

Green Mountain

► Spredningsberegninger

Utslipp fra drift av dieselgeneratorer

Rennesøy

Oppdragsnr.: 52407127 Dokumentnr.: Luft01 Versjon: J03 Dato: 2025-09-26



Oppdragsgiver: Green Mountain
Oppdragsgivers kontaktperson: Jim-Aage Johansen, Torkild Follaug
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Kjørboveien 22, NO-1337 Sandvika
Oppdragsleder: Stine Torstensen
Fagansvarlig: Stine Torstensen
Andre nøkkelpersoner: Katrine Bakke

J03	2025-09-26	For bruk	STITOR	KJB	STITOR
B02	2025-02-04	Til oppdragsgivers kommentar	STITOR	KJB	STITOR
A01	2025-01-27	Utgave til intern fagkontroll	STITOR	KJB	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Green Mountain AS ("GM") har bygget, eier og drifter flere datasentre i Norge, og disse er tilknyttet lokale og nasjonalt strømnnett. GM har reservert strømkapasitet til å drive anleggene, i tråd med avtale med strømleverandøren i området. For å sikre den kontinuerlige driften og leveransene tilknyttet datasentrene, har GM også etablert reserve/nødstrømanlegg for datasentrene. Disse anleggene består av dieselgeneratorer, som i normalsituasjon ikke skal være i bruk.

For å sikre at dieselgeneratorene til enhver tid kan opereres testes de en gang i måneden, og ved et strømutfall skal de kunne driftes i 40 timer. Utslipp av eksos fra generatorene kan medføre dårlig luftkvalitet rundt anlegget. Spredningsberegninger kan synliggjøre om dette er en utfordring for omgivelsene.

Norconsult har gjennomført spredningsberegninger av utslipp av NO_x som NO₂, fra drift av generatorene på Rennesøy. Det er utført beregninger for samtidig drift av alle de 10 installerte generatorene, både ved behov for reserve/nødstrøm og drift i inntil 48 timer, samt for en times månedlig testing, ved hjelp av spredningsberegningsmodellen Aermol. Spredningsberegningsmodellen gir mulighet for å beregne bakkekonsentrasjoner for tilfeller der en får nedslag av avgass pga. turbulens og levirvler bak bygninger. Aktuelle bygninger på industriområdet er lagt inn i modellen. Det er benyttet digital terrengmodell for området, og det er benyttet lokalt tilpassede meteorologidata for perioden 2019-2023. For modellering av NO₂ er variasjon i ozonnivå ivare tatt i beregningene. Utslippsdata fra motorleverandør er lagt til grunn for modelleringer av bakkekonsentrasjonsbidrag av NO₂.

Modelleringene viser at samtidig drift av 10 generatorer både ved behov for nødstrøm og drift i inntil 48 timer, samt for en times månedlig testing, ikke overskrider korttids eller langtidsmiddelverdier i krav til lokal luftkvalitet ved nærmeste nabo eller annen bebyggelse med bruksformål som er følsomt for luftforurensning. Nær utslippspunktene, på industriområdet, vil det imidlertid forekomme overskridelser.

I Miljødirektoratets Fagbrukertjeneste er dagens luftkvalitet i området vist å være god.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Beliggenhet	5
1.3	Prosessbeskrivelse	7
1.4	Utslippspunkter	8
2	Utslippskrav og krav til lokal luftkvalitet	9
2.1	Utslippskrav	9
2.2	Nasjonale krav til lokal luftkvalitet	9
3	Modellering og meteorologi	10
3.1	Modellering – AERMOD	10
3.2	Meteorologi og terrengdata	11
3.3	Områdets luftkvalitet - fra Fagbrukertjenesten	12
3.4	Anleggs- og utslippsdata	13
3.5	Usikkerheter	14
4	Resultater	15
4.1	Nøddrift av generatorer	15
4.2	Månedlig testing av reserve/nødgeneratorer	18
4.3	Oppsummering resultater	18
5	Referanser	19

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Green Mountain AS ("GM") har bygget, eier og drifter flere datasentre i Norge, og disse er tilknyttet lokale og nasjonale strømnnett. GM har avtale med strømleverandør i området og har reservert strømkapasitet til å drive anleggene.

For å sikre den kontinuerlige driften og leveransene tilknyttet datasentrene, har GM også etablert reserve/nødstrømanlegg tilknyttet datasentrene. Anleggene består av dieselgeneratorer, som utelukkende skal benyttes som reserveløsning for å sikre nødstrøm for det svært usannsynlige scenarioet at det oppstår fullt strømbrudd i regionen. Reserve/nødstrømanlegget skal følgelig kun brukes hvis noe uforutsett skulle skje med det lokale eller nasjonale strømnettet. I Norge er dette vurdert å utgjøre en lav sannsynlighet og risiko.

