

Fra: Gunhild Flaamo[gunhild.flaamo@ramboll.no]

Sendt: 05.07.2019 14:58:04

Til: Haugen, Tore; FMTL Postmottak

Kopi: Hans-Olav Midtbust; Jon Bjørnbet; 'Steinar Indergård'; Liv Marit Honne

Tittel: Melding om forurensning fra forbrenning av rene brensler - Energisentralen v/Norsk Kylling

Hei

Vedlagt følger melding etter forurensningsforskriftens kapittel 27 – forurensninger fra forbrenning av rene brensler. Oversendelsesbrev, flytskjema for energisentralen samt rapport fra beregning av skorsteinshøyde og utslipp av kjølevann følger også. Energisentralen etableres i forbindelse med anlegget til Norsk Kylling på Orkanger, men skal som beskrevet i søknaden fra Norsk Kylling etableres som en egen juridisk enhet.

Ta kontakt ved spørsmål eller behov for utfyllende opplysninger.

Med vennlig hilsen

Gunhild Flaamo

Senior Consultant

D +47 90152012

M +47 90152012

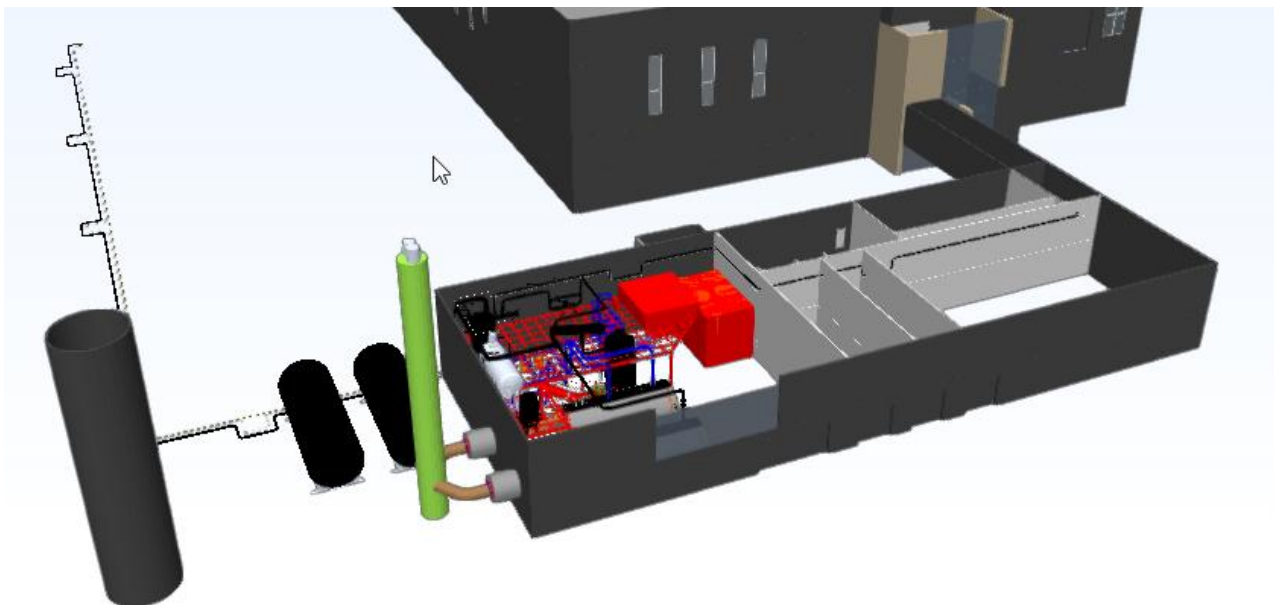
gunhild.flaamo@ramboll.no

Beregnet til
NHP Energieiendom

Dokumenttype
Beregning av skorsteinshøyde

Dato
2019-04-24

NHP ENERGIEIENDOM BEREGNING AV SKORSTEINSHØYDE



Rambøll, 2019

NHP ENERGI EIENDOM
SKORSTEINSHØYDE

Revisjon 000
Dato 2019-04-24
Utført av Hanne Weggeberg
Kontrollert av Hanne Vidgren
Godkjent av Hanne Weggeberg
Beskrivelse Beregning av nødvendig skorsteinshøyde på dampkjel
i energisentral – NHP Energieiendom med spred-
ningsberegninger med AERMOD, i henhold til krav i
forurensningsforskriften kapittel 27

Ref. 1350031228-101

Forsideillustrasjon utarbeidet av Rambøll 2019.

SAMMENDRAG

I forbindelse med Norsk Kyllings nye anlegg for slakt og videreforedling av fjærfe i Orkanger, skal det settes opp en tilhørende energisentral på tomte. Energisentralen vil inneholde to gassfyrte kjeler: En dampkjel og en hetvannskjel, med innfyrt effekt på henholdsvis 13,6 og 11,3 MW. Nødvendig skorsteinshøyde på energisentralen med tanke på utslipp til luft og konsekvenser for lokal luftkvalitet ble vurdert i henhold til krav, grenseverdier og retningslinjer i forurensningsforskriften kapittel 7 og 27 og Veileder M-980/2018, samt EU-direktivet for mellomstore anlegg (MCP-direktivet).

Spredningsberegninger for komponentene nitrogenoksider (NO_x) og karbonmonoksid (CO) ble utført med modelleringsverktøyet AERMOD. 3D-kartgrunnlag og lokal meteorologi ble brukt som inngangsdata i modellen, og bakgrunnskonsentrasjoner for området ble tatt hensyn til ved utarbeidelsen av spredningskartene. Beregningene ble utført med utslippstall for CO tilsvarende utslippsgrensen i forurensningsforskriften kap. 27 som gjelder nye fyringsenheter med enhetsstørrelse 1-50 MW, gassbrensel og volumprosent oksygenass (vol % O_2) på 3, mens den strengere tilsvarende utslippsgrensen i MCP-direktivet ble brukt for NO_x .

Resultatene av spredningsberegningene med skorsteinshøyde på 20 meter over bakkenivå viser at konsentrasjonene av nitrogendioksid (NO_2) og NO_x i omgivelsene ved energisentralen er forholdsvis lave. NO_2 -konsentrasjonene er langt under gjeldende grenseverdier for uteluft i forurensningsforskriften kap. 7 på både time- og årsbasis. Imidlertid overstiges den stedsspesifikke grensen for NO_2 for bidrag fra nye fyringsenheter etter forurensningsforskriften kap. 27 på timebasis enkelte steder. Luftkvalitetskriteriet for NO_2 på timebasis overstiges ved et par små boligområder. CO -konsentrasjonene er langt under gjeldende grenseverdier ved alle deler av området.

De stedsspesifikke grenseverdiene etter kravene i forurensningsforskriften kap. 27 både på time- og årsbasis er langt under grenseverdiene for uteluft i forurensningsforskriften kap. 7. Spredningsberegningene foretatt i denne studien viser at ytterligere økning i skorsteinshøyde gir liten forbedring når det gjelder konsentrasjoner i luft ved innåndingsnivå (1,5 meter over terreng). Det vurderes derfor som praktisk, økonomisk og estetisk urimelig å forholde seg strengt til den lave stedsspesifikke timemiddelgrensen for NO_2 for anlegget. Ettersom luftkvaliteten i området med hensyn på NO_2 vurderes som tilfredsstillende og energisentralen i tillegg kun skal fungere som et back-up-anlegg, søkes det derfor om en skorsteinshøyde på anlegget på 20 meter over bakkenivå.

Det er visse usikkerheter forbundet med spredningsberegningene, særlig relatert til bidrag fra andre industribedrifter i området. Dersom nivåene av luftforurensning i området skulle bli forhøyede grunnet forhold som atmosfærisk inversjon eller unormale driftsforhold ved anlegget, kan aktuelle tiltak være å kjøre med redusert effekt eller stanse driften.

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	INNLEDNING	1
1.1	Bakgrunn for prosjektet	1
1.2	Målsetning	1
2.	UTSLIPP TIL LUFT FRA FORBRENNINGSANLEGG OG MYNDIGHETSKRAV	2
2.1	Utslipp til luft	2
2.1.1	Nitrogenoksider	2
2.1.2	Karbonmonoksid	2
2.1.3	Andre forbindelser	2
2.2	Myndighetskrav og grenseverdier	3
2.2.1	Lokal luftkvalitet	3
2.2.2	Utslipp til luft fra forbrenningsanlegg	4
3.	NORSK KYLLINGS NYE ANLEGG OG ENERGISENTRAL PÅ ORKANGER	5
3.1	Beskrivelse av område, anlegg og produksjon	5
4.	SPREDNINGSBEREGNINGER	7
4.1	Inngangsdata	7
4.1.1	Meteorologi	7
4.1.2	Terrengdata	7
4.1.3	Utslipp fra energisentralen	8
4.2	Spredningsberegninger ved bruk av AERMOD	8
4.2.1	Omregning av beregnede resultater for NO _x til konsentrasjoner av NO ₂	9
4.2.2	Bakgrunnskonsentrasjoner	9
5.	RESULTATER OG VURDERINGER	10
5.1	Lokal meteorologi	10
5.2	Utslipp fra energisentralen	11
5.3	Vurdering av spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet	11
5.3.1	Nitrogendioksid og nitrogenoksider	16
5.3.2	Karbonmonoksid	16
5.4	Vurderinger og anbefalt skorsteinshøyde	17
5.5	Antakelser gjort i spredningsberegningene og usikkerhet	18
6.	KONKLUSJON	19

VEDLEGG

- Vedlegg 1. Meteorologiske data
- Vedlegg 2. Utslipp fra gassfyrte dampkjeler i energisentralen
- Vedlegg 3. Spredningskart for nivåer av luftforurensning

1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn for prosjektet

I forbindelse med planlagt oppføring av Norsk Kyllings nye fabrikk på Orkanger i Orkdal kommune, skal det settes opp tilknyttet energisentral på eiendommen. Rambøll har utført vurderinger for å bestemme nødvendig skorsteinshøyde på fyrkjel i energisentralen. Anleggets plassering på Orkanger er vist i Figur 1.

Energisentralen vil inneholde to kjeler som begge vil benytte gass som brensel: En dampkjel og en hetvannskjel, med innfyrt effekt på henholdsvis 13,6 og 11,3 MW. Gassdrevne fyringsenheter har typisk utslipp av nitrogenoksider og karbonmonoksid. Fastsetting av minimum skorsteinshøyde ble utført ved spredningsberegninger i henhold til bestemmelsene for nye fyringsenheter i forurensningsforskriften kapittel 27.



Figur 1. Oversiktskart som viser plasseringen av den planlagte energisentralen tilhørende Norsk Kylling på Orkanger i Orkdal kommune. Modifisert fra norgeskart.no, hentet ut 2019-01-15 (Kartverket, 2019).

1.2 Målsetning

Hensikten med undersøkelsen er å vurdere utslippene til luft fra fyrkjelen i den planlagte energisentralen i henhold til gjeldende utslippsgrenser og spredning i nærområdene for å kunne bestemme nødvendig skorsteinshøyde. Forurensningen vurderes opp mot bestemmelser for forbrenningsanlegg i forurensningsforskriften kapittel 27, Veileder M-980/2018 og EU-direktivet for mellomstore anlegg, og grenseverdier for utendørs luft gitt i forurensningsforskriften kapittel 7 (Klima- og miljødepartementet, 2004).

2. UTSLIPP TIL LUFT FRA FORBRENNINGSANLEGG OG MYNDIGHETSKRAV

Forurensningsforskriften kapittel 27 definerer en fyringsenhet som en teknisk innretning hvor brensel oksideres for å kunne anvende den frembrakte varmen, altså den avgitte effekten (Klima- og miljødepartementet, 2004). Forbrenningsanlegg brukes om en eller flere fyringsenheter som drives samtidig. Som rene brenslere regnes oljer, kull, biobrensel og gass. Gass som brensel omfatter biogass og naturgass (tørrgass, Compressed Natural Gas (CNG) og Liquefied Natural Gas (LNG)), samt flytende gassolje (Liquefied Petroleum Gas (LPG)).

2.1 Utslipp til luft

Forbrenning er en rask, eksoterm reaksjon mellom et brennstoff og oksygen (O_2) fra luft. Varmen bryter ned organiske og uorganiske forbindelser, og de mest flyktige komponentene inngår i reaksjoner med oksygen og nitrogen (N_2) i luft. Utslippene til luft fra forbrenningsanlegg domineres av karbondioksid (CO_2) og vanndamp (H_2O), som dannes når oksygen reagerer med henholdsvis karbon og hydrogen i brenselet (Committee on Health Effects of Waste Incineration, 2000). Forbindelser som har betydning for lokal luftkvalitet og potensiell helsefare omfatter nitrogen- og svoveloksid, som dannes når oksygen reagerer med henholdsvis nitrogen- og svovelholdige forbindelser i brenselet. Ufullstendig forbrenning av organiske forbindelser medfører dannelse av karbonmonoksid (CO), polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og karbonholdige partikler. Ulike metallforbindelser kan også dannes. Gassfyrte kjeler slipper i all hovedsak ut NO_x og noe CO, i tillegg til CO_2 og H_2O .

Luftforurensning øker generelt risikoen for luftveis- og hjerte-karsykdom og tidlig død (WHO, 2005). I foreliggende rapport er spredningsberegninger for de mest aktuelle utslippskomponentene NO_x og CO foretatt for å vurdere lokal luftkvalitet i områdene ved energisentralen. Helsefare forbundet med eksponering for de ulike individuelle stoffene er omtalt under.

2.1.1 Nitrogenoksider

Nitrogenoksider (NO_x) dannes ved forbrenning ved høy temperatur (FHI, 2015a). Lokal veitrafikk er også en viktig kilde til NO_x . Nitrogenmonoksid (NO) og nitrogendioksid (NO_2) inngår i en syklisk prosess der ozon (O_3) er sentralt, og denne likevekten er skiftende avhengig av forhold som solinnstråling og konsentrasjon av ozon.

NO_2 er den mest relevante nitrogenoksidforbindelsen å vurdere når det gjelder helseskader hos mennesker. Inhalering av NO_2 kan utløse betennelsesreaksjoner i kroppen, celledød og tap av lungefunksjon.

2.1.2 Karbonmonoksid

CO, som hovedsakelig dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale, er en farge- og luktløs gass (FHI, 2015). Eksponering for høye konsentrasjoner i korte perioder kan føre til hjerte-karsykdom og død. Giftigheten skyldes at CO fortrenger oksygen i røde blodlegemer, og dermed hemmer oksygentransporten i blod og tilførselen til vev.

Konsentrasjonene av CO i uteluft er lav de fleste steder i Norge i dag. Utslipp fra biltrafikken er en viktig kilde til utslipp av CO, men også i byene er nivåene i dag lave på grunn av katalysatorer på kjøretøy.

2.1.3 Andre forbindelser

Ufullstendig forbrenning av organisk materiale kan medføre dannelse av støvpartikler, PAH og svovel- og metallholdige forbindelser.

Støvparkler fra forbrenningsanlegg med rene brensler vil typisk i hovedsak bestå av karbonholdige partikler, muligens med innslag svovelforbindelser og enkelte metaller, avhengig av type brensel (Committee on Health Effects of Waste Incineration, 2000). Det er særlig svevestøv som er forbundet med helseisiko, altså partikler små nok til at de er luftbårne over lenger tid og kan transporteres over større avstander (FHI, 2012). Eksponering for svevestøv kan medføre og forverre både luftveis- og hjerte/karsykdom.

PAH-forbindelser er forbundet med kreftisiko, selv ved lave konsentrasjoner i luft (FHI, 2015). Eksponering for svoveldioksid (SO₂) kan føre til forverring av sykdom og økt dødelighet særlig hos astmatikere (FHI, 2015c). Metaller kan forårsake ulike typer sykdom, som kreft (FHI, 2015).

Utslippene av andre typer forbindelser fra mindre forbrenningsanlegg med gassfyring og tilhørende risiko for helseskader antas å være ubetydelige. Det er derfor kun vurdert utslipp og spredning av NO_x og CO.

2.2 Myndighetskrav og grenseverdier

Utslipp til luft og luftkvalitet omfattes av Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften) (Klima- og miljødepartementet, 2004), med hjemmel i Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven) (Klima- og miljødepartementet, 2015). Forurensningsforskriftens kapittel 7 inneholder bestemmelser om lokal luftkvalitet og grenseverdier, mens kapittel 27 omtaler krav til utslipp til luft fra forbrenningsanlegg med rene brensler. EU-direktivet for mellomstore anlegg inneholder nye utslippsgrenser for forbrenningsanlegg med effekt 5-50 MW.

2.2.1 Lokal luftkvalitet

Grenseverdiene oppført i forurensningsforskriftens § 7-6 angir maksimumskonsentrasjoner i utendørsluft for gitte midlingstider, eventuelt med antall tillatte overskridelser. Det finnes grenseverdier for komponentene SO₂, NO₂ og NO_x, PM₁₀ og PM_{2,5}, bly, benzen og CO. Grenseverdiene for nitrogenoksider/nitrogendioksid og for karbonmonoksid er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Grenseverdier for tiltak for utendørs luft for komponentene nitrogenoksider/nitrogendioksid og karbonmonoksid, i henhold til Forskrift om begrenning av forurensning (forurensningsforskriften) § 7-6 (Klima- og miljødepartementet, 2004).

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi	Antall tillatte overskridelser
<i>Nitrogendioksid og nitrogenoksider (NO₂ og NO_x)</i>			
1. Timegrenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	1 time	200 µg/m ³ NO ₂	Maks. 18 ganger pr. kalenderår
2. Årgrenseverdi 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>Karbonmonoksid (CO)</i>			
Grenseverdi for beskyttelse av menneskets helse	Maks. daglig 8-timers gjennomsnitt	10 mg/m ³	

Folkehelseinstituttet har utarbeidet et sett luftkvalitetskriterier, som er satt «så lavt at de aller fleste kan utsettes for disse nivåene uten at det oppstår skadevirkninger på helsa» (Folkehelseinstituttet; Miljødirektoratet, 2013). Arbeidet er basert på gjennomgang av litteratur om aktuelle luftforurensende komponenter og skadelige helseeffekter. Tabell 2 viser luftkvalitetskriteriene for komponentene NO₂ og CO.

Tabell 2. Luftkvalitetskriteriene for karbonmonoksid (CO) og nitrogendioksid (NO₂), utarbeidet av Folkehelseinstituttet og Miljødirektoratet (2013).

Komponent	Midlingstid	Luftkvalitetskriterier
CO	15 min	80 mg/m ³
CO	Time	25 mg/m ³
CO	8-timer	10 mg/m ³
NO ₂	15 min	300 µg/m ³
NO ₂	Time	100 µg/m ³
NO ₂	År	40 µg/m ³

2.2.2 Utslipp til luft fra forbrenningsanlegg

Forurensningsforskriften § 7-3 sier blant annet følgende om anleggseiers ansvar: «*Eier av anlegg som bidrar vesentlig til fare for overskridelse av grenseverdiene i § 7-6, skal sørge for å gjennomføre nødvendige tiltak for å sikre at de grenseverdier og krav som følger av disse bestemmelsene blir overholdt, og skal dekke kostnadene forbundet med gjennomføringen. (...)»*

Kapittel 27 i forurensningsforskriften inneholder bestemmelser om utslipp til luft fra forbrenningsanlegg med rene brenslere. Bestemmelsene omfatter forbrenningsanlegg/fyringsenheter som drives av rene brenslere og har nominell termisk effekt 1-50 MW. § 27-5 angir krav til nye fyringsenheter.

Utslippsgrensene i § 27-5 for gassfyrte fyringsenheter med enhetsstørrelse 5-50 MW for komponentene NO_x og CO i kap. 27 er per i dag på henholdsvis 170 mg/Nm³ og 80 mg/Nm³ timesmiddel, normalisert til tørr gass, temperatur 273 K, trykk 101,3 kPa og 3 vol % O₂. Forskriften sier følgende:

«Før etablering av nye forbrenningsanlegg/fyringsenheter ≥ 5 MW skal det gjennomføres spredningsberegning for å bestemme høyden på utslippspunktet for røykgassen. Beregningen skal utføres av en uavhengig, kompetent faginstans.»

Beregninger for fastsettelse av utslippshøyde skal gjøres på bakgrunn av utslippsmengder, bakgrunnskonsentrasjoner og de ugunstigste spredningsforhold som kan forekomme. Utslippshøyden skal beregnes slik at bidraget fra forbrenningsanlegget/fyringsenheten normalt ikke overskrider 50 % av differansen mellom de luftkvalitetskriterier som til enhver tid er anbefalt av helse- og forurensningsmyndighetene og bakgrunnsverdien.»

Nærmere detaljer og anbefalinger om gjennomføring av og forutsetninger for spredningsberegninger for å bestemme skorsteinshøyde finnes i Veileder M-980/2018 *Spredningsberegning og bestemmelse av skorsteinshøyde*.

EU-direktivet for mellomstore anlegg (*Directive 2015/2193 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants* (MCP-direktivet, EC, 2015) ble varslet i 2015, og trådte i kraft i EU for nye anlegg fra desember 2018. MCP-direktivet vil også bli innlemmet i den norske forurensningsforskriften; kap. 27 er per i dag under revidering. Grenseverdiene i MCP-direktivet bør derfor tas hensyn til ved planlegging av nye anlegg som skal etableres i 2019, særlig for type anlegg og komponenter der grenseverdiene er strengere enn i forurensningsforskriften kap. 27. For nye anlegg med naturgass som brensel er utslippsgrensen for NO_x i MCP-direktivet betydelig strengere enn i forurensningsforskriften kap. 27: 100 mg/Nm³ som timemiddel, normalisert til tørr gass, temperatur 273 K, trykk 101,3 kPa og 3 vol % O₂. MCP-direktivet inneholder ikke utslippsgrenser for CO, kun krav om gjennomføring av målinger. I utslippsberegningene i denne rapporten er derfor utslippsgrensene for NO_x på 100 mg/Nm³ i MCP-direktivet og for CO på 80 mg/Nm³ i forurensningsforskriften kap. 27 brukt.

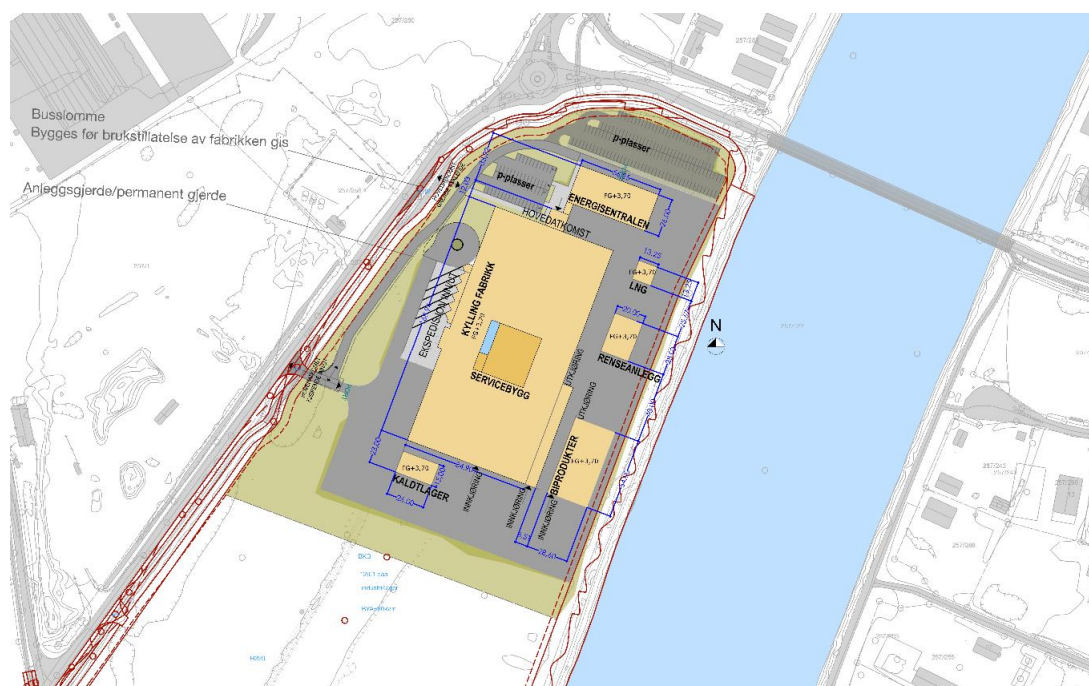
3. NORSK KYLLINGS NYE ANLEGG OG ENERGI SENTRAL PÅ ORKANGER

3.1 Beskrivelse av område, anlegg og produksjon

Norsk Kylling AS er en næringsmiddelbedrift som driver med slaktning og videreforedling av fjærfekjøtt. Virksomheten er i dag lokalisert på Støren. For det nye anlegget planlegges det for produksjon av ca. 38 000 tonn kylling, tilsvarende ca. 26 000 tonn slaktevekt, per år i 2021, med en gradvis økning til 63 000 tonn (43 000 tonn slaktevekt) innen 2037. Flere separate anlegg vil etableres tilhørende hovedbygningen for slakt og prosessering: Et renseanlegg for prosessvann, eget anlegg for prosessering av biprodukter (Nutrimar), og energisentralen som vurderes i denne rapporten.

