-EMEP show a small contribution of SO_2, PM_{10}, PAH, BaP, Hg, Cr, Cd, Pb, As, Mn, Ni and V on a regional scale. Local dispersion calculations using CONCX show a 1% increase in annual PM_{10}-concentration due to emissions from Vianode Herøya.		
PUBLISERINGSTYPE: Digitalt dokument (pdf)	FORSIDEBILDE:	Kilde: NILU

© NILU – Stiftelsen Norsk institutt for luftforskning

Sitering: Berglen, T.F., Svendby, T.M., Tønnesen, D., Solberg, S. og Vo Thanh D. (2022). Utslipp til luft fra Vianode Herøya. Underlag for konsekvensutredning. Revidert rapport. (NILU rapport 11/2022). Kjeller: NILU.

NILU er ISO-sertifisert i henhold til NS-EN ISO 9001/ISO 14001 og akkreditert i henhold til NS-EN ISO/IEC 17025.

Forord

Dette er et prosjekt utført av NILU - Norsk institutt for luftforskning på oppdrag for Vianode AS (tidligere ELKEM ADVANCED BATTERY MATERIALS AS) og Multiconsult. Vianode AS er et datterselskap av Elkem ASA. Bakgrunnen for prosjektet er planene om å bygge ny fabrikk for produksjon av anodegrafitt på Herøya ved Porsgrunn. Herværende rapport inngår i konsekvensutredningen forut for byggingen av denne fabrikken¹. Multiconsult leder det overordnede arbeidet med konsekvensutredningen.

Arbeidet er hovedsakelig utført av Tore Flatlandsmo Berglen som har vært prosjektleder og skrevet rapporten, Tove Marit Svendby har gjort regionale spredningsberegninger ved hjelp av modellsystemet WRF-EMEP, Dag Tønnesen har gjort lokale spredningsberegninger ved hjelp av CONCX, Vo Thanh Dam har bearbeidet WRF-EMEP modellresultatene og Sverre Solberg har bidratt med analyse. Alle medforfattere har bidratt til rapporten. Ellers har følgende kollegaer ved NILU gjort en innsats i prosjektet; Torleif Weydahl var intern kvalitetskontrollør, Martin Schlabach har bidratt med innspill vedrørende PAH og benzo(a)pyren og Randi Nordby Henriksen har bistått med redigering av rapporten.

Kontaktpersoner hos Multiconsult Harald Haarstad og Gunnar Bratheim takkes for godt samarbeid.

Revisjon mars 2022

Denne rapporten (NILU rapport 26/2021) ble opprinnelig skrevet høsten 2021 og var en del av kunnskapsgrunnlaget i konsekvensutredningen som ble sendt Miljødirektoratet i november 2021. Etter en gjennomgang av underlagsmaterialet hadde Miljødirektoratet en del tilbakemeldinger og ønsker om ytterligere kunnskap. Dessuten trådte nye grenseverdier for PM₁₀ i kraft 1.1.2022. Det var derfor et ønske om å oppdatere rapporten for å svare spesifikt på tilbakemeldingene og ønskene fra norske myndigheter.

¹ Se også: <https://www.miljodirektoratet.no/hoeringer/2020/oktober-2020/melding-med-forslag-til-utredningsprogram-for-planlagt-etablering-av-nytt-anlegg-for-produksjon-av-anodegrafitt-pa-heroya-i-porsgrunn-fra-elkem-carbon-as/> [besøkt 28. september 2021].

Innhold

Forord.....	3
Sammendrag.....	5
1 Innledning.....	6
1.1 Utslippskomponenter	8
2 Norske grenseverdier, eksisterende nivåer og luftkvalitet i Grenland.....	10
2.1 Norske grenseverdier, målsettingsverdier og luftkvalitetskriterier.....	10
2.2 Lokale spredningsforhold i Grenland	14
2.3 Målinger av luftkvalitet i Grenland 2015-2020.....	15
2.4 Luftkvalitet i Grenland sett i lys av retningslinjer og anbefalinger	21
2.5 Fagbrukertjeneste for luftkvalitet.....	22
3 Spredningsberegninger av utslipp fra Vianode Herøya	26
3.1 Regionale spredningsberegninger WRF-EMEP	26
3.1.1 Konsentrasjon og avsetning svovel / SO ₂	26
3.1.2 Konsentrasjon svevestøv PM ₁₀	29
3.1.3 Konsentrasjon av inert komponent og skalering	30
3.1.4 Konsentrasjon svevestøv PAH og BaP.....	31
3.1.5 Konsentrasjon kvikksølv Hg.....	32
3.1.6 Konsentrasjon krom Cr.....	33
3.1.7 Konsentrasjon kadmium Cd	34
3.1.8 Konsentrasjon bly Pb.....	35
3.1.9 Konsentrasjon arsen As.....	36
3.1.10 Konsentrasjon mangan Mn.....	37
3.1.11 Konsentrasjon nikkel Ni	38
3.1.12 Konsentrasjon vanadium V	39
3.2 Lokale spredningsberegninger med CONCX	41
3.3 Utslipp av nitrogenoksider NO _x og dannelse av ozon O ₃	43
3.4 Konsekvens av utslipp fra Vianode Herøya utover nivåer brukt i modellering	44
4 Oppsummering og konklusjon	45
5 Referanser	46
Vedlegg A Vurderingsterskler gitt i Forurensningsforskriften	47
Vedlegg B Observerte vindroser for Porsgrunn	49

Sammendrag

NILU har på oppdrag fra Multiconsult og Vianode vurdert utslipp til luft i forbindelse med etablering av ny fabrikk for produksjon av anodegrafitt på Herøya i Porsgrunn. Prosjektet kalles Vianode Herøya. Anlegget trenger utslippstillatelse etter forurensingsloven og herværende rapport vil være en del av underlaget i forbindelse med konsekvensutredning og søknad om utslippstillatelse. Planen er å starte opp fullskala produksjon i 2023. Vianode er et heleid datterselskap av Elkem ASA.

Modellberegningene viser at utslippene fra Vianode Herøya ikke vil gi overskridelse av gjeldende grenseverdier. Når det gjelder utslipp av de ulike forurensningskomponentene fra Vianodes fabrikk Vianode Herøya, er det utslipp av svevestøv (PM_{10}) som kan være problematisk. Bakgrunnen for dette er at konsentrasjonene av PM_{10} -forurensning som observeres på målestasjonene i Grenlandsområdet, allerede overstiger gjeldende vurderingsterskler og luftkvalitetskriterier når gjelder døgn.

Det er gjort spredningsberegninger på regional skala ved hjelp av modellverktøyet WRF-EMEP og på lokal skala ved hjelp av CONCX-modellen. WRF-EMEP-beregningene viser at utslippene fra Vianode Herøya vil gi små bidrag til SO_2 og svovelavsetning, samt PM_{10} på regional skala. Også utslippene av benzo(a)pyren (BaP), kvikksølv (Hg), kvikksølv (Hg), krom (Cr), kadmium (Cd), bly (Pb), arsen (As), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V) vil kun gi små bidrag. Maksimalt bidrag til PAH utgjør $1,9 \text{ ng/m}^3$ på regional skala. Eksisterende bakgrunnsnivå er lavt. Maksimalt bidrag er på linje med eksisterende bakgrunnsnivåer.

Lokale spredningsberegninger ved bruk av CONCX viser at maksimal timemiddelkonsentrasjon av svevestøv (PM_{10}) fra alle 5 støvkilder i sum er $3,4 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Den tilsvarende maksimale døgnmiddelkonsentrasjonen av svevestøv er $1,13 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, og årsmiddelkonsentrasjonen er $0,24 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Gitt at eksisterende årsmiddel er i underkant av $20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, vil bidraget fra Vianode utgjøre rundt 1%. Knarrdalstranda har allerede overskridelse av nedre vurderingsterskel og luftkvalitetskriteriet, mens grenseverdi er overholdt. Et ekstra bidrag på maksimalt $1,13 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ vil ikke endre på dette. Likeledes viser CONCX-beregningene at på lokal skala utgjør konsentrasjonene av benzo(a)pyren (BaP) 1,3 ‰ av målsettingsverdien for år.

Det er også foretatt en vurdering av effekten av å øke utslippene av CO_2 , SO_2 , PAH, BaP, Cd, Pb, As og Cr utover det som er lagt til grunn i modellberegningene. Utslippsøkningene som er vurdert her endrer ikke på den overordnede konklusjonen i denne studien.

Utslipp til luft fra Vianode Herøya

Underlag for konsekvensutredning

Revidert rapport

1 Innledning

Vianode² planlegger etablering av ny fabrikk for produksjon av anodegrafitt til bruk i litium-ionebatterier. Anlegget omtales som Vianode Herøya og skal etableres i Herøya industripark ved Porsgrunn (Figur 1). Fabrikken skal bygges på området som tidligere huset Hydros magnesiumsproduksjon. Anlegget trenger utslippstillatelse etter forurensingsloven. Herværende rapport vil være en del av underlaget i forbindelse med konsekvensutredning og søknad om utslippstillatelse. Planen er å starte opp fullskala produksjon i 2023. Vianode er et heleid datterselskap av Elkem ASA.



Figur 1: Modellbilde som viser Vianodes planlagte fabrikk på Herøya.

Kilde: Multiconsult / Vianode.

Aktiviteten ved Vianodes fabrikk vil føre til utslipp til luft. I prosjektet er det et absolutt krav at det benyttes BAT - «Best Available Techniques». Miljødirektoratet beskriver saksgangen og prosessen som ligger til grunn for Industriutslippsdirektivet (IED):

«Til støtte for gjennomføring av IED lages såkalte BREF (BAT-referansedokument) som beskriver beste tilgjengelige teknikker for en sektor eller bransje. EIPPCB (the European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau) har ansvar for å utarbeide disse dokumentene på grunnlag av informasjonsutveksling som finner sted innenfor rammen av IED.

BAT-konklusjonene utarbeides på bakgrunn av BREF-dokumentene. Disse konklusjonene beskriver BAT-teknikker og forpliktende utslippsnivåer, "BAT Associated Emission Levels (BAT-AEL)", for hver bransje

² tidligere ELKEM ADVANCED BATTERY MATERIALS AS. Se også selskapets hjemmeside <https://www.vianode.com> [besøkt 31. august 2021].

eller sektor. Myndighetene er forpliktet til å følge BAT-konklusjonene når det settes vilkår til en virksomhet.» (kilde: Miljødirektoratet ³)

Utslippsreducerende tiltak ved Vianodes fabrikk innebærer blant annet bruk av regenerativ termisk oksidasjon (RTO), tørrscrubbing og avsluttende filtrering med posefilter. Det kan i tillegg være aktuelt å benytte elektrostatisk filtrering, se Øvrebø og Haarstad (2021) for ytterligere detaljer. Totale, forventede utslipp av ulike komponenter er gitt i Tabell 1.

Tabell 1: Forventet prosessutslipp til luft etter rensing for fullt utbygget fabrikk.

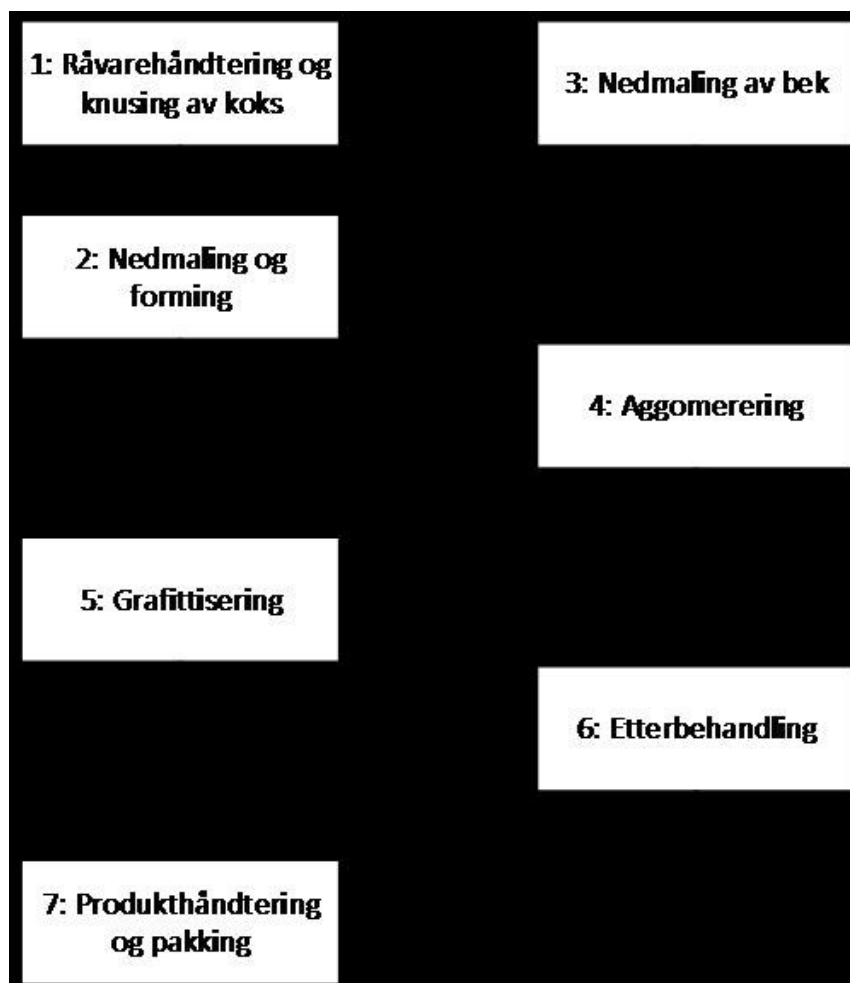
Kilde: Øvrebø og Haarstad (2021) med oppdateringer.

Utslipp til luft 60 000 tonn/år produkt					
Kategori	Mengde utslipp etter rensing kg/år	Utslippspunkt		BAT	
		Renseanl	Møller	mg/Nm ³	NFM ref.
CO ₂	25 337 000	x			
SO ₂	50 000	x		<200	
Støv ¹	5 000	x	x	2-5	tab. 11.51
PAH	150	x		10-40	tab. 11.55
BaP	0,25	x		2-16	tab. 10.8
Hg	0,1	x		2-5	tab. 11.51
Cr	5				
Cd	1,1				
Pb	2				
As	2,5				
Mn	1				
Ni	100				
V	210				

¹ Inkluderer både karbonstøv i luft fra møller – totalt 100 000 Nm³/time for 60 000 tonn per år kapasitet, samt støv fra aske

Utslipp til luft fra fabrikk vil i stor grad stamme fra komponenter i råvarene. Det er i hovedsak tre råvarer, kalsinert koks, grønn koks og bek. I tillegg vil det benyttes ulike industrigasser. Selve produksjonsprosessen vil bestå av sju trinn der det vil være ulike utslipp fra de ulike prosessstrinnene (Figur 2).

³ <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/forurensning/industri/for-naringsliv/industriutslippsdirektivet/> [besøkt 28. september 2021].



Figur 2: Forenklet flytskjema over prosessen ved Vianode Herøya.
Kilde: Multiconsult / Vianode.

1.1 Utslippskomponenter

Karbondioksid CO₂:

CO₂-utslipp stammer fra rensing og oksidering av organiske stoffer i råvaren i tillegg til en del karbonstøv som forbrennes i renseanlegget. Det vil også dannes noe CO₂ i forbindelse med brenning av propan.

I grafittiseringsprosessen vil det dannes noe CO som også oksideres i renseanlegget, alt dette er inkludert i de totale CO₂ utslippene.

Det er ikke lagt opp til rensing av CO₂ og totale, beregnede utslipp av CO₂ er 83 900 kg/døgn, tilsvarende i overkant av 25 000 tonn CO₂ i året. Totale, rapporterte norske utslipp av fossilt karbondioksid i 2017 var i underkant av 44 mill. tonn^{4,5}. I den sammenhengen vil utslippene fra Vianode Herøya utgjøre 0,7 % av 2017-utslippene. Karbondioksid er ikke en giftig gass og det er ikke utført spredningsberegninger av utslippene fra Vianode Herøya. Likefullt påvirker CO₂ atmosfærens strålingsbalanse og bakketemperatur (se eks. FNs klimapanel IPCC og tilhørende rapporter⁶).

⁴ Se databasen norskeutslipp.no, driftet av Miljødirektoratet;

<https://www.norskeutslipp.no/no/Komponenter/Utslipp/Karbondioksid-fossilt/?ComponentType=utslipp&ComponentPageID=180&SectorID=90> [besøkt 30. august 2021].

⁵ Koks som brukes i produksjonen er også, på lik linje med olje og gass, fossilt karbon som er dannet for millioner av år siden.

⁶ www.ipcc.ch [besøkt 10. november 2021].

Svovel / SO₂:

Svovel stammer først og fremst fra koks som benyttes i produksjonen. Koks inneholder opptil 0,5 % svovel og svovlet frigjøres i prosessen med temperaturer over 1800°C ved reduserende betingelser. Mulige, planlagte rensetiltak inkluderer både oksidering til SO₂ og våtrensing og/eller oppfangning som elementært svovel/sulfid og tørrensing i filter. Forventede utslipp tilsvarer 50 tonn SO₂ i året ved produksjon av 60 000 tonn produkt (Tabell 1). Utslippene av SO₂ har gått kraftig ned i Norge de siste tiårene ⁷ og var i 2017 nær 15 000 tonn hvorav sektoren Landbasert industri var største bidragsyter med knappe 13 000 tonn. Sett i denne sammenhengen vil utslippene fra Vianode Herøya utgjøre i overkant av 3‰ og er slik sett små.

Karbonstøv:

I produksjonsprosessen av anodegrafitt skal koks knuses til fint pulver og deretter omdannes til grafitt. Selve knuseprosessen vil gi støvdannelse, men prosessen er lukket og vil også inkludere flere ulike produkt- og støvfilter. Dog vil det kunne forekomme mindre utslipp av støv til luft, deriblant diffuse utslipp inne i selve fabrikkbygget. Dette støvet vil i stor grad samles opp og håndteres som avfall og/eller resirkuleres. Et utslipp på 13 kg/døgn tilsvarer i underkant av 5 tonn pr. år (Tabell 1), igjen et forholdsvis lite utslipp.

Støv (aske):

Aske består i stor grad av uorganiske forbindelser som ikke ble forbrent. I denne studien vurderes aske både i form av støv, det vil si som svevestøv PM₁₀, men i tillegg vil enkelte spormetaller som forefinnes i aske bli studert i detalj, se punkt under.

PAH:

Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner - PAH, også kalt tjærestoffer, er en samlebetegnelse for forskjellige typer organiske forbindelser som er bygget opp av flere benzenringer⁸. US Environmental Protection Agency - USEPA har identifisert 16 PAH-forbindelser som særlig viktige på grunn av deres toksisitet for levende organismer. Disse forbindelsene har 2-6 sammensatte ringer og molekylvekter fra 128-278 g/mol. I atmosfæren forefinnes PAH med lav molekylvekt fortrinnsvis i gassfasen, mens de med høy molekylvekt fortrinnsvis er assosiert med partikler. Fordelingen mellom gass- og partikkelfasen avhenger av en rekke faktorer som blant annet atmosfærens temperatur, PAH-forbindelsens damptrykk og stabilitet, og tilgjengelig kondensasjonsflate i form av partikler. Flere PAH-komponenter er klassifisert som kreftfremkallende eller mulig kreftfremkallende.

PAH i utslippet fra Vianode Herøya stammer hovedsakelig fra bek som benyttes som bindemiddel i deler av produksjonen. Dette gjelder først og fremst prosessstrinn der råvaren omdannes til andre forbindelser ved høy temperatur. Avgass fra disse prosessstrinnene vil behandles i forbrenningskammer og både forbrenningsrester og PAH-holdig støv vil fanges opp i filter.

Tradisjonelt har aluminiumsindustrien vært den største kilden til utslipp av PAH. Utlekking av PAH fra gammelt, kreosotimpregnert trevirke er også en viktig kilde. Utslippene av PAH i Norge er reduserte med 75% siden 1995 (Miljøstatus Norge⁹). Totale, rapporterte utslipp av PAH i Norge var 67 tonn i

⁷ Igjen;

<https://www.norskeutslipp.no/no/Komponenter/Utslipp/Svoveldioksyd/?ComponentType=utslipp&ComponentPageID=58&SectorID=90> [besøkt 30. august 2021].

⁸ Benzen, kjemisk formel C₆H₆, består av 6 karbonatomer knyttet sammen ved enkelt- og dobbeltbindinger slik at de danner en ring og et hydrogenatom knyttet til hvert karbonatom.

⁹ <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/polysykliske-aromatiske-hydrokarboner-pah/> [besøkt 11. april 2022].

2019, hvorav 86,4% var utslipp til luft. Samtidig kan PAH-forbindelser ha alvorlige effekter i det ytre miljø og det er etablert strenge krav og reguleringer (CLP-forskriften, REACH, Vannforskriften).

BaP:

Benzo(a)pyren - BaP, kjemisk formel $C_{20}H_{12}$, inngår i 16 EPA PAH og er klassifisert som kreftfremkallende. Det er derfor etablert målsetningsverdi gitt i Forurensningsforskriften § 7.7¹⁰. Benzo(a)pyren er ført opp på den norske prioritetslista¹¹. Norge har et nasjonalt mål om at bruk og utslipp av stoffer på prioritetslista skal fases ut.

