

Beregnet til
FREVAR

Dokument type
Rapport

Dato
Desember, 2022

FREVAR KF

SAMMENLIGNING AV INNLAGRING OG FORTYNNING VED TO UTSLIPPS- DYP

FREVAR KF SAMMENLIGNING AV INNLAGRING OG FORTYNNING VED TO UTSLIPPSDYP

Oppdragsnavn **Spredningsmodellering og resipientvurdering**
Prosjekt nr. **1350047529-007**
Mottaker **FREVAR**
Dokumenttype **Rapport**
Versjon **01**
Dato **20.12.2022**
Utført av **MLH, VEKR**
Kontrollert av **TOJOSL**
Godkjent av **TOJOSL**
Beskrivelse **Simulering av FREVAR sitt utslipp ved to ulike utslippsdyp**

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

INNHALDSFORTEGNELSE

1.	Innledning	2
1.1	Bakgrunn og hensikt med rapport	2
1.2	Utløpsområdet til Glomma	2
1.3	Innblandingssoner	3
2.	Metode	3
2.1	Modellverktøy	3
2.2	Usikkerheter	3
2.3	Inngangsdata	4
2.3.1	Utslippsledning , -dyp og -retning	4
2.3.2	Vannmengder, temperatur og salinitet i utslippsvannet	4
2.3.3	Vertikal sjiktning	5
2.3.4	Strømhastighet og -retning i resipienten	6
2.4	Valg av scenario i modellen	6
3.	Resultater	7
3.1	Innlagring	7
3.2	Fortynning	7
3.3	Innblandingssone	10
4.	Oppsummering og sammenligning utslippspunkt	11
4.1	Innlagring, fortynning og innblandingssone	11
4.2	Sammenligning av utslippsdyp på 8 og 13 m	11
5.	Vurdering andre utslippspunkt	12
6.	Referanser	13
Vedlegg 1 Hydrografiprofiler		13

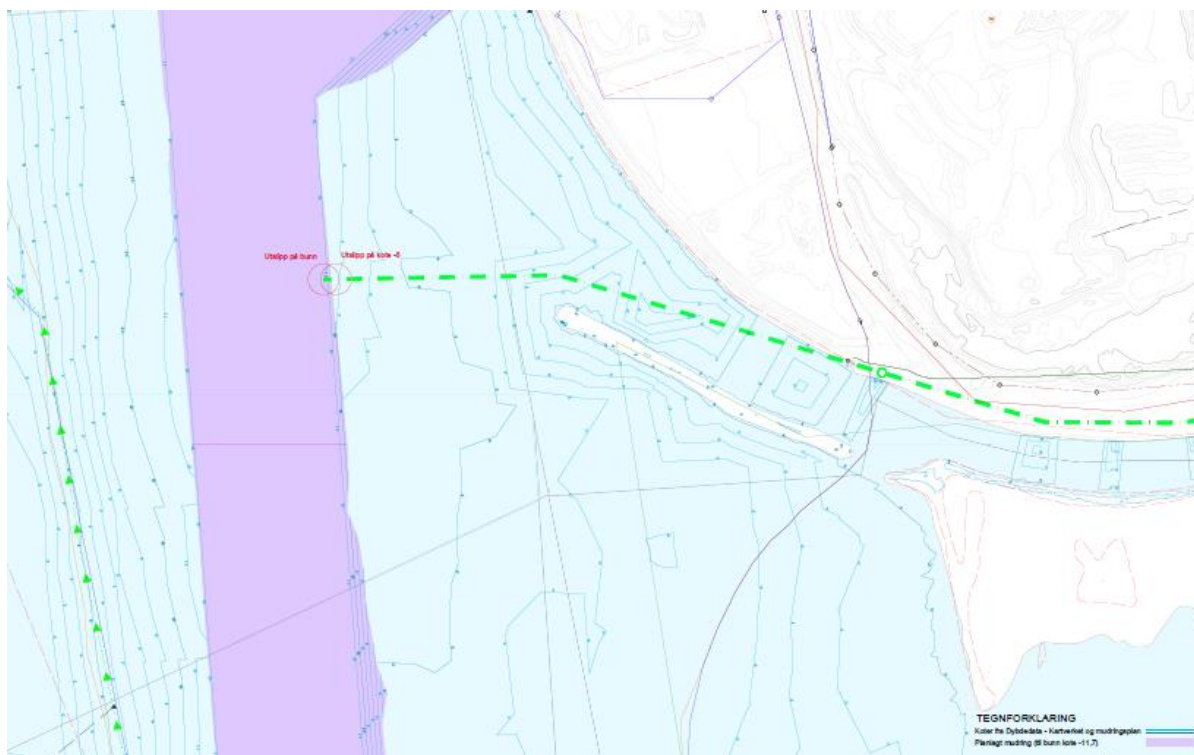
1. INNLEDNING

1.1 Bakgrunn og hensikt med rapport

FREVAR KF skal etablere et nytt renseanlegg for avløpsvann. Utslipet er planlagt til elveutløpet til Glomma, i Kallerabukta, og vil berøre elvevannforekomst 002-4230-R Glomma fra Greåker til sjøen og kystvannforekomst 0101010405-C Østerelva. Vannforekomstene har hhv. moderat og dårlig tilstand, ifølge vann-nett. I nærheten av området ligger Ramsarområdet Øra.