Norsk Kyllings nye fabrikk er planlagt lagt til Furumoen i Orkanger i Orkdal kommune (gnr./bnr. 257/340). Energisentralen vil ligge nordøst på tomten, se utdrag fra skisse til utomhusplan for Norsk Kylling, kalt «Prosjekt Fønix», datert 8. mars 2018 vist i Figur 2. Energisentralen vil inneholde to kjeler: En dampkjel og en hetvannskjel, planlagt med innfyrt effekt på henholdsvis 13,6 og 11,3 MW. I utslippsberegningene brukt som inngangsdata i spredningsmodelleringen er imidlertid innfyrt effekt satt til 13,6 MW for begge kjelene. Begge vil benytte naturgass («Liquified Natural Gas», LNG) som brensel. Det vil være separate løp i en felles skorstein for de to kjelene.

Anlegget skal ligge ved havneområdet på Grønøra på nordvestsiden av Orkla, omtrent 1 km vest for Orkanger sentrum. Nærmeste boligbygninger ligger omtrent 500 meter sørvest, vest og nordvest for anlegget. Det er enkelte gårdsbruk langs Orkangerveien i vest, og boligfelt på Gjølme, Svean og Asphaugen nordvest for anlegget. Grønøra havn er i all hovedsak industriområder; større industrivirksomheter i området inkluderer Washington Mills like vest for Norsk Kylling og Elkem Thamshavn i nordøst. Øst og sørøst for Grønøra og fabrikk er det større boligområder. Orkangerområdet er relativt flatt, mens terrenget stiger forholdsvis bratt mot de omkringliggende fjellområdene rundt Orkdalsfjorden.



Figur 2. Utdrag fra skisse til utomhusplan for Prosjekt Fønix, tegning nr. A10-04, datert 08.03.2018.

Utslipp til luft fra andre kilder og lokal luftkvalitet i området har betydning for påvirkningen utslippene fra Norsk Kylling og energisentralen vil ha. Særlig Washington Mills og Elkem Thams-havn har også utslipp blant annet av nitrogenoksider. Ettersom det ikke foreligger nøyaktige tall for utslippsparemetere for disse virksomhetene er ikke utslipp fra annen industri inkludert i spredningsberegningene foretatt i denne studien.

Utslipp fra veitrafikk bidrar normalt til luftforurensning lokalt, særlig av komponentene svevestøv og NO₂. Trafikkmengdene i området er imidlertid svært lave, under 1000 årsdøgnetrafikk (ÅDT) for alle veistrekninger i 2017 i henhold til Nasjonal vegdatabank (NVDB) (Statens vegvesen, 2019). Bidraget fra veiene anses som ubetydelig for luftforurensningssituasjonen i området relativt til utslippet fra den planlagte energisentralen og er derfor ikke inkludert i spredningsmodellen.

4. SPREDNINGSBEREGNINGER

For å kunne vurdere spredning av utslipp til luft ut fra den planlagte energisentralen på Orkanger og konsekvenser for lokal luftkvalitet i nærområdene ble det gjennomført spredningsberegninger for komponentene NO₂, NO_x og CO, i henhold til gjeldende regelverk.

4.1 Inngangsdata

Som inngangsdata for å lage en 3D-modell brukes terrengdata for området. Til 3D-modellen ble meteorologi og utslipp til luft fra dampkjelene i energisentralen importert for påfølgende spredningsberegninger for områdene.

Spredningsberegningene ble utført med spredningsmodellen AERMOD, en kontinuerlig røyksky-modell som kan håndtere relativt kompleks topografi og simulere effekten av bygninger og spredning ut fra ulike typer utslippskilder. I Veileder M-980/2018 er AERMOD den modellen som anbefales brukt for områder med avstand på mindre enn 50 km avstand fra kilden. AERMOD beregner spredning i luft basert på turbulensstruktur i det planetariske grensesjiktet og skaleringskonsepter, og er den kontinuerlige røykskymodellen som anbefales av amerikanske Environmental Protection Agency (USEPA, 2017) ved spredningsmodellering i lokal/regional skala (< 50 km). Spredningsberegningene viser utstrekningen av områder der gjeldende grenseverdier overskrides, og viser hvordan bygningsmasse og terreng påvirker spredning av luftforurensning.

AERMOD består av to forbehandlingssystemer som genererer inngangsfiler til spredningsmodellen: AERMET, som preparerer meteorologiske data, og AERMAP til preparering av terrengdata.

4.1.1 Meteorologi

Meteorologi, og særlig vindforhold, har stor betydning for spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet.

Vinddata ble hentet ut fra Orkdal-Thamshamn meteorologiske stasjon (WMO-nr. 01234), som ligger ca. 1 km nordøst for Norsk Kylling og energisentralen. Data om skydekke er hentet fra Trondheim-Voll stasjon (01257), mens data for øvre luftlag ble hentet ut fra Ørland III stasjon (01241). Plasseringen til de ulike stasjonene er vist på kart i Figur V1-1 i Vedlegg 1. Dataene ble hentet ut fra eKlima.no (Meteorologisk institutt, 2019), for årene 2015, 2016 og 2017. Orkdal-Thamshamn stasjon har noe manglende data om vindforhold for enkelte perioder; disse dataene ble substituert med data for tilsvarende tidsperiode fra Trondheim-Voll stasjon.

AERMET (versjon 16216) (USEPA, 2016), som er AERMODs meteorologiske preprosessor, ble brukt til å prosessere de meteorologiske dataene for hvert av de tre årene 2015-17. Prosesseringen ble kjørt med «Adjusted Ustar (ADJ_U*)», som er en valgmulighet i AERMET for tilfeller der turbulensmålinger ikke foreligger. ADJ_U* reduserer overestimeringen av modellkonsentrasjoner som typisk skjer for stabile forhold når det er lite vind.

4.1.2 Terrengdata

Terrengdata for modelleringsdomenet ble hentet ut fra Kartverkets digitale terrengmodeller (Kartverket, 2019). Kartdataene ble prosessert gjennom AERMAP ved bruk av Lakes Environmentals AERMOD View-terrengprosessor (Lakes Environmental, 2017).

Arealdekkedata ble hentet ut fra det europeiske kartprogrammet CORINE Land Cover (Nibio, 2017). CORINE-dataene ble brukt inn i AERMOD View for å få verdier for overflateruhet, albedo og Bowen ratio ved bruk av AERSURFACE Utility. Overflateruhet er høyden der gjennomsnittlig horisontal vindhastighet nærmer seg null og er relatert til ruhetsegenskaper i området. Flatt landskap ved lav høyde har for eksempel lavere overflateruhet enn urbane eller skogområder. Bowen ratio er relatert til mengden fuktighet ved overflaten og er viktig for å komme fram til

Monin-Obukhov-lengden og dermed atmosfærisk stabilitet. Albedo er definert som andelen solinnstråling reflektert fra bakken når solen står like over.

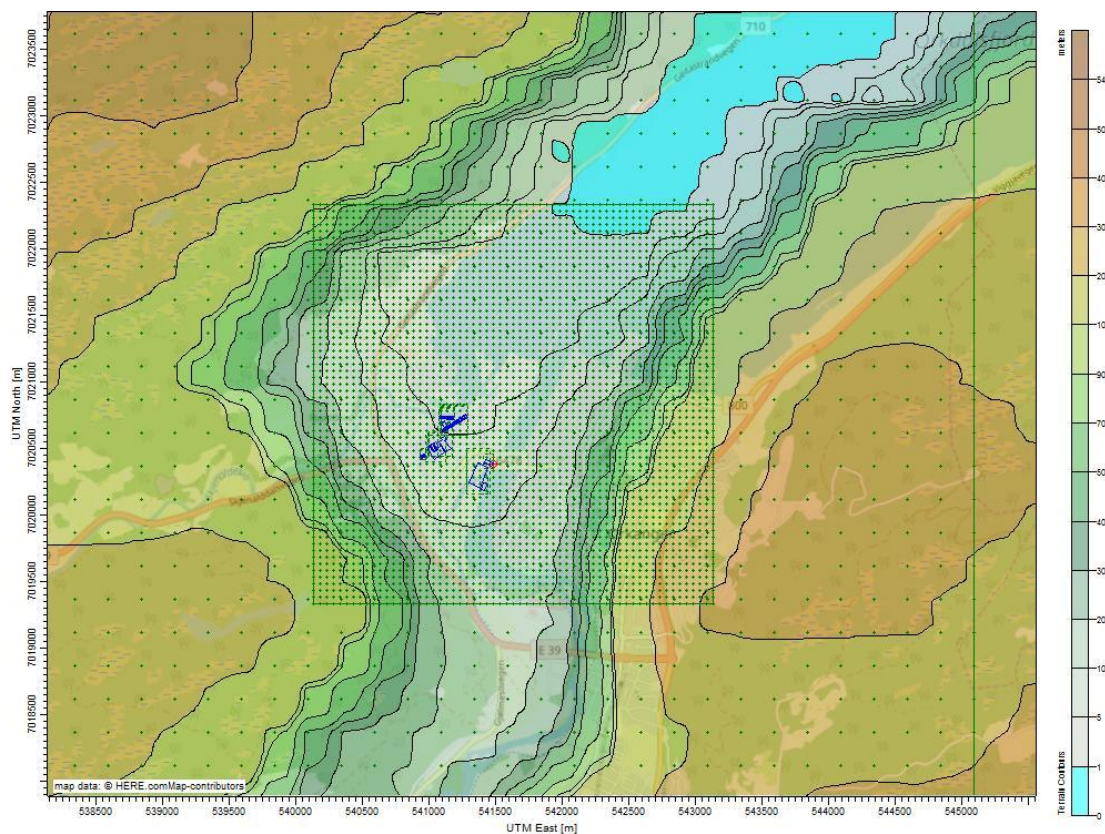
4.1.3 Utslipp fra energisentralen

Utslippsstall for de luftforurensende stoffene NO_x og CO for energisentralen benyttet i beregningene er oppført i Tabell V2-1 i Vedlegg 2. Konsentrasjonene i utslippet ble satt til utslippsgrensene som gjelder for nye naturgassdrevne fyringsenheter med innfyrt effekt 5-50 MW i henholdsvis MCP-direktivet på 100 mg/Nm^3 for NO_x , og i forurensningsforskriften kap. 27 på 80 mg/Nm^3 for CO. Øvrige driftsdata (type brensel, røykgassmengde, kjemisk sammensetning, temperatur i røykgass ved utløp og NO_x som NO_2 -konsentrasjon i røykgass) ble levert fra leverandøren av kjelene. Kjelvirkningsgraden ble oppgitt å være på 88,2 %, og utslippshastigheten på 24 m/s.

4.2 Spredningsberegninger ved bruk av AERMOD

Modelleringen og spredningsberegningene ble utført med AERMOD versjon 16216r. Utslippene fra de to kjelene energisentralen tilhørende Norsk Kylling ble modellert som to separate punktkilder plassert like ved siden av hverandre. Plasseringen ble hentet ut fra foreliggende plantegninger.

Beregningsområdet var et 7 x 7 km stort område sentrert omtrent ved plasseringen til Norsk Kylling. Konsentrasjoner og spredning av luftforurensning ble simulert ved høyde 1,5 meter over terreng, med rutenettstørrelse 50 meter innenfor et indre modellområde på 3 x 3 km ved planområdet, og deretter 250 m oppløsning i det ytre rutenettet. Alle reseptorpunkter og kilder er representert i Universal Transverse Mercator (UTM) North American Datum 1983 (NAD83), sone 32 koordinatsystem. En oversikt over modellområdet med terrengkonturer, oppløsning, utslippskilder og reseptorpunkter markert er vist i Figur 3.



Figur 3. Oversikt over modellområdet brukt i spredningsmodellering med AERMOD, som viser reseptor-grid, og terrengkonturer forklart til høyre. Bygninger som er lagt inn i modellen (Norsk Kylling med tilhørende anlegg) er vist i blått. Punktkilder (skorsteinene til kjelene) er markert med røde kryss.

4.2.1 Omregning av beregnede resultater for NO_x til konsentrasjoner av NO₂

Utslippstall foreligger for NO_x samlet, og konsentrasjoner som beregnes av AERMOD er derfor for NO_x. Grenseverdiene i forurensningsforskriften og luftkvalitetskriteriene gjelder imidlertid for NO₂, og de beregnede konsentrasjonene av NO_x regnes derfor om til NO₂-konsentrasjoner for å kunne relatere spredningskartene til grenseverdiene. NO_x-NO₂-konvertering ble i beregningene gjort ved bruk av OLM («Ozone Limiting Method»)-metoden ved bruk av data om stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner av ozon på timebasis hentet ut fra ModLUFTs Bakgrunnsapplikasjonen, se denne rapportens Del 4.2.2. Forholdstallet NO₂/NO_x ble satt til 0,5 ved utløpet og 0,9 ved likevekt.

4.2.2 Bakgrunnskonsentrasjoner

Det vil også være et generelt bidrag fra andre forurensningskilder i et område som ikke er tatt hensyn til i spredningsberegningene men som påvirker lokal luftkvalitet; dette omtales som bakgrunnsforurensning. Eksempler på slike kilder er langtransportert forurensning fra industri og vegtrafikk, og lokal ved- og oljefyring. Bakgrunnsforurensningen skal tas hensyn til i utarbeidelse av spredningskart for å vurdere eventuelle overskridelser av grenseverdier gitt i forurensningsforskriften. Stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner av luftforurensende komponenter beregnes av Norsk institutt for luftforskning (NILU), og er i foreliggende rapport hentet ut fra Bakgrunnsapplikasjonen, tilgjengelig via ModLUFT (NILU, Miljødirektoratet, & Statens vegvesen, 2017).

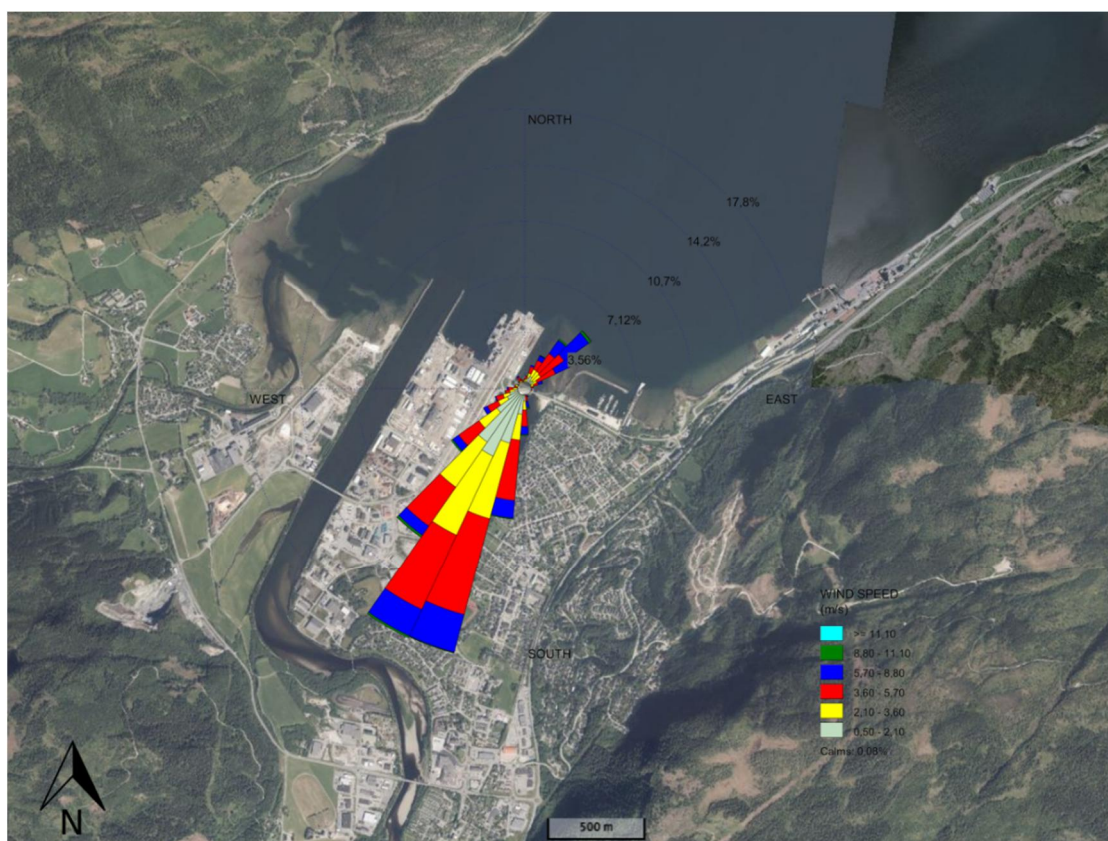
Bakgrunnskonsentrasjonen for NO₂ ved planområdet er på 11,3 µg/m³ som årgjennomsnitt. I beregningene for bestemmelse av skorsteinshøyde benyttes årsmiddelverdiene for bakgrunnskonsentrasjonene direkte. Som timemiddel-bakgrunnskonsentrasjon brukes 2 x årsmiddelverdien, i henhold til anbefalinger i Veileder M-980/2018. Det foreligger ikke tall for stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner av CO i Bakgrunnsapplikasjonen. CO-konsentrasjonene er svært lave de fleste steder, og det antas at bakgrunnskonsentrasjonene også ved Orkangerområdet også er lave og kan anses som ubetydelige.

5. RESULTATER OG VURDERINGER

5.1 Lokal meteorologi

Lokal meteorologi er avgjørende for spredning av utslipp til luft og avsetning på bakken. Av de ulike meteorologiske parameterne har vindforhold størst betydning i og med at vindretning og -styrke bestemmer i hvilken retning luftforurensningen spres og i hvor stor grad konsentrasjonene fortynnes. Nedbør og luftfuktighet påvirker også avsetning og dermed spredning av luftforurensning.

Vindroseplott for år 2017 er vist lagt oppå ortofoto over området i Figur 4, og i Figur V1-2 i Vedlegg 1. Figur V1-3 inneholder vindroser inndelt på års- og månedsbasis for perioden 2015-2017.



Figur 4. Vindroseplott for vinddata prosessert i AERMET og brukt i AERMOD-modelleringen, generert ut fra data fra Orkdal-Thamshamn meteorologiske stasjon hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019), i figuren vist for år 2017. Vindrosen er lagt oppå ortofoto over området hentet ut fra Norgeskart (Kartverket, 2019). Plottet framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på 36 sektorer.

Figur 4 viser at vinder fra sørvest klart utgjør dominerende vindretning. Det blåser også tidvis fra nordøst, mens det sjelden kommer vinder direkte fra øst eller vest. Vindstyrken i Orkangerområdet er forholdsvis lav det meste av tiden, med gjennomsnitt på 3,5 m/s for hele perioden 2015-17. Maksimal vindhastighet målt i perioden var på 19,7 m/s, tilsvarende sterk kuling i henhold til Beaufortskalaen for klassifisering av vindstyrke. Vindforholdene varierer lite fra år til år, som vist for enkeltårene 2015-17 i Figur V1-3a. Som det framgår av Figur V1-3b, varierer vindforholdene imidlertid betydelig med årstid: I vinterhalvåret fra oktober til april blåser det ofte fra sørvest, mens sommermånedene mai-september er preget av mer variable vindretninger med mer hyppige vinder fra nordøst.

Lokale vindforhold tilsier dermed at utslippene fra energisentralen i stor grad vil spres i nordøstlig retning utover Orkdalsfjorden, bort fra boligområdene nær anlegget. Dette er særlig gjeldende i vinterhalvåret, mens det i sommersesongen oftere vil blåse fra nordøst og dermed kunne gi mindre gunstige spredningsforhold for nærliggende bebyggelse særlig sørvest for anlegget.

5.2 Utslipp fra energisentralen

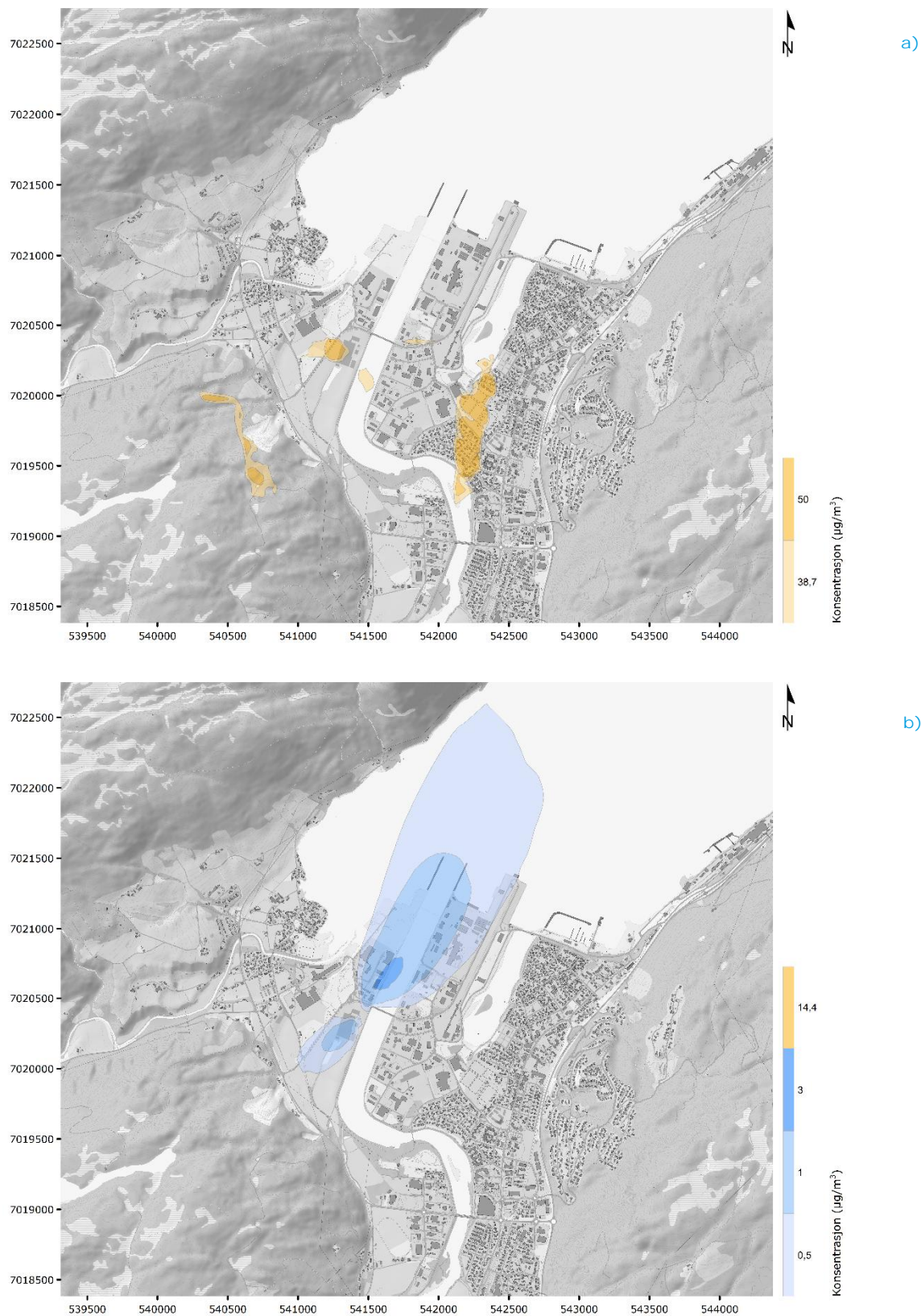
Utslippstall for utslipp av NO_x og CO fra kjelene i energisentralen ved Norsk Kylling er oppført i Tabell V2-1 i Vedlegg 2.

Ved kjelvirkningsgrad på 88,2 % har hver av kjelene en røykgassmengde på 17 000 Nm³/t med LNG som brenseltype og 3 vol % O₂. Gitt temperatur i røykgassen på 125 °C ved utløpet på skorsteinen og utslippshastighet på 24 m/s, gir dette utslipp av NO_x på 0,394 g/s og av CO på 0,315 g/s for hver kjel. Gitt oppgitte tall på røykgassmengde og utslippshastighet vil diameteren ved hvert utløp være på 60 cm.

