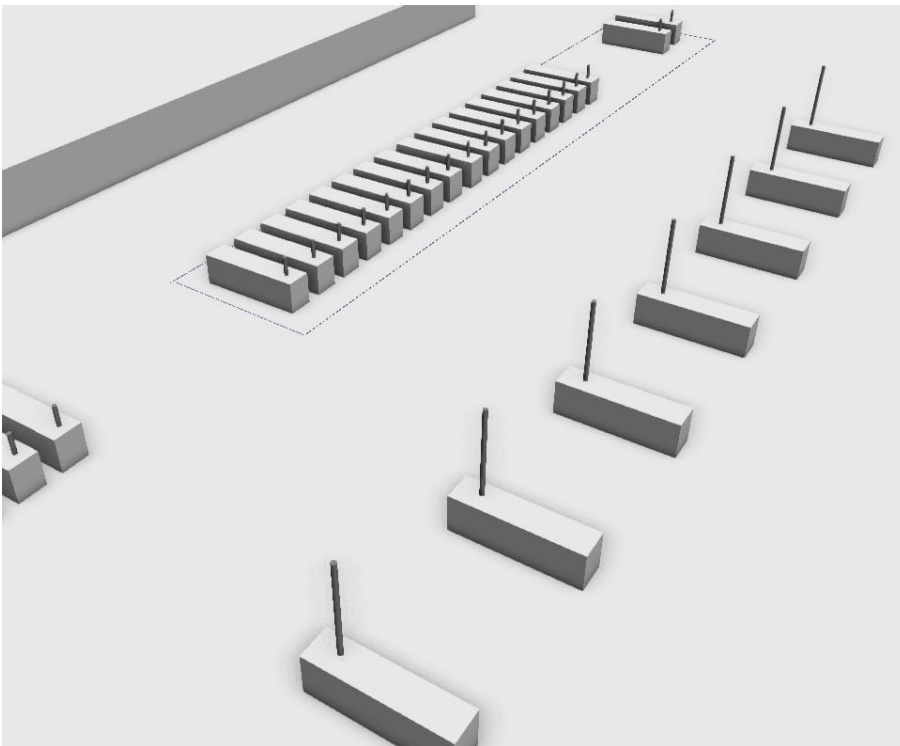


Building 1

Skorsteinshøyde- og spredningsberegninger for nødaggater



Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
0	08.12.2023	Først utgave	NOJOAN	NOJUWA	NOINGG
1	06.09.2024	Oppdatert etter kommentar fra statsforvalteren, endringer markert med grønt.	NOJOAN	NOJUWA	

1 Sammendrag

Spredningsberegninger har bekreftet at foreslått skorsteinshøyde på 7,8 m over bakkenivå for nødaggatene ved inngangen og Electrical Yard (EYD), og på 16,5 m over bakkenivå for Mechanical Yard (MYD) vil være tilstrekkelig. Beregninger tyder på ingen overskridelse av forurensningsforskriftens grenseverdier i noen av testkjøringsscenarier. Strengere akseptkriterier basert på FHIs luftkvalitetskriterier vil ikke være overskredet ved følsomt arealbruk.

Overskridelse av grenseverdier kan ikke utelukkes i et strømbryddsscenario som sammenfaller med mer enn 18 timer av særlige ugunstige værforhold. I vanlig værforhold, vil ikke kjøring av samtlige nødaggater i et strømbrydd medføre overskridelse av forurensningsforskriftens grenseverdi eller akseptkriterier.

Sweco Norge AS	967032271
Prosjekt	Building 1
Prosjektnummer	10234485-103
Kunde	Sweco UK Ltd
Opprettet av	Joanne Inchbald
Dato opprettet	2023-09-18
Dokumentreferanse	Skorsteinshøyde- og spredningsberegninger for nødaggater

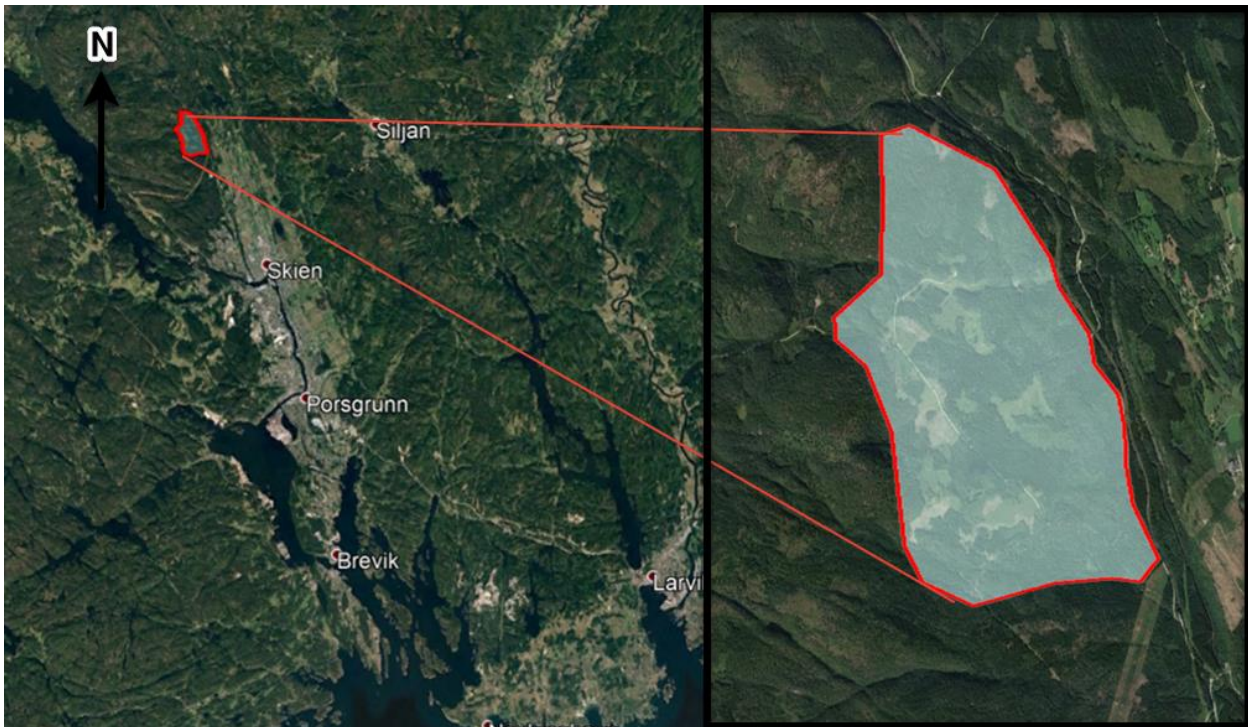
Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	2
2	Innledning	4
	2.1 Bakgrunn og beliggenhet	4
	2.2 Tiltak og fremdrift	4
3	Regelverk	5
	3.1 Forurensningsforskriften kap. 7	5
	3.2 Forurensningsforskriften kap. 27	5
	3.3 Veileder	6
4	Spredningsberegninger	7
	4.1 Beregningsmetode	7
	4.2 Resipienter	7
	4.3 Meteorologi og vinddata	7
	4.4 Bakgrunnskonsentrasjoner	8
	4.5 Utslipp	9
	4.6 NO _x til NO ₂ konvertering	10
	4.7 Usikkerhet i modellberegninger	11
5	Resultater	12
	5.1 Månedlig testkjøring	12
	5.2 Minst gunstig testkjøringsprogram	13
	5.3 Strømbrydd	14
6	Konklusjon	16
7	Referanser	17
	Vedlegg	18

2 Innledning

2.1 Bakgrunn og beliggenhet

Sweco Norge AS har på oppdrag fra Sweco UK gjennomført spredningsberegninger for utslipp fra nødaggregatene til planlagt datasenter på Gromstul i Skien kommune på gnr. 11, bnr. 28. Plasseringen er vist i Figur 2-1.



Figur 2-1: Oversiktskart som viser omtrentlig plassering til planområdet for planlagt datasenter, Kilde: google.no

2.2 Tiltak og fremdrift

Den planlagte datasenter vil ha kjøleanlegg som under vanlig drift vil benytte lokal strømforsyning. Ved strømbrudd vil nødaggregatene slås på. Disse vil være dieseldrevet og drivstoff vil lagres på stedet. Nødaggregatene må være i stand til å generere tilstrekkelig strøm i en veldig kort tidsperiode, slik at datautstyr ikke bli overopphetet, nødaggregatene kan ha vesentlige eksosutslipp til luft. De skal bestå av følgende:

- Mechanical Yard (MYD) 10 aggregat (2.75 MW effekt)
- Electrical Yard (EYD) 36 aggregat (2.75 MW effekt)
- Site entrance (SE) 1 aggregat (1 MW effekt)

Nødaggregatene testkjøres regelmessig, for å forsikre at de er i stand når et strømbrudd inntreffer. Dette vil føre til et jevnt og forutsigbart utslipp fra anlegget.

Eksos fra hvert aggregat vil slippes ut fra egen skorstein, med følgende høyde over bakkenivå:

- MYD: 16,5 m
- EYD: 7,8 m
- SE 7,8 m

3 Regelverk

3.1 Forurensningsforskriften kap. 7

I forurensningsforskriften kapittel 7. Lokal luftkvalitet, settes minimumskrav til luftkvaliteten i Norge [1]. Disse er juridisk bindende grenseverdier for konsentrasjoner av ulike luftforurensningskomponenter. Grenseverdier for beskyttelse av menneskets helse gitt i §7-9 er vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Forurensningsforskriftens grenseverdier for beskyttelse av menneskets helse, med antall tillatte overskridelser.

