

Oppdragsgiver: **Rå BioparkAS**

Oppdragsnr.: **52305309** Dokumentnr.: **RIM01**

Til: Rå BioparkAS

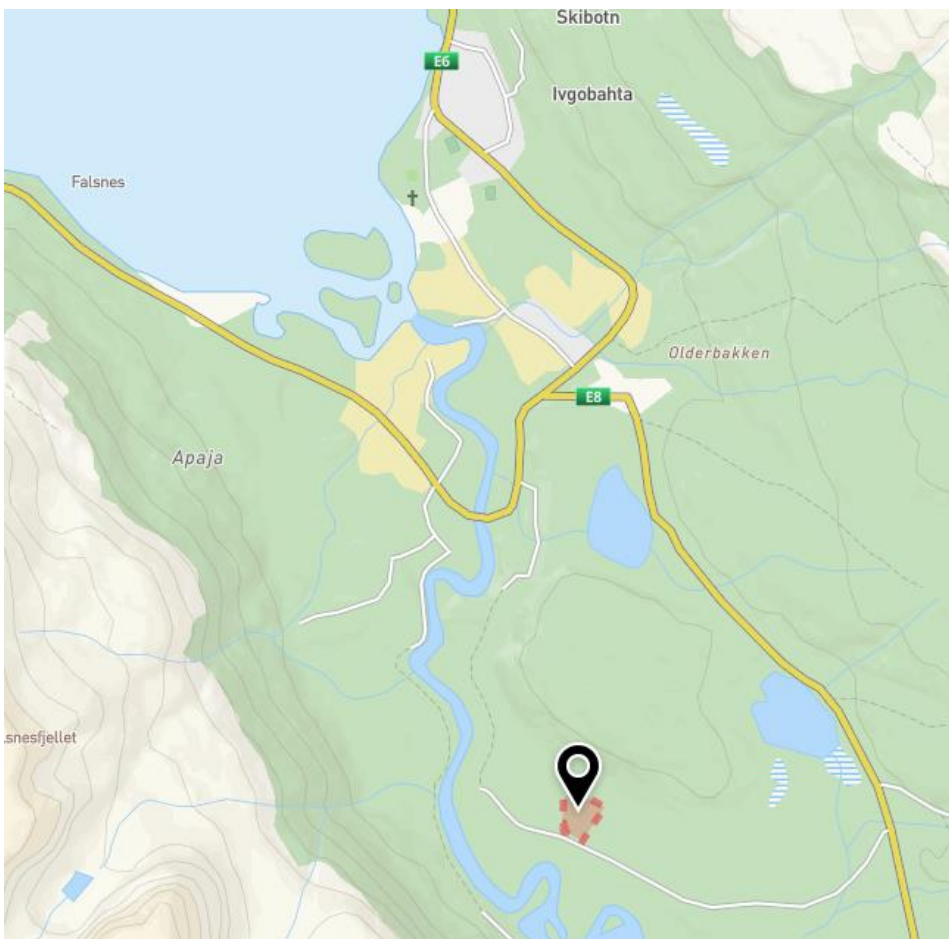
Fra: Norconsult AS

Dato 2023-09-08

► Spredningsmodellering av luktutslipp fra fremtidig biogassanlegg ved Rå Biopark

Innledning

Rå Biopark AS planlegger å etablere et biogassanlegg i Skibotn i Storfjord kommune. I den forbindelse har Norconsult blitt engasjert for å utføre spredningsmodelleringer av lukt fra et punktutslipp ved biogassanlegget. Det planlagte anlegget skal plasseres på avfallsanlegget til Origo Skibotn AS med deponi og eksisterende komposteringsanlegg. Dagens avfallsanlegg er lokalisert på eiendommen 45/307 og 45/308 i Storfjord kommune. Geografisk plassering er vist i Figur 1. I følge Rå Biopark vil dagens komposteringsanlegg legges ned når biogassanlegget kommer i drift.



Figur 1: Geografisk plassering av eksisterende komposteringsanlegg i Skibotn. Biogassanlegget planlegges plassert på samme tomt.

Definisjoner

OU_E – europeisk luktenhet.

OU_E/m³ – luktkonsentrasjon (luktenheter per kubikkmeter).

1 OU_E/m³ - luktkonsentrasjonen hvor 50 % av en populasjon kan fornemme at en lukt er til stede.

Luktimmisjon – hvor mye lukt en resipient eksponeres for.

Grenseverdiene for lukt er gitt som **maksimal månedlig 99 % timefraktil**, som betyr at lukten i omgivelsene skal være under grenseverdien i 99% av timene i en måned. Grenseverdien hos nærmeste eller mest berørte nabo kan av hensyn til uforutsette driftsproblemer overskrides i inntil 7 ulike hendelsestimer per måned.

Krav til lukt

Utslippstillatelse

Søknad om utslippstillatelse for biogassanlegget er under arbeid, og skal oversendes til Statsforvalter i Troms og Finnmark. Utslippstillatelsen vil sette en grenseverdi for tillat luktkonsentrasjon ved nærmeste eller mest utsatte nabo, samt hvilke tiltak som må iverksettes dersom grenseverdien ikke overholdes.

Veileder TA-3019

I 2013 kom Veileder TA-3019, Regulering av luktutslipp i tillatelser etter forurensningsloven, som har som formål å tydeliggjøre de vilkårene som bør stilles til virksomheter med luktutslipp, samt bidra til at det stilles mer like og forutsigbare krav [1].

Luktkonsentrasjon angis som luktenheter per volum. I henhold til norsk standard, NS-EN 13725, angis luktkonsentrasjonen som OU_E/m³ (europeiske luktenheter per kubikkmeter). 1 OU_E/m³ er den konsentrasjonen av en lukt der 50 % av en populasjon kan fornemme at den er til stede. Dette nivået kalles også for terskelverdi. Ved 2-3 OU_E/m³ vil lukten karakter gradvis bli mer gjenkjennbar.

Immisjonsgrensen, som er grensen i omgivelsene og ikke i selve utslippspunktet, er generelt på 1 eller 2 OU_E/m³, avhengig av virksomhet og omgivelser. Dersom virksomheten ligger i nærheten av arealer med boligbebyggelse har det vært vanlig å la immisjonsgrensen være på 1 OU_E/m³, mens der virksomheten har næringsområder som nærmeste nabo kan immisjonsgrensen settes til 2 OU_E/m³. Disse grenseverdiene er angitt som maksimal månedlig 99 % timefraktil [1].

Ifølge Veileder TA-3019 er det store usikkerheter knyttet til luktmålinger og -modellering. I veilederen står det:

«Vurdering av datamodellert spredningsberegning som dokumentasjonsmetode: Usikkerhet i all form for luktkartlegging er relativt høy. Med denne metoden er usikkerheten som oftest en faktor 2. En rapportert verdi på 2 OU_E/m³ som maksimal månedlig 99 prosent timefraktil hos en nabo representerer derved i beste fall en verdi i intervallet 1 – 4 OU_E/m³. Denne usikkerheten er like mye et bilde på hvordan vi mennesker sanser forskjellig, som et bilde på usikkerheten i måling og modelleringen. Det største bidraget i denne usikkerhetsvurderingen kommer fra selve luktmålingen.» [1]

Forutsetninger og antagelser

Spredning av lukt avhenger av mange parametere, som blant annet utslippshøyde, konsentrasjon, hastighet, temperatur og meteorologi. Det er flere forutsetninger og antagelser som ligger til grunn for spredningsmodelleringene, da biogassanlegget per nå ikke er detaljprosjektert. Denne utredningen representerer en kartlegging av hvilke effekter som kan forventes ved et sett med utslippsparemetere, slik at lukttematikken blir med å legge rammene for designet av anlegget. Når det foreligger mer detaljert informasjon, må beregningene oppdateres.

Input parameterne til modellen er vist i Tabell 1. Det er forutsatt at selve bygget vil være 40 m x 30 m, og ha en høyde på 12 m. Antatt plassering av bygget og utslippspunktet er vist i Figur 2. Bygget er vist som blå rektangel, og utslippspunktet er markert med rødt. Informasjon om bygget ble gitt fra Rå Biopark, mens parameterne for luktutslippet ble gitt av Centriair, som er en leverandør av blant annet luktreduksjonsanlegg.

Centriair oppga at et luktutslipp fra et biogassanlegg, etter at luften har gått gjennom et luktreduksjonsanlegg, kan eksempelvis være på 1000 OU_E/m³. Lavere konsentrasjoner kan oppnås med høyere grad av rensing. Pga. stor usikkerhet knyttet til luktmålinger, er det modellert med et luktutslipp på 2000 OU_E/m³, som samsvarer med antatt usikkerhetsnivå i TA-3019.

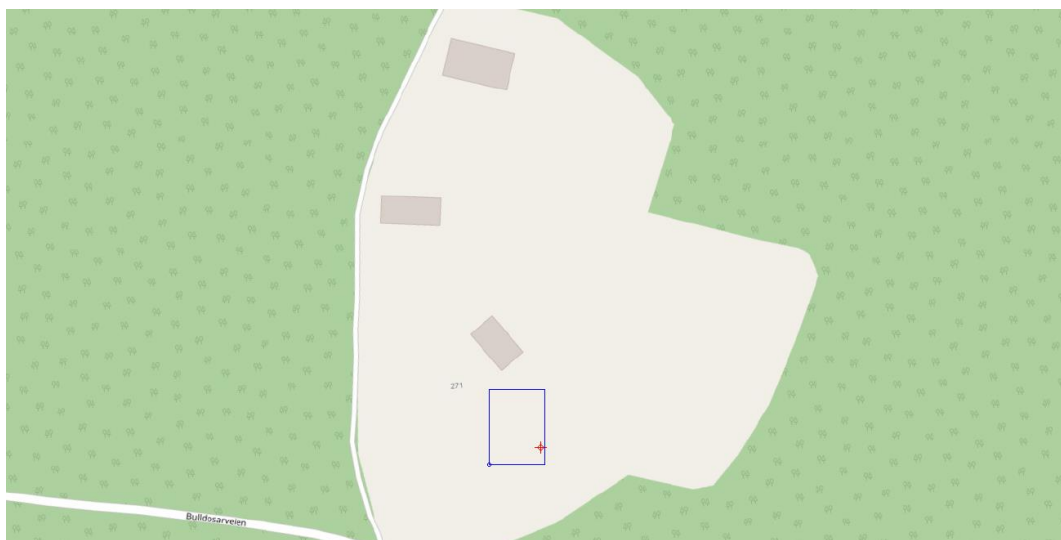
Tabell 1: Utslippsparemetere benyttet i spredningsmodelleringene av luktutslipp fra biogassanlegget.