Figur 1 viser foreløpig trase til utslippsledningen. Det er sett på ulike alternative utslippsdyp (13 og 8 m). Ved 13 m utslippsdyp er det behov for å mudre, ved valg av 8 m utslippsdyp vil man unngå dette. Ved 8 m dyp må utslippsledningen trekkes noe lengre inn til land sammenlignet ved utslippsdyp 13 m.

Hensikten med foreliggende datarapport er å sammenligne innblanding og fortykning ved to utslippsdyp på hhv. 13 og 8 m ved hjelp av modellverktøyet Visual Plumes [4].



Figur 1 Kart som viser ledningstrase (grønn farge). Lilla farge viser område som er planlagt mudret til bunn kote -11,7. Kart mottatt av oppdragsgiver.

1.2 Utløpsområdet til Glomma

Følgende beskrivelse av elvemunningen er tatt fra NIVA sin rapport [2]. *Elvemunningen til Glomma er definert som et saltkile-estuarie, det vil si at det er et ferskvann øverst i elva som renner ut mot havet og et saltvannslag under dette som kan trenge langt opp i elva som en kile.*

Sirkulasjonen i Glomma kan beskrives med en tre-lagsmodell. Det øvre laget defineres som det laget hvor det strømmer kraftig utover og hvor saltholdigheten er lav, og dette laget kalles ferskvannslaget. Under dette ligger det et lag hvor det som regel også strømmer utover, men hvor saltholdigheten øker kraftig med dypet, og dette laget kalles sprangsjiktet. Nederst ligger det et

lag hvor saltholdigheten er mye høyere, og dette kalles saltkilen. I det mellomliggende laget, sprangsjiktet, går strømmen utover, men strømhastigheten endrer seg fort med dypet, og det er kraftige skjærkrefter i dette laget. Disse friksjonskreftene gjør at energien i elvestrømmen blir brukt til å rive med seg underliggende saltvann. Denne transporten av vann fra saltkilen og opp i ferskvannslaget kalles medrivningen. Denne transporten av vann må kompenseres og det settes derfor opp en kompensasjonsstrøm i saltkilen i retning opp elva. Styrken på denne transporten er avhengig av hvor effektiv den vertikale blandingen i nedre del av elva er. Er det mye vertikal blanding, det vil si mye medrivning av vann, blir også kompensasjonsstrømmen kraftigere.

Temperatur, saltinnhold, strømhastighet og -retning, samt vannføring, vil variere igjennom året.

1.3 Innblandingssoner

Ifølge retningslinjen fra EU menes med innblandingssone den delen av en vannforekomst i umiddelbar nærhet av et punktutslipp hvor det tillates at EQS-verdier overskrides, forutsatt at EQS-verdiene i den resterende delen av vannforekomsten overholdes. Oftest vil innblandingssonen strekke seg utover det området der primærfortynningen foregår. En innblandingssones utstrekning vil i stor grad styres av hydromorfologiske forhold i resipienten, dvs. vannets strømningsmønster, temperatur og saltholdighet, samt bunnens bredde, form og beskaffenhet. I tillegg til dette vil utslippets størrelse, konsentrasjon og utslippshastighet påvirke størrelsen på innblandingssonen [2].

En innblandingssone skal ha en akseptabel størrelse. Generelt gjelder at den bør være langt mindre enn selve resipientens utstrekning og være avgrenset til en vannmasse nær utslippet.

2. METODE

2.1 Modellverktøy

Beregning av spredning og fortynning av utslippsskyen er utført med den numeriske modellen Visual Plumes utviklet av U.S. EPE [4] som er anbefalt i veileder M-46:2013 [5]. Hensikten med modelleringen er å få oversikt over utslippets influensområde (innblandingssone), for å kunne vurdere i hvilken grad resipienten vil påvirkes av utslippet ved ulike utslippssteder.

2.2 Usikkerheter

Modellresultatene er alltid avhengig av kvaliteten til inngangsdata og hvilke antakelser som er gjort i modelleringen.

