

RAPPORT

Spredningsberegninger Kvasnes RA

1 Innledning

Nemko Norlab har utført en spredningsvurdering for lukt for et utslipp fra skorstein på Kvasnes RA. I spredningsvurderingene er det benyttet en beregningsmodell som tar hensyn til dannelsen av og kanalisering av vindfelt og stagnasjonseffekter grunnet topografi og arealbruk. Det er regnet på flere scenarier for både skorsteinshøyde og plassering.

Kravet fra Statsforvalteren er at bidragskonsentrasjonen ikke skal overstige $2 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens det er valgt å benytte $1 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ som dimensjonerende krav i prosjekteringen.

2 Metodikk

En kortfattet oversikt over benyttet metodikk er gitt i Tabell 1 og påfølgende underkapitler.

Tabell 1. Analyseinformasjon.

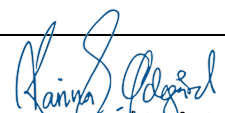
Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkreditert	Relativ usikkerhet (%)	Kvantifiseringsgrense	Enhet
Spredningsberegning	CALPUFF/TA-3019/2013	nei	For utslipp fra en høy skorstein vil bidragsverdi, beregnet som maksimal månedlig 99% timepersentil, ha forventet usikkerhet estimert til 10% på maksimum i plot og inntil 50% på enkeltreseptorer, grunnet årlige variasjoner i meteorologi.		

Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

2.1 Spredningsberegning

Immisjonsberegningene er utført med CALPUFF v. 7, som er et modelleringsverktøy utviklet av amerikanske TRC Companies, Inc. CALPUFF View 9, et GIS-basert verktøy til CALPUFF utviklet av kanadiske Lakes Environmental Software er benyttet til innlegging av data og visualisering.

Utført av: Karina Ødegård



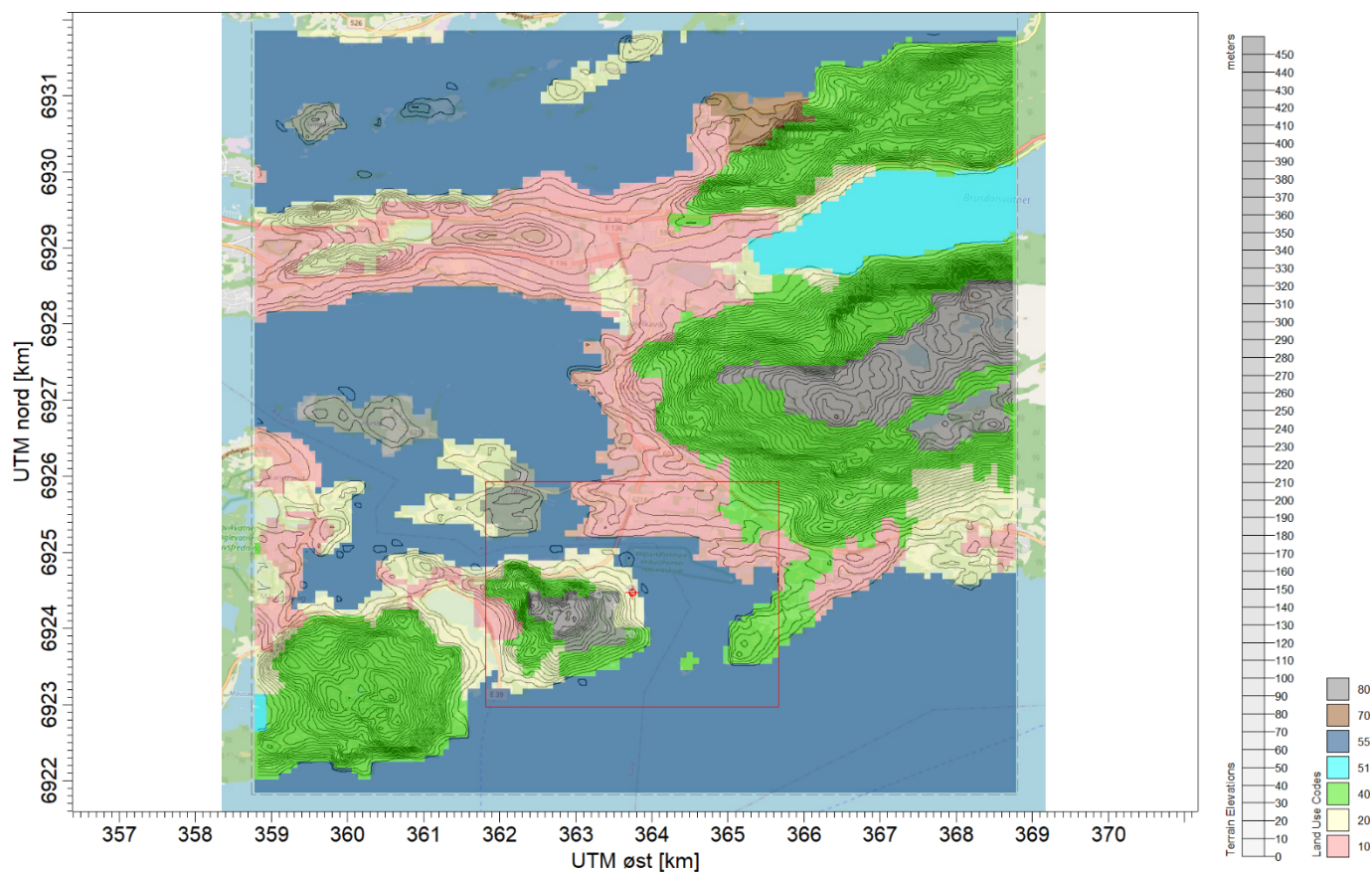
Karina Ødegård
Ansvarlig signatur

Følgende er lagt til grunn i modelleringen:

1. Modellen CALPUFF er benyttet. Denne modellen er valgt, da den inneholder en prognostisk værmodul. Modellen deler området som beregnes inn i mange små celler, og værdata beregnes individuelt for hver celle. Spredning kalkuleres for hver celle, og modellen åpner derfor for at kausale effekter av terreng og spesielle vindforhold knyttet til kystmiljø kan tas hensyn til i spredningsberegningen.
2. Det er benyttet WRF værdata som geografisk dekker et område på 50x50 km med en oppløsning på 1 km, og i høyder fra 10 m til 3 km. Dataene er for hver time i 2021.
3. Kartverkets terrengdata med horisontal oppløsning på 10 m er benyttet som datagrunnlag for topografi.
4. Definert senter for modellområdet er koordinatene 6926850 m N og 363783 m Ø (UTM 32). Modellområdet dekker et område på 10x10 km med en oppløsning på 80 m.
5. Terrengets ruhetslengde er lagt inn med en oppløsning på 100 m med utgangspunkt i Corine-databasen, og finjustert langsmed kystlinjen nær anlegget.
6. Høyde på forventede nærliggende bygninger i tilknytning til kilder er ikke lagt inn i modellen, da disse i praksis går inn i terrenget.
7. Det er i denne beregningen antatt et konstant utslipp fra alle kilder. Det vil normalt kunne forekomme variasjoner i utslippet det i beregningene ikke er tatt hensyn til.
8. Kart levert av Nordeca og Statens Kartverk er benyttet i visualiseringen.
9. Det er beregnet bidragskonsentrasjon 1,5 m over terreng. Bidragskonsentrasjonen er her beregnet som årlig 99,7 % timepersentil, som et estimat på maksimal månedlig 99 % timepersentil.¹

Ytterligere detaljer rundt modelldata og kilder lagt inn i modellen oversendes ved forespørsel.

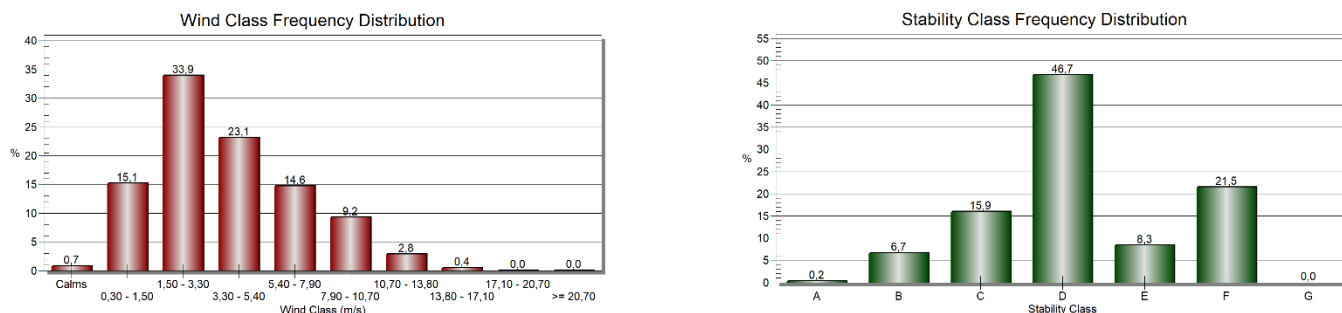
¹ Maksimal månedlig 99 % timepersentil er den timemiddelverdien, som ikke overskrides mer enn 1 % av timene i løpet av en måned (mellom 8 og 88 timer i året). Årlig 99,7 % timepersentil er den timemiddelverdien som ikke overskrides mer enn 0,3 % av timene i løpet av et år (ca. 26 timer i året). Erfaringsdata tilsier at i mange situasjoner er årlig 99,7 % timepersentil en god tilnærming til maksimal månedlig 99 % timepersentil ved dimensjonerende beregninger. Denne tilnærmingen er hensiktsmessig ved dimensjonerende beregninger da en årlig persentil er enklere å beregne enn en maksimal månedlig persentil.