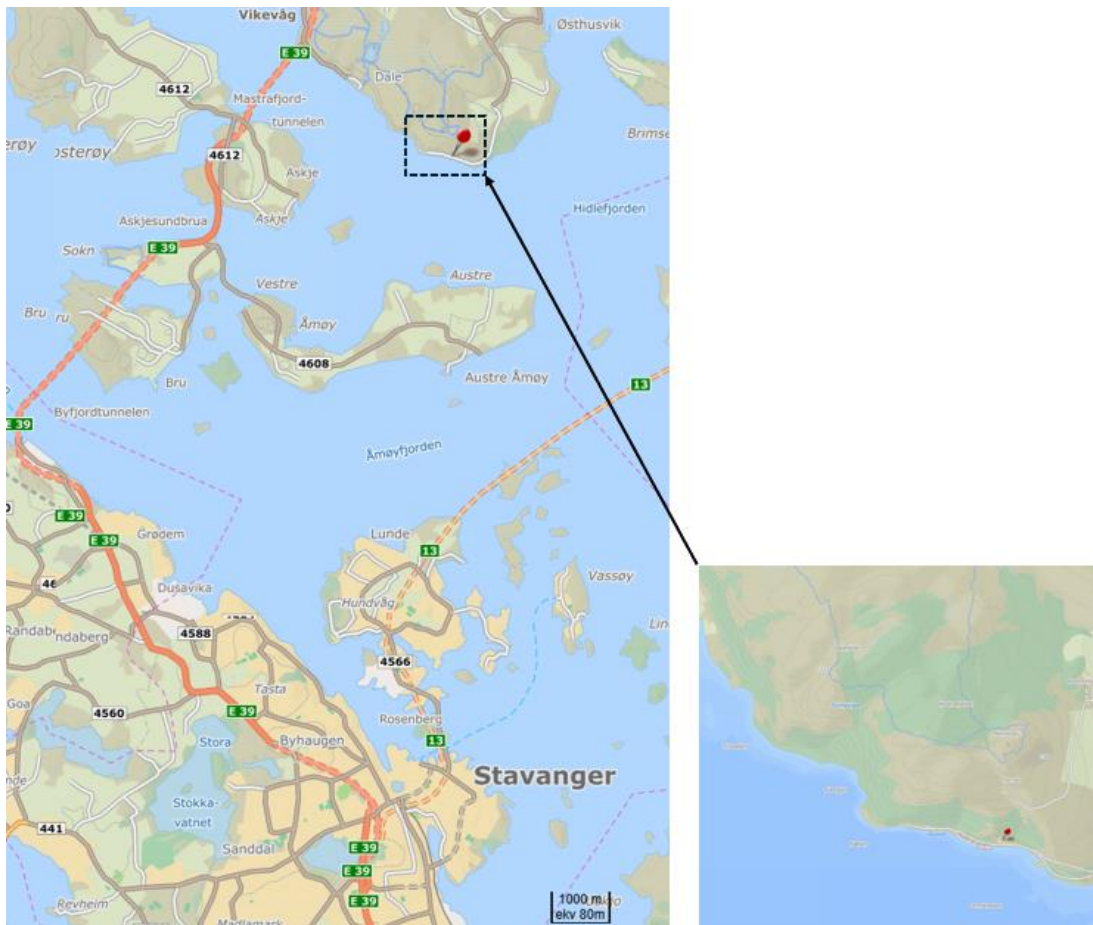
Det er også svært viktig at GM har en slik reserve/nødløsning på plass, ettersom datasentrene er underlagt Sikkerhetsloven som kritisk infrastruktur. GM er derfor underlagt strenge forpliktelser til å påse stabilitet og kontinuerlig drift, og må ha løsninger på plass for ekstraordinære situasjoner.

For å sikre at dieselgeneratorene til enhver tid er tilgjengelige for drift, testes de en gang i måneden, og ved et strømutfall skal de kunne driftes i 40 timer. Utslipp av eksos fra generatorene kan medføre dårlig luftkvalitet rundt anlegget. Det er derfor utført spredningsmodellering av utslippene for å synliggjøre om dette er en utfordring for omgivelsene.

1.2 Beliggenhet

GM etablerte i 2013 et datalagringssenter på Rennesøy i Stavanger kommune. Anlegget er plassert i et skog-, landbruks- og havområde, isolert i enden av Hodneveien. Tidligere var anlegget benyttet som NATO-base. Det er ingen gjennomgangstrafikk i området, og det er sikret med gjerde og er ikke tilgjengelig som friluftsområde. Det er ingen skoler, boliger eller institusjoner nær anlegget. Beliggenhet er vist i Figur 1 til Figur 4.

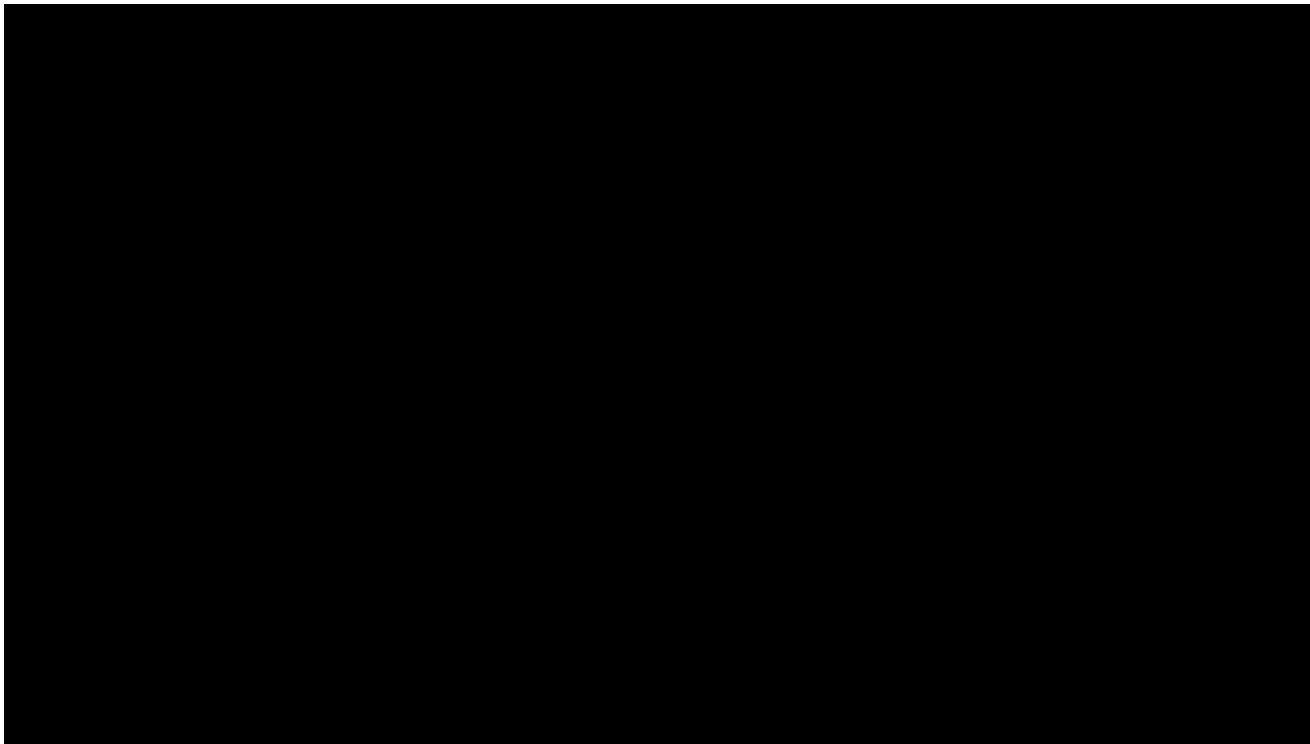
Det ble installert 7 generatorer i perioden 2013 – 2021 og ytterligere 3 generatorer i 2024.