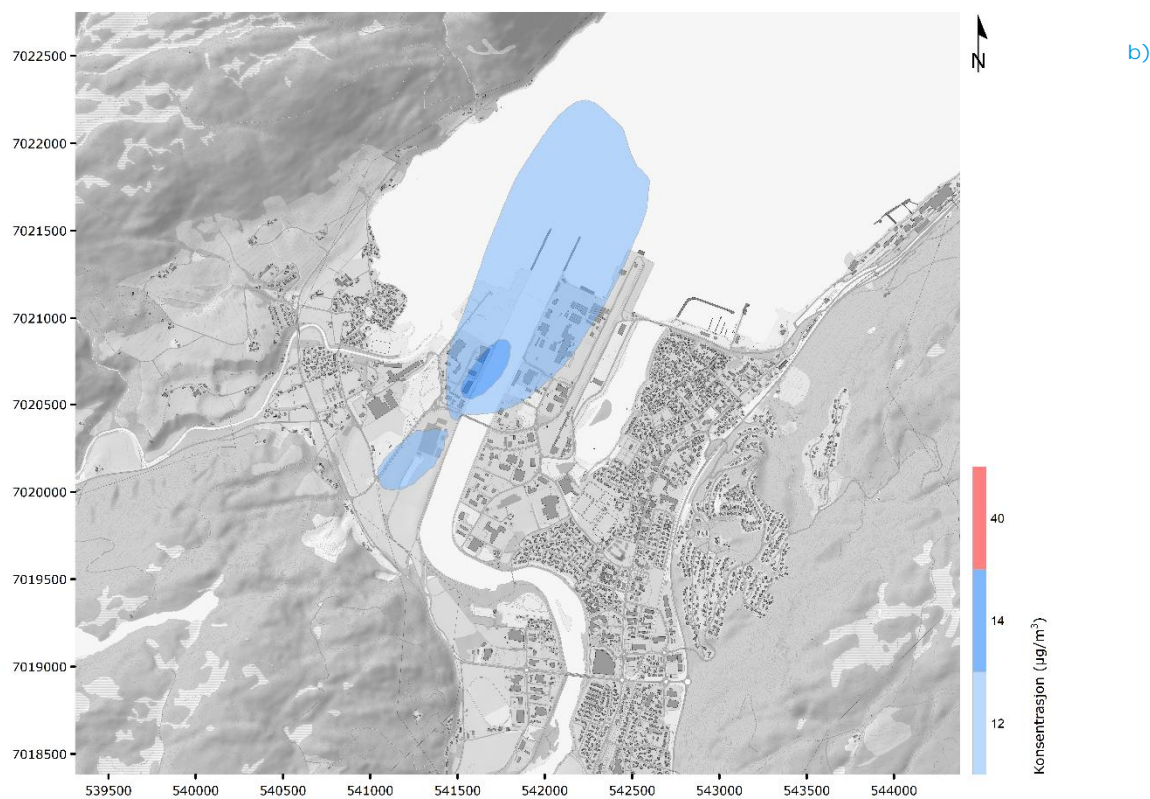
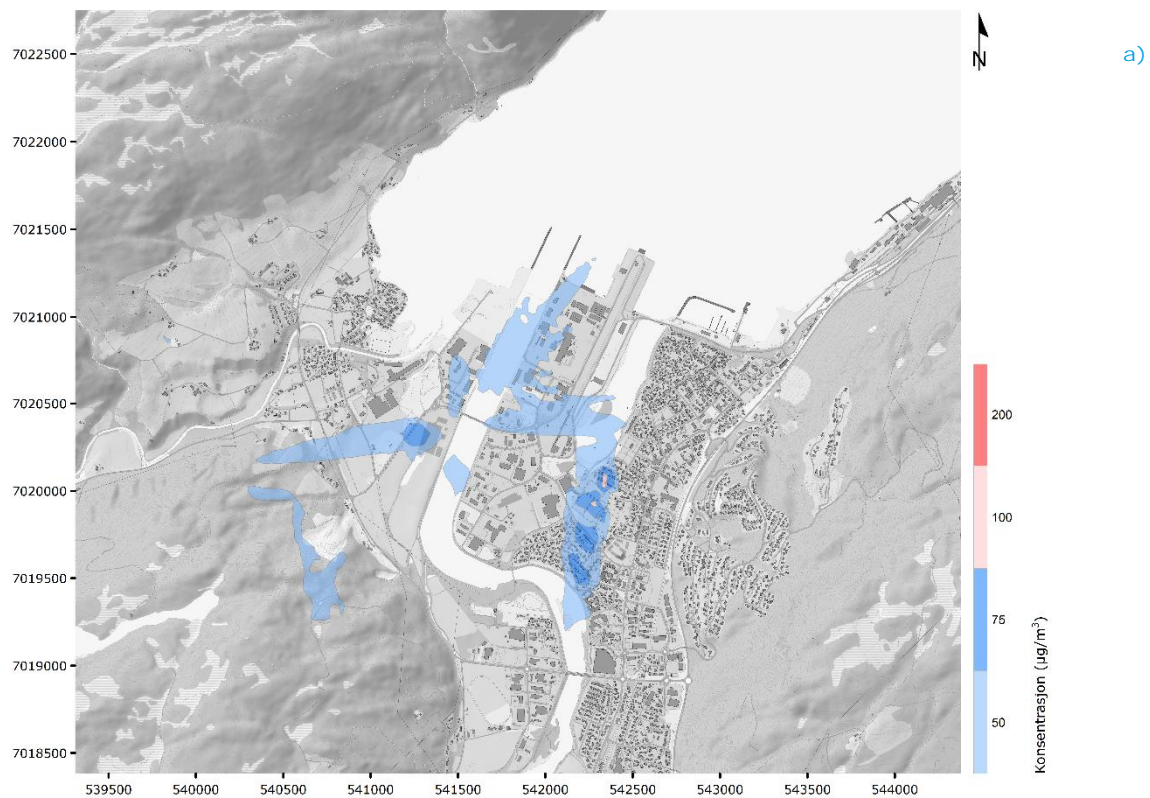
5.3 Vurdering av spredning av luftforurensning og lokal luftkvalitet

Utarbeidede spredningskart som viser spredning og konsentrasjoner av komponentene NO₂, NO_x og CO på bakkenivå i områdene ved den planlagte energisentralen tilhørende Norsk Kyllings nye anlegg på Orkanger er vist i figurene 5-8. Resultater er vist for skorsteinshøyde på 20 meter over bakkenivå.

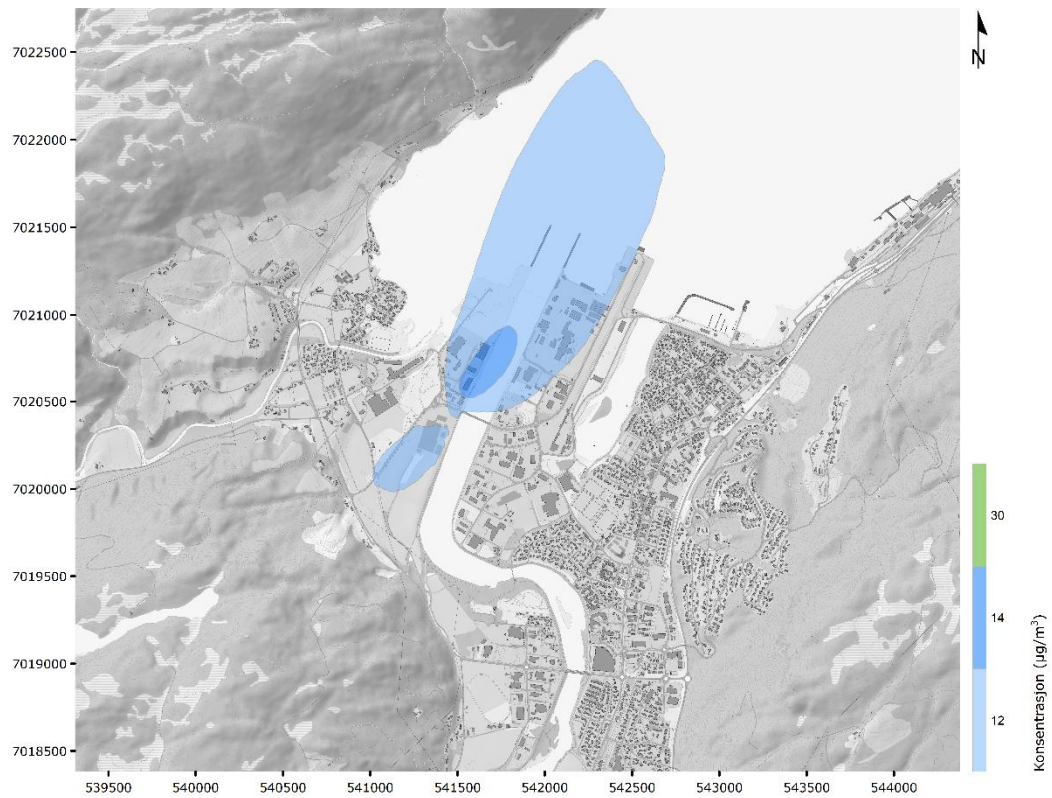
Figur 5 viser spredning av NO₂ ut fra anlegget uten bakgrunnskonsentrasjoner på a) timebasis og b) årsbasis for vurdering opp mot forurensningsforskriften kapittel 27, mens Figur 6 a og b tilsvarende viser NO₂-konsentrasjoner med bakgrunnsnivåer lagt til for vurdering i henhold til grenseverdier for uteluft og luftkvalitetskriterier. Spredning av NO_x (årsbasis, med bakgrunnskonsentrasjoner) og CO (maksimale 8-timers gjennomsnitt) er vist i henholdsvis figurene 7 og 8. Alle kartene er vist i større format i Vedlegg 3.



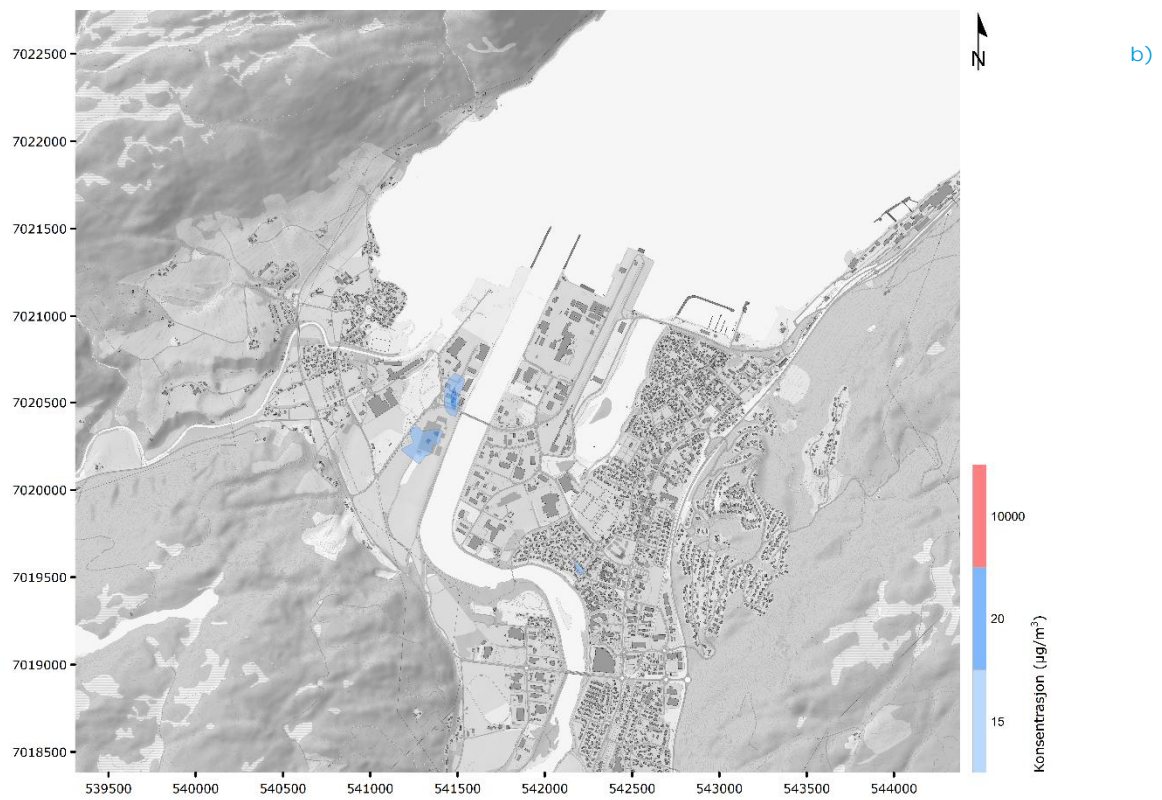
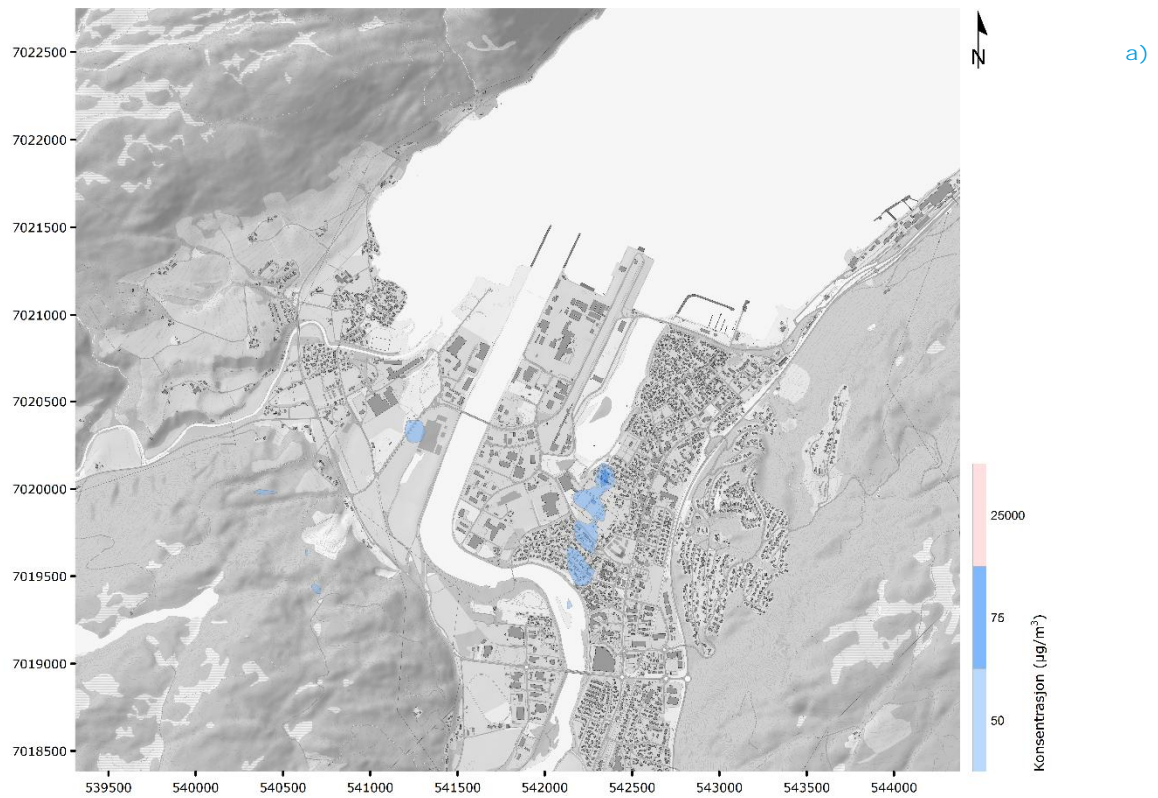
Figur 5. Spredningskart som viser spredning av nitrogendioksid (NO₂) ut fra energisentralen tilhørende Norsk Kylling på Orkanger, uten bakgrunnskonsentrasjoner. a) viser maksimale konsentrasjoner på timebasis, og b) gjennomsnittlige konsentrasjoner på årsbasis. Kravet i forurensningsforskriften kapittel 27 om at bidraget fra anlegget normalt ikke skal overskride 50 % av differansen mellom luftkvalitetskriteriene og bakgrunnsverdien tilsvarer en konsentrasjon på 38,7 µg/m³ på timebasis og 14,4 µg/m³ på årsbasis.



Figur 6. Spredningskart som viser modellerte konsentrasjoner av nitrogendioksid (NO_2) i områdene nær energisentralen tilhørende Norsk Kylling på Orkanger, med bakgrunnskonsentrasjoner lagt til. a) viser maksimale konsentrasjoner på timebasis, og b) gjennomsnittlige konsentrasjoner på årsbasis. Grenseverdier for NO_2 for beskyttelse av menneskets helse gitt i forurensningsforskriften er på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timegrense, med tillatt 18 overskridelser, og på $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsgrense. Luftkvalitetskriteriene for NO_2 er på $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som timegrense og $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ som årsgrense.



Figur 7. Spredningskart som viser spredning av nitrogenoksider (NO_x) ut fra energisentralen tilhørende Norsk Kylling på Orkanger, med bakgrunnskonsentrasjoner for NO₂ lagt til. Grenseverdien for NO_x for beskyttelse av vegetasjonen gitt i forurensningsforskriften er på 30 µg/m³ på årsbasis.



Figur 8. Spredningskart som viser spredning av karbonmonoksid (CO) ut fra energisentralen tilhørende Norsk Kylling på Orkanger, gitt som maksimale konsentrasjoner, på kartene gitt i $\mu\text{g}/\text{m}^3$, på a) timebasis og b) daglig 8-timers gjennomsnitt. Grenseverdien for CO for beskyttelse av menneskets helse gitt i forurensningsforskriften er på $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ som maksimalt daglig 8-timers gjennomsnitt, mens luftkvalitetskriteriene er på $25 \text{ mg}/\text{m}^3$ som timemiddel og $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ som 8-timers gjennomsnitt.

5.3.1 Nitrogendioksid og nitrogenoksider

Krav til fyringsenheter med rene brensler

I henhold til kravet i forurensningsforskriften kapittel 27 for utslipp fra forbrenningsanlegg for rene brensler skal bidraget fra nye fyringsenheter normalt ikke overskride 50 % av differansen mellom luftkvalitetskriteriet og bakgrunnskonsentrasjonen. Ved bruk av 2 x årsmiddel for bakgrunnsnivå for konsentrasjoner på timebasis og årsmiddel-bakgrunn for årlige konsentrasjoner, skal dermed NO₂ sluppet ut fra anlegget ikke medføre konsentrasjoner ved nærliggende boliger som overstiger 38,7 µg/m³ som maksimalt timemiddel eller gjennomsnittlig 14,4 µg/m³ på årsbasis.

Kartene som viser spredning av NO_x ut fra energisentralen tilknyttet Norsk Kylling på Orkanger viser at NO₂-konsentrasjonene i omgivelsene er forholdsvis lave de fleste steder i området. Timemiddelgrensen etter forurensningsforskriften kap. 27 på 38,7 µg/m³ overstiges imidlertid ved mindre områder i Orkanger sentrum sørøst for og ved enkelte steder sør og sørvest for energisentralen (Figur 5a). Den stedsspesifikke årsgrenseverdien etter kap. 27 på 14,4 µg/m³ overstiges ikke noen steder (Figur 5b). Spredningen vist som årsmiddelverdi viser at utslippet fra energisentralen i all hovedsak spres i nordøstlig retning utover Orkdalsfjorden, og kun i liten grad i retning de større boligområdene på Orkanger.

Vurdering iht. grenseverdier for uteluft

For å kunne sammenstille NO₂-nivåene med luftkvalitetskriteriene og grenseverdiene oppført i forurensningsforskriften kapittel 7 skal alle utslippskilder inkluderes i beregningene, inkludert bakgrunnskonsentrasjoner. NO₂-konsentrasjonene blir derfor noe høyere når bakgrunnsnivået inkluderes.

Bakgrunnskonsentrasjonen i området er forholdsvis lav (gjennomsnittlig 11,3 µg/m³ NO₂ på årsbasis). NO₂-konsentrasjonene er langt under timegrenseverdien i forurensningsforskriften (200 µg/m³, med tillatt 18 overstigelser), selv for høyeste time som vist i Figur 6a. Luftkvalitetskriteriet for NO₂ på timebasis på 100 µg/m³ overstiges så vidt ved et par små områder i Orkanger sentrum. Gjennomsnittlige årskonsentrasjoner ligger langt under årsgrenseverdien og luftkvalitetskriteriet på 40 µg/m³ (Figur 6b).

I tillegg inneholder forurensningsforskriften kapittel 7 en grenseverdi for beskyttelse av vegetasjonen på 30 µg/m³ NO_x. Totale konsentrasjoner av nitrogenoksider som følge av utslippene fra dampkjelen er godt under denne grenseverdien i hele området (Figur 7).

5.3.2 Karbonmonoksid

Det finnes ikke tilgjengelige tall for stedsspesifikke bakgrunnsnivåer av CO, og spredningen av CO kan derfor ikke vurderes i henhold til kravet i forurensningsforskriften kapittel 27. De fleste steder i Norge er nivåene av CO lave, og det antas at bakgrunnskonsentrasjonen i området ved Orkanger er ubetydelig og kan settes til null i spredningsberegningene. Utslippene av CO fra energisentralen og resulterende konsentrasjoner i nærområdet vurderes derfor ut fra luftkvalitetskriteriene, som er helsebaserte, og grenseverdien, i henhold til anbefalinger i Veileder M-980/2018.

Maksimalt CO-konsentrasjoner i området grunnet utslipp fra anlegget er lave, under 75 µg/m³ (0,075 mg/m³) på timebasis de fleste steder (Figur 8a) og under 20 µg/m³ (0,020 mg/m³) som daglig 8-timers gjennomsnitt i det meste av området (Figur 8b). Konsentrasjonene er altså ubetydelige sammenlignet med luftkvalitetskriteriene for CO på 25 mg/m³ som timemiddel og 10 mg/m³ som 8-timers gjennomsnitt; den siste grensen samsvarer med grenseverdien i forurensningsforskriften kapittel 7.

Det eksisterer også et luftkvalitetskriterium for CO på 80 mg/m^3 som gjelder for en periode på 15 minutter. Spredningsberegningene foretas imidlertid på timebasis, og det er derfor ikke mulig å hente ut resultater for tidsperioder mindre enn 1 time. Ettersom maksimale timemiddelnivåer er så lave, vurderes det som svært usannsynlig at konsentrasjonene skulle overstige 15 minutterskriteriet. For energianlegg/varmekjeler er det også kjent at utslippene av NO_x som regel er høyest i forhold til luftkvalitetskriteriene (Klif, 2013).

5.4 Vurderinger og anbefalt skorsteinshøyde

Spredningsberegningene foretatt med modellen AERMOD for utslipp fra energisentralen tilhørende Norsk Kyllings nye anlegg på Orkanger med skorsteinshøyde på 20 meter over bakkenivå viser enkelte overskridelser av stedsspesifikk grenseverdi på timebasis for bidrag fra fyringsenheter etter forurensningsforskriften kap. 27. Ideelt sett skal ikke bidrag fra fyringsenheter være på mer enn 50 % av differensen mellom gjeldende luftkvalitetskriterium og bakgrunnskonsentrasjonen i området.

Ytterligere økning i skorsteinshøyde ga imidlertid svært små forbedringer i konsentrasjoner i uteluft; beregningene viste at skorsteinshøyden måtte ha blitt økt til hele 250 meter for at timegrensen på $38,7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ikke skulle blitt oversteget ved noen del av området. Dette er et urealistisk scenario. En grense for bidrag fra energisentralen på $38,7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ som timemiddel anses som lavt, og kravet om at grensen skal gjelde for høyeste time er strengt. Spredningsmodeller som AERMOD anses å overestimere konsentrasjoner særlig for høyeste time blant annet på grunn av anomalier i de meteorologiske inngangsdataene som gjerne ikke reflekterer virkeligheten. I flere andre land gjelder tilsvarende grenseverdier for et visst antall overskridelser. Det ble imidlertid kjørt beregninger for 8. høyeste timemiddel som er brukt i en del andre land og regioner, og også for denne situasjonen ble det registrert overskridelser av timegrensen etter kap. 27.

Energisentralen tilknyttet Norsk Kylling på Orkanger skal kun fungere som et back-up-anlegg som kun unntaksvis vil driftes. Det vurderes derfor som praktisk, økonomisk og estetisk urimelig å forholde seg strengt til den lave timemiddelgrensen for NO_2 for anlegget. Formuleringen i forurensningsforskriften kap. 27 er at bidraget fra nye fyringsenheter *normalt* ikke skal overskride denne grensen. Beregningene viser også at NO_2 -konsentrasjonene er langt under gjeldende grenseverdier i forurensningsforskriften kap. 7 for uteluft ved alle deler av området, og kun overstiger luftkvalitetskriteriet på timebasis ved enkelte små områder. Luftkvalitetskriteriene er for det meste satt betydelig lavere enn grenseverdiene i forurensningsforskriften kap. 7, og er ikke juridisk gjeldende. På bakgrunn av at konsentrasjonene i omgivelsene er forholdsvis lave, økning i skorsteinshøyde gir liten forbedring i konsentrasjoner, og at anlegget kun skal være back-up, vurderes en skorsteinshøyde på 20 meter som forsvarlig. Det søkes derfor om en skorsteinshøyde på energisentralen på 20 meter over bakkenivå.

Andre utslippskomponenter som svevestøv, SO_2 og PAH slippes også ut i mindre mengder fra forbrenningsanlegg, avhengig av anleggets størrelse, type brensel og andre driftsparametere. Utslipp av andre forbindelser særlig fra nye gassfyrte anlegg bidrar imidlertid svært lite sammenlignet med NO_x . Når beregningsresultatene viser forholdsvis lave nivåer av NO_2 og NO_x , er det usannsynlig at andre utslippskomponenter skulle utgjøre et problem for den lokale luftkvaliteten.

Andre kilder som veitrafikk og lokal vedfyring er ikke direkte inkludert i spredningsmodellen. Bidrag fra denne typen kilder er imidlertid ment å omfattes av de stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjonene. Det er forbundet en viss usikkerhet knyttet til bakgrunnskonsentrasjonene hentet ut fra Bakgrunnsapplikasjonen. Trafikkmengden langs veiene i området er imidlertid så lav at tallene brukt for bakgrunnskonsentrasjoner anses å være representative.

Orkanger er et industriområde med flere andre industribedrifter, noen med utslipp til luft. Utslipp fra for eksempel Washington Mills og Elkem Thamshavn er ikke inkludert i beregningene foretatt

denne studien ettersom utslippstallene fra andre virksomheter ikke var tilgjengelige. Konsentrasjoner særlig av NO_x i luft i området kan derfor være underestimert.

Beregningene forutsetter tall for røykgassmengde og røykgassammensetning som oppgitt fra leverandøren, og utslippshastighet som angitt i Tabell V2-1 i Vedlegg 2. Dersom nivåene av luftforurensning i området likevel skulle bli forhøyede grunnet forhold som atmosfærisk inversjon eller unormale driftsforhold ved anlegget, kan forbrenningsanlegget kjøre med redusert effekt eller stanse driften. Målinger kunne også blitt foretatt i uteluft ved nærmeste bebyggelse for å undersøke faktiske nivåer særlig av NO_2 .