Den største usikkerhet i modelleringen er knyttet til variasjoner i strømhastighet/-retninger, hydrografi og vannføring i løpet av ulike tidsperioder (dag, måned, år mm) ved utslippspunktet. En modellering vil derfor kun være et øyeblikksbilde med ulike hydrografiprofiler.

Hydrografidata er hentet fra en nærliggende stasjon i elva. Hydrografidata antas være representative, og usikkerheten knyttet til disse vurderes som lav.

Beregning av influensområde er en teoretisk vurdering basert på fortynningsbehov og modellert fortynning. Det er ikke tatt hensyn til bakgrunnskonsentrasjoner i resipienten. Her er det derfor beregnet influensområde for fortynning i «rent» sjøvann. Det er regnet med utslippsmengder med konsentrasjoner tilsvarende BAT-AEL (øvre grense og nedre grense).

2.3 Inngangsdata

Beregningene krever at man tar hensyn til den tekniske utformingen av utslippsledningen, karakteristikken til utslippet og forhold i resipienten. Tabell 1 oppsummerer inngangsdata som er nødvendige i utslippsberegningene. Flere av parameterne kan variere mye over tid, da særlig når det gjelder sjiktning og strømhastighet i resipienten, samt vannmengder, og dermed også innlagring og fortykning. Beregningene er derfor gjort for ulike datakombinasjoner for å få en oversikt over variasjonene av innblandingssonens størrelse. I modellen er utslippsretningen satt rett sør, i samme retning som hovedstrømmen for å gjøre en modellering med konservative resultater.

Beskrivelse av de ulike inngangsparameterne er beskrevet under tabellen.

Tabell 1. Inngangsdata brukt i modellen.

Parameter	Verdier brukt i modellen	Kilde
Diameter utslippsledning	794 mm	Oppdragsgiver. Det er ikke lagt inn bruk av diffusor i modellen.
Utslippsdyp	8 og 13 m	Oppdragsgiver. Modellen antar at utslippsledningen er plassert 1 meter over havbunnen.
Utslippsretning	Mot sør	Samme retning som ferskvanns- og brakkvanslaget.
Utslippsmengder	Qmid: 1880 m ³ /time (0,522 m ³ /s) Qmax: 6600 m ³ /time (1,833 m ³ /s)	Oppdragsgiver
Temperatur i utslippsvann	8-15 °C	Det oppgis at temperaturen på utslippsvannet trolig vil variere mellom 8 og 15 °C (vinter/sommer).
Salinitet i utslippsvann	0	Det er ikke oppgitt salinitet i utslippsvannet. Det antas i modellen at det brukes ferskvann.
Strømhastighet i resipienten	Ferskvannslag: 0,25 m/s Brakkvannslag: 0,05 m/s Kompensasjonsstrøm: 0,1 m/s	NIVA-rapport [2].
Strømretning i resipienten	Ferskvannslag: rettet mot sør Brakkvannslag: rettet mot sør Kompensasjonsstrøm: rettet mot nord	
Vertikal sjiktning i resipienten	8 vertikale profiler målt fra resipienten	Stasjon Østerelva-Kallera. Tatt ut fra databasen vannmiljø.
Koeffisient for turbulent blanding	Konstant 0,00045 m ^{2/3} /s ²	Konstant koeffisient. Moderat eksponert kyst.

2.3.1 Utslippsledning , -dyp og -retning

Det er beregnet innlagingsdyp for utslippsledning på 794 mm på 8 og 13 meters dybde. Modellen antar at utslippsledningen plasseres 1 meter over havbunnen og at utslippet er plassert i samme retning som ferskvanns- og brakkvanslaget. Merk at utslippet i realiteten er et vertikalt utslipp.