Hg, samt Cr, Cd, Pb, As, Mn, Ni, V

Koks skal som nevnt brukes som råstoff i produksjonen ved Herøya. Fra tidligere er det kjent at koks kan inneholde opptil 0,5% mineraler og metaller. Disse uorganiske sporstoffene vil frigjøres i prosessen ved temperaturer over 2400°C. I denne studien vil kvikksølv (Hg), krom (Cr), kadmium (Cd), bly (Pb), arsen (As), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V) vurderes. Kvikksølv (Hg, CAS-nummer 7439-97-6), krom (Cr, CAS-nummer 7440-47-3), kadmium (Cd, CAS-nummer 7440-47-9), bly (Pb, CAS-nummer 7439-92-1) og arsen (As, CAS-nummer 7440-38-2) er ført opp på den norske prioritetslista, gitt som grunnstoffer.

Totale, rapporterte utslipp av kvikksølv i Norge utgjorde 247,63 kg i 2017^{12,13}. I den sammenheng er 0,1 kg/år fra Vianode Herøya å anse for et lite utslipp. På samme måte er de totale, rapporterte utslippene i Norge i 2017 av krom 3559,04 kg, kadmium 432,06 kg, bly 6670,07 kg og arsen 1282,99 kg (kilde: <https://www.norskeutslipp.no>). Utslippene av alle disse fire komponentene er sterkt reduserte de siste 25 år (kilde: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/miljogifter/prioriterte-miljogifter/>). Med dette perspektivet er utslippene fra Vianode Herøya gitt i Tabell 1 å anse for små utslipp.

2 Norske grenseverdier, eksisterende nivåer og luftkvalitet i Grenland

2.1 Norske grenseverdier, målsetningsverdier og luftkvalitetskriterier

Utendørs luftkvalitet er i Norge regulert i forurensningsforskriften kapittel 7 om lokal luftkvalitet. Forskriften har som formål å fremme menneskers helse og trivsel og beskytte vegetasjon og økosystemet ved å sette minstekrav til luftkvalitet og sikre at disse blir overholdt. Den skal også bidra til at Norge overholder EUs direktiver om luftkvalitet (2004/107/EC og 2008/50/EC), og inneholder en rekke grenseverdier, målsetningsverdier og andre terskler som bl.a. bestemmer i hvilke tilfeller luftkvaliteten må overvåkes, og når det må gjennomføres tiltak. Kommunene er delegert forurensningsmyndighet etter forskriften (§ 7-4). Norske grenseverdier for ulike komponenter som er relevante i denne studien er gitt i Tabell 2, mens målsetningsverdier for arsen, kadmium, nikkel og benzo(a)pyren er gitt i Tabell 3.

¹⁰ https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_3-1-1#§7-7 [besøkt 31. august 2021].

¹¹ <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/kjemikalier/prioritetslista/> [besøkt 4. september 2021].

¹²

<https://www.norskeutslipp.no/no/Komponenter/Utslipp/Kvikksolv/?ComponentType=utslipp&ComponentPageID=74> [besøkt 3. september 2021].

¹³ Se også EMEP datasenter for rapporterte utslipp <https://www.ceip.at/data-viewer> der det er data t.o.m. 2019.

Tabell 2: Grenseverdier for tiltak, jfr. <https://lovdata.no/forskrift/2004-06-01-931/§7-6> [besøkt 25. mars 2022]. Forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft skal ikke overstige følgende grenseverdier flere enn det tillatte antall ganger.

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi	Antall tillatte overskridelser av grenseverdien
<i>Svoveldioksid</i>			
1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	350 µg/m ³	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 24 ganger pr. kalenderår
2. Døgn grenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 døgn (fast)	125 µg/m ³	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 3 ganger pr. kalenderår
3. Grenseverdi for beskyttelse av økosystemet	Kalenderår og i vinterperioden (1/10-31/3)	20 µg/m ³	
<i>Nitrogendioksid og nitrogenoksider</i>			
1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	200 µg/m ³ NO ₂	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår
2. Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	40 µg/m ³ NO ₂	
3. Grenseverdi for beskyttelse av vegetasjonen	Kalenderår	30 µg/m ³ NO _x	
<i>Svevestøv PM₁₀</i>			
1. Døgn grenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 døgn (fast)	50 µg/m ³	Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 25 ganger pr. kalenderår
2. Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	20 µg/m ³	
<i>Svevestøv PM_{2,5}</i>			
Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	10 µg/m ³	
<i>Bly</i>			
Årsgrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Kalenderår	0,5 µg/m ³	

relevante i denne studien er gitt i Tabell 2, mens målsetningsverdier for arsen, kadmium, nikkel og benzo(a)pyren er gitt i Tabell 3.

I tillegg til grense- og målsettingsverdier angir også Forurensningsforskriften ulike helse- og vegetasjonsbaserte vurderingsterskler. Disse vurderingstersklene brukes til å vurdere luftkvalitet der det forekommer forhøyede verdier, men der grense-/målsettingsverdiene ikke er overskredet. De brukes også i planarbeid og konsekvensutredninger i kommuner, hos Statsforvalteren og av Miljødirektoratet. Vurderingsterskler som er relevante for denne studien er gjengitt i Vedlegg A.

Tabell 3: Målsettingsverdier for tiltak, jfr. [https://lovdata.no/forskrift/2004-06-01-931/\\$7-6](https://lovdata.no/forskrift/2004-06-01-931/$7-6) [besøkt 25. mars 2022]. Det skal gjennomføres nødvendige tiltak for at forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft ikke overstiger målsettingsverdiene nedenfor, såfremt dette ikke vil innebære uforholdsmessig store omkostninger.

Komponent ^{a)}	Midlingstid	Målsettingsverdi
Arsen	Kalenderår	6 ng/m ³
Kadmium	Kalenderår	5 ng/m ³
Nikkel	Kalenderår	20 ng/m ³
Benzo(a)pyren	Kalenderår	1 ng/m ³

a) Konsentrasjonene av arsen, kadmium, nikkel og benzo(a)pyren skal beregnes ut fra totalt innhold i PM₁₀-fraksjonen, som gjennomsnitt over et kalenderår.

Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet har i tillegg til de ulike grensene i forurensnings-forskriften fastsatt luftkvalitets-kriterier for en rekke komponenter. Luftkvalitets-kriteriene er ikke juridisk bindende, men angir nivåer av luftforurensning som er trygge for de aller fleste mennesker. Luftkvalitetskriteriene for svevestøv og elementene relevante for dette prosjektet er gitt i Tabell 4.

Tabell 4: Folkehelseinstituttets og Miljødirektoratets luftkvalitetskriterier revidert pr. november 2013¹⁴. Hensikten med luftkvalitetskriteriene er å forebygge helseskader av luftforurensning. Kriteriene er satt så lavt at de alle fleste kan utsettes for disse nivåene uten at det oppstår skadevirkninger på helse. Enhet: ng/m³ og µg/m³ (merk de ulike komponentene).

Komponent	Midlingstid	Luftkvalitetskriterier
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
NO ₂	15 min	300 µg/m ³
NO ₂	Time	100 µg/m ³
NO ₂	År	30 µg/m ³
BaP	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

Ozon O₃

Ozon er ikke tema i denne studien eller søknad om utslippstillatelse. Dog er det kort vurdert i hvilken grad utslipp fra Vianode Herøya kan bidra til økte nivåer av ozon.

Bakkenært ozon stammer fra fotokjemiske reaksjoner mellom flyktige organiske forbindelser (VOC'er,) og nitrogenoksider (NO_x) under påvirkning av kortbølget solstråling. Noe ozon kommer også fra stratosfæren som følge av nedblanding. I Skandinavia varierer bakgrunnsnivået av bakkenært ozon mellom 40 og 80 µg/m³ gjennom året og er vanligvis høyest om våren. For ozon er det allerede et eksisterende bakgrunnsnivå som skyldes langtransportert forurensning. Det kreves slik sett et relativt lite bidrag fra lokale kilder for at grenseverdier for effekter på helse og vegetasjon skal overskrides. Episoder med forhøyede ozonkonsentrasjoner i Norge er gjerne knyttet til høytrykksituasjoner over kontinentet i sommerhalvåret med transport av forurensede luftmasser nordover mot Skandinavia. Grenseverdier for ozon og bestemmelser for overvåking av konsentrasjonen av bakkenær ozon er gitt i Forurensningsforskriften¹⁵.

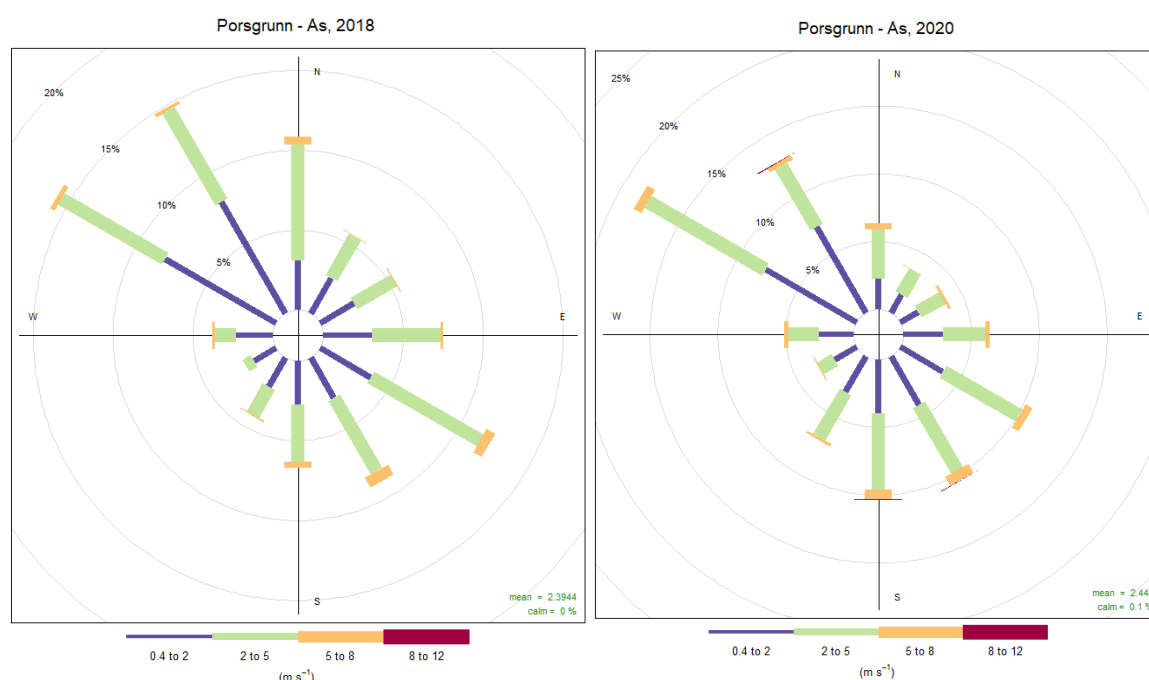
¹⁴ <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/sammendrag-og-bakgrunnsinformasjon/sammendrag/> [besøkt 7. august 2021].

¹⁵ Se <https://lovdata.no/forskrift/2004-06-01-931/§7-13> [besøkt 5. september 2021].

2.2 Lokale spredningsforhold i Grenland

Grenlandsområdet er kjent for solgangsvind¹⁶, også benevnt land-sjøbris med skifte av vindretning over døgnet. Solgangsvind kjennetegnes ved pålandsvind om dagen og fralandsvind om natten. Fenomenet er mest utpreget om sommeren, se vindroser sortert pr. måned i Vedlegg B.

Vindrose som viser observert vindretning for området er vist i Figur 3. En vindrose viser frekvensen i prosent av vind i tolv 30-graders sektorer, det vil si hvor ofte det blåser fra disse retningene sortert for fire vindhastighetsintervaller. Vindrosen viser at vinden står fra nord-nordvest sektor 330° og vest-nordvest sektor 300° rundt 30 % av tiden og fra sør-sørøst sektor 150° og øst-sørøst sektor 120° rundt 20 % av tiden. Det vil si at vinden står ut/inn Frierfjorden rundt 50 % av tiden.



Figur 3: Vindroser for Porsgrunn Ås – SN30255 for 2018 (venstre) og 2020 (høyre). Vindrose viser frekvensen i prosent av vind i tolv 30-graders sektorer, det vil si hvor ofte det blåser fra disse retningene sortert for fire vindhastighetsintervaller; 0-2 m/s, 2-5 m/s, 5-8 m/s samt 8 m/s og sterkere. Andel vindstille: 0 % (2018) og 0,1 % (2020). Se Vedlegg B for månedsvise plott.

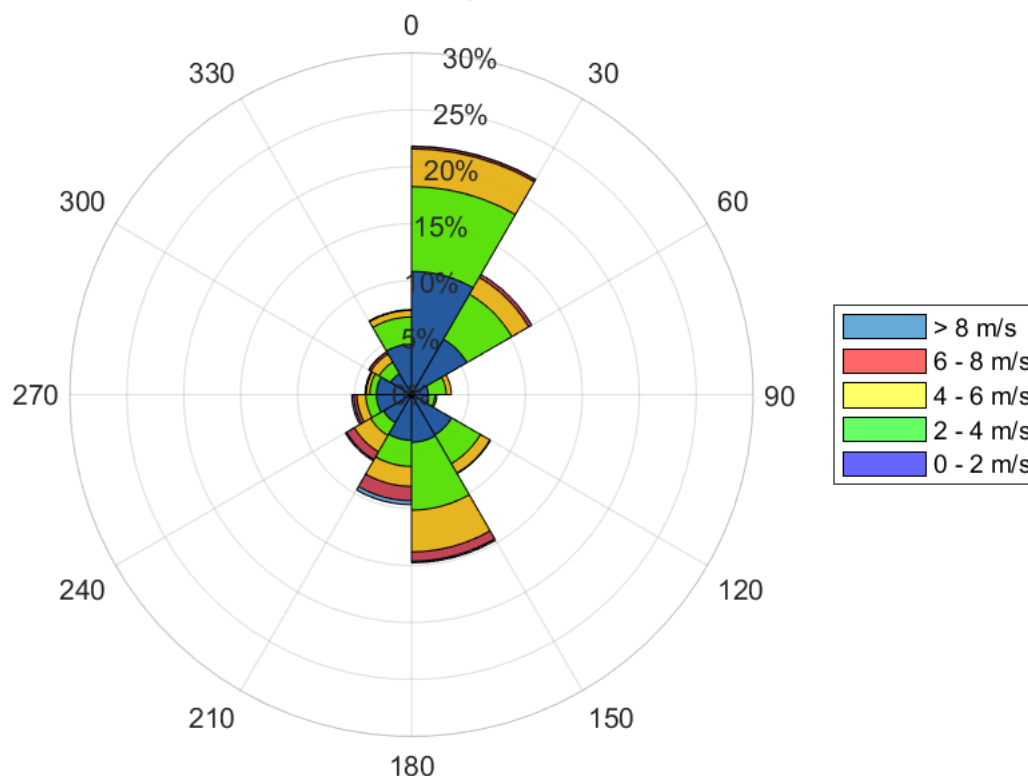
Kilde: seKlima-databasen, driftet av Norsk Klimaservicesenter

<https://seklima.met.no/observations/> [besøkt 21. september 2021].

Vinddata fra WRF-modellen for Herøya i 2018 er vist i Figur 4. Dette er vinddata slik de er brukt i de regionale spredningsberegningene beskrevet i kap. 3.1. Vinddata fra WRF-modellen viser en dreining av vinden mer fra nord-nordøst og fra sør-sørøst. Dette er noe ulikt vindmønsteret observert på stasjonen Ås (Figur 3). Forskjellen kan forklares ved at stasjonen Ås er en frittliggende stasjon plassert høyt i terrenget (på en «ås» 100 m.o.h.) og slik sett viser storskala vind i området, mens Herøya 5 m.o.h. viser mer lokale vindforhold som i stor grad er styrt av topografi.

¹⁶ <https://snl.no/solgangsvind> [besøkt 26. september 2021].

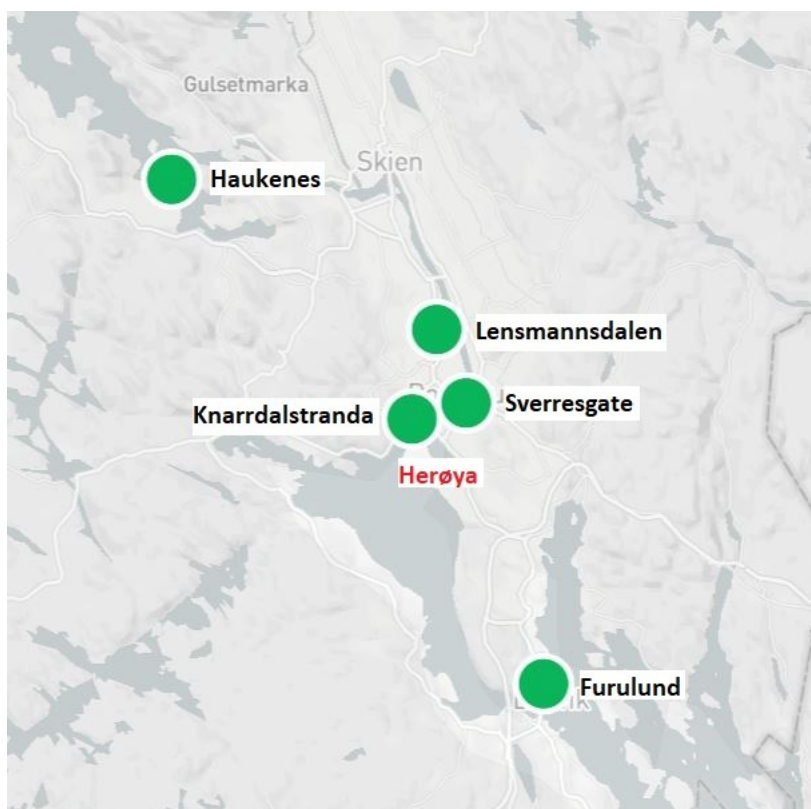
Wind rose from WRF 2018, lat=59.12 lon=9.63



Figur 4: Vindrose for bakkenivå på Herøya for 2018 fra WRF, det vil si vinddata slik de er brukt i de regionale spredningsberegningene. Horisontal gridruteoppløsning $1 \times 1 \text{ km}^2$.

2.3 Målinger av luftkvalitet i Grenland 2015-2020

Pr. 2021 måles det luftkvalitet ved fem stasjoner i Grenland; Haukenes (bakgrunnsstasjon), Lensmannsdalen (veinær stasjon), Knarrdalstranda (bybakgrunnsstasjon), Sverresgate (veinær stasjon) og Furulund (industripåvirket stasjon). Stasjonene Ås Heistad og Øyekast er nedlagte. Plasseringen av målestasjonene er vist i Figur 5. Av de fem nåværende stasjonene er det Knarrdalstranda (NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) og Sverresgate (NO_2 , PM_{10}) som ligger nærmest Herøya.



Figur 5: Oversikt over de fem, nåværende målestasjonene for luftkvalitet i Grenland; Haukenes, Lensmannsdalen, Knarrdalstranda, Sverresgate og Furulund.

Kilde: <https://luftkvalitet.nilu.no/kart>

Det er ulik instrumentering på de ulike stasjonene, men sett under ett måles det nitrogen dioksid NO_2 , svevestøv PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ og svoveldioksid SO_2 , samt ozon O_3 i Grenland.

NO_2 har blitt målt/måles ved sju stasjoner; Ås Heistad (kun 2015), Øyekast (til 2016), Sverresgate, Knarrdalstranda (fra 2018), Haukenes, Furulund (fra 2017) og Lensmannsdalen. Grenseverdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kan overskrides inntil 18 ganger i løpet av et kalenderår og norsk grenseverdi for timemiddel av NO_2 overholdt¹⁷. Høyeste årsmiddel målt i Grenland var $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ målt i Lensmannsdalen i 2015 og 2016. Norsk grenseverdi for årsmiddel av NO_2 er $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ så grenseverdien er derved overholdt.

Svevestøv PM_{10} har blitt målt/måles ved fem stasjoner; Knarrdalstranda (fra 2018), Lensmannsdalen, Øyekast (til 2016), Sverresgate og Furulund (2017, 2018 og 2021). Årsmiddelkonsentrasjon av PM_{10} for 2015 – 2021 er vist i Tabell 5. Døgn- og årsmiddelkonsentrasjoner av PM_{10} sammenlignet med grenseverdier er vist i Figur 6. Høyeste årsmiddel målt i Grenland var $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ målt i Lensmannsdalen i 2015. Norsk grenseverdi for årsmiddel av PM_{10} den gang var $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nå er den redusert til $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabell 2). De siste sju årene er det kun et år/en stasjon som viser høyere årsmiddelkonsentrasjon enn $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, igjen Lensmannsdalen i 2015. Dette er også høyere enn øvre vurderingsterskel ($22 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Se Vedlegg A for forklaring vedrørende vurderingsterskler.

¹⁷ Se: <https://luftkvalitet.nilu.no/overskridelse> [besøkt 4. september 2021].

Tabell 5: Årsmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ på de fem målestasjonene Knarrdalstranda (fra 2018), Lensmannsdalen, Øyekast (til 2016), Sverresgate og Furulund (2017, 2018 og 2021).