5.5 Antakelser gjort i spredningsberegningene og usikkerhet

Spredningsberegningene påpeker viktige spredningsmønstre og gir et inntrykk av hvorvidt noen områder kan være utsatt for redusert luftkvalitet. Det gjøres imidlertid en rekke antakelser i forbindelse med modelleringen og spredningsberegningene, som oppsummert nedenfor:

- Data for vind og meteorologi kan variere fra år til år og de meteorologiske forholdene fra målestasjon til planområde kan avvike noe.
- Det vil være noe utslipp særlig av NO_x , svevestøv og andre komponenter fra veitrafikk, lokal vedfyring og særlig andre industrivirksomheter i området som ikke er inkludert i spredningsberegningene. Bidraget fra slike kilder er ment å dekkes av de stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjonene, men særlig utslipp fra annen industri kan medføre at konsentrasjonene er noe underestimert.
- Bakgrunnskonsentrasjonene kan variere fra sted til sted innenfor området som følge av terreng, bygningsmasse og lokale klimaeffekter, og det er forbundet en viss usikkerhet til beregningsmetodene. For NO_x finnes ikke stedsspesifikke bakgrunnskonsentrasjoner tilgjengelig. Bakgrunnskonsentrasjonen for NO_2 er derfor brukt i spredningskartet for NO_x , noe som fører til en viss underestimering av NO_x -konsentrasjonene.
- Fordelingen mellom NO og NO_2 varierer avhengig av meteorologiske forhold og atmosfærisk sammensetning. Omregningsmetoden OLM («Ozone Limiting Method»), som bruker tall for bakgrunnskonsentrasjoner av ozon, ble brukt i modelleringen. Også denne metoden er imidlertid forbundet med betydelige usikkerheter.

6. KONKLUSJON

Spredningsberegningene foretatt for utslipp av NO_x og CO fra energisentralen som skal etableres tilhørende Norsk Kyllings nye anlegg på Orkanger i Orkdal kommune viser at resulterende konsentrasjoner av NO_2 og NO_x i nærområdene er forholdsvis lave. NO_2 -konsentrasjonene er langt under gjeldende grenseverdier for uteluft i forurensningsforskriften kap. 7. Imidlertid overstiges den stedsspesifikke grensen for bidrag fra nye fyringsenheter i forurensningsforskriften kap. 27 på timebasis enkelte steder. Luftkvalitetskriteriet for NO_2 på timebasis overstiges også så vidt ved et par små områder. Konsentrasjonene av CO er langt under gjeldende grenseverdier.

De stedsspesifikke grenseverdiene etter kravene i forurensningsforskriften kap. 27 er strenge, og langt under grenseverdiene for uteluft i forurensningsforskriften kap. 7. Beregningene viser at ytterligere økning i skorsteinshøyde kun gir liten endring i konsentrasjonene, og det vurderes derfor som praktisk, økonomisk og estetisk urimelig å forholde seg strengt til den lave stedsspesifikke timemiddelgrensen for NO_2 for anlegget. Etersom energisentralen i tillegg kun skal fungere som et back-up-anlegg, vurderes det derfor som mest hensiktsmessig å søke om en skorsteinshøyde på anlegget på 20 meter over bakkenivå.

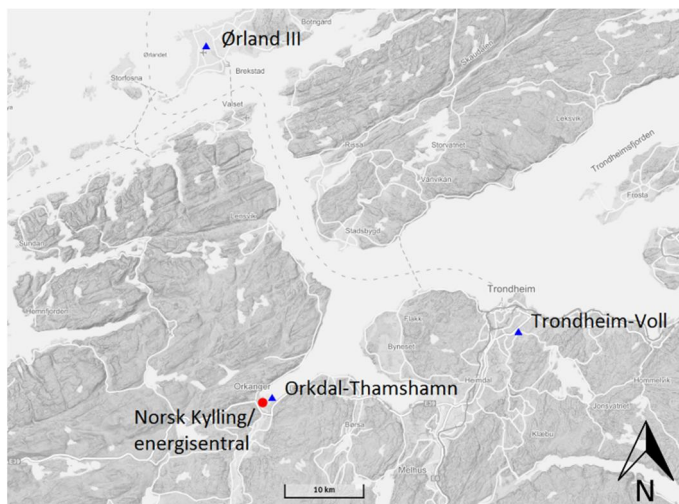
Resultatene forutsetter driftsparametere som oppgitt fra leverandøren av dampkjelene, samt temperatur i utløpet på skorsteinen på 125 °C og maksimal utslippshastighet på 24 m/s. Det er visse usikkerheter forbundet med beregningene særlig relatert til bidrag fra andre industribedrifter i området.

REFERANSER

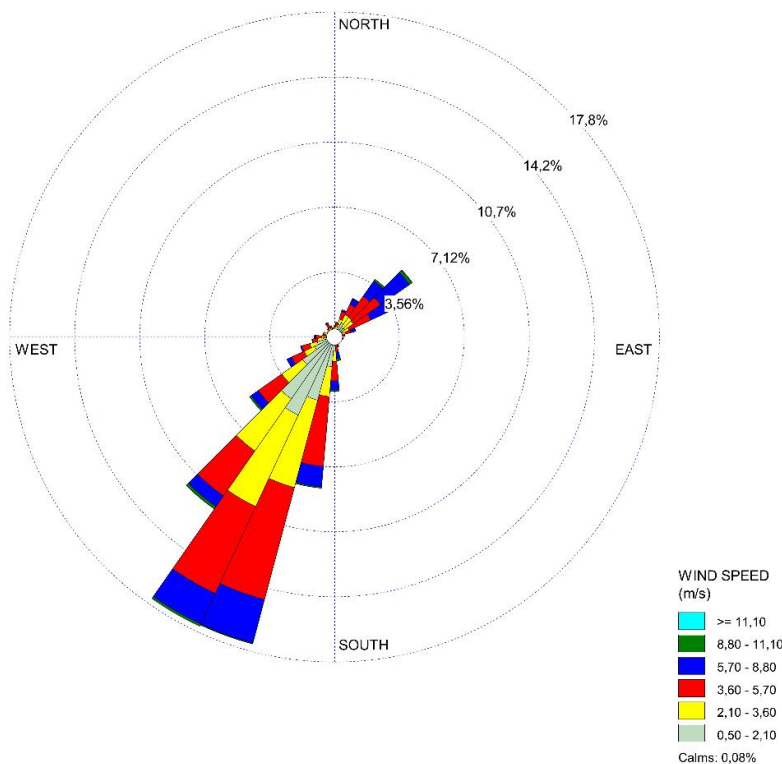
- Committee on Health Effects of Waste Incineration, N. R. C. (2000). *Waste Incineration & Public Health*. Washington, D.C.: National Academy Press. Hentet ut fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK233627/>
- European Commission (EC). (2015). Directive (EU) 2015/2193 on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants (MCP Directive). Hentet ut fra <http://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/mcp.htm>
- Folkehelseinstituttet; Miljødirektoratet. (2013). *Luftkvalitetskriterier - Virkninger av luftforurensning på helse Rapport 2013:9*. Oslo. Hentet ut fra <https://www.fhi.no/globalassets/migrering/dokumenter/pdf/luftkvalitetskriterier---virkninger-av-luftforurensning-pa-helse-pdf.pdf>
- Folkehelseinstituttet (FHI). (2012). 04. Svevestøv - Forurensninger i uteluft. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61766-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8)
- Folkehelseinstituttet (FHI). (2015a). 03. Nitrogendioksid (NO₂) - Forurensninger i uteluft - FHI. Hentet ut fra <https://www.fhi.no/nettpub/mihe/uteluft/03.-nitrogendioksid-no2---forurensn/>
- Folkehelseinstituttet (FHI). (2015b). 05. Karbonmonoksid (CO). Forurensninger i uteluft. Hentet ut fra <https://www.fhi.no/nettpub/mihe/uteluft/05.-karbonmonoksid-co---forurensn/>
- Folkehelseinstituttet (FHI). (2015c). 07. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) - Forurensninger i uteluft. Hentet ut fra <https://www.fhi.no/nettpub/mihe/uteluft/pah/>
- Folkehelseinstituttet (FHI). (2015d). 08. Metaller - Forurensninger i uteluft. Hentet ut fra <https://www.fhi.no/nettpub/mihe/uteluft/08.-metaller---forurensninger-i-ute/>
- Folkehelseinstituttet (FHI). (2015e). 06. Svoveldioksid (SO₂) - Forurensninger i uteluft. <https://doi.org/10.1080/08958370304476>
- Kartverket. (2019). Norgeskart. Hentet ut fra <http://www.norgeskart.no/#!?project=seeiendom&layers=1002,1014&zoom=4&lat=7197864.00&lon=396722.00>
- Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). (2013). Veileder TA-3038/2013 Beregning av skorsteins høyde. Hentet ut fra <http://www.miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/3038/ta3038.pdf>
- Klima- og miljødepartementet. (2004). Forskrift om begrensnings av forurensning (forurensningsforskriften) FOR 2004-06-01. Hentet ut fra <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20040601-0931.html#map040>
- Klima- og miljødepartementet. (2015). Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven). Hentet ut March 13, 2017, fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6>
- Lakes Environmental. (2017). AERMOD View. Hentet ut fra <https://www.weblakes.com/products/Aermod/index.html>
- Meteorologisk institutt. (2019). eKlima. Hentet ut fra http://sharki.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=73,39035,73_39049&_dad=portal&_schema=PORTAL
- Norsk institutt for bioøkonomi (Nibio). (2019). CORINE Land Cover. Hentet ut fra http://www.skogoglandskap.no/kart/corine_landcover/map_view
- Norsk institutt for luftforskning (NILU), Miljødirektoratet, & Statens vegvesen. (2019). Luftkvalitet.info - ModLUFT. Hentet ut fra <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/ModLUFT.aspx>
- Statens vegvesen. (2019). Nasjonal vegdatabank (NVDB). Hentet ut fra <http://www.vegvesen.no/fag/teknologi/Nasjonalt+vegdatabank>
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2016). User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET). Hentet ut fra https://www3.epa.gov/ttn/scram/7thconf/aermod/aermet_userguide.pdf
- United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2017). Preferred/Recommended Models: AERMOD. Hentet ut fra https://www3.epa.gov/scram001/dispersion_prefrec.htm
- World Health Organization (WHO). (2005). Air Quality Guidelines Global Update 2005. Hentet ut fra http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf?ua=1

VEDLEGG 1
METEOROLOGISKE DATA

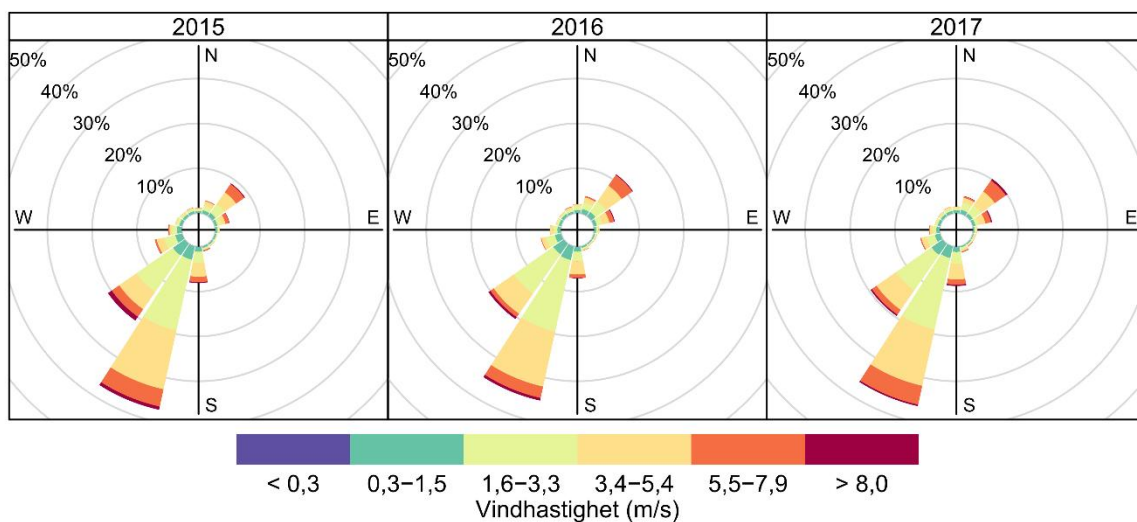
For å simulere spredning av luftforurensning ut fra energisentralen tilhørende Norsk Kylling på Orkanger er det hentet meteorologiske data fra nærmeste representative meteorologiske stasjon: Vinddata fra Orkdal-Thamshamn, skydekkedata fra Trondheim-Voll og øvre luftlagsdata fra Ørland III meteorologiske stasjoner, alle hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019). Se plassering av stasjonene på kart i Figur V1-1. Data for treårsperioden 2015-2017 ble benyttet i modelleringen, se vindroser for periodene i Figur V1-2 (vinddata prosessert i AERMET, vist for år 2017), og i Figur V1-3 for perioden 2015-17 fordelt på år (a) og måned (b).



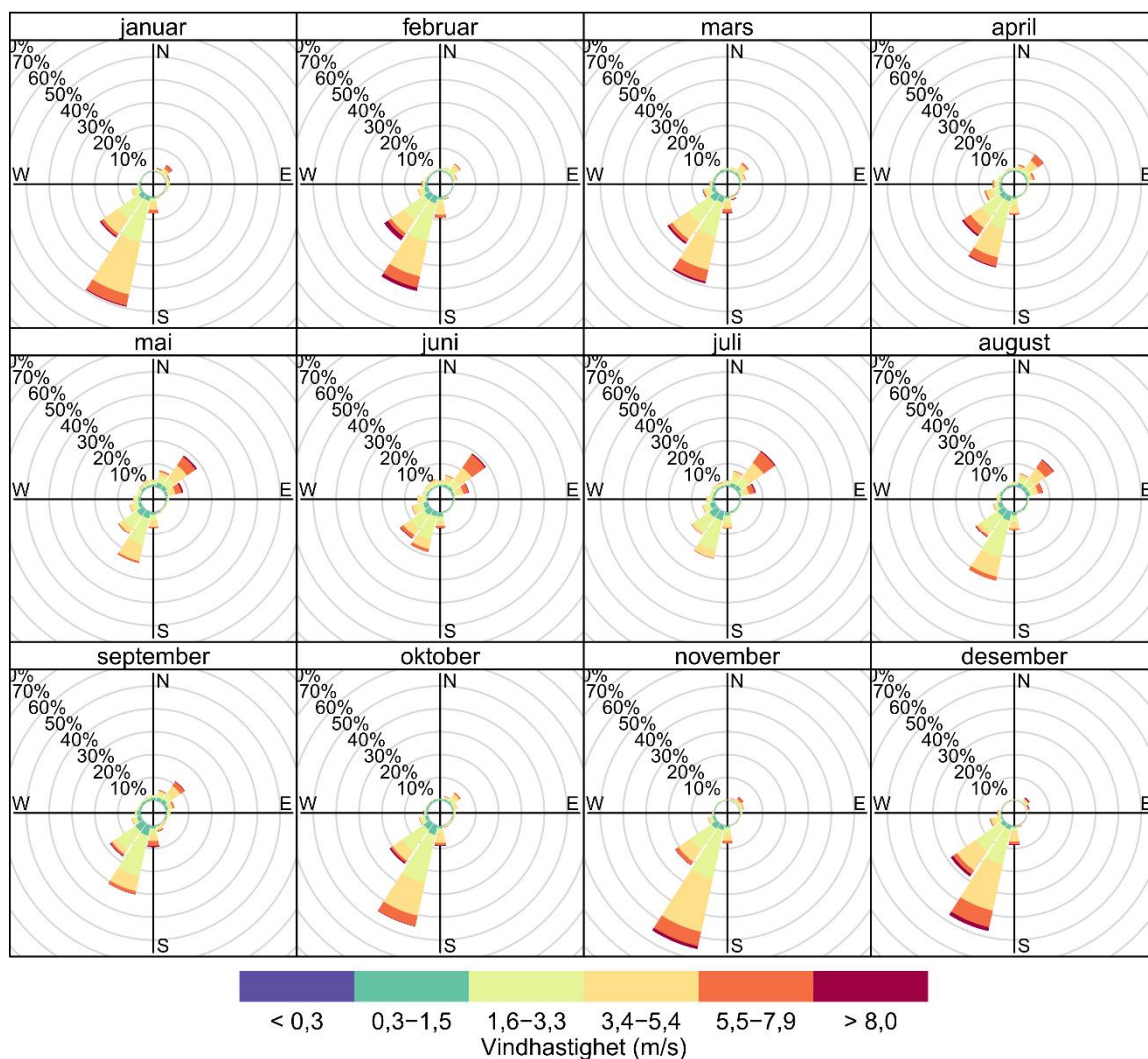
Figur V1-1. Kart som viser plasseringen av Orkdal-Thamshamn, Trondheim-Voll og Ørland III meteorologiske stasjoner, der meteorologiske data brukt inn i spredningsmodellen ble hentet ut fra. Modifisert fra Norgeskart (Kartverket, 2019), hentet ut 2019-02-15.



Figur V1-1. Vindroseplott som viser prosentvis fordeling av vindhastigheter fordelt på 36 sektorer for vinddata prosessert i AERMET. Resultatene er basert på data fra Orkdal-Thamshamn stasjon for år 2017, hentet ut 2018-11-01 fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019).



a)



b)

Figur V1-2. Vindroseplott som framstiller frekvensfordelingen av vindhastigheter i prosent, og vindretninger fordelt på sektorer på 22,5° for vinddata fra Orkdal Thamshamn stasjon for perioden 2015-17, inndelt etter a) enkeltår, og b) måned. Vinddata hentet ut fra eKlima (Meteorologisk institutt, 2019), lastet ned 2018-11-02.

VEDLEGG 2
UTSLIPP FRA GASSFYRT DAMPKJEL I ENERGI SENTRALEN

Drifts- og utslippstall for energisentralen tilhørende Norsk Kyllings nye anlegg på Orkanger benyttet i spredningsberegningene er oppført i Tabell V2-1. Utslippsgrenser for komponentene nitrogenoksider (NO_x) som nitrogendioksid (NO₂) i MCP-direktivet og karbonmonoksid (CO) oppført i forurensningsforskriften § 27-5 for nye gassdrevne forbrenningsenheter med innfyrt effekt 5-50 MW med LNG («Liquefied Natural Gas»)-brensel ble brukt. Driftstall for dampkjelen ble levert fra leverandøren. Utslippshastigheten ble satt til 24 m/s ved virkningsgrad på 88,2 %.

Tabell V2-1. Drifts- og utslippstall for hver av de to dampkjelene i energisentralen tilknyttet Norsk Kylling benyttet i spredningsberegningene.

Komponent	NO _x (som NO ₂)	CO
Innfyrt effekt (MW)		13,6
Brensel (type)		LNG
Røykgassmengde (Nm ³ /t)		16 914
<i>Røykgassammensetning, utløp skorstein:</i>		
Oksygen (O ₂ , vol %)		3
Karbondioksid (CO ₂ , vol %)		8,2
Vanndamp (H ₂ O, vol %)		16,2
Temperatur utløp skorstein C		125
NO _x som NO ₂ , utløp skorstein, tørr gass (mg/Nm ³)	100	80
Utløpshastighet skorstein (m/s)		24
Røykgassmengde 125 C (m ³ /t)		24 654
Diameter skorstein ved utløp (m)		0,60
Overflateareal skorstein ved utløp (m ²)		0,29
NO _x som NO ₂ , utløp skorstein, våt gass (mg/Nm ³)	84	67,0
NO _x som NO ₂ , utløp skorstein, 125 C, våt gass (mg/m ³)	57,5	46,0
NO _x som NO ₂ , utløp skorstein, utslipp (g/s)	0,394	0,315

VEDLEGG 3
SPREDNINGSKART FOR NIVÅER AV LUFTFORURENSNING

For å vurdere utslipp til luft og spredning av luftforurensende stoffer ut mot nærområdene ved energisentralen tilknyttet Norsk Kyllings nye anlegg på Orkanger i Orkdal kommune, er det tatt ut spredningskart for komponentene nitrogendioksid (NO₂), nitrogenoksider (NO_x) og karbonmonoksid (CO), hvor konsentrasjonene er sammenstilt med grenseverdier i forurensningsforskriften kapittel 7, luftkvalitetskriteriene og kravene til minimum skorsteinshøyde i forurensningsforskriften kapittel 27.

Oversikt over spredningskart i Vedlegg 3:

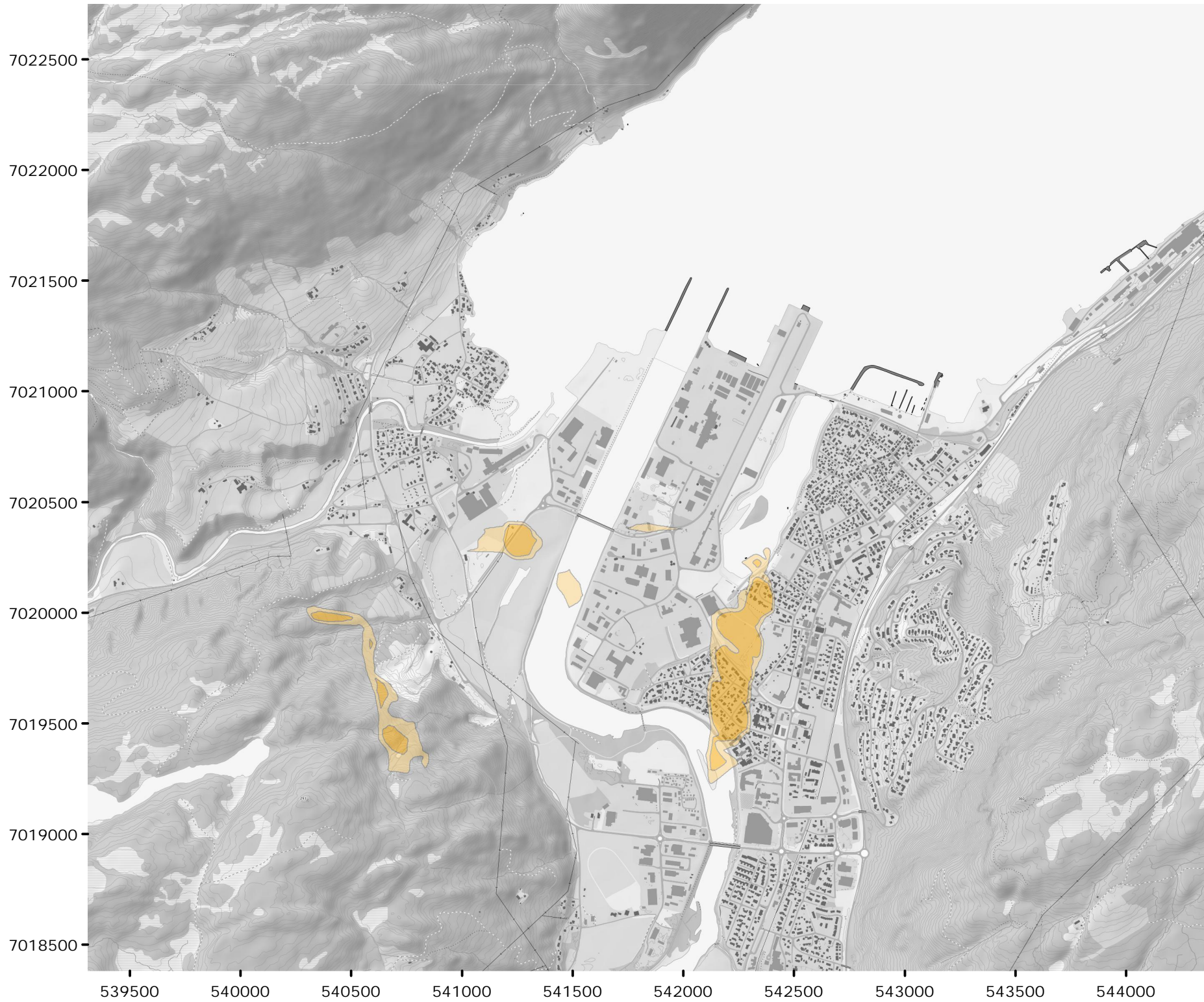
- Maksimale konsentrasjoner av NO₂, timebasis
- Gjennomsnittlige konsentrasjoner av NO₂, årsbasis

- Maksimale konsentrasjoner av NO₂, timebasis, inkl. bakgrunnsnivå
- Gjennomsnittlige konsentrasjoner av NO₂, årsbasis, inkl. bakgrunnsnivå

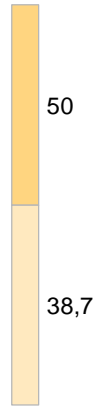
- Gjennomsnittlige konsentrasjoner av NO_x, årsbasis

- Maksimale konsentrasjoner av CO, timebasis
- Maksimale daglige 8-timers gjennomsnitt CO