Utslippspunkt	Avkastmengde [m ³ /h]	Høyde utslippspunkt [m]	Luktutslipp [OU _E /s]	Lufthastighet ved avkast [m/s]	Lufttemperatur ved avkast [°C]
Skorstein biogassanlegg	43 200	14 ¹⁾	24 000 ²⁾	20	8/14 ³⁾

¹⁾ Høyde over bakken. Tilsvare 2 m over bygget.

²⁾ Tilsvare 2000 OU_E/m³.

³⁾ Temperatur vinter (nov.-april)/ sommer (mai-okt.).



Figur 2: Antatt plassering av biogassanlegget vist som blå rektangel. Utslippspunktet er markert med rødt.

Det påpekes at diffuse luktutslipp fra f.eks. råvarer, avfall og transport ikke er inkludert i modelleringene, da det er utfordrende å få representative data. Punktvisse lokale luktkilder ved fylling/tømming av substrat, samt vasking i vaskehall kan forekomme. Lukthendelser ifm. denne aktiviteten skal bli behandlet som avvik internt med absolutt mål om at aktiviteten innenfor industriområdet ikke skal påvirke nærområdene.

Det er foreløpig ikke avklart hvordan bioresten skal håndteres. Dersom den skal komposteres kan det vært noe lukt ifm. dette som ikke er hensyntatt i spredningsmodelleringene.

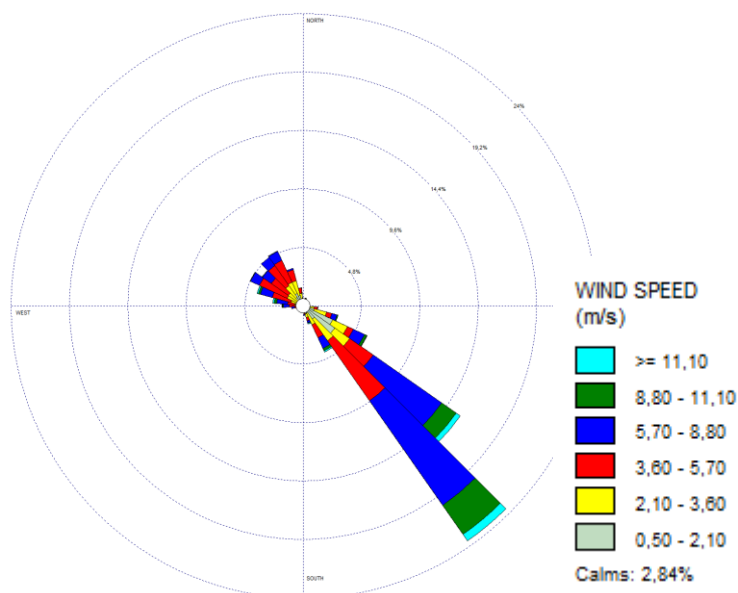
Det legges til grunn at dagens drift av komposteringsanlegg avvikes, og at avfallet er fjernet ila. kort tid etter at biogassanlegget er i drift. Spredningsmodelleringene representerer normalt drift av biogassanlegget. Avvikt pga. uønskede hendelser er ikke inkludert.

Meteorologiske forhold

De meteorologiske dataene for området er levert av Kjeller Vindteknikk. For å modellere de meteorologiske parameterne ble Weather Research and Forecast (WRF) modellen benyttet. Informasjon om meteorologimodelleringen er gitt som vedlegg.

Spredningsmodelleringer ble gjennomført med meteorologi fra 2018 til 2022. Dataene som benyttes i programmet/beregningene er: temperatur, luftfuktighet, lufttrykk, vindretning, skydekke, skyhøyde, global stråling, vindhastighet og nedbørsmengder.

Modellert vindrose ved planområdet for år 2018-2022 er vist i Figur 3. Figuren viser vindretningen vinden blåser fra. For hver sektor vises også vindstyrkefordelingen. Vindretningen påvirkes i stor grad av terrenget, og fremherskende vindretninger er fra sørøst. De meteorologiske dataene er ikke representative ved inversjon.



Figur 3: Vindrose ved planområdet for Rå Biopark som viser vindretning og vindhastighet. Figuren viser retningen vinden blåser fra.

Spredningsberegninger og metodikk

Spredningsberegningene er utført med programmet AERMOD View fra Lakes Environmental. AERMOD er en modell for stasjonære kilder utarbeidet av US EPA. Modellen inkluderer data som blant annet blandingshøyde, temperatur og temperaturprofil, atmosfærens turbulente egenskaper samt terrengdata. I denne modellen beregnes maksimale bakkekonsentrasjonsbidrag for ulike meteorologiske situasjoner lastet inn i modellen som egen meteorologifil basert på data fra WRF-modellen. De meteorologiske dataene behandles i en egen programdel, AERMET. Beregningene er gjort med terrengdata, og det er benyttet terrengmodell for modelleringsområdet. Terrengdataene er prosessert i en egen programdel, AERMAP.

Luktkonsentrasjonene i omgivelsene beregnes som OU_E/m^3 i en høyde på 1,5 m over bakken. Dette er i henhold til veilederen TA-3019 fra Miljødirektoratet [1]. Beregningene er gjort for maksimal månedlig 99 % timefraktil. Dette ble gjort ved å modellere situasjonen for hver måned i året og se på 99 % persentilen.

I spredningsberegningene er det benyttet en funksjon som heter building down wash. Ved å benytte denne funksjonen inkluderes effekten som bygg i nærheten av et utslippspunkt vil ha på luftstrømmen, og dermed også forurensningen. I dette tilfellet er det kun bygget til biogassanlegget som er lagt inn.

Usikkerhet

Spredningsmodeller gir mulighet til å kvantifisere hvordan ulike meteorologiske, kjemiske og fysiske forhold påvirker lukt og luftkvalitet og utslipp fra ulike kilder. Som planleggingsverktøy vil modeller kunne kartlegge lukt og annen 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 for eksempel [2]:

1. Usikkerhet i inngangsdata:

- Usikkerhet i verdiene for luktutslipp, avkasthastighet og utslippstemperatur
 - Det er benyttet generiske data for luktutslippet da anlegget ikke er prosjektert. Dataene er gitt i Tabell 1.
 - Luftmengden ut (m^3/h) er antatt å være 3 ganger volumet av bygget
- Usikkerhet i dimensjonene av bygget og nøyaktig plassering
- Usikkerhet i utslippshøyde.
- Usikkerhet i meteorologidata
 - Meteorologidataene er modellerte data og ikke hentet fra en spesifikk meteorologisk stasjon. De er sammenlignet med lokale data i området for å redusere usikkerheten.
 - Meteorologidataene representerer ikke en situasjon hvor det er inversjon.

2. Usikkerhet i modellen:

- Usikkerhet i modellstruktur og parameterverdier
- Variasjoner av observerte inndata og resultater på mindre romlig skala eller kortere tidsoppløsning enn modellens oppløsning
- Feil i metode ved kombinasjon av modeller med ulik rom og tidsoppløsning

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 [3].

Resultater

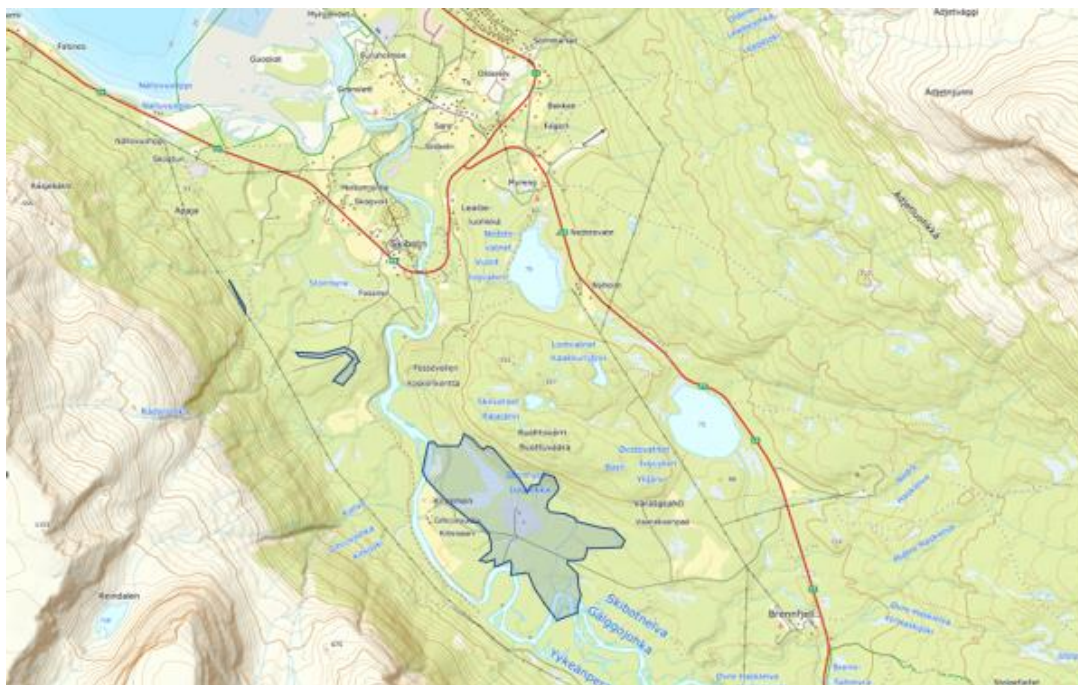
Resultatene fra spredningsmodelleringen viser at det er størst utbredelse av lukt for månedene juli til november. Konsentrasjonskart som viser områder som overskrider anbefalt grenseverdi i TA-3019 er vist i Figur 4 til Figur 8 for disse månedene. Områder med konsentrasjon over $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ for maksimal månedlig 99 % timesfraktil er vist med blå skravur i figurene. Konsentrasjonskart for resterende måneder er vist i Vedlegg 1: Konsentrasjonskart.

Resultatene viser at utslipp til luft fra biogassanlegget ikke vil føre til lukt som overskrider anbefalt grenseverdi på $1^1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ i Skibotn sentrum med de forutsetningene som er lagt til grunn. Området rundt anlegget vil overskride $1^1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, og nærmeste naboer på adressene Gunnarskogen 14 og 19 (gnr./bnr.: 46/11) vil flere av månedene ligge på grensen til å få konsentrasjoner over $1^1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$. Resultatene viser at det er ingen andre naboer som får konsentrasjoner over anbefalt grenseverdi.



Figur 4: Konsentrasjonskart for juli måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$) er vist med blå skravur.

¹ Verdi angitt som maksimal månedlig 99% timesfraktil



Figur 5: Konsentrasjonskart for august måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OUE/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OUE/m^3) er vist med blå skravur.



Figur 6: Konsentrasjonskart for september måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OUE/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OUE/m^3) er vist med blå skravur.



Figur 7: Konsentrasjonskart for oktober måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OUE/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OUE/m^3) er vist med blå skravur.



Figur 8: Konsentrasjonskart for november måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OUE/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OUE/m^3) er vist med blå skravur.

