

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**
 Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

Til: Karmøy kommune
Fra: Norconsult AS v/ Cecilia Håkegård
Dato: 2022-09-09

► Helsekonsekvensutredning Husøy - Luktnotat

Innledning

Karmøy kommune ønsker å få oversikt over det totale bildet av miljøfaktorer som beboere i nærliggende boligområder til industriområdet på Husøy blir påvirket av. I den forbindelse er det gjort spredningsmodelleringer av lukt fra produksjonen ved fire bedrifter; Karmsund protein, Pelagia, BioMar og Seagarden.

Definisjoner

Ou_E – europeisk luktenhet.

ou_E/m³ – luktkonsentrasjon (luktenheter per kubikkmeter).

1 ou_E/m³ - luktkonsentrasjonen av en lukt der 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

Bedriftene på industriområdet har utslippstillatelser fra Statsforvalteren i Rogaland. Grenseverdien for luktimmisjon hos nærmeste eller mest utsatte nabo fra utslippstillatelsene er gitt i tabellen under.

Tabell 1: Grenseverdi for lukt hentet fra utslippstillatelsene.

Bedrift	Grenseverdi *
Karmsund protein	1 ou _E /m ³
BioMar	1 ou _E /m ³
Seagarden	0,6 ou _E /m ³
Pelagia, Karmsund fiskemel	1 ou _E /m ³

*angitt som maksimal månedlig 99 % timefraktil

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

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. Veilederens anbefalinger med hensyn til grenser for luktbelastning hos omkringliggende naboer er ikke endret fra tidligere praksis, men kan bety en generell skjerping av kravene knyttet til internkontroll [1].

Luktkonsentrasjon angis som luktenheter per volum. I henhold til norsk standard, NS-EN 13725, angis luktkonsentrasjonen som ou_E/m^3 (europeiske luktenheter per kubikkmeter). $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ 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 $2\text{-}3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ vil lukten karakter gradvis bli gjenkjennbar.

Immisjonsgrensen, som er grensen i omgivelsene og ikke i selve utslippspunktet, er generelt på 1 eller 2 ou_E/m^3 , 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/m^3 , mens der virksomheten har næringsområder som nærmeste nabo kan immisjonsgrensen settes til 2 ou_E/m^3 . Disse grenseverdiene er angitt som maksimal månedlig 99 % timefraktil [1].

Ifølge Veileder TA-3019 er det store usikkerheter knyttet til luktmålinger og -modellering.

«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/m^3 som maksimal månedlig 99 prosent timefraktil hos en nabo representerer derved i beste fall en verdi i intervallet 1 – 4 ou_E/m^3 . 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]

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

Forutsetninger og antagelser

Det er gjennomført spredningsmodelleringer som inkluderer luktutslipp fra Karmsund protein, Pelagia, BioMar og Seagarden. Verdiene for luktutslipp som er benyttet i modelleringene er fra målinger gjort av Purenviro og Force technology, og angitt i rapportene deres fra 2019-2022 [2] [3] [4] [5]. Informasjon om utslippshøyde, diameter og plassering av utslippspunktene er innhentet fra bedriftene.

Det er forutsatt at BioMar og Seagarden har relativ lik produksjon året rundt. Karmsund protein har høysesong for produksjon fra februar til juni, og Pelagia fra mars til juni. Det er lav produksjon de resterende månedene. For begge bedriftene ble målingene av Purenviro gjort i en måned med høy produksjon. Det er i denne utredningen antatt at luktutslippet halveres de månedene med lav produksjon, da det ikke kan antas at luktutslippet reduseres lineært med produksjonen. Hvor mye lukten faktisk reduseres avhenger av blant annet renholdsrutiner og utstyr.

Det påpekes at diffuse luktutslipp fra f.eks. råvarer og avfall ikke er inkludert i modelleringene.

Verdiene for luktutslipp som er benyttet i spredningsmodelleringene er gitt i tabellen under.

Bedrift	Utslippspunkt	Høyde utslippspunkt [m]	Luktutslipp [ouE/s]	Avkastmengde [m ³ /h]
Karmsund protein	Skorstein	33,7	50 578 ¹⁾ /25 289 ²⁾	112 916
Pelagia	Skorstein	35,0	18 176 ³⁾ /4 706 ⁴⁾	85 761 ³⁾ /41 568 ⁴⁾
BioMar	Skorstein	35,0	65 300	265 000
Seagarden	Spraytørke	9,8	162	8 000
Seagarden	Tørke	9,8	577	9 000
Seagarden	Dampkoker	10,4	1 008	4 500

¹⁾ Verdi for februar-juni

²⁾ Verdi for januar, juli-desember

³⁾ Verdi for mars-juni

⁴⁾ Verdi for januar-februar og juli-desember. Scrubber er ikke i drift [6]

Norconsult har forstått det slik at begge scrubberene hos Karmsund Protein alltid er i drift, mens for Pelagia er scrubberen til melkjøleren ute av drift under lavsesong [6]. Dermed settes den totale luftstrømmen fra Karmsund protein konstant gjennom året, mens for Pelagia reduseres den totale luftstrømmen i lavsesongen. Luktutslippet fra melkjøleren er fjernet fra det totale luktutslippet i perioden januar, februar og juli til desember.

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

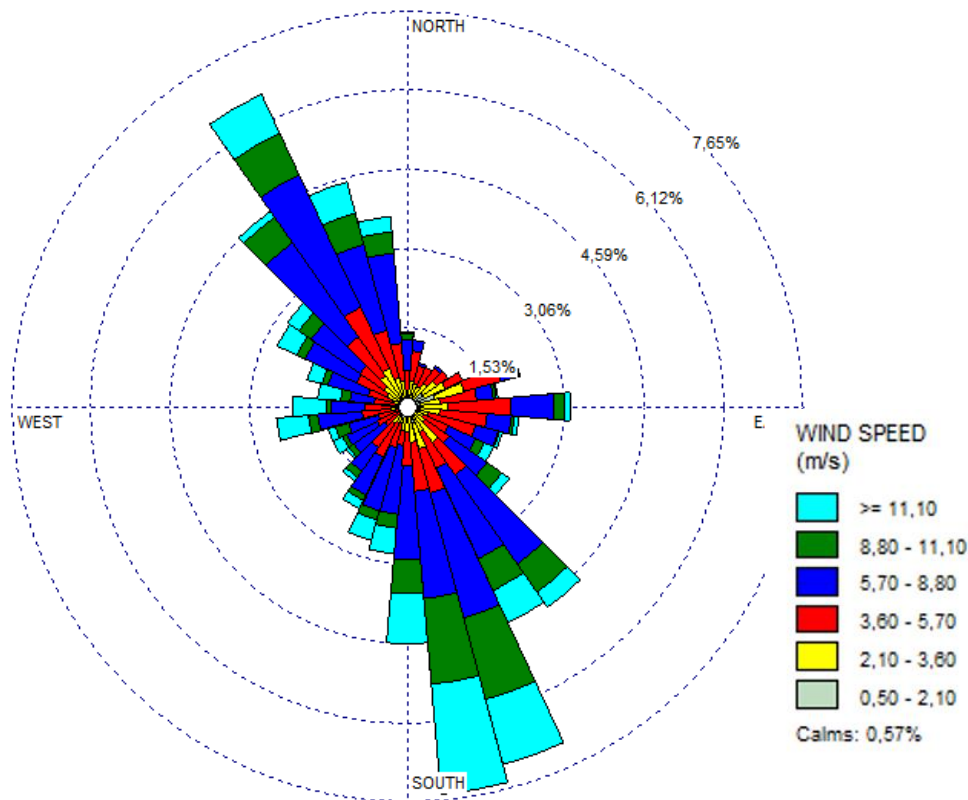
Meteorologiske forhold

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 2016 til 2020. Det ble sett at dataene fra år 2016 ga de mest ugunstige vindforholdene ift. luktspredning mot naboer. Derfor ble dette valgt som modelleringsår. Dataene som er bruk i modellen er dermed fra 1. januar 2016 til 31. desember 2016.

De meteorologiske dataene fra WRF-modellen er videre behandlet i programmet AERMET. Dataene som benyttes i programmet/beregningene er: temperatur, luftfuktighet, lufttrykk, vindretning, skydekke, skyhøyde, global stråling, vindhastighet og nedbørsmengder.

Vindrosen for år 2016 er vist i Figur 1. Figuren viser vindretningen vinden blåser **fra**. For hver sektor vises også vindstyrkefordelingen. Fremherskende vindretninger er fra nordvest og sør/sørøst (langsmed fjorden), men det kan sees at det blåser fra alle vindretninger.



Figur 1: Vindrose for Husøy på Karmøy. Vindrosen viser hvilken retning vinden blåser **fra**, og frekvensfordeling av vindstyrken.

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

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.

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

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 [7]:

1. Usikkerhet i inngangsdata:

- Unøyaktighet i inngangsdata for luktutslipp, avkasthastighet og utslippstemperatur
 - Produksjonen hos bedriftene varierer fra dag til dag. Utslippstallene for lukt er basert på luktmålinger som viser et øyeblikksbilde.
 - Det er usikkerheter i selve luktmålingene.
 - Det er lagt inn høyder på byggene til de fire bedriftene. Der høyden var usikker ble det satt en standard høyde på 15 m.
 - For Karmsund protein og Pelagia er det gjort luktmålinger ved flere enheter, mens utslippet til luft skjer gjennom en felles skorstein slik som Norconsult har forstått det etter samtale med bedriftene. Utslippstemperaturen ut fra skorsteinen er beregnet ved å ta et vektet gjennomsnitt av luftstrømmene fra de forskjellige enhetene. Utslippshastigheten er beregnet fra diameteren på skorsteinen og den totale luftstrømmen.
 - Det er stor usikkerhet i hvor mye lukten reduseres ut ifra produksjon. Dette vil avhenge av blant annet renholdsrutiner. Det er vurdert at vi ikke kan redusere luktutslippet i like stor grad som reduksjonen i produksjon under lavsesong for Pelagia og Karmsund protein. Luktutslippet er redusert med 50% under lavsesong.
- Unøyaktighet i beskrivelse av meteorologiske forhold

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 [8].