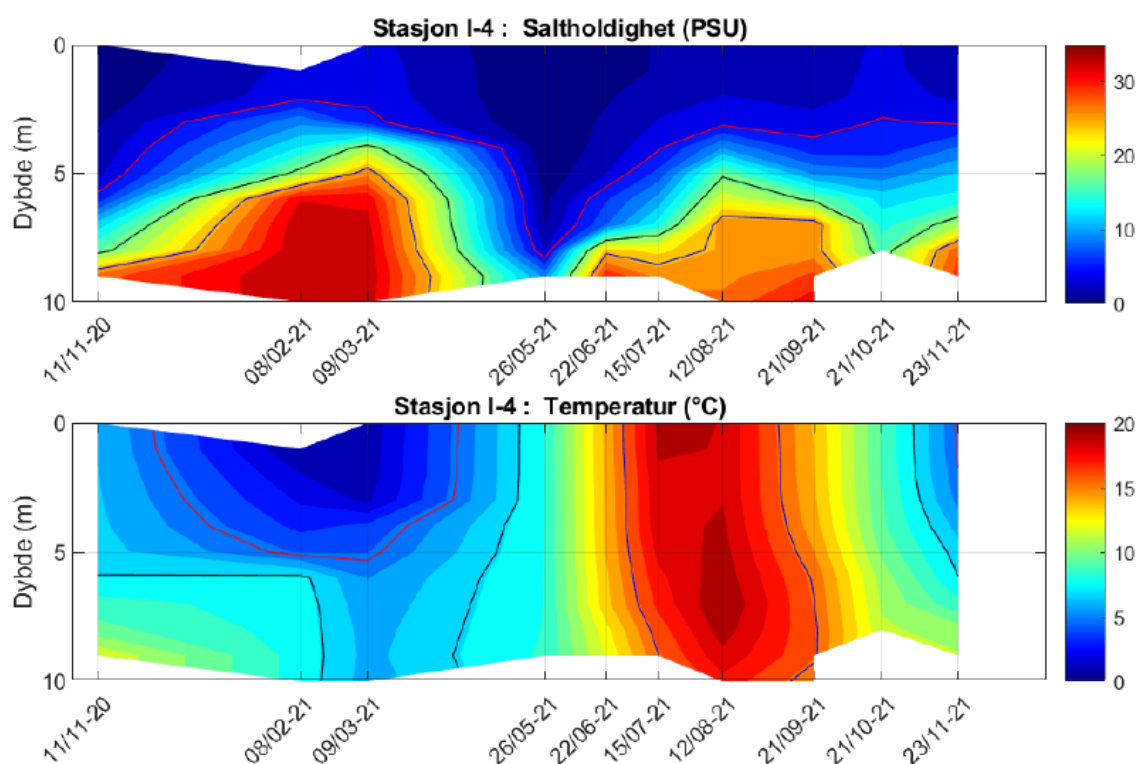
2.3.2 Vannmengder, temperatur og salinitet i utslippsvannet

Det er beregnet innlagring og fortykning ved to ulike vannmengder: gjennomsnittlig vannmengde (Qmid) og maksimal vannmengde (Qmax). Qmid er beregnet basert på at renseanlegget slipper ut 45 175 m³/døgn. Qmax er maksimal mengde vann ut av renseanlegget som er beregnet til 158 900 m³/døgn. Både Qmid og Qmax er dimensjonerende hydraulisk belastning i 2050.

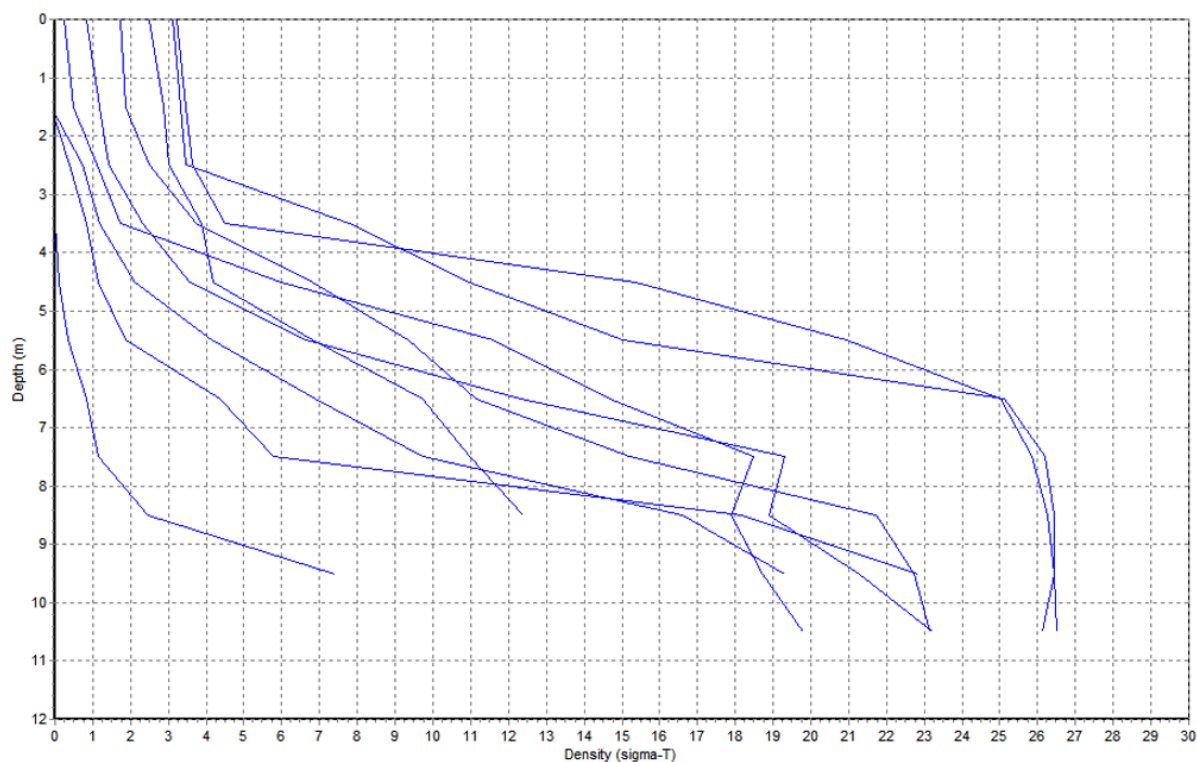
Ved dagens renseløsning holder utslippet en temperatur på 8-15 °C. I modellen er det sett på 8 og 15 °C for å vurdere innlagring og fortykning av utslippsvannet. I rapporten er resultatene fra kun 8 °C vist, dette fordi innlagring/fortynning ikke skiller seg vesentlig fra 15 °C.