Figur 1: Beliggenhet av GM Rennesøy (rød pin)(Kart: Finn.no)



Figur 2: Oversiktskart over tomt for datasenteret - Gnr/bnr. 237/7, 237/5, 236/16 er markert med blått.



Figur 3: Plassering av dieselgeneratorer, rød markering.

1.3 Prosessbeskrivelse

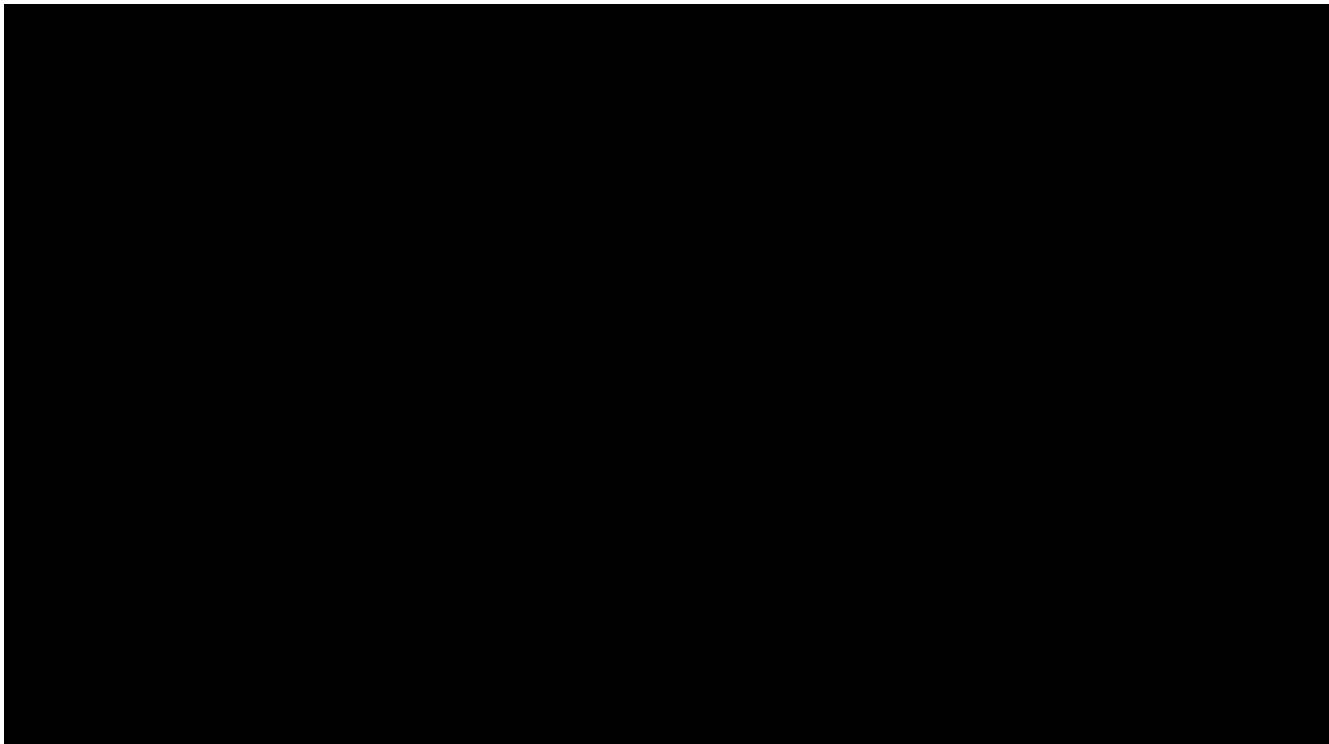
Anleggene er utformet med en individuell skorstein for hver generator i separate enheter. Dette er et resultat av tekniske vurderinger, og blant annet basert på kravet til redundans på kraftforsyning.

Selv om anleggene kun skal brukes i nødstilfeller, kreves det regelmessig vedlikehold og testing av generatorene for å sørge for at de fungerer som de skal. Vedlikehold inkluderer blant annet inspeksjon av mekaniske deler, testing av systemets respons på strømbryt, og sikring av at drivstofftilførselen er tilstrekkelig og i god stand. En godt utarbeidet vedlikeholdsplan er avgjørende for å opprettholde anleggenes pålitelighet. Under vedlikeholdsdrift kjøres generatorene aldri på full effekt, men planlagt effekt på rundt 50-70%. På Rennesøy benyttes to ulike tester:

- Test 1: Månedlig generatorkjøring (test utfall av nettstrøm) i 30 min hvor alle ■ generatorene starter samtidig og kjører sammen.
- Test 2: Månedlig generatorkjøring i 30 min hvor alle ■ generatorene synkroniserer seg opp mot nettet og eksporterer strøm utover datasenterets eget behov til nettet.

Anlegget på Rennesøy skal i utgangspunktet ha kapasitet til å driftes i 40 timer ved utfall av strømmettet.

1.4 Utslippspunkter



Figur 4: Plassering generatorer, avgassrør vender utover mot sjøen.