Komponent	Midlingstid	Forurensningsforskriftens grenseverdi	Antall tillatte overskridelser
NO ₂	år	40 µg/m ³	
	time	200 µg/m ³	18 per kalenderår
SO ₂	døgn	125 µg/m ³	3 per kalenderår
	time	350 µg/m ³	24 per kalenderår
PM ₁₀	år	20 µg/m ³	
	døgn	50 µg/m ³	25 per kalenderår
PM _{2,5}	år	10 µg/m ³	
CO	8-timer	10 mg/m ³	
Benzen	år	5 µg/m ³	
Bly	år	0,5 µg/m ³	

Grenseverdier for beskyttelse av økosystemet og vegetasjonen gitt i §7-9 er vist i Tabell 3-2.

Tabell 3-2: Grenseverdier for forurensningskonsentrasjon i utendørs luft for beskyttelse av økosystemet og vegetasjonen

Komponent	Midlingstid	Grenseverdi
Svoveldioksid (SO ₂)	Kalenderår og i vinterperioden (1/10–31/3)	20 µg/m ³
Nitrogenoksider (NO _x)	Kalenderår	30 µg/m ³

3.2 Forurensningsforskriften kap. 27

Forurensningsforskriften kap. 27 omfatter mellomstore forbrenningsanlegg med nominell tilført termisk effekt fra og med 1 MW og inntil 50 MW. Nødaggregatene skal være dieseldrevet med en effektivitet på omtrent 40%, slik at nominell tilført termisk effekt til aggregatene EYD og MYD skal være på 7,35 MW hver. Effekten på aggregatet ved inngangen til anlegget skal være på ca. 3 MW. Prosjekteringen er modulbasert, og hvert nødaggregat har egen kontainer med skorstein. Noen form for felles skorstein anses ikke å være teknisk eller økonomisk gjennomførbart.

Med bakgrunn i nominell tilført termisk effekt på 7,35 MW per forbrenningsanlegg, anses det at nødaggregatene omfattes av definisjonen på mellomstore forbrenningsanlegg, og at kap. 27 dermed gjelder.

§27-8 stiller krav til gjennomføring av spredningsberegninger og fastsettelse av skorsteinhøyde. Disse skal gjøres på bakgrunn av utslippsmengde, bakgrunnskonsentrasjoner og de ugunstige spredningsforholdene som kan forekomme. **Bidraget fra forbrenningsanlegget skal normalt ikke overskride 50% av differansen mellom gjeldende luftkvalitetskriterier og bakgrunnsverdien (50%-**

regelen). Det legges merke til at siden forskriftsendring i 2021 gjelder «luftkvalitetskriterier som til enhver tid er anbefalt av helse- og forurensningsmyndighetene» ved beregning av skorsteinshøyde, og ikke grenseverdiene i forurensningsforskriften kap. 7, som er brukt tidligere. Nærmere detaljer om luftkvalitetskriterier er gitt i Miljødirektoratets veileder og beskrevet i kapittel 3.3 i denne rapporten.

Kap. 27 inkluderer også utslippsgrenseverdier som gjelder ufortynnet konsentrasjon av NO_x, SO₂ og støv i selve utslippet. Dette er i motsetning til grenseverdier i kap. 7 og luftkvalitetskriterier, som gjelder konsentrasjoner som mennesker kan eksponeres for etter fortynning av utslippet i atmosfæren. §27-12 omhandler utslippsgrenseverdier for motorer og gassturbiner, og stipulerer unntak for forbrenningsanlegg som ikke er drift mer enn 500 driftstimer per år. Driftstid beregnes som rullerende gjennomsnitt over en periode på tre år, og inkluderer ikke oppstarts- og nedkjøringsperioder.

Driftstiden til hvert nødaggregat skal være mindre enn 500 timer, slik at utslippsgrenseverdiene i kap. 27 ikke vil gjelde dette anlegget.

3.3 Veileder

Miljødirektoratets veileder M-980 «Spredningsberegninger og bestemmelse av skorsteinshøyde» gir anbefalinger om metodikk til spredningsberegninger og resultatvurdering [2]. Denne henviser til Folkehelseinstituttets (FHI) luftkvalitetskriterier [3]. FHI oppdaterer stadig luftkvalitetskriteriene, siste oppdatering var den 17.11.2023. De som er gjengitt i M-980, er fra 2018 og anses som utgått.

Tabell 3-3 viser altså gjeldende luftkvalitetskriteriene fra FHI sin nettside [3]. Disse er mye strengere enn forurensningsforskriftens grenseverdier, særlig de for nitrogendioksid (NO₂).

Tabell 3-3: Folkehelseinstituttets luftkvalitetskriterier

Komponent	Midlingstid	Luftkvalitetskriterier
NO ₂	År	10 µg/m ³
	Døgn	25 µg/m ³
	Time	100 µg/m ³
	15 minutter	300 µg/m ³
SO ₂	Døgn	20 µg/m ³
	15 minutter	300 µg/m ³
PM ₁₀	År	15 µg/m ³
	Døgn	30 µg/m ³
PM _{2,5}	År	5 µg/m ³
	Døgn	15 µg/m ³
Ozon	Sesong*	60 µg/m ³
	8 timer	80 µg/m ³
	Time	100 µg/m ³
CO	8 timer	10 mg/m ³
	Time	25 mg/m ³
	15 minutter	80 mg/m ³
Benzen	År	1 µg/m ³

* 6 månedene med høyeste gjennomsnitt

4 Spredningsberegninger

4.1 Beregningsmetode

Det er benyttet programvaren CadnaA med tilleggsmodulen Option APL (DataKustik) som benytter beregningsmodellen Austal2000 (Tysklands Umweltbundesamt (UBA) og Janicke Consulting). Spredningsberegninger er gjort med bakgrunn i utslippsdata og 3D-modellgrunnlaget over planlagt datasenter fra kunden, samt meteorologisk data, forenklet terreng, og eksisterende bygninger fra tilgjengelig digitalt kartverk. Det er benyttet samme 3D-modellgrunnlaget som for støyberegninger.

I innledende beregninger ble det funnet at utslipp av nitrogendioksid (NO₂) vil være dimensjonerende når det gjelder grenseverdier for luftforurensning, det med hensyn til timesmiddel NO₂. Beregningsmodellen kan ikke beregne gjennomsnitt av luftforurensningskonsentrasjoner i kortere tidsperiode enn 1 time. Dermed er det ikke gjort noen sammenligning med 15-minutters luftkvalitetskriteriet for NO₂.

Beregningene er gjennomført i 1,5 meters høyde over et rutenett på 100 x 100 m. Det er i tillegg lagt inn reseptorpunkt ved identifisert følsomme resipienter (boliger øst for planområdet) som modellen generer spesifikk forurensningskonsentrasjonsdata for. Terrenget er forenklet til høydekurver hver tiende meter og tatt med i beregninger. Bygg og andre fysisk hinder mot spredning er mindre relevant på denne gridløsningen, men er likevel tatt med i beregningene.

4.2 Resipienter

Grenseverdiene gjelder først og fremst bakkenær luftkvalitet, men skal i utgangspunktet overholdes i all uteluft som menneske eksponeres for, eksempelvis ved ventilasjonsinntakspunkt til bygg. Med henvisning til definisjon av følsomt arealbruk i Miljøverndepartementets retningslinje T-1520 «*Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging*» [4] er det vektlagt hensyn til helseinstitusjoner, barnehager, skoler, boliger, lekeplasser og utendørs idrettsanlegg.

Det nærmeste området med følsomt arealbruk er boligområdet på Vestre Haugerud. Det ligger øst for tiltaksområdet, i høyere terreng. Den nærmeste boligen ligger ca. 900 m fra 1 MW aggregatet ved inngangen, og ca. 1,3 km øst for nærmeste 2,75 MW aggregat.