Effekter ved å endre parametere

Siden anlegget ikke er detaljprosjektert, er ingen av utslippsparameterne endelig bestemt. Her er det undersøkt hvilken effekt det vil ha å endre plassering og høyde av utslippspunktet, samt luktkonsentrasjonen fra utslippspunktet.

Plassering av utslippspunkt og utslippshøyde

Den røde markeringen i Figur 9 viser grovt sett området hvor biogassanlegget planlegges å plasseres innenfor. Det er gjort modelleringer for å se om alternative plasseringer innenfor det røde område vil påvirke resultatene i vesentlig grad. Resultatene viser at mye av de samme områdene vil bli utsatt for konsentrasjoner over $1^2 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, og at plasseringen ikke er avgjørende for om nærmeste naboer med grei margin er utenfor områdene hvor luktkonsentrasjoner er over anbefalt grenseverdi.

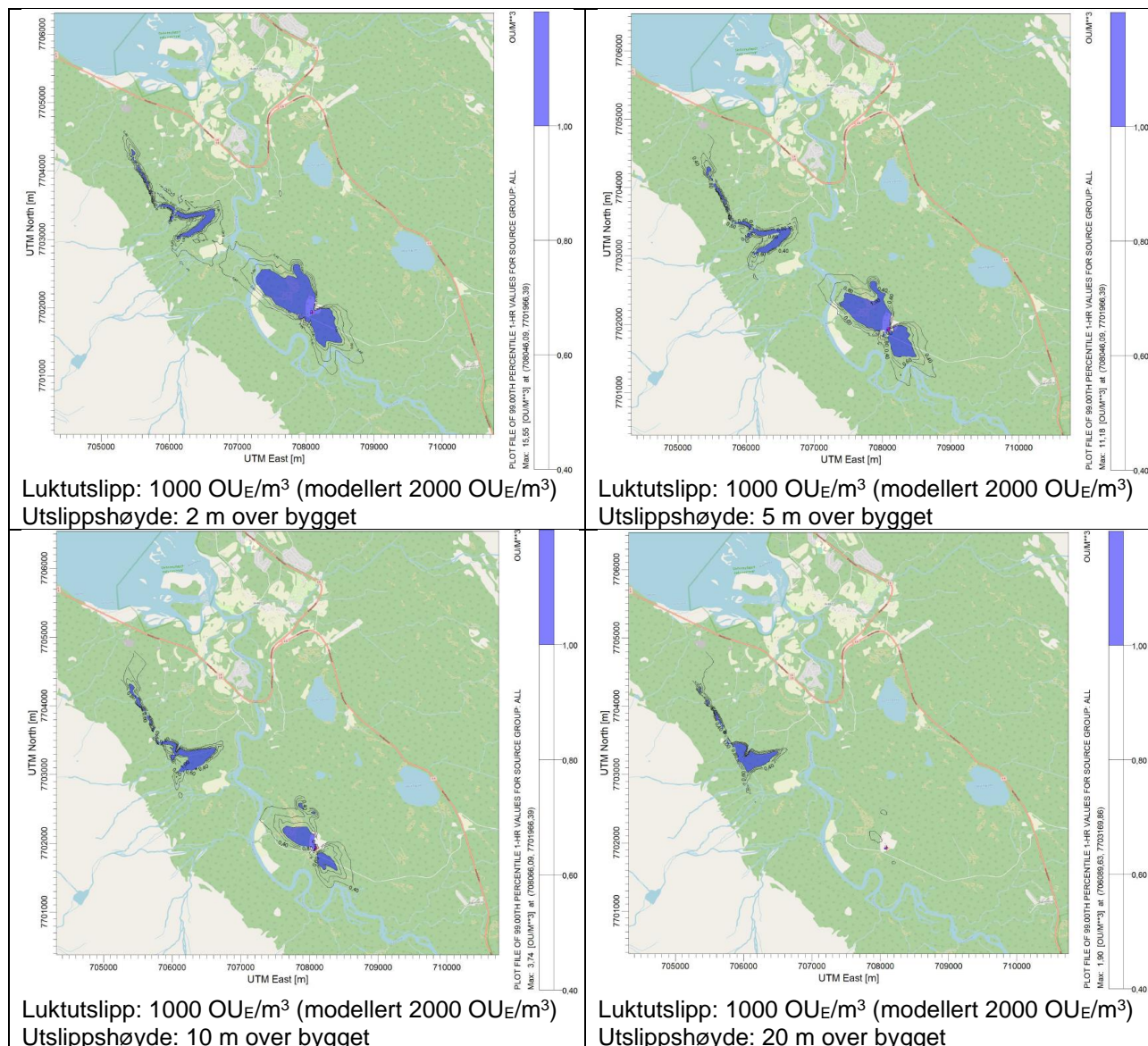


Figur 9: Grov skisse som viser området biogassanlegget kan plasseres innenfor (rød markering).

Det ble også undersøkt hvordan utslippshøyden påvirket luktspredningen. Resultatene fra modellering av oktober måned med meteorologi for år 2022 er vist i Tabell 2, for henholdsvis utslippshøyde 2, 5, 10 og 20 m over taket på biogassanlegget. Resultatene viser at ved økende utslippshøyde reduseres utstrekningen av lukt lokalt ved anlegget. Dette er delvis fordi bygget vil ha mindre påvirkning på luftstrømmen ut fra utslippspunktet når det ligger høyere over taket, og fordi et høyere utslippspunkt fører til mer spredning og fortynning før det når 1,5 m over bakkenivå. Det er først ved utslippshøyde mellom 5 og 10 m over bygget at effekten blir markant bedre ved nærmeste nabo. Når utslippspunktet settes 20 m over tak viser resultatene at ingen områder lokalt ved anlegget ligger over $1^2 \text{ OU}_E/\text{m}^3$. Ved alle de modellerte utslippshøydene viser resultatene at områder ved foten av Falsnesfjellet og Middagsfjellet kan få konsentrasjoner over $1^2 \text{ OU}_E/\text{m}^3$.

² Verdi angitt som maksimal månedlig 99% timesfraktil

Tabell 2: Resultater fra modellering av oktober måned (meteorologi for 2022) ved forskjellige utslippshøyder. Områder med luktkonsentrasjon over 1 OU_E/m³ for maksimal månedlig 99% timesfraktil er vist med blå skravur.

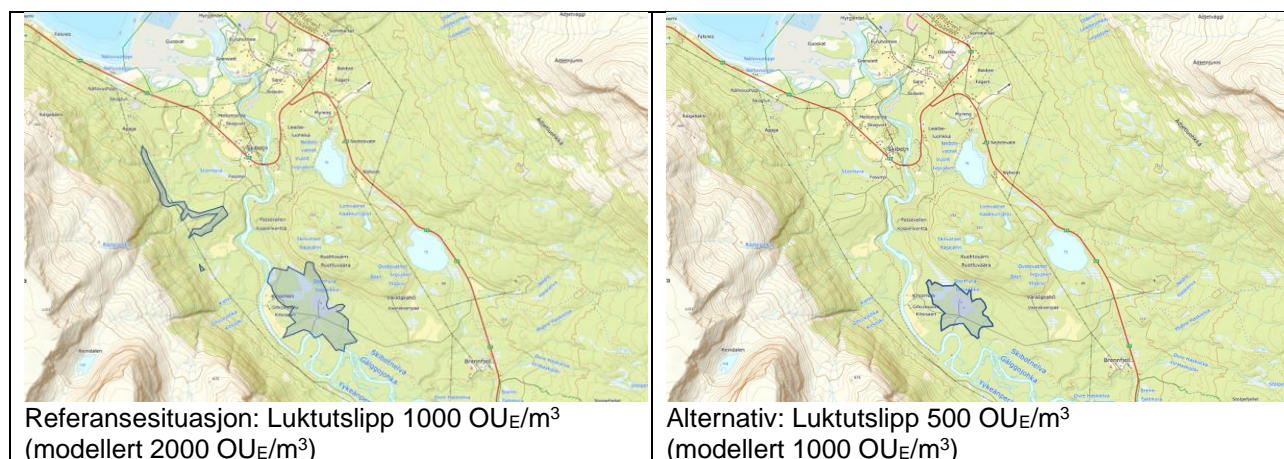


Konsentrasjon av luktutslipp

Centriair som er leverandør av luktreduksjonsanlegg hevder det er mulig å rense luften slik at luktutslippet er på 500 OUE/m^3 . Det vil si en halvering sammenlignet med utredet situasjon. I spredningsmodellen er det hensyntatt at det kan være en usikkerhetsfaktor på 2 for luktmålinger, så derfor er utslippet satt til 1000 OUE/m^3 i modellen.

Resultatene viser at en halvering av luktutslippet fører til at området rundt anlegget som får over 1^3 OUE/m^3 reduseres, og at ingen områder ved foten av Falsnesfjellet og Middagsfjellet får luktkonsentrasjon over 1^3 OUE/m^3 . Ved å redusere luktutslippet til 500 OUE/m^3 viser spredningsmodelleringer at ingen naboer får luktkonsentrasjon over anbefalt grenseverdi.

Tabell 3: Til venstre: Spredningskart for referansesituasjon med utslippsparametere som angitt i Tabell 1. Til høyre: Spredningskart for alternativ med halvering av luktutslipp. Spredningskartene gjelder for oktober måned med meteorologi for år 2018-2022. Områder med luktkonsentrasjon over 1 OUE/m^3 for maksimal månedlig 99% timesfraktal er vist med blå skravur.