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

Resultater

Resultatene fra spredningsmodelleringene er vist i Tabell 2. Tabellen viser hvor mange naboer som utsettes for luktmissjon over $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, maksimalt modellert verdi, og modellert luktkonsentrasjon ved nærmeste og ved mest berørte nabo. Resultatene presenteres som maksimal månedlig 99 % timefraktil iht. TA-3019.

Resultatene viser at ingen naboer får luktmissjon over $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. På industriområdet er det alle månedene luktkonsentrasjoner over $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Tabell 2: Resultater fra spredningsmodelleringer. Ingen naboer ligger i områder med luktkonsentrasjoner over $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Resultatene presenteres som maksimal månedlig 99 % timefraktil iht. TA-3019. Luktkonsentrasjon på $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ er definert som konsentrasjonen av en lukt der 50 % av en populasjon kan fornemme at lukten er til stede.

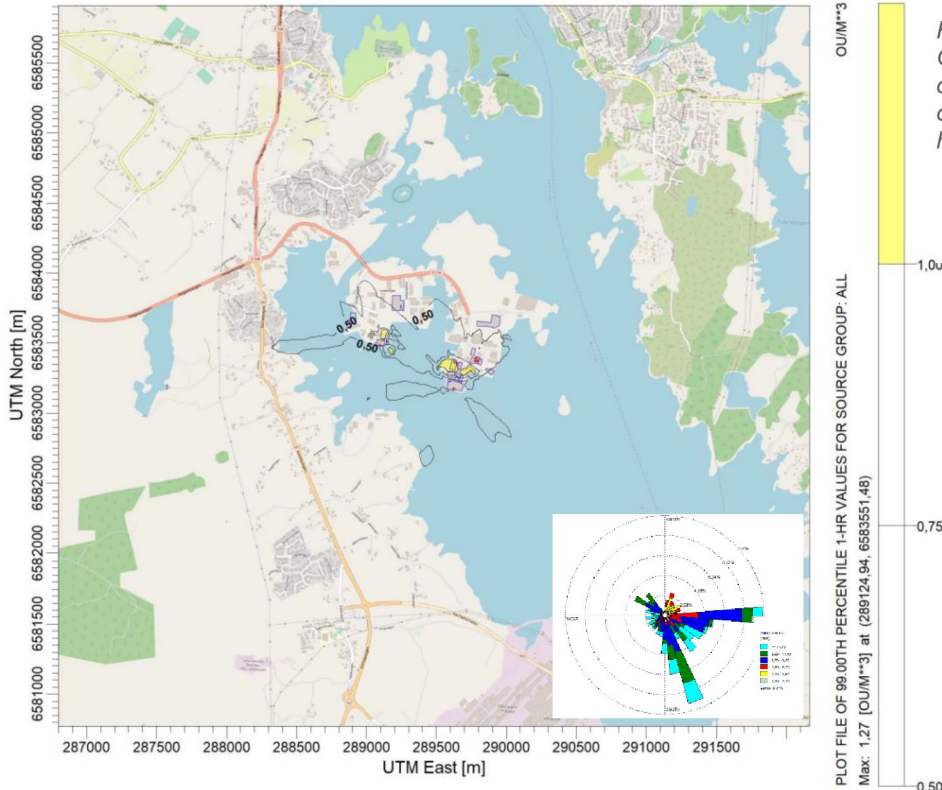
Måned	Antall naboer som er utsatt for luktmissjon over $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	Maksimal modellerte konsentrasjon [ou_E/m^3]	Nærmeste nabo [ou_E/m^3]	Mest berørte nabo [ou_E/m^3]
Januar	0	1,27	0,5 - 0,75	0,5 - 0,75
Februar	0	2,44	0,75 - <1	0,75 - <1
Mars	0	2,34	0,5 - 0,75	0,5 - 0,75
April	0	2,85	0,75 - <1	0,75 - <1
Mai	0	2,80	0,75 - <1	0,75 - <1
Juni	0	2,52	0,75 - <1	0,75 - <1
Juli	0	1,83	<0,5	<0,5
August	0	1,96	0,75 - <1	0,75 - <1
September	0	1,90	0,5 - 0,75	0,5 - 0,75
Oktober	0	1,60	0,75 - <1	0,75 - <1
November	0	1,22	0,5 - 0,75	0,5 - 0,75
Desember	0	1,31	<0,5	<0,5

Luktspredningskart for januar og juni måned er vist i Figur 2 og Figur 3. Områder som er gule har luktkonsentrasjon over $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. For januar gjelder dette kun på industriområdet, mens for juni er det i tillegg noen områder utover fjorden som får luktkonsentrasjon over $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Hovedgrunnen til forskjellen i spredningskartene er at Karmsund protein og Pelagia har høyere produksjon i juni måned sammenlignet med januar. I tillegg vil faktorer som vindretning og -hastighet, lufttemperatur mm. påvirke spredningen.

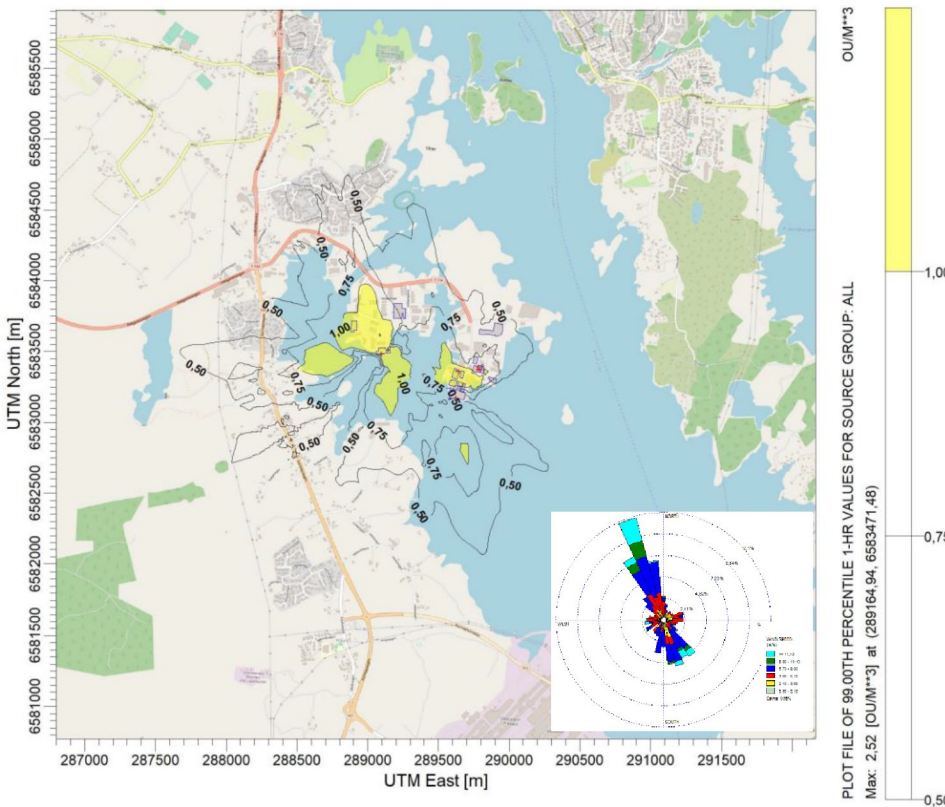
Luktspredningskart for alle 12 månedene er vist i Vedlegg 1: Spredningskart.

Notat

Oppdragsgiver: Karmøy kommune
 Oppdragsnr.: 52200487 Dokumentnr.: RIM01



Figur 3: Luktspredningskart for januar måned. Områder som er gule har luktkonsentrasjon over 1 ouE/m^3 . Ingen boliger ligger i gult område. Vindrosen for januar er vist i nedre høyre hjørne.



Figur 2: Luktspredningskart for juni måned. Områder som er gule har luktkonsentrasjon over 1 ouE/m^3 . Ingen boliger ligger i gult område. Vindrosen for juni er vist i nedre høyre hjørne.

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

Konklusjon

Spredningsmodelleringer av lukt er gjennomført som del av Husøy helsekonsekvensutredning. Beregningene gjelder for luktutslipp fra bedriftene Karmsund protein, Pelagia, BioMar og Seagarden.

Spredningen av lukt varierer fra måned til måned ut ifra produksjonsmengden hos bedriftene, samt meteorologiske faktorer som vindretning, vindhastighet, temperatur mm.

Resultatene viser at det er ingen naboer som utsettes for luktkonsentrasjoner over $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, som er gitt som anbefalt grenseverdi hos nærmeste eller mest utsatte nabo i TA-3019. $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ er definert som konsentrasjonen av en lukt der 50 % av en populasjon kan fornemme at den er til stede.

Resultatene viser at i noen perioder kan områder, spesielt ved Våge, få luktkonsentrasjoner opp mot $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Dette kan indikere at området begynner å nå eller har nådd et nivå der ytterligere luktpåkjønning kan føre til at luktinnmisjonen hos naboene overstiger den anbefalte grenseverdien på $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Dersom det skal etableres ny virksomhet med luktutslipp, bør nye spredningsberegninger gjøres i forkant og være med på å legge føringer for å minimere påkjønningen hos naboene.

Det påpekes at Purenviro og Force Technologys rapporter viser at hver bedrift for seg overholder sine utslippstillatelser fra Statsforvalteren. Det gjøres også oppmerksomt på at grenseverdien på $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ er gitt som maksimal månedlig 99 % timesfraktil, som betyr at det er tillat med kjennbar lukt 7 timer ila. hver måned.