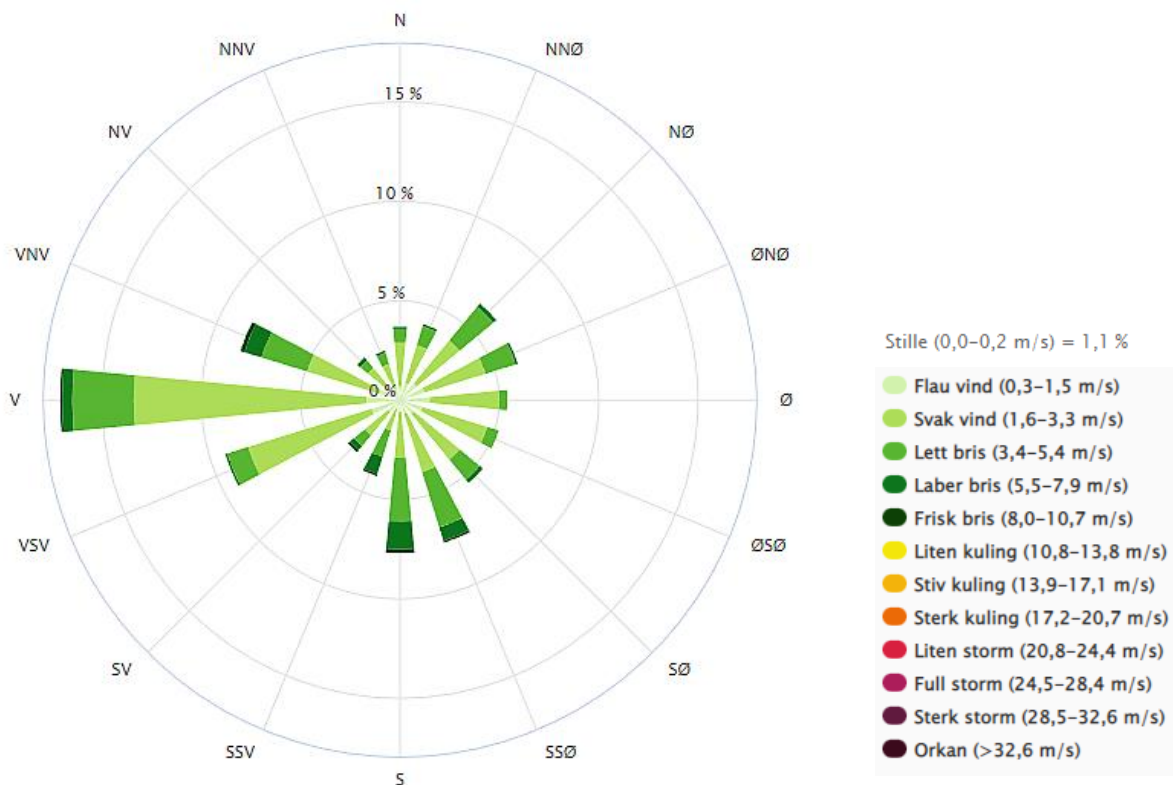
4.3 Meteorologi og vinddata

For å kunne beregne vindfelt trengs det timesvise vinddata for planområdet eller annet område som er representativt for planområdet. Disse vinddataene hentes fra Meteorologisk instituttets database [5] og legges inn i programvaren. Programvaren bruker værdata som utgangspunkt for å beregne et detaljert lokalt vindfelt i planområdet.

Vinddata er hentet fra nærmeste værstasjon ved Geiteryggen, og er tatt fra det siste «normalåret» 2013. **Data for hele året er benyttet til beregningene (det vil si at beregningsperioden er 8760 timer).**

Vindrose for værstasjonen vises i Figur 4-1. Den ligger ca. 9 km sør fra tiltaksområdet, og viser en dominerende vestlig retning. Derimot inkluderer spredningsmodellen terrengets påvirkning på vindfelt. Tiltaksområdet ligger i en dal med nord-sør retning, og beregningsresultater tyder på vesentlig hyppigere nordlig og sørlig vindretning, sammenlignet med vindrosen.

Overflateruhetslengde («surface roughness length») benyttes av beregningsverktøyet til å behandle meteorologiske data og karakterisere turbulensforhold i det atmosfæriske grensesjiktet. Med hensyn til arealbruk i tiltaksområdet, samt det omkringliggende området, er denne satt til 0,5 m.



Figur 4-1: Vindrose for Skien – Geiteryggen (SN30420) i perioden 2013–2016 (værstasjonen ble nedlagt i 2016).

4.4 Bakgrunnskonsentrasjoner

Bakgrunnskonsentrasjoner er å forstå som forurensningsmengden fra ulike utslippskilder i regionen som ikke er inkludert i beregningene som spesifikke kilder i seg selv. Eksempler når det gjelder PM₁₀ er vedfyring, veier og langtransportert forurensning. Den totale forurensningskonsentrasjonen i et område er summen av forurensningskonsentrasjonen fra bakgrunn og fra spesifikke utslippskilder (f.eks. vegtrafikk og industri).

Total forurensningskonsentrasjon = bakgrunnskonsentrasjon + spesifikke kilder

Det er total forurensningskonsentrasjon som grenseverdier og luftkvalitetskriterier gjelder for. For skorsteinshøydeberegninger etter forurensningsforskriften kap. 27, der 50%-regelen gjelder (se kapittel 3.2), er bakgrunnskonsentrasjon trukket fra luftkvalitetskriterium, og resultatet halvert. Resulterende tall blir akseptkriteriet.

Bakgrunnskonsentrasjonene for NO₂, PM₁₀ og PM_{2,5} er tilgjengelig fra Miljødirektoratets Lokal luftforurensning: Utslippssystem og database [6] i et rutenett på ca. 2,5 x 2,5 km.

- Årsmiddel bakgrunnskonsentrasjon av NO₂ er **2.1 µg/m³**

For sammenligning av beregningsresultater med kortidsgrenseverdier og luftkvalitetskriterier, anbefaler M-980 å benytte 2 x årsmiddel NO₂-bakgrunnskonsentrasjonen, med mindre en sterkt trafikkert vei ligger i nærheten. I slike tilfeller bør 4 x årsmiddel bakgrunnskonsentrasjon benyttes. Dette foretrekkes framfor å benytte prosentiler fra bakgrunnsdatasett (slik som er vanlig i spredningsberegninger for trafikkutslipp). Det er trafikkmønstre og vedfyring som har størst påvirkning på variasjoner i bakgrunnskonsentrasjoner. Disse skjer uavhengig av de meteorologiske forholdene som forårsaker de høyeste bakgrunnskonsentrasjonen fra skorsteinsutslipp.

Annen industriutslipp i nærheten må også hensyntas i bestemmelse av bakgrunnskonsentrasjonen. Med henvisning til Miljødirektoratets database Norske utslipp [7] er det ikke registrert annen virksomhet med utslipp til luft innen flere kilometer av tiltaksområdet. Tiltaksområdet er heller ikke i nærheten av sterkt trafikkert vei. Dermed er 2 x årsmiddelbakgrunnskonsentrasjon av NO₂ benyttet som bakgrunnsverdi:

- Bakgrunnsverdi på **4,2 µg/m³** NO₂ er benyttet til beregning av akseptkriteriet for timesmiddel NO₂-konsentrasjon

Resultatene fra spredningsberegningene viser at NO₂ er dimensjonerende med tanke på luftforurensning. Bakkenær konsentrasjoner av PM₁₀ og karbonmonoksid er forholdsvis svært lave. Dermed er ikke bakgrunnskonsentrasjoner av svevestøv og andre forurensninger vurdert nærmere.

4.5 Utslipp

Utslippsdata for aggregatene er levert av kunden, og gjelder følgende scenarier:

- Månedlig testkjøringsprogram: 0% last, 30-minutters varighet, 11 måneder per år, 3 aggregater om gangen, 8-10 aggregater per dag i løpet av vanlig arbeidstid;
- Årlig testkjøringsprogram: 30-100% last, 60-minutters varighet, 1 måned per år, ett aggregat om gangen, 4 aggregater per dag i løpet av vanlig arbeidstid;
- Minst gunstig vedlikeholdescenario: 100% last, opptil 52-minutters varighet, 12 måneder per år, 1 aggregat om gangen, 4 aggregater per dag i løpet av vanlig arbeidstid;
- Strømbrydd: 100% last, samtlige aggregater

Utslippsdata fra kunden gjelder 10%-, 25%-, 50%-, 75%- og 100% last. Konsentrasjoner av forurensninger i eksos vil være høyest på 10% last, men da vil volumstrøm være lavest, slik at det totale utslippet (dvs. i g/time) også vil være lav. Utslippet vil være høyest på 100% last. Dermed, selv om last vil variere i testkjøringsprogrammene, er utslippsfaktorer for 100% last benyttet til spredningsberegningene, som en risikokonservativ tilnærming.

Utslippsdata var mottatt i form av eksoskonsentrasjoner av forurensninger ved Normal temperatur og trykk (mg/Nm³). Volumstrøm var angitt ved utslippstemperaturen for 2,75 MW aggregatene, og ved Normal temperatur for 1 MW aggregatet. Inngangsparametere for vertikal hastighet og utslippsfaktorer var beregnet som vist i Tabell 4-1 og Tabell 4-2 for 2,75 MW aggregatene, og i Tabell 4-4 og Tabell 4-5 for 1 MW aggregatet.

Skorsteinshøydene for de 2,75 MW aggregatene er som følger:

- Electrical Yard (EYD) 36 aggregater – **7,8 m** over bakkenivået
- Mechanical Yard (MYD) 10 aggregater – **16,5 m** over bakkenivået

Da spredningsberegninger tyder på akseptabel luftkvalitet ved ønsket skorsteinshøyder, er det ikke foretatt ytterligere spredningsberegninger for å fastslå minimum akseptabel skorsteinshøyde.

Tabell 4-1: Beregning av inngangsparametere for CadnaA APL for 2,75 MW aggregatene. Data levert av kunden er vist i kursiv, selve inngangsparametere er fargelagte.

100% last	Ved utslipp	Ved Normal	Enhet
Eksos temperatur	<i>406</i>	0	°C
Eksos temperatur	<i>679,15</i>	<i>273,15</i>	K
Volumstrøm	<i>32940</i>	<i>13248</i>	m ³ /h
Diameter til skorstein	<i>0,60</i>	<i>0,60</i>	m
Vertikal hastighet	<i>32,36</i>	-	m/s

Tabell 4-2: Beregning av inngangsparametere for CadnaA APL for 2,75 MW aggregatene. Data levert av kunden er vist i kursiv, selve inngangsparametere er fargelagte.