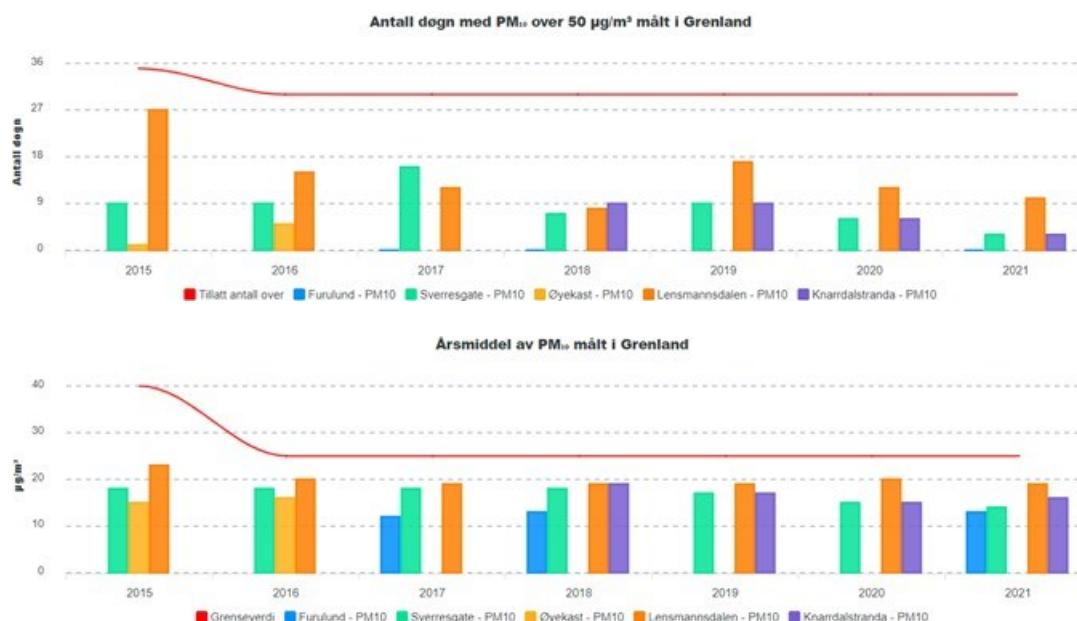
Kilde: <https://luftkvalitet.nilu.no/overskridelse> [besøkt 25. mars 2022].

Stasjon	År	Årsmiddel µg/m ³
Knarrdalstranda	2018	19
	2019	17
	2020	15
	2021	16 ¹⁾
Lensmannsdalen	2015	23
	2016	20
	2017	19
	2018	19
	2019	19
	2020	20
	2021	19
Øyekast	2015	15
	2016	16
Sverresgate	2015	18
	2016	18
	2017	18
	2018	18
	2019	17
	2020	15
	2021	14
Furulund	2017	12
	2018	13
	2021	13

1) Ikke endelige kvalitetssikrede data.

Et sammendrag av døgnmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ 2015 - 2021 på de fem målestasjonene sammenlignet med grenseverdier, vurderingsterskler og luftkvalitetskriterium er gitt i Tabell 6. Av disse er det Lensmannsdalen som har hatt flest døgnmiddelverdier over 50 µg/m³, nærmere bestemt 27 i 2015. Gitt at norsk grenseverdi den gang var 35 tillatte overskridelser, var daværende grenseverdi overholdt. Nå er grenseverdi for redusert PM₁₀ til 25 tillatte overskridelser, dog er den ikke tilbakevirkende. Samtidig viser resultatene i Tabell 6 at Grenland har overskridelse av øvre vurderingsterskel i åtte av 23 tilfeller (år/stasjoner), samt at nedre vurderingsterskel er overskredet i 19 av 23 tilfeller. Luftkvalitetskriteriet er overskredet på alle stasjoner de siste sju årene.

En gjennomgang av målingene viser også at de høyeste døgnmiddelkonsentrasjonene opptrer typisk i tidsrommet høst, vinter og tidlig vår. De høye konsentrasjonene er igjen et resultat av store utslipp, fortrinnsvis fra veitrafikk, kombinert med treg utlufting som forekommer ved inversjonsepisoder på stille, kalde dager.



Figur 6: Årsmiddelkonsentrasjoner av PM₁₀ på de fem målestasjonene Knarrdalstranda (fra 2018), Lensmannsdalen, Øyekast (til 2016), Sverresgate og Furulund (2017, 2018 og 2021) sammenlignet med norske grenseverdier.

Kilde: <https://luftkvalitet.nilu.no/overskridelse> [besøkt 25. mars 2022].

Tabell 6: Sammenheng av døgnmiddelkonsentrasjoner av PM_{10} på de fem målestasjonene Knarrdalstranda (fra 2018), Lensmannsdalen, Øyekast (til 2016), Sverresgate og Furulund (2017, 2018 og 2021) sammenlignet med vurderingsterskler, luftkvalitetskriterium og grenseverdi. Det var ingen overskridelser av daværende grenseverdi for døgnmiddel¹⁾ 2015 – 2021 og den er derfor utelatt. Enheter: konsentrasjon $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og antall, samt markering om luftkvaliteten er over visse grenser/kriterier.

Stasjon	År	Maks. døgn $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Antall			Overskridelse av			
			Døgn > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Døgn > 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Døgn > 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	²⁾ Øvre vurderingsterskel	³⁾ Nedre vurderingsterskel	⁴⁾ Luftkvalitetskriterium døgn	⁵⁾ Grenseverdi 2022
Knarrdalstranda	2018	60,9	9	29	87	Ja (2022)	Ja	Ja	
	2019	76,9	11	29	65	Ja (2022)	Ja	Ja	
	2020	86,1	6	15	46		Ja	Ja	
	2021 ⁶⁾	64,0	3	17	53		Ja	Ja	
Lensmannsdalen	2015	128,6	27	48	92	Ja	Ja	Ja	Ja
	2016	108,1	16	38	81	Ja	Ja	Ja	
	2017	95,4	12	31	72	Ja	Ja	Ja	
	2018	95,2	8	20	67		Ja	Ja	
	2019	74,9	17	40	75	Ja	Ja	Ja	
	2020	114,4	12	45	76	Ja	Ja	Ja	
	2021	97,1	10	32	72	Ja	Ja	Ja	
Øyekast	2015	65,7	1	9	26		Ja (2022)	Ja	
	2016	76,0	5	13	39		Ja	Ja	
Sverres-	2015	114,7	10	32	56	Ja	Ja	Ja	

Stasjon	År	Maks. døgn $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Antall			Overskridelse av			
			Døgn > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Døgn > 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Døgn > 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	²⁾ Øvre vurderings- terskel	³⁾ Nedre vurderings- terskel	⁴⁾ Luftkvalitets- kriterium døgn	⁵⁾ Grense- verdi 2022
gate	2016	100,7	10	30	60	Ja (2022)	Ja	Ja	
	2017	95,7	16	36	66	Ja	Ja	Ja	
	2018	84,9	7	26	58	Ja (2022)	Ja	Ja	
	2019	100,9	9	30	68	Ja (2022)	Ja	Ja	
	2020	93,0	6	17	33		Ja	Ja	
	2021	83,9	3	8	33		Ja	Ja	
Furulund	2017	38,2	0	2	16			Ja	
	2018	47,8	0	3	21			Ja	
	2021	44,5	0	4	22			Ja	

1) Daværende døgngrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Grenseverdien måtte ikke overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår.

2) Øvre vurderingsterskel: $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgnmiddel) som ikke må overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår. Antallet tillatte overskridelser ble redusert til 25 fra 1.1.2022.

3) Nedre vurderingsterskel: $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgnmiddel) som ikke må overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår. Antallet tillatte overskridelser ble redusert til 25 fra 1.1.2022.

4) Luftkvalitetskriterium: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (døgn).

5) Oppdatert grenseverdi fra 1.1.2022: antall tillatte overskridelser av døgnmiddel $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ble satt ned fra 30 til 25.

6) Ikke endelige kvalitetssikrede data.

PM_{2.5} har blitt målt/måles ved fire stasjoner; Lensmannsdalen, Knarrdalstranda (fra 2018), Øyekast (til 2016) og Furulund (2017, 2018 og 2021). Høyeste årsmiddelverdi er 10 µg/m³ målt på Knarrdalstranda i 2021. Gitt at norsk grenseverdi for årsmiddel av PM_{2.5} i 2021 var 15 µg/m³ (nå redusert til 10 µg/m³ fra 1.1.2022) så er uansett grenseverdien overholdt.

SO₂ måles ved Furulund (fra 2019, se Figur 5). Det er ingen overskridelser av norsk grenseverdi for SO₂, hverken for time, døgn eller år.

Ozon O₃ måles ved én stasjon, Haukenes. Forurensningsforskriften nevner spesifikt at «I Skien kommune skal det etableres en bynær målestasjon for overvåking av konsentrasjonen av bakkenær ozon...». Årsmidler for 2015 – 2020 har ligget mellom 52 og 57 µg/m³ (høyeste verdi målt i 2018). De høyeste konsentrasjonene måles typisk på våren i april-mai, høyeste månedsmiddel er 78 µg/m³ (april 2019). Høyeste timemiddelverdi er 148,3 µg/m³ målt 5. mai 2015. Det vil si lavere enn både informasjonsterskel (180 µg/m³) og alarmterskel (240 µg/m³) gitt i lovverket. Når det gjelder maksimum daglig 8-timers gjennomsnitt forekommer det tilfeller høyere enn 120 µg/m³, dog ikke flere enn 25 dager per kalenderår, i gjennomsnitt over tre år. Slik sett er mål for 2010 overholdt, men langsiktig mål overskrides. Fra 2015 – 2020 er AOT40¹⁸ lavere enn norsk mål for 2010 (18000 µg/m³ timer i gjennomsnitt over 5 år¹⁹), dog ble langsiktig mål overskredet i 2018. Da var AOT40 på Haukenes i underkant av 10000 µg/m³ timer, mens langsiktig mål er 6000.

Når det gjelder fremtidige utslipp fra Vianode Herøya, sett i lys av de allerede eksisterende utslipp og bakgrunnsnivåer, er det PM₁₀ som vil kreve størst aktsomhet. Både fordi det allerede er utslipp av PM₁₀ fra industri, vedfyring og veitrafikk som gir konsentrasjoner opp mot nåværende grenseverdier og over vurderingsterskler, men også fordi det de senere årene er gjort en innstramning i lovverket med strengere krav og lavere tillatte verdier.

2.4 Luftkvalitet i Grenland sett i lys av retningslinjer og anbefalinger

Norske myndigheter har utarbeidet «Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)»²⁰. Hensikten med retningslinjen er å forebygge helseeffekter av luftforurensninger gjennom god arealplanlegging. Retningslinjen har ikke status som en statlig planretningslinje etter plan- og bygningslovens § 6-2. Anbefalingene i retningslinjen er veiledende, men vesentlige avvik fra anbefalingene kan imidlertid gi grunnlag for innsigelse til planen fra offentlige myndigheter.

T-1520 har et eget underkapittel vedr. Luftforurensende virksomhet (kap. 5.3.). Der heter det at: «Etablering av ny virksomhet kan skape luftforurensning dersom virksomheten medfører utslipp til luft i form av trafikkøkning i forhold til dagens situasjon og/eller har stasjonære utslipp. Slik virksomhet kan være infrastruktur, boliger, institusjoner, forretning eller næring. Denne retningslinjen kommer til anvendelse dersom etablering av virksomheten medfører vesentlig økning i luftforurensningen.»

Videre er definisjonen av «Vesentlig økning» (jfr. kap. 8 Definisjoner):

«Hva som regnes som vesentlig økning, er avhengig av det eksisterende forurensningsnivået. Som en veiledning kan følgende ansees som vesentlig økning:

¹⁸ AOT40 betyr summen av differansene mellom timeskonsentrasjoner > 80 µg/m³ og 80 µg/m³. Målingene av timeskonsentrasjoner skal gjøres over en gitt periode (mai til juli) hvor det kun brukes 1-times verdier målt mellom kl. 0800 og 2000.

¹⁹ I Lovdata står det 18000 mg/m³ timer. Dette er feil. Miljødirektoratet er underrettet om feilen.

²⁰ Nedlastbar fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/t-1520-luftkvalitet-arealplanlegging/id679346/> [besøkt 5. september 2021].

- dersom forurensningen er lavere enn nedre grense for gul sone, ansees en økning på 20 % å være vesentlig. Det vil si at planen faller inn under kriteriet som utløser konsekvensutredning etter plan- og bygningsloven.

- I gul sone ansees en økning på 5 % for å være vesentlig.

I rød sone vil alt som bidrar til å øke forurensningsnivået ytterligere kunne ansees som en vesentlig økning.»

Retningslinjen definerer Gul og Rød sone utfra nivåene av NO₂ og PM₁₀ og overskridelser av visse nivåer (T-1520 Tabell 1). For NO₂ er grensen for luftforurensning 40 µg/m³ som vintermiddel 1. nov til 30. april (gul sone) og 40 µg/m³ som årsmiddel (rød sone). Årsmiddelverdiene av NO₂ i Grenland er uansett under disse, jfr. diskusjon i kap. 2.3. For PM₁₀ er kriteriet for gul sone 35 µg/m³ 7 døgn per år og for rød sone 50 µg/m³ 7 døgn per år. I årene 2015 – 2020 har både Lensmannsdalen, Sverresgate og Knarrdalstranda hatt år med mer enn sju døgn over 50 µg/m³. Dette er forklaringen på hvorfor deler av Grenland er å betrakte som rød sone. Se ellers luftsonekart i Figur 8 i kap. 2.5.

2.5 Fagbrukertjeneste for luftkvalitet

Fagbrukertjenesten for luftkvalitet er et samarbeid mellom flere norske myndighetsorganer²¹. Hensikten med fagbrukertjenesten er å støtte kommuner og andre aktører i arbeidet med lokal luftkvalitet. Tjenesten inneholder blant annet modellberegninger og historiske måledata, årsmiddel-, korttidsmiddel- og luftsonekart på kommunenivå, samt oversikt over kildebidrag og utslippskilder i kommuner.

Som vist i kap. 2.3 og 2.4 er det PM₁₀ som her er mest problematisk med tanke på norske vurderingsterskler. Totale, rapporterte og beregnede utslipp av PM₁₀ i Grenlandsområdet i 2020 summerte opp til 368 tonn (Tabell 7). Industri er største kilde (62%), etterfulgt av veistøv (18%) og vedfyring (14%), mens skipsutslipp (5%) og eksos (1%) er de minste kildekategoriene. Utslippene fra industri er stort sett lokalisert på Herøya, utslipp fra veitrafikk (eksos og veistøv) er lokalisert langs veier, mens vedfyring stammer fra boligområder.

Tabell 7: Årlige utslipp av PM₁₀ i Porsgrunn kommune i 2020 sortert på ulike kildekategorier. Enhet: tonn/år og %-fordeling. Kilde: Miljødirektoratet / Fagbrukertjeneste for luftkvalitet.

	tonn / år	%
Eksos	3,3	1
Veistøv	65,8	18
Vedfyring	52,7	14
Skip	16,9	5
Industri	229,5	62
Totalt	368,2	100

Samtidig som utslipp fra industri er klart største PM₁₀-utslippskilde i Porsgrunn kommune er bidraget til PM₁₀-konsentrasjonene mindre enn størrelsen på utslippene skulle tilsi. For å illustrere, selv om industri står for 62% av PM₁₀-utslippene i Porsgrunn er beregnet bidrag til PM₁₀-konsentrasjonene kun

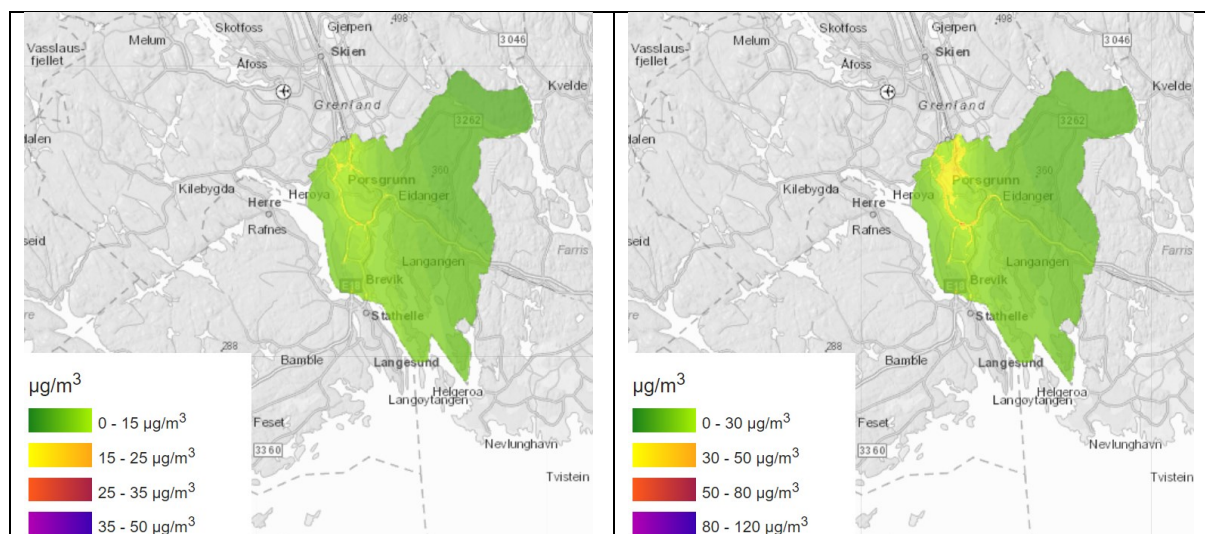
²¹ Se: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/fagbrukertjeneste-for-luftkvalitet/> [besøkt 27. september 2021]. Luftsamarbeidet består av Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Vegdirektoratet, Meteorologisk institutt, Folkehelseinstituttet og Helsedirektoratet.

0,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gitt som årsmiddel (Tabell 8). Beregnet bidrag fra industri utgjør altså 1-2% av totalkonsentrasjonen ved bakken av PM_{10} i Porsgrunn. Utslipp fra industri slippes gjerne ut gjennom skorsteiner og har gjerne et røykløft som gjør at utslippene fortynnes før de treffer bakken et stykke unna utslippspunktet. Dette er forklaringen på hvorfor industri bidrar lite til forhøyede bakkekonsentrasjonene i Porsgrunn. Merk også at en stor del av PM_{10} -forurensningen i Porsgrunn skyldes naturlig bakgrunn/langtransportert forurensning og sjøsalt. Sjøsalt kommer naturlig nok av Porsgrunn sin beliggenhet nær sjøen.

Tabell 8: Kildebidrag til PM_{10} -nivåene i Porsgrunn kommune for 2020 og tidsrommet 2016 – 2020. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kilde: Fagbrukertjeneste for luftkvalitet.

	2020	2016 - 2020
Vedfyring	1,7	2,7
Industri	0,2	0,2
Skip	0	0
Eksos	0,1	0,1
Bakgrunn	4,9	6,5
Sjøsalt	1,5	2
Veistøv	2,1	1,5
Totalt	10,5	13

Fagbrukertjeneste for luftkvalitet gjør også modellberegninger for ulike forurensningskomponenter (PM_{10} , NO_2 og $\text{PM}_{2.5}$), samt utarbeider luftsonekart. Beregnet årsmiddel og 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjon for PM_{10} er gitt i Figur 7. De høyeste verdiene og den største belastningen sees i Porsgrunn sentrum. De beregnede årsmiddelkonsentrasjonene, i spennet 15-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gul i Figur 7, venstre del) stemmer bra med observasjoner (Tabell 5). Modellberegningene viser også at årsmiddelkonsentrasjonen av PM_{10} ved Herøya er noe lavere enn i sentrum av Porsgrunn for øvrig (grønn i Figur 7, venstre del), det vil si under gjeldende grenseverdier.

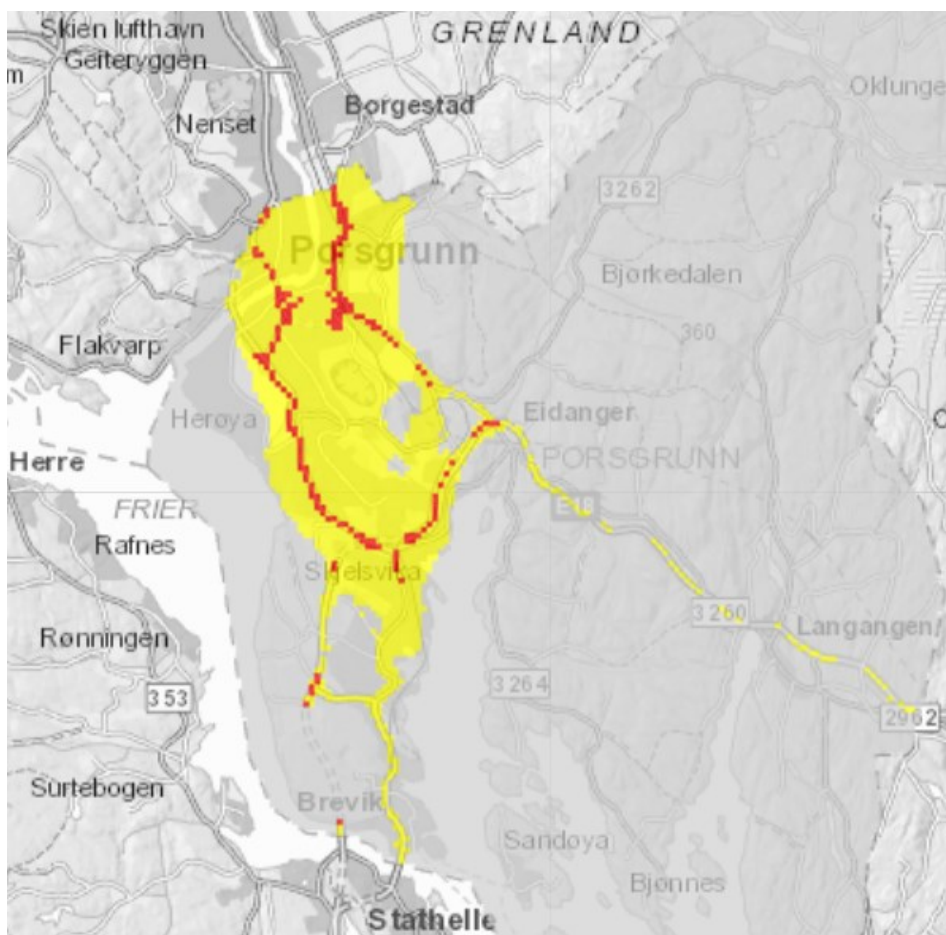


Figur 7: Beregnet årsmiddelkonsentrasjon (venstre del) og beregnet 31. høyeste døgnmiddelkonsentrasjon (høyre del) for PM₁₀ for Porsgrunn, Vestfold og Telemark 2016-2020 (øverst). Merk ulik skala i de to plottene.