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

References

- [1] Miljødirektoratet, "Veileder TA-3019, Regulering av luktutslipp i tillatelser etter forurensningsloven," 2013.
- [2] Purenviro, "Luktmåling og spredningsberegninger. Pelagia, Karmsund fiskemel," 2022.
- [3] Force Technology, "BioMar AS Karmøy, Odour emission and dispersion calculation," 2019.
- [4] Purenviro, "Luktmåling og Spredningsberegninger, Karmsund protein, Mai 2022," 2022.
- [5] Purenviro, "Luktmålinger og spredningsberegninger, Seagarden, Karmsund," 2021.
- [6] Karmsund protein og Pelagia, "Mailkorrespondanse 07.09.22 med Bjørn Helge Langelandsvik, Karmsund Protein og telefonsamtale 07.09.22 med Lars Helge Wold, Pelagia".
- [7] NILU, "Luftkvalitet.info - ModLUFT," [Online]. Available: <http://www.luftkvalitet.info/ModLUFT/Modeller/USIKKERHET.aspx>. [Accessed 2020].
- [8] Miljødirektoratet, "Veileder - Spredningsberegning og bestemmelse av skorsteinshøyde," 2018.

B03	2022-09-09	Til gjennomlesing hos Karmøy kommune. Justert etter nye rapporter	CECHAA	KJB	PSO
B02	2022-08-10	Til gjennomlesing hos Karmøy kommune	CECHAA	KJB	PSO
A01	2022-06-27	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.

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52200487** Dokumentnr.: **RIM01**

Vedlegg 1: Spredningskart

PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for januar. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

1,27 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

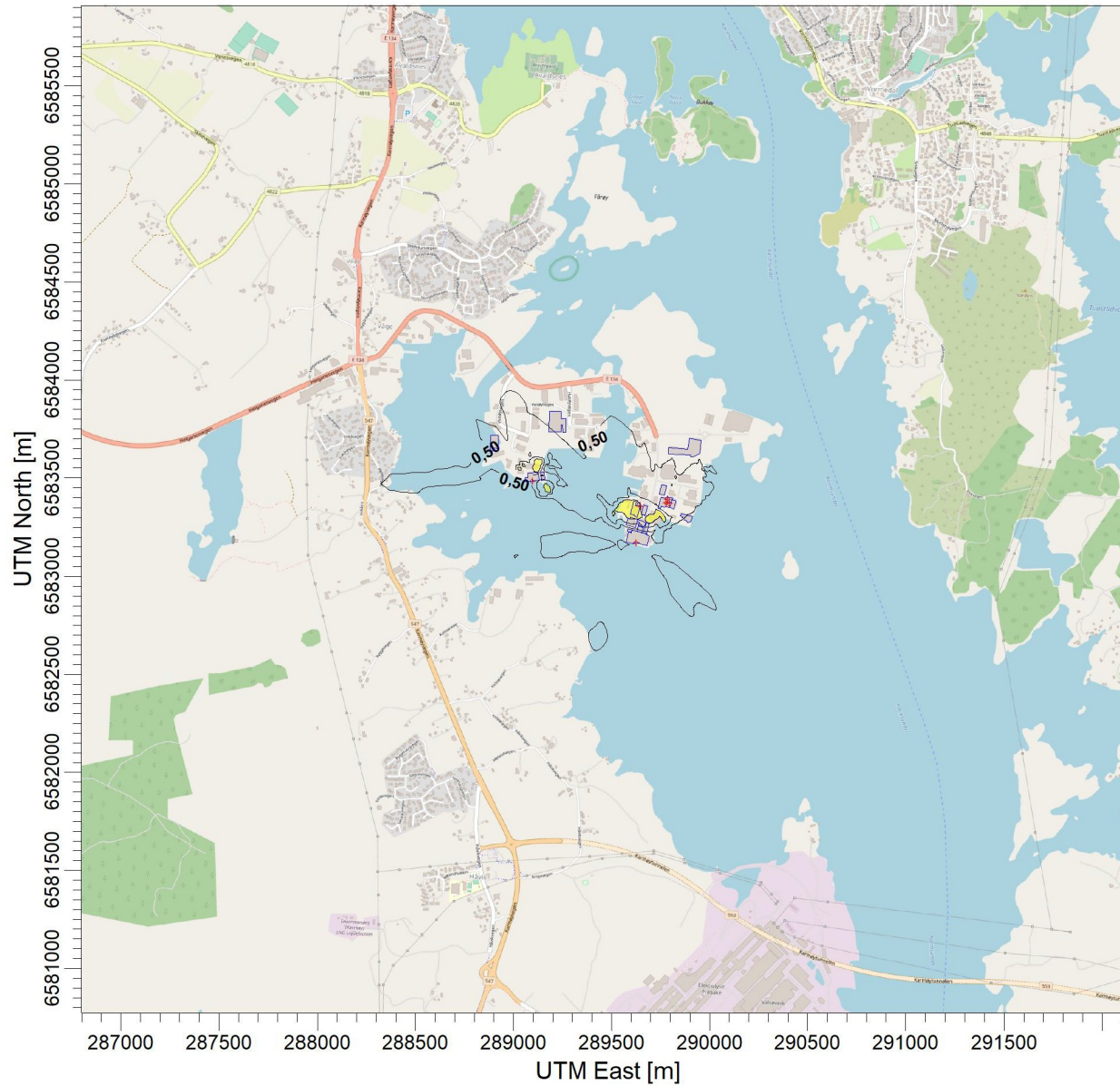
SCALE:

1:35 000

0  1 km

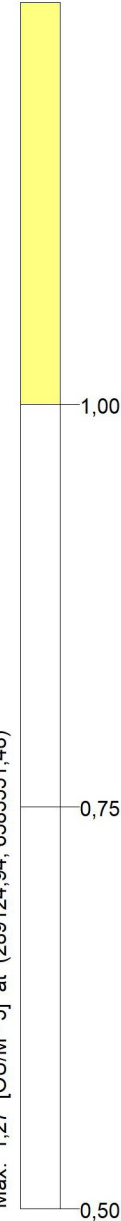
PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL
Max: 1,27 [OU/M**3] at (289124,94, 6583551,48)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for februar. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

2,44 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

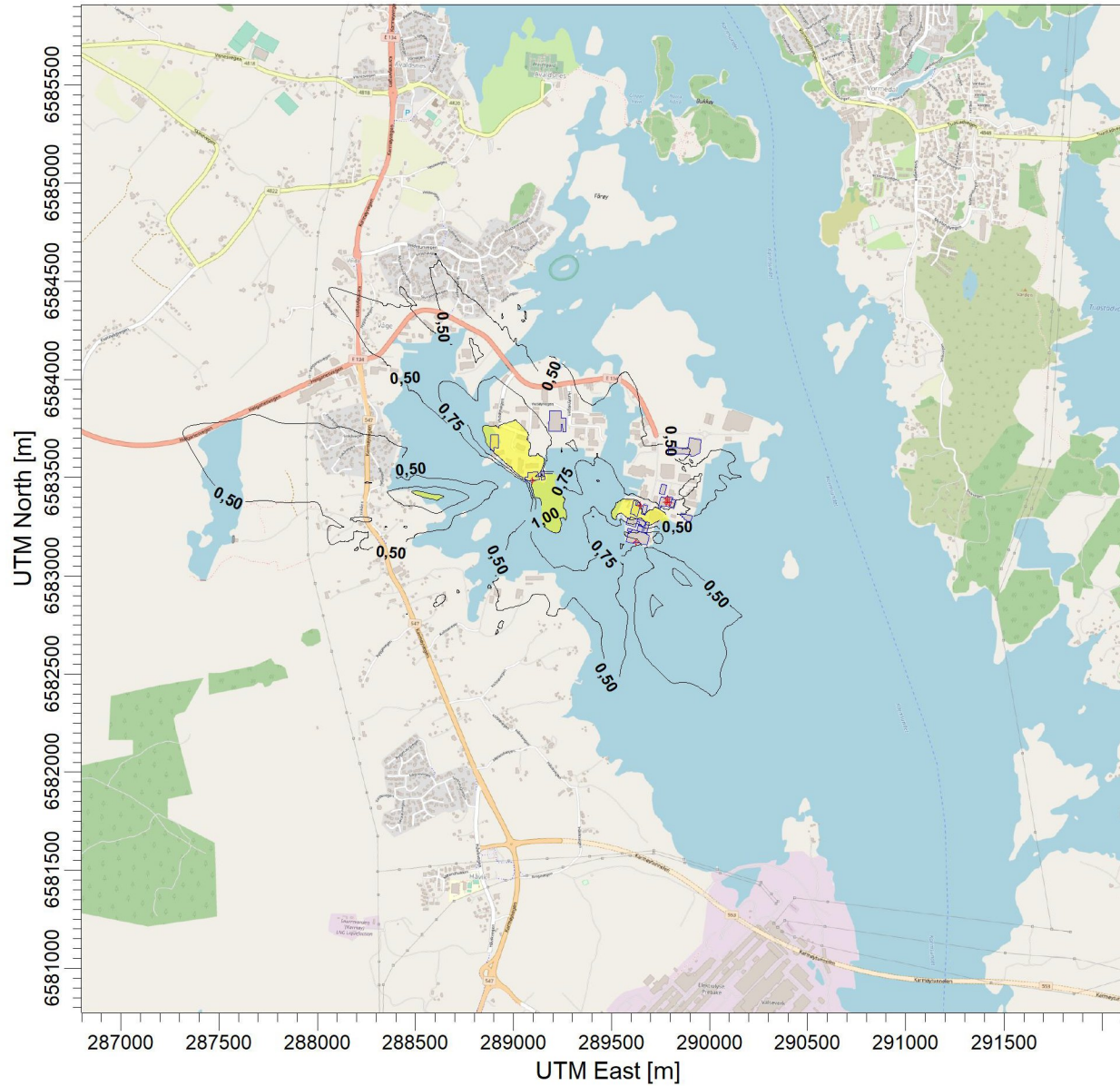
SCALE:

1:35 000

0  1 km

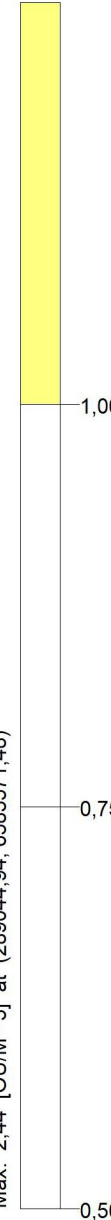
PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL
Max: 2,44 [OU/M**3] at (289044,94, 6583571,48)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for mars. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