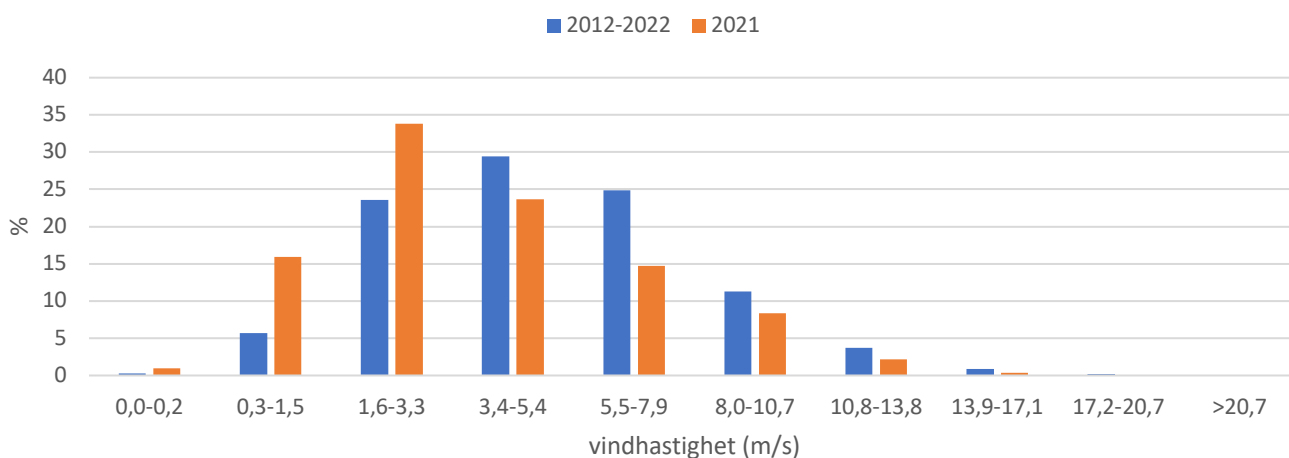
Figur 1. Illustrasjon av topografi og arealbruk lagt inn i modellen. Fargelagt område dekker et område på 10x10 km (benyttet for værmodell) og er delt inn i et rutenett på 125x125 (80 m oppløsning). Rød firkant viser området, som er benyttet til spredningsberegninger. Rød markering omtrent midt i dette rektangelet kartet viser utslippspunktets plassering.

2.2 Værdata

En analyse av de beregnede værdataene viser at fordeling av vindstyrke i store trekk er i samsvar med målte data for Vigra gitt de topografiske forholdene. Det innebærer at det er sannsynlig at værdataene og det valgte året (2021) er representative for området for tiltenkt bruk.

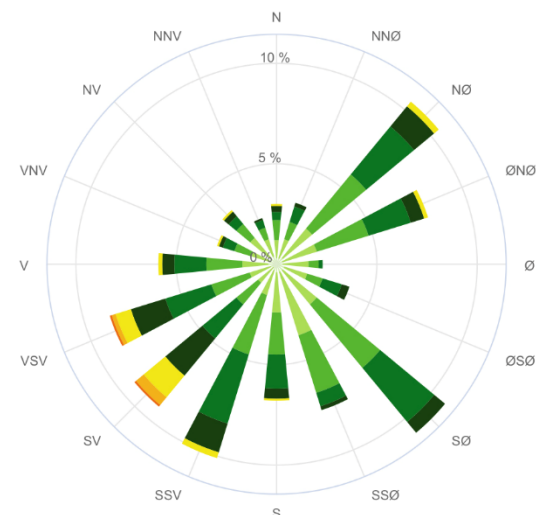
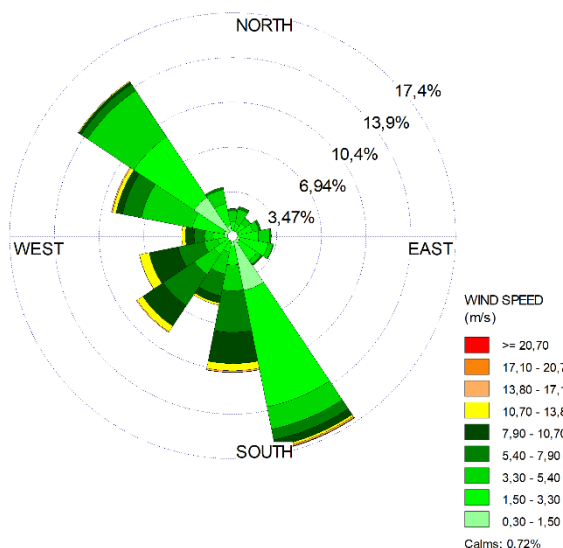


Vindprofil Vigra 9/2012-9/2022 (målt) vs Kvasnes 2021 (beregnet)

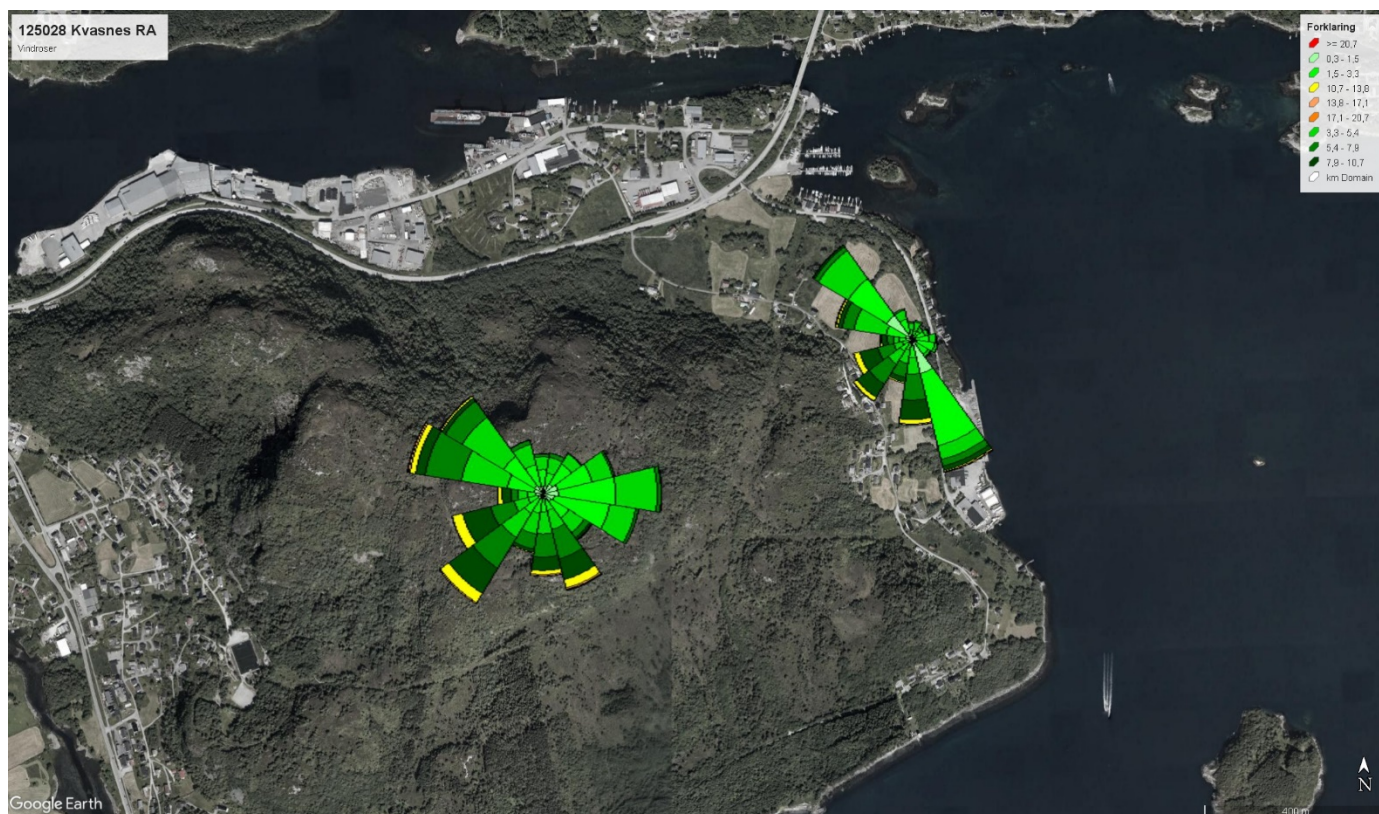


Vindrose for Vigra (SN60990) i perioden; 9.2012-9.2022.

Stille (0,0-0,2 m/s) = 0,3 %



Figur 2. Øverst: beregnet distribusjon av vindstyrke (til venstre) og stabilitetsklasser (til høyre) for Kvasnes RA (10 m). Midten: Sammenligning mellom målt vindprofil på Vigra og beregnet på Kvasnes RA. Nederst: Beregnet vindrose for Kvasnes RA (10 m) (til venstre) og målt vindrose for Vigra over 10 år (til høyre).