Enhet: µg/m³. Kilde: Fagbrukertjeneste for luftkvalitet.

Modellberegningene utført av Fagbrukertjenesten for luftkvalitet viser også døgnmiddelkonsentrasjonen for det 31. høyeste døgnet (Figur 7, høyre del). Bakgrunnen for dette er at norsk døgngrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse er 50 µg/m³. Grenseverdien må ikke overskrides mer enn 30 ganger pr. kalenderår (reduisert til 25 tillatte overskridelser fra 1.1.2022). Det vil igjen si at hvis det 31. høyeste døgnet er lavere enn 50 µg/m³ så er norsk grenseverdi overholdt. Modellberegningene viser at den 31. høyeste døgnkonsentrasjonen for Herøya var under 30 µg/m³ (grønn i Figur 7, høyre del), mens for sentrum i Porsgrunn lå beregnet 31. høyeste døgnkonsentrasjon mellom 30 og 50 µg/m³ (gul i Figur 7, høyre del). Dette stemmer bra med observasjoner fra Øyekast, Sverresgate og Lensmannsdalen i 2015 – 2020 gjengitt i Tabell 6.

Observasjoner og modellberegningene viser altså at de høyeste bakkekonsentrasjonene av PM₁₀ forekommer i sentrum av Porsgrunn. Fagbrukertjenesten for luftkvalitet har også utarbeidet luftsonekart (gjengitt i Figur 8). Her er størsteparten av Porsgrunn sentrum klassifisert som gul sone, mens hovedfartsårene i sentrum og inn til sentrum er klassifiserte som rød sone. E18 sees tydelig, den er stort sett klassifisert som gul, men er rød nær Porsgrunn. Herøya er «nøytral», det vil si utenfor gul sone.



Figur 8: Luftsonekart for Porsgrunn, Vestfold og Telemark, basert på meteorologi i 2016-2020.
Kilde: Fagbrukertjeneste for luftkvalitet.

For å oppsummere luftkvaliteten i Porsgrunn/Grenland viser målinger og beregninger at nivåene av NO_2 er under norske grenseverdier både når det gjelder årsmiddel og timemiddel. NO_2 representerer derved ikke noe problem for luftkvaliteten i Porsgrunn. Når det gjelder PM_{10} har de målte konsentrasjonene gått noe ned de senere årene (se Tabell 5 og Figur 6). For veinære stasjoner skyldes nedgangen delvis at piggdekkandelen har sunket med 10 prosentpoeng mellom 2015/16 og 2019. Norske grenseverdier for årsmiddel og døgnmiddel er overholdt, men Porsgrunn ligger over nedre vurderingsterskel for døgnmiddel av PM_{10} . Porsgrunn sentrum viser de høyeste konsentrasjonene. Dette skyldes utslipp fra veitrafikk (eksos og veistøv) og vedfyring. Utslipp fra industri er stort i kommunen, men kildebidraget fra industri er mye lavere enn størrelsen på utslippet skulle tilsi. Herøya viser lave beregnede verdier av PM_{10} og er klassifisert som «nøytral» sone.

3 Spredningsberegninger av utslipp fra Vianode Herøya

I prosjektet er det gjort spredningsberegninger på regional og lokal skala. Regional skala dekker et område på opptil 50 km fra fabrikkene, mens lokal skala beregner konsentrasjoner fra noen 100 m opp til noen km fra Herøya. Den regionale modellen beregner årsmidlede konsentrasjoner og avsetning, mens den lokale modellen beregner timemiddelkonsentrasjoner.

Utslippene fra Vianode Herøya er lave sett i forhold til andre, allerede eksisterende utslippskilder i området. Av den grunn er det ikke noe faglig poeng å studere spredningen på større skala. Det vil ikke være mulig å detektere eller gjenkjenne utslippene fra Vianode mer enn noen titalls km fra Herøya. Utover det vil variasjon i konsentrasjonene som skyldes langtransportert forurensning, bakgrunnsnivå, andre kilder, skiftende vind/meteorologi være større enn bidraget fra Vianode Herøya.

3.1 Regionale spredningsberegninger WRF-EMEP

WRF-EMEP er et integrert modellsystem som består av a) en prognostisk meteorologisk modul WRF **Weather Research and Forecast**²² som beregner meteorologiske data og b) en spredningsmodell EMEP **European Monitoring and Evaluation Programme**²³ som beregner kjemi, transport og avsetning. Modellsystemet er en Eulersk modell som deler atmosfæren inn i «bokser» eller gridrutenett. Til studier av punktkilder som Vianode Herøya er det nødvendig å nøste med gradvis finere oppløsning, det vil si minst bokser nær utslippspunktet. I denne studien er modellen nøstet kun én gang. Det vil si at det er benyttet et finere gridrutenett i et område lokalt rundt Herøya/Grenland og større gridruter ellers. Utslippene fra Vianode Herøya er forholdsvis små og vil i liten grad påvirke kjemien i atmosfæren. Dette er bakgrunnen for at modellen kun nøstet en gang rundt Herøya. Se for eksempel Figur 9 på neste side for en illustrasjon av det innerste domenet.

Det ytterste domenet dekker hele Europa og har en gridoppløsning/boksstørrelse på $50 \times 50 \text{ km}^2$. Dette ytterste modelldomenet vil fange opp langtransportert forurensning, eksempelvis fra Sentral-Europa og Storbritannia. Det innerste modelldomenet dekker området rundt Herøya (totalt $105 \times 105 \text{ km}^2$) og har en gridoppløsning på $1 \times 1 \text{ km}^2$. I sum beregner modellen samlet bidrag og påvirkning på lokal og regional luftkvalitet (konsentrasjon) og avsetning fra Vianode Herøya.

Som inngangsdata til EMEP-modellen er det benyttet meteorologi for 2018 fra WRF-modellen. Som kjent var 2018 preget av høye temperaturer og lite nedbør i sommermånedene.

Det er benyttet spesifikke utslipp for Vianode Herøya slik de er beregnet i underlaget for konsekvensutredningen. Utslippstallene vil også inngå i den fremtidige utslippstillatelsen. Ellers i beregningene brukes norske utslipp representative for 2015 (bakgrunnsutslipp). Detaljerte utslippsdata, det vil si mengde av hver enkelt komponent, skorsteinshøyder, utgangstemperatur, utgangshastighet ble oppgitt av Multiconsult / Vianode (Øvrebø og Haarstad, 2021).

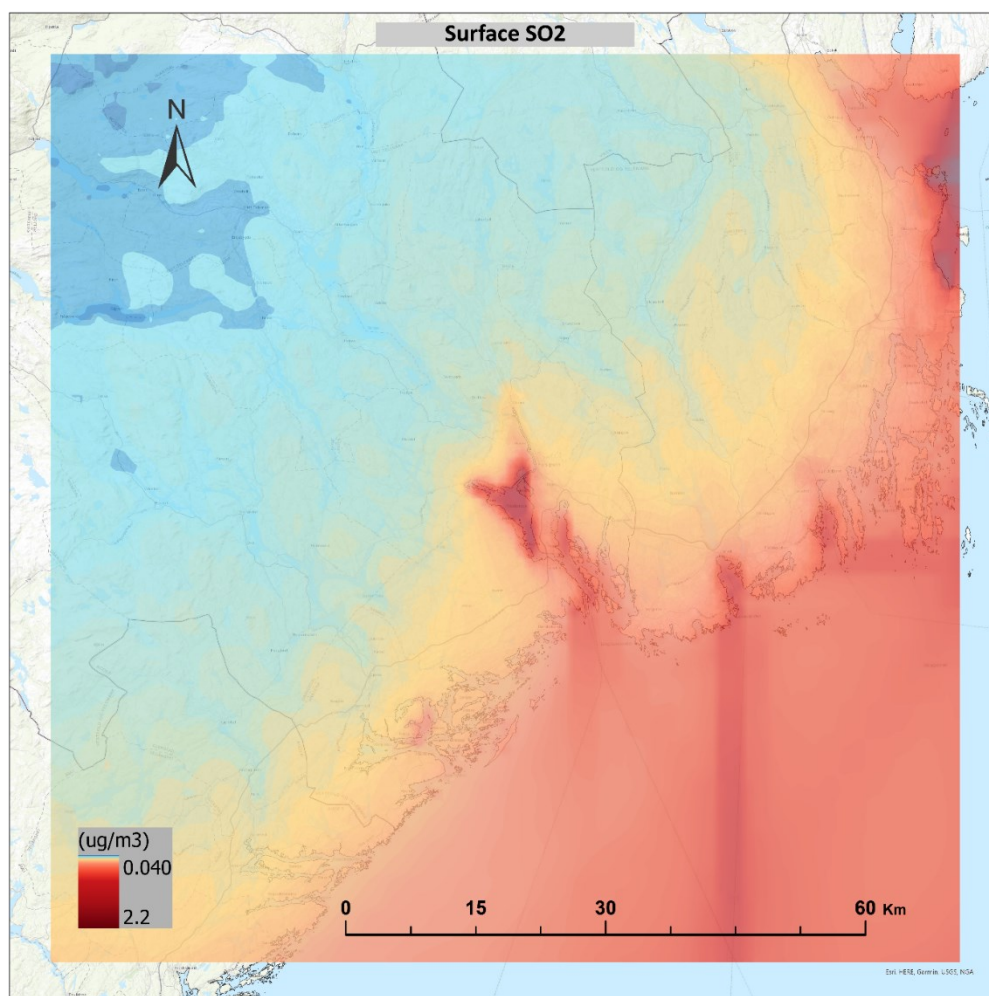
I underlaget for beregningene er det oppgitt utslippstall for karbondioksid (CO_2), svovel / SO_2 , støv (karbonstøv og aske), PAH, benzo(a)pyren (BaP), kvikksølv (Hg), krom (Cr), kadmium (Cd), bly (Pb), arsen (As), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V), se Tabell 1.

3.1.1 Konsentrasjon og avsetning svovel / SO_2

Utslipp av SO_2 fra Vianode Herøya brukt i modellberegningene er 50 tonn/år, tilsvarende 1,6 g/s.

²² <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model> [besøkt 3. september 2021].

²³ www.emep.int [besøkt 3. september 2021].



Figur 9: Årsmiddelkonsentrasjon av SO_2 i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$, alle utslipp inkludert). Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Årsmiddelkonsentrasjon av SO_2 i bakkenivå for det innerste domenet er gitt i Figur 9 (alle kilder inkludert). Den høyeste konsentrasjonen i området sees tydelig nordvest for Porsgrunn, det vil si nedstrøms Grenland i fremherskende vindretning. Merk at Norcem Brevik som ligger 8-9 km unna Herøya slapp ut 426 tonn SO_2 i 2020²⁴ og slik sett er den klart største SO_2 -kilden i Grenland. Ellers sees det tydelige, men dog små signaler fra skipstrafikk. Utslipp fra skip som går inn/ut Frierfjorden, inn til/ut fra Larvik og mot Danmark og inn til / ut fra Sandefjord gir små økninger i konsentrasjon over sjø. Enkelte kildeområder som Kragerø mot sørvest og Slagentangen i nordøst sees også tydelig.

Når det gjelder bidrag fra Vianode Herøya er maksimalt, beregnet timemiddel av SO_2 i WRF-EMEP-modellen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, denne sees i gridruten rett nord for Herøya.

Avsetning

Tørr- og våtavsetning av svovel for innerste modelldomene er vist i Figur 10. Merk at tørravsetning og våtavsetning ikke har maksimum på samme geografiske sted. Tørravsetning er en funksjon av bakkekonsentrasjon, overflatens/bakkens beskaffenhet og gassens avsetningshastighet, mens våtavsetning er styrt av nedbør (mengde, intensitet og høyde på skyen som det regner fra) og gassens løselighet. Dette er to vidt forskjellige prosesser som gir forskjellige geografisk fordeling. For

²⁴ Se: <https://www.norskeutslipp.no/no/Diverse/Virksomhet/?CompanyID=5311> [besøkt 28. september 2021].

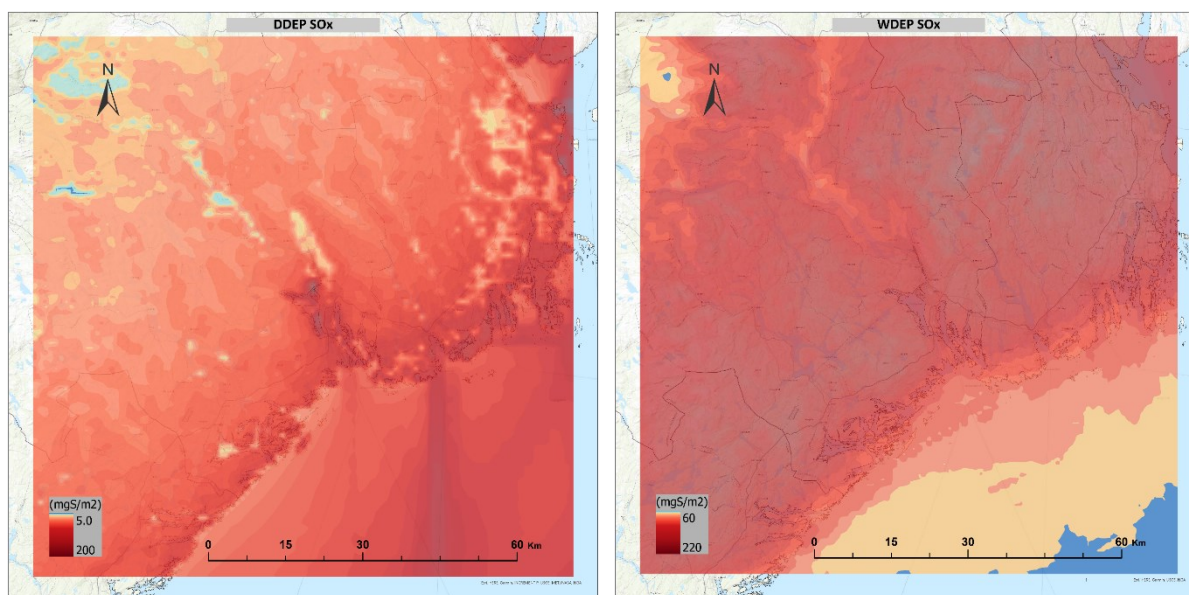
avsetningen i et gitt punkt er det summen som teller (tørr + våt) og det er også total avsetning som teller med tanke på tilførsel til vegetasjon og overflatevann.

Det er to veier til våtavsetning av svovel. Den ene er direkte opptak av SO_2 i skyer / skydråper, oksidasjon til sulfat H_2SO_4 i væskefase ved H_2O_2 , O_3 , HO_2NO_2 eller metaller (katalytisk, se Berglen et al., 2004) og deretter avsetning ved regn. Den andre veien er oksidasjon av svoveldioksid SO_2 til sulfat H_2SO_4 i gassfase ved OH og påfølgende opptak av sulfat i regndråper. Når det gjelder oksidasjon av SO_2 til sulfat er væskefasekjemien klart viktigst. Merk også at SO_2 er lite vannløselig («hydrofob»), mens sulfat løses lett i vann («hydrofilt»).

Tørravsetning er i stor grad styrt av bakkekonsentrasjonene og overflatens beskaffenhet. Plott for tørravsetning av svovel (Figur 10, venstre del) er derfor ganske lik plott for bakkekonsentrasjon av SO_2 (Figur 9). Maksimum, beregnet tørravsetning av svovel i det innerste modellområdet er 200 mgS/m^2 år, mens maksimum, beregnet våtavsetning er 220 mgS/m^2 år (Figur 10). På samme måte som årsmiddel av SO_2 er det forhøyede verdier av tørravsetning i Grenland og nedstrøms Grenland, men også tydelige forhøyet tørravsetning over sjø fra skip sørover mot Danmark og ved Slagentangen i øvre del til venstre i det innerste modellområdet (Figur 10, venstre del).

Beregnet avsetning stemmer bra med tidligere beregninger av avsetning av uorganiske komponenter i Norge (Aas mfl., 2017). Maksimal økning i avsetning på grunn av utslippene fra Vianode Herøya er 14 mg S/m^2 (tørravsetning) og 15 mg S/m^2 (våtavsetning), beregnet i én $1 \times 1 \text{ km}^2$ gridrute rett ved Vianode. Dette utgjør rundt 7 % økning av svovelavsetning, gjeldende i umiddelbar nærhet til Vianodes anlegg.

Området rundt Oslofjorden viser ingen overskridelser av tålegrenser for forsurening av overflatevann, ei heller overskridelse av tålegrense for forsurening av skogsjord. (Austnes mfl., 2017). Samtidig viser tålegrenseberegningene at det er områder innlands Herøya som er noe over tålegrense for forsurening av overflatevann.



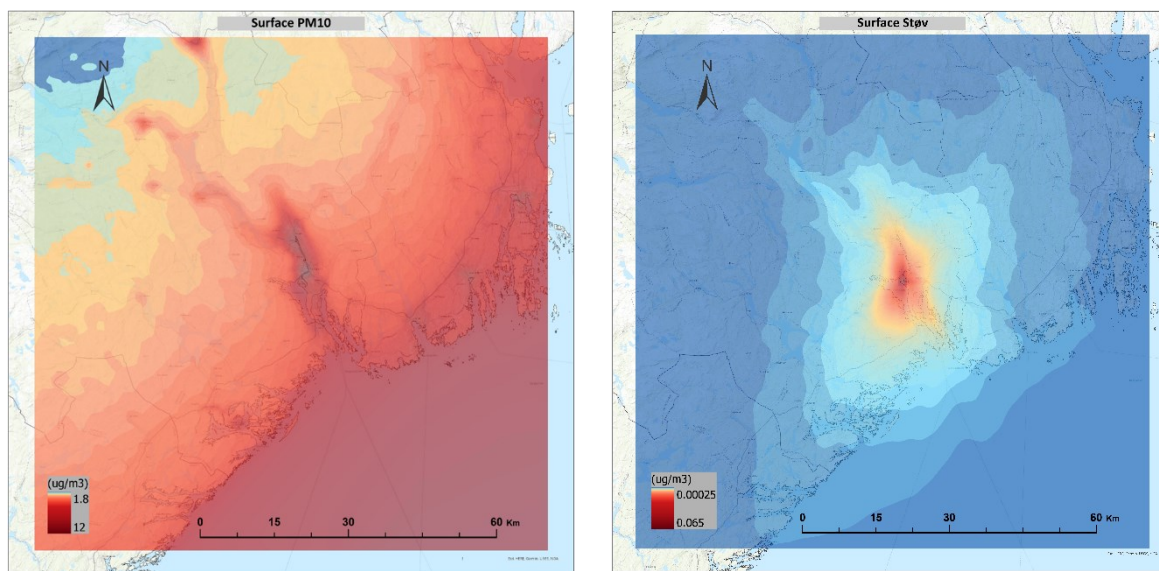
Figur 10: Tørr- (venstre) og våtavsetning (høyre) av svovel for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$, alle utslipp inkludert. Merk litt ulik skala i de ulike plottene. Enhet: mg S/m^2 .

Beregnet årlig maksimumskonsentrasjon i området er $2,2 \mu\text{g/m}^3$. Dette stemmer bra med observert årsmiddelkonsentrasjon på Furulund, $2,6 \mu\text{g/m}^3$ i 2019 og i 2020. Det største bidraget til SO_2 kommer uansett fra eksisterende fabrikk i Brevik (utslipp 345 tonn SO_2 i 2018). Konsentrasjonene er langt

lavere enn norsk grenseverdi for årsmiddel på $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabell 2). Høyeste timemiddelkonsentrasjon beregnet med WRF-EMEP for utslippene fra Vianode Herøya er som tidligere nevnt $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, også det langt lavere enn norsk grenseverdi for time på $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.2 Konsentrasjon svevestøv PM_{10}

Det er to kilder til støvutslipp fra Vianode Herøya, karbonstøv fra møllene og støv (aske) fra renseanlegget. Det er forventet at det vil slippes ut 5 tonn med støv pr. år fra Vianode (Tabell 1).



Figur 11: Årsmiddelkonsentrasjon av svevestøv PM_{10} i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$, venstre, alle utslipp inkludert), samt bidrag fra Vianode Herøya (høyre), det vil si kjøring kun med støvutslipp fra Vianodes fabrikk. Merk ulik skala i de ulike plottene. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Årsmiddelkonsentrasjon av svevestøv PM_{10} i bakkenivå for det innerste domenet er gitt i Figur 11. Figuren viser også bidraget fra Vianode Herøya, det vil si kjøring kun med støvutslipp fra Vianodes fabrikk (høyre del). Konsentrasjonene av PM_{10} er forhøyet inn Frierfjorden og i Grenlandsområdet, den høyeste beregnede verdien er $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gitt som årsmiddel. Dette er noe lavere enn observert. Denne underestimeringen kan tilskrives at modellen beregner konsentrasjoner på $1 \times 1 \text{ km}^2$ gridruter der store lokale kilder vil jevnes ut, mens observasjoner typisk tas nær kilder/kildeområder som fanger opp lokale forhøyede verdier.