100% last	mg/Nm ³	Nm ³ /time	g/time
NO _x	<i>1352</i>	13248	<i>17911,658</i>
CO	<i>205,5</i>	13248	<i>2722,519</i>
PM ₁₀	<i>30</i>	13248	<i>397,448</i>

Etter krav fra statsforvalteren, er disse dataene også vist i kg/time per aggregat og for samtlige aggregater.

Tabell 4-3: Utvidet utslippsdata for aggregatene. kg/år¹ er for månedlig og årlig testing, kg/år² er for minst gunstig testkjøring

Stoff	Per aggregat			Samtlige aggregater		
	kg/t	kg/år ¹	kg/år ²	kg/t	kg/år ¹	kg/år ²
NO _x	<i>17,9</i>	<i>116</i>	<i>186</i>	<i>824</i>	<i>5356</i>	<i>8569</i>
CO	<i>2,7</i>	<i>18</i>	<i>28</i>	<i>125</i>	<i>814</i>	<i>1302</i>
PM ₁₀	<i>0,4</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>18</i>	<i>119</i>	<i>190</i>

Tabell 4-4: Beregning av inngangsparametere for CadnaA APL for 1 MW aggregatet. Data levert av kunden er vist i kursiv, selve inngangsparametere er fargelagte.

100% last	Ved utslipp	Ved Normal	Enhet
Eksos temperatur	<i>406</i>	0	°C
Eksos temperatur	<i>679,15</i>	<i>273,15</i>	K
Volumstrøm	<i>10652</i>	<i>4248</i>	m ³ /h
Diameter til skorstein	<i>0,60</i>	<i>0,60</i>	m
Vertikal hastighet	<i>10,46</i>	-	m/s
Skorsteinshøyde	<i>7,8</i>	-	m

Tabell 4-5: Beregning av inngangsparametere for CadnaA APL for 1 MW aggregatet. Data levert av kunden er vist i kursiv, selve inngangsparametere er fargelagte.

100% last	mg/Nm ³	Nm ³ /time	g/time
NO _x	<i>1314,7</i>	4284	<i>5632,175</i>
CO	<i>430</i>	4284	<i>1842,120</i>
PM ₁₀	<i>15</i>	4284	<i>64,260</i>

4.6 NO_x til NO₂ konvertering

Utslipet er gitt som nitrogendioksider (NO_x) og vil bestå av nitrogenmonoksid (NO) og nitrogendioksid (NO₂). NO dannes ved forbrenning under høyt trykk og høy temperatur i en forbrenningsmotor ved at

nitrogen og oksygen i luften reagerer med hverandre. NO reagerer raskt med ozon i atmosfæren og blir til NO₂. I noen typer motorer, typisk dieselmotorer, dannes også en andel NO₂ direkte.

NO₂ er den mest helseskadelige av nitrogenoksidene, og grenseverdier og luftkvalitetskriterier for nitrogenoksider er derfor knyttet til denne gassen.

Utslippsfaktorer som benyttes til spredningsberegninger oppgis for NO_x og ikke NO₂, og resultatene må dermed omregnes til NO₂.

Det finnes ikke noe standardisert metode for omdanning av NO_x til NO₂ for skorsteinutslipp. For trafikkutslipp benyttes en god etablert formel som baseres seg på en empirisk fordeling gitt i tysk veileder [8]. Den er godt egnet til konvertering til trafikkutslipp, men tilknyttes høy usikkerhet når det gjelder svært høye NO_x-konsentrasjoner, som kan resultere fra skorsteinutslipp.

Omdanning av NO til NO₂ er begrenset av tilgjengelighet av ozon (O₃) og i mindre grad av flyktige hydrokarboner. Omdanningen er mer vanskelig å karakterisere for skorsteinutslipp enn trafikkutslipp da skorsteinutslipp varierer mye mer, slippes ut på høyde, og kan ha vesentlig hastighet. Eksosutslipp fra skorstein sprer seg raskere over betydelige større avstand enn vegtrafikkutslipp, og har dermed potensiell tilgang til mer ozon. Omdanningen er dermed mye mer vanskelig å anslå, og fordelingen som benyttes til veiutslipp risikerer å underestimere høye konsentrasjoner. Den anses dermed å ikke være egnet til omdanning NO_x fra større skorsteinutslipp.

Miljødirektoratets M-980 anbefaler å legge til grunn fullstendig oksidering (dvs. en antagelse om at all NO_x foreligger som NO₂) for et «worst case»-scenario for opptil 50 µg NO₂/m³, men gir ikke føringer for høyere konsentrasjoner. Veilederen er rettet mot anlegg i konstant/hyppig bruk hvor strengere utslippsgrenser (gitt i forurensningsforskriften kap. 27) gjelder. 100% NO_x til NO₂ omdanning av utslipp fra dieselnøddaggregater ikke er realistisk.

En nasjonal spredningsmodellbasert undersøkelse av risikoen for overskridelse av grenseverdier grunnet utslipp fra nøddaggregat ble gjennomført av det britisk miljødirektorat i 2016 [9]. Den benyttet en spredningsmodell som håndterer fotokjemiske reaksjoner baserte på ozonkonsentrasjon og solstråling (UV-intensitet) for å bestemme en omdanningsfaktor spesifikt tilegnet diesel nøddaggregater. Den anbefalte en omdanningsfaktor av 15% NO_x til NO₂. Dette skal være mest representativt for områder innen 500 m av skorsteinen, der de fleste overskridelser av grenseverdier fra nøddaggregatene forekommer. Denne omdanningsfaktoren er benyttet her som best tilgjengelige alternativ.

4.7 Usikkerhet i modellberegninger

Modeller er aldri fullstendige beskrivelser av virkeligheten og resultater som er innhentet fra en modellberegning inneholder dermed usikkerheter. Det foreligger alltid en risiko for feilkilder når modellen ikke på korrekt måte tar hensyn til alle faktorer som kan påvirke konsentrasjonen av luftforurensning. Slike feilkilder kan være avhengig av flere faktorer, og finnes blant annet i beregningene (forenklinger i modellene), i måledata (ikke representative måledata), i bakgrunnskonsentrasjoner og i utslippsdataene.

Meteorologiske parametere, bakgrunnskonsentrasjoner og omdanning av NO_x til NO₂ er basert på et «typisk» år eller «normalår». De faktiske værforhold varierer selvfølgelig fra år til år, med konsekvenser for forurensningsnivået. **Spredningsberegninger for årsmiddelkonsentrasjon (gjennomsnitt av 8760 timer) har en betydelig lavere usikkerhet enn spredningsberegninger for høyeste timesmiddel (én time).**

Med pågående og framtidige klimaendringer følger ytterligere usikkerhet i forhold til faktiske værforhold, da det er forventet endringer som økte nedbørsmengder, temperaturøkning og hyppighet av ekstremvær [10]. Luftstrømmer og sirkulasjon i atmosfæren vil også kunne påvirkes, med konsekvenser for luftforurensningens nivå og spredning. Klimaendringer utgjør derfor et stort usikkerhetsmoment, også i seg selv ettersom endringenes omfang ikke er kjent eller bestemt.

Inngangsdata og -parametere til modellen er basert på best tilgjengelig data, men beregninger og modellresultater innebærer ikke den samme sikkerhetsgraden som måledata og bør tolkes med varsomhet.

5 Resultater

Resultater fra innledende spredningsberegninger viste at NO₂ er dimensjonerende. Beregningsresultater for svevestøv (PM₁₀) og karbonmonoksid (CO) var godt under grenseverdier og luftkvalitetskriterier og er dermed ikke vurdert nærmere.

Blant de forskjellige testkjøringsscenarier, er de høyeste potensielle timesmiddelkonsentrasjoner av NO₂ beregnet for månedlig testkjøring. Det er på grunn av at i dette scenarioet kjøres tre aggregater samtidig. Dersom dette skjer i spesielt ugunstig meteorologiske forhold, vil resulterende bakkenær forurensningskonsentrasjoner være høyere enn i scenarioer der kun et aggregat kjører om gangen.

Scenarioer der kun ett aggregat kjøres om gangen vil innebære at testkjøring foregår over flere timer i løpet av et år. I virkelighet vil dette øker sjansen for at testkjøring sammenfaller med ugunstig værforhold. Allikevel er det satt fokus her på verst-tilfellet scenarioer.

5.1 Månedlig testkjøring

For det månedlige testkjøringsscenarioet, er maksimum beregnet økning i årsmiddel NO₂ 0,1 µg/m³, som gir en total NO₂-konsentrasjon på 2,2 µg/m³, når årsmiddel bakgrunnskonsentrasjonen legges til. Dette er godt under både forurensningsforskriftens grenseverdi på 40 µg/m³ (se kapittel 3.1) og den nye og mye strengere årsmiddel luftkvalitetskriterium på 10 µg/m³ (se kapittel 3.3).

Denne maks økningen i årsmiddel NO₂-konsentrasjon gjelder et punkt i den østlige delen av tiltaksområdet. Ved de identifiserte resipienter (boliger mot øst) er forventet økning i årsmiddel NO₂-konsentrasjon ikke vesentlig (mindre enn 0,1 µg/m³ NO₂).

Disse resultatene tyder på god spredning av eksos fra aggregatene i de alle fleste meteorologiske forholdene.