2.3.3 Vertikal sjiktning

Den vertikale sjiktningen, dvs. tettheten av vannet, varierer i løpet av året. Tettheten er angitt i enhet σ_T og er en faktor av salinitet og temperatur. Hydrografidata ble hentet fra databasen vannmiljø fra stasjon I-4 ved Østerelva-Kallera med profiler fra februar, mars, mai-november 2021. Stasjonen ligger rett nord for planlagt utslippsområde. Målingene stammer fra overvåkingsprogrammet Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023 [4]. Konturlinjer av saltholdighet og temperatur er vist i Figur 2 og hydrografidata brukt i modellen er vedlagt (Vedlegg 1). Figur 3 viser vertikallprofiler av vannets tetthet brukt i modellen.



Figur 2 Salinitet og temperatur ved stasjon I-4. For saltholdighet er det tegnet inn konturlinjer for 5 psu (rød), 18 psu (blå) og 25 psu (svart). For temperatur er det tegnet inn konturlinjer for 16 °C (blå), 7,5 °C (svart) og 5 °C (rød). Fra overvåkingsprogrammet Ytre Oslofjord 2019-2023 [4].



Figur 3. Vertikalprofiler av elve-/sjøvannets tetthet som ble benyttet for modellering av innblanding. Tetthet av sjøvann (X-aksen) er her vist ved enheten sigma-t som betyr egenvekt -1000. Dyp (meter) er vist på Y-aksen.

2.3.4 Strømhastighet og -retning i resipienten

Informasjon om strømhastighet i resipienten ved utslippspunktet er hentet fra rapport om strømforhold og partikkelkonsentrasjoner i nedre del av Glomma utført av NIVA [3]. Rapporten angir strømhastighetene i det øverste, utgående laget, en variasjon fra ca. 0,25 m/s til 1 m/s i elvas retning ut i fjorden (sørøst), mens det i bunnvannet er en relativt jevn kompensasjonsstrøm oppover i Glomma med en hastighet på ca. 0,1 m/s. Samtidig står det i rapporten at ved høy vannføring, vil både den utgående og kompensasjonsstrømmen være mye sterkere enn ved lavere vannføring. Strømhastigheten vil derfor også variere i løpet av året. Dette er ikke hensyntatt i modellen.

2.4 Valg av scenario i modellen

Utslippsområdet ligger i en elveos, med både fersk-, brakk- og saltvann, og derfor vil både strømhastighet og -retning, i tillegg til tettheten, variere. Dette varierer i løpet av en årssyklus, men vil også variere i løpet av en måneds- og dagssyklus. En modellering vil derfor kun være en tilnærming av situasjonen ved ulike hydrografisituasjoner og valgt strømrretning og -hastighet.

I rapporten er det sett på følgende konfigurasjon med ulik strømhastighet og -retning i vannsøylen:

Det valgt ulik strømhastighet i lagene 0-10 psu (heretter ferskvannslaget), 10-20 psu (heretter brakkvannslaget) og >20 psu (heretter kompensasjonsstrømmen), tall er tatt fra NIVA sin rapport [2]. I ferskvannslaget er det sett på strømhastighet 0,25 m/s, i brakkvannslaget er strømhastigheten satt til 0,05 m/s og i kompensasjonsstrømmen er hastigheten satt til 0,1 m/s.

Det er brukt ulike strømrørninger i de ulike vannmassene. Retningen på ferskvanns- og brakkvannslaget er 180 grader relativt til retningen på kompensasjonsstrømmen. Utslippet er plassert i samme retning som fersk- og brakkvannslaget, dvs. mot kompensasjonsstrømmen.