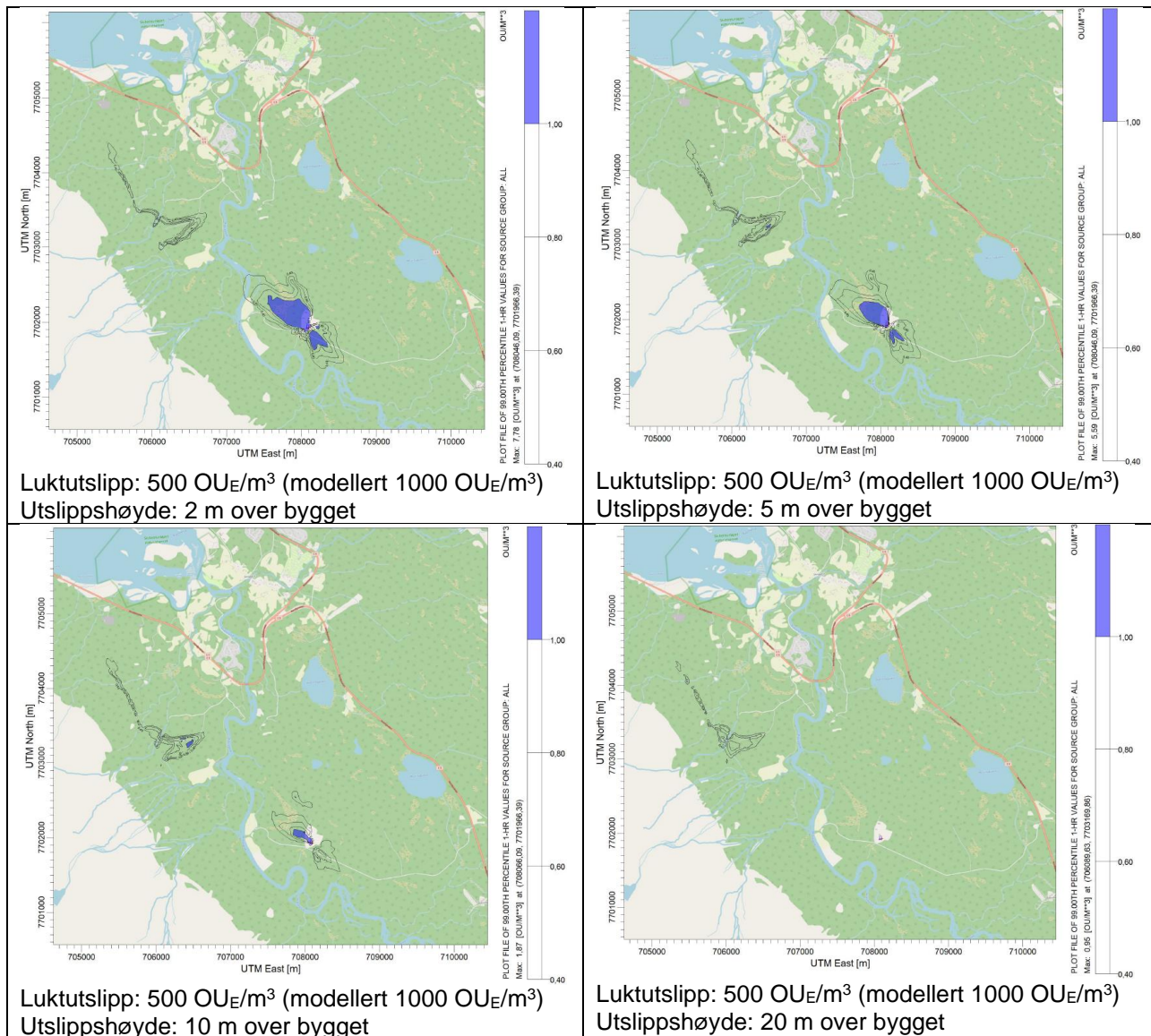


Kombinasjon av endret konsentrasjon og varierende utslippshøyde

Tabell 4 viser spredningskart når konsentrasjonen er redusert sammenlignet med referansesituasjon og ved ulike utslippshøyder. Den overordnede effekten av å endre utslippshøyden er den samme som ble sett i Tabell 2. Ved økende utslippshøyde reduseres luktkonsentrasjonen rundt anlegget, mens det er et gradvis større område ved foten av Falsnesfjellet og Middagsfjellet som kan få konsentrasjoner over 1^3 OUE/m^3 . Når høyden blir 20 m over bygget blir spredningen slik at ingen områder får over 1^3 OUE/m^3 .

³ Verdi angitt som maksimal månedlig 99% timesfraktal

Tabell 4: Resultater fra modellering av oktober måned (meteorologi for 2022) ved forskjellige utslippshøyder og redusert konsentrasjon av luktutslipp sammenlignet med referansesituasjon. Områder med luktkonsentrasjon over 1 OUE/m³ for maksimal månedlig 99% timesfraktil er vist med blå skravur.



Konklusjon

Det er utført spredningsmodelleringer av lukt fra et punktutslipp for fremtidig biogassanlegg ved Rå Biopark. Spredningsmodelleringene inkluderer ikke ev. lukt fra håndtering av råvarer eller bioest. Utredningen representerer en kartlegging av hvilke effekter som kan forventes ved et sett med utslippsparametere, slik at luktematikken blir med å legge rammene for designet av anlegget.

Det legges til grunn at drift av dagens avfallsanlegg avvikles, og at avfallet er fjernet ila. kort tid etter at biogassanlegget er i drift. Spredningsmodelleringene representerer normalt drift av biogassanlegget. Avvikt pga. uønskede hendelser er ikke inkludert.

Resultatene viser at med et luktreduksjonsanlegg som renser utslippsluften til $1000 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ og en utslippshøyde på 2 m over bygget, ligger nærmeste naboer ved Gunnarskogen 14 og 19 (gnr./bnr.: 46/11) utsatt for å få luktkonsentrasjon over anbefalt grenseverdi på $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ for maksimal månedlig 99 % timesfraktil.

Plassering av anlegget innenfor avsatt området endrer ikke resultatene i vesentlig grad. Ved å heve utslippspunktet mer enn 5 m over bygget reduseres luktkonsentrasjonen rundt anlegget vesentlig, men det vil uansett være et område ved foten av Falsnesfjellet og Middagsfjellet som kan få konsentrasjoner over $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ for maksimal månedlig 99 % timesfraktil. I følge seeiendom.no ligger det ingen boliger innenfor dette området, og det er grunn for å anta at området har begrenset bruk til friluftsliv pga. beliggenheten. Ved å halvere luktutslippet viser resultatene at luktkonsentrasjonen ved anlegget reduseres betraktelig. Nærmeste naboer får ikke luktkonsentrasjon over anbefalt grenseverdi, og område ved foten av Falsnesfjellet og Middagsfjellet får heller ikke konsentrasjon over $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ for maksimal månedlig 99 % timesfraktil.

Det har vært registrert luktproblemer i Skibotn i forbindelse med dagens avfallsanlegg. Det anbefales at biogassanlegget har et luktreduksjonsanlegg som gjør at luktutslippet ikke overstiger $500 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, og at høyden på utslippspunktet vurderes og prosjekteres ut ifra hva som er gunstig fra et luktperspektiv. Når det foreligger mer detaljert informasjon om anlegget, må spredningsberegningene oppdateres.

References

- [1] Miljødirektoratet, «Veileder TA-3019, Regulering av luktutslipp i tillatelser etter forurensningsloven,» 2013.
- [2] NILU, «Luftkvalitet.info - ModLUFT,» [Internett]. Available:
<http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Modeller/USIKKERHET.aspx>. [Funnet 2020].
- [3] Miljødirektoratet, «Veileder - Spredningsberegning og bestemmelse av skorsteinshøyde,» 2018.

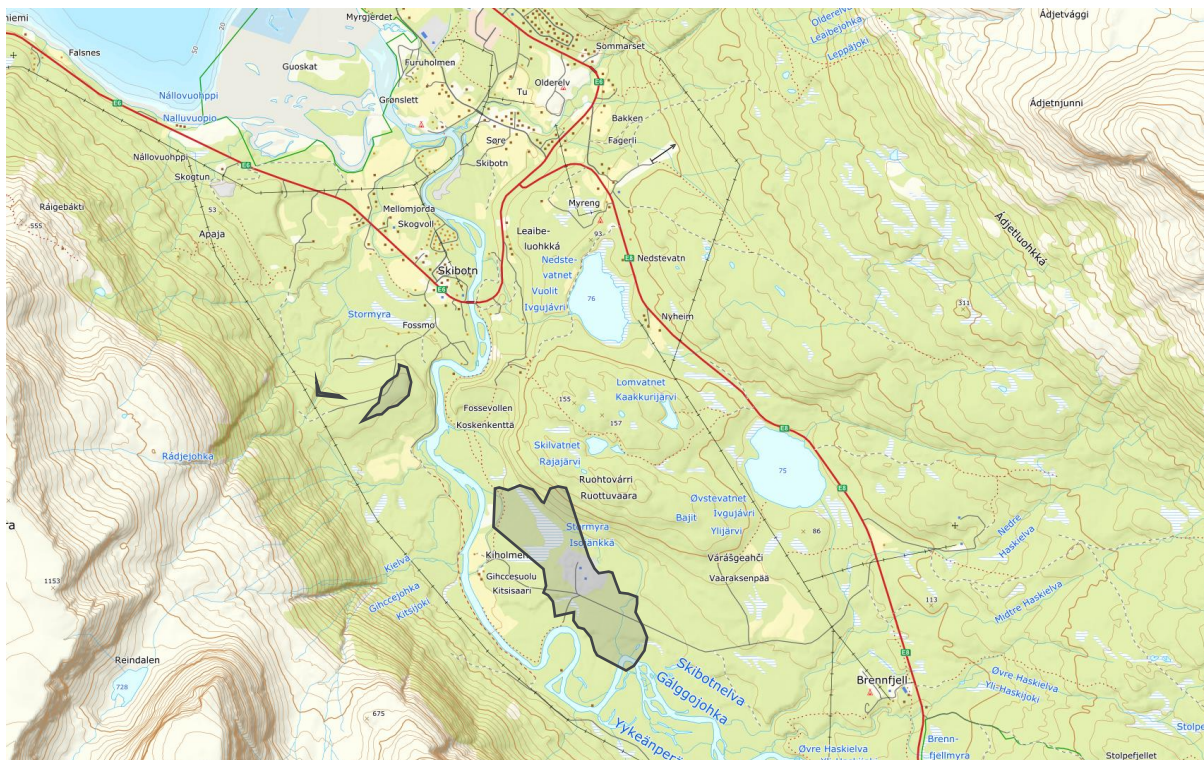
J03	2023-09-08	For bruk	CECHAA	KJB	OEYSKU
B02	2023-08-30	For gjennomgang hos Rå Biopark	CECHAA	KJB	OEYSKU
A01	2023-08-15	Til fagkontroll	CECHAA	KJB	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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.