For sammenligning med korttidsgrenseverdien i forurensningsforskriften, som er timesmiddel på 200 µg/m³ NO₂ med 18 tillatt overskridelse, er det beregnet 19. høyeste timesmiddel. Dette gjelder særlige ugunstige meteorologiske forhold som kan oppstå i et normalår. I slike forhold er en maks NO₂-konsentrasjon på ca. 11,4 µg/m³ beregnet på høyt terreng vest for tiltaksområdet. Dette er godt under forurensningsforskriftens grenseverdi, som vist i Tabell 5-1. Figur som viser disse beregningsresultatene er vist i Vedlegg.

Tabell 5-1: Maksimum timesmiddel konsentrasjoner beregnet for månedlig testkjøringsscenarioet

Midlingstid	Beregnet maks. konsentrasjon		Forurensningsforskriftens grenseverdi	FHI luftkvalitetskriterium
	µg/m ³ NO _x	µg/m ³ NO ₂ *	µg/m ³ NO ₂	µg/m ³ NO ₂
19. høyeste time	48	11,4	200	100
Høyeste time	419	67	-	100

* 2 x Bakgrunnskonsentrasjon er lagt til

Ifølge beregningene kan en vesentlig høyere bakkenære konsentrasjon likevel inntreffe i de aller mest ugunstige værforholdene. Dette medfører at utslipp treffer høyt terreng ved Ulvskollen, sørvest for tiltaksområdet. I slike forhold kan aggregatene medføre en maks teoretisk økning i bakkenær konsentrasjon på ca. 63 µg/m³ NO₂ i dette området, over bakgrunnverdi på 4,2 µg/m³. I de aktuelle timene vil akseptkriteriet på 47,9 µg/m³ timesmiddel NO₂ overskrides over et område på ca. 150 x 150 m. Dette området anses ikke å utgjør følsomt arealbruk.

Det påpekes at samtlige arbeidstimer i et typisk meteorologisk år har blitt tatt med i beregningene, for å fange opp alle mulige værhold. I virkeligheten, vil testkjøring av aggregatene bli begrenset til noen få timer per måned. Sannsynlighet for at dette vil sammenfalle med den timen med de meste ugunstige værforholdene vil være lav, og resultatene må anses å være svært risikokonservative.

De indentifiserte resipientene (boliger) er vurdert nærmere i forhold til akseptkriteriet beregnet i tråd med 50%-regel. Beregnet maksimum timesmiddel NO₂-konsentrasjoner ved hver resipient er vist i Tabell 5-2. Plasseringen til resipientene er vist på kart i Figur 5-1. De høyeste timesmiddel NO₂-konsentrasjonene beregnet ved samtlige resipienter er godt under akseptkriteriet.

Tabell 5-2: Sammenligning av høyeste beregnet timesmiddel NO₂-konsentrasjon ved identifisert resipienter i månedlig testkjøringsscenarioet med akseptkriteriet. Akseptkriteriet er beregnet i tråd med 50%-regel (halvparten av differansen mellom gjeldende luftkvalitetskriterier og 2 x bakgrunnsverdien). For plassering av resipienter, se Figur 5-1.

Resipient nr.	Bidrag fra aggregatene		Akseptkriteriet µg/m ³ NO ₂
	µg/m ³ NO _x	µg/m ³ NO ₂	
1	38,6	5,8	47,9
2	43,9	6,6	47,9
3	38,0	5,7	47,9
4	50,7	7,6	47,9
5	50,5	7,6	47,9
6	56,6	8,5	47,9
7	51,5	7,7	47,9
8	49,5	7,4	47,9
9	46,9	7,0	47,9

5.2 Minst gunstig testkjøringsprogram

Dette scenarioet innebære at kun ett aggregat kjører om gangen, selv om det kan kjøres i opptil 52 minutter. Dermed er høyeste beregnet timesmiddelkonsentrasjoner av NO₂ litt lavere enn for det månedlige testkjøringsprogrammet, da tre aggregater samkjøres. Resultater er vist i Tabell 5-3 og Tabell 5-4.

Det er ikke noe nevneverdig forskjell på dette scenarioet og det årlige testkjøringsprogram fra et luftkvalitetsperspektiv. Når det gjelder maksimum mulig timesmiddel konsentrasjoner, vil dette avhenge i stor grad av værforhold når hvert aggregat settes i gang.

Figur som viser disse beregningsresultatene er vist i Vedlegg.

Tabell 5-3: Maksimum timesmiddel konsentrasjoner beregnet for minst gunstig testkjøringsscenarioet.

Midlingstid	Beregnet maks. konsentrasjon		Forurensningsforskriftens grenseverdi	FHI luftkvalitetskriterium
	µg/m ³ NO _x	µg/m ³ NO ₂ *	µg/m ³ NO ₂	µg/m ³ NO ₂
19. høyeste time	30	8,7	200	100
Høyeste time	332	54	!	100

* 2 x Bakgrunnskonsentrasjon er lagt til

Tabell 5-4: Sammenligning av høyeste beregnet timesmiddel NO₂-konsentrasjon ved identifisert resipienter i minst gunstig testkjøringscenarioet med akseptkriteriet. Akseptkriteriet er beregnet i tråd med 50%-regel (halvparten av differansen mellom gjeldende luftkvalitetskriterier og 2 x bakgrunnsverdien). For plassering av resipienter, se Figur 5-1.

Resipient nr.	Bidrag fra aggregatene		Akseptkriteriet µg/m ³ NO ₂
	µg/m ³ NO _x	µg/m ³ NO ₂	
1	25,2	3,8	47,9
2	27,3	4,1	47,9
3	24,7	3,7	47,9
4	35,6	5,3	47,9
5	35,2	5,3	47,9
6	42,5	6,4	47,9
7	35,6	5,3	47,9
8	31,6	4,7	47,9
9	27,5	4,1	47,9

5.3 Strømbrudd

Ved strømbrudd, vil samtlige 47 aggregater starte opp øyeblikkelig. Spredningsberegningene tar utgangspunkt i 100% last, men i virkeligheten vil last variere og det faktiske utslippet vil være lavere. Resultatene fra spredningsberegningene tyder på at påvirkning på lokal luftkvalitet vil avhenge i stor grad av værforholdene når strømbruddet inntreffer. Resultater for ugunstig værforhold er vist i Figur 5-1.

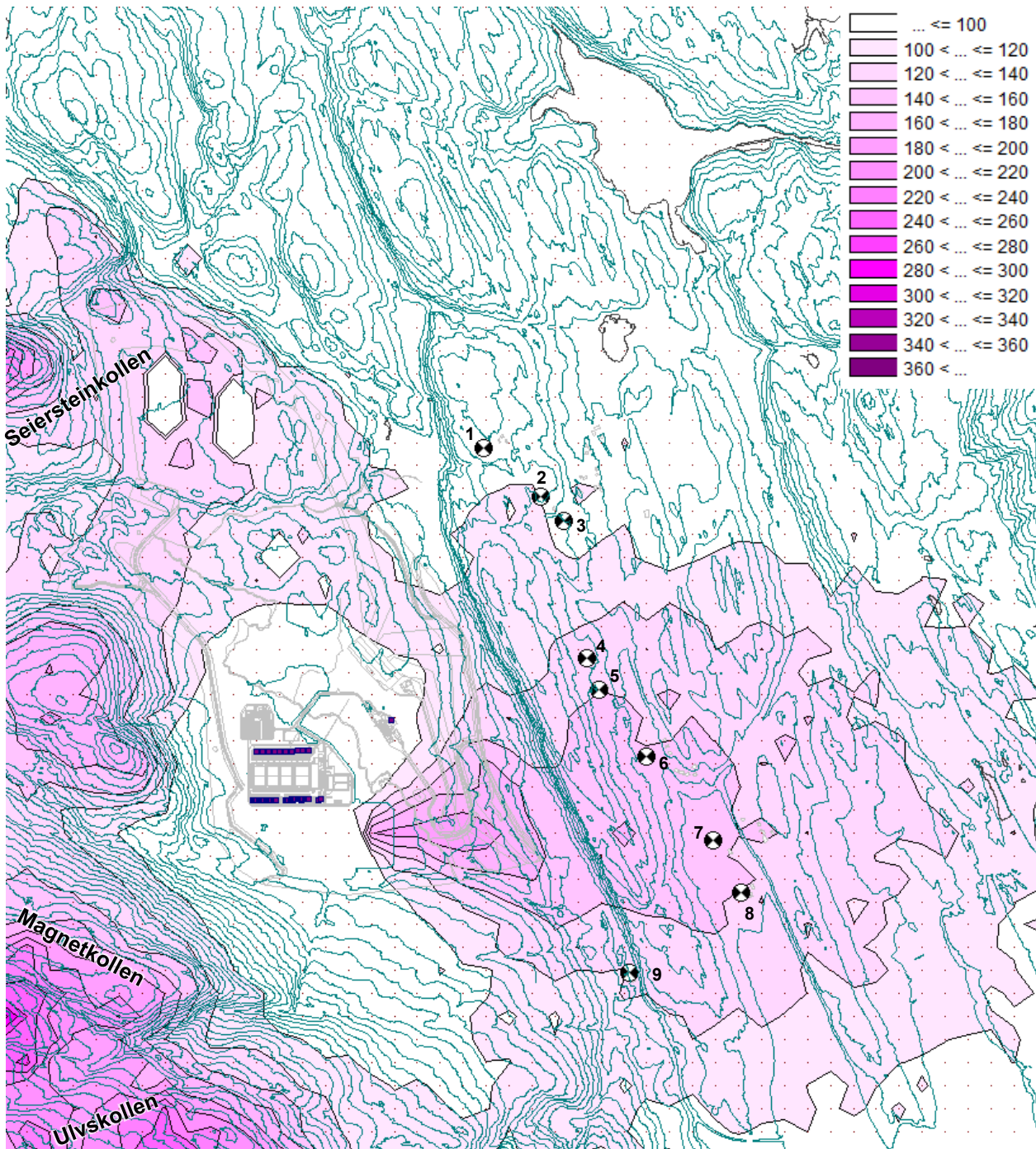
Spredningsberegninger for et helt normalår med meteorologiske data viste et gjennomsnittlig maks bidrag til timesmiddel NO₂-konsentrasjon på **9.6 µg/m³**. Dette er godt under 50% av differansen mellom bakgrunnsverdi (4,2 µg/m³ NO₂) og både luftkvalitetskriterium (100 µg/m³ NO₂) og forurensningsforskriftens kortidsgrenseverdi (200 µg/m³ NO₂).