3. RESULTATER

3.1 Innlagring

Figur 4 viser innlagringsdyp. Ved vannmengder tilsvarende Q_{midl} , stiger utslippet opp til ca. 3,5 m ved begge utslippsdyp. Ved hydrografiske situasjoner der overflatelaget har lav salinitet, situasjoner tilsvarende hydrografiprofilen fra mai 2021 brukt i modellen, vil utslippet stige til 7,5 m ved utslippsdyp på 8 m og til 8,5 m ved utslippsdyp på 13 m. Ytterkanten av utslippsskyen viser at det kan være fare for gjennomslag til overflata ved tilsvarende hydrografiske profiler.

Ved vannmengder tilsvarende Q_{max} , stiger utslippet opp til ca. 3,5 m ved begge utslippsdyp. Sammenlignet med vannmengder tilsvarende Q_{midl} , stiger utslippsskyen noe mindre. Det er ikke fare for gjennomslag til overflata.

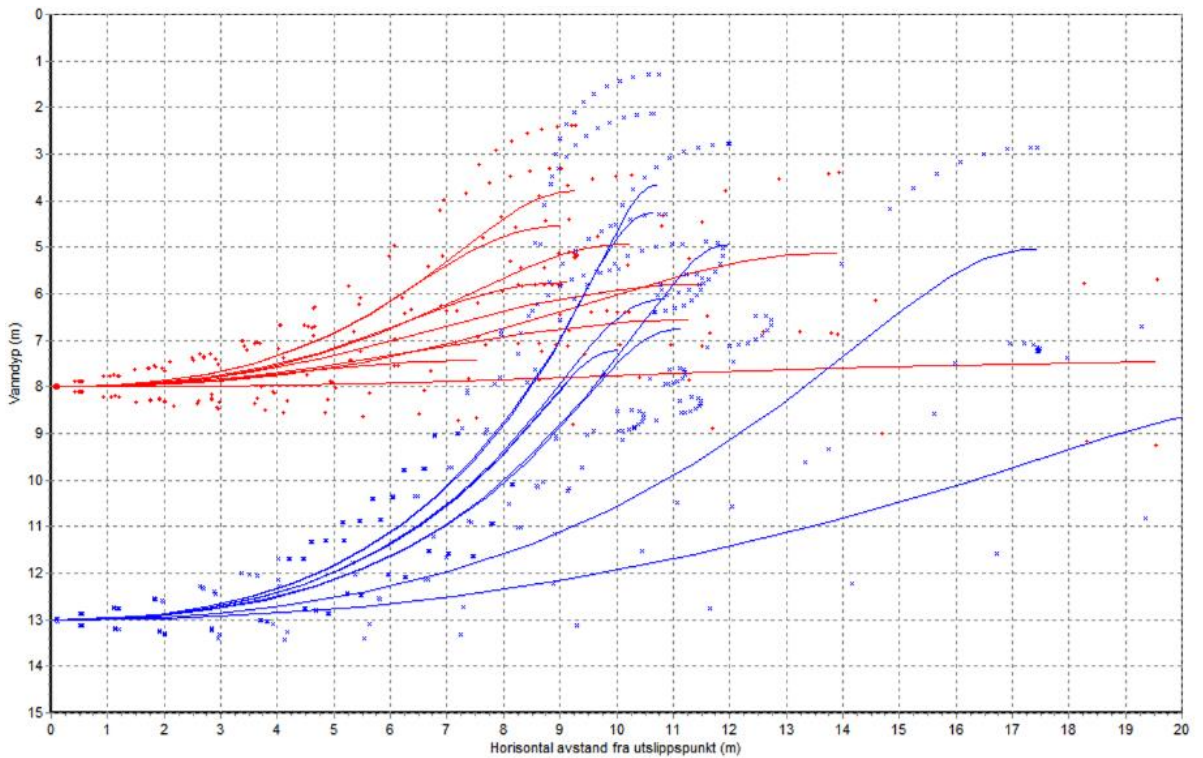
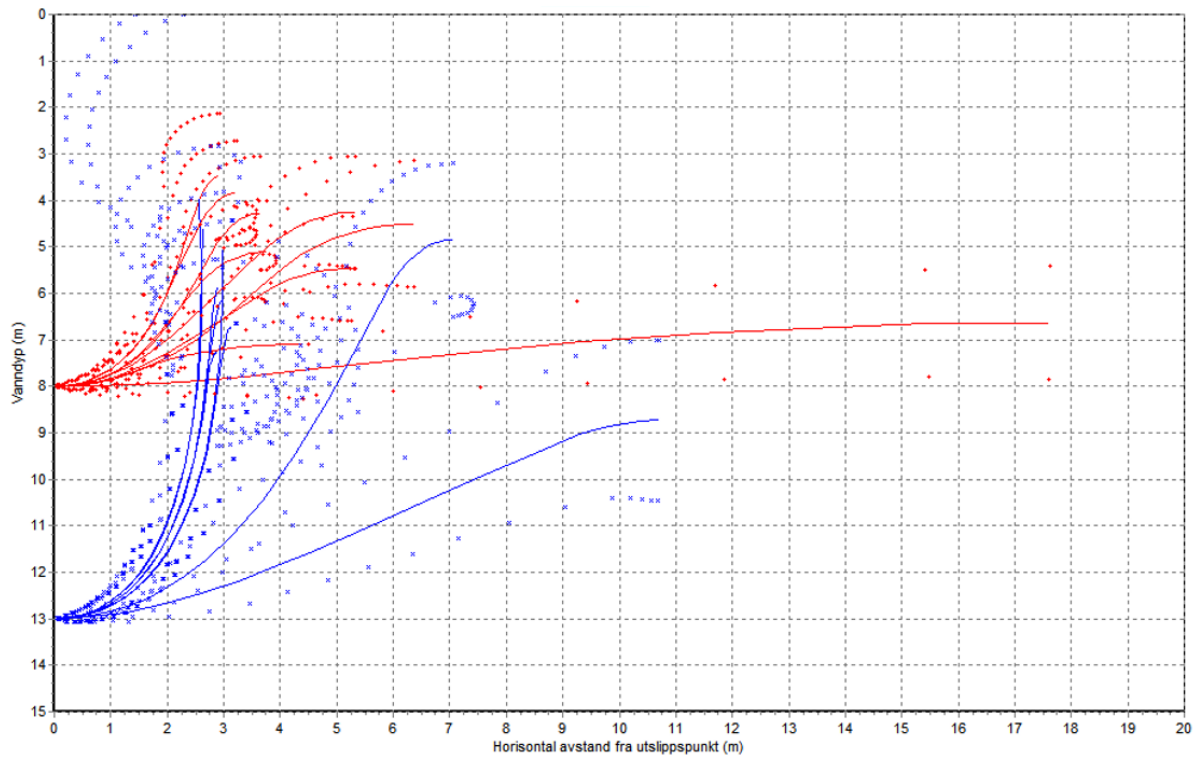
3.2 Fortynning