2 Utslippskrav og krav til lokal luftkvalitet

2.1 Utslippskrav

For mellomstore forbrenningsanlegg (MCP) mellom ■■■ MW som benytter rene brensler er grenseverdier for NO_x fra kjeler, gassturbiner og motorer gitt i forurensningsforskriftens kapittel 27 [1]. Det er imidlertid unntak for anlegg som drifter mindre enn 500 timer per år. For store forbrenningsanlegg med innfyrt effekt over ■ MW gjelder i utgangspunktet direktivet for store forbrenningsanlegg, LCP. For Rennesøy er det fra forurensningsmyndigheten(e) ikke endelig avklart hvilket regelverk som skal legges til grunn. Det er derfor ikke lagt til grunn utslippsgrenser i denne beregningen, men valgt å benytte estimerte utslipp oppgitt fra leverandører av dieselgeneratorer som GM benytter. Disse er høyere enn utslippsgrensene gitt i kapittel 27.

2.2 Nasjonale krav til lokal luftkvalitet

Juridisk bindende krav til luftkvalitet i Norge er fastsatt i kapittel 7 i forurensningsforskriften [2].

Tabell 1: Gjeldende grenseverdier i forurensningsforskriften [3].

	NO ₂ (µg/m ³)	
	Midlingstid: 1 time	Midlingstid: 1 år
Gjeldende grenseverdi forurensningsforskriften	200	40
Antall tillatte overskridelser årlig	18	-

3 Modellering og meteorologi

3.1 Modellering – AERMOD

Spredningsmodelleringene er utført med programmet AERMOD View v.11.2.0 fra Lakes Environmental.

AERMOD er en gaussisk spredningsmodell, godkjent og anbefalt av EPA (United States Environmental Protection Agency). Modellen er også godkjent av norske myndigheter. Programmet simulerer fysiske atmosfæriske prosesser og gir estimer på konsentrasjoner i omgivelsene over et vidt spekter av meteorologiske forhold og modelleringsscenarier.

Modellen er basert på blant annet blandingshøyde, temperatur og temperaturprofil, atmosfærens turbulente egenskaper, samt komplekse terrengmodeller. Den inkluderer blant annet beregninger av stedsspesifikke parametere for å beskrive dannelse av atmosfæriske grensesjikt, godt utviklede formler for spredning som inkluderer lagdeling, konvektive forhold og stabile inversjonslag, vertikale profiler for vind, temperatur og turbulens, samt nedslagseffekter fra omkringliggende høye bygninger. AERMOD gir visuell presentasjon av resultatene.

I modellen beregnes maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag for en gitt tidsperiode med meteorologisk data, her er det benyttet data for 2019 til 2023. De meteorologiske dataene er basert på modellen Weather Research and Forecast (WRF), modellert av Norconsult Kjeller Vindteknikk. De meteorologiske dataene behandles i en egen programdel, AERMET, og terrengdataene er prosessert i en egen programdel, AERMAP. Konsentrasjonene i omgivelsene blir beregnet i mikrogram per kubikkmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

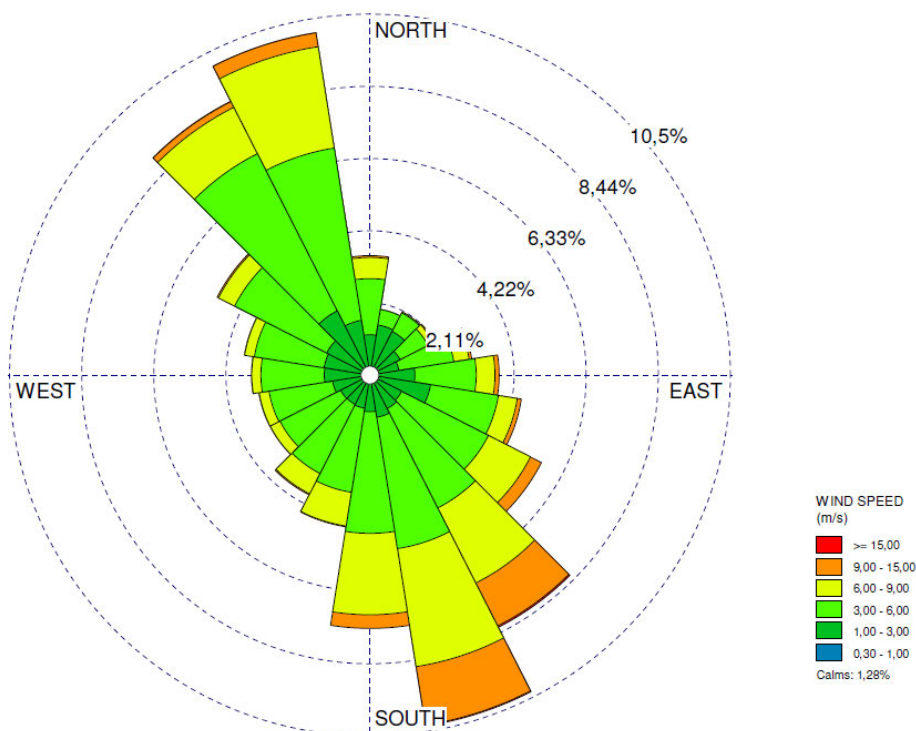
Det er utført modelleringer for nitrogendioksid (NO_2) som utslippsparameter, og det er gjort beregninger for de midlingstider som er angitt i kapittel 7 i forurensningsforskriften.

Ved sjelden drift, som her, med månedlig testkjøring vil det ikke være mulig å beregne korttidsmidlet bakkekonsentrasjonsbidrag i tråd med krav i forurensningsforskriftens kapittel 7 med 18 tillatte timeoverskridelser per år. Med testing 12 halve timer per år vil anlegget kunne overskride krav til lokal luftkvalitet ved hver testing og fortsatt være innenfor angitt grenseverdi. Grenseverdi for årsmiddel legges derfor til grunn.