Resultatene for PM_{10} viser også tydelig noe forhøyede verdier av partikler ute i Skagerrak (orange i nedre, høyre del av plottet). Dette er sjøsaltpartikler som genereres av vind. Ellers avtar konsentrasjonene av svevestøv når man går innover land. Merk at det ikke er noe kjemisk tap av svevestøv PM_{10} , konsentrasjonene er kun bestemt av utslipp, spredning og avsetning.

Plottet som viser bidraget fra Vianode (høyre del i Figur 11) viser at på regional skala er bidraget til PM_{10} -nivåene fra Vianode Herøya maksimalt $0,065 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gitt som årsmiddel. Dette er lite, og er også lavere enn naturlig variasjon og lavere enn usikkerheten i målinger. Delkonklusjonen vedrørende svevestøv PM_{10} er derfor at på regional skala, dvs. fra noen kilometer til noen titall kilometer fra Vianode Herøya, vil utslippene fra fabrikk på Herøya ikke representere noe problem. Se ellers beregninger av korttidskonsentrasjoner på lokal skala i kap. 3.2.

Resultatene vist i høyre del i Figur 11 er basert på et forventet utslipp på 5 tonn/år. Bidraget fra Vianode utgjør da maksimalt 0,065 µg/m³. Avhengig av teknologivalg kan de forventede utslippene bli reduserte. Et utslipp tilsvarende 2 tonn/år vil da gi et maksimalt bidrag på litt under 0,03 µg/m³.

3.1.3 Konsentrasjon av inert komponent og skalering

I denne studien er det også gjort spredningsberegninger med to inerte komponenter, en inert gass og en inert partikkel. Inert betyr i denne sammenhengen at komponenten ikke inngår i kjemisk forbindelse med annet stoff²⁵. Dette er gjort for siden å kunne skalere og tallfeste konsentrasjoner av andre inerte forurensningskomponenter som slippes ut fra Vianode Herøya uten å gjøre nye modellberegninger.

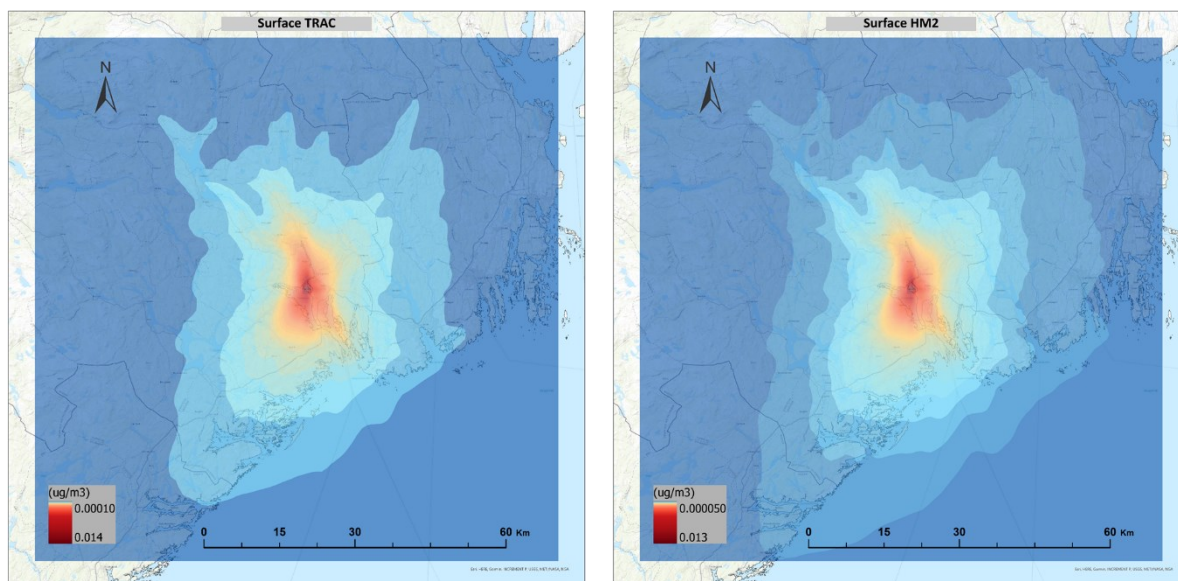
Utslipp til luft er enten i form av gass eller i form av partikler. Tungmetaller som krom (Cr), kadmium (Cd), bly (Pb), arsen (As), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V) er knyttet til partikler. De opptrer ikke i gassform ved normalt trykk og temperatur i atmosfæren, men sitter på overflaten eller er en del av små partikler/støv. Noen komponenter kan finnes både i gass- og partikkelform. Her er PAH'er et eksempel der de letteste er flyktige/i gassform og de tyngste er i partikkelform, mens de mellomtunge PAH'ene finnes både i gassform og på partikler. Benzo(a)pyren er knyttet til partikler. Merk at når det gjelder norske målsetningsverdier skal konsentrasjonene av BaP beregnes utfra totalt innhold i PM₁₀-fraksjonen (Tabell 3).

Metode

Det ble gjort modellkjøringer med WRF-EMEP for to inerte komponenter, en gass og en partikkel (PM₁₀). For begge komponentene er det antatt et utslipp på 1 tonn pr. år. Fysiske utslippsparametre som skorsteinshøyde, utgangstemperatur og så videre er de samme som for de andre komponentene i denne studien (hentet fra Øvrebø og Haarstad, 2021). Resultater for bakkenivå er gitt i Figur 12. Spredningen for gass og partikkel er rimelig lik. Eneste forskjell mellom de to er at en inert partikkel kan avsettes. Derved er maksimumskonsentrasjonen for partikkel litt lavere enn for gass på grunn av raskere tap.

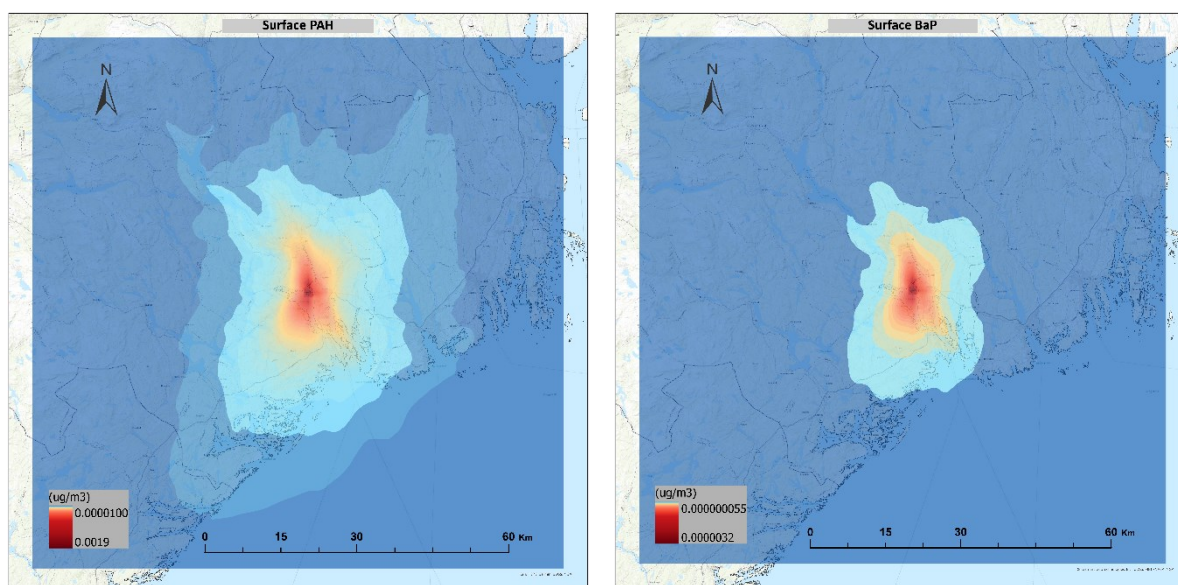
Disse resultatene ble siden benyttet for å tallfeste konsentrasjoner av komponenter som ikke gjennomgår kjemisk omdanning eller tap i atmosfæren. Det vil si at resultatene ble skalert i henhold til utslippsmengde slik det er oppgitt i Tabell 1.

²⁵ Se eks. <https://naob.no/ordbok/inert> ETYMOLOGI av latin *iners* (genitiv *inertis*) 'udyktighet, urørlig, treg'. [besøkt 22. september 2021].



Figur 12: Årsmiddel av inert gass (venstre) og inert grov partikkel (høyre) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$). Kildestyrke 1 tonn pr. år sluppet ut fra Vianode. Merk ulik skala i de ulike plottene. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.4 Konsentrasjon svevestøv PAH og BaP



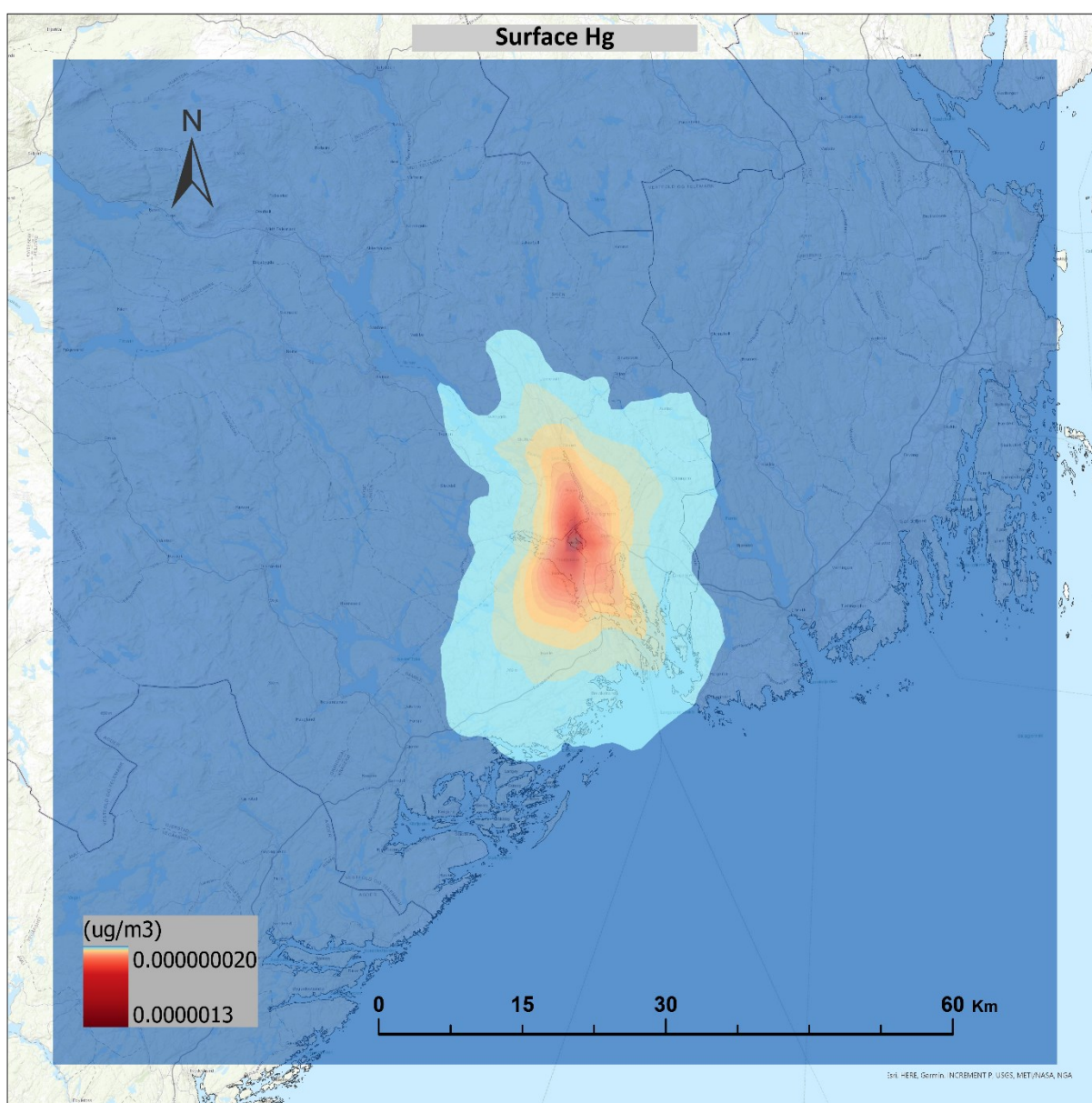
Figur 13: Årsmiddelkonsentrasjon av PAH (venstre) og BaP (høyre) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$) grunnet utslipp fra Vianode. Merk ulik skala i de ulike plottene. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Forventede utslipp av PAH fra Vianode er 150 kg/år og utslipp av benzo(a)pyren BaP er 0,25 kg/år. Beregnede bakkekonsentrasjoner av PAH og BaP som følge av disse utslippene er gitt i Figur 13. Igjen finnes de høyeste konsentrasjonene i nærområdet til Vianode Herøya. Det er også noe forhøyede konsentrasjoner mot sør og mot nord på grunn av fremherskende vindretning fra nord og sør. Høyeste beregnede bakkekonsentrasjon av PAH er $0,0019 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende $1,9 \text{ ng}/\text{m}^3$. Likeledes er høyeste beregnede bakkekonsentrasjon av BaP $0,0000032 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende $0,0032 \text{ ng}/\text{m}^3$. Gitt at årsmiddelkonsentrasjon av total PAH på Birkenes II i 2020 var $2,9 \text{ ng}/\text{m}^3$ ($1,9 \text{ ng}/\text{m}^3$ for 16 EPA PAH, se

Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) er maksimalbidraget fra Vianode i samme størrelsesorden som eksisterende bakgrunnskonsentrasjon. For BaP er de målte bakgrunnskonsentrasjonene 2-3 størrelsesordener lavere enn norsk målsetningsverdi på 1 ng/m^3 (også Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) og et bidrag fra Vianode på maksimalt $0,0032 \text{ ng/m}^3$ vil knapt være målbart og vil uansett ikke medføre brudd på norsk målsetningsverdi.

3.1.5 Konsentrasjon kvikksølv Hg

Forventede utslipp av kvikksølv (Hg) fra Vianode er $0,1 \text{ kg/år}$. Beregnede bakkekonsentrasjoner av kvikksølv som følge av disse utslippene er gitt i Figur 14. De høyeste konsentrasjonene finnes i nærområdet til Vianode Herøya. Det er også noe forhøyede konsentrasjoner mot sør og mot nord. Dette skyldes fremherskende vindretning fra nord og sør, jamfør vindrose i Figur 4. Høyeste beregnede bakkekonsentrasjon er $0,0000013 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, tilsvarende $0,0013 \text{ ng/m}^3$. Gitt at årsmiddelkonsentrasjon på Birkenes II i 2020 var $1,495 \text{ ng/m}^3$ (Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) er maksimumsbidraget fra Vianode rundt 1 % av bakgrunnskonsentrasjonen og bidraget fra Vianode vil knapt være målbart.

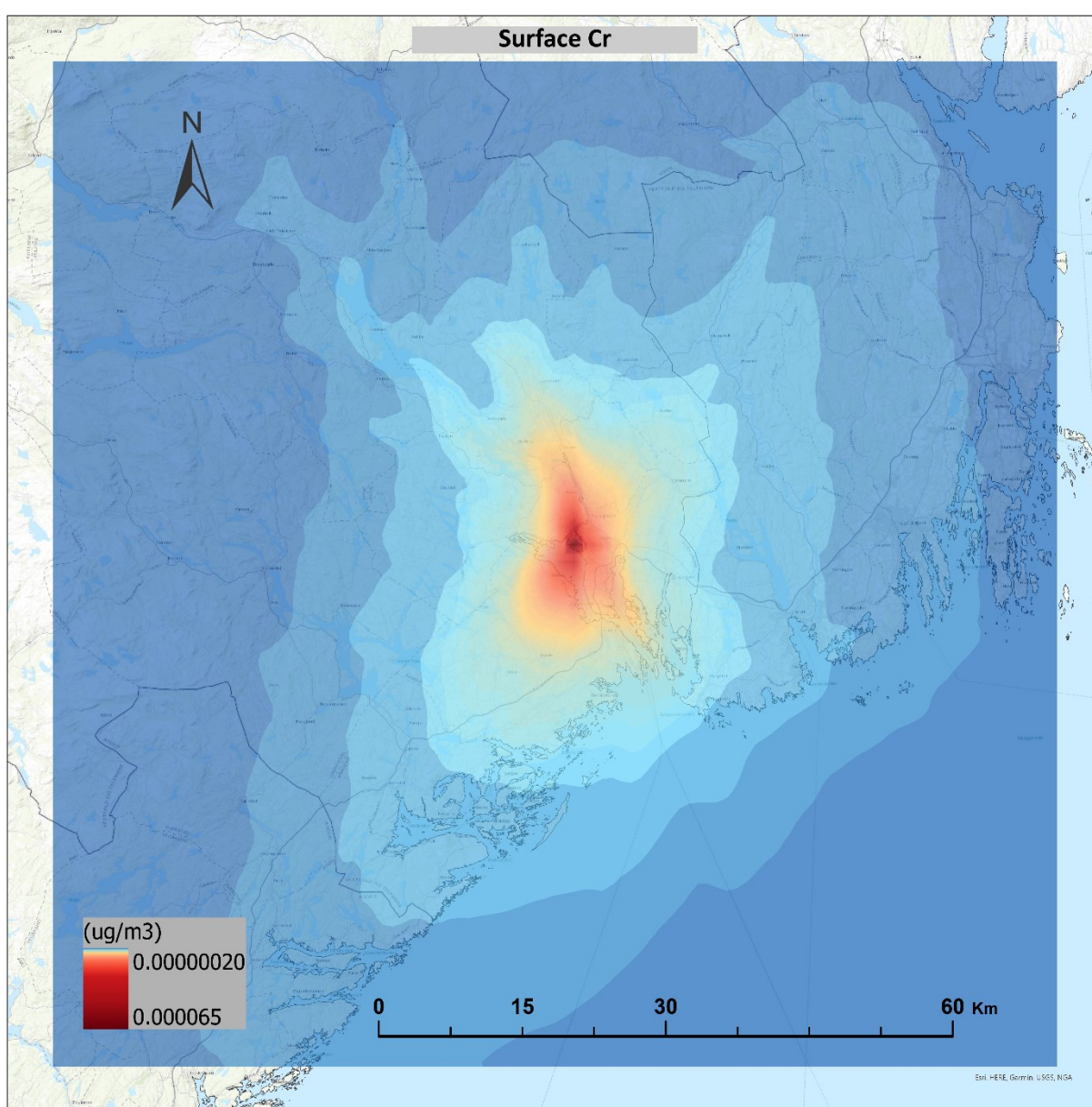


Figur 14: Årsmiddelkonsentrasjon av kvikksølv (Hg) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$) grunnet utslipp på $0,1 \text{ kg/år}$ fra Vianode. Enhet: $\mu\text{g/m}^3$.

3.1.6 Konsentrasjon krom Cr

Forventede utslipp av krom (Cr) fra Vianode er 5 kg/år. Beregnede bakkekonsentrasjoner av krom som følge av disse utslippene er gitt i Figur 15. De høyeste konsentrasjonene finnes i nærområdet til Vianode Herøya. Det er også noe forhøyede konsentrasjoner mot sør og mot nord, som tidligere nevnt skyldes dette fremherskende vindretning fra nord og sør. Høyeste beregnede bakkekonsentrasjon er $0,000065 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende $0,065 \text{ ng}/\text{m}^3$. Gitt at årsmiddelkonsentrasjon på Birkenes II i 2020 var $0,19 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) er maksimumsbidraget fra Vianode rundt $\frac{1}{3}$ av bakgrunnskonsentrasjonen.