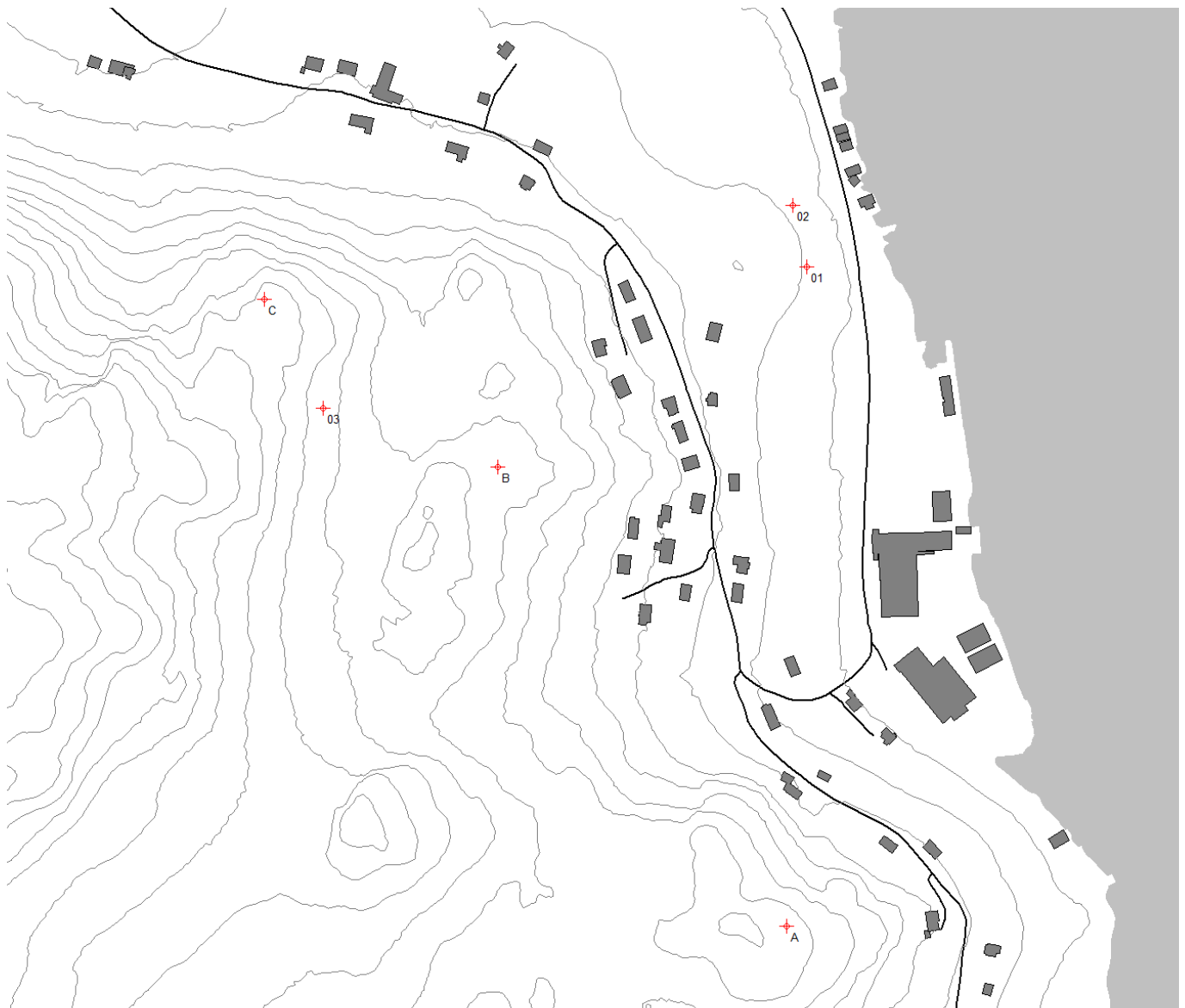
3 Utslipp

3.1 Kilde

Utslipet er gjennom et samlet avkast med to ventilasjonslinjer, her benevnt A og B. Linje A består av $45800 \text{ m}^3/\text{t}$ med luktkonsentrasjon $21 \text{ ou}/\text{m}^3$, tilsvarende $264 \text{ ou}/\text{s}$. Linje B består av $38150 \text{ m}^3/\text{t}$ med luktkonsentrasjon $4831 \text{ ou}/\text{m}^3$, renses 95 % til $242 \text{ ou}/\text{m}^3$, tilsvarende $2560 \text{ ou}/\text{s}$. Dette gir et samlet luktutslipp på $2824 \text{ ou}/\text{s}$ i en luftmengde på $83950 \text{ m}^3/\text{t}$, og en samlet luktkonsentrasjon på $121 \text{ ou}/\text{m}^3$.

Det er benyttet en indre diameter på 1,45 m, en vertikal hastighet på 14,1 m/s og en temperatur på 5 °C. Det er for to plasseringer (01 og 02) beregnet for avkasthøyder på kote 15, 20, 25, 30 og 35 m. Det er i tillegg for referanse til tidligere arbeider beregnet for skorstein med plassering A, B og C med avkasthøyde 20 m over terreng.

I arbeidet med denne rapporten fremkom det også et ønske om en ny plassering (03) med skorsteinshøyde 20 og 30 m over terreng.



Figur 4. Plassering av utslippspunkt i modellen er markert med rødt kryss.

4 Resultater og vurdering

Resultater for beregnet bidragskonsentrasjon er for et utslipp på 2824 ou/s i en luftmengde på 83950 m³/t er vist i kap 5.1. Skaleringen er den samme i alle plottene. Under de gitte betingelsene viser alle beregningene et bidrag under 1 ou/m³. Resultatene er også vist i Tabell 2, Tabell 3 og Tabell 4 for henholdsvis skorsteinsplassering 1,2 og 3.

Tabell 2. Oppsummering av resultater for skorsteinsplassering 1. Beregnet bidragskonsentrasjon (for områder med naboer) for 2824 ou/s i en luftmengde på 83950 m³/t med en vertikal hastighet på 14,1 m/s ved 5 °C i avkastet. Maks konsentrasjon i avkast og minimum rensegrad for linje B gir ved ellers samme betingelser en bidragskonsentrasjon på 1 ou/m³ (2 ou_E/m³).

Kotehøyde avkast m	Bidragskonsentrasjon ou/m ³	Maks konsentrasjons i avkast ou/m ³	Minimum rensegrad linje B
15	0,89	137 (274)	94 % (88 %)
20	0,68	178 (357)	92 % (84 %)
25	0,49	249 (497)	89 % (78 %)
30	0,35	348 (696)	85 % (69 %)
35	0,26	466 (932)	79 % (58 %)

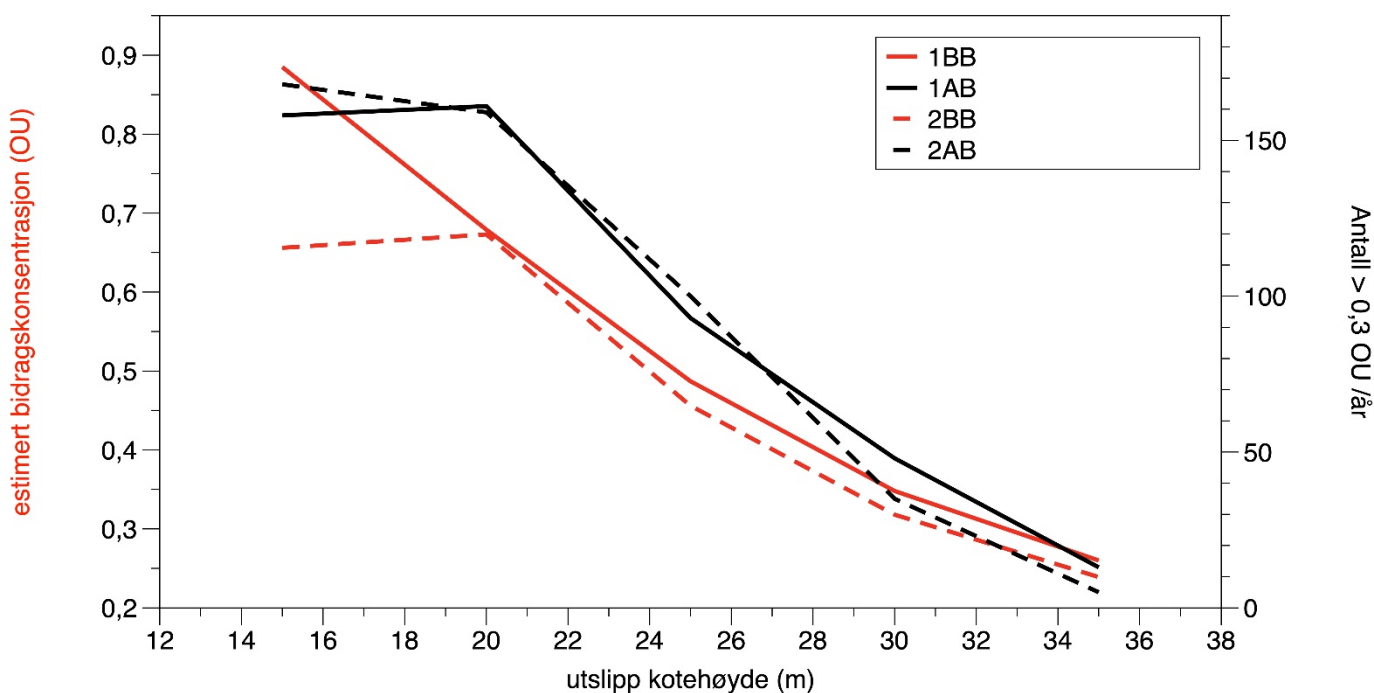
Tabell 3. Oppsummering av resultater for skorsteinsplassering 2. Beregnet bidragskonsentrasjon (for områder med naboer) for 2824 ou/s i en luftmengde på 83950 m³/t med en vertikal hastighet på 14,1 m/s ved 5 °C i avkastet. Maks konsentrasjon i avkast og minimum rensegrad for linje B gir ved ellers samme betingelser en bidragskonsentrasjon på 1 ou/m³ (2 ou_E/m³).