Det er gjort beregninger for årsmiddel for bakkekonsentrasjonsbidrag ved 2 meters høyde.

3.2 Meteorologi og terrengdata

De meteorologiske parameterne som brukes i AERMOD er temperatur, luftfuktighet, lufttrykk, vindretning, skydekke, vindhastighet, skyhøyde, jordstråling og nedbørsmengder. Dataene er basert på modellen Weather Research and Forecast (WRF) og beregnet av Norconsult Kjeller vindteknikk. Meteorologi fra 2019 til 2023 er brukt i vurderingen av luftkvalitet. Vindrose basert på modelleringen for 2019 til 2023 er presentert i Figur 5, og viser hvilken retning vinden blåser fra.



Figur 5: Vindrose for datasett for Rennesøy benyttet i spredningsberegningene, 2019-2023. Fremherskende vindretning er fra nordvest og sørøst.

Den mest fremtredende vindretningen i området er fra nordvest og sørøst, og det er vindstille litt over 1% av tiden.

Digitale terrengdata hentet fra GeoNorge er benyttet i modelleringen.

3.3 Områdets luftkvalitet - fra Fagbrukertjenesten

I tillegg til data i Nasjonalt utslippssystem har også Miljødirektoratet en fagbrukertjeneste [4] for alle norske kommuner der det er mulig å hente ut både korttidsmiddelverdier og årsmiddelverdier for et område.

For Stavanger er det i fagbrukertjenesten for perioden 2019 til 2023 følgende data å finne for lokasjonen der Rennesøy ligger:



Figur 6: Korttidsmiddel (19. høyeste) og årsmiddelverdi for NO₂ fra Fagbrukertjenesten.

Som vist i Figur 6 er ingen av verdiene i Fagbrukertjenesten over grenseverdi for lokal luftkvalitet for området. Dette er oppsummert i Tabell 2.

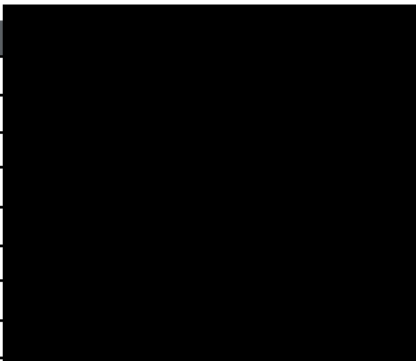
Tabell 2: Korttidsmiddel og langtidsmiddelverdier for industriområdet fra Fagbrukertjenesten.

		NO ₂
19. høyeste time	µg/m ³	35
Årsmiddel	µg/m ³	6

3.4 Anleggs- og utslippsdata

I spredningsmodelleringen er det lagt til grunn forutsetninger basert på datablad for de  generatorene som er installert på anlegget, av typen . I tillegg har oppdragsgiver oppgitt diameter på utløpet og høyder på bygg og utløp over bakken:

Tabell 3: Anleggs- og utslippsdata

Tilført termisk effekt pr generator	
Volumstrøm	
Avgasshastighet	
Utslippskonsentrasjon NO ₂	
Utslippsmengde	
Utløpstemperatur	
Diameter avgassutløp	
Utløpshøyde over bakken	

¹⁾ Informasjon fra tilsvarende generator, fra CAT.

I modelleringen er det benyttet identiske forutsetninger for hver av de 10 generatorene, og med horisontale utslippspunkter.

For denne type anlegg er det vanlig å legge til grunn at 95% av utslippet av NO_x foreligger som NO og 5% foreligger som NO₂. Under påvirkning av sollys og ozon vil noe NO oksideres til NO₂ i nærområdet. Spredningsberegningene er gjort for NO₂ som utslippsparameter. I beregningene er bakgrunnsverdier for ozon tatt med og modellen hensyntar oksideringen.

I modelleringen er det tatt hensyn til at det kan forekomme nedslag av avgass på grunn av turbulens og levirvler bak bygninger ved at omkringliggende bygninger er tatt med i modellen og en egen modul i modellen kalkulerer dette.

For å beregne bakkekonsentrasjonsbidrag ved drift av dieselgeneratorene er det modellert for flere driftsscenarier. Nødstrømanlegget skal ha kapasitet for 40 timers drift, men med bakgrunn i at det i dag finnes dieselmengder som muliggjør drift i 48 timer er dette lagt til grunn i spredningsberegninger av generatordrift. Den minst gunstige meteorologiske timen for hvert av årene i perioden 2019 til 2023 er funnet og lagt til grunn for videre modellering av en episode med nødstrøm for hvert av de fem årene. For hvert år er tidspunktet for maksimalt timemidlet bakkekonsentrasjonsbidrag plukket ut.

Modellen gir ikke mulighet for å legge inn kortere varighet enn 1 time utslipp, så selv om anlegget ved testing kun driftes kortere enn dette er det ikke ivare tatt i modellering. Resultatene vurderes også derfor som konservative siden de er for et lenger tidsrom enn reell testkjøring.

Modellering er deretter utført for:

- 48 timers drift på samtlige generatorer rundt det tidspunktet for hvert av 5 år som gir det høyeste timemiddelbidraget – beregnet for hvert av 5 år.
- 1 times drift hver måned for samtidig drift på alle generatorer, der dag/måned for hvert av de 5 år som gir det høyeste timemiddelbidraget er ivare tatt – utvalgt år 2023 er benyttet.

3.5 Usikkerheter

Spredningsmodeller gir mulighet til å kvantifisere hvordan ulike meteorologiske, kjemiske og fysiske forhold påvirker luftkvaliteten og utslipp fra ulike kilder. Som planleggingsverktøy vil de kunne kartlegge luftforurensning i tid og rom, kvantifisere effekten av ulike tiltak og beregne scenarier for fremtidige utslippssituasjoner.