Strømbrudd skal i utgangspunktet være enn uvanlig hendelse, og med bakgrunn i typisk værforhold kan det konkluderes med at bakkenær konsentrasjoner skal *normalt* ikke overskride akseptkriteriet (basert på gjeldende luftkvalitetskriterier og 50%-regelen).

Selv om 50%-regelen beskrevet i forurensningsforskriften §27-8 skal *normalt* ikke overskrides, gjelder grenseverdier gitt i §7-9 fullt ut. Det er tillatt 18 overskridelse per kalenderår av timesmiddel for NO₂-konsentrasjon i §7-9.

Resultater fra beregninger som tilsvarer den 19. høyeste timesmiddel i et meteorologisk normalår er vist i Figur 5-1. Disse viser at selv om noen resipienter kan være utsatt for timesmiddel konsentrasjoner over 140 µg/m³ NO₂, vil ikke forurensningsforskriftens kortidsgrenseverdi være overskredet ved følsomt arealbruk. Derimot kan grenseverdien bli overskredet der utslippene treffer høyt terreng i ubebodd område vest for tiltaksområdet, dersom strømbrudd inntreffer i slike værforhold. Dette gjelder i et lite område på toppen av Seiersteinkollen, og et litt større områder på Magnetkollen og Ulvskollen.

For å forårsake brudd med forurensningsforskriften, vil strømbrudd i løpet av et kalenderår måtte sammenfalle med mer enn 18 timer av de mest ugunstige værforhold.



Figur 5-1: Kart over beregnet $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bakkenær NO_2 -konsentrasjoner som tilsvarer de 19. høyeste timesmiddel i et meteorologisk normalår, for et scenario med strømbrudd der samtlige aggregatene kjører på 100% last. 18 overskridelse av grenseverdien på $200 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ er tillatt per kalenderår.  betegner resipient.

Tabell 5-5: Maksimum timesmiddel konsentrasjoner beregnet for strømbruddscenario

Midlingstid	Beregnet maks. konsentrasjon		Forurensningsforskriftens grenseverdi	FHI luftkvalitetskriterium
	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_x$	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2^*$	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$	$\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$
19. høyeste time	2018	307	200	100
Høyeste time	8984	1352	!	100

* 2 x Bakgrunnskonsentrasjon er lagt til

6 Konklusjon

Spredningsberegninger har bekreftet at foreslått skorsteinshøyde på 7,8 m over bakkenivå for nødaggregatene ved inngangen og Electrical Yard (EYD), og på 16,5 m over bakkenivå for Mechanical Yard (MYD) vil være tilstrekkelig.

Det konkluderes med akseptkriteriet (basert på gjeldende luftkvalitetskriterier og 50%-regelen) vil normalt ikke overskrides, og at risiko for overskridelse i område med følsomt arealbruk er svært lavt. Dette gjelder samtlige testkjøringsprogrammer.

Når det gjelder strømbrudd, vil påvirkning på luftkvalitet avhenge i stor grad av værforholdene. I de fleste værforholdene vil det oppnås tilstrekkelig spredning, men det kan ikke utelukkes konsentrasjoner som overskrider forurensningsforskriftens korttidsgrenseverdi for NO_2 . Allikevel er det tillatt med 18 overskridelser av denne grenseverdien per kalenderår, og med mindre både de ugunstige værforholdene, samt strømbruddet varer i mer enn 18 timer, vil dette ikke forårsake regelbrudd.

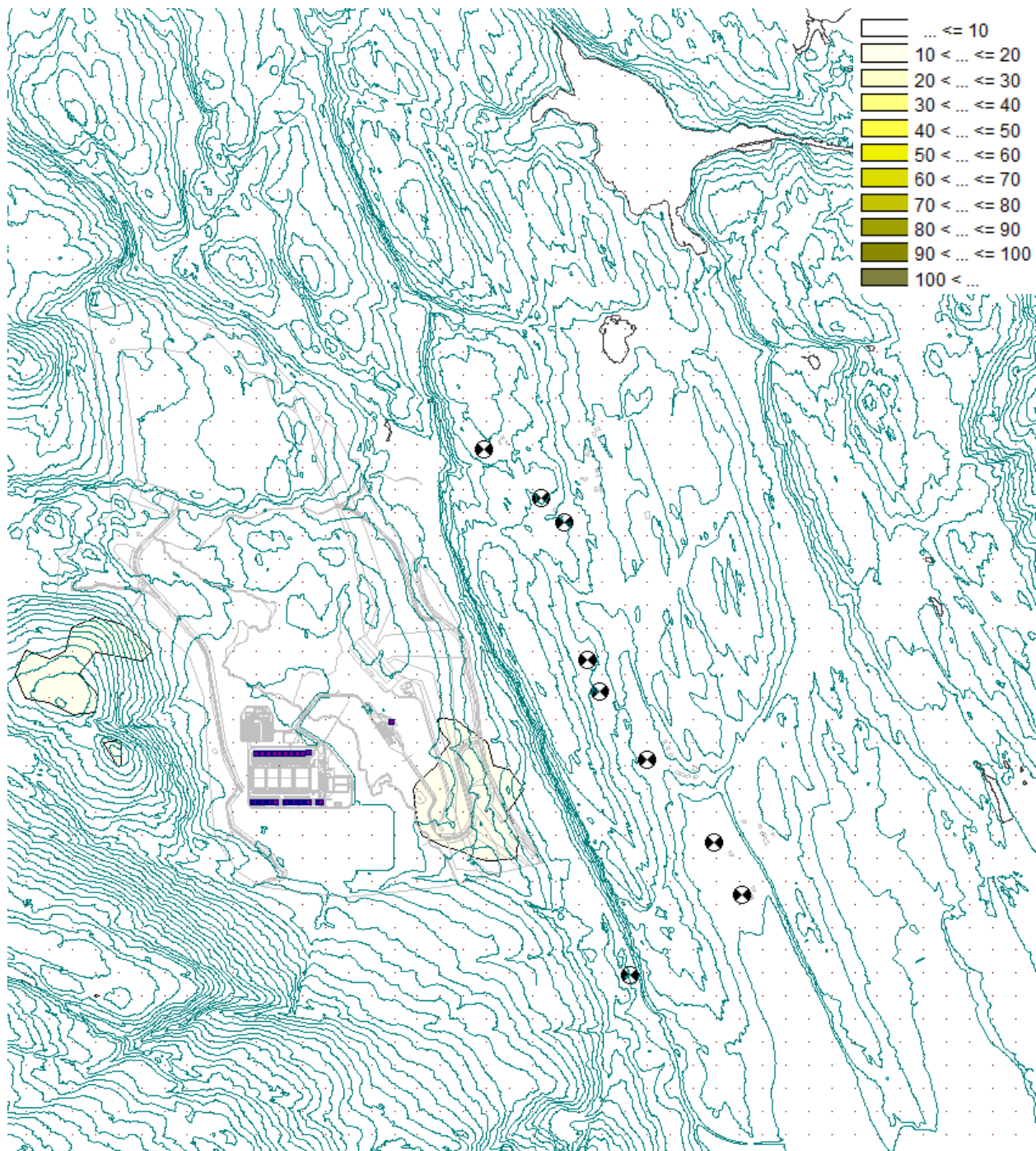
Med bakgrunn i at beregningene tyder på at de høyeste konsentrasjoner vil oppstå på høyt terreng mot vest, flere hundre metere ovenfor tiltaksområdet, vurderes det at høyere skorsteinshøyde vil ikke ha en vesentlig påvirkning på risiko for overskridelse.