Kotehøyde avkast m	Bidragskonsentrasjon ou/m ³	Maks konsentrasjons i avkast ou/m ³	Minimum rensegrad linje B
15	0,66	185 (369)	92 % (84 %)
20	0,67	180 (360)	92 % (84 %)
25	0,46	266 (531)	88 % (76 %)
30	0,32	381 (762)	83 % (66 %)
35	0,24	507 (1010)	77 % (54 %)

En sammenfatning av resultatene for 1 og 2 er vist i Figur 5, som viser henholdsvis beregnet bidragskonsentrasjon ved de gitte betingelser mot avkasthøyde (blå linje), samt beregnet konsentrasjon i avkast som vil gi en bidragskonsentrasjon på 1 ou/m³.

Tabell 4. Oppsummering av resultater for skorsteinsplassering 3. Beregnet bidragskonsentrasjon (for områder med naboer) for 2824 ou/s i en luftmengde på 83950 m³/t med en vertikal hastighet på 14,1 m/s ved 5 °C i avkastet. Maks konsentrasjon i avkast og minimum rensegrad for linje B gir ved ellers samme betingelser en bidragskonsentrasjon på 1 ou/m³ (2 ou_E/m³).

Høyde avkast m over terreng	Bidragskonsentrasjon ou/m ³	Maks konsentrasjons i avkast ou/m ³	Minimum rensegrad linje B
20	0,08	1500 (2990)	32 % (0 %)
30	0,07	1860 (3730)	16 % (0 %)



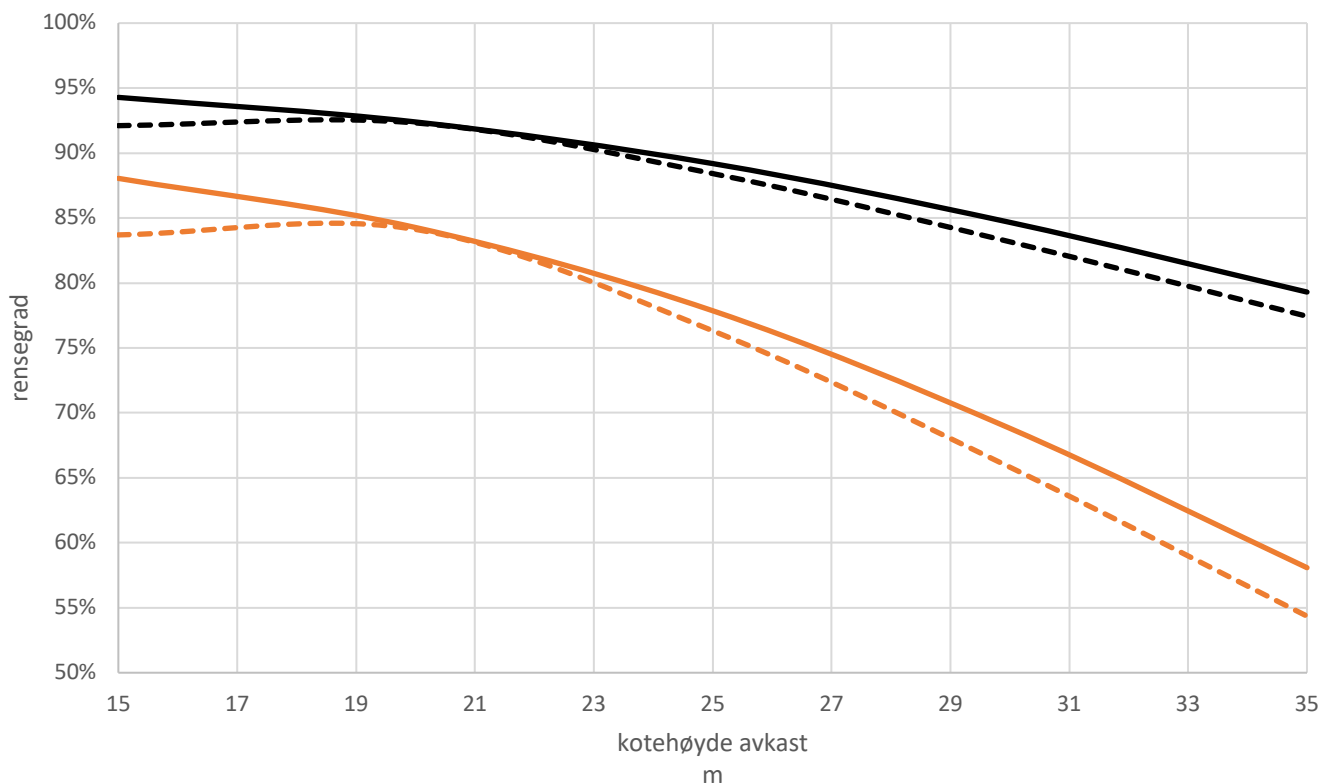
Figur 5. For plassering 1 og 2. Beregnet bidragskonsentrasjon (rød) og antall årlige overskridelser av $0,3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (svart) ved forskjellige avkasthøyder for et utslipp på 2824 ou/s . Heltrukken linje er skorsteinsplassering 1, mens stiplet linje er plassering 2.

En annen måte å se på disse tallene på er å beregne hvilken rensegrad på linje B, som minimum er nødvendig for å tilfredsstille et luktkrav på $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (eller $2 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) ved de forskjellige avkasthøyder. Resultatene av denne beregningen er vist i Figur 6. Dersom en sammenligner skorsteinsplassering 1 med skorsteinsplassering 2 er plassering 2 moderat bedre ved utslipp over kote 23 m. Forskjellene ved utslipp under kote 19 bør tilskrives usikkerhet i terrengmodellen.

Ved skorsteinsplassering 3 vil primært nedslagsfelt være utenfor bebyggelse og for utslipp 20 m over terreng vil bidragskonsentrasjon for mest berørte nabo være $0,08 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ og krav til rensegrad for linje B være 32 % for å være innenfor $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Selv urensset vil bidraget være under $2 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Tilsvarende for utslipp 30 m over terreng er $0,07 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ og 16 % rensing for linje B.

Skorsteinsplassering 3 er bedre enn både plassering 1 og 2 for 20 m over terreng, og selv uten rensing er det mulig å holde seg innenfor Statsforvalterens krav på $2 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, selv om rensing er nødvendig for å holde seg under $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Hovedgrunnen til forskjellen mellom plassering 3 og plassering 1 og 2, er at lokaliseringen ikke medfører primære nedslagsfelt i boområde. Dette er vist i spredningsplot i kap. 5.1.

Behov for rensegrad linje B



Figur 6. Beregnet nødvendig rensegrad for linje B ved de gitte betingelser for å tilfredsstille et krav på bidragskonsentrasjon 1 ou/m³ (svart) eller 2 ou_E/m³ (oransje) ved forskjellige avkasthøyder. Heltrukken linje er skorsteinsplassering 1 og stiplet linje er skorsteinsplassering 2.

5 Spredningsplot

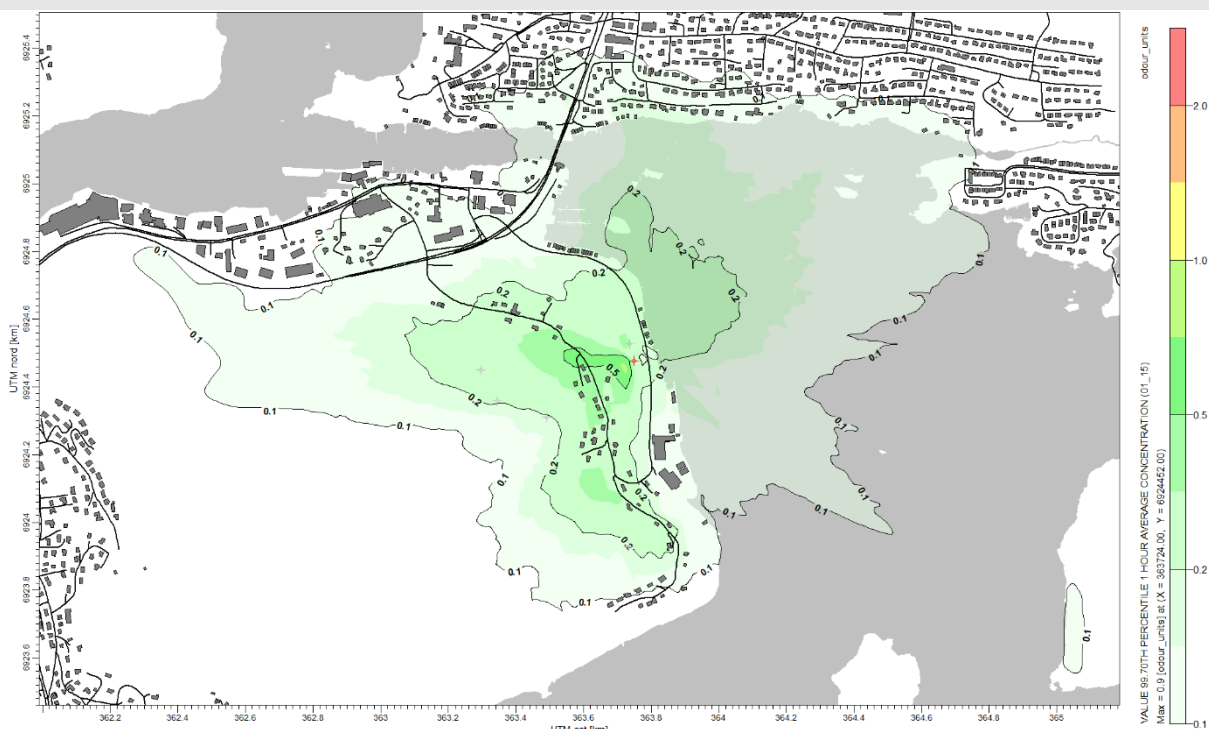
Beregningene gjelder for et dimensjonerende utslipp på 2824 ou/s. Scenariene er gitt som skorsteinsplassering 1, 2, 3, A, B og C. For 1 og 2 er det gitt kotehøyde for utslipp. For 3 er det gitt utslippshøyde over terreng. For øvrige er det regnet for avkast 20 m over terreng.