Modeller er forenklinger av virkeligheten (de faktiske forhold), og inngangsdata er nesten alltid forenklet. Derfor vil resultatene også inneholde usikkerhet. Unøyaktige inngangsdata og usikkerhet i modellene er ikke uavhengig av hverandre. Feil i inngangsdata eller tilnærmingen til disse, i parameterverdier, modellstruktur og modellens algoritmer er alle kilder til usikkerhet. Noen kilder til usikkerhet er [5]:

1. Usikkerhet i inngangsdata:

- Utslippsnivå for generatorer er hentet fra datablad, men er foreløpig ikke målt. Det er derfor usikkert på nøyaktig nivå på utslippet.
- Meteorologiske forutsetninger varierer med tiden. I AERMOD benyttes data fra 2019 til 2023 for området, det kan forekomme lokale avvik ift. planområdet.
- Meteorologidata ble levert av Norconsult Kjeller Vindteknikk. Da meteorologidataene også er modellerte data, forventes det å være usikkerheter knyttet til disse.
- Bakgrunnskonsentrasjonene hentet fra Nasjonalt utslippssystem er basert på beregninger. Oppløsningen på beregningspunktene er såpass lav at lokale forskjeller, særlig i byområder og tettsteder, blir ikke fanget opp.
- Det er benyttet utslippsdata for en hel time, men reelt testscenario er ca halvparten av dette hver måned.
- Det er benyttet full effekt på generatorene, selv om de ved månedlig testing går på lavere effekt.

2. Usikkerhet i modellen:

- Variasjoner av observerte inndata og resultater på mindre romlig skala enn modellens oppløsning.
- Variasjoner av observerte inndata og resultater med kortere tidsoppløsning enn modellens oppløsning.

3. Numeriske feil:

- Feil i modellens algoritme.

I tillegg til usikkerhetsfaktorene nevnt ovenfor kommer såkalt «inherent uncertainty» (iboende usikkerhet), dvs. usikkerhet som skyldes at spredningen reelt varierer ved samme meteorologiske forhold [6].

4 Resultater

Som beskrevet tidligere i rapporten er det innledningsvis utført modellering for alle fem år for perioden 2019-2023 for å finne den episoden for hvert av årene som gir maksimalt timemiddelbidrag.

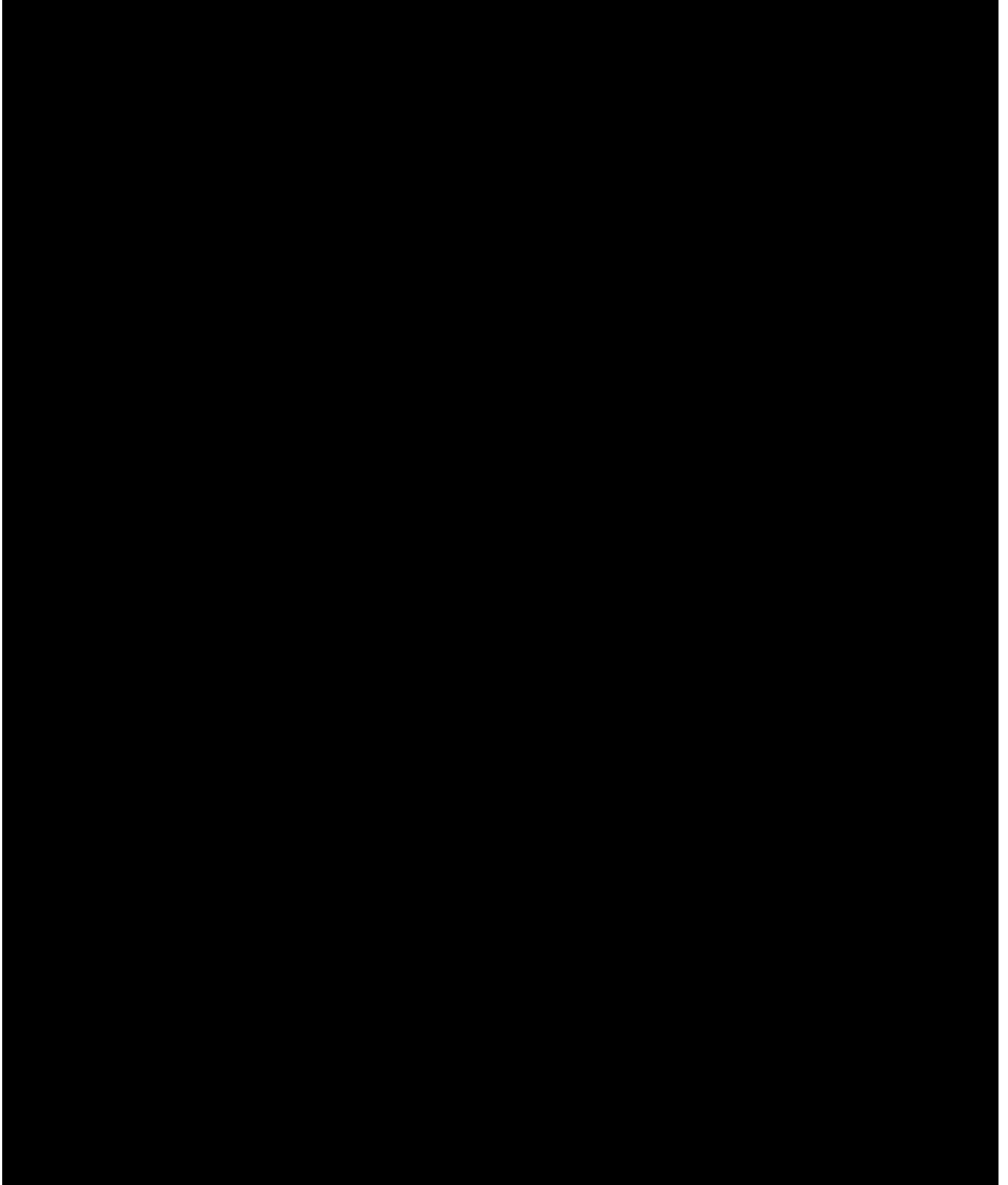
Deretter er det for hvert enkelt år modellert en nødsituasjon med samtidig drift på alle dieselgeneratorer i den tidsperioden det oppstår maksimalt timemiddelbidrag.