Bidrag fra energisentral, uten bakgrunn, NO₂ høyeste time, 20 m skorsteinshøyde

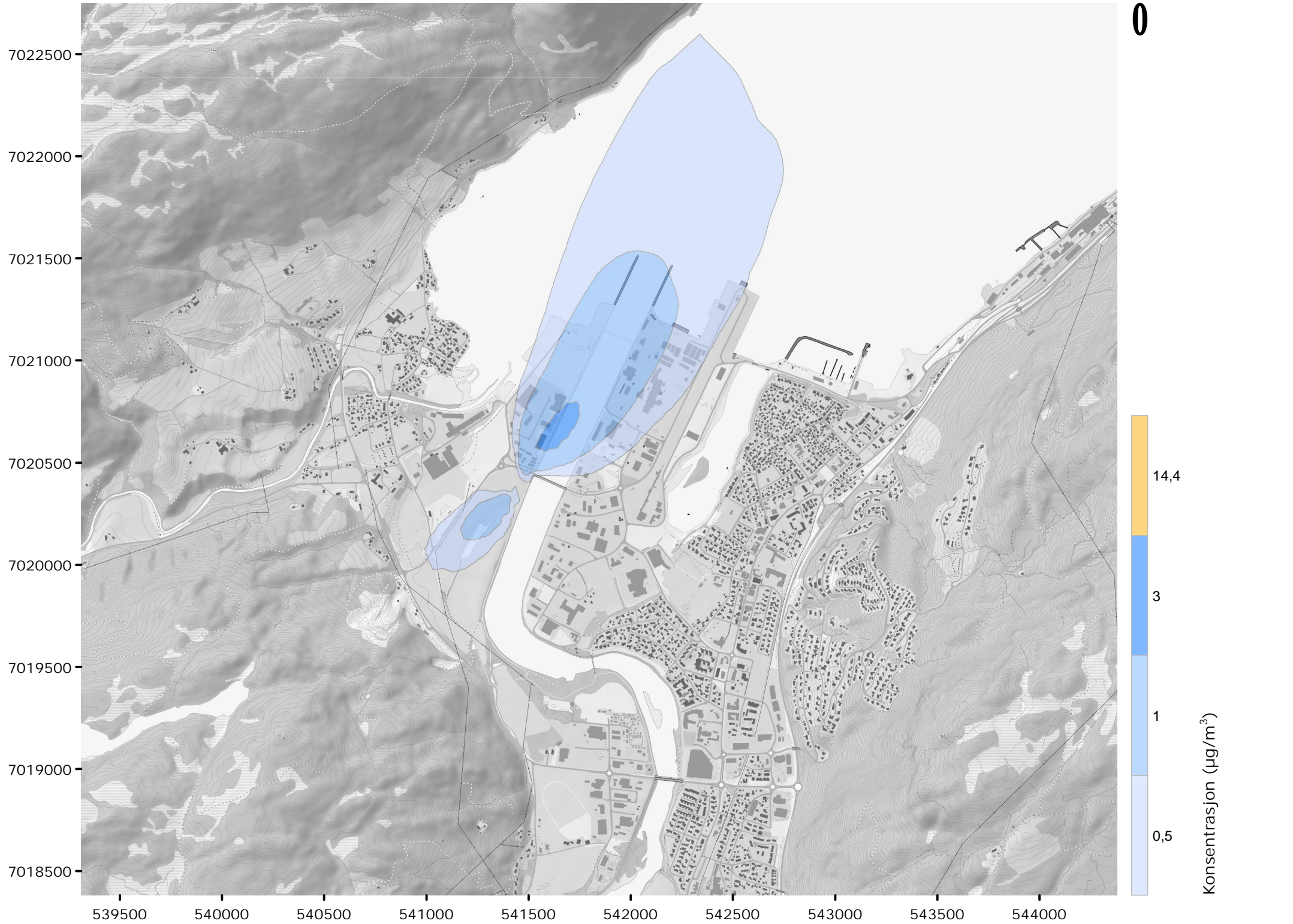


0



Konsentrasjon (µg/m³)

Bidrag fra energisentral, uten bakgrunn, NO₂ årsmiddel, 20 m skorsteins høyde



0

14,4

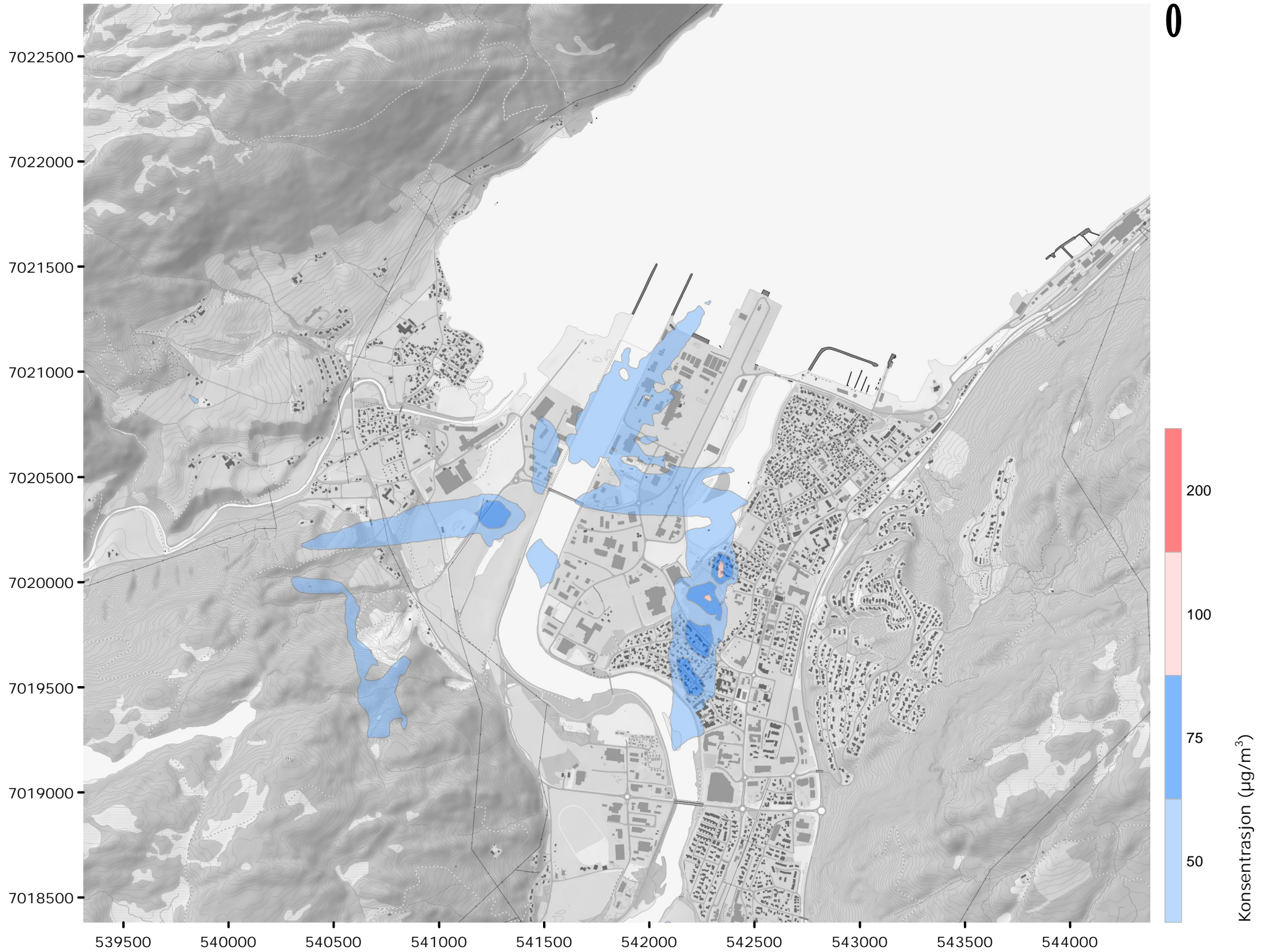
3

1

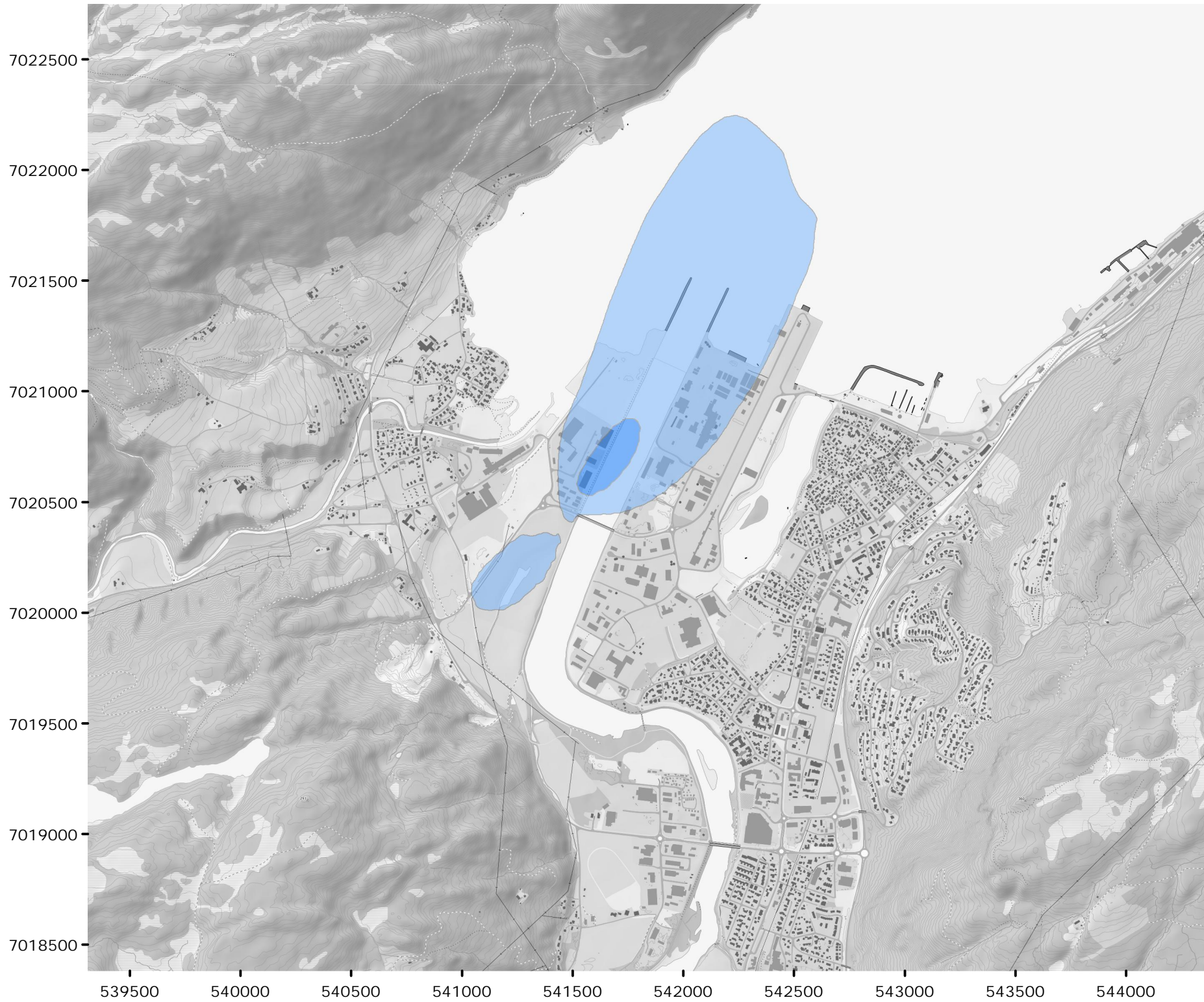
0,5

Konsentrasjon (µg/m³)

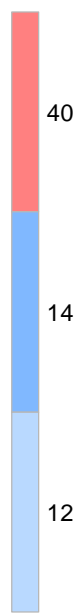
NO₂ høyeste time, med bakgrunnskonsentrasjon, 20 m skorsteinshøyde



NO₂ årsmiddel, med bakgrunnskonsentrasjon, 20 m skorsteinshøyde

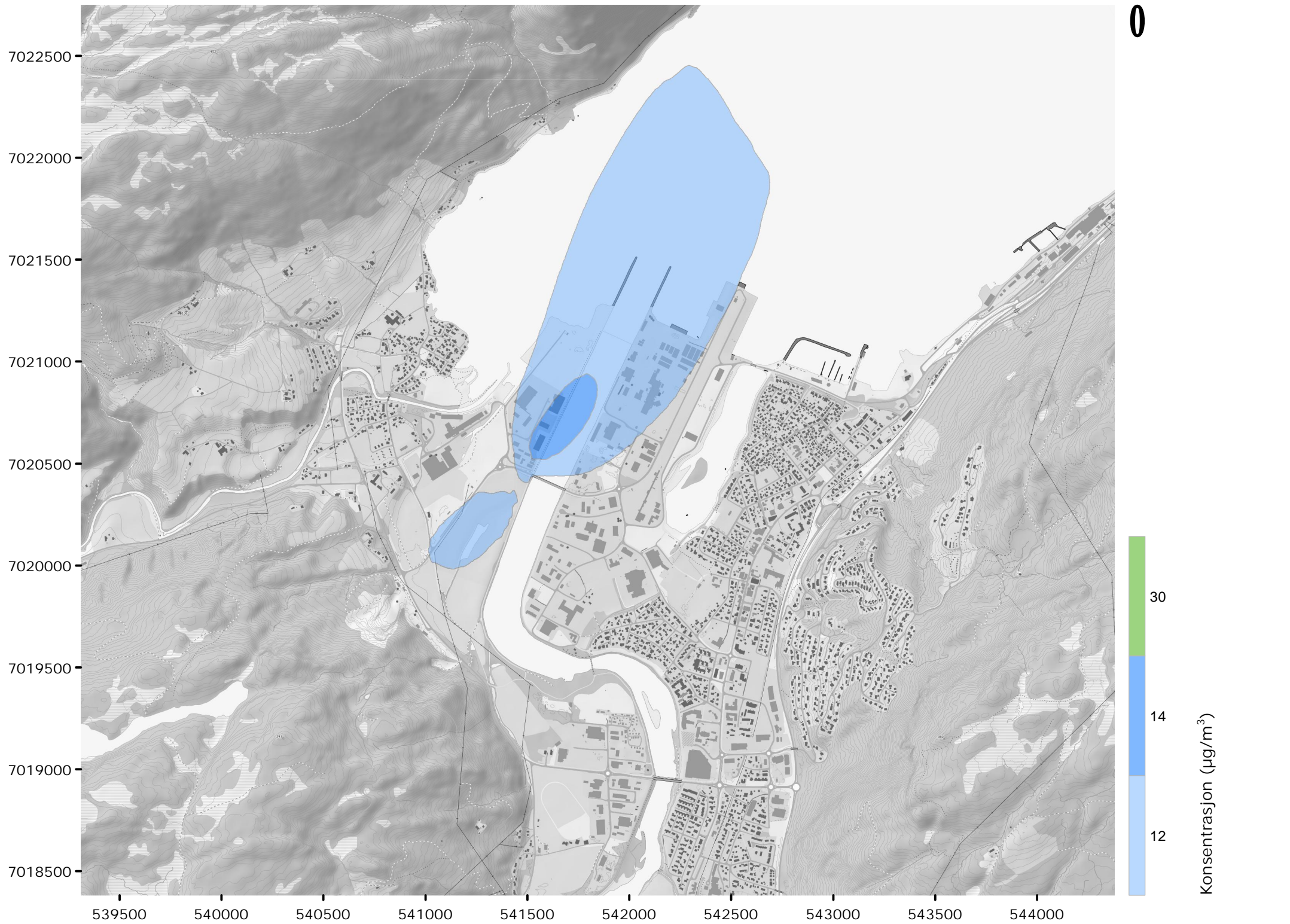


0

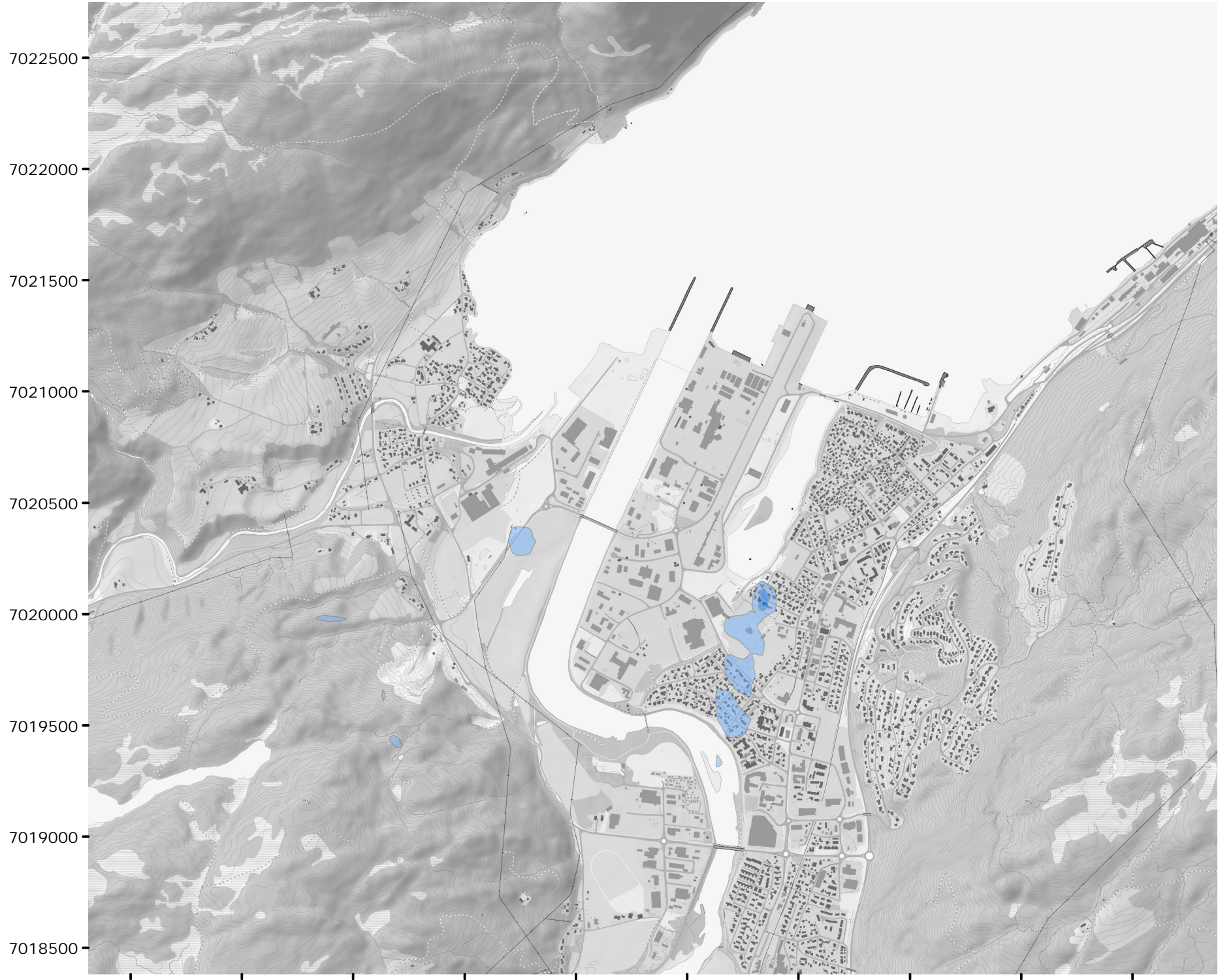


Konsentrasjon (µg/m³)

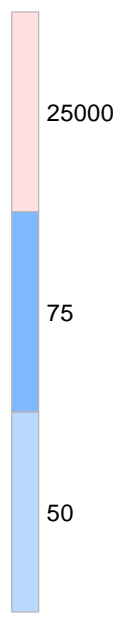
NO_x årsmiddel, med bakgrunnskonsentrasjon, 20 m skorsteinshøyde



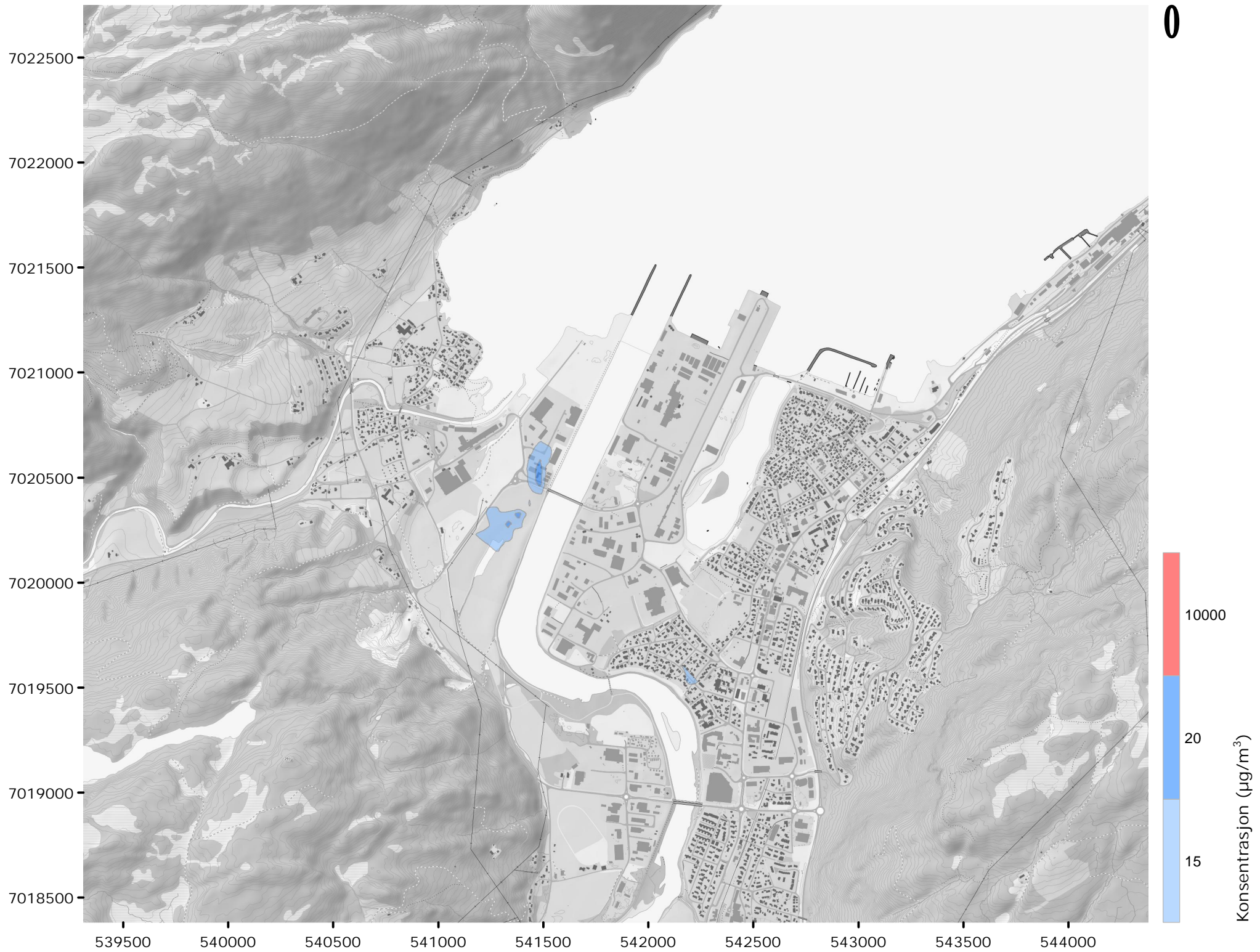
CO høyeste time, 20 m skorsteinshøyde



0



CO maks. daglig 8-timers gjennomsnitt, 20 m skorsteinshøyde



Beregnet til
NHP Eiendom AS

Dokumenttype
Rapport

Dato
Desember, 2018

UTSLIPP AV KJØLEVANN BEREGNING AV TEMPERATURENDRINGER I RESIPIENTEN



UTSLIPP AV KJØLEVANN BEREGNING AV TEMPERATURENDRINGER I RESIPIENTEN

Oppdragsnavn **Utslipp til luft og vann, Energisentralen**
Prosjekt nr. **1350031228**
Mottaker **NHP Eiendom AS**
Dokumenttype **Rapport**
Versjon **01**
Dato **04.12.2018**
Utført av **Hanne Vidgren**
Kontrollert av **Kristin Møller Gabrielsen**
Godkjent av **Kristin Møller Gabrielsen**
Beskrivelse **Utslipp av kjølevann fra Energisentralen, Furumoen - beregning av temperaturendringer i resipienten**

Kristin Møller Gabrielsen


Rambøll
Kobbes gate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Introduksjon	2
1.1	Bakgrunn	2
1.2	Bærekraft	2
2.	Områdebeskrivelse	3
2.1	Hydrografi	3
2.2	Strømningsforhold og vannutskiftning	3
2.3	Dagens miljøtilstand	3
3.	Inntak og utslipp av kjølevann	6
4.	Virkninger av temperaturøkning i resipienten og grenseverdier	9
5.	Beregning av temperaturendringer som følge av utslipp av kjølevann	10
5.1	Modellverktøy	10
5.2	Inngangsdata for modellering	11
6.	Resultater fra beregninger: Innlagring og fortykning	14
6.1	Innlagring – strålebaner for kjølevannutslipp	14
6.2	Beregnet overtemperatur i resipienten	16
6.3	Forutsetninger og usikkerhet i beregninger	19
7.	Konklusjoner og anbefalinger	19
8.	Referanser	20

1. INTRODUKSJON

1.1 Bakgrunn

Norsk Kylling AS skal etablere ny fabrikk på Furumoen Industriområde på Orkanger. I den forbindelse skal det etableres en energisentral på området, som skal benyttes sjøvann for kjøling av prosessanlegget til Norsk Kylling AS og prosessanlegget til Nutrimar AS, som skal etableres ved siden av. Kjølevannet skal slippes ut i Orkdalsfjorden med overtemperatur. Forurensingsloven § 6 omfatter også tiltak som påvirker temperaturen i resipienter, som igjen kan medføre skade eller ulempe for miljøet. Derfor må utslippspunktet plasseres slik at det gir god innblanding og fortykning i resipienten, uten gjennomslag til overflaten.