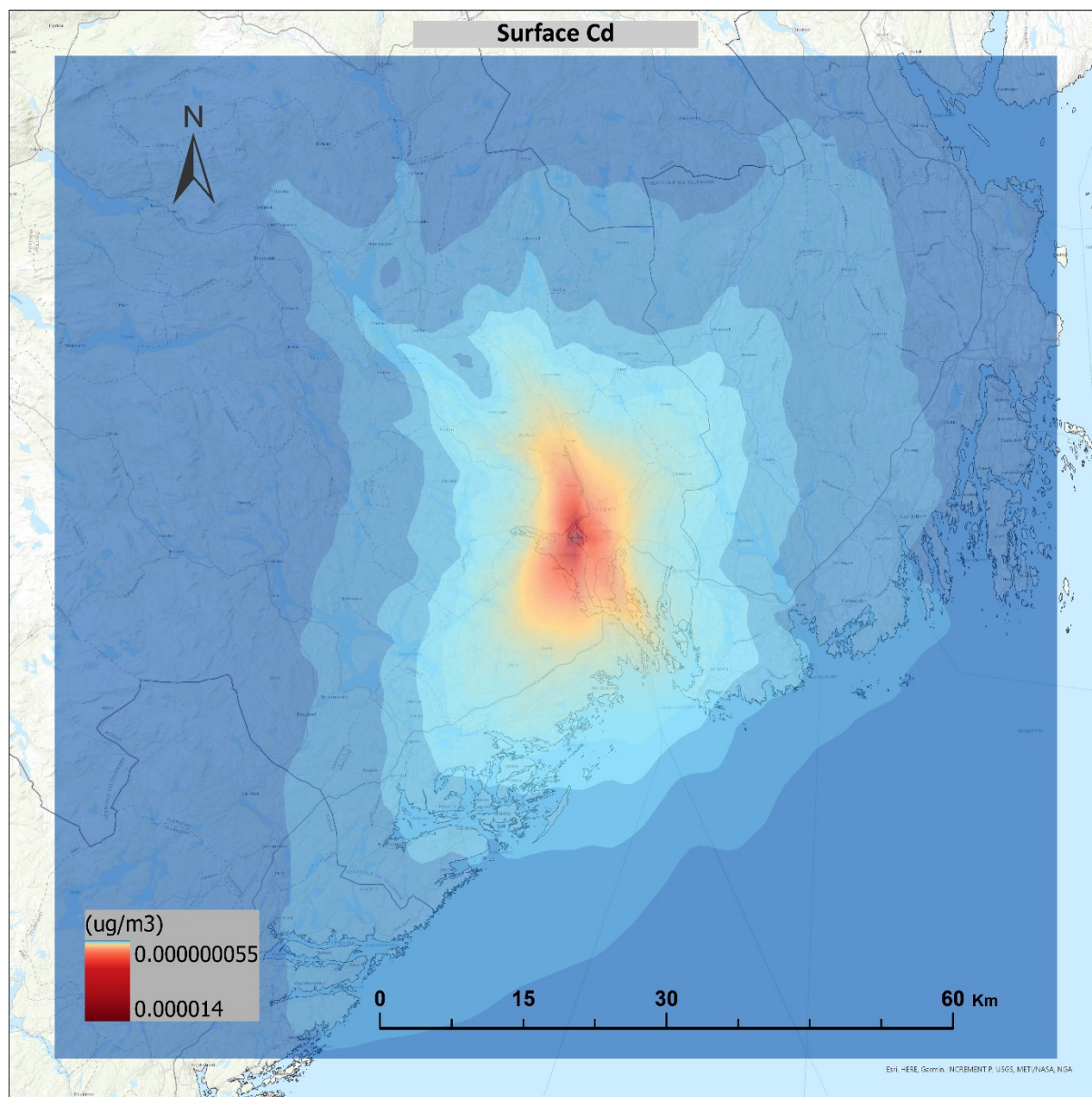
Merk at det her er beregnet konsentrasjoner for totalt krom. Luftkvalitetskriteriet gjelder for Cr(VI), jfr. Tabell 4, men det forventes meget liten andel Cr(VI) i utslippene siden prosessene foregår ved høy temperatur og reduserende betingelser. Utslippene og konsentrasjonene av krom vil derfor ikke komme i konflikt med norsk luftkvalitetskriterium.



Figur 15: Årsmiddelkonsentrasjon av krom (Cr) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$) grunnet utslipp på 5 kg/år fra Vianode. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.7 Konsentrasjon kadmiium Cd

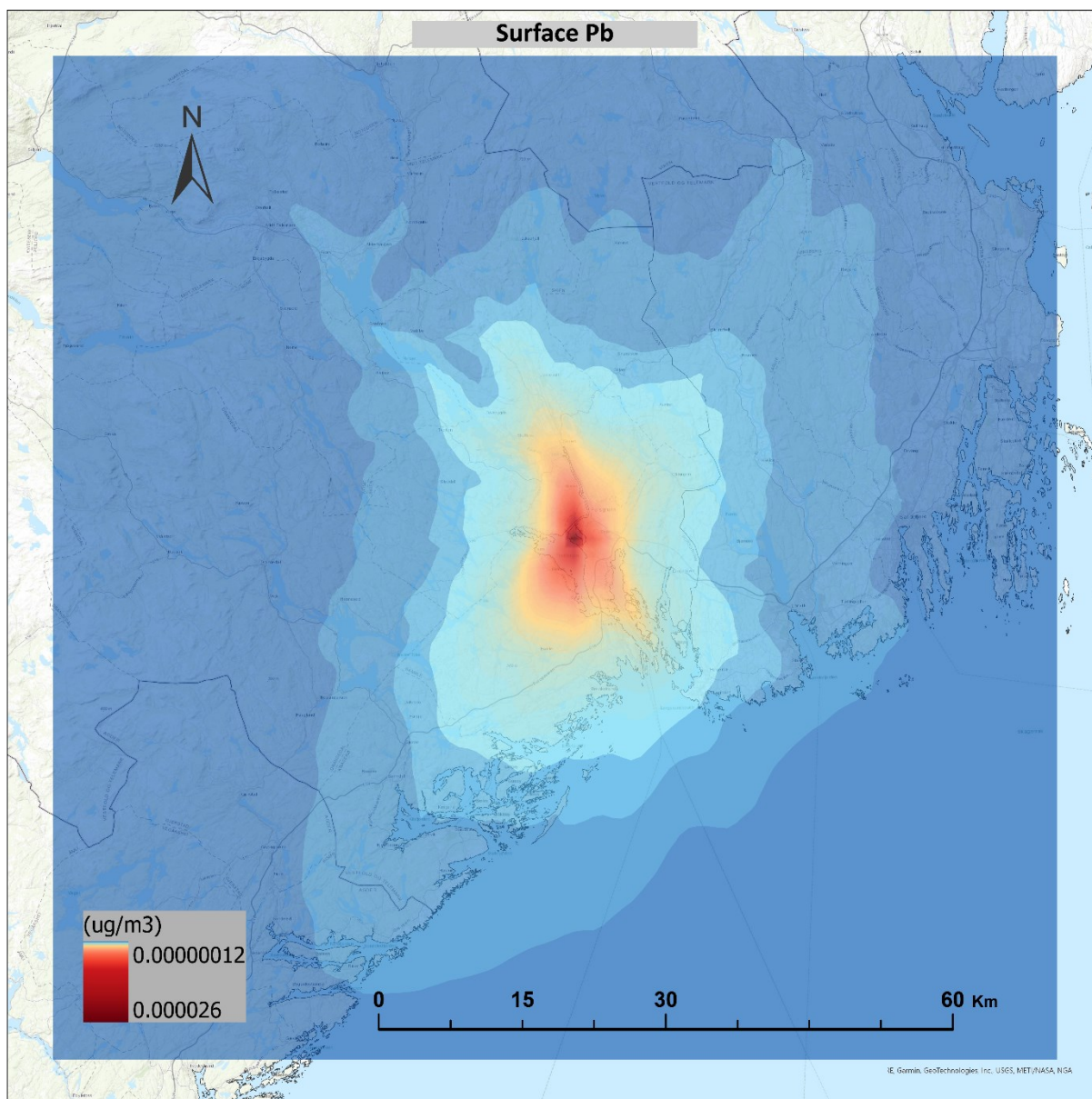
Beregnete utslipp av kadmiium (Cd) fra Vianode er 1,1 kg/år. Beregnede bakkekonsentrasjoner av kadmiium som følge av disse utslippene er gitt i Figur 16. De høyeste konsentrasjonene finnes i nærområdet til Vianode Herøya. Det er også noe forhøyede konsentrasjoner mot sør og mot nord. Dette skyldes som nevnt fremherskende vindretning fra nord og sør. Høyeste beregnede bakkekonsentrasjon er 0,000014 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende 0,014 ng/m^3 . Gitt at årsmiddelkonsentrasjon på Birkenes II i 2020 var 0,019 ng/m^3 (Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) er maksimumsbidraget fra Vianode litt lavere enn eksisterende bakgrunnskonsentrasjon. Uansett så vil summen av eksisterende bakgrunn og maksimalt bidrag fra Vianode være langt lavere enn norsk målsettingsverdi (5 ng/m^3 , se Tabell 3) eller Folkehelseinstituttets og Miljødirektoratets luftkvalitetskriterium (2,5 ng/m^3 , se Tabell 4).



Figur 16: Årsmiddelkonsentrasjon av kadmiium (Cd) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$) grunnet utslipp på 1,1 kg/år fra Vianode. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.8 Konsentrasjon bly Pb

Beregnete utslipp av bly (Pb) fra Vianode er 2 kg/år. Beregnede bakkekonsentrasjoner av bly som følge av disse utslippene er gitt i Figur 17. De høyeste konsentrasjonene finnes i nærområdet til Vianode Herøya. Det er også noe forhøyede konsentrasjoner mot sør og mot nord. Dette skyldes som nevnt fremherskende vindretning fra nord og sør. Høyeste beregnede bakkekonsentrasjon er $0,000026 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende $0,026 \text{ ng}/\text{m}^3$. Gitt at årsmiddelkonsentrasjon på Birkenes II i 2020 var $0,57 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) utgjør maksimumsbidraget fra Vianode noen få prosent av eksisterende bakgrunnskonsentrasjon. Uansett så vil summen av eksisterende bakgrunn og maksimalt bidrag fra Vianode være langt lavere enn norsk grenseverdi ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se Tabell 2) eller Folkehelseinstituttets og Miljødirektoratets luftkvalitetskriterium ($0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se Tabell 4)²⁶.

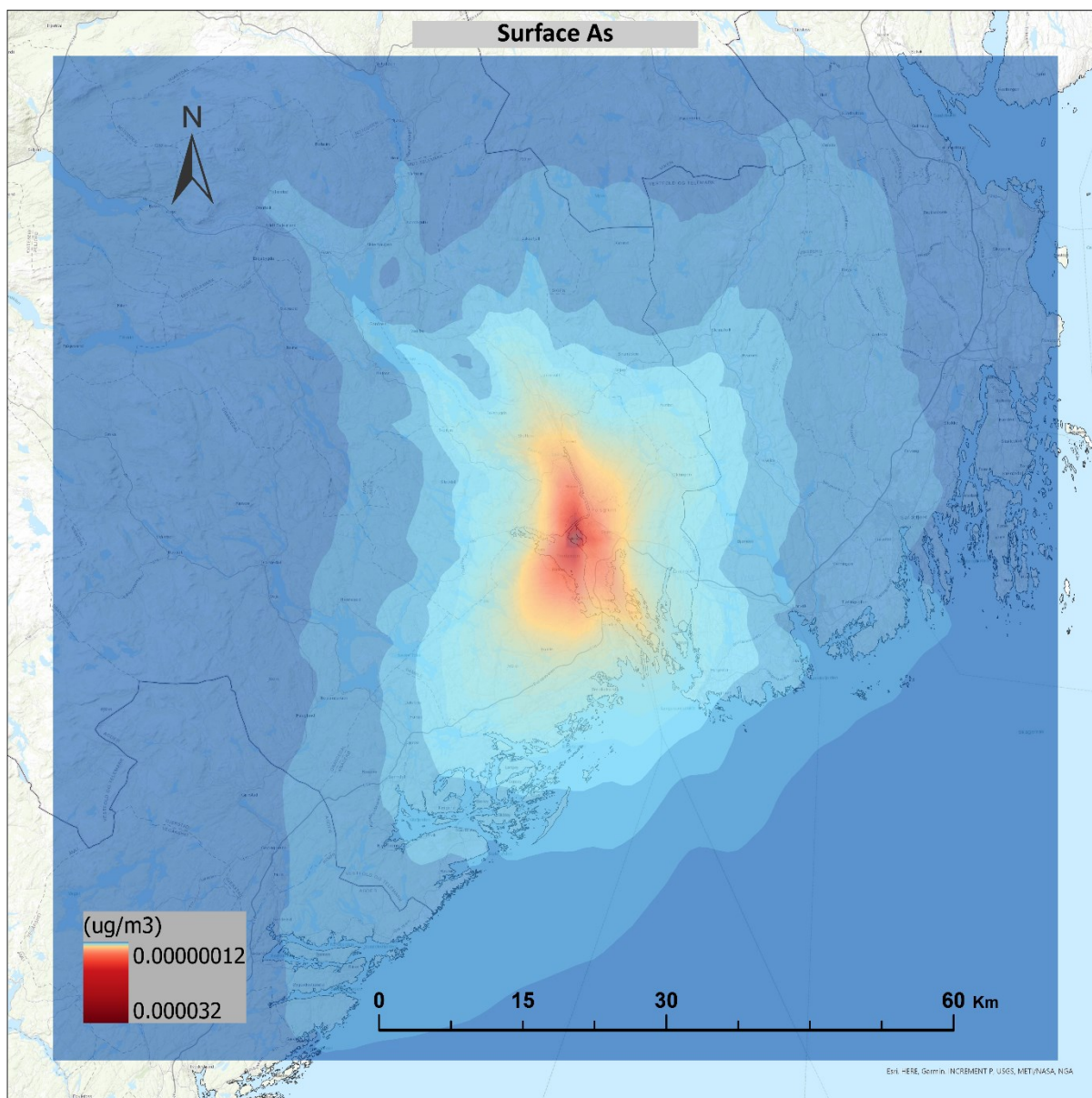


Figur 17: Årsmiddelkonsentrasjon av bly (Pb) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$) grunnet utslipp på 2 kg/år fra Vianode. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

²⁶ $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tilsvarer hhv. $500 \text{ ng}/\text{m}^3$ og $100 \text{ ng}/\text{m}^3$ i tallverdi. Dog er antall signifikante sifre og nøyaktigheten ulik mellom enhetene $\mu\text{g}/\text{m}^3$ og ng/m^3 .

3.1.9 Konsentrasjon arsen As

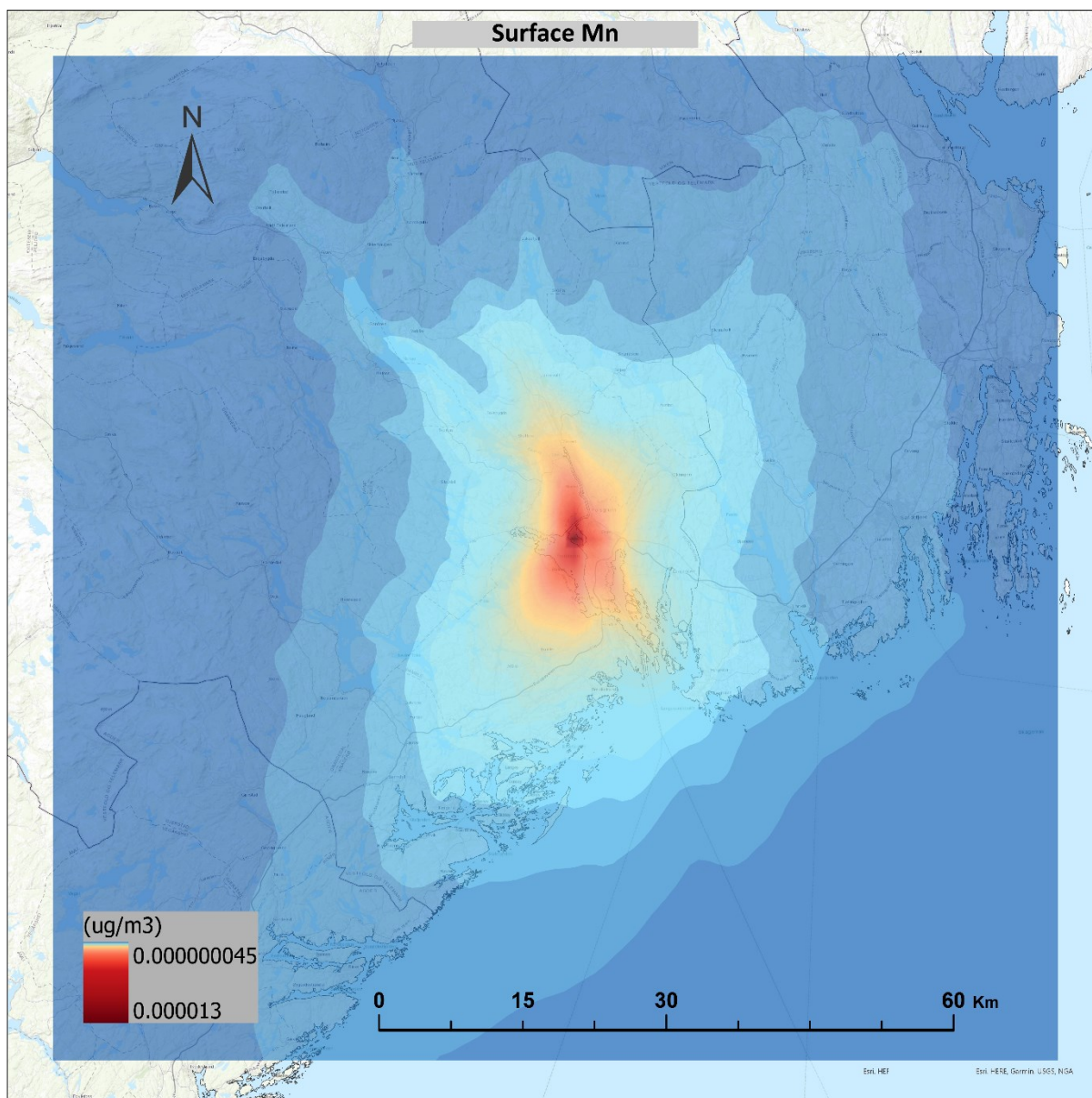
Beregnete utslipp av arsen (As) fra Vianode er 2,5 kg/år. Beregnede bakkekonsentrasjoner av arsen som følge av disse utslippene er gitt i Figur 18. De høyeste konsentrasjonene finnes i nærområdet til Vianode Herøya. Det er også noe forhøyede konsentrasjoner mot sør og mot nord. Dette skyldes som nevnt fremherskende vindretning fra nord og sør. Høyeste beregnede bakkekonsentrasjon er $0,000032 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende $0,032 \text{ ng}/\text{m}^3$. Gitt at årsmiddelkonsentrasjon på Birkenes II i 2020 var $0,16 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) er maksimumsbidraget fra Vianode rundt 20 % av eksisterende bakgrunnskonsentrasjon. Uansett så vil summen av eksisterende bakgrunn og maksimalt bidrag fra Vianode være langt lavere enn norsk målsettingsverdi ($6 \text{ ng}/\text{m}^3$, se Tabell 3) eller Folkehelseinstituttets og Miljødirektoratets luftkvalitetskriterium ($2 \text{ ng}/\text{m}^3$, se Tabell 4).



Figur 18: Årsmiddelkonsentrasjon av arsen (As) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$) grunnet utslipp på 2,5 kg/år fra Vianode. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.10 Konsentrasjon mangan Mn

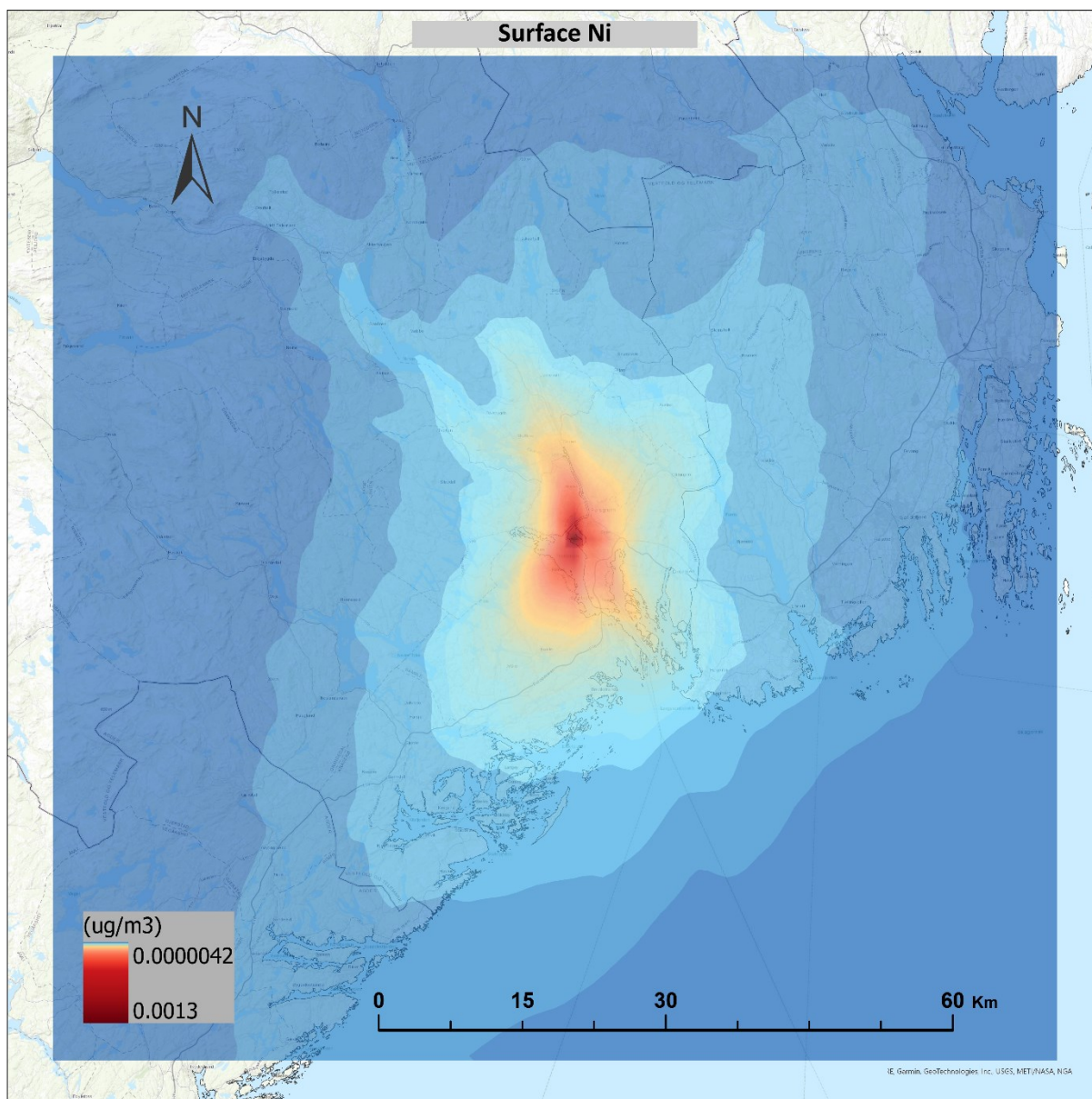
Beregnete utslipp av mangan (Mn) fra Vianode er 1 kg/år. Beregnede bakkekonsentrasjoner av mangan som følge av disse utslippene er gitt i Figur 19. De høyeste konsentrasjonene finnes i nærområdet til Vianode Herøya. Det er også noe forhøyede konsentrasjoner mot sør og mot nord. Dette skyldes som nevnt fremherskende vindretning fra nord og sør. Høyeste beregnede bakkekonsentrasjon er 0,000013 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende 0,013 ng/m^3 . Gitt at årsmiddelkonsentrasjon på Birkenes II i 2020 var 1,07 ng/m^3 (Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) utgjør maksimumsbidraget fra Vianode om lag 1% av eksisterende bakgrunnskonsentrasjon. Summen av eksisterende bakgrunn og maksimalt bidrag fra Vianode vil uansett være langt lavere enn Folkehelseinstituttets og Miljødirektoratets luftkvalitetskriterium (0,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende tallverdi 150 ng/m^3 , se Tabell 4).