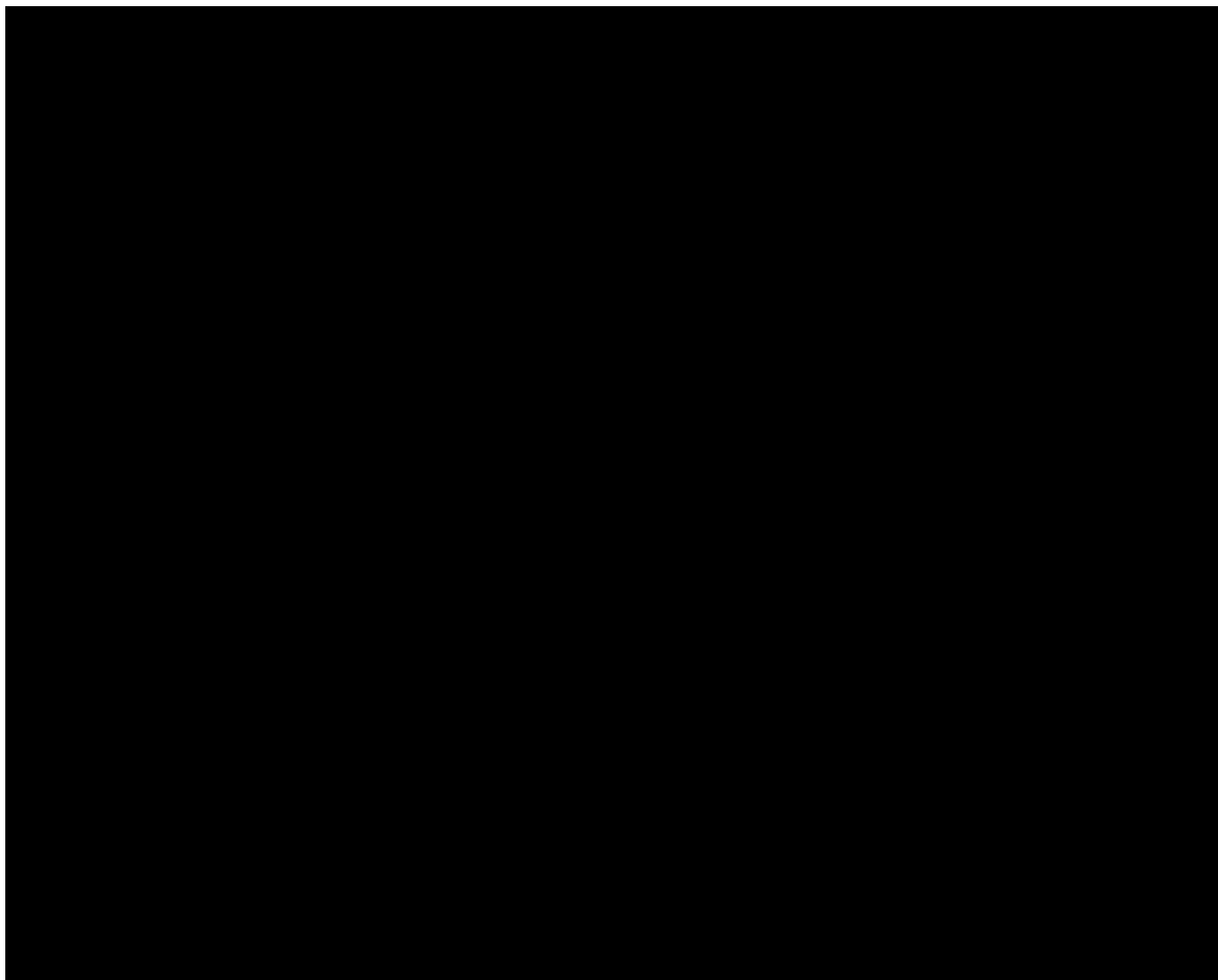
I tillegg er det gjennomført modellering som ivaretar månedlig testing av dieselgeneratorene, med testing av alle dieselgeneratorene samtidig. I og med at modellen har en nedre begrensning på 1 time ved innlegging av utslippsdata vurderes resultatene for denne modelleringen å være konservativ. Det er benyttet utvalgt meteorologi for et år, 2023.

4.1 Nøddrift av generatorer

Resultater for modellering av én nødsituasjon for hvert av årene 2019 til 2023 er vist i Tabell 4 under. Bakkekonsentrasjonsbidraget er vist i $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Det er ikke overskridelser av grenseverdi for lokal luftkvalitet hverken for 19. høyeste time ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) eller for årsmiddel ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ved nærmeste nabo eller annen bebyggelse med bruksformål som er følsomt for luftforurensning, kun inne på virksomhetens eget område. Overskridelser av grenseverdi er merket med rødt. Nærmeste nabo ligger lenger mot øst enn de viste utslippsrosene.

Tabell 4: Oppsummering av 19. høyeste timemiddelbidrag og årsmiddelbidrag for årene 2019-2023.