I tillegg vil det være utslipp av prosessvann til samme vannforekomst. Utslipp av prosessvann og hensiktsmessig plassering av utslippsledningen er vurdert i separat notat (Rambøll, 2018). Foreliggende notat tar for seg vurdering av utslipp av kjølevann med overtemperatur. I rapporten blir effekter av temperaturendringer nær utslippspunktet og transport av næringsalter som følge av utslippet vurdert. Spredning av kjølevann i resipienten vurderes med hjelp av modellberegninger. Målsettingen i foreliggende notat er å vurdere hvilke konsekvenser utslipp av kjølevann fra energisentralen vil få. Basert på resultater vil det anbefales hensiktsmessig plassering av utslippsledningen (utslippsdyp) for å sikre god innblanding av kjølevannet i resipienten.

1.2 Bærekraft

FNs bærekraftsmål er verdens felles arbeidsplan for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030. I Rambøll jobber vi kontinuerlig for å bidra til at målene nås gjennom våre prosjekter.



Mål 6 - Rent vann og gode sanitærforhold

«Sikre bærekraftig vannforvaltning og tilgang til vann og gode sanitærforhold for alle.»

Delmål 6.3) «Innen 2030 sørge for bedre vannkvalitet ved å redusere forurensning, avskaffe avfallsdumping og mest mulig begrense utslipp av farlige kjemikalier og materialer, halvere andelen ubehandlet spillvann og i vesentlig grad øke gjenvinning og trygg ombruk på verdensbasis.»

I Rambøll sine prosjekter jobber vi kontinuerlig for å redusere forurensning i jord, sedimenter, vann, bygninger og luft. Vi kartlegger forurensningssituasjonen før vi planlegger hvilke tiltak som er best for å begrense forurensningsspredning.

2. OMRÅDEBESKRIVELSE

Fabrikken til Norsk Kylling AS skal etableres på Furumoen, Orkanger (Figur 1). Området ligger rett ved utløpet av Orkla mot vest. Industriområdet vil være avgrenset av fylkesvei U-460 (Havneveien) og gangvei i sør og øst. Bedriften vil ha utslipp av prosessvann og kjølevann til vannforekomst Indre Orkdalsfjorden (030040700-2-C), som grenser til vannforekomst Orkdalsfjorden (0320040700-3-C). Begge vannforekomstene er av vanntype «Ferskvannspåvirket beskyttet fjord» med permanent lagdelt vannsøyle, moderat strømhastighet og middels tidevann (1-5 m) (Vann-nett, 2018).

Orkdalsfjorden er en fjordarm av Trondheimsfjorden. Hele Orkdalsfjorden er 7,5 km lang og ca. 2 km bred og munner ut i Korsfjorden. Fjorden har en dyprene og dypet øker gradvis mot 350 m dyp ved overgang til Korsfjorden. Det er ingen terskel ved utløpet av Orkdalsfjorden, og vannutskiftning og strømningsforhold i vannsøylen er derfor god (De Ruiten, 2016).

2.1 Hydrografi

Fjorden tilføres ferskvann fra Orkla og Skjenaldelva. Hovedtilførselen av ferskvann til fjorden kommer fra Orkla, som er 172 km lang og har et nedbørsområde på 3 052 km². Orkla har en middelvannføring på 71 m³/s, og elvevannet fører med seg både partikulært materiale og høye konsentrasjoner av metaller grunnet avrenning fra tidligere gruvevirksomhet. Skjenaldelva er 7 km lang og har et nedbørsområde på 160 km² (Kaurin og Langelo, 2013).

Hydrografien i fjorden er kartlagt i tidligere undersøkelser, blant annet i resipientundersøkelser utført av Rambøll for Orkdal kommune i 2012/2013 (Kaurin og Langelo, 2013). Disse viser at fjorden har et ferskvannspåvirket overflatelag, som er mest utpreget i sommermånedene. Profilerende målinger av saltholdighet viser at det om sommeren dannes et brakkvannslag øverst i vannsjiktet, men at dette om vinteren er noe tynnere innerst i fjorden eller fraværende lenger ute i fjorden. Dette er også i overensstemmelse med undersøkelser gjennomført i Orkdalsfjorden i 2002/2003 (Oceanor, 2003) og i 2008 (Rådgivende biologer, 2009).

2.2 Strømningsforhold og vannutskiftning

Strømningsforholdene i området påvirkes hovedsakelig av ferskvannstilstrømning, vind, horisontal trykkdrevet strøm (forårsaket av forskjeller i tetthet på grunn av salinitet og temperatur) og tidevann (Norconsult, 2014). Det er relativt store tidevannsforskjeller i området. Dette sammen med manglende terskel i Orkdalsfjorden gir god vannutskiftning. I middel varierer tidevannet mellom 252 cm (MHW) og 71 cm (MLW), mens middelvannstanden er 162 cm over sjøkartnull (Kartverket, 2017).

Som følge av høy tidevannsvariasjon er volumstrøm inn og ut til fjorden stor. Fjorden har ingen terskel og det antas derfor god vannutskiftning i fjorden med god innblanding i vannmassene. Dette har også tidligere undersøkelser vist ved at det ikke er målt lave oksygenverdier i fjorden (Kaurin og Langelo, 2013).

2.3 Dagens miljøtilstand

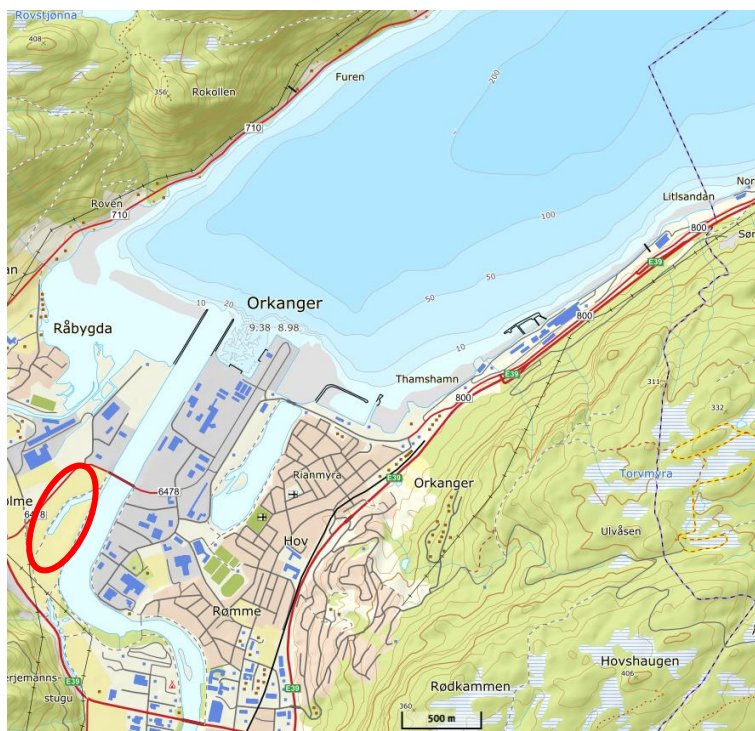
Forskrift om rammer for vannforvaltningen (vannforskriften) sier at alle vannforekomster skal oppnå målet om minst god kjemisk og økologisk tilstand, i samsvar med klassifiseringen i vedlegg V og miljøkvalitetsstandardene (Environmental Quality Standards, EQS) i vedlegg VIII¹. Dette medfører at nye inngrep/aktivitet ikke kan tillates i en vannforekomst som ikke vil nå miljømålene om god tilstand, med mindre visse vilkår er oppfylt, jf. § 12. Til klassifisering av tilstand i vann skal

¹ Stoff nr. 34 til og med stoff nr. 45 i vedlegg VIII del A inngår i vurdering av kjemisk tilstand fra og med 22. desember 2018.

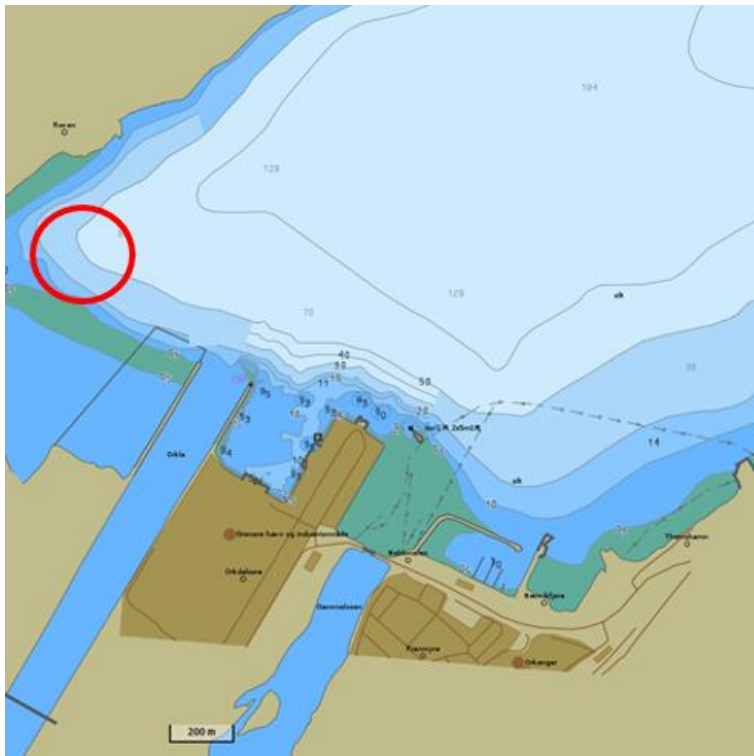
det benyttes EQS, også referert til som grenseverdier, fra veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann (Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften, 2018). Indre Orkdalsfjord og Orkdalsfjorden er begge ifølge Vann-Nett klassifisert med moderat økologisk tilstand og oppnår ikke god kjemisk tilstand. Begge vannforekomstene i Orkdalsfjorden er oppført med å være i risiko for ikke å nå miljømålene om minst god tilstand i Vann-nett. Tilstandsklassifiseringen er sist oppdatert i 2015.

For Orkdalsfjorden er bunnfaunadiversitet, samt at overskridelser av enkelte metaller og organiske miljøgifter årsaken til moderat økologisk tilstand og at god kjemisk tilstand ikke er oppnådd. Når det gjelder næringssalter og organisk stoff, så viste resipientundersøkelsen som ble gjennomført i fjorden i 2012/2013 at det var få indikasjoner på eutrofiering (for eksempel for høye verdier for klorofyll a og næringssalter, eller økning i andelen grønnalger i fjæresonen), men det ble observert noe indikasjon på organisk belastning på bunnfaunaen. Innholdet av organisk karbon i sedimentet ved alle undersøkte stasjoner var imidlertid lavt.

I 2018/2019 utfører Rambøll ny resipientundersøkelse i Orkdalsfjorden som viderefører overvåkingen fra 2012/2013 samt undersøker før-tilstand nært planlagt utslippspunkt for prosessvann og kjølevann fra fabrikkområdet.



Figur 1. Oversiktskart som viser området hvor fabrikk til Norsk Kylling AS (rød sirkel) skal etableres med utslipp til Indre Orkdalsfjorden (Vannforekomst-ID 0320040700-2-C). Kartet er hentet fra Norgeskart.no.



Figur 2. Oversiktskart over dybdekoter innerst i Orkdalsfjorden. Omtrentlig plassering av utslippspunktet ved utløpet til Orkla er markert med rødt. Kartet er hentet fra Norgeskart.no.

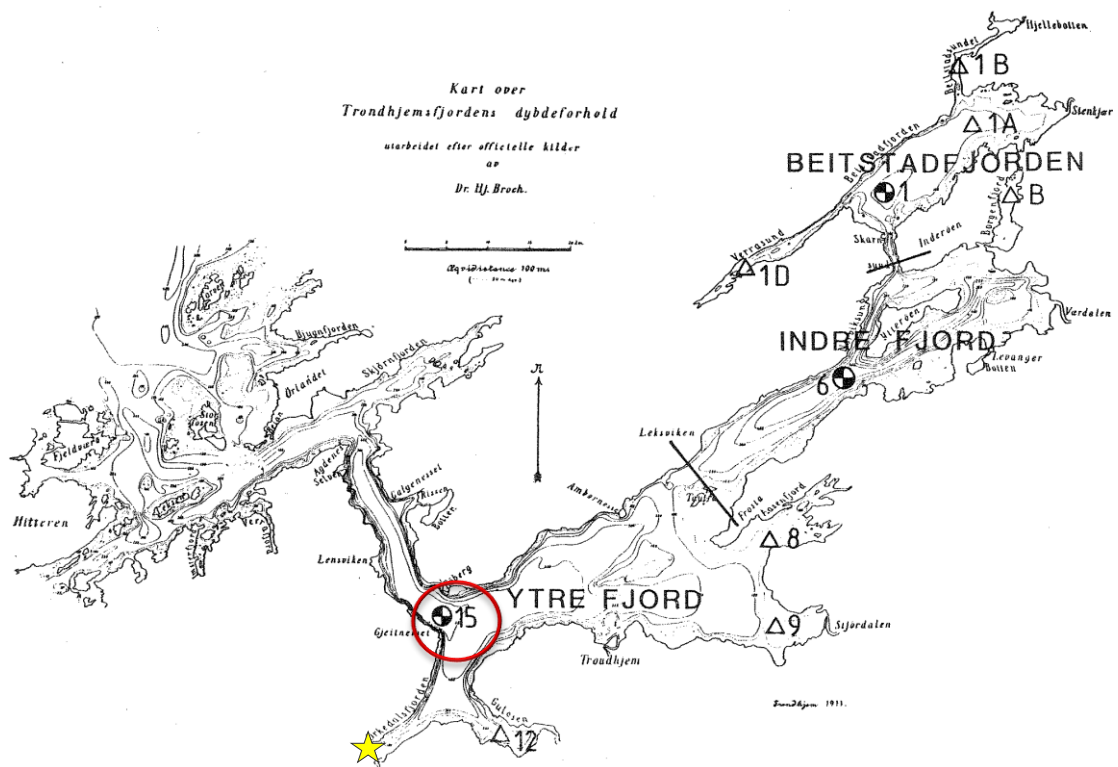
3. INNTAK OG UTSLIPP AV KJØLEVANN

Sjøvannet skal brukes for kjøling både ved prosessanlegget til Norsk Kylling AS og Nutrimar AS. Det vil være felles inntak og utslipp av kjølevann, og dermed er det hensiktsmessig å vurdere konsekvenser til miljø sammen. Sjøvannet til anleggene pumpes fra ca. 100 m vandndyp, og vannet går i lukket krets med varmevekslere ved energisentralen, før det slippes ut igjen til samme vannforekomst. Ingen hjelpestoffer tilsettes, dvs. rent sjøvann med overtemperatur slippes ut.

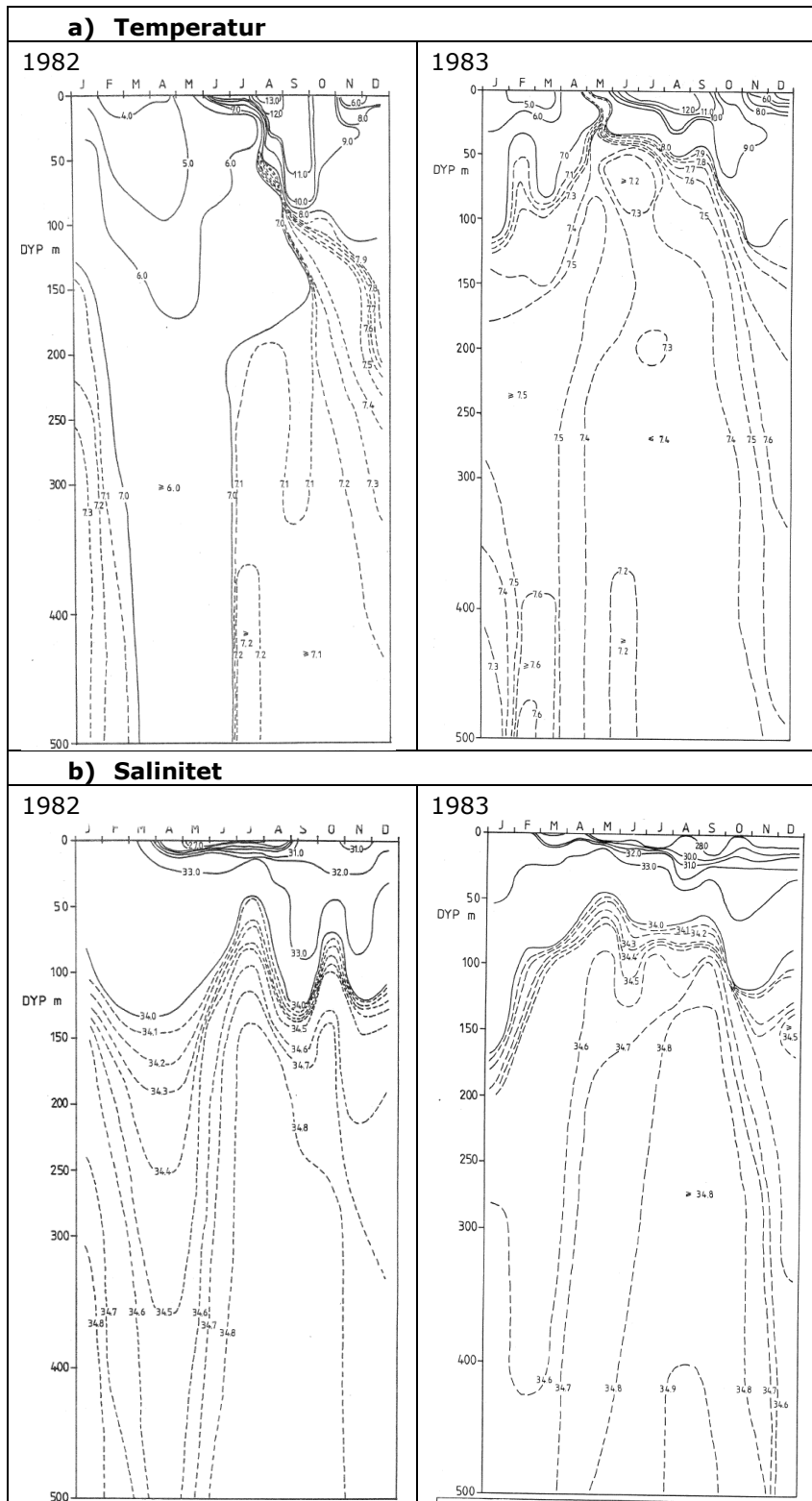
Det er oppgitt at Nutrimar AS vil ha behov for maksimalt 400 m³/h kjølevann, og dette vil slippes ut med en temperatur på 31,6 °C. Temperaturen i kjølevannet fra Norsk Kylling AS sitt kjøleanlegg er oppgitt til å være 22 °C, og behov for vann er maksimalt 740 m³/h. Disse kjølevannstrømmene samles til én utslippsledning før utslipp til sjø. Dette gir en total utslippsmengde av kjølevann på 1140 m³/h og gjennomsnittlig temperatur på 25,5 °C. For å vurdere egnet utslippsdyp, vil det beregnes innblanding i vannmassene for tre ulike utslippsdyp: 10, 15 og 20 meter. Det er oppgitt at det vil brukes en utslippsledning med indre diameter på 500 mm. Beregningene er utført med utslippsvolum ($Q_{\text{kjølevann}}$) på 1140 m³/time (tilsvarende 317 liter/sekund).

Kjølevannet hentes fra 100 m vandndyp. Det er ikke gjort profilerende målinger av temperatur og salinitet i Orkdalsfjorden ned til 100 m vandndyp ved inntakssted fra et helt kalenderår. Derfor er salinitet i kjølevannet vurdert basert på undersøkelser utført i 1980-1983 på stasjon 15 av NIVA. Stasjon 15 (NIVA, 1983) er ved Rødberg ute i Korsfjorden, men de hydrografiske profilene er antatt å være representative for Orkdalsfjorden (Figur 3). Det er ingen terskel mellom Orkdalsfjorden og stasjon 15. Figur 4 a og b viser isolinjer for salinitet og temperatur målt i Trondheimsfjorden i 1982 og 1983 (NIVA, 1983 og 1984). Basert på måledataene er salinitet i kjølevannet antatt å være 34 psu. Ved 100 m vandndyp er også temperaturen relativt stabil over året, og temperatur rundt ca. 6-9 °C er målt i 100 m vandndyp året rundt. Dette kan imidlertid variere noe fra år til år.

Utslippsledningen for kjølevannet vil føres ut i fjorden nord-vest for Orklas utløp, og dykkes til egnet utslippsdyp for å sikre god innblanding i resipienten. Endelig plassering av utslippspunktet er ikke avgjort. Det er noe langgrunt i indre Orkdalsfjorden før det blir raskt blir dypere ned mot 100 meter (se Figur 2). Ved plassering av et utslipp er det viktig å påse at innblanding av kjølevannet blir god. Det er ønskelig med innlagring i dypere vannmasser, slik at det ikke blir gjennomslag til overflaten. I sommerperioden er konsentrasjonen av næringssalter generelt lavere i overflatelag (eufotisk sone), fordi planteplankton som forbruker næringssaltene lever nær overflaten hvor det er tilgang på lys. Konsentrasjon av næringssalter er generelt høyere lenger ned i dypet. Hvis utslippsvann stiger mot overflaten, kan dette samtidig medføre vertikal transport av næringssalter til lyslag, som potensielt vil kunne øke algeveksten i influensområde. Derfor må også utslipp av kjølevann planlegges slik at det gir god innlagring av utslippet, særlig på sommerhalvåret.



Figur 3. Kart som viser stasjonsplassering til stasjon 15 fra hydrografiske undersøkelser i 1983 (NIVA, 1984). Stasjon 15 er markert i rød sirkel. Utslippspunktet i Orkdalsfjorden er markert med gul stjerne.



Figur 4. a) Temperatur og b) saltholdighet i Trondheimsfjorden i 1982 og 1983.

4. VIRKNINGER AV TEMPERATURØKNING I RESIPIENTEN OG GRENSEVERDIER

Effekter av temperaturendringer i sjøresipient vil være stedsspesifikke, og avhenger av flere faktorer, deriblant utslippsdyp og områdets strømforhold. Endringer i temperaturforholdene i sjøvann kan omfatte både høy maksimumstemperatur og økt gjennomsnittstemperatur i influensområdet. I vannforskriften er temperatur definert som et fysisk-kjemiske kvalitetselement, og det er ikke definert noen grenseverdier for temperatur for kystvann i aktuelle veiledere.

Virkningene av temperaturøkning i marine miljø er presentert for eksempel i NIVA sin rapport 6843-2015 (Schaanning et al., 2015). Temperaturøkning kan medføre direkte og indirekte effekter på marine organismer. De viktigste indirekte innvirkningene er reduksjon i sjøvannets evne til å holde på oppløst oksygen, som vil føre til endringer i oksygenkonsentrasjon. Sjøvannets temperatur har også en innvirkning på biologiske prosesser. Fastsittende organismer og lite bevegelige bunnlevende dyr kan ikke rømme fra utslippskyen, og kan bli både akutt og kronisk eksponert for overtemperatur. Planteplankton, dyreplankton og fisk kan komme i kontakt med utslippsvannet, men disse beveger seg i frie vannmassene og vil stort sett ikke bli kronisk eksponert.

En temperaturøkning på 3 °C ansees som en øvre grense for hvilke endringer en kan ha uten at det påvirker naturlige bunnsamfunn omkring utslippet. En konservativ grense for overtemperatur som kan gi effekter er satt til +1 °C, ut fra at det er sannsynlig at de aller fleste artene vil tåle dette uten betydelig endring i biologi (Schaanning et al., 2015). For detaljer henvises det til den overnevnte rapporten. Det amerikanske miljøverndirektoratet (EPA, 1986) bruker samme kriterium for å vurdere påvirkning av temperaturøkning i marine økosystemer.

Forurensende virksomhet er i tillegg pålagt å begrense forurensning, blant annet gjennom å bruke beste tilgjengelige teknikker (BAT - best available techniques). Når det gjelder utslipp til vann fra kjøleanlegg knyttet til produksjonsanlegg, omfattes bedriftene av BAT-konklusjonene publisert i BREF-dokumentet «Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems», publisert av Europakommisjonen i desember 2001. Kravene med hensyn på utslipp av vann med forhøyet temperatur er avhengig av forekomst av fiskearter i resipienten. BAT-konklusjonene oppgir to ulike grenseverdier for resipientvurdering når det gjelder utslipp til vann fra kjøleanlegg. Grenseverdiene i resipienten er oppgitt for lakseførende vannforekomst («salmonid water») og for vannforekomst med karpfisk («cyprinid waters»). Grenseverdier er oppgitt for både maksimal temperaturøkning (ΔT) og for maksimal temperatur ved innblandingssonens grense (se Tabell 1). Orkdalsfjorden er vurdert å være en lakseførende vannforekomst.

Tabell 1. Termiske krav med hensyn på vanntemperatur i resipienten ved utslipp fra kjøleanlegg (Europakommisjonen, 2001, European Directive 78/659/EEC).