Figur 19: Årsmiddelkonsentrasjon av mangan (Mn) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$) grunnet utslipp på 1 kg/år fra Vianode. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.1.11 Konsentrasjon nikkel Ni

Beregnete utslipp av nikkel (Ni) fra Vianode er 100 kg/år. Beregnede bakkekonsentrasjoner av nikkel som følge av disse utslippene er gitt i Figur 20. De høyeste konsentrasjonene finnes i nærområdet til Vianode Herøya. Det er også noe forhøyede konsentrasjoner mot sør og mot nord. Dette skyldes igjen fremherskende vindretning fra nord og sør. Høyeste beregnede bakkekonsentrasjon er $0,0013 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende $1,3 \text{ ng}/\text{m}^3$. Gitt at årsmiddelkonsentrasjon på Birkenes II i 2020 var $0,15 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) er maksimumsbidraget fra Vianode en størrelsesorden høyere enn eksisterende bakgrunnskonsentrasjon. Men likefullt vil summen av eksisterende bakgrunn og maksimalt bidrag fra Vianode være langt lavere enn norsk målsetningsverdi ($20 \text{ ng}/\text{m}^3$, se Tabell 3) og Folkehelseinstituttets og Miljødirektoratets luftkvalitetskriterium ($10 \text{ ng}/\text{m}^3$, se Tabell 4).



Figur 20: Årsmiddelkonsentrasjon av nikkel (Ni) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$) grunnet utslipp på 100 kg/år fra Vianode. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

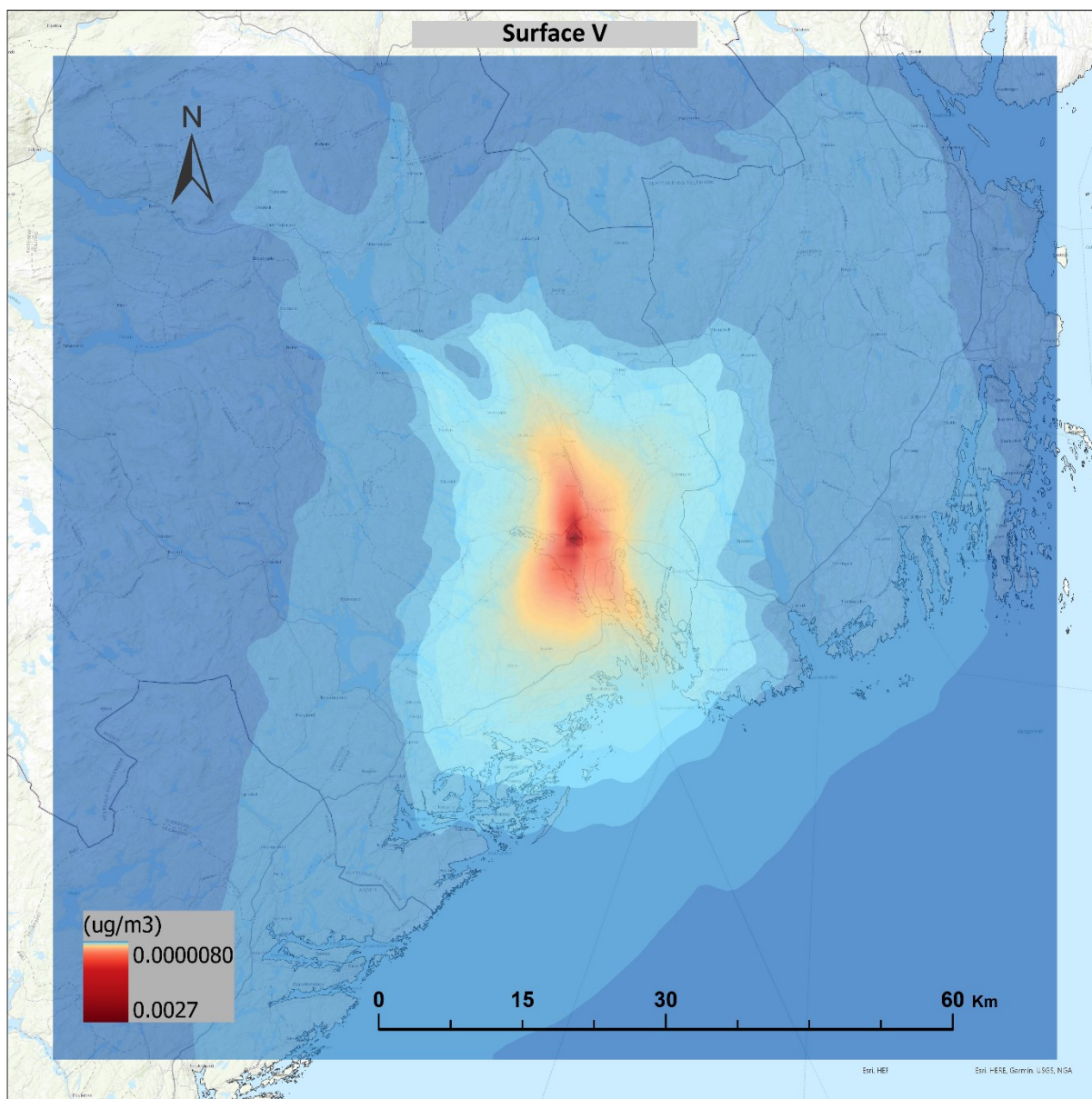
3.1.12 Konsentrasjon vanadium V

Beregnete utslipp av vanadium (V) fra Vianode er 210 kg/år. Beregnede bakkekonsentrasjoner av vanadium som følge av disse utslippene er gitt i Figur 21. De høyeste konsentrasjonene finnes i nærområdet til Vianode Herøya. Det er også noe forhøyede konsentrasjoner mot sør og mot nord. Dette skyldes igjen fremherskende vindretning fra nord og sør. Høyeste beregnede bakkekonsentrasjon er $0,0027 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende $2,7 \text{ ng}/\text{m}^3$. Gitt at årsmiddelkonsentrasjon på Birkenes II i 2020 var $0,28 \text{ ng}/\text{m}^3$ (Bohlin-Nizzetto mfl., 2021) er maksimumsbidraget fra Vianode en størrelsesorden høyere enn eksisterende bakgrunnskonsentrasjon. Summen av eksisterende bakgrunn og maksimalt bidrag fra Vianode vil altså være rundt $3 \text{ ng}/\text{m}^3$. Målinger av vanadium i svevestøvet i et industriområde viser konsentrasjoner av vanadium mellom $1,5$ og $3 \text{ ng}/\text{m}^3$ (FHI Håndbok for uteluft - luftkvalitetskriterier²⁷). Konsentrasjonene ved Herøya vil derfor være sammenlignbare med tilsvarende industriområder ellers i Norge.

Merk at det er ulik midlingstid for luftkvalitetskriteriet og modellberegningene. Folkehelseinstituttets og Miljødirektoratets luftkvalitetskriterium ($0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tilsvarende $200 \text{ ng}/\text{m}^3$, se Tabell 4) er gitt for døgn, mens beregningen i Figur 21 gjelder for år. Spørsmålet er da om det kan forekomme døgn der de meteorologiske forholdene er slik at luftkvalitetskriteriet vil overskrides?

Beregnet, maksimalt årsmiddel som følge av utslipp fra Vianode er som tidligere nevnt $2,7 \text{ ng}/\text{m}^3$. Dette utgjør 1,4% av tallverdien for luftkvalitetskriteriet for døgn ($200 \text{ ng}/\text{m}^3$). Det vil være kontinuerlig drift ved Vianode og utslippene vil være jevnt fordelt over året. Samtidig er vindretningen i området varierende, jfr. vindroser i Figur 3 og Figur 4. Store deler av året er det også land-sjøbris med skifte av vindretning over døgnet (kap. 2.2). Samlet sett er det derfor usannsynlig at det kan oppstå utslipp- og spredningsforhold som vil gi bakkekonsentrasjoner høyere enn $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gitt som døgnmiddel. Merk også at Folkehelseinstituttets og Miljødirektoratets luftkvalitetskriterier ikke er juridisk bindende.

²⁷ Se: <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/temakapitler/metaller---luftkvalitetskriterier/?term=&h=1> [besøkt 31. mars 2022]



Figur 21: Årsmiddelkonsentrasjon av vanadium (V) i bakkenivå for det innerste domenet ($105 \times 105 \text{ km}^2$) grunnet utslipp på 210 kg/år fra Vianode. Enhet: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.2 Lokale spredningsberegninger med CONCX

I dette kapitlet er det beregnet maksimale timemiddelkonsentrasjoner nær utslippspunktene. Til dette er CONCX-modellen benyttet (Bøhler, 1987). CONCX er en enkel og robust gaussisk spredningsmodell som beregner konsentrasjoner nedstrøms av et utslippspunkt ved ulike vindstyrker og ved fire ulike stabilitetsforhold i atmosfæren (ustabilt, nøytralt, lett stabilt og stabilt). I beregningene antas det at utslippskomponenten ikke inngår i kjemiske reaksjoner. Dette må ses på som en første tilnærming til å estimere maksimale timemiddelkonsentrasjoner.

Som inngangsdata til modellen brukes skorsteinshøyde, utslippsmengde i g/s, skorsteinsdiameter, utslippshastighet, temperatur på avgassen (for å beregne termisk løft), samt høyde på bygninger rundt (grunnet bygningsturbulens). Alle disse parameterne er oppgitt av Multiconsult/Vianode og gjengitt i Tabell 9. CONCX-modellen beregner deretter maksimale bakkekonsentrasjoner i $\mu\text{g}/\text{m}^3$ som funksjon av avstand fra kilden. Resultatene er sammenlignet med norske grenseverdier, målsettingsverdier og luftkvalitetskriterier (kap. 2.1). Ved hjelp av den beregnede lokale vindretnings- og vindhastighetsfordelingen vist i Figur 4, er det anslått døgnmiddel- og årsmiddelkonsentrasjon fra de beregnede timemiddelkonsentrasjonene.

CONCX er en konservativ modell. Med «konservativ» menes her at modellen vil tolke usikkerheter i en retning som vil overestimere de beregnede konsentrasjonene «for å være på den sikre siden». Sagt på en annen måte, det er lagt inn faktorer og marginer som gjør at modellen beregner en form for «worst case»-maksimumskonsentrasjoner. Dette bør tas med i betraktning når resultatene for beregningene skal tolkes.

Tabell 9: Utslippspunkter ved Vianode etter ferdigstilling av fase 2 i utbyggingen. Vertikalhastighet for skorsteiner er 15 m/s. Kilde: oppgitt av Multiconsult.

ID	Kilde	Type utslipp	Sammensetning	Lokasjon
Bygg 132 – Vianodes Fast-Track anlegg				
1	Renseanlegg B132	Prosessutslipp, sammensatt. Temp 180-200°C	Sammensatt utslipp, se tabell 1 10 % av total	B132 nord Eksisterende skorstein
2	Møller B132	Støvutslipp fra prosess Temp 40°C	Støvutslipp, se tabell 1 10 % av total	B132 sør Ny skorstein
3	Ventilasjon B132	Varmluft fra ovnshall Temp 40°C	Diffust utslipp takoppspring	B132 nord Takoppspring
Nybygg – Fase 2/Vianodes hovedanlegg				
4	Renseanlegg hovedbygg	Prosessutslipp, sammensatt Temp 180-200°C	Sammensatt utslipp, se tabell 3-3. 90 % av total	Nybygg senter Skorstein, ca. 12 m over tak
5	Møller hovedbygg	Støvutslipp fra prosess Temp 40°C	Støvutslipp, se tabell 3-3 90 % av total	Nybygg sør Skorstein, ca. 12 m over tak
6	Ventilasjon hovedbygg nord	Ventilasjonsluft fra grafittisering Temp 50°C	Luft, maks 2 mg/Nm ³ karbonstøv	Nybygg nord Skorstein, ca. 12 m over tak
7	Ventilasjon hovedbygg sør	Ventilasjonsluft fra materialhåndtering Temp 40°C	Luft, maks 2 mg/Nm ³ karbonstøv	Nybygg sør Skorstein, ca. 12 m over tak

En sammenligning mellom utslippsmengde og grenseverdi / målsetningsverdi viser at for prosessutslippet (Kilde 1 og Kilde 4) er det benzo(a)pyren BaP som vil ha størst potensiale for å overskride målsetningsverdien. I tillegg er det utført beregninger for støvutslippet fordi denne komponenten utgjør det største lokale luftkvalitetsproblemet i området. Avstanden fra Vianode sitt planlagte anlegg til bebyggelsen på Knarrdalstrand (mot nord-nordvest) og Øyekastet (mot nord-nordøst) er i overkant av 900 m. Lokal vindretningsfordeling medfører at spredningsforhold som kan gi de høyeste konsentrasjonsbidragene forekommer oftere ved Knarrdalstrand enn ved Øyekastet, jfr. vindrose/fordeling av vindretning i Figur 3 og Figur 4. Når resultatene vurderes i samband med lokal topografi og spredningsforhold viser beregningene at for nærmeste bebyggelse er:

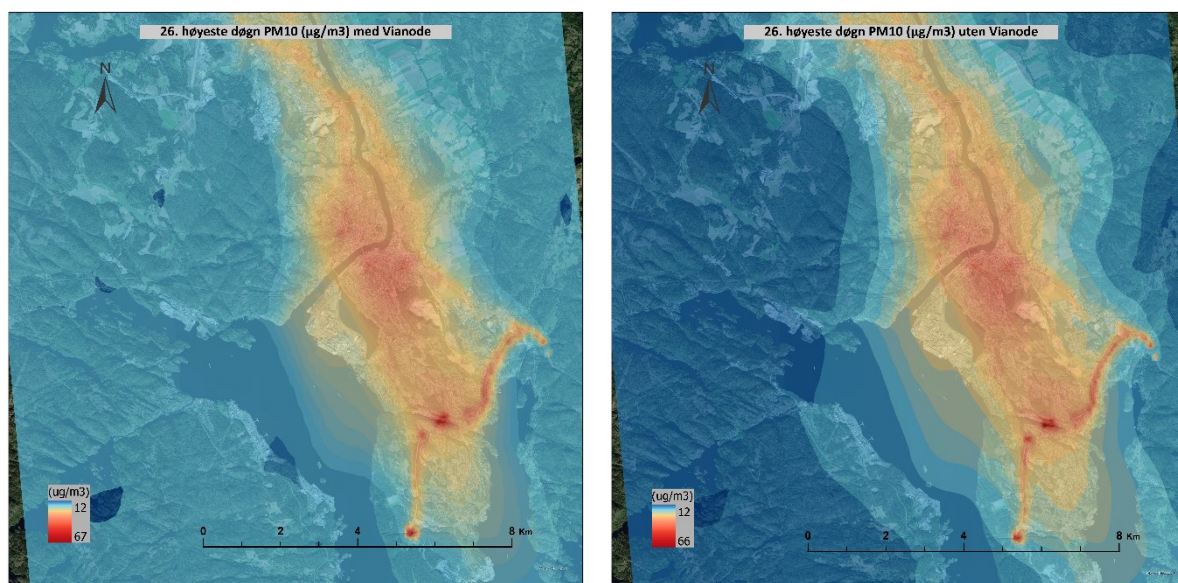
- Maksimal timemiddelkonsentrasjon av BaP fra utslippene er 0,2 ng/m³.
- Maksimal årsmiddelkonsentrasjon av BaP fra utslippene er 0,0013 ng/m³, altså 1,3 ‰ av målsetningsverdien.
- Maksimal timemiddelkonsentrasjon av svevestøv PM₁₀ fra alle 5 støvkilder er i sum 3,4 µg/m³.
- Den tilsvarende maksimale døgnmiddelkonsentrasjonen av svevestøv er 1,13 µg/m³, og årsmiddelkonsentrasjonen er 0,24 µg/m³.
- Beregnet årlig avsetning av støv på Knarrdalstrand fra Vianodes anlegg på Herøya er beregnet til 19 mg/(m² år).

De beregnede konsentrasjonene av BaP på lokal skala utgjør altså 1,3 ‰ av målsetningsverdien på årsbasis. Maksimal belastning fra Vianodes anlegg i form av konsentrasjonsbidrag for områder utenfor industriparken må betegnes som lavt.

Maksimalt bidrag til årsmiddelkonsentrasjon av PM₁₀ er 0,24 µg/m³. Eksisterende årsmiddel er i underkant av 20 µg/m³ og bidraget fra Vianode vil således utgjøre rundt 1%. Bidraget er lavere enn variasjonen fra år til år. Maksimalt bidrag til døgnmiddelkonsentrasjon av PM₁₀ er 1,13 µg/m³ ved nærmeste bebyggelse. Knarrdalstranda har allerede overskridelse av nedre vurderingsterskel og luftkvalitetskriteriet, mens grenseverdi er overholdt. Konsentrasjonene 2018 og 2019 var høyere enn øvre vurderingsterskel som er gjort gjeldende fra 1.1.2022 (Tabell 6). Et ekstra bidrag på maksimalt 1,13 µg/m³ vil ikke endre på dette. Konklusjonen vedr. PM₁₀ på lokal skala er at maksimal belastning fra anlegget i form av konsentrasjonsbidrag og avsetning for områder utenfor industriparken må betegnes som lave.

Modellberegninger med WRF-EMEP-modellen viser maksimalt bidrag til årsmiddelkonsentrasjon av PM₁₀ på 0,065 µg/m³ (Figur 11), mens høyeste årsmiddelkonsentrasjon beregnet med CONCX-modellen er 0,24 µg/m³, jfr. forrige avsnitt. Forskjellen i beregnet bidrag skyldes modellopløsning. WRF-EMEP beregner konsentrasjoner for 1 × 1 km² gridruter og derved «smøres» de høye konsentrasjonene utover et større område, mens CONCX har en finere romlig oppløsning og derved høyere maksimumsverdier. For å vurdere hvorvidt utslippene fra Vianode vil medføre overskridelse av grenseverdi for døgn (50 µg/m³ med 25 tillatte overskridelser, jfr.

Tabell 2) er det beregnede bidraget fra Vianode sammenholdt med eksisterende bakgrunnskonsentrasjoner hentet fra Nasjonalt Beregningsverktøy. Døgnmiddelkonsentrasjon for det 26. høyeste døgnet er gitt for to tilfeller med og uten utslipp fra Vianode (5 tonn støv pr. år, jfr. Figur 11). Resultatene er gitt i Figur 22.



Figur 22: Den 26. høyeste døgnkonsentrasjon av PM₁₀ i Grenland med (venstre del) og uten (høyre del) bidrag fra Vianode Herøya. Enhet: µg/m³.

Som vist i Figur 22 vil ikke utslippene fra Vianode utgjøre en stor forskjell med tanke på konsentrasjonene av PM₁₀ i Grenland. De høyeste konsentrasjonene observeres i Porsgrunn by og langs de store veiene, eksempelvis E18. Som vist i Tabell 8 er det lokale kilder som vedfyring og veistøv, samt eksisterende bakgrunn som bidrar mest til PM₁₀-nivåene i Grenland. Se også tilsvarende beregninger i Figur 7 gjeldende for 2016-2020 og 31. høyeste døgnmiddelverdi.

3.3 Utslipp av nitrogenoksider NO_x og dannelse av ozon O₃

Utslipp av NO_x (= NO + NO₂) er ikke vurdert i denne studien siden utslippene vurderes som lave. Forurensningsforskriften angir at det i Skien kommune skal etableres en bynær målestasjon for overvåking av konsentrasjonen av bakkenær ozon. På denne målestasjonen skal det også etableres en måler for overvåking av nitrogendioksid. I dag gjøres disse målingene på Haukenes, se Figur 5 for plassering. Bestemmelsen om ozonstasjon i Skien kom på plass for å tallfeste bidraget fra utslipp på Herøya til lokal ozondannelse. Målingene fra Haukenes viser at mål for beskyttelse av helse og mål for beskyttelse av vegetasjon er overholdt. Også langsiktig mål for beskyttelse av helse er overholdt, mens langsiktig mål for beskyttelse av vegetasjon ble overskredet i 2018. Dog var 2018 et spesielt år med høye temperaturer og stort potensiale for ozondannelse.

For å danne ozon i prosessen med reaksjoner mellom NO_x og VOC'er er det tilgangen på NO_x som er den begrensende faktoren her (Jacob, 1999). Det vil si at det er et overskudd av flyktige organiske forbindelser, hvor mye ozon som dannes bestemmes av tilgangen på NO_x. NO må være høyere enn 5-10 ppt (parts per trillion, 10⁻¹², i blandingsforhold) for at det skal være netto ozonproduksjon. Ozonnivåene i Norge er i stor grad bestemt av langtransportert forurensning fra kontinentet (Aas mfl., 2021). Et eventuelt bidrag fra Vianode på Herøya vil være lite i forhold til eksisterende nivåer og langtransportert bidrag.