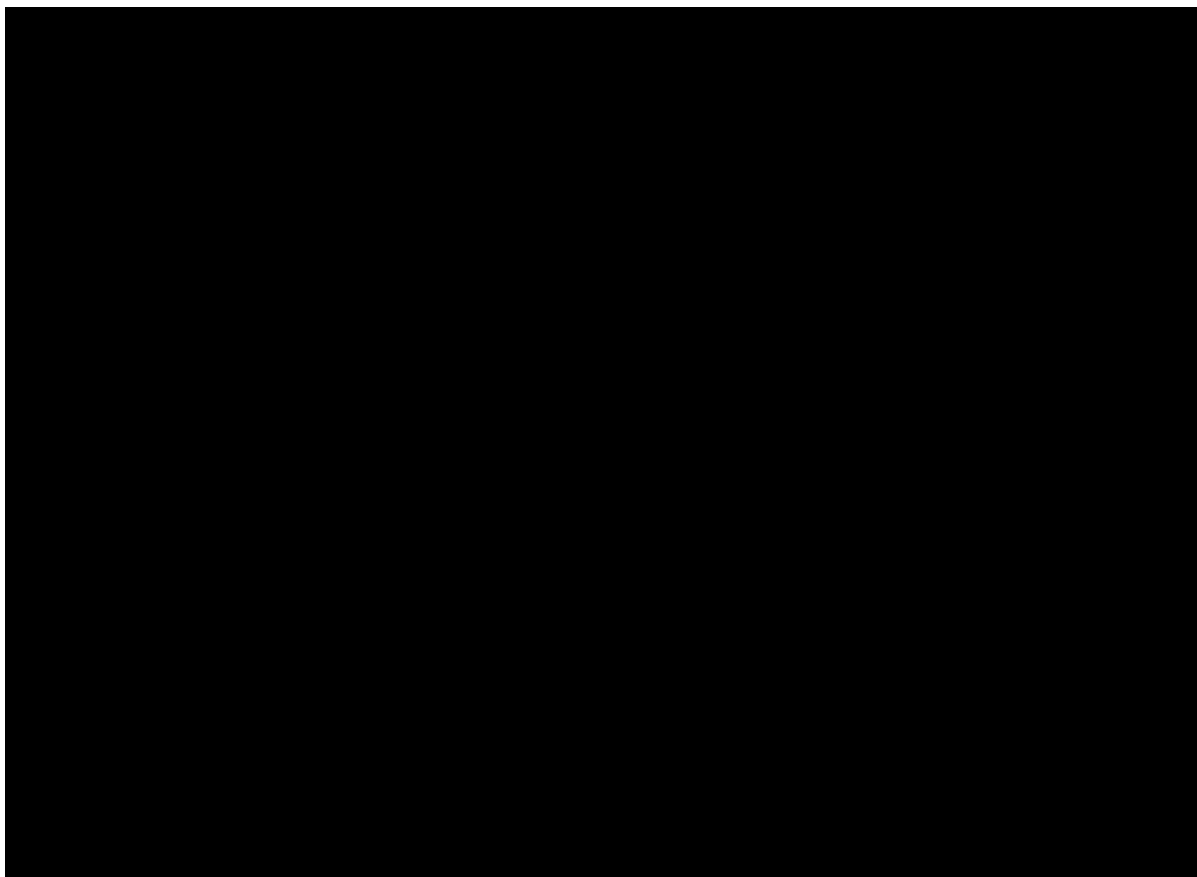




Som oppsummert i illustrasjonene varierer spredningen av utslipp med meteorologiske forhold.

4.2 Månedlig testing av reserve/nødgeneratorer

Resultatet for årsmidlet bakkekonsentrasjonsbidrag for månedlig testing av generatorer med meteorologi for 2023 er vist under i Figur 7. Det 19. høyeste timemiddelbidraget er ikke mulig å modellere med kun 12 timer årlig drift på anlegget.



Figur 7: Årsmidlet bakkekonsentrasjonsbidrag fra månedlig testing, $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Benyttet meteorologi for 2023.

Som vist i Figur 7 er det ikke overskridelser av grenseverdi for årsmidlet bakkekonsentrasjonsbidrag ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ved nærmeste nabo eller annen bebyggelse med bruksformål som er følsomt for luftforurensning, kun inne på virksomhetens eget område.

4.3 Oppsummering resultater

Basert på forutsetningene for samtidig drift av  generatorer både ved behov for reserve/nødstrøm og drift i inntil 48 timer, samt for månedlig testing, vil det ikke forekomme overskridelser av grenseverdi for lokal luftkvalitet ved nærmeste nabo eller annen bebyggelse med bruksformål som er følsomt for luftforurensning. Det vil imidlertid forekomme inne på virksomhetens eget område.

Dagens situasjon for luftkvalitet i området, hentet fra Miljødirektoratets Fagbrukertjeneste viser ingen overskridelser i området rundt anlegget, og er vurdert å være god.

5 Referanser

- [1] Lovdata, «Forurensingsforskriften kapittel 27,» 2021. [Internett]. Available: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_8-4#KAPITTEL_8-4. [Funnet 2024].
- [2] Klima- og miljødepartementet, «FOR 2004-06-01 nr. 931. Forskrift om begrensning av forurensing (forurensningsforskriften),» Lovdata, 2004.
- [3] Klima- og miljødepartementet, «FOR 2004-06-01 nr. 931. Forskrift om begrensning av forurensing (forurensningsforskriften),» 2004. [Internett]. Available: https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931/KAPITTEL_3#KAPITTEL_3. [Funnet 2024].
- [4] Miljødirektoratet, «Fagbrukertjeneste for luftkvalitet,» [Internett]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/fagbrukertjeneste-for-luftkvalitet/?kommune=1149&underside=aarsmiddel>. [Funnet 2024].
- [5] NILU, «Luftkvalitet.info - ModLUFT,» [Internett]. Available: <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Modeller/USIKKERHET.aspx>. [Funnet 2020].
- [6] Miljødirektoratet, «Veileder M980 - Spredningsberegning og bestemmelse av skorsteinshøyde,» 2018.
- [7] Miljødirektoratet, «Nasjonalt utslippssystem,» [Internett]. Available: <https://utslippssystem.miljodirektoratet.no/>. [Funnet 2024].
- [8] Folkehelseinstituttet, «Luftkvalitetskriterier,» 09 Juni 2023. [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/kl/luftforurensninger/luftkvalitet/?term=>.
- [9] Folkehelseinstituttet, «Luftkvalitetskriterier,» 26 Oktober 2015. [Internett]. Available: <https://www.fhi.no/ml/miljo/luftforurensninger/luftkvalitetskriterier/>.