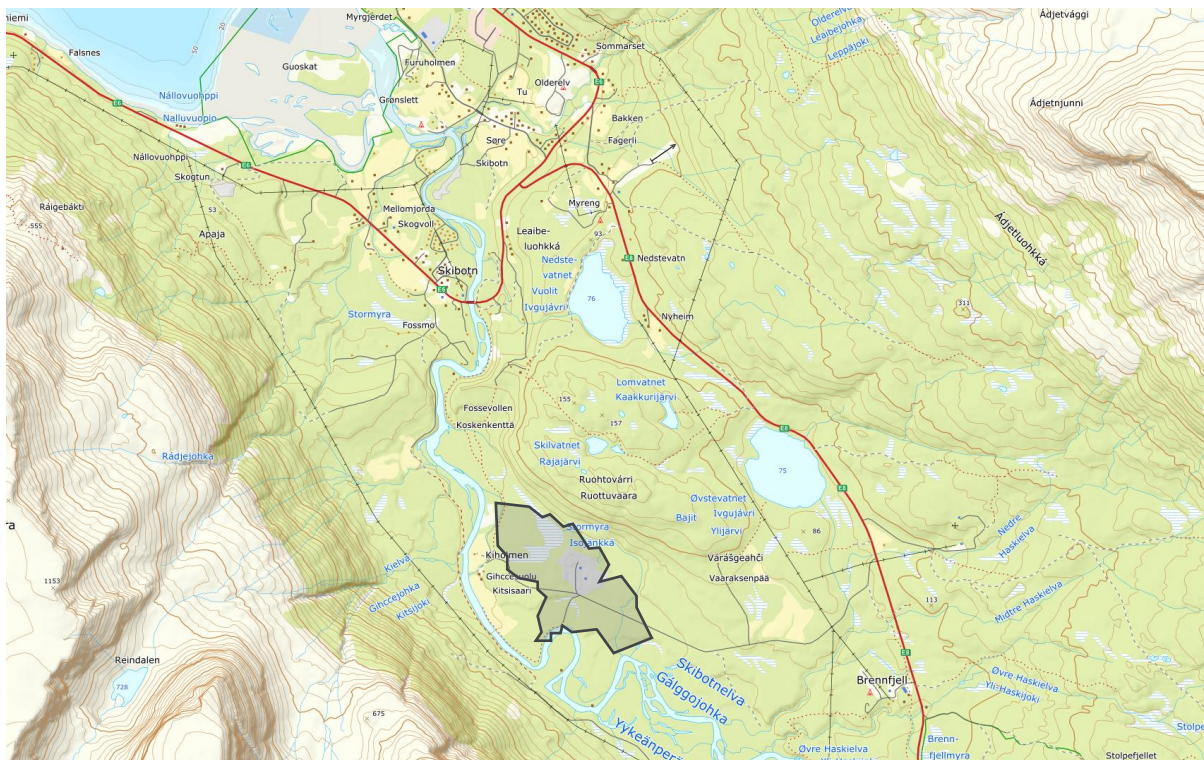
Vedlegg 1: Konsentrasjonskart

Konsentrasjonskart for alle månedene. Utslippsparameterne som ligger til grunn er presentert i Tabell 1.

Januar

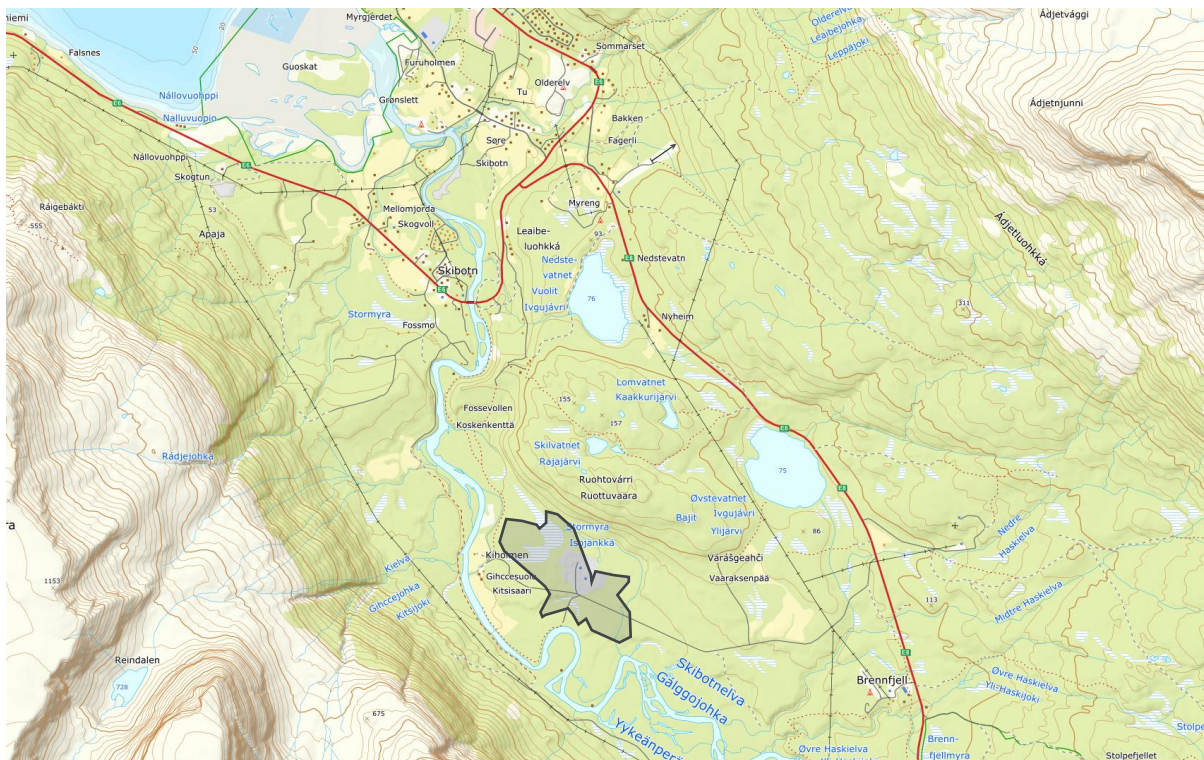


Figur 10: Konsentrasjonskart for januar måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skravur.

Februar

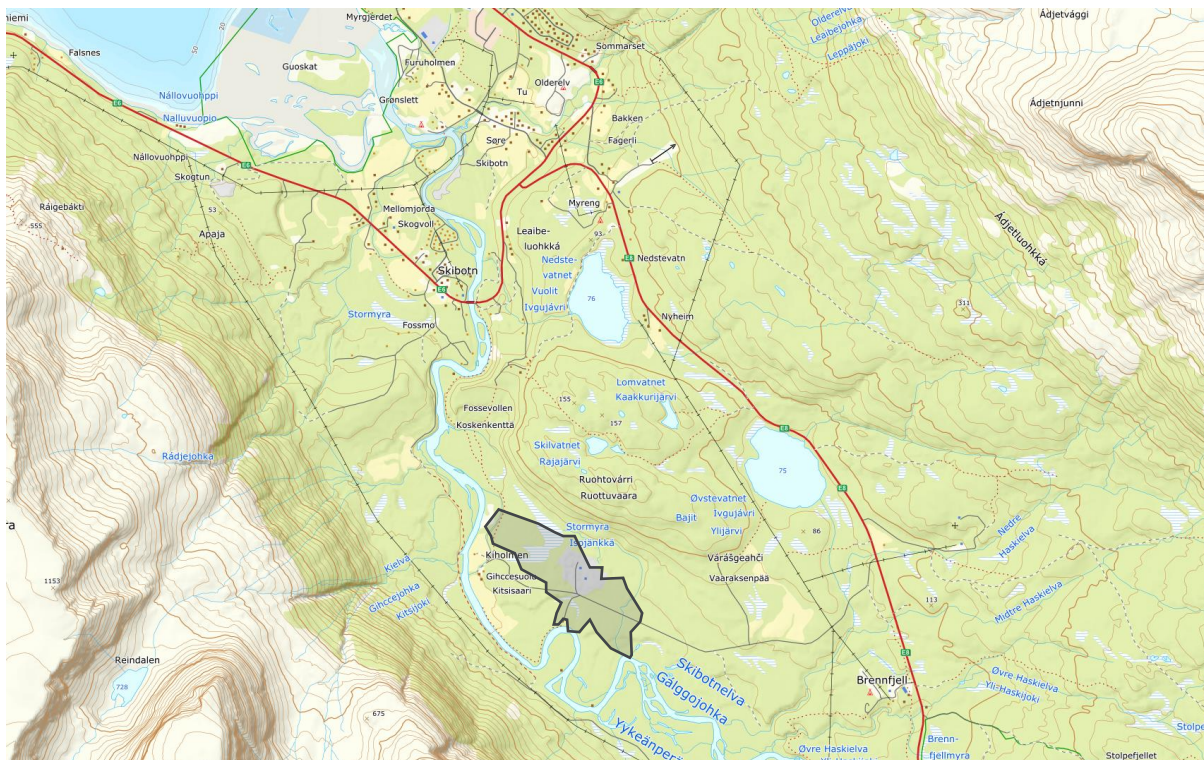
Figur 11: Konsentrasjonskart for februar måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skravur.

Mars

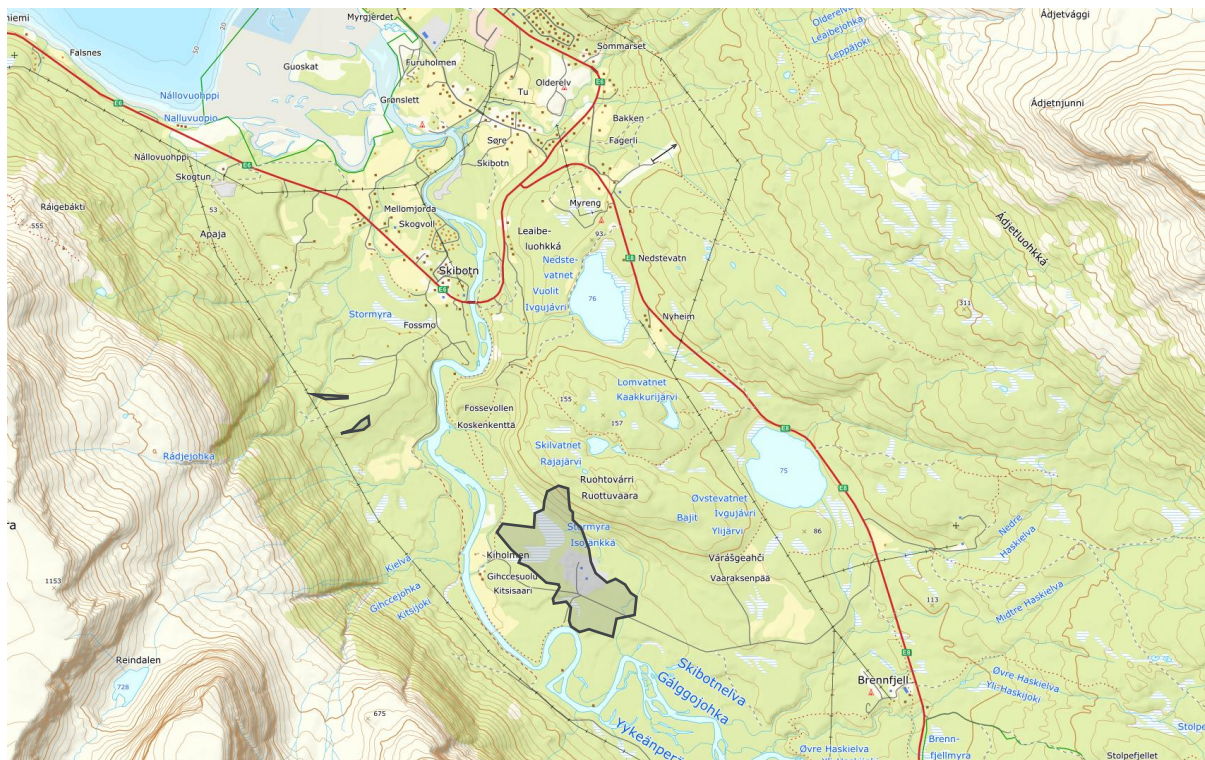


Figur 12: Konsentrasjonskart for mars måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skravur.