2,34 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

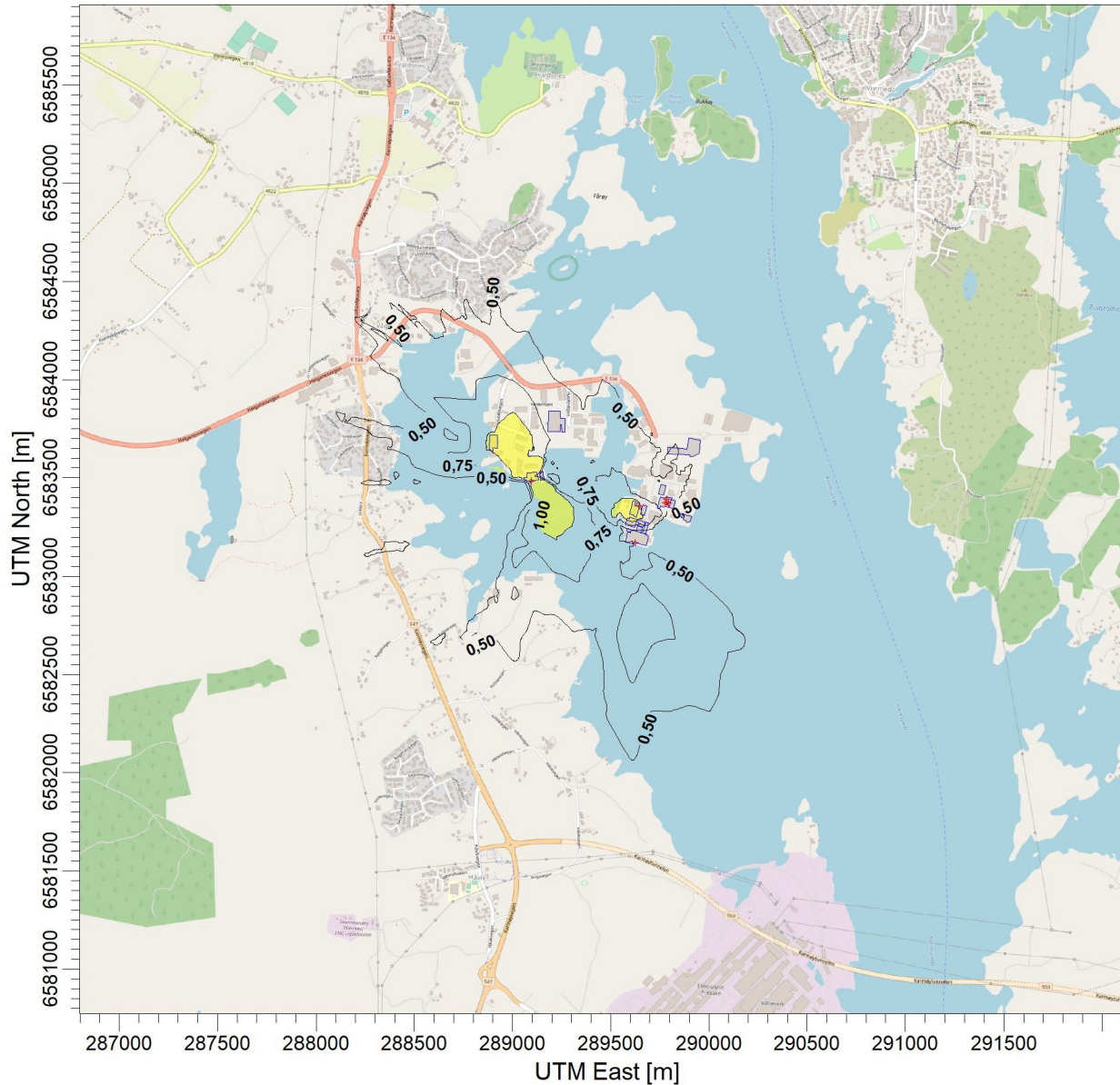
SCALE:

1:35 000



PROJECT NO.:

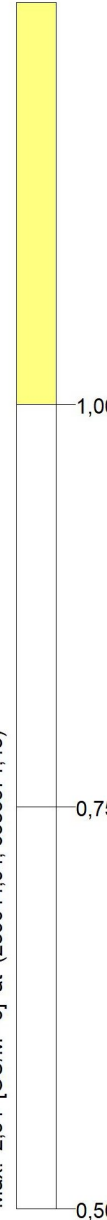
52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

Max: 2,34 [OU/M**3] at (289044,94, 6583571,48)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for april. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

2,85 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

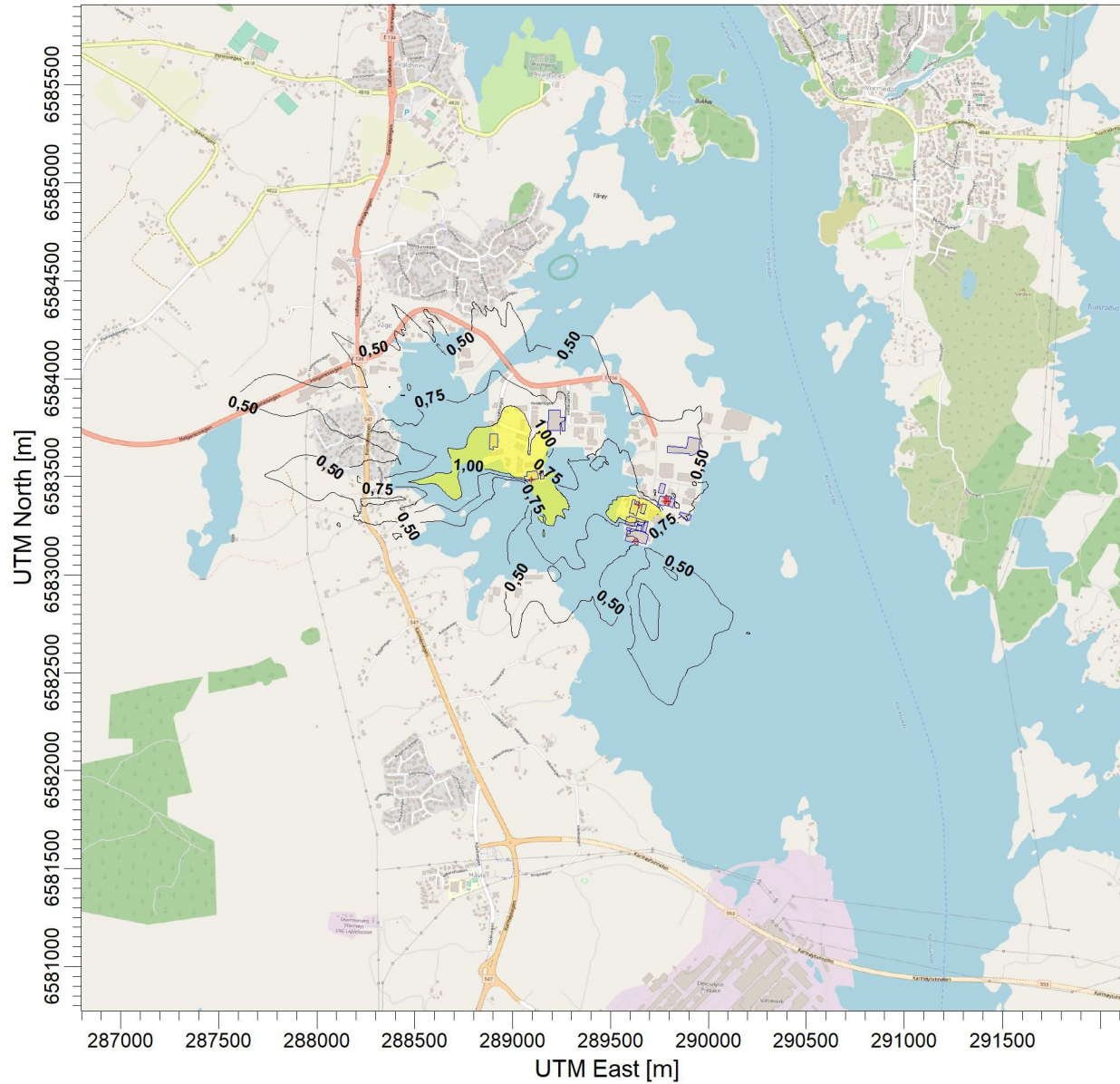
SCALE:

1:35 000



PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

Max: 2,85 [OU/M**3] at (289124,94, 6583551,48)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for mai. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