7 Referanser

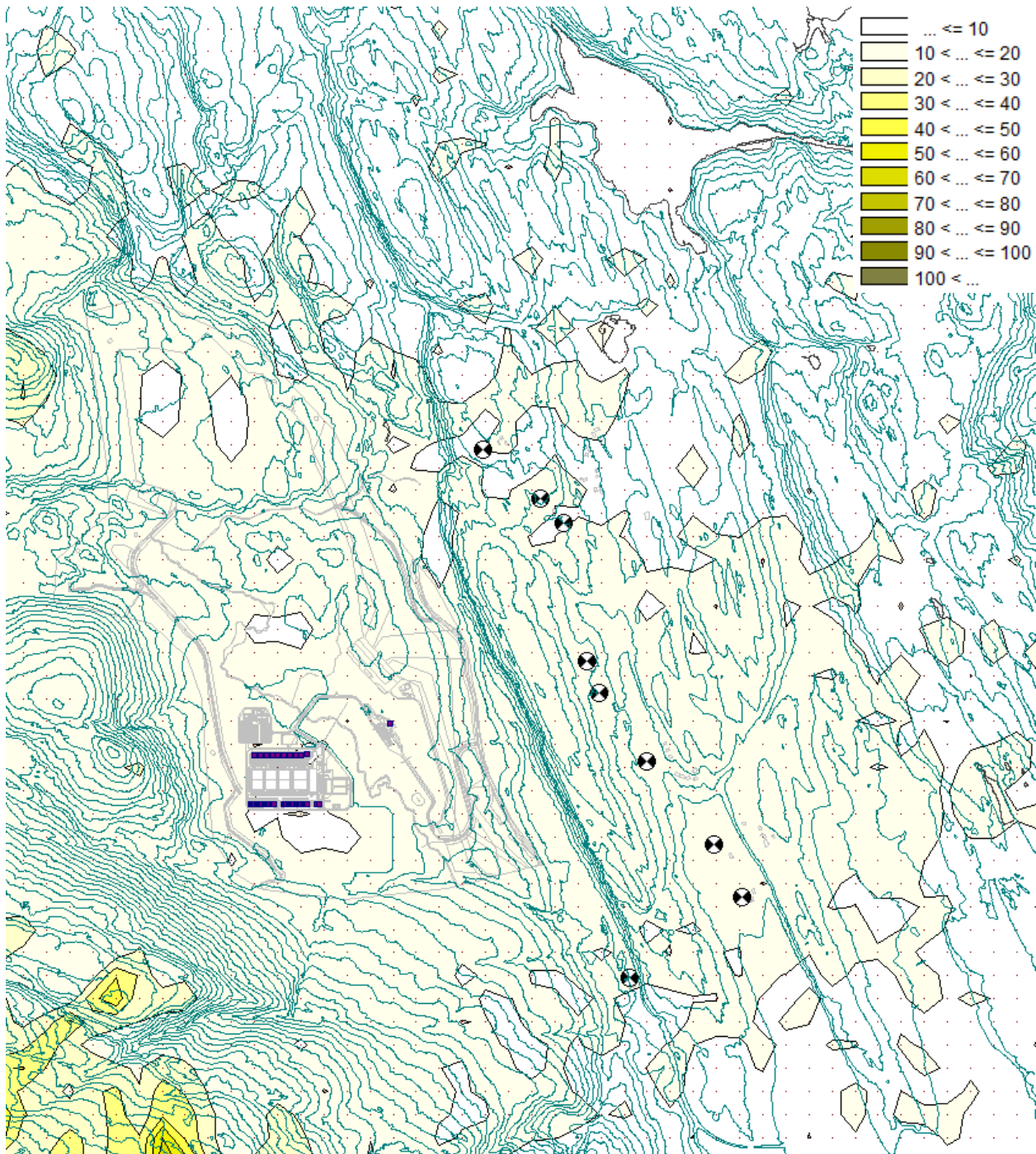
- [1] FOR-2004-06-01-931, Forskrift om begrensning av forurensing (forurensningsforskriften) kapittel 7 lokal luftkvalitet. Siste endret FOR-2023-06-02-1213 fra 01.10.2023, FOR-2023-09-29-1587.
- [2] Miljødirektoratet, 2018. Veileder: *Spredningsberegning og bestemmelse av skorsteinshøyde*. Ref. M-980.
- [3] FHI, 2023. Folkehelseinstituttet. Reviderte luftkvalitetskriterier. [Reviderte luftkvalitetskriterier - FHI](#) Oppdatert 17.11.2023
- [4] Miljøverndepartementet, 2012. *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging*. Ref. T-1520. Dato for ikrafttredelse: 25.04.2012.
- [5] Norsk klimaservicesenter, 2023. [Observasjoner og værstatistikk - Seklima \(met.no\)](#)
- [6] Miljødirektoratet, 2023. [Utslippssystem \(miljødirektoratet.no\)](#) Siste oppdatert 03.04.2023.
- [7] Norske utslipp, 2023. [Norske utslipp, Landbasert industri](#)
- [8] VDI/DIN manual, Air Pollution Prevention Volume 5.
- [9] Air Quality Modelling & Assessment Unit (AQMAU) Environment Agency of England and Wales, 2016. *Diesel generator short term NO2 impact assessment*. Ref. AQMAU-C1457-RP01. [COMMUNICATION BRIEF \(defra.gov.uk\)](#) Datert 13.06.2016.
- [10] Norsk klimaservicesenter (NKSS), 2015. Klima i Norge 2100. NCCS report no. 2/2015. ISSN nr. 2387-3027. Oppdragsgiver: Miljødirektoratet. M-406 | 2015


Vedlegg

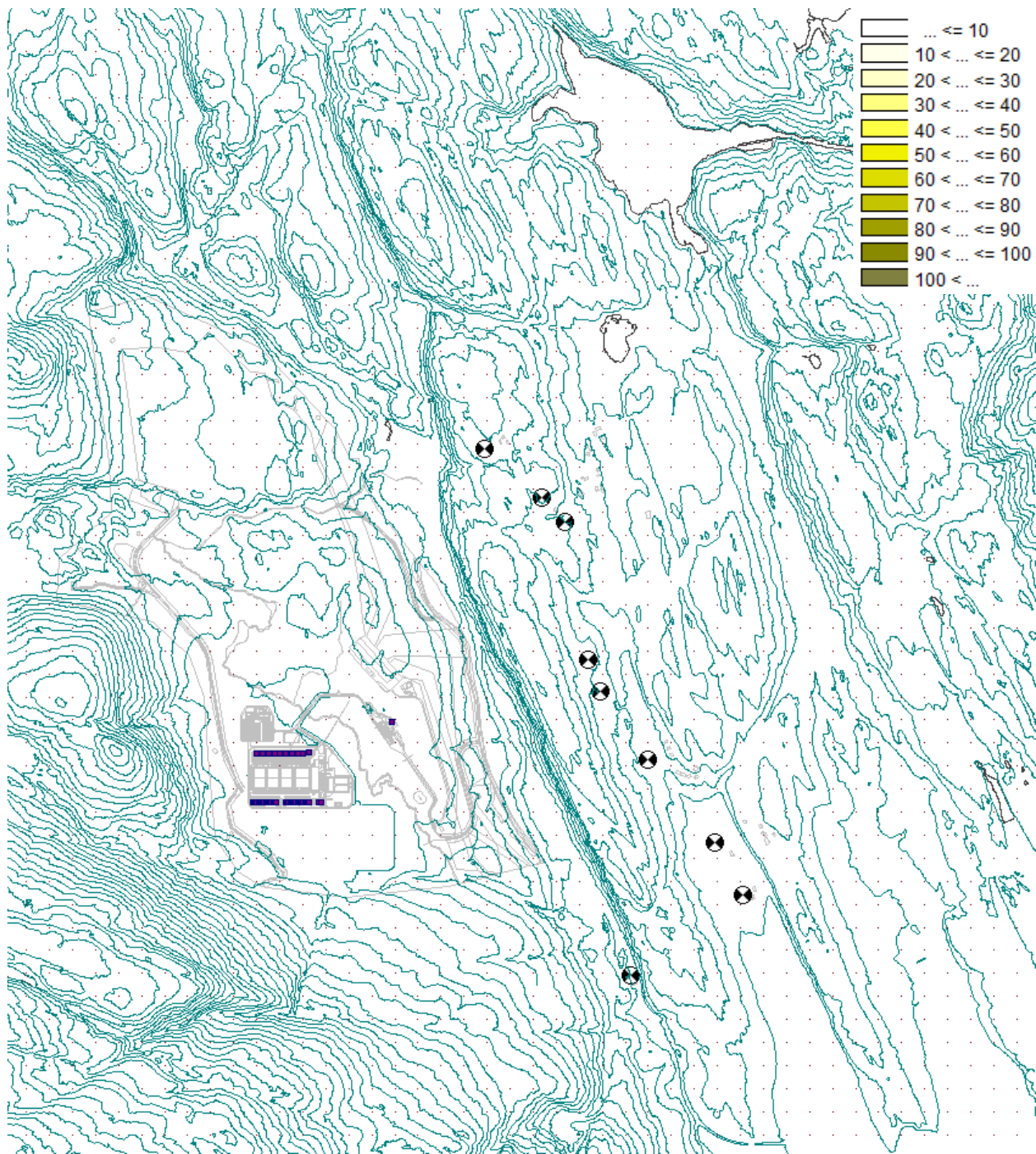
- Kart over 19. høyeste timesmiddel bakkenær NO₂-timeskonsentrasjoner for månedlig testkjøringsscenarioet
- Kart over maksimum beregnet bakkenær NO₂-timeskonsentrasjoner for månedlig testkjøringsscenarioet
- Kart over 19. høyeste timesmiddel bakkenær NO₂-timeskonsentrasjoner for minst gunstig testkjøringsprogram
- Kart over maksimum beregnet bakkenær NO₂-timeskonsentrasjoner for minst gunstig testkjøringsprogram
- Kart over maksimum beregnet bakkenær NO₂-timeskonsentrasjoner for strømbryddscenarioet