April

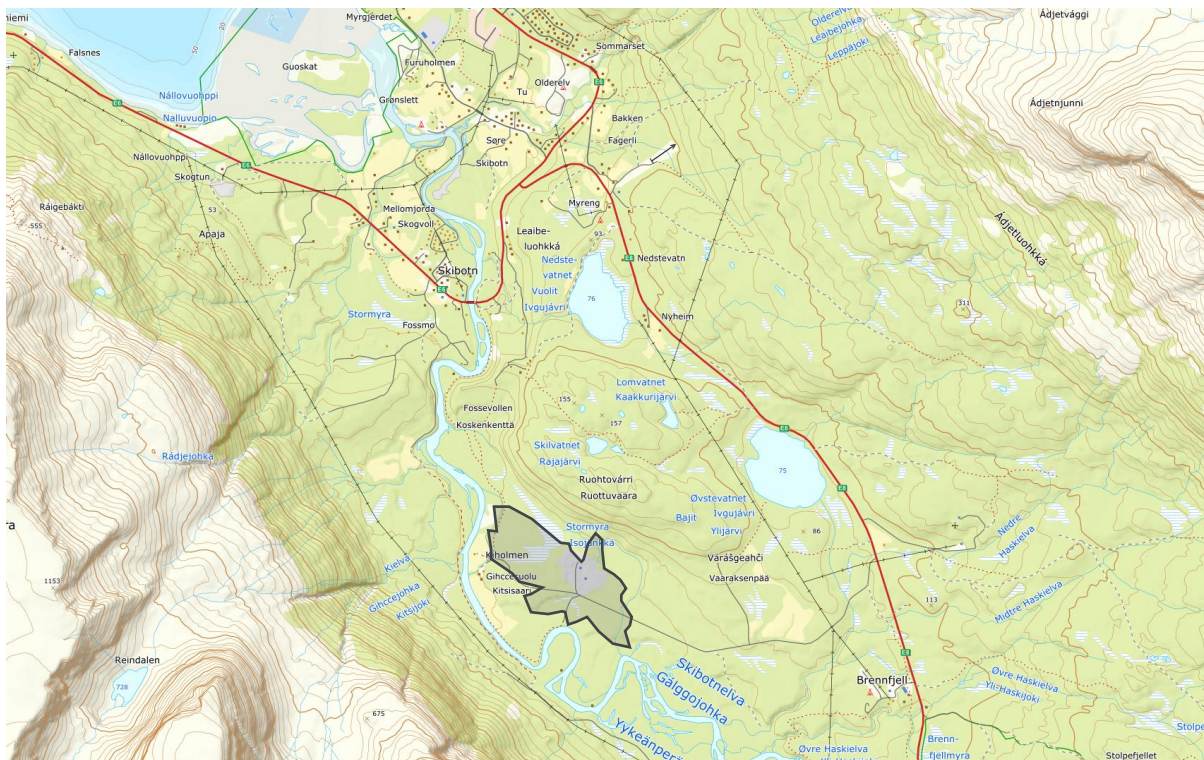


Figur 13: Konsentrasjonskart for april måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skravur.

Mai

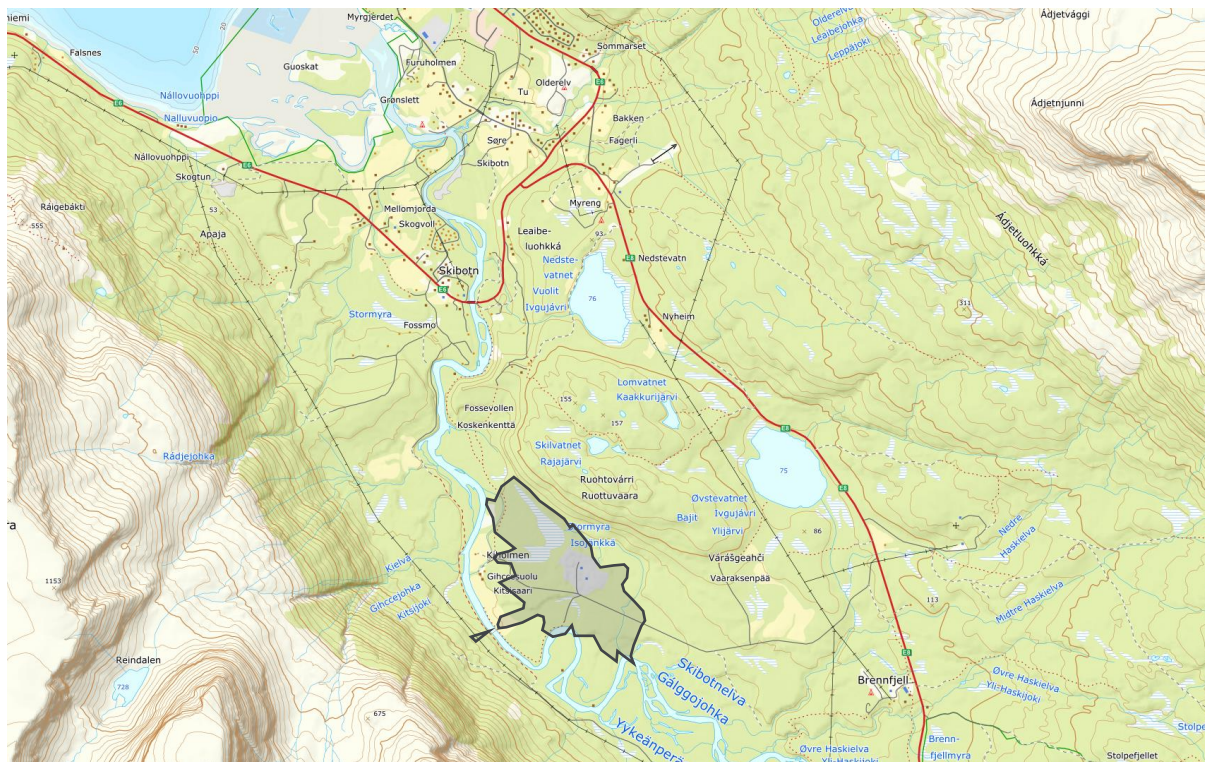
Figur 14: Konsentrasjonskart for mai måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OUE/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OUE/m^3) er vist med svart skravur.

Juni

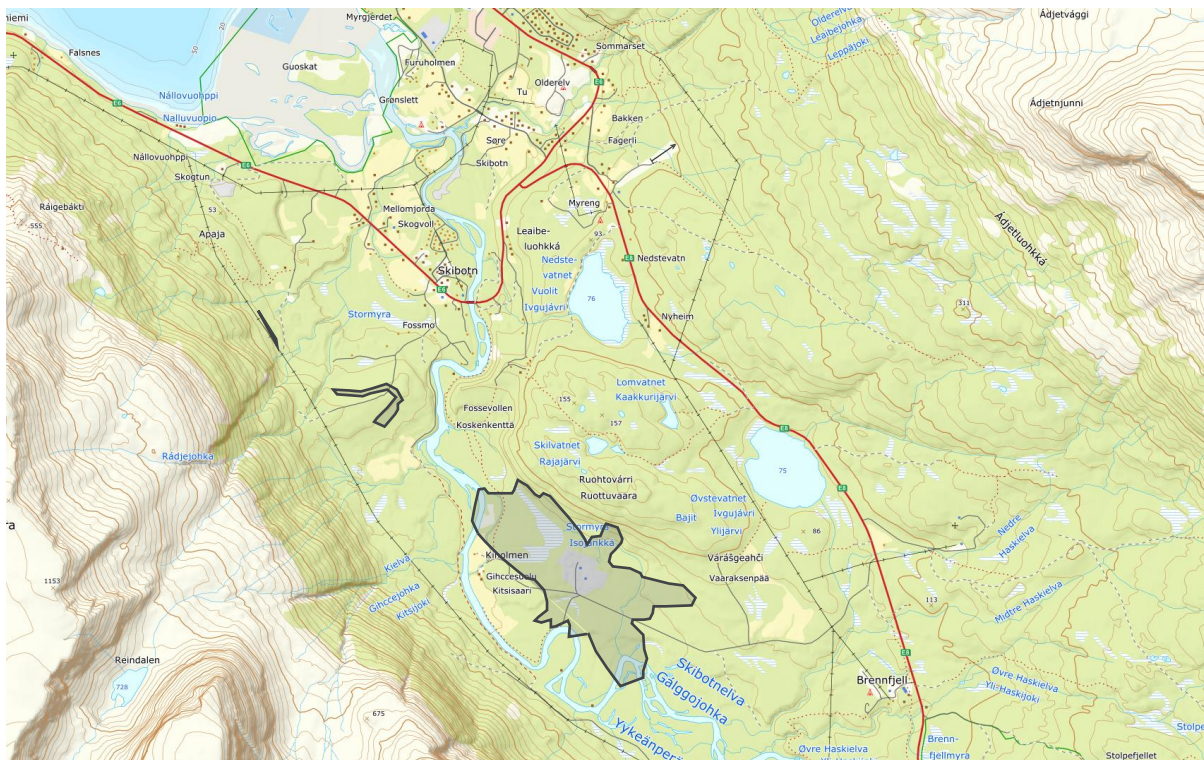


Figur 15: Konsentrasjonskart for juni måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$) er vist med svart skravur.