5.1 Beregnet bidragskonsentrasjon

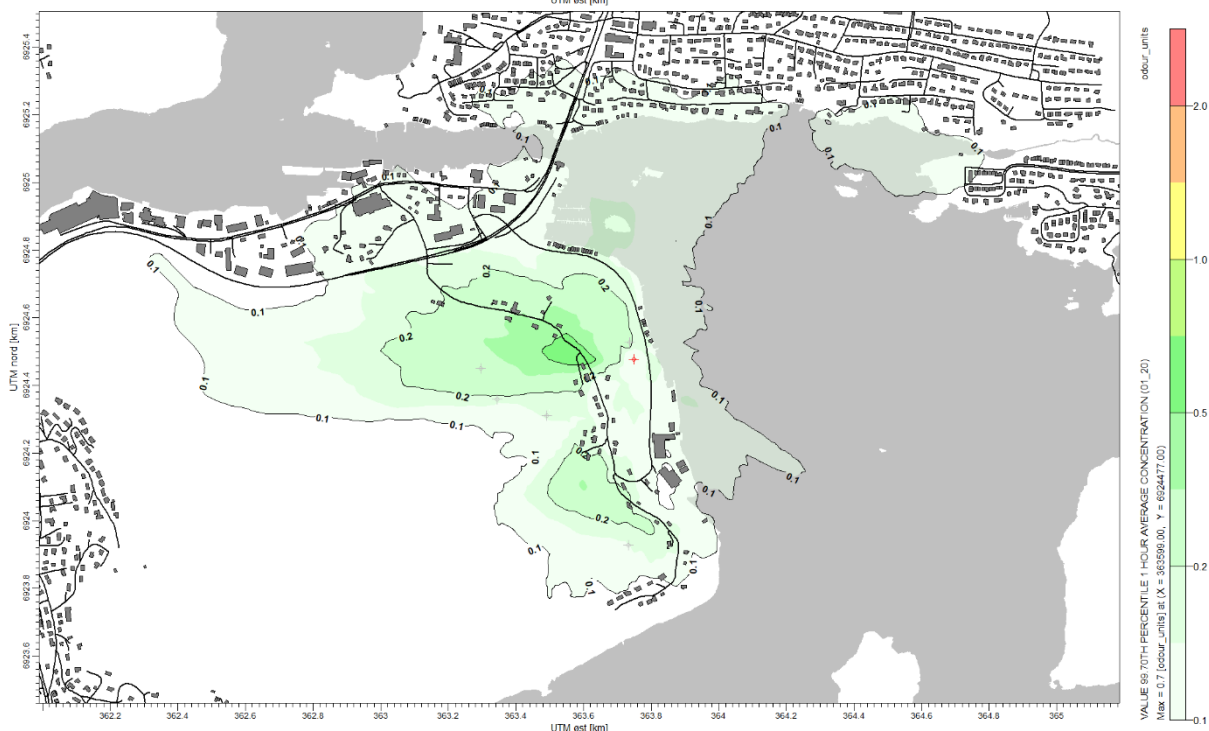
Bidragskonsentrasjonen er beregnet som årlig 99,7 % timepersentil, som for et konstant utslipp er en rimelig tilnærming til maksimal månedlig 99 % timepersentil.

Sc

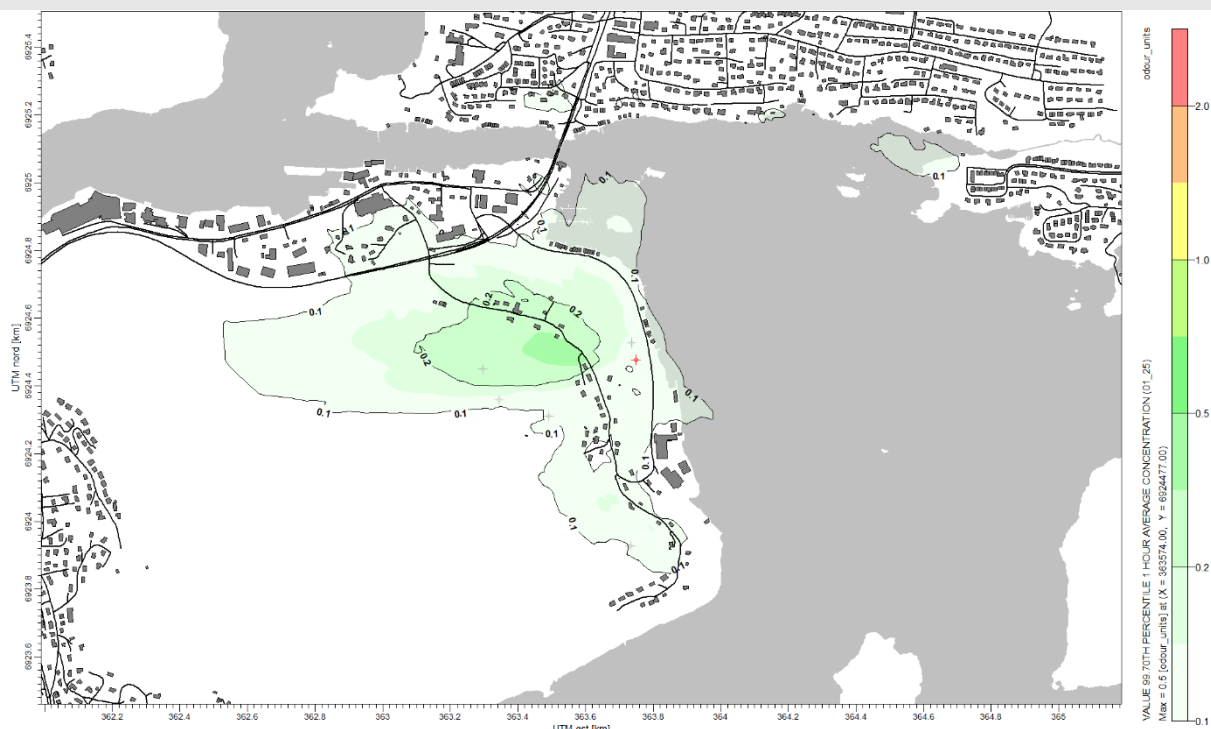
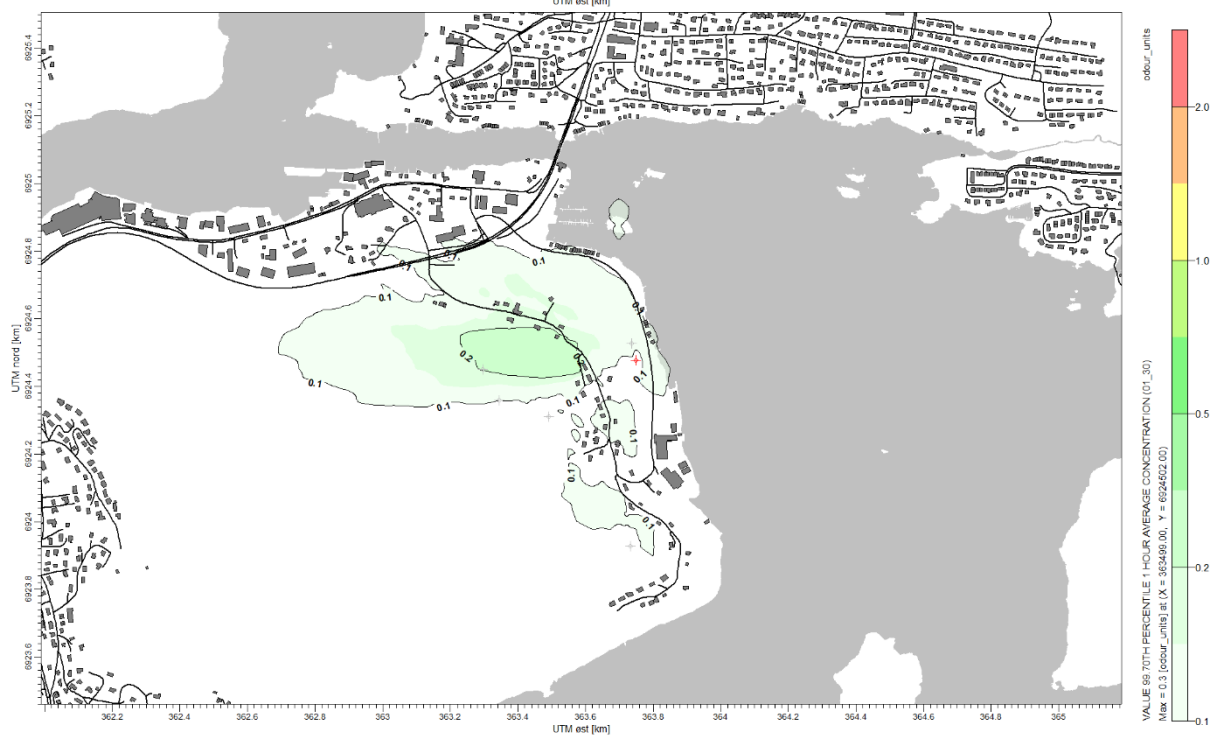
1
15 m