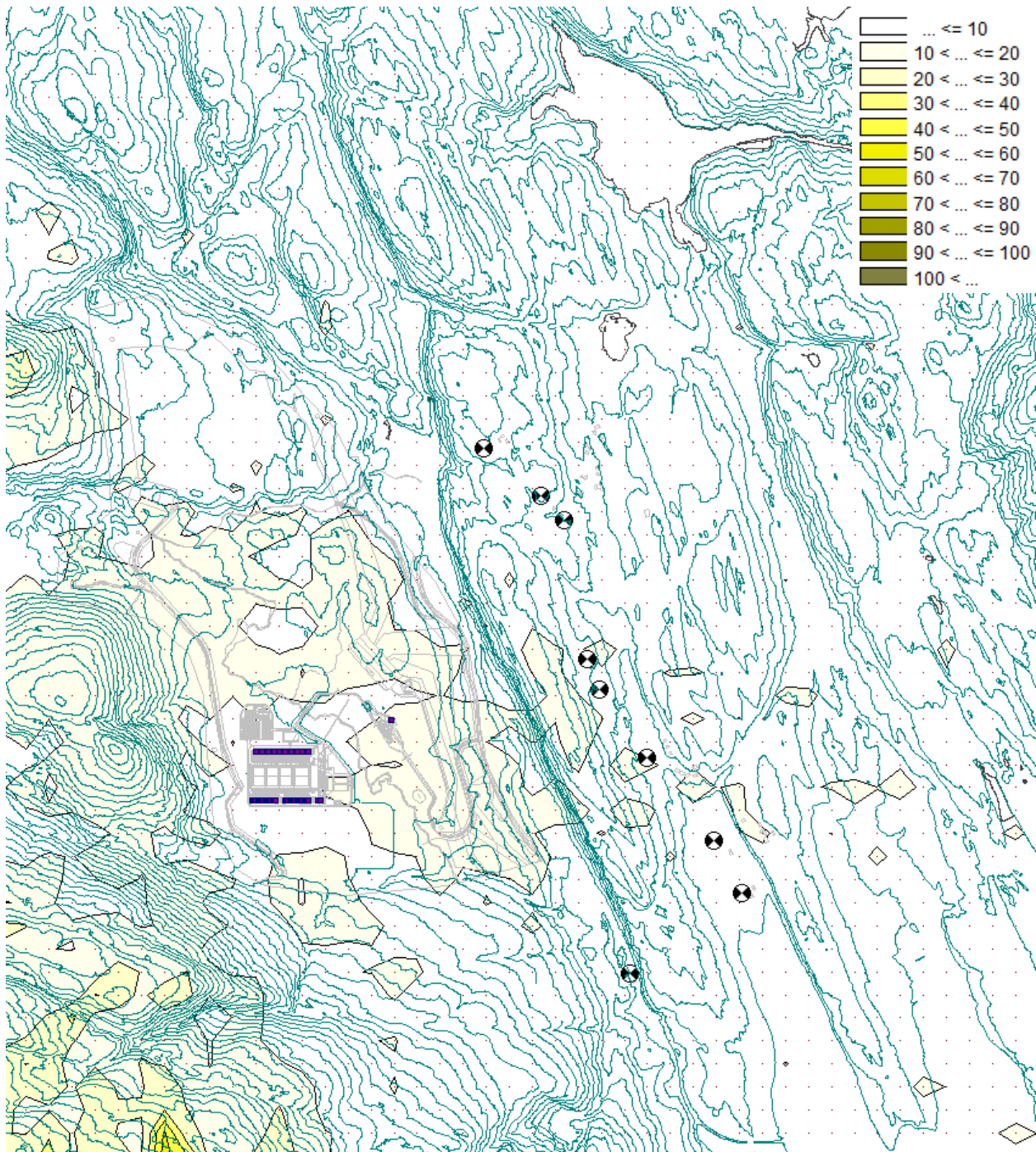
Figur 7-1: Kart over beregnet $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bakkenær NO_2 -konsentrasjoner som tilsvarer de 19. høyeste timesmiddel i et meteorologisk normalår, for månedlig testkjøringsscenarioet. 2 x bakgrunnskonsentrasjon er lagt til.  betegner resipient.




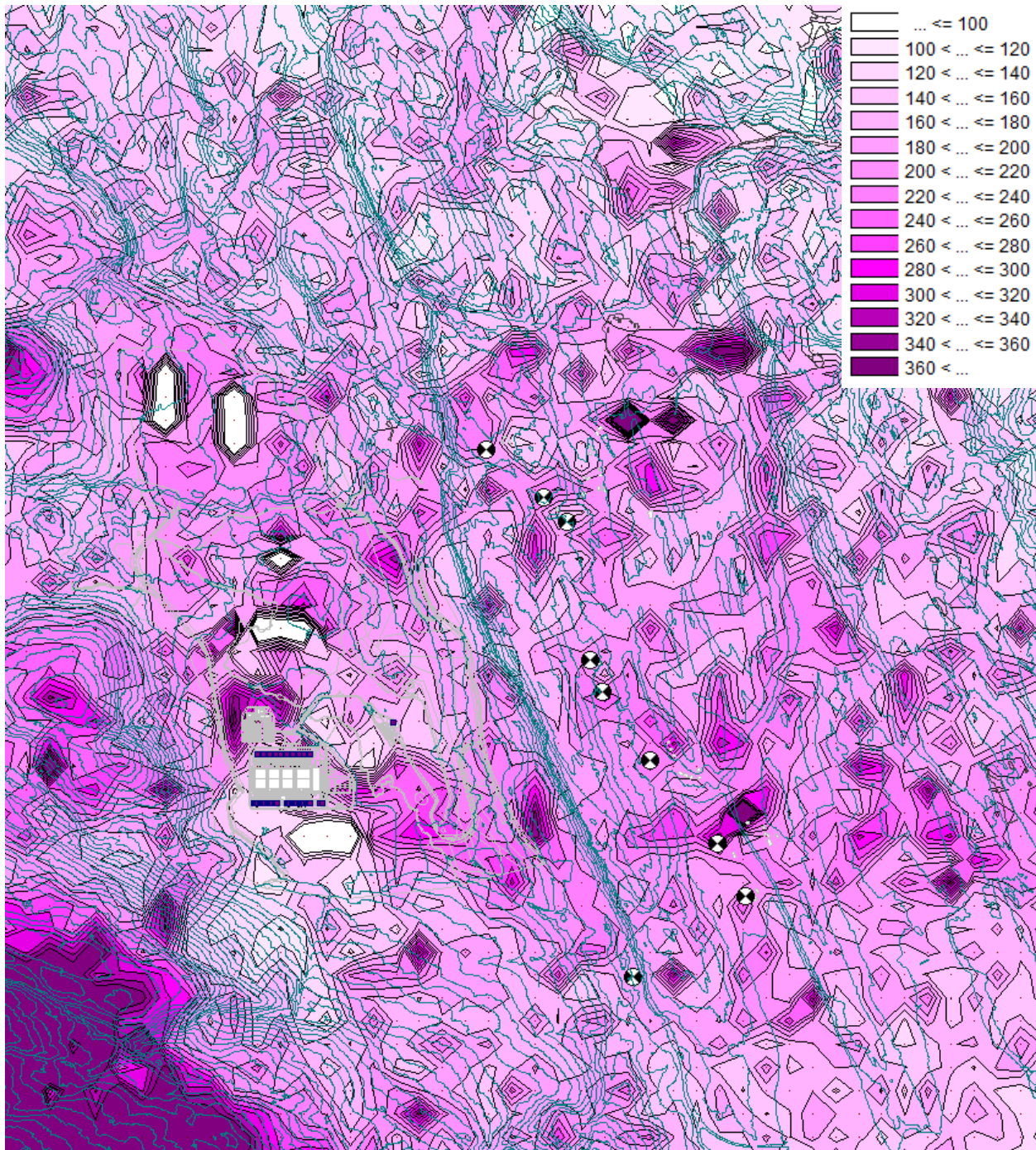
Figur 7-2: Kart over maksimum beregnet timeskonsentrasjon på bakkenær $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 for et meteorologisk normalår, for månedlig testkjøringsscenarioet. 2 x bakgrunnskonsentrasjon er lagt til. Det fremheves at spredningsberegninger basert på kun én time tilknyttes høy usikkerhet.  betegner resipient.




Figur 7-3: Kart over beregnet $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bakkenær NO_2 -konsentrasjoner som tilsvarer de 19. høyeste timesmiddel i et meteorologisk normalår, for minst gunstig testkjøringsscenarioet. 2 x bakgrunnskonsentrasjon er lagt til.  betegner resipient.



Figur 7-4: Kart over maksimum beregnet timeskonsentrasjon på bakkenær $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 for et meteorologisk normalår, for minst gunstig testkjøringsscenarioet. 2 x bakgrunnskonsentrasjon er lagt til. Det fremheves at spredningsberegninger basert på kun én time tilknyttes høy usikkerhet.  betegner resipient.



Figur 7-5: Kart over maksimum beregnet timeskonsentrasjon på bakkenær $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 , for et meteorologisk normalår, for et scenario med strømbrudd der samtlige aggregatene kjører på 100% last. 2 x bakgrunnskonsentrasjon er lagt til. Det fremheves at spredningsberegninger basert på kun én time tilknyttes høy usikkerhet.  betegner resipient.