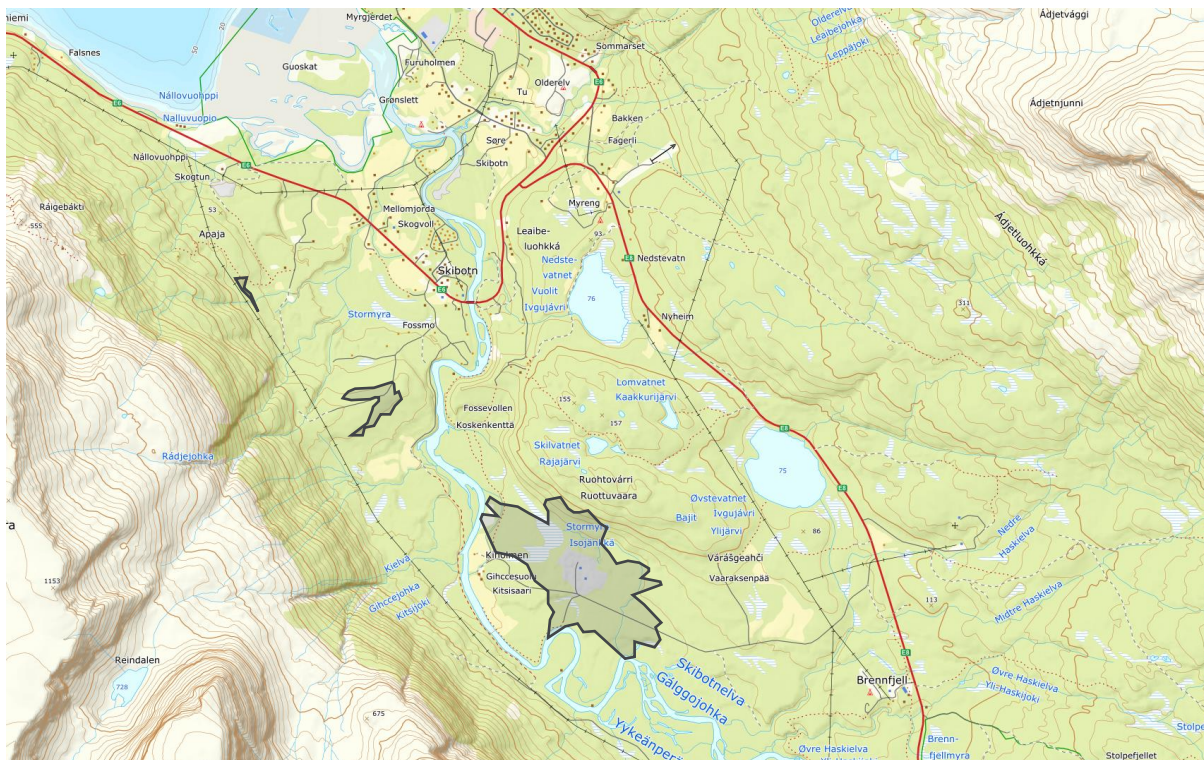
Juli



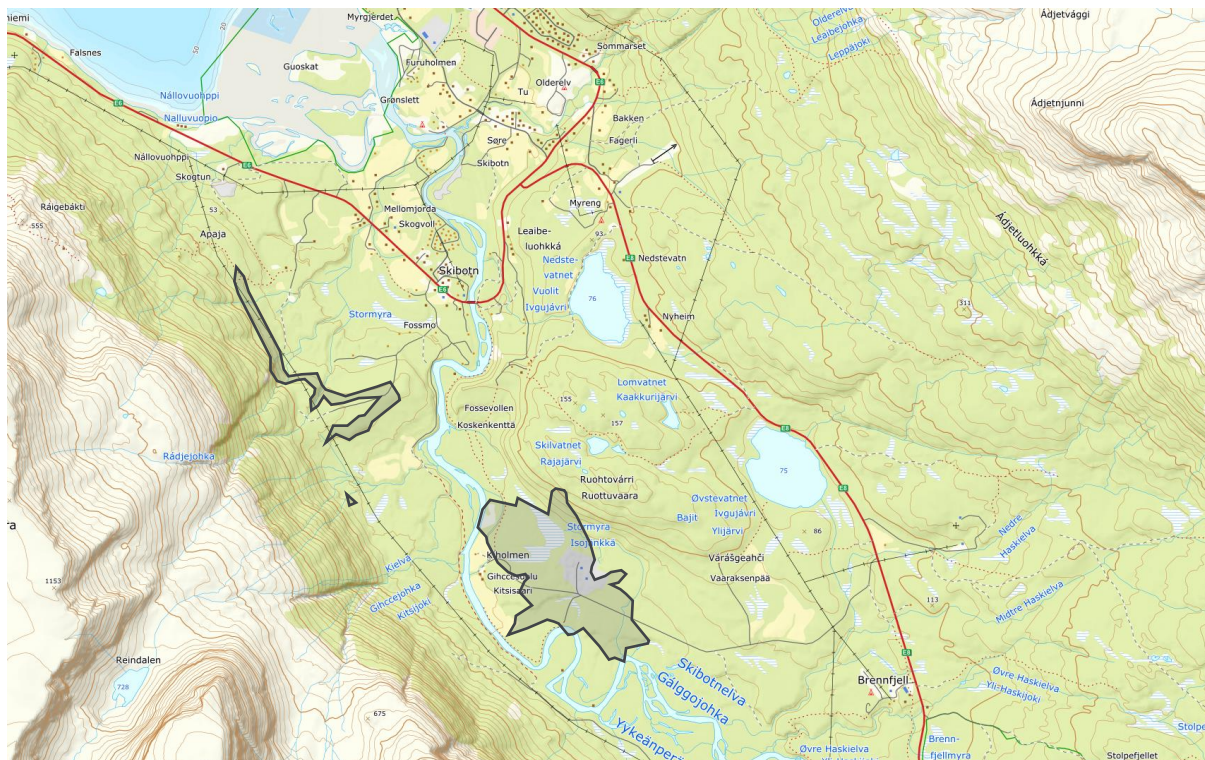
Figur 16: Konsentrasjonskart for juli måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skravur.

August

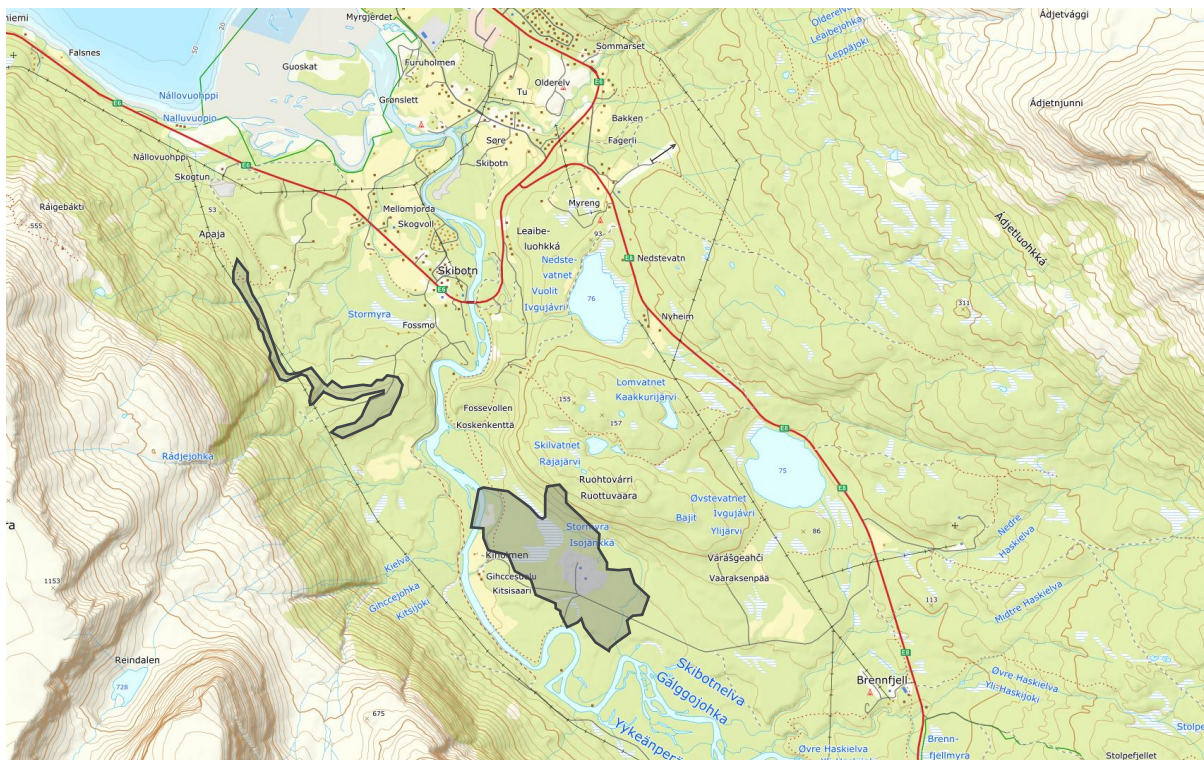
Figur 17: Konsentrasjonskart for august måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skraver.

September

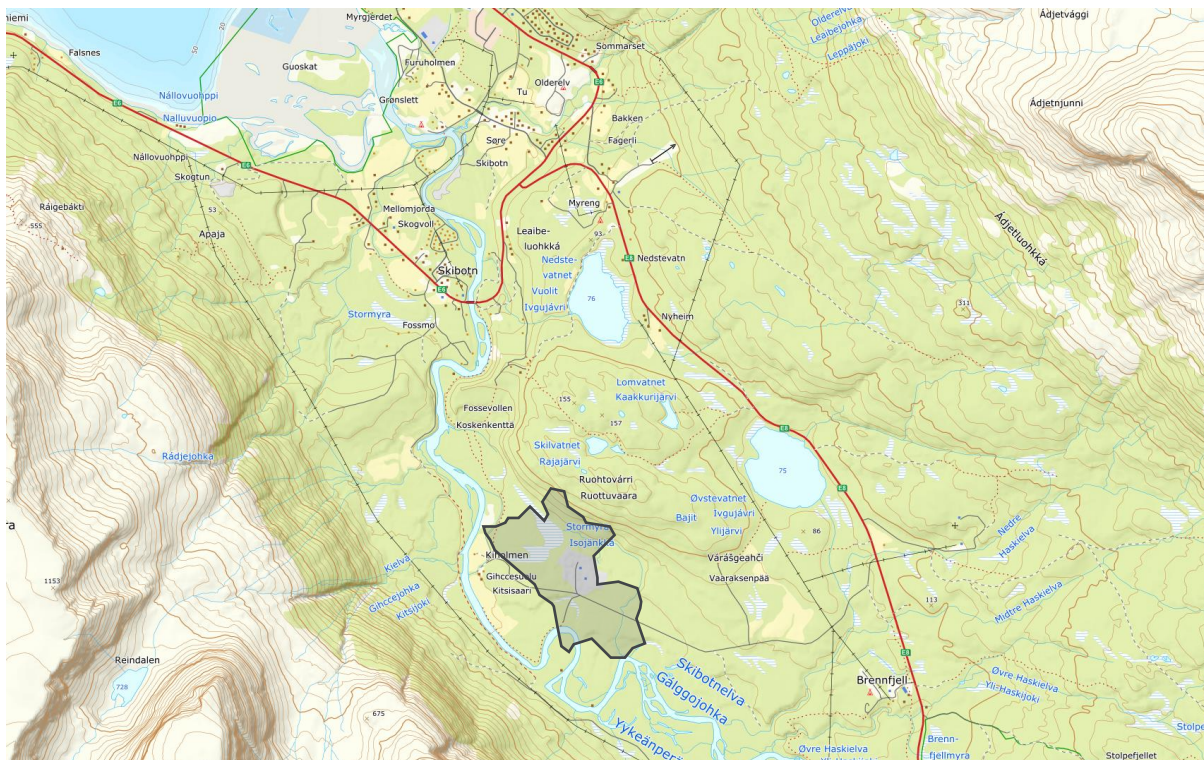
Figur 18: Konsentrasjonskart for september måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skravur.

Oktober

Figur 19: Konsentrasjonskart for oktober måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skravur.

November

Figur 20: Konsentrasjonskart for november måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skravur.