Parameter	Lakseførende vannforekomst	Vannforekomst med karpfisk
T_{\max} ved grensen på innblandingssone (°C)	21,5	28,0
ΔT_{\max} (°C) ved grensen på innblandingssone	1,5	3,0

I denne vurderingen tas det utgangspunkt i en konservativ tilnærming som sier at overtemperatur (ΔT) mindre enn 1 °C vil ikke medføre negative effekter i resipienten.

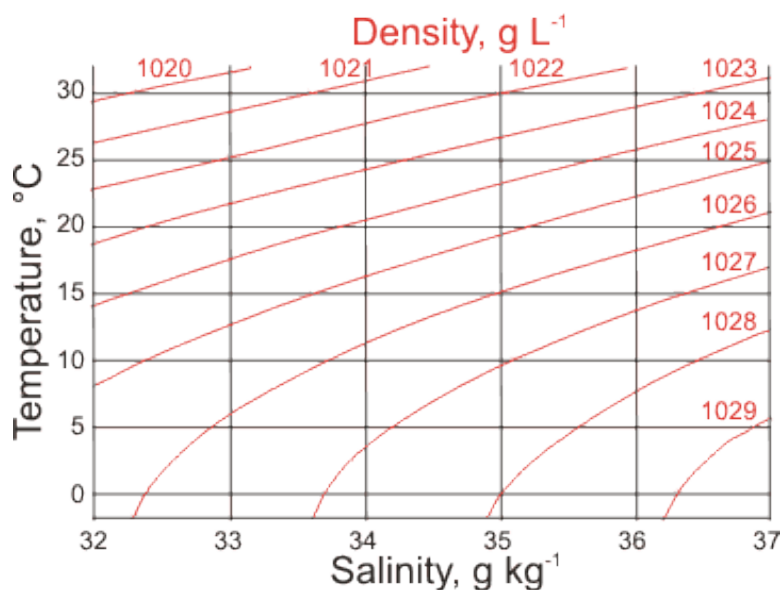
5. BEREGNING AV TEMPERATURENDRINGER SOM FØLGE AV UTSLIPP AV KJØLEVANN

5.1 Modellverktøy

Beregning av kjølevannets spredning er utført med den numeriske modellen Visual Plumes utviklet av U.S. EPA (Frick et al., 2001). Hensikten med modelleringen er å få oversikt over utslippets spredning, for å kunne vurdere i hvilken grad sjøresipienten vil påvirkes av temperaturendringer. Miljødirektoratets veileder Fastsetting av innblandingssoner M-46/2013 (2013) definerer innblandingssonen som den delen av en vannforekomst i umiddelbar nærhet av et punktutslipp hvor forvaltningsmyndighetene tillater at EQS-verdier (miljøkvalitetsstandarder) overskrides. Forutsetningen er at EQS-verdiene overholdes i den resterende delen av vannforekomsten. Det vil være hensiktsmessig også å vurdere temperaturendringer i resipienten på denne måten, ved å bruke en grenseverdi for overtemperatur (ΔT) på maksimal 1 °C.

Primærfortynning av utslippet (dvs. før innlagring) bestemmes hovedsakelig av utslippsdyp, den vertikale sjiktningen, mengde utslippsvann og hastigheten utslippet har ut røret. Sekundærfortynningen skyldes turbulent strøm/blanding i resipienten, og denne er langsommere enn primærfortynningen. Visual Plumes benyttes til å beregne både primær- og sekundærfortynning av punktutslipp.

Sjøvannets egenvekt bestemmes av vannets saltholdighet og temperatur (se Figur 5). I Orkdalsfjorden øker saltholdighet vanligvis med økende dyp, mens grad av sjiktning varierer over året (jfr. Kapittel 3). Dette vil si at deler av året vil utslippet av kjølevann hentet fra 100 m ha høyere saltholdighet enn sjøvann i utslippsdypet (10-20 m vurdert). Fordi utslippet er tyngre enn sjøvann vil det begynne å synke mot sjøbunnen, samtidig som det fortynnes raskt med omkringliggende sjøvann. Motsatt vil et utslipp av vann med lavere egenvekt enn omkringliggende vann, stige mot overflaten. Egenvekten og den vertikale sjiktningen i resipientvannet er med på å avgjøre i hvilket dyp det fortynnede utslippsvannet vil innlagres. I innlagringsdypet vil det innblandede utslippsvannet ha samme egenvekt som sjøvannet omkring.



Figur 5. Sjøvannets egenvekt (kg/m^3) som funksjon av temperatur ($^{\circ}\text{C}$) og saltholdighet (psu).

5.2 Inngangsdata for modellering

Beregningene av utslippets spredning krever at man tar hensyn til den tekniske utformingen av utslippsledningen, karakteren til utslippet og forholdene i resipienten. Datainput til modellen Visual Plumes og beregninger er blant annet:

- utslippsdyp og ledningsdiameter
- vannmengder i utslippet
- karakteristikk av utslippsvannet (saltholdighet, temperatur)
- den vertikale sjiktningen i resipienten (CTD profiler)
- strømhastighet i resipienten.

Med grunnlag i disse dataene kan det gjøres beregninger av kjølevannets spredning i resipienten. Flere av punktene listet over kan variere mye med tiden og det vil dermed også innblandingen gjøre. Modelleringen er derfor gjort for ulike datakombinasjoner for å få en oversikt over variasjonene av temperaturendringer i resipienten. Koeffisienten for turbulent blanding vil ha påvirkning på den beregnede sekundære fortyningen. Koeffisienten vil variere fra sted til sted og med tiden. Basert på EPAs anbefaling for litt innelukkede farvann har vi valgt å bruke en konstant koeffisient $0,00045 \text{ m}^{2/3} / \text{s}^2$.

Strømhastighet i resipienten

Det er ikke utført strømmålinger i resipienten for denne studien. Det er i modelleringen vurdert to ulike scenarioer for strømhastighet: 1 cm/s og 6 cm/s. 6 cm/s antas å være nær gjennomsnittlig strømhastighet i vannmassene, mens 1 cm/s representerer den verst tenkelige situasjonen i resipienten. Vurderte strømhastigheter gir uansett relative konservative inntrykk av innblandingen (svak strøm).

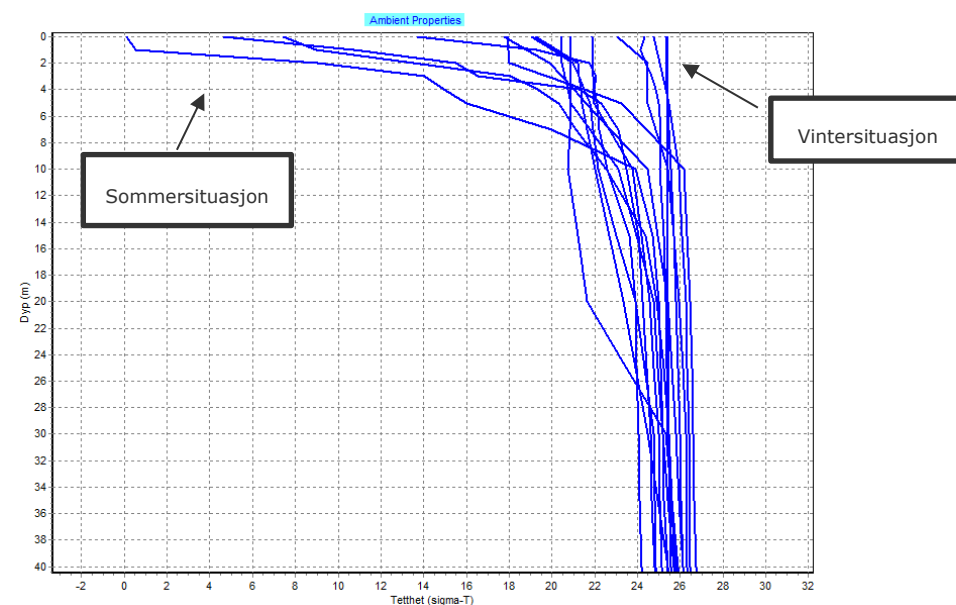
Hydrografi

Tettheter og bakgrunnstemperatur i resipientvannet kan kartlegges ved hydrografimålinger. Det er ikke gjennomført profilmålinger for denne studien, men det er benyttet hydrografidata fra undersøkelser gjennomført i Orkdalsfjorden sommeren 2018 (Rambøll, data ikke enda rapportert), fra tidligere undersøkelser i området (Kaurin og Langlo, 2013) og fra Trondheimsfjorden (NIVA, 1983 og 1984). For modelleringen er det benyttet 20 vertikale profiler, profiler er jevnt fordelt over år (Tabell 2).

Tabell 2. Oversikt over de valgte hydrografiprofilene brukt i modelleringen.

Måned	Dato
Januar	14.1.1983
Februar	16.2.1983
Mars	16.3.1983
April	18.4.1983
Mai	10.5.1983
Juni	12.6.1983, 13.6.2012, 13.6.2018
Juli	4.7.1983, 24.7.2012
August	19.8.1983, 21.8.2012, 22.8.2018
September	12.9.1983, 13.9.2012, 13.9.2018
Oktober	19.10.1983
November	17.11.1983,
Desember	13.12.1983, 11.12.2012

Vertikalprofilene av egenvekten til sjøvannet brukt i modelleringen er vist i Figur 6. Profilene tatt i vår- og sommermånedene viser generelt et brakkvannssjikt i de øverste meterne ned til 4-8 meter av vannsøylen, og mer homogene masser dypere. Om vinteren er brakkvannslaget tynnere eller til og med fraværende.



Figur 6. Vertikalprofiler av sjøvannets tetthet i Orkdalsfjorden/Trondheimsfjorden. Typisk vår- og sommersituasjon med brakkvannslag og vintersituasjon uten sjiktning er markert. Tetthet av sjøvann er her vist ved enheten sigma-t som betyr egenvekt (kg/m^3)-1000.

Utslippet

Tabell 3 oppsummerer grunnlagsdataene angående utslipp og utslippsledning. Utslipp av kjølevann er mer detaljert beskrevet i Kapittel 3.

Tabell 3. Verdiene brukt for beregning av utslipp av kjølevann fra prosessanlegg.

Parameter	Verdi
Utslippsdyp	10, 15 og 20 m
Diameter for utslippsledning	500 mm
Vannmengde	1140 m ³ /h
Temperatur	25,5 °C
Salinitet	34 psu

Det er antatt at utslippsledningen plasseres 1 meter over havbunnen. Det er antatt at utslippsledning ligger horisontalt mot sjøbunnen. I beregninger er det antatt at utslippet er plassert i samme retning som strømmen. Dette er konservativt, fordi det ville gitt bedre miksing hvis utslippet var plassert for eksempel midt imot strømmen.

6. RESULTATER FRA BEREGNINGER: INNLAGRING OG FORTYNNING

Resultatene fra beregninger med de 20 ulike hydrografiske profilene og to ulike strømhastigheter er vist under for de undersøkte utslippsdyp (10, 15 og 20 m). Maksimal forventet utslippsmengde er brukt i beregningene (1140 m³/h, tilvarende 317 l/sek).

6.1 Innlagring – strålebaner for kjølevannutslipp

Figur 7 a og b viser strålebaner for utslippet. Rød, grønn og blå farge indikerer utslippsdyp på henholdsvis 10, 15 og 20 m. Figurene viser senterlinjene til utslippsskyene med hel linje, og yttergrensene til skyen med prikkete linje. Figur 7a viser resultater med svært svak strøm i resipienten (1 cm/s) og Figur 7b viser resultater med høyere strømhastighet på 6 cm/s i resipienten.

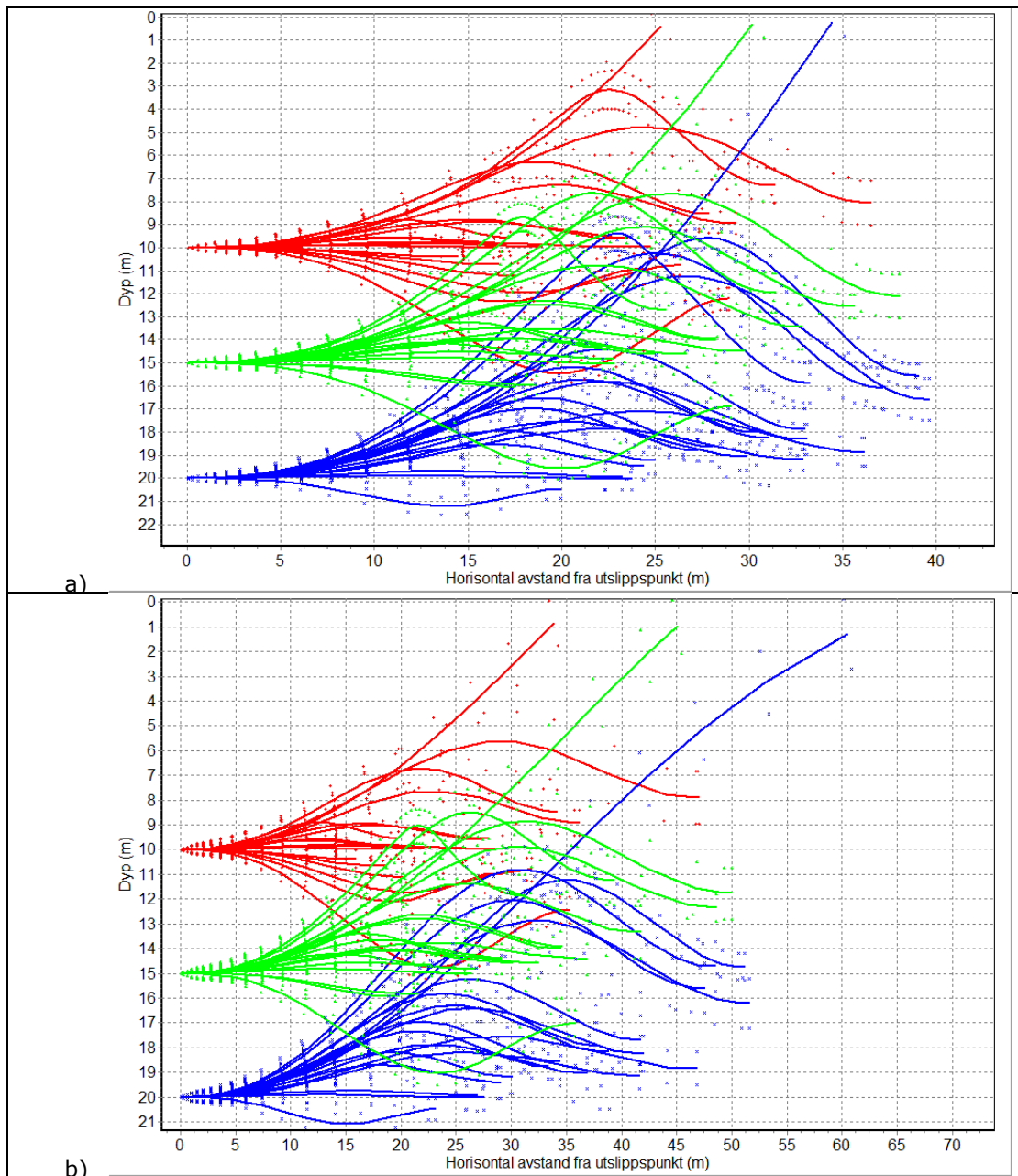
Resipientvannets egenvekt er avgjørende for spredning etter at kjølevannet er sluppet ut til sjøen. Røde linjer i Figur 7 viser at ved utslipp til 10 m vanddyb vil utslippet av kjølevann fra energisentralen synke mot sjøbunnen ved de fleste hydrografiske forhold i resipienten. Dette skyldes vertikal sjikting i vannmassene og høyere saltholdighet i inntaksvann enn i resipienten på vanddyb 10 m. Beregningene illustrerer at det er lite sannsynlig å få gjennombrudd av utslippet til overflaten. Ved utslipp fra 10 m vanddyb vil utslippet av kjølevann innlagres til 7-13 m vanddyb.

Ved 15 og 20 m dyp vil sjøvann generelt ha noe høyere salinitet enn ved 10 m vanddyb. Derfor vil i det i noen flere tilfeller skje at utslippsvannet stiger noe mot overflaten før det innlagres etter det er sluppet ut til sjøen ved 15 og 20 m dyp i forhold til ved 10 m dyp, som man kan se av de grønne og blå linjene i Figur 7. Ved utslipp fra 15 m vanddyb vil utslippsskyet innlagres til 11-18 m vanddyb og ved utslipp til 20 m vanddyb vil utslippet innlagres til 13-20 m vanddyb.

Det er kun hydrografisk profil målt i 14. januar 1983 som gir gjennomslag til overflaten ved alle utslippsdyp inkludert i modellering. I disse tilfellene er utslippet såpass fortynt at overflatetemperaturen ikke blir påvirket (se neste avsnittet). Gjennombrudd forventes ca. 20-30 m avstand fra utslippet. Beregningene viser at gjennomslag av utslippssky kun vil skje når det er lite sjikting i resipienten, noe som betyr at gjennomslag bare vil kunne skje i vinterperioden.

Under fortytning vil utslippsskyen kunne transportere med seg vann fra dypere lag mot overflaten. Dette kan forårsake transport av næringssalter til områder med mer lystilgang, som igjen kan medføre økt algevekst i resipienten. Resipienten er også belastet av andre kilder (blant annet utslipp av prosessvann og utslipp fra kommunalt renseanlegg), og transport av næringssalter til vannoverflate bør derfor unngås. Det anbefales derfor utslipp til minimum 15 m vanddyb. Da vil utslippet synke store deler av året mot sjøbunnen, særlig i sommerperioden når resipientvannet har tydelig sjikting og det er brakksvannslag i overflaten. Transport av næringssalter med utslippsskyen er mindre kritisk i vinterperioden, som er den tiden på året hvor gjennombrudd til overflaten eventuelt kan skje.

Resultatene viser at strømhastighet vil ha mindre påvirkning på innlagring av kjølevannet. Ved å sammenligne Figur 7 a og b kan man se at utslippet innlagres noe nærmere utslippsdypet ved høyere strømhastighet, men forskjellen er imidlertid liten.



Figur 7 a og b. Strålebaner for et utslipp av sjøvann på 1140 m³/h fra energisentralen. Utslippsdyp er 10 m (røde linjer), 15 m (grønne linjer) og 20 m (blå linjer). Det er modellert for to ulike strømhastigheter, henholdsvis 1 cm/s (figur a) og 6 cm/s (figur b). Strålebaner er beregnet for samtlige 20 hydrografiprofiler registrert i resipienten i ulike årstider. Det er hydrografisk profil målt i januar (1983) som gir gjennombrudd til overflate. Heltrukne linjer viser sentrum av utslippsskyene, mens stiplede linjer viser yttergrensen for skyene.

6.2 Beregnet overtemperatur i resipienten

Som beskrevet i Kapittel 4, tas det utgangspunkt i at temperaturheving på 1 °C ikke vil medføre negative effekter i resipienten. Temperaturen i vurdert utslippsdyp på 10-20 m varierer mellom 4-6 °C om vinteren. Om sommeren er temperatur i samme vanddyb omtrent 10-15 °C. Utslippsvannet vil ha temperatur på 25,5 °C. Dette vil si at i verste tenkelige tilfelle vil overtemperaturen i utslippet være ca. 21,5 °C (vinterhalvåret). I sommeråret vil overtemperaturen i utslippet være betydelig lavere på grunn av den høyere temperaturen i sjøvannet.

Figur 7 viser at utslippsvannets spredning vil være avhengig av sjiktingen i resipienten. På grunn av større fare for gjennomslag til overflaten, vil det være en mulighet å få temperaturøkning i vannoverflata om vinteren, men generelt er sannsynlighet for det liten. Økt temperatur vil i hovedsak forventes i dyptet der utslippsskyen innlagres.

Figur 8 viser beregnet temperatur i resipienten med økende avstand fra utslippspunktet. Figuren viser alle hydrografiske profiler som er brukt i modellen, og viser dermed temperaturendring i resipienten som følge av utslipp av kjølevann til sjø med bakgrunnstemperaturer fra 1 til over 13 °C. Røde linjer indikerer utslippsdyp på 10 m, grønne linjer utslippsdyp på 15 m og blå linjer utslippsdyp på 20 m. Figur 8a viser resultater med svært svak strøm i resipienten (1 cm/s) og Figur 8b med høyere strømhastighet på 6 cm/s i resipienten. Alle modellberegninger er utført med den maksimale angitte temperaturen i utslippsvannet, 25,5 °C.

Temperaturen i utslippet vil ved fortykning raskt nærme seg temperaturen i resipienten etter at det er sluppet ut. Det ser man av figuren ved at temperaturen synker før den stabiliserer seg når den har nådd bakgrunnstemperatur i resipienten. Den største temperaturøkningen vil man få i umiddelbar nærhet av utslippet, men beregningene over viser at varmen vil fordeles raskt ettersom kjølevannet blander seg med omkringliggende vannmasser. Figurene viser at fortykningen blir mindre effektiv etter at innlagring har funnet sted, fordi da er det den naturlige turbulente blandingen som bestemmer videre fortykning. Under primærfortyningen (i.e. før innlagring) er blandingen mellom prosessvann og sjøvann mye mer effektiv.

Resultatene viser videre at det er svært lite forskjell i fortykning av utslippet, og beregnet overtemperatur med økende avstand fra utslippspunkt er relativt lik for alle vurderte utslippsdyp. Valg av utslippsdyp vil altså være avgjørende for hvilke vanddyb som blir påvirket av overtemperatur, men valg av utslippsdyp vil ikke ha stor betydning på temperaturhevingen ved økende avstand fra utslippspunkt.

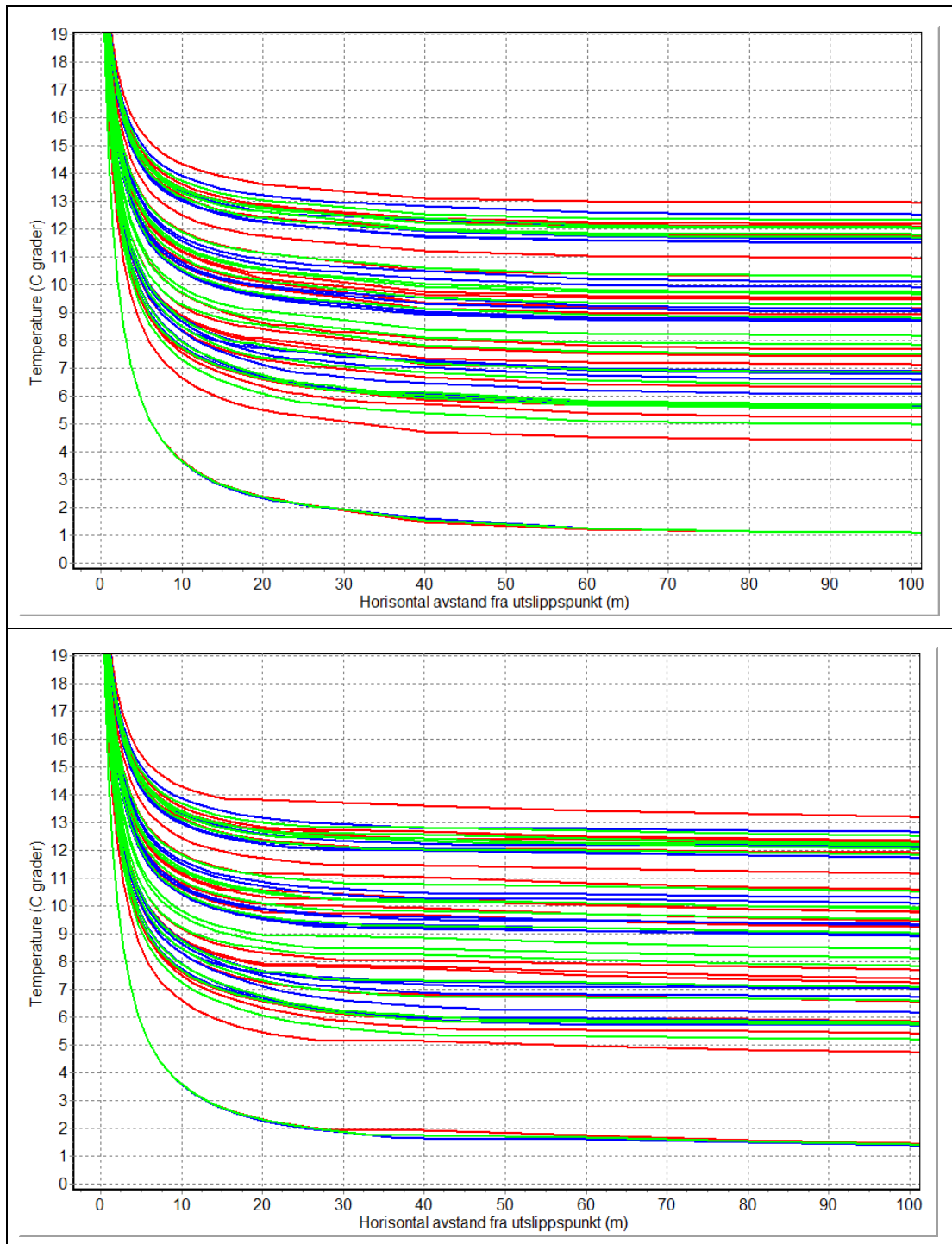
Når det gjelder grenseverdier for maksimale temperaturer i resipienten, så sier BAT-konklusjon for lakseførende vann at maksimal temperatur ved grensen til innblandingssonen er 21,5 °C (se Kapittel 4). Grafen i Figur 8 viser at temperaturen er over denne grenseverdien for maksimal temperatur i kun et par meter unna utslippspunktet. Det vil si at maksimale temperatur ikke vil bli problematisk i resipienten i mer enn et par meter vekk fra utslippspunktet.