2,80 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

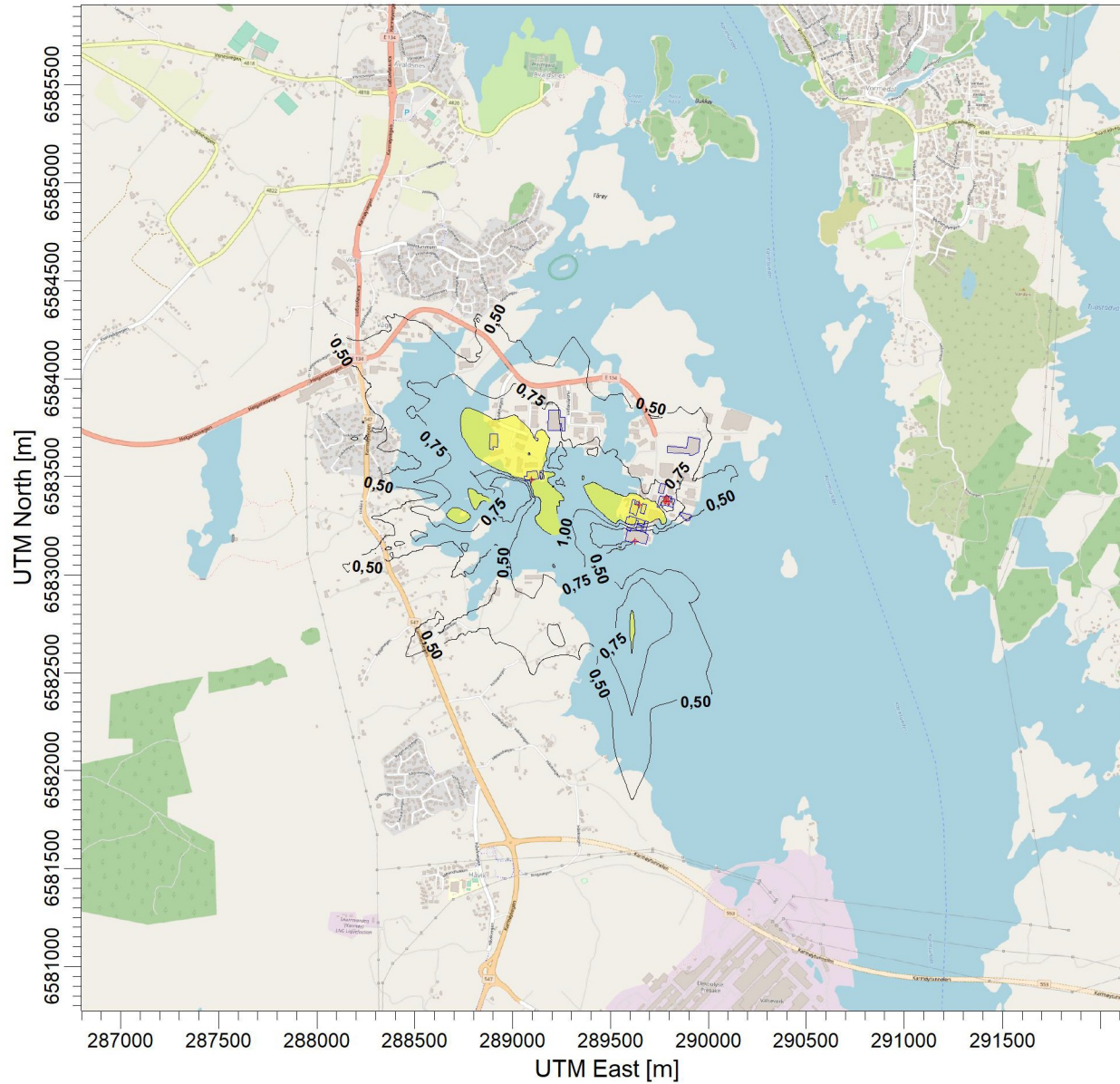
SCALE:

1:35 000



PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

Max: 2,80 [OU/M**3] at (289108,18, 6583551,92)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for juni. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

2,52 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

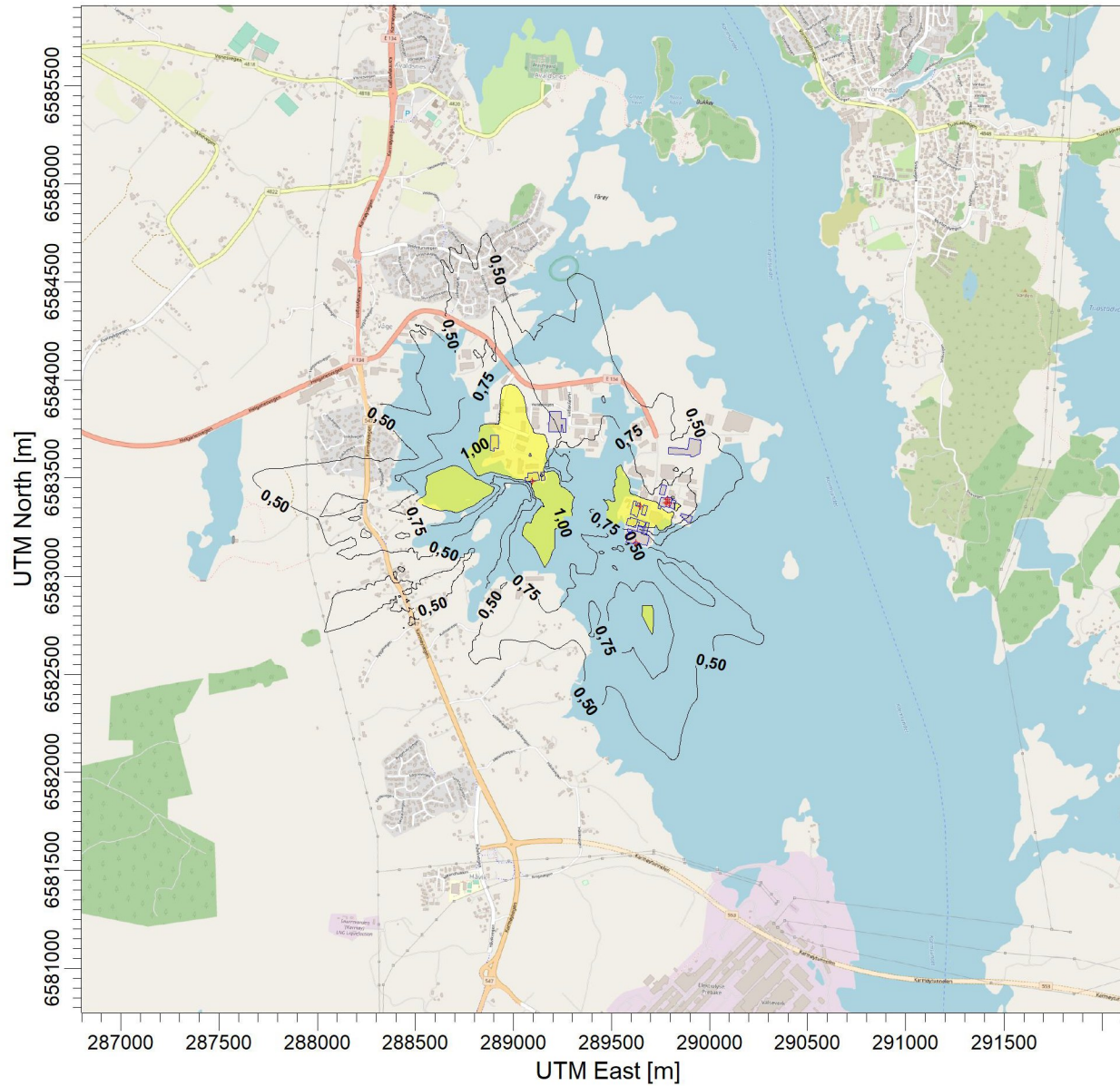
SCALE:

1:35 000



PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

Max: 2,52 [OU/M**3] at (289164,94, 6583471,48)

PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for juli.
Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

1,83 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

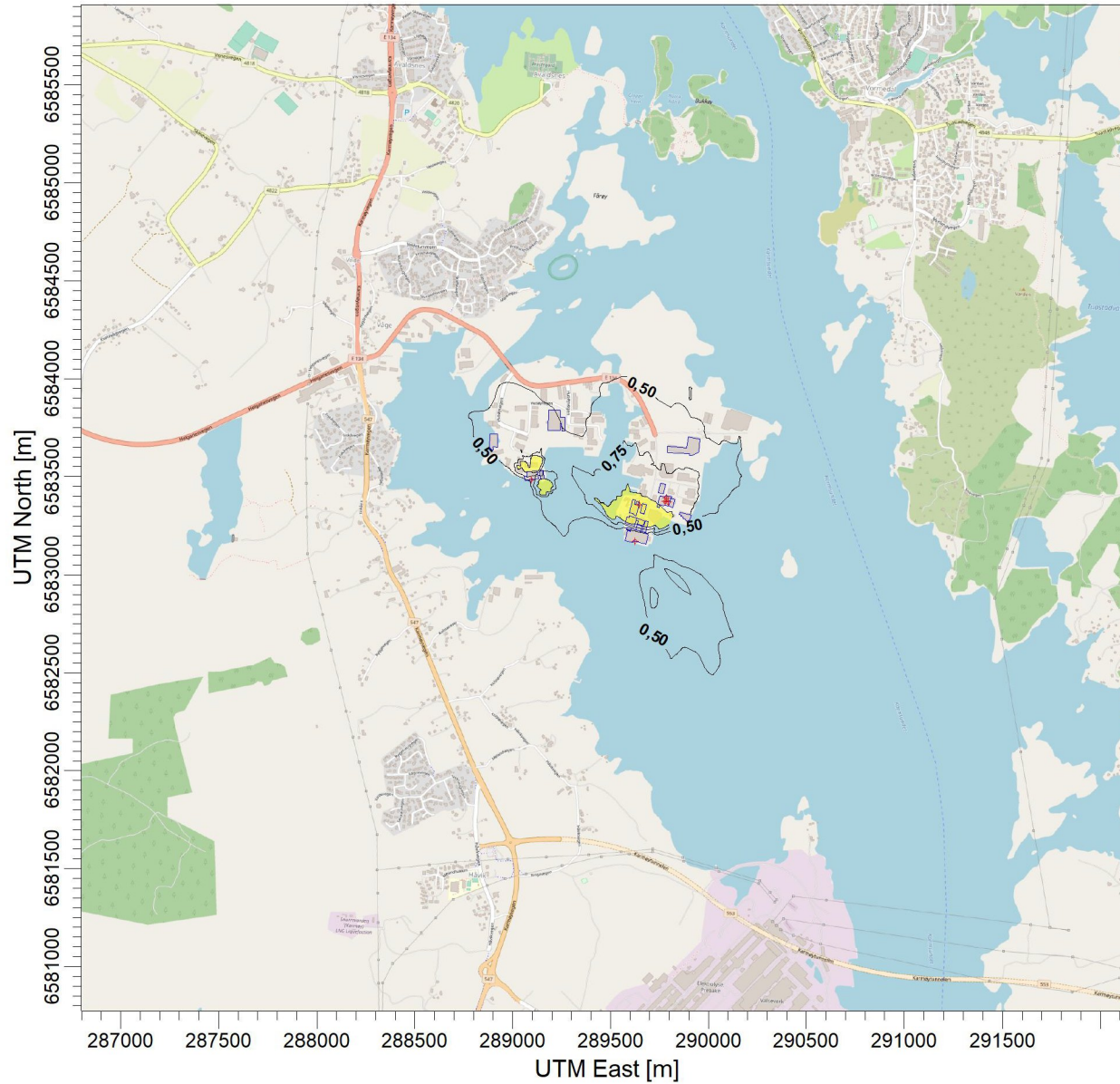
SCALE:

1:35 000

0  1 km

PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

Max: 1,83 [OU/M**3] at (289768,18, 6583301,92)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for august. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

1,96 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

SCALE:

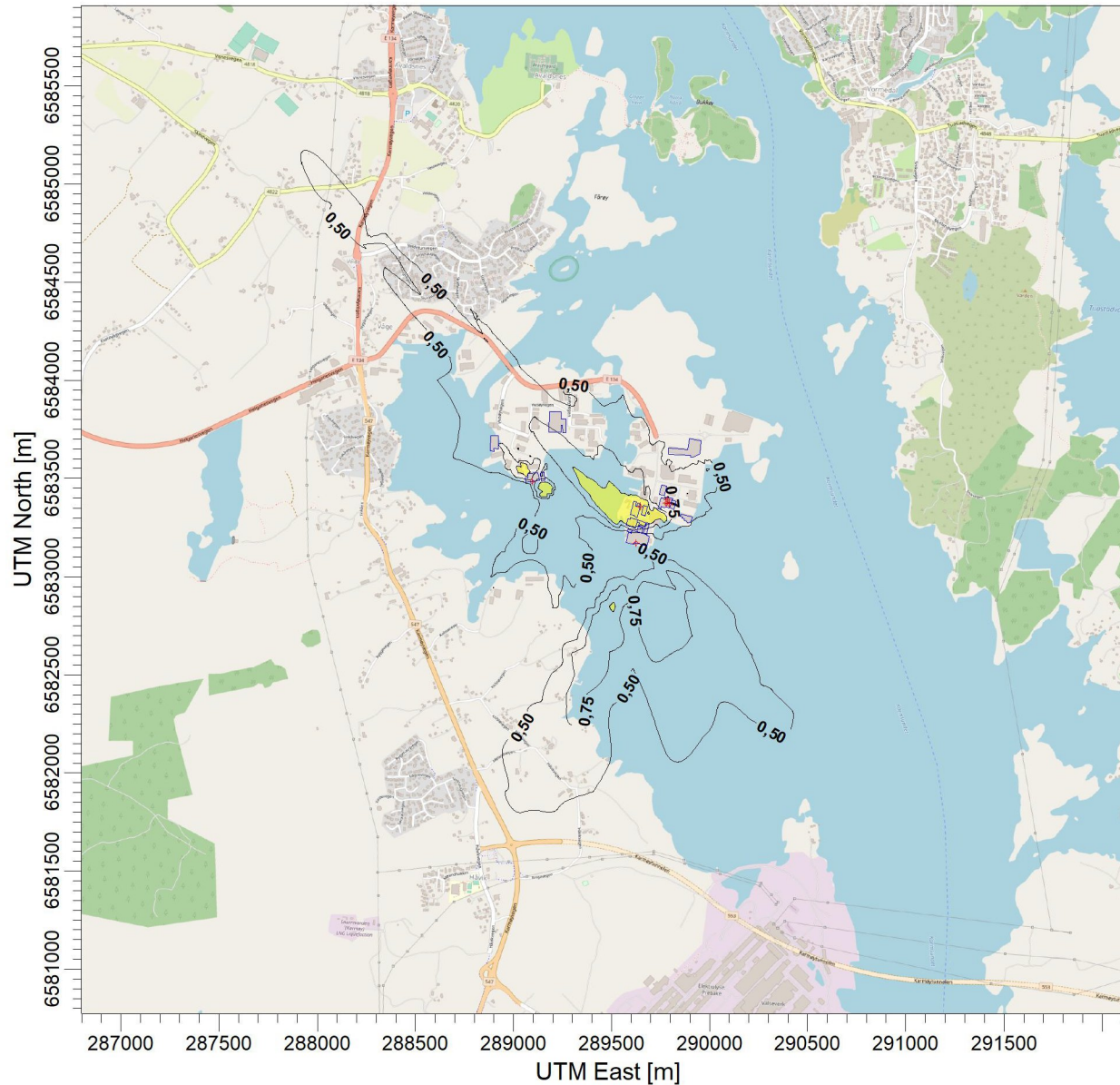
1:35 000

0

1 km

PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

Max: 1,96 [OU/M**3] at (289548,18, 6583361,92)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for september. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

1,90 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

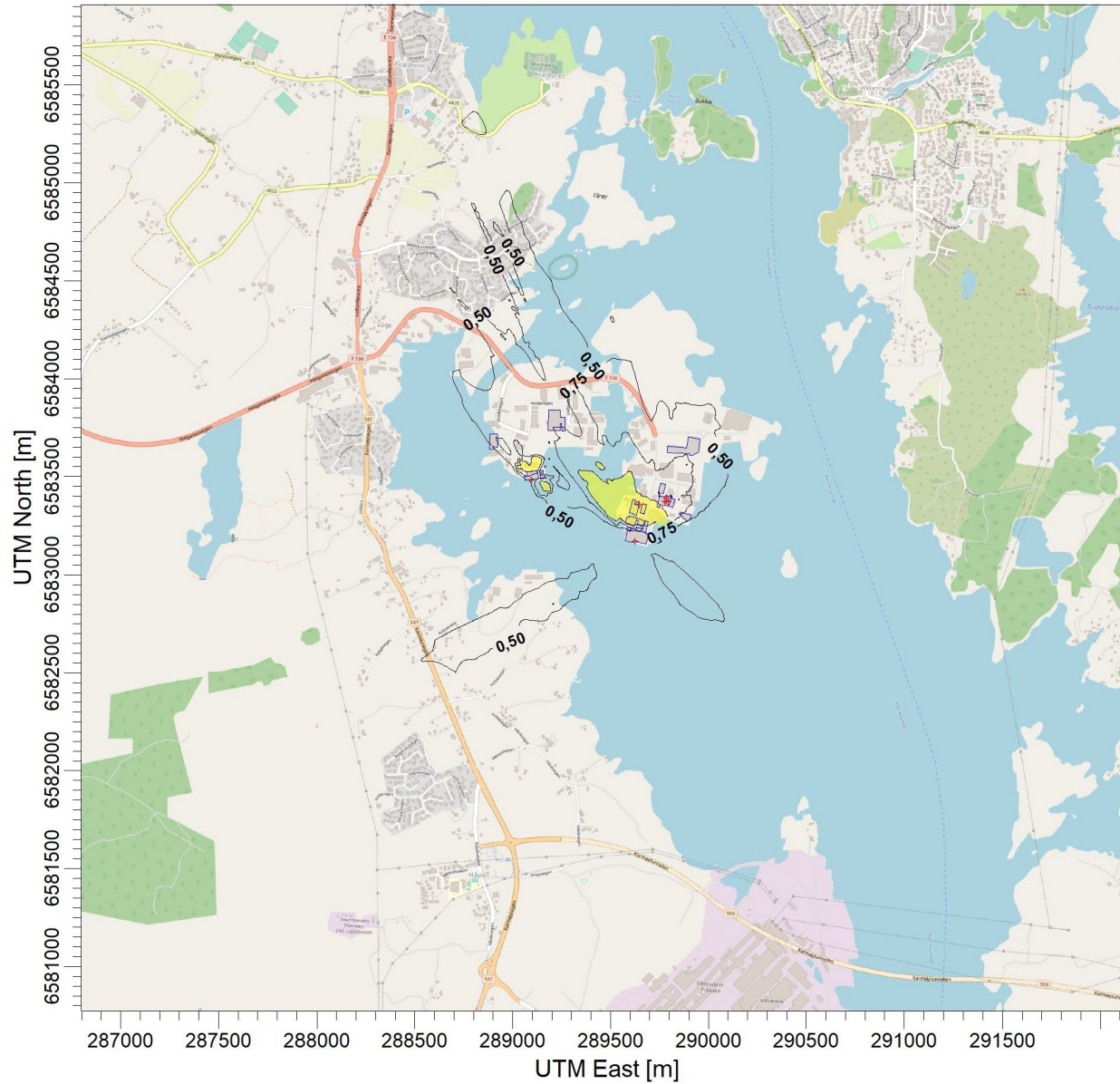
2022-09-07

SCALE:

1:35 000

PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

Max: 1,90 [OU/M**3] at (289548,18, 6583361,92)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for oktober. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