Desember

Figur 21: Konsentrasjonskart for desember måned (meteorologi for 2018-2022). Områder som får konsentrasjon over 1 OU_E/m^3 for maksimal månedlig 99% timesverdi (som tilsvarer over 7 timer i måneden med konsentrasjon over 1 OU_E/m^3) er vist med svart skraver.

Assignment no.: 52205299 Document no.: A01

To: Cecilia Håkegård
 From: Maria Enger Hoem
 Location, date: Lillestrøm, 2023-06-26
 Copy to: Amund S. Haslerud

► KVTMeso appendix for Rå Biopark, Troms AERMOD data

This memorandum presents information about the delivered timeseries at Rå Biopark in Troms municipality, located at 69.34824 °N and 20.29282 °E, shown in Figure 1 with a blue triangle. The delivered data is retrieved from a numerical weather forecasting model with 3 km x 3 km horizontal resolution (KVTMeso3km, Figure 1, left) using wind speed of a finer resolution simulation of 1 km x 1 km (KVTMeso1km, Figure 1, right) to statistically downscale wind speed. Coordinates of extraction points which best represent the site are shown in Figure 1 with a blue circle for each dataset. The numerical weather forecasting model is the Weather Research and Forecast (WRF), and the delivered data series covers the period 2002-2022.

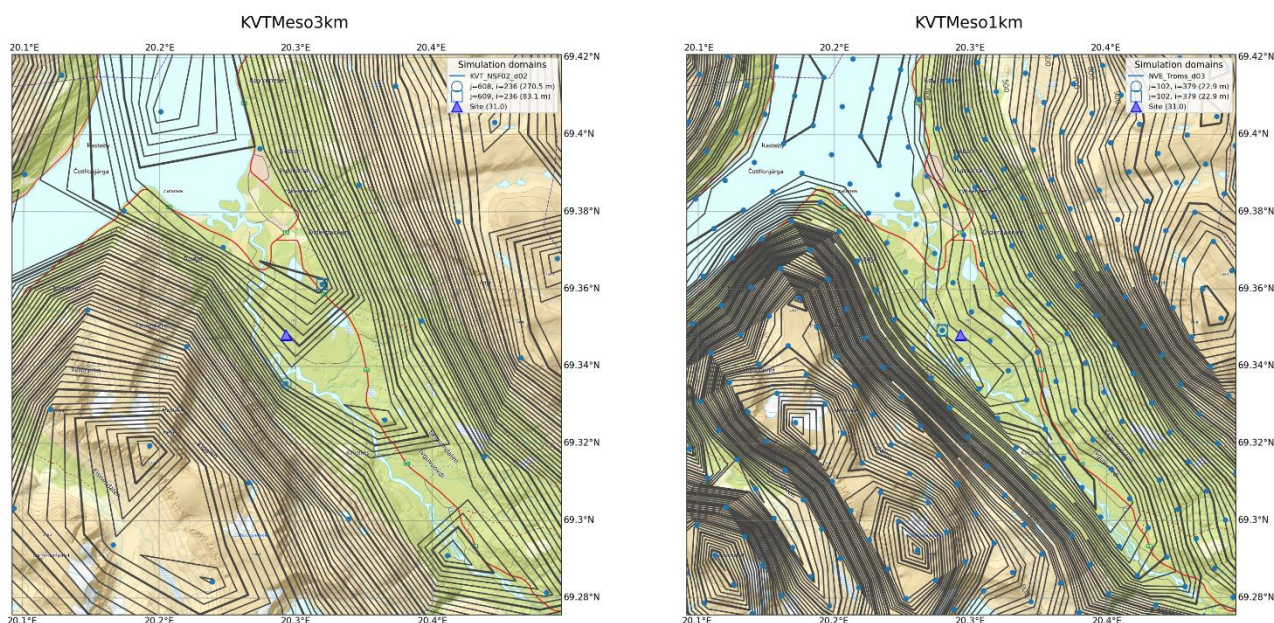


Figure 1: Location of datapoints and height contours of KVTMeso3km (left) and KVTMeso1km (right). Model grid points are shown as blue dots, and the site is the blue triangle.

The delivery of the timeseries with 1-hour time resolution consists of excel-files for surface meteorology on a format requested by the client for use in AERMOD and txt-files for vertical profiles following the FLS Rawindsonde data format¹.

Surface variables delivered are mean wind speed times 10 (FF), mean wind speed (FF(m/s)), mean wind direction (DD), temperature (TA), relative humidity (UU), surface pressure (PO), surface pressure in hPa (PO(mbar)), hourly precipitation (RR_1), cloud cover (NN), height of cloud cover (HL), and short-wave flux at ground surface (QSI). Surface temperature is 2 m temperature and surface wind is at 10 m.

Vertical variables are pressure x 0.1 (i.e. decapascal or tenths of hPa), height (m), temperature x 10 (tenths of degree Celsius), dew point temperature x 10 (tenths of degree Celsius), wind direction and wind speed x

¹ https://ruc.noaa.gov/raobs/fsl_format-new.html
 memo_rå_biopark_wrf_appendix.docx

10 (tenths of m/s). The vertical profile data is extracted on 16 model levels, and their average heights above ground [m] are: 18, 58, 113, 190, 287, 407, 554, 723, 903, 1094, 1308, 1549, 1817, 2115 and 2446.

KVTMeso description

The Weather Research and Forecast (WRF) model is a state-of-the-art meso-scale numerical weather prediction system, aimed at both operational forecasting and atmospheric research needs. A description of the modelling system can be found at the home page². Details about the modelling structure, numerical routines and physical packages available can be found in for example Klemp et al. (2000)³ and Michalakes et al. (2001)⁴. The development of the WRF-model is supported by a strong scientific and administrative community in U.S.A., with many users worldwide. The code is freely accessible for the public.

The most important input data are geographical data- and meteorological data. The geographical data is from the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). The data includes topography, surface data, albedo and vegetation. These parameters have large influence for the wind speed in the layers close to the ground.

Meteorological data serving as boundary conditions to the simulation is often retrieved from larger-scale reanalysis datasets, such as the ECMWF ERA5⁵ reanalysis dataset with approximately 0.25-degree resolution. Another option is the ERA-Interim⁶ available on 0.7-degree resolution or NCEP FNL⁷ dataset available on 1-degree resolution. Such reanalysis datasets are resultants from the assimilation of all available observation data globally into a numerical weather prediction model in order to create a description of the state of the atmosphere on a uniform horizontal grid and at uniformly spaced time instants (e.g. each 3rd or 6th hour). The assimilation model incorporates data from several thousand ground-based observation stations, vertical profiles from radiosondes, aircrafts, and satellites. See Berrisford et al. (2009)⁸ and Dee et al. (2011)⁹ for further description of the data.

3 km x 3 km (KVTMeso3km)

For the KVTMeso3 dataset, the WRF model has been set up with 3 km x 3 km horizontal resolution and 32 layers in the vertical direction, of which four layers are between the surface and 200 m height. WRF version is 4.1.2¹⁰ with improvements of wet snow behaviour documented by Iversen et al. (2021)¹¹. We have used the Thompson microphysics scheme (aerosol-aware) and the MYNN scheme for boundary layer mixing.

2 <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>

3 Klemp J.B., Skamarock W.C. and Dudhia J., 2000: Conservative split-explicit time integration methods for the compressible non-hydrostatic equations (<https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>)

4 Michalakes J., Chen S., Dudhia J., Hart L., Klemp J., Middlecoff J., and Skamarock W., 2001: Development of a Next Generation Regional Weather Research and Forecast Model. Developments in Teracomputing: Proceedings of the Ninth ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology. Eds. Walter Zwiefelhofer and Norbert Kreitz. World Scientific, Singapore.

5 <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>

6 D.P. Dee et al. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system, doi: 10.1002/qj.828.

7 NCEP FNL Operational Model Global Tropospheric Analyses, continuing from July 1999, dataset ds083.2, doi: 10.5065/D6M043C6.

8 Berrisford P., Dee D., Fielding K., Fuentes M., Kållberg P., Kobayashi S. and Uppala S., 2009: The ERA-Interim archive. Version 1.0., ERA report series, <https://www.ecmwf.int/node/8173>.

9 Dee, D. P. and other authors, 2011: The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system", Qart. J. R. Meteorol. Soc., 2011, doi:10.1002/qj.828.

10 Skamarock W.C., Klemp J.B., Dudhia J., Gill D.O., Liu Z., Berner J., Wang W., Powers J.G. Duda M.G., Barker D., Huang X.-yu. (2019). A Description of the Advanced Research WRF Model Version 4.1 (No. NCAR/TN-556+STR). doi:10.5065/1dfh-6p97.

11 Emilie C. Iversen, Gregory Thompson and Bjørn Egil Nygaard, 2021: Improvements to melting snow behavior in a bulk microphysics scheme, Atmospheric Research, vol. 253, 105471, doi: 10.1016/j.atmosres.2021.105471.

Surface layer physics is done according to the MYNN surface layer, and land surface physics scheme is the Noah Land Surface Model. Lateral boundary conditions are the ERA5 and ERA5-Land¹². Radiation physics is done by the RRTMG scheme with the cloud fraction option by Sundqvist et al (1989)¹³. The simulation outputs hourly data currently starting from 1980-09-01 and is updated continuously. For this delivery, we apply the period 2002-2022.

1 km x 1 km (KVTMeso1km)

This setup was run for the period January 2005 through December 2005 with a horizontal resolution of 1 km x 1 km and 32 layers in the vertical direction. The WRF version 3.0.1¹⁴ is applied, using the Eta Ferrier microphysics and the YSU boundary layer scheme. The NCEP Final Global Data Assimilation system (FNL⁷) dataset is used as input, on 6-hour intervals.

For the entire domain except for Sweden and Norway, the model uses land use data input from NOAA. The land use data for Sweden is retrieved from the Geografiska Sverigedata (GSD)-Land Cover which is classified in accordance with the European Union's CORINE Land Cover mapping project¹⁵. For Norway, the model input uses the N50 land use data provided by the Norwegian Mapping Authority¹⁶.

¹² <https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/ERA5-Land:+data+documentation>

¹³ Sundqvist H, Berge E. and J. E. Kristjánsson, 1989: Condensation and cloud parameterization studies with a Mesoscale Numerical Weather Prediction Model, Monthly Weather Review (117), doi: 10.1175/1520-0493(1989)117<1641:CACPSW>2.0.CO;2

¹⁴ Skamarock, W. C., Klemp, J. B., Dudhia, J., Gill, D. O., Barker, D., Duda, M. G., Huang, X.-yu, Powers, J. G. (2008). A Description of the Advanced Research WRF Version 3 (No. NCAR/TN-475+STR). University Corporation for Atmospheric Research. doi:10.5065/D68S4MVH

¹⁵ <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>

¹⁶ http://www.kartverket.no/eng/Norwegian_Mapping_Authority/