Når det gjelder grenseverdier for overtemperatur, så viser grafene i Figur 8 hvordan temperaturen synker og nærmer seg bakgrunnstemperaturen i resipienten grunn av innblanding av utslippsvannet med omkringliggende sjøvann. Hver linje i grafen viser temperaturendringen mot en bestemt hydrografisk profil, og når linjene flater ut og blir stabile, betyr det at temperaturen er lik som bakgrunnstemperaturen i innlagringsdyptet fra den hydrografiske profilen som er benyttet. Ved å lese av figuren ved 1 °C varmere enn bakgrunnstemperatur, ser vi hvilken avstand fra utslippspunktet temperaturendringene er innenfor hva som er akseptabelt.

I dette tilfellet ser vi at temperaturen i resipienten vil være 1 °C over bakgrunnsnivået i en avstand på ca. 20-30 m fra utslippspunktet for alle ulike hydrografiske profiler brukt i modellen ved innblandingsdypet. Som nevnt innledningsvis er +1 °C en konservativ grense for overtemperatur som kan gi biologiske effekter i resipienten. Modelleringen viser derfor at det er liten sannsynlighet for effekter av temperaturøkning i en avstand på mer enn 30 m fra utslippet. Dette betyr at innblandingssonen for kjølevannet er 30 meter.

Strømhastigheten innerst i utslippsområde er trolig i gjennomsnittlig nærmere 6 cm/s enn 1 cm/s. Resultater fra beregninger med strømhastighet på 1 cm/s kan imidlertid brukes som et verst tenkelig-scenario om fortynningen. Høyere strømhastighet vil gi noe mer effektiv innblanding, men forskjellen er ikke stor sammenlignet med lavere hastighet på 1 cm/s. Generelt er vannutskifting god i området. Det er derfor lite sannsynlig at varmere vann kan bli stående i innerst i fjorden, men det vil i stedet blandes videre med havstrømmer.

Det kan være at utslippsmengde av kjølevann vil være lavere enn utslippsvolum på 1140 m³/h som ble brukt som inngangsdata i beregninger. Ved lavere utslippsmengde vil influensområde være mindre enn beregningene viser. Beregninger er ikke gjort for lavere vannmengde siden det er ikke oppgitt gjennomsnittlig vannmengde som forventes fra anlegget.



Figur 8. Beregnet temperatur (°C) i resipienten med økende avstand fra utslippspunktet (m). Utslippsdyb er 10 m (røde linjer), 15 m (grønne linjer) og 20 m (blå linjer). Temperaturen i utslippet er antatt å være 25,5 °C. Figur 8a viser resultater med svært svak strøm i resipienten (1 cm/s) mens Figur 8b viser resultater med høyere strømhastighet på 6 cm/s. Bakgrunnstemperatur er hentet fra de hydrografiske profilene som er benyttet i modelleringen.

6.3 Forutsetninger og usikkerhet i beregninger

Utslippets spredning i resipienten er beregnet ut ifra informasjon som er tilgjengelig. Den største usikkerheten i beregningene er knyttet til saltholdigheten av kjølevannet. Det er benyttet stabil saltholdighet på 34 psu i inntaksvann siden det ikke finnes målinger av saltholdighet ned til 100 m ved inntakssted. Saltholdigheten til kjølevannet er derfor antatt å ha tilsvarende salinitet som ved stasjon 15 kartlagt av NIVA (1983, 1984). Orkdalsfjorden har ingen terskel, og derfor er det antatt at saltholdighet i Orkdalsfjorden (ved inntaket) er lik som tidligere undersøkelser har vist for ytre deler av fjorden. Store deler av året er saltholdigheten ved 100 m vandndyp imidlertid høyere, og dette vil si at det er benyttet en relativt konservativ verdi for saltholdighet i beregningene. Høyere saltholdighet vil resultere i høyere egenvekt til utslippsvannet, som igjen minsker muligheten for gjennombrudd og øker sjansen for at utslippssky synker etter at det er sluppet ut til sjø. Dette vil være gunstig med tanke på påvirkninger i miljø.

Kun maksimale forventet vannmengder under maksimale belastning av anlegget var tilgjengelig for beregninger. Beregninger viser derfor den verst tenkelige situasjonen for temperaturøkning i resipienten.

7. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

I foreliggende notatet er det beskrevet generelt hvilke konsekvenser overtemperatur og utslipp av kjølevann fra anleggene kan medføre i en marin resipient. Det er brukt en numerisk modell for å beregne hvordan utslipp fra kjøleanlegg spres etter det er sluppet ut til sjø. Det er beregnet hvilke temperaturendringer som kan oppstå i resipienten. Det anbefales å plassere utslippsledning på 15 m vandndyp siden dette vil resultere i innlagring av utslippet på ca. 11-18 m vandndyp. Kun ved enkelte tilfeller kan det forekomme situasjoner med gjennombrudd til overflate (vinterperioden).

Resultater fra beregningene ved utslipp til 15 m vandndyp og med maksimal forventet vannmengde viser at det er liten sannsynlighet for å få effekter av temperaturheving lengre enn ca. 20-30 m unna utslippspunktet. Temperaturendringene ansees derfor ikke å medføre ulemper for miljøet utenfor denne innblandingssonen.

Mengden sjøvann som benyttes ved energisentralen er relativt stor, men likevel blandes utslippet raskt med omringede vannmasser. Ved lavere vannmengde vil influensområde være noe mindre. Det er god vannutskifting i Orkdalsfjorden og det er derfor liten sannsynlighet for at varmere vann blir stående i innerst del av havnen, noe som kunne ført til økende temperatur over tid.

Transport av næringsalter med utslippsskyet er også en faktor som må vektlegges ved valg av egnet utslippsdyp. Hvis utslippsledning legges på 15 m vandndyp vil utslipp av kjølevann største deler av året innlagres til 11-18 m vandndyp, og det vil i hovedsak kun være horisontal og i mindre grad vertikal transport av næringsalter som følge av utslippet.

Utslippspunkt for kjølevann må også legges i en viss avstand fra utslippspunkt for prosessvann, slik at influensområdene fra disse to utlippene ikke overlapper.

8. REFERANSER

De Ruiten, 2016. Resipientovervåking. Washington Mills. Rambøll-rapport.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vannforskriften, 2018. Veileder 02:2018 - Klassifisering av miljøtilstand i vann.

EPA, 1986. Quality Criteria for Water. The Gold Book. EPA 440/5-86-001. Washington. USA. 476 pp.

Europakommisjonen, 2001. Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems. Publisert desember 2001.

Frick, W.E., Roberts, P.J.W., Davis, L.R., Keyes, J, Baumgartner, D.J. and George, K.P. (2001). Dilution Models for Effluent Discharges, 4th Edition, Visual Plumes. Environmental Research Division, U.S. Environmental Protection Agency, Athens Georgia, USA.

Miljødirektoratet, 2013. Miljødirektoratets veileder Fastsetting av innblandingssoner M-46/2013.

Kartverket, 2017. Se havnivå: Vannstands- og tidevannsinformasjon for Orkanger (Trøndelag).

Kaurin, M., Langelo, G.F., 2013. Miljøundersøkelse I Orkdalsfjorden 2012-2013. Rambøll-rapport.

NIVA, 1983. Overvåking av Trondheimsfjorden. Hydrografiske undersøkelser i 1981 og 1982. Overvåkingsrapport 107/83.

NIVA, 1984. Trondheimsfjorden. Hydrografiske undersøkelser i 1983. Overvåkingsrapport 164/84.

Norconsult, 2014. Vurderinger av strømforhold: Grønøra vest – Orkanger. Dokument nr.: 5141107-01.

Oceanor, 2003. Environmental analysis in the Orkdal fjord 2002-2003. Rapport nr, OCN R-23031.

Rambøll, Resipientundersøkelser i Orkdalsfjorden 2018/2019, *upubliserte data*.

Rambøll, 2018. Modellering av utslippsdyp og fortykning prosessvann. Norsk Kylling AS Orkanger. *Under utarbeidelse*.

Rådgivende biologer, 2009. Miljøundersøkelse i Orkdalsfjorden 2008-2009. Rapport nr. 1225 77.

Schaanning, M. T. Berge J. A. og Molvær, J. (2015). Vurdering av miljøeffekter av utslipp fra planlagt SO₂ renseanlegg til Fiskåbukta, Kristiansand. NIVA-rapport 6843-2015.

Vann-nett, 2018. Indre Orkdalsfjorden og Ytre Orkdalsfjorden

Fylkesmannen i Trøndelag
E-post postmottak: fmtlpost@fylkesmannen.no

Dato 05.07.2019

Energisentral ved Norsk Kylling Orkanger - melding om utslipp av forurensning etter forbrenning av rene brensler

Norsk Kylling AS er en næringsmiddelbedrift som slakter og videreføder fjærfekjøtt. Bedriften skal etablere seg med ny fabrikk på Furumoen i Orkdal kommune, med oppstart i mai 2021. Søknad om utslippstillatelse er oversendt Fylkesmannen i Trøndelag for behandling samtidig med denne meldingen. Dette gir Fylkesmannen anledning til å se tiltakene i sammenheng, selv om det er to adskilte juridiske enheter.

Rambøll oversender med dette melding om utslipp av forurensning etter forbrenning av rene brensler på vegne av NHP Energieiendom Drift AS og Orkdal Energi Varme AS som etablerere av planlagt energisentral.

Etablering av energisentral

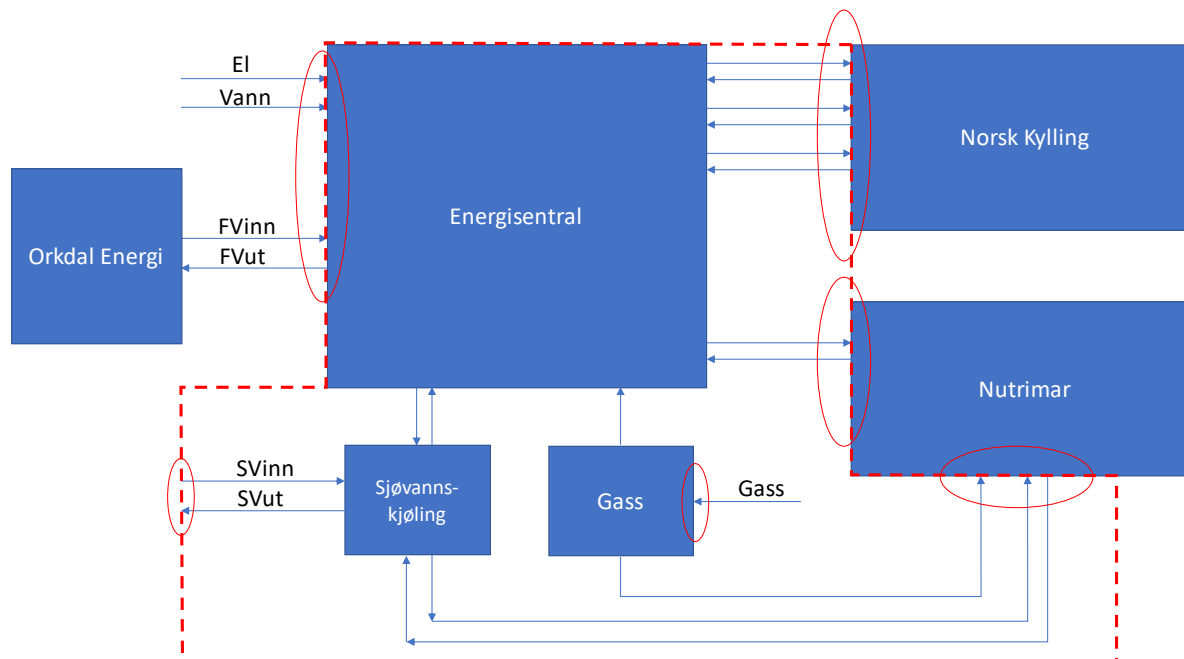
I forbindelse med fabrikkens skal det etableres en energisentral. Energisentralen (ES) etableres som eget selskap som skal levere energi til Norsk Kylling (NK), Nutrimar (NU) og Orkland Energi (OE) sitt fjernvarmenett som ES vil være tilknyttet. Se figur 1 for oversikt. ES vil være totalleverandør av all termisk energi i form av varme, kjøling og trykkluft til NK og NU. I ES vil det installeres damp- og hetvanns-kjeler, kjølemaskiner og trykkluftkompressorer. I tillegg til dette vil Norsk Kylling få levert energi fra ekstern strømleverandør.

Utfylt skjema for melding om utslipp etter forurensningsforskriften kapittel 27 er vedlagt dette brevet (vedlegg 1). I tillegg er det utført beregninger for

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

skorsteinshøyde (vedlegg 2), samt gjort en vurdering av utslipp av kjølevann fra energisentralen (vedlegg 3). Et flytskjema for energisentralen følger i vedlegg 4.



Figur 14. Illustrasjonen viser energiflyten mellom de ulike enhetene

Beregning av skorsteinshøyde

Resultatene av spredningsberegningene med skorsteinshøyde på 20 meter over bakkenivå viser at konsentrasjonene av nitrogendioksid (NO_2) og NO_x i omgivelsene ved energisentralen er forholdsvis lave. NO_2 -konsentrasjonene er langt under gjeldende grenseverdier for uteluft i forurensningsforskriften kapittel 7 på både time- og årsbasis. Imidlertid overstiges den stedsspesifikke grensen for NO_2 for bidrag fra nye fyringsenheter etter forurensningsforskriften kapittel 27 på timebasis enkelte steder. Luftkvalitetskriteriet for NO_2 på timebasis overstiges ved et par små boligområder. CO -konsentrasjonene er langt under gjeldende grenseverdier ved alle deler av området.

De stedsspesifikke grenseverdiene etter kravene i forurensningsforskriften kap. 27 både på time- og årsbasis er langt under grenseverdiene for uteluft i forurensningsforskriften kap. 7.

Spredningsberegningene foretatt i denne studien viser at ytterligere økning i skorsteinshøyde gir liten forbedring når det gjelder konsentrasjoner i luft ved innåndingsnivå (1,5 meter over terreng). Det vurderes derfor som praktisk, økonomisk og estetisk urimelig å forholde seg strengt til den lave stedsspesifikke timemiddelgrensen for NO_2 for anlegget. Ettersom luftkvaliteten i området med hensyn på NO_2 vurderes som tilfredsstillende og energisentralen i tillegg kun skal fungere som et back-up-anlegg, søkes det derfor om en skorsteinshøyde på anlegget på 20 meter over bakkenivå.

Se vedlegg 2 for ytterligere informasjon om beregningen.

Utslipp av kjølevann til Orkdalsfjorden

I energisentralen er det planlagt å benytte sjøvann for kjøling av prosessanlegget til Norsk Kylling AS og Nutrimar AS. Kjølevannet skal slippes ut i Orkdalsfjorden med overtemperatur. For å finne et utslippspunkt som gir god innblanding og fortykning i resipienten er det gjennomført en beregning, se vedlegg 3. Konklusjonen fra rapporten er gjengitt nedenfor

For utslippet av kjølvann anbefales det å plassere utslippsledning på 15 m vanddyb siden dette vil resultere i innlagring av utslippet på ca. 11-18 m vanddyb. Kun ved enkelte tilfeller kan det forekomme situasjoner med gjennombrudd til overflate (vinterperioden). Resultater fra beregningene ved utslipp til 15 m vanddyb og med maksimal forventet vannmengde viser at det er liten sannsynlighet for å få effekter av temperaturheving lengre enn ca. 20-30 m unna utslippspunktet. Temperaturendringene ansees derfor ikke å medføre ulemper for miljøet utenfor denne innblandingssonen. Mengden sjøvann som benyttes ved energisentralen er relativt stor, men likevel blandes utslippet raskt med omringede vannmasser. Ved lavere vannmengde vil influensområde være noe mindre. Det er god vannutskifting i Orkdalsfjorden og det er derfor liten sannsynlighet for at varmere vann blir stående i innerst del av havnen, noe som kunne ført til økende temperatur over tid.

Med vennlig hilsen

**Gunhild Flaamo**

Senior Consultant
1351780 - Environment & Nature

D +47 90152012
M +47 90152012
gunhild.flaamo@ramboll.no

Vedlegg:

1. Melding til Fylkesmannen om virksomhet etter forurensningsforskriftens kapittel 27: *Forurensninger fra forbrenning av rene brenslers 1 - 50 MW*
2. M-rap - 002 Beregning av skorsteinshøyde
3. M-rap - 001 Utslipp av kjølevann
4. Flytskjema Energisentralen



Fylkesmannen i Trøndelag

Fylkesmannens saksnr i eforte	
Melding mottatt dato:	
Kontrollklasse for virksomheten:	

Melding til Fylkesmannen om virksomhet etter forurensningsforskriftens kapittel 27:

Forurensninger fra forbrenning av rene brensler 1 - 50 MW

Skjemaet sendes elektronisk til Fylkesmannen i ditt fylke, se nettadresse på www.fylkesmannen.no. Lenke til forurensningsforskriften: [forurensningsforskriften](#)

Veiledning til meldingen:

Forklaring/definisjoner

Dette skjema gjelder for anlegg med en eller flere fyringsenheter i fysisk eller driftsmessig sammenheng på samme sted der summen av enhetenes installerte innfyrte effekt er 1-50 MW (fra og med 1 MW til og med 50 MW).

Enhetsstørrelse i § 27-4 a) og § 27-5 b) er summen av installert innfyrte effekt for fyringsenheter med samme brensel.

Installert innfyrte effekt er definert som den effekt som til enhver tid er mulig å utnytte ut fra faktisk brennerkapasitet uavhengig av hvilket brensel som til enhver tid blir benyttet.

Rene brensler er definert som oljer, gass, kull og biobrensel. Forurenset returtrevirke regnes *ikke* som rene brensler. EI-kjeler omfattes ikke av reguleringen og regnes ikke inn i anleggsstørrelsen.

Utfylling av skjema

Ansvarlig for anlegget har meldeplikt til fylkesmannen før anlegget starter opp eller før anlegg endres/utvides, jf § 27-8 og § 27-10.

Både produksjonsdata, tekniske data, utslippsdata og askedisponering/planlagt askedisponering skal fylles ut. For kombikjeler angis utslippsdata for begge/alle brenselstyper. For kombikjeler gjelder lempeligste utslippsgrenser.

Kvotepliktige utslipp av CO₂

Eksisterende og nye anlegg med nominell innfyrte effekt > 20 MW som har utslipp av fossil CO₂, må søke Klima- og forurensningsdirektoratet om særskilt tillatelse til kvotepliktige utslipp. Dett gjelder også for anlegg med installert innfyrte effekt ≤ 20 MW dersom anlegget

står i driftsmessig sammenheng med andre forbrenningsanlegg i samme nett slik at innfyrt effekt er > 20 MW.

Melding og oppstart

Nye anlegg eller utvidelser/endringer skal i god tid før oppstart/endring sende utfylt skjema til Fylkesmannen. Anlegg som omfattes av kapittel 27, men som driver uten tillatelse, bør også sende inn meldingsskjema.

Virksomheten kan starte opp/endre/utvide fra 6 uker etter at meldingen er bekreftet mottatt av Fylkesmannen, med mindre Fylkesmannen fastsetter noe annet.

Fylkesmannen kan på bakgrunn av meldingen pålegge virksomheten å søke om tillatelse i henhold til § 11 i forurensningsloven.

Mellomlagring av aske

Mellomlagring av aske krever særskilt tillatelse fra Fylkesmannen.

1. Bedriftsdata

Bedriftsnavn	<u>NHP Energieiendom Drift AS / Orkland Energi Varme AS</u>		
Gateadresse	Havneveien 46		
Postadresse	7300 Orkanger		
Kommune	Orkdal	Fylke: Trøndelag	
Kontaktperson	Navn:(NHP) Hans-Olav Midtbust (OEV) Johan Skjølberg	e-post:(NHP) hans-olav.midtbust@ramboll.no (OEV) Johan.Skjolberg@orkla	Tlf: (NHP) 93258199 (OEV) 93806828
Org. nummer (bedrift)	Vil registreres som firma senere		

Gårdsnr.		Bruksnr.:	
Kartreferanse (UTM- koordinater)	Sonebelte	Nord - Sør	Øst - Vest
	UTM 33	7030531.91 N	240857.6 Ø
Etableringsår/byggeår anlegg:	2020	Endret/utvidet år:	
Avstand til nærmeste bolig, skole, institusjon og lignende (m)	500 m til nærmeste bolig		

2. Planstatus

Dokumentasjon på at virksomheten er i samsvar med eventuelle planer etter plan - og bygningsloven skal legges ved meldingsskjemaet til kommunen. Planbestemmelsene kan gi føringer blant annet for utforming av anlegg, støy, lukt med mer.

Er lokaliseringen behandlet i reguleringsplan?	ja
Reguleringsplanens navn og dato for vedtak	Reguleringsplan for Furumoen, vedtatt 6.12.2017

3. Produksjonsdata

a) beskrivelse

Systembeskrivelse og flytskjema for anlegget	I vedlegg
Type brensler	LNG

b) anlegg med en type hovedbrensel (LNG/LBG)

Samlet installert innfyrt effekt	25	MW
Antall fyringsenheter	2	stk
Estimert driftstid - grunnlast	0	timer/år
Estimert driftstid – spiss-/reserbelast	800	time /år
Estimert produsert energimengde – grunnlast	0	GWh/år
Estimert produsert energimengde – spiss-/reserbelast	8,3	GWh/år

c) anlegg med flere typer hovedbrenslar (angi hovedbrenslar)

Samlet installert innfyrt effekt		MW
Antall fyringsenheter		stk
Estimert driftstid - grunnlast		timer/år
Estimert driftstid – spiss-/reserbelast		time /år
Estimert produsert energimengde – grunnlast		GWh/år
Estimert produsert energimengde – spiss-/reserbelast		GWh/år

d) Opplysninger om fyringsenhetene

	Type brensel	Damp / hetvann / direkte fyrt	Grunnlast eller spisslast	Innfyrt effekt [MW]	Termisk effekt [MW]
Samlet nominell effekt					
Fyringsenhet 1 ¹	LNG/LBG	Damp	Reserve/spisslast	11,4	10
Fyringsenhet 2 ¹	LNG/LBG	Hetvann	Reserve/spisslast	13,6	12
Fyringsenhet 3 ¹					
Fyringsenhet 4 ¹					
Kombienhet Flere brenslar i samme fyringsenhet	/				
Enhetsstørrelse Sum fyringsenheter med samme brense ²	LNG/LBG		Reserve/spisslast	25	22
Enhetsstørrelse Sum fyringsenheter med samme brense ²					

¹ Skriv inn eget unikt navn på fyringsenhet

² Kombienheter summeres inn i enhetsstørrelse for det brensel som gir lempeligste utslippsgrenser

4. Tekniske data

En (1) tabell per fyringsenhet

Fyringsenhet 1		
Forbrenningsløsning: <i>Rist / fluidized bed / brenner/etc.</i>	<u>Gassbrenner</u>	
Type enhet: <i>Røykrørskjel//Vannrørskjel/direkte fyring /etc.</i>	<u>Røykrørskjel</u>	
Temperatur ut: <i>Gjelder dampkjel</i>	128	° C
Røykgasstemperatur	120	° C
Røykgassmengde <i>Fuktig gass</i>	13595	Nm ³ /time
Røykgassrensing: <i>Multisyklon/ posefilter/ elektrofilter/etc.</i>		
Utslippshøyde over bakken	20	m
Utslippshøyde over tak	12	m
Røykrørsdiameter	0,60	m

En (1) tabell per fyringsenhet

Fyringsenhet 2		
Forbrenningsløsning: <i>Rist / fluidized bed / brenner/etc.</i>	<u>Gassbrenner</u>	
Type enhet: <i>Røykrørskjel//Vannrørskjel/direkte fyring /etc.</i>	<u>Røykrørskjel</u>	
Temperatur ut: <i>Gjelder varmtvannskjel</i>	208	° C
Røykgasstemperatur	200	° C
Røykgassmengde <i>Fuktig gass</i>	16914	Nm ³ /time
Røykgassrensing: <i>Multisyklon/ posefilter/ elektrofilter/etc.</i>		
Utslippshøyde over bakken	20	m
Utslippshøyde over tak	12	m
Røykrørsdiameter	0,60	m

5. Utslippsdata

a) Utslipp til luft

En (1) tabell per brenselstype (kopier denne tabell for hver brenselstype)

Brenselstype: ³			
Utslippskomponent	mg/Nm³	vol % O₂	Midling
Karbonmonoksid (CO)	<u>0</u>	<u>3</u>	Time

Nitrogenoksid (NO _x)	100	3	Time
Støv	0		12 timers

³ Kombienheter angis med utslipp for begge brenselstyper

Karbondioksid (CO ₂) ⁴	3,93	Tonn/år
---	------	---------

⁴ Gjelder kvotepliktige anlegg

Spredningsberegninger er gjennomført (dato og vedlegg nummer)	24.4.2019 (vedlegg 2)
---	------------------------------

6. Aske

a) Askedisponering¹

En (1) tabell per brensel

Brenselstype	Mengde tonn/år	Disponering
Askebehandling		
Bunnaske		
Flyveaske		

¹ Mellomlagring av aske krever tillatelse fra Fylkesmannen