1,60 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

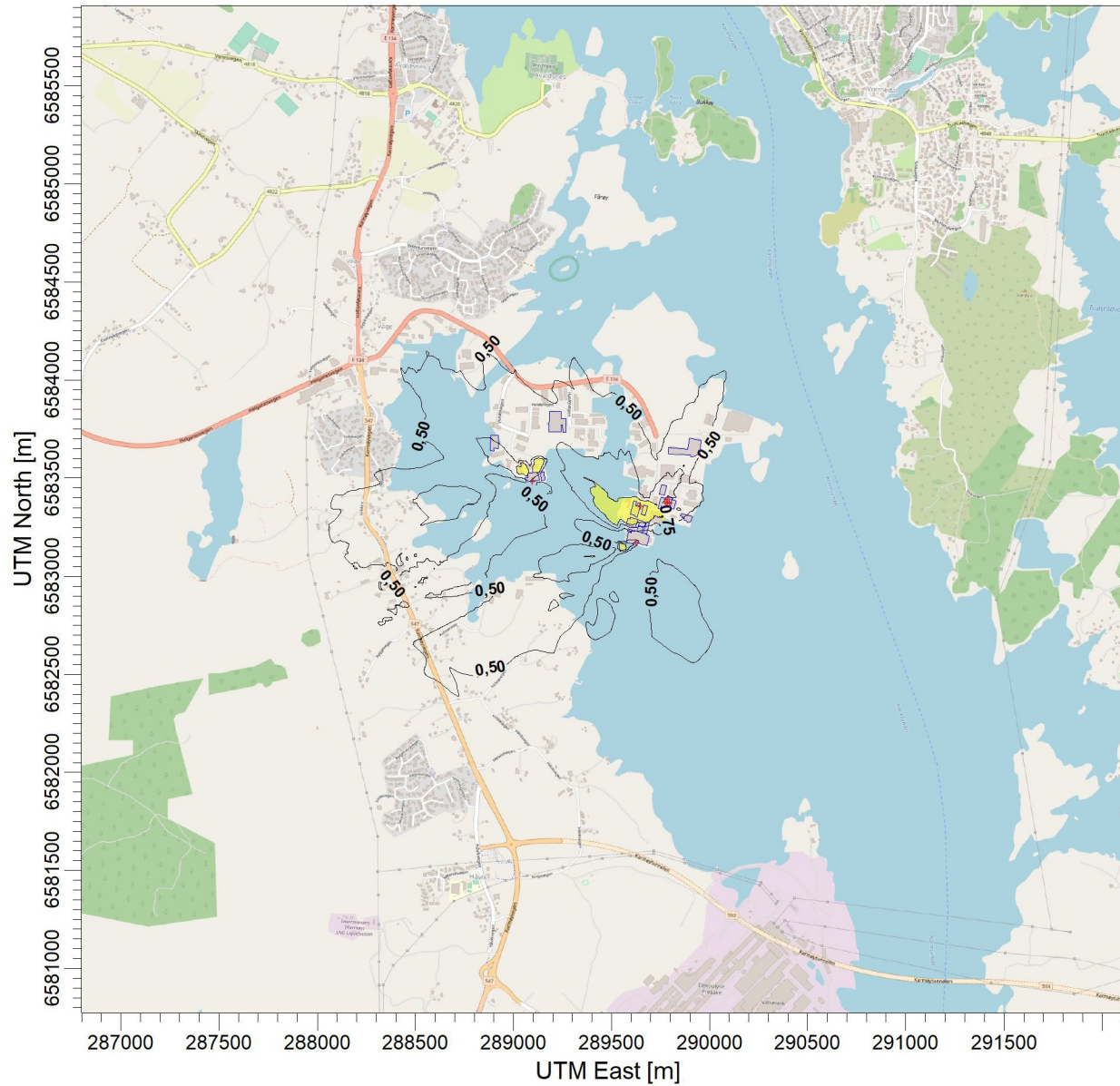
2022-09-07

SCALE:

1:35 000

PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL
Max: 1,60 [OU/M**3] at (289548,18, 6583361,92)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for november. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

1,22 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

SCALE:

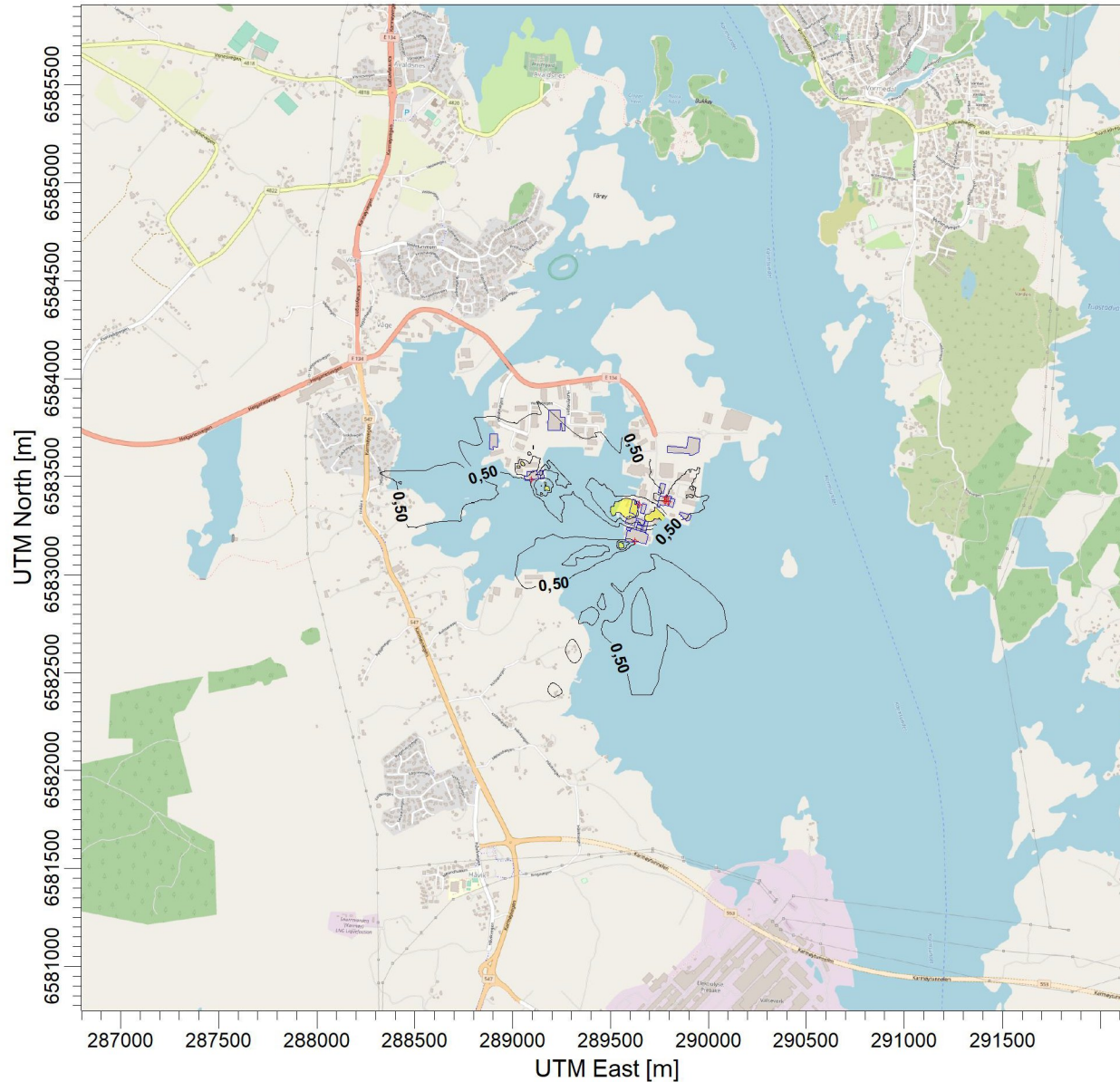
1:35 000

0

1 km

PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

Max: 1,22 [OU/M**3] at (289568,18, 6583361,92)



PROJECT TITLE:

Husøy helsekonsekvensutredning. Luktmodellering.

COMMENTS:

Luktspredningskart for desember. Meteorologi fra 2016. Bedrifter som er inkludert i modelleringen: Seagarden, Biomar, Pelagia og Karmsund protein.

SOURCES:

6

RECEPTORS:

8752

OUTPUT TYPE:

Concentration

MAX:

1,31 OU/M3**

COMPANY NAME:

MODELER:

DATE:

2022-09-07

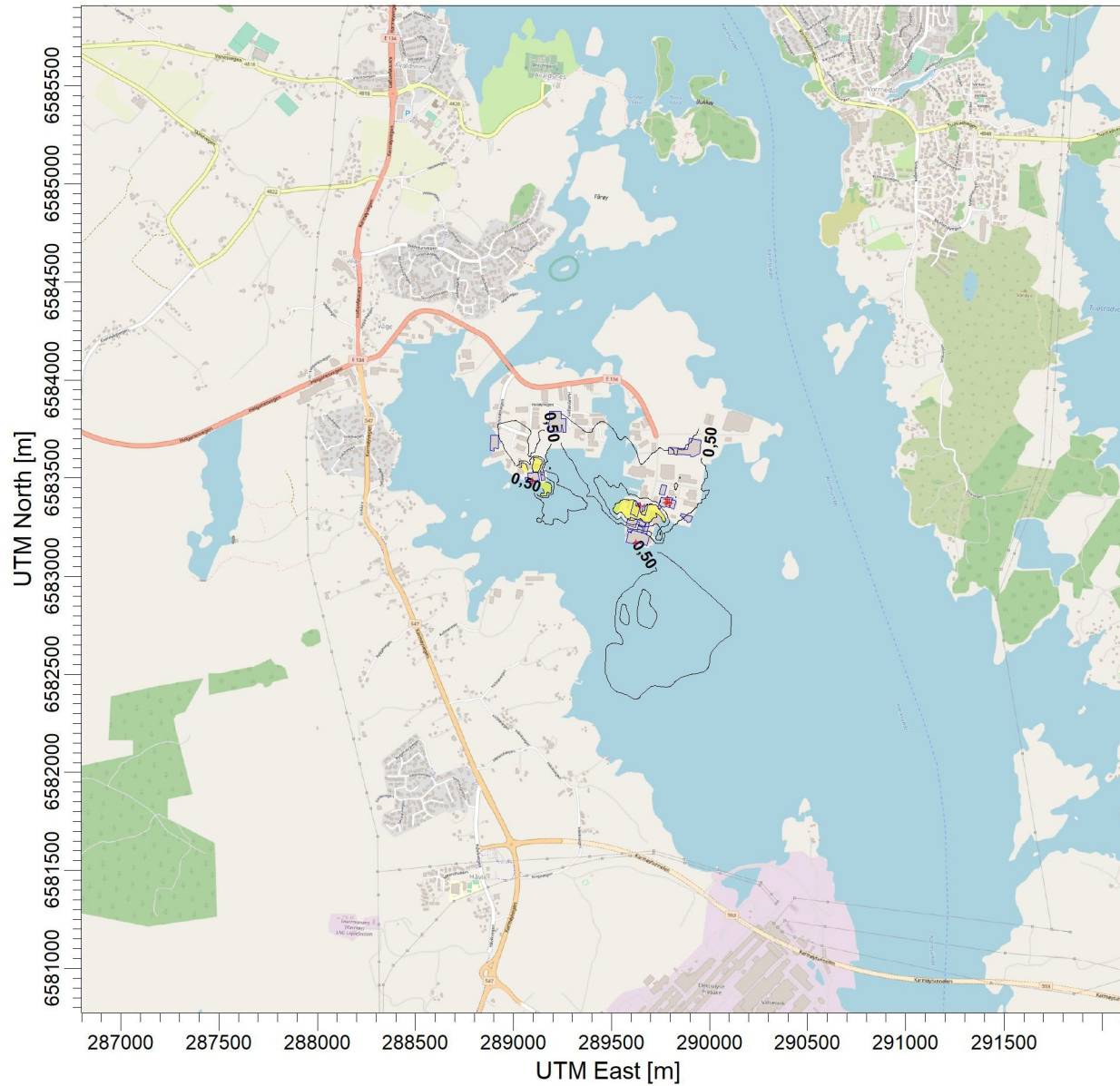
SCALE:

1:35 000



PROJECT NO.:

52200487



OU/M**3

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL
Max: 1,31 [OU/M**3] at (289124,94, 6583571,48)

Vedlegg 2: Vindroser

Tabellen viser vindrosene for alle månedene i år 2016. Vindrosene ligger til grunn for spredningsmodelleringene, sammen med andre meteorologiske data.