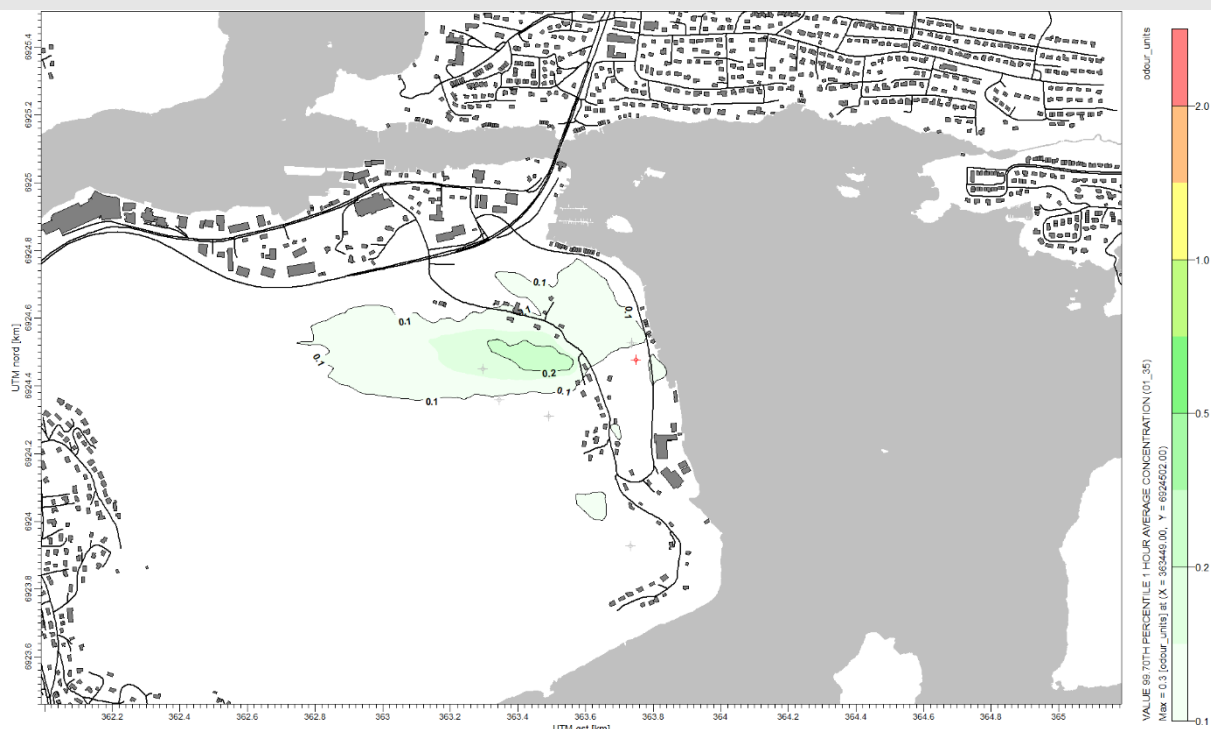
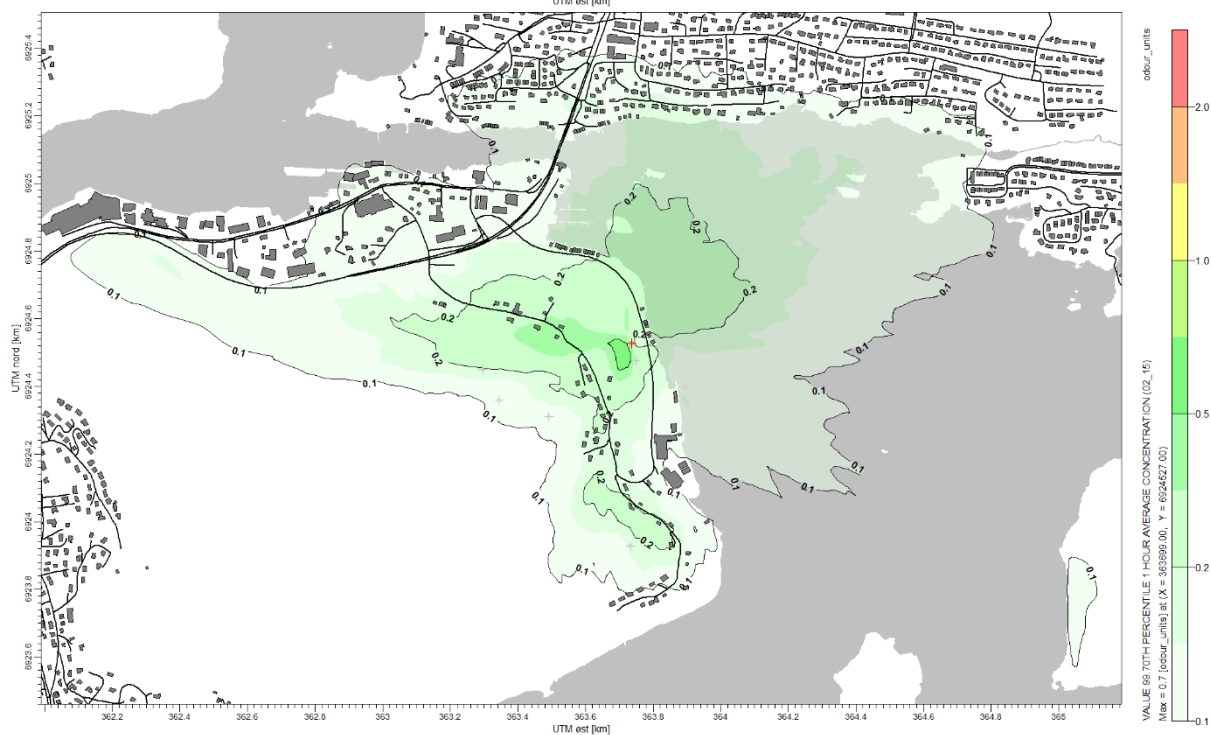
1
20 m