3.4 Konsekvens av utslipp fra Vianode Herøya utover nivåer brukt i modellering

Forventede utslipp fra Vianode Herøya er gitt i Tabell 1. På bakgrunn av disse utslippstallene er det gjort modellberegninger på regional og lokal skala og resultatene er diskutert i kap. 3.1 til 3.3. Med utslippsmengder slik de er oppgitt i Tabell 1 forventes det ikke overskridelse av gjeldende grenseverdier. Et viktig spørsmål i denne sammenhengen er hvorvidt økte utslipp utover mengdene i Tabell 1 vil endre denne konklusjonen? Nedenfor er det gjort en teoretisk vurdering rundt miljøbelastningen grunnet utslipp fra Vianode Herøya hvis det antas en økning i utslippene. Økningen vil eventuelt være ulik for de ulike komponentene. Som tidligere nevnt er PM₁₀ mest kritisk med tanke på grenseverdier og vurderingsterskler og denne øvelsen er ikke gjort for PM₁₀, karbonstøv eller støv (aske), kun CO₂, SO₂, PAH, BaP, Cd, Pb, As og Cr.

CO₂

CO₂ er ikke en giftig gass og representerer slik sett ikke et problem med tanke på lokal luftkvalitet. Eventuelle økte utslipp av CO₂ vil først og fremst være et spørsmål om internasjonale klimaavtaler, Norges forpliktelser og fremtidige utslippsreduksjoner.

SO₂

Svovelutslippene skyldes et visst innhold av svovel i koks som skal benyttes i produksjonen. Forventede utslipp er oppgitt til 50 tonn/år (Tabell 1). Dette gir maksimum, beregnet timemiddel på 50 µg/m³ og et maksimum årsmiddel på 5,8 µg/m³ i gridruten rett ved Vianodes fabrikk. Utslipp tilsvarende 95 tonn/år vil tilsvarende gi maksimum, beregnet timemiddel på 95 µg/m³. Dette er fortsatt langt under gjeldende grenseverdier for SO₂.

Norcem i Brevik slapp ut 426 tonn SO₂ i 2020. Ved stasjonen Furulund er høyeste observerte timemiddel av SO₂ i perioden 2018-2021 228 µg/m³, høyeste observerte døgnmiddel 117 µg/m³ og observert årsmiddel er rundt 2,6 µg/m³ (2019 og 2020). Det vil også si at de målte konsentrasjonene på Furulund er godt under norske grenseverdier for SO₂. Og selv i et tenkt tilfelle der røykfanene fra Vianode Herøya og Norcem Brevik skulle sammenfalle vil totalkonsentrasjonen av SO₂ fortsatt være lavere enn norske grenseverdier. 95 tonn SO₂ pr. år fra Vianode Herøya vil derfor ikke forandre på den overordnede konklusjonen i denne studien.

PAH

Utslipp av PAH tilsvarende 496 kg/år gir maksimal beregnet årsmiddel tilsvarende 7 ng/m³ nedstrøms anlegget. Dette er allerede 2 ganger høyere enn eksisterende bakgrunnsnivå. Til det skal det nevnes at det har vært en 75 % nedgang i utslippene av PAH siden 1995 og at nivåene i luft er lave. En dobling av dette igjen vil da gi et maksimalt bidrag lik 14 ng/m³, det vil si at maksimumskonsentrasjonen vil være 4 ganger høyere enn bakgrunnskonsentrasjonen, men som tidligere nevnt er utslippene av PAH reduserte med 75 % i Norge de siste 25 år. Økte utslipp av PAH vil ikke forandre på den overordnede konklusjonen i denne studien.

Benzo(a)pyren BaP

Ved utslipp av 1 kg BaP/år er beregnet bidrag fra Vianode Herøya på maksimum 0,013 ng/m³. Dette utgjør høyst 1/80 av målsetningsverdien gitt i Forurensningsforskriften. Så økte utslipp av BaP vil fortsatt gi konsentrasjoner langt lavere enn norsk målsetningsverdi.

Cd, Pb og As

En dobling av utslippene av kadmium (Cd, se Figur 16), bly (Pb, se Figur 17) og arsen (As, se Figur 18) vil uansett ikke gi konsentrasjoner som er i konflikt med norske luftkvalitetskriterier. Som tidligere nevnt er norske luftkvalitetskriterier 2,5 ng/m³ for Cd, 0,1 µg/m³ for Pb (tilsvarer 100 ng/m³) og 2 ng/m³ for As (Tabell 4). En dobling av utslippene vil ikke forandre på den overordnede konklusjonen i denne studien.

Cr

For krom (Cr) er det forventet at andelen Cr(VI) er lav siden prosessen foregår ved høy temperatur og ved reduserende betingelser. Cr(VI) vil utgjøre en meget liten andel av totalkrom og forventet konsentrasjonen av Cr(VI) vil ikke komme i konflikt med luftkvalitetskriteriet ($0,1 \text{ ng/m}^3$, se Tabell 4) selv ved en eventuell framtidig økning av utslippene.

4 Oppsummering og konklusjon

NILU har på oppdrag fra Multiconsult og Vianode vurdert utslipp til luft i forbindelse med etablering av ny fabrikk for produksjon av anodegrafitt på Herøya i Porsgrunn. Prosjektet kalles Vianode Herøya. Anlegget trenger utslippstillatelse etter forurensingsloven og herværende rapport vil være en del av underlaget i forbindelse med konsekvensutredning og søknad om utslippstillatelse. Planen er å starte opp fullskala produksjon i 2023. Vianode er et heleid datterselskap av Elkem ASA.

Modellberegningene viser at utslippene fra Vianode Herøya ikke vil gi overskridelse av gjeldende grenseverdier. Når det gjelder utslipp av de ulike forurensningskomponentene fra Vianodes fabrikk Vianode Herøya, er det utslipp av svevestøv (PM_{10}) som kan være problematisk. Bakgrunnen for dette er at konsentrasjonene av PM_{10} -forurensning som observeres på målestasjonene i Grenlandsområdet, allerede overstiger gjeldende vurderingsterskler og luftkvalitetskriterier når gjelder døgn.

Det er gjort spredningsberegninger på regional skala ved hjelp av modellverktøyet WRF-EMEP og på lokal skala ved hjelp av CONCX-modellen. WRF-EMEP-beregningene viser at utslippene fra Vianode Herøya vil gi små bidrag til SO_2 og svovelavsetning, samt PM_{10} på regional skala. Også utslippene av benzo(a)pyren (BaP), kvikksølv (Hg), kvikksølv (Hg), krom (Cr), kadmium (Cd), bly (Pb), arsen (As), mangan (Mn), nikkel (Ni) og vanadium (V) vil kun gi små bidrag. Maksimalt bidrag til PAH utgjør $1,9 \text{ ng/m}^3$ på regional skala. Eksisterende bakgrunnsnivå er lavt. Maksimalt bidrag er på linje med eksisterende bakgrunnsnivåer.

Lokale spredningsberegninger ved bruk av CONCX viser at maksimal timemiddelkonsentrasjon av svevestøv (PM_{10}) fra alle 5 støvkilder i sum er $3,4 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Den tilsvarende maksimale døgnmiddelkonsentrasjonen av svevestøv er $1,13 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, og årsmiddelkonsentrasjonen er $0,24 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Gitt at eksisterende årsmiddel er i underkant av $20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, vil bidraget fra Vianode utgjøre rundt 1%. Knarrdalstranda har allerede overskridelse av nedre vurderingsterskel og luftkvalitetskriteriet, mens grenseverdi er overholdt. Et ekstra bidrag på maksimalt $1,13 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ vil ikke endre på dette. Likeledes viser CONCX-beregningene at på lokal skala utgjør konsentrasjonene av benzo(a)pyren (BaP) 1,3 ‰ av målsettingsverdien for år.

Det er også foretatt en vurdering av effekten av å øke utslippene av CO_2 , SO_2 , PAH, BaP, Cd, Pb, As og Cr utover det som er lagt til grunn i modellberegningene. Utslippsøkningene som er vurdert her endrer ikke på den overordnede konklusjonen i denne studien.

5 Referanser

- Aas, W., Hjelmbrekke, A.-G., Fagerli, H., Benedictow, A. (2017) Deposition of major inorganic compounds in Norway 2012-2016. Kjeller, NILU (NILU OR 41/2017).
- Aas, W., Eckhardt, S., Fiebig, M., Platt, S.M., Solberg, S., Yttri, K.E. and Zwaafink, C.G. (2021) Monitoring of long-range transported air pollutants in Norway. Annual Report 2020. Kjeller, NILU (Norwegian Environment Agency, M-2072 | 2021) (NILU report 13/2021).
- Austnes, K., Lund, E., Sample, J.E., Aarrestad, P.A., Bakkestuen, V., Aas, W. (2018) Overskridelser av tålegrenser for forsurening og nitrogen for Norge. Oppdateringer med perioden 2012-2016. Oslo, NIVA (Miljødirektoratet rapport, M-966 | 2018) (NIVA-rapport 7239-2018).
- Berglen, T.F., Berntsen, T.K., Isaksen, I.S.A., Sundet, J.K. (2004) A global model of the coupled sulfur/oxidant chemistry in the troposphere: The sulfur cycle. *J. Geophys. Res.*, 109, D19310, doi:10.1029/2003JD003948.
- Bohlin-Nizzetto, P., Aas, W., Halvorsen, H. L., Nikiforov, V., Pfaffhuber, K. A. (2021). Monitoring of environmental contaminants in air and precipitation. Annual report 2020. Kjeller, NILU (Norwegian Environment Agency M-2060 | 2021) (NILU report 12/2021).
- Bøhler, T. (1987) Users guide for the Gaussian type dispersion models CONCX and CONDEP. Lillestrøm, NILU (NILU TR 8/87).
- Jacob, D.J. (1999) Introduction to atmospheric chemistry. Princeton, N.J., Princeton University Press.
- Øvrebø, D. og Haarstad, H. (2021) Elkem Northern Recharge – Forventede utslipp til luft og vann. Document No.: EAGP-18-REP-000381. Revision: 1.0. Date: 15.06.2021.

Vedlegg A

Vurderingsterskler gitt i Forurensningsforskriften

Jfr. Forurensningsforskriftens Kap. 7 Vedlegg 3. Måling og beregning av luftkvaliteten

Helsebaserte vurderingsterskler, gjeldende fra 1. januar 2022

Forurensningskomponent	Øvre vurderingsterskel	Nedre vurderingsterskel
Svoveldioksid	75 µg/m ³ (døgnverdi) som ikke må overskrides mer enn 3 ganger pr. kalenderår.	50 µg/m ³ (døgnverdi) som ikke må overskrides mer enn 3 ganger pr. kalenderår.
Nitrogendioksid	140 µg/m ³ (timesmiddel) som ikke må overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår. 32 µg/m ³ (årsmiddel).	100 µg/m ³ (timesmiddel) som ikke må overskrides mer enn 18 ganger pr. kalenderår. 26 µg/m ³ (årsmiddel).
Svevestøv (PM ₁₀)	35 µg/m ³ (døgnmiddel) som ikke må overskrides mer enn 25 ganger pr. kalenderår. 17 µg/m ³ (årsmiddel)	25 µg/m ³ (døgnmiddel) som ikke må overskrides mer enn 25 ganger pr. kalenderår. 15 µg/m ³ (årsmiddel)
Svevestøv (PM _{2,5})	7 µg/m ³ (årsmiddel)	5 µg/m ³ (årsmiddel)
Bly	0,35 µg/m ³ (årsmiddel).	0,25 µg/m ³ (årsmiddel).
Benzen	3,5 µg/m ³ (årsmiddel).	2,0 µg/m ³ (årsmiddel).
Karbonmonoksid	7 mg/m ³ (8-timersmiddel).	5 mg/m ³ (8-timersmiddel).

Vegetasjonsbaserte vurderingsterskler

Forurensningskomponent	Øvre vurderingsterskel	Nedre vurderingsterskel
Svoveldioksid	12 µg/m ³ (vintermiddel)	8 µg/m ³ (vintermiddel)
Nitrogenoksider	24 µg/m ³ (årsmiddel)	19,5 µg/m ³ (årsmiddel)

For arsen, kadmium, nikkel og benzo(a)pyren (BaP) skal krav til målinger av luftkvaliteten baseres på følgende vurderingsterskler:

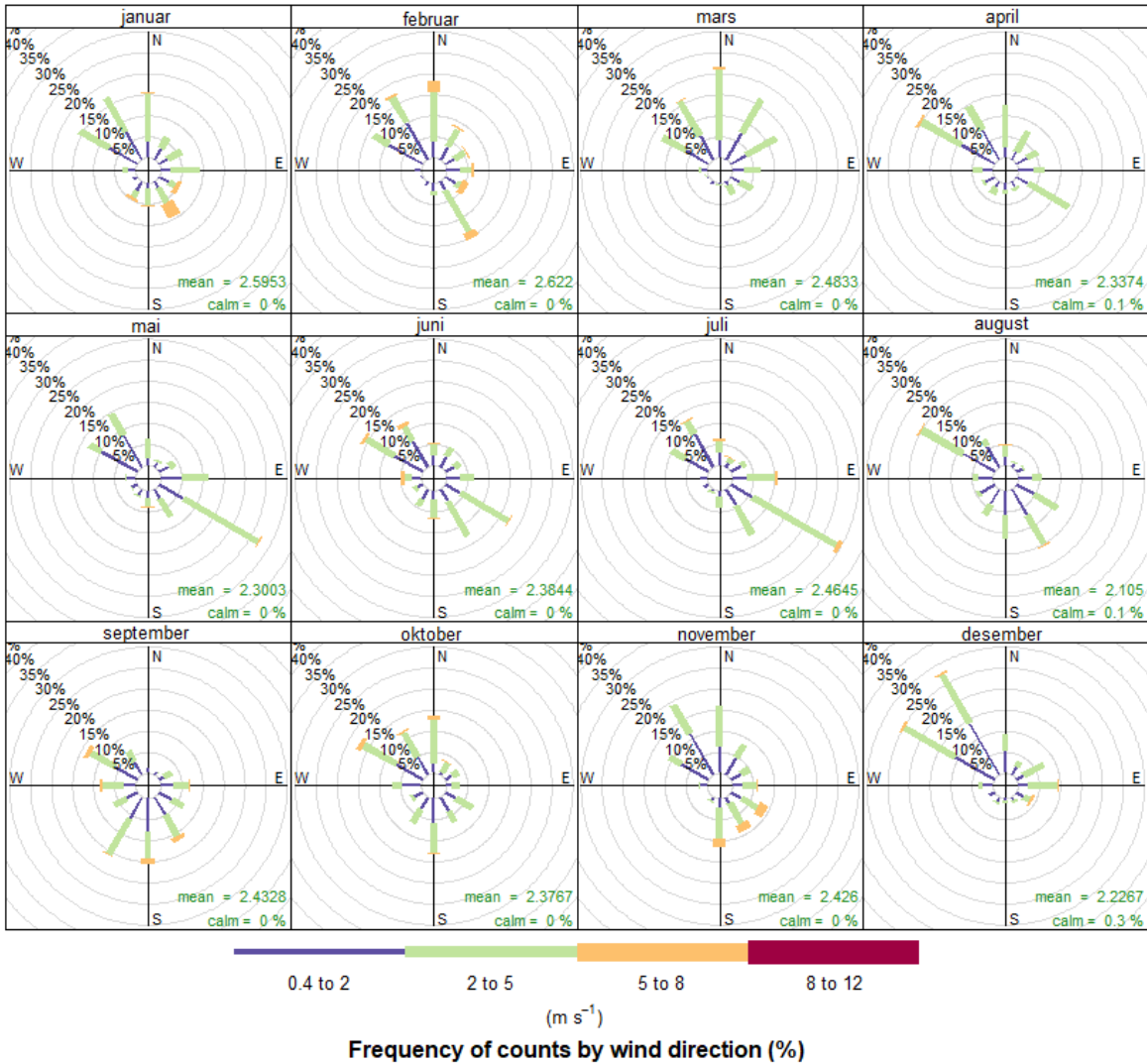
Forurensningskomponent	Øvre vurderingsterskel (årsmiddel)	Nedre vurderingsterskel (årsmiddel)
Arsen	3,6 ng/m ³	2,4 ng/m ³
Kadmium	3 ng/m ³	2 ng/m ³
Nikkel	14 ng/m ³	10 ng/m ³
BaP	0,6 ng/m ³	0,4 ng/m ³

Vedlegg B

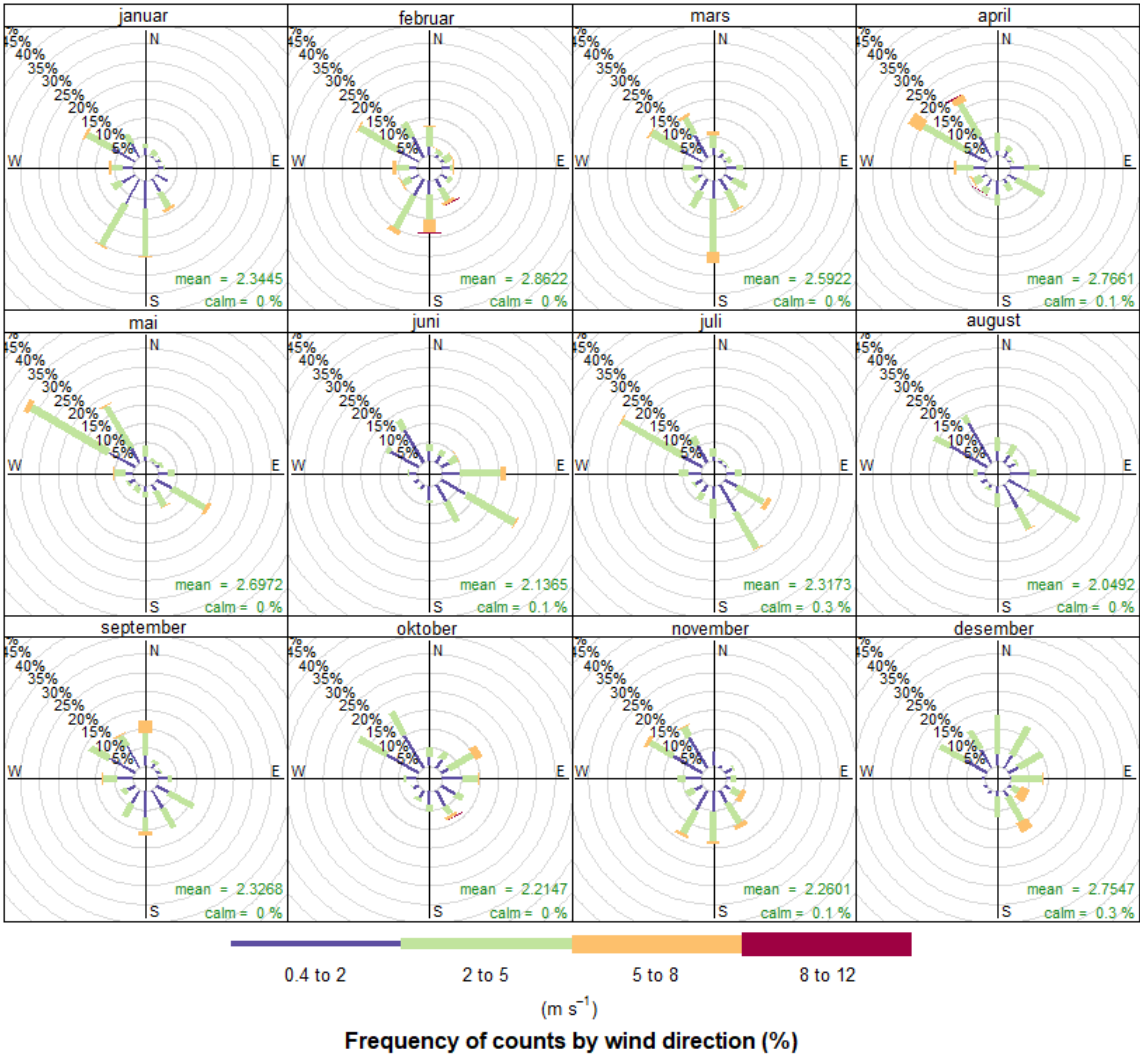
Observerte vindroser for Porsgrunn

Vindroser for Ås 2018 og 2020 sortert pr. måned.

Porsgrunn - Ås, 2018



Porsgrunn - Ås, 2020



NILU – Stiftelsen Norsk institutt for luftforskning

NILU – Stiftelsen Norsk institutt for luftforskning er en uavhengig stiftelse etablert i 1969. NILUs forskning har som formål å øke forståelsen for prosesser og effekter knyttet til klimaendringer, atmosfærens sammensetning, luftkvalitet og miljøgifter. På bakgrunn av forskningen leverer NILU integrerte tjenester og produkter innenfor analyse, overvåking og rådgivning. NILU er opptatt av å opplyse og gi råd til samfunnet om klimaendringer og forurensning og konsekvensene av dette.

NILUs verdier: Integritet – Kompetanse – Samfunnsnytte

NILUs visjon: Forskning for en ren atmosfære

NILU – Stiftelsen Norsk institutt for luftforskning
Postboks 100, 2027 KJELLER

E-post: nilu@nilu.no

<http://www.nilu.no>

ISBN: 978-82-425-3081-3
ISSN: 2464-3327