Måned	Vindrose (2016)
Januar	
Februar	
Mars	
April	

Måned	Vindrose (2016)
<p>Mai</p>	<p>WIND SPEED (m/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> ≥ 11.10 8.00 - 11.10 5.70 - 8.00 3.00 - 5.70 2.10 - 3.00 0.50 - 2.10 Calm: 0.61%
<p>Juni</p>	<p>WIND SPEED (m/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> ≥ 11.10 8.00 - 11.10 5.70 - 8.00 3.00 - 5.70 2.10 - 3.00 0.50 - 2.10 Calm: 0.20%
<p>Juli</p>	<p>WIND SPEED (m/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> ≥ 11.10 8.00 - 11.10 5.70 - 8.00 3.00 - 5.70 2.10 - 3.00 0.50 - 2.10 Calm: 0.13%
<p>August</p>	<p>WIND SPEED (m/s)</p> <ul style="list-style-type: none"> ≥ 11.10 8.00 - 11.10 5.70 - 8.00 3.00 - 5.70 2.10 - 3.00 0.50 - 2.10 Calm: 0.07%

Måned	Vindrose (2016)
<p>September</p>	<p>Wind rose for September 2016. The chart shows wind frequency by direction and speed. The dominant wind direction is South, with a frequency of 18%. Other significant directions include South-West (12.8%), South-East (9.6%), and West (6.4%). Wind speeds are primarily in the 2.10-3.00 m/s range. Calms account for 0.14%.</p>
<p>Oktober</p>	<p>Wind rose for October 2016. The chart shows wind frequency by direction and speed. The dominant wind direction is East, with a frequency of 10.3%. Other significant directions include East-North-East (8.04%), East-South-East (6.16%), and North-East (4.12%). Wind speeds are primarily in the 2.10-3.00 m/s range. Calms account for 0.04%.</p>
<p>November</p>	<p>Wind rose for November 2016. The chart shows wind frequency by direction and speed. The dominant wind direction is North-West, with a frequency of 9.05%. Other significant directions include West (7.24%), West-North-West (5.45%), and North (3.02%). Wind speeds are primarily in the 2.10-3.00 m/s range. Calms account for 0.14%.</p>
<p>Desember</p>	<p>Wind rose for December 2016. The chart shows wind frequency by direction and speed. The dominant wind direction is North-West, with a frequency of 9.2%. Other significant directions include West (7.36%), West-North-West (5.52%), and North (3.06%). Wind speeds are primarily in the 2.10-3.00 m/s range. Calms account for 0.04%.</p>

Memo

Assignment no.: 52200487 Document no.: A01

To: Cecilia Håkegård
From: Maria Enger Hoem
Location, date: Lillestrøm, 2022-06-21
Copy to: Amund S. Haslerud

► WRF appendix for Husøy, AERMOD data

This memorandum presents information regarding the delivered timeseries at Husøy in Karmøy with coordinates 59.33757 °N and 5.30431°E. Coordinates of point for data extraction is 59.33974 °N and 5.32857 °E. The numerical weather forecasting model Weather Research and Forecast (WRF) is used for the data series for two different resolutions; 3 km and 1 km. The first series is the longer timeseries dating back to 2005 to end of 2021, giving close to 17 years of data. The 1 km resolution time series covers only one year, thus the long timeseries is corrected by the shorter timeseries with higher resolution.

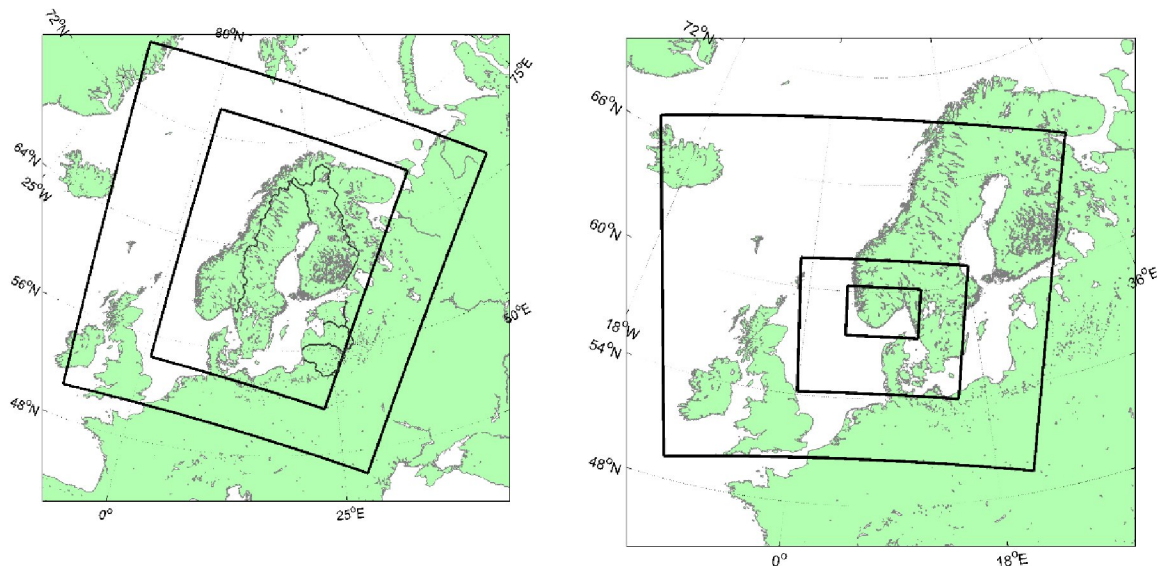


Figure 1: WRF-domains for 3 km x 3 km to the left and for 1 km x 1km to the right. The inner squares are the domains.

The delivery of the long-term corrected timeseries with 1-hour time resolution consists of excel-files and txt-files on a format requested by the client for use in AERMOD. The variables delivered are mean wind speed times 10 (FF), mean wind direction (DD), temperature (TA), relative humidity (UU), surface pressure (PO), precipitation 1 h (RR_1), cloud cover (NN), height of cloud cover (HL), and short-wave flux at ground surface (QSI).

The data is extracted for the following height above ground [m]: 19, 60, 117, 197, 297, 421, 574, 750, 937, 1136, 1361, 1613, 1894, 2208 and 2556.

Memo

Assignment no.: 52200487 Document no. A01

WRF 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 page¹. Details about the modelling structure, numerical routines and physical packages available can be found in for example Klemp et al. (2000)² and Michalakes et al. (2001)³. The development of the WRF-model is supported by a strong scientific and administrative community in U.S.A. The number of users is large and it is growing rapidly. In addition, the code is 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 ERA5⁴ reanalysis dataset with approximately 0.25-degree resolution. Another option is the NCEP FNL⁵ 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)⁶ and Dee et al. (2011)⁷ for further description of the data. The model setup used for this analysis is shown in Figure 1.

3 km x 3 km (KVT_NSF02_d02)

This simulation utilises the WRF version 4.1.2⁸ with improvements of wet snow behaviour documented by Iversen et al. (2021)⁹. The model has been set up with 3 km x 3 km horizontal resolution, and is run with 32 layers in the vertical direction with four layers in the lower 200 m. We have used the Thompson microphysics scheme (aerosol-aware) and the Mellor-Yamada Nakanishi and Niino (MYNN) Level 2.5 PBL scheme for boundary layer mixing. Surface layer physics is done according to the Quasi-Normal Scale Elimination PBL scheme's surface layer option, and land surface physics scheme is the Noah Land Surface Model. Radiation

¹ <https://www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model>

² Klemp JB., Skamarock WC. 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>)

³ 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.

⁴ <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>

⁵ NCEP FNL Operational Model Global Tropospheric Analyses, continuing from July 1999, dataset ds083.2, doi: 10.5065/D6M043C6.

⁶ 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.

⁷ 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.

⁸ 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

⁹ 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.

Memo

Assignment no.: 52200487 Document no. A01

physics is done by the RRTMG scheme with the cloud fraction option by Sundqvist et al (1989)¹⁰. The simulation outputs hourly data currently starting from 31.08.1989 and ends 30.01.2022.

For the geographical input data, the model setup has been updated with a more detailed land use classification data set from the CORINE Land Cover mapping project¹¹.

For the solving of the model equations, it requires boundary conditions of the area considered. In this model setup data from the ERA5^{4,12}, reanalysis data with approximately 0.25-degree resolution, available from Copernicus Climate Change Service (C3S) is used. The simulations are set up to use input data with a 3-hours interval. In addition to the lateral input updated every 3 hours spectral nudging is used at the higher atmospheric levels.

In addition, land components are taken from ERA5-Land¹³, which is run on close to 0.1-degree resolution. ERA5-Land is a so-called replay of the ERA5 land components, improving the spatial variability compared to ERA5.

1km x 1km (NVE_Sorlandet_d03)

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 (FNL⁵) 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.

¹⁰ 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

¹¹ <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>

¹² Copernicus Climate Change Service (C3S) (2017): ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS). <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/home>

¹³ <https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/ERA5-Land:+data+documentation>

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/