Sc

1
25 m1
30 m

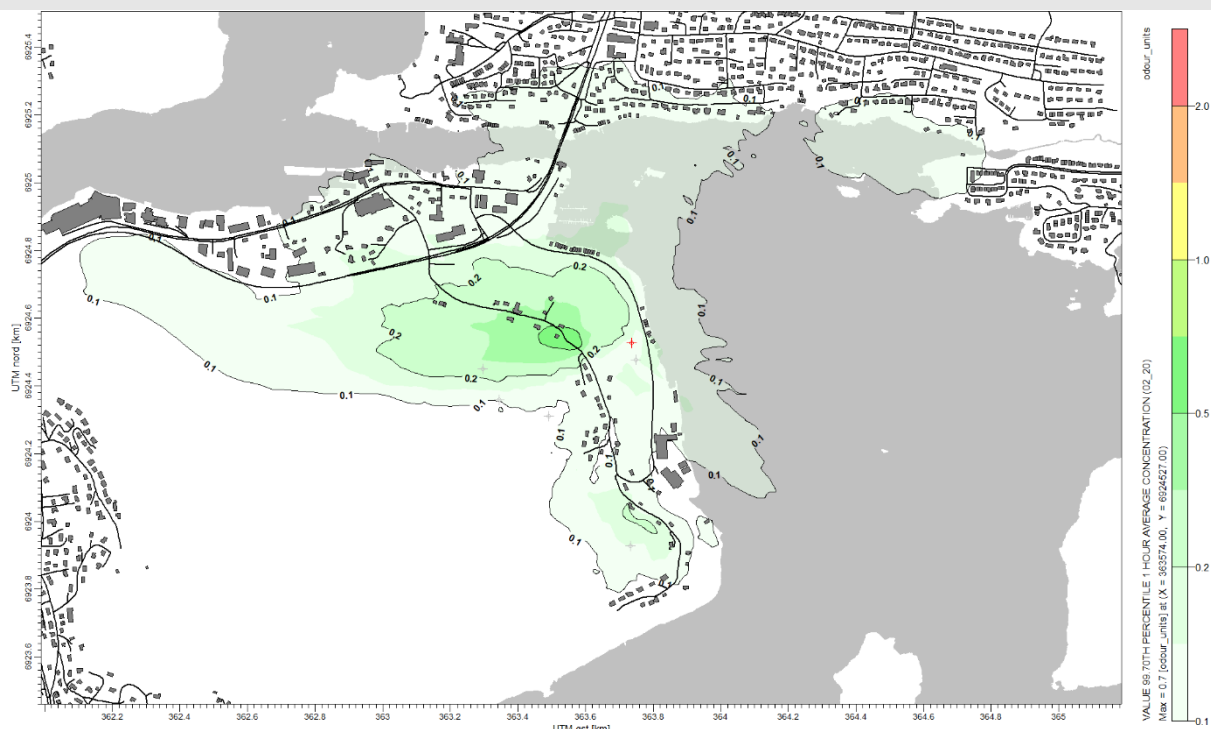
Sc

1
35 m2
15 m

Sc

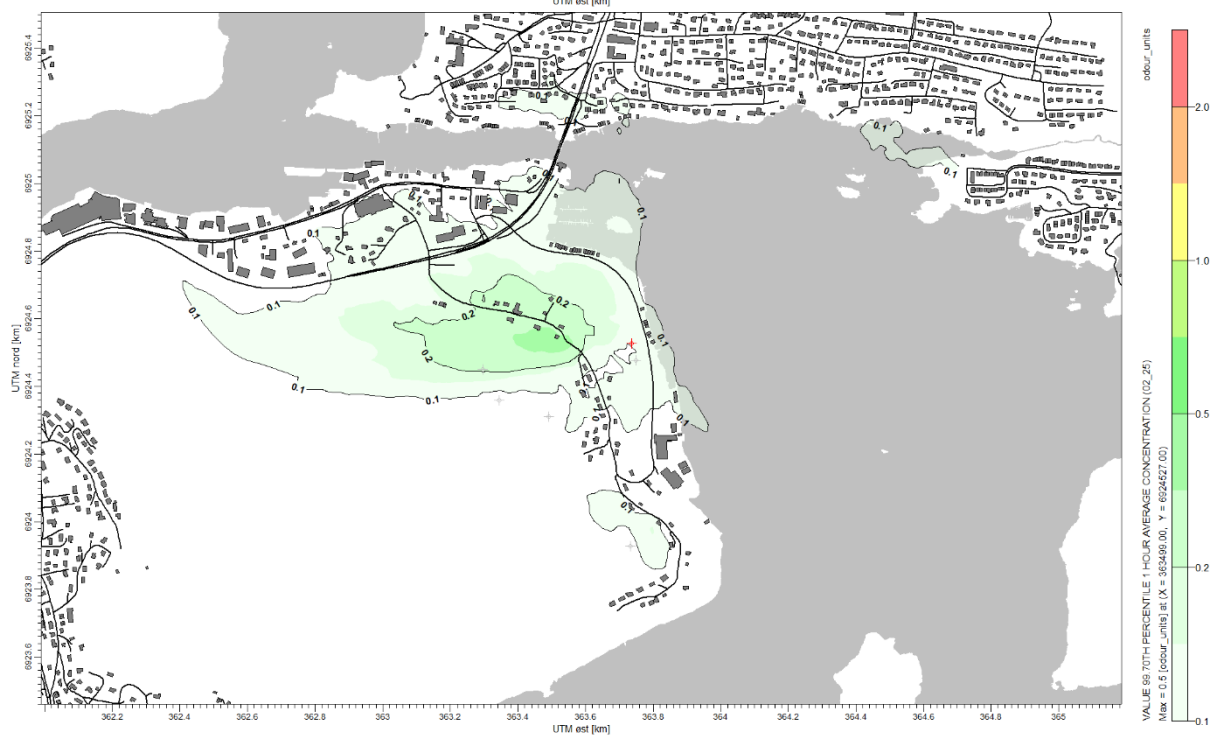
2

20 m



2

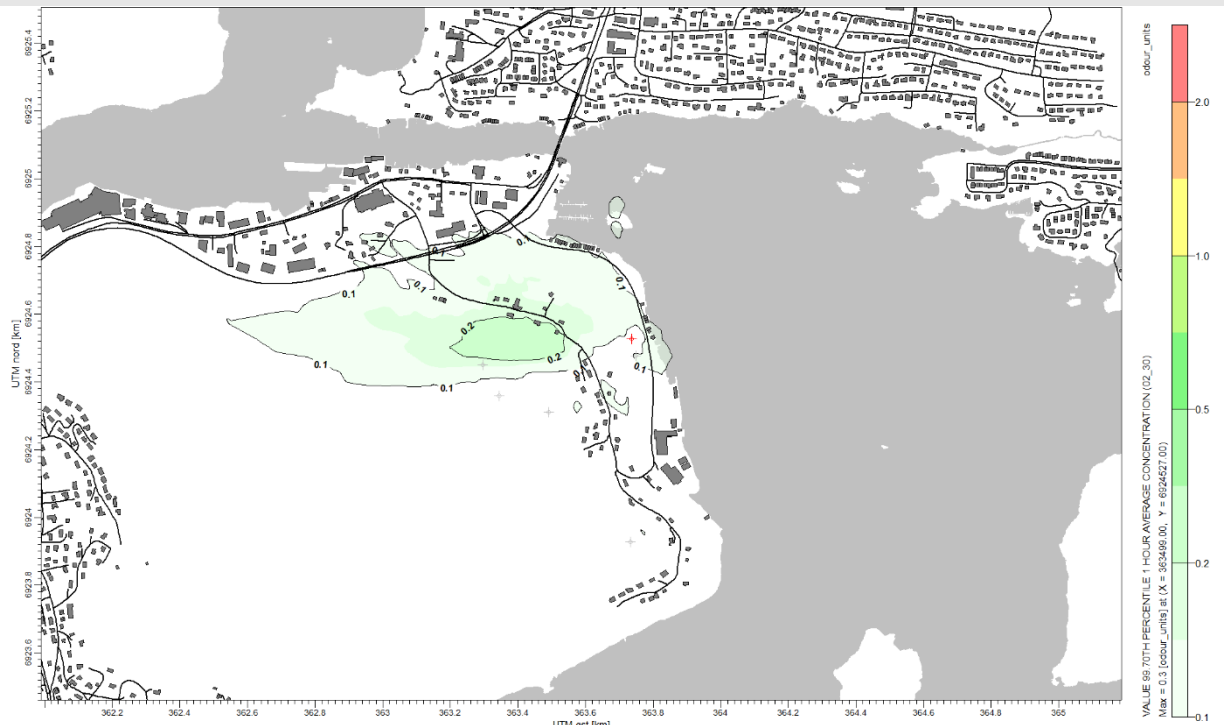
25 m



Sc

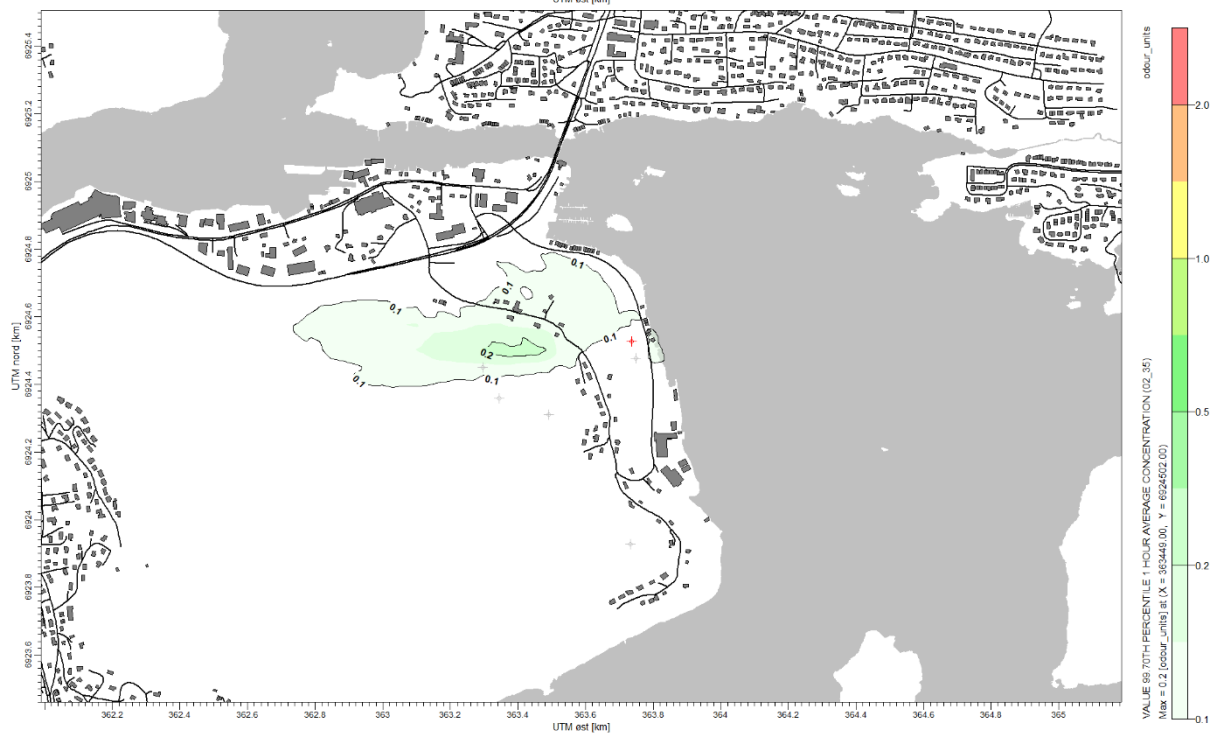
2

30 m



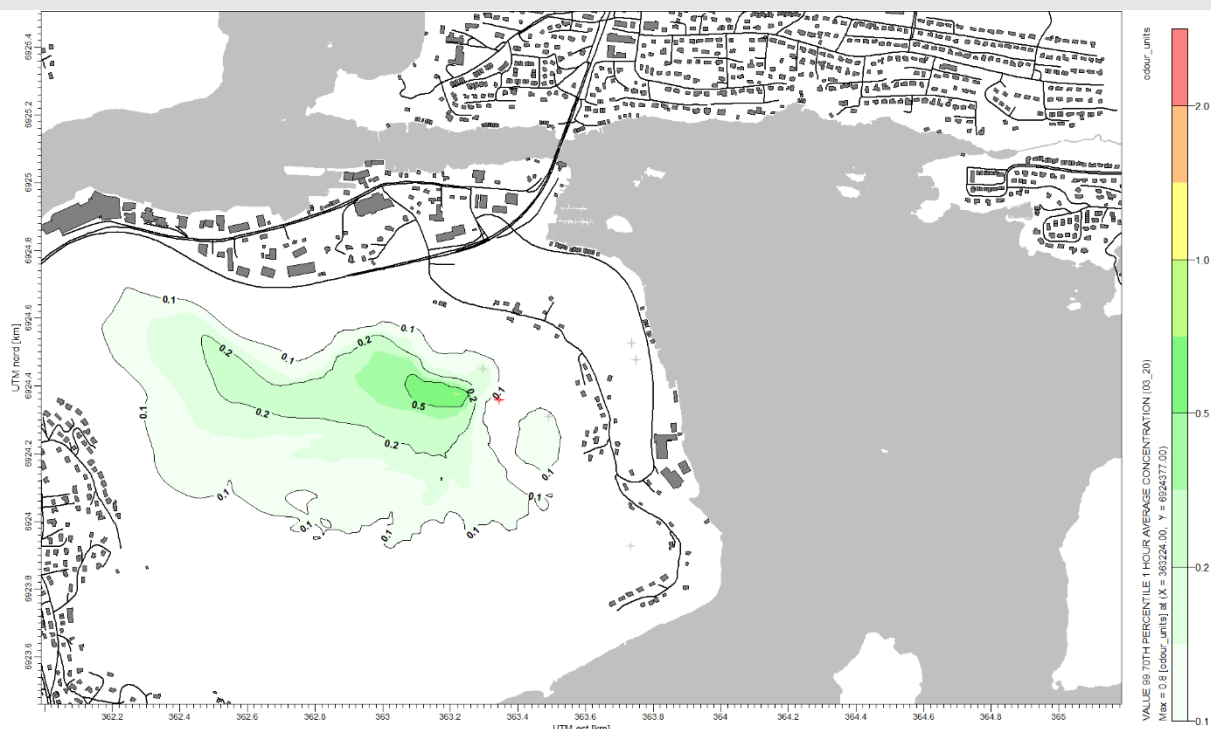
2

35 m

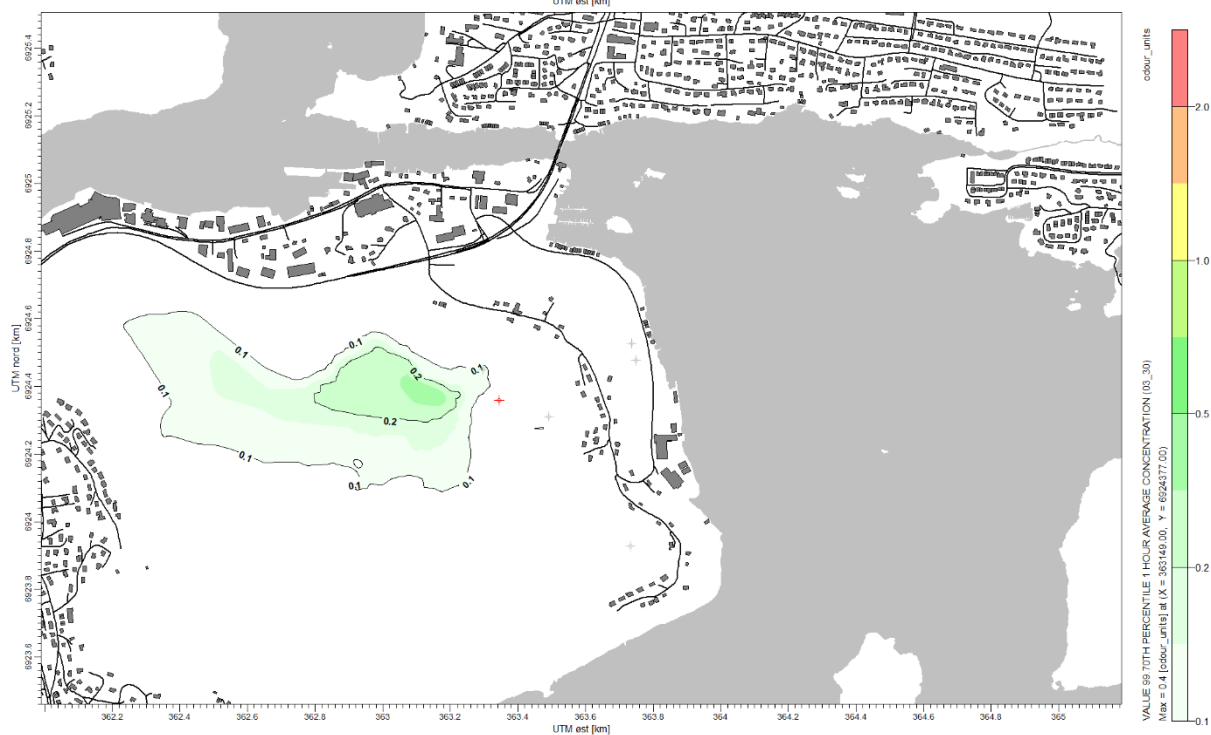


Sc

3
20 m
over
terreng

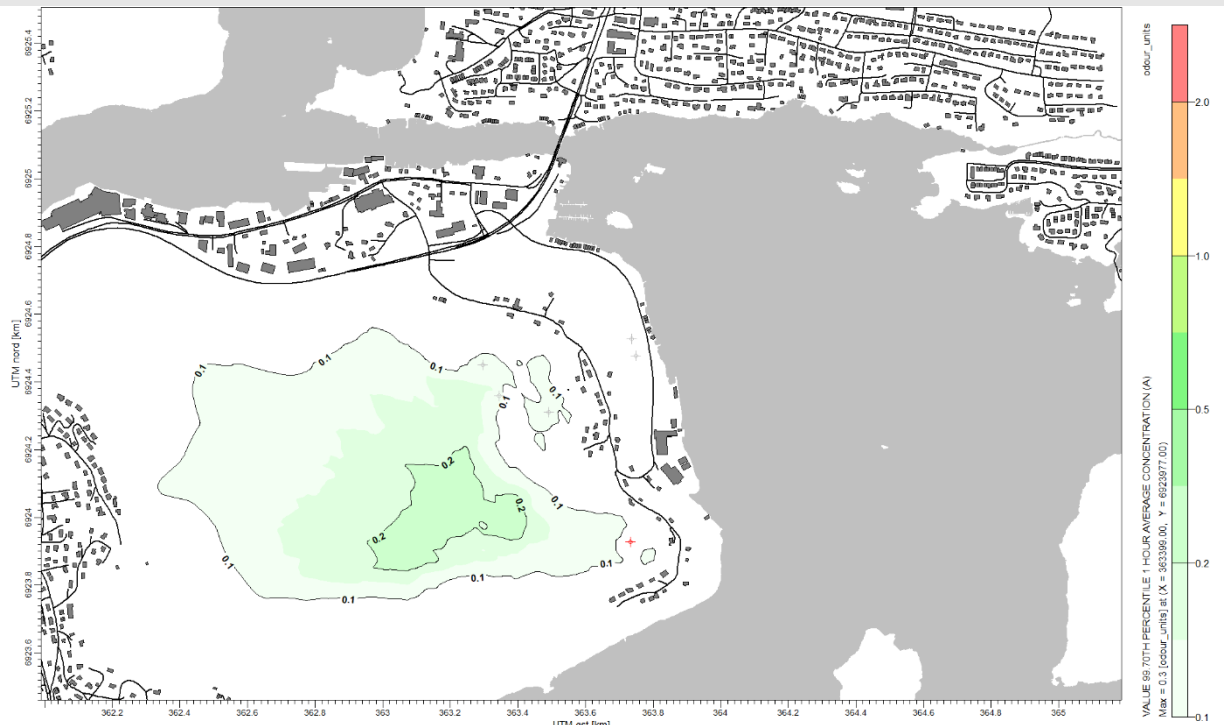


3
30 m
over
terreng

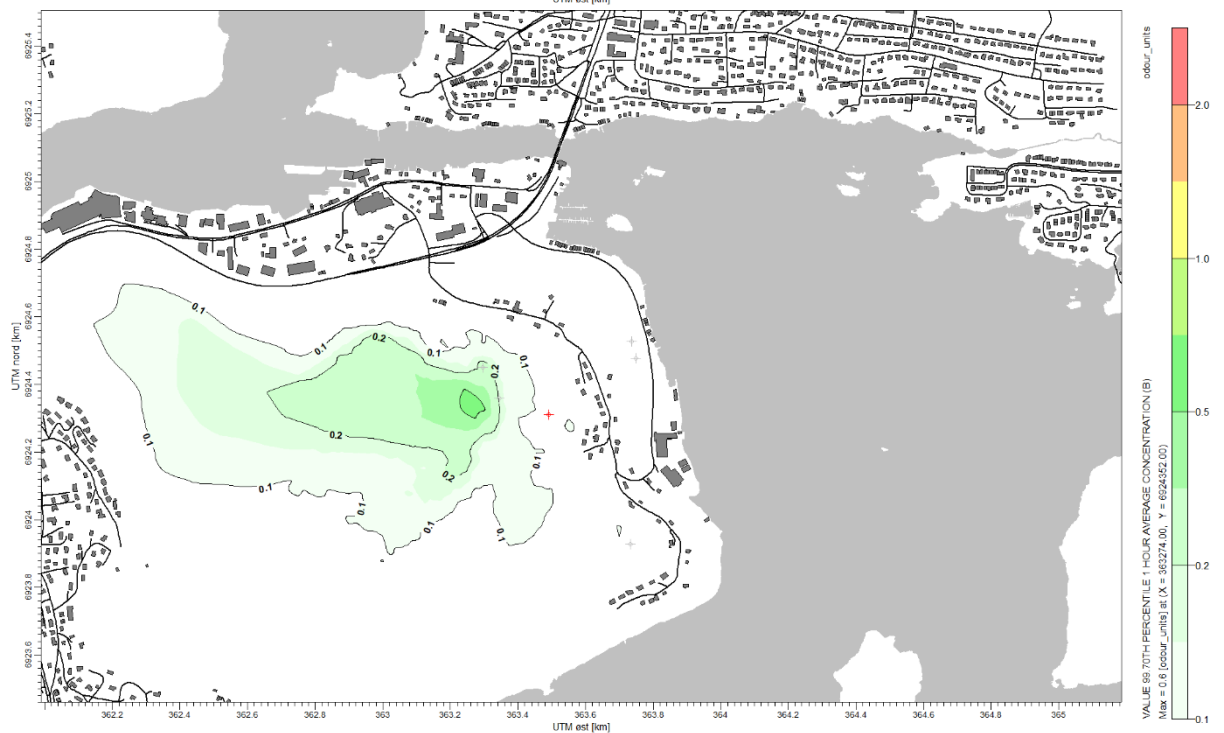


Sc

A



B



Sc

C