Figur 5 viser antall ganger oppnådd fortynning i horisontal avstand fra utslippspunktet. Merk at bakgrunnsverdier ikke er hensyntatt. Rød farge viser utslippsdyp 8 m og blå farge viser utslippsdyp 13 m. Primærfortynning skjer i løpet av ca. 5-20 m unna utslippsdypet.

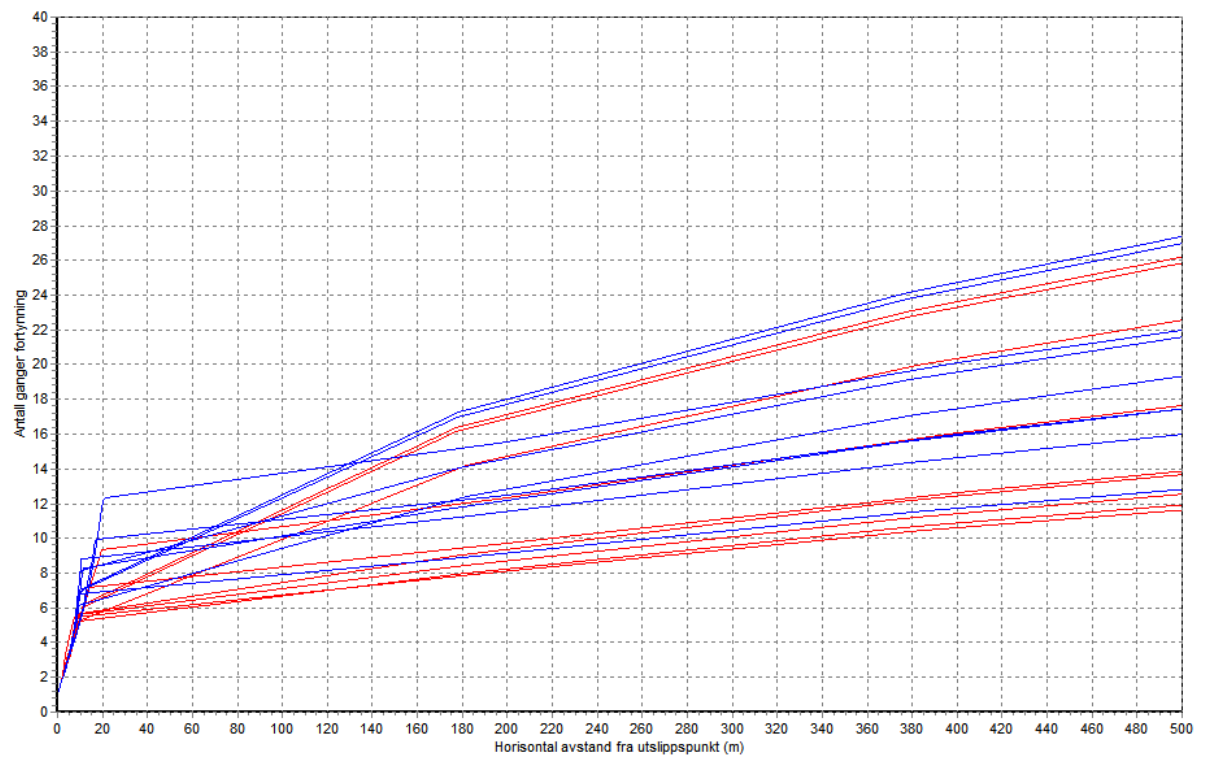
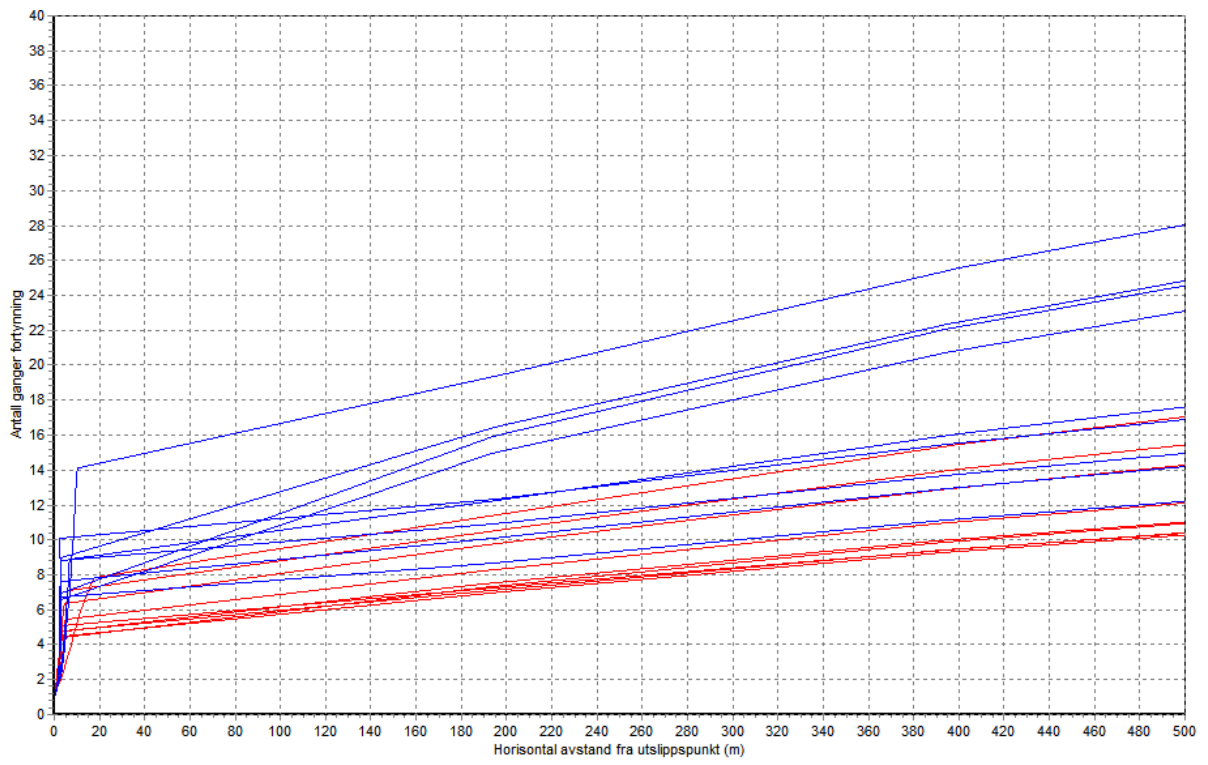
Tabell 2 oppsummerer antall ganger fortynning i en gitt avstand i horisontal retning fra utslippspunktet ved en strømhastighet på 0,25 m/s i ferskvannslaget, 0,05 m/s i brakkvannslaget og 0,1 m/s i kompensasjonsstrømmen.

Tabell 2. Hvor mange ganger utslippet fra FREVAR RA minimum fortynnes med økende avstand fra utslippspunktet. Tabellen skiller ikke på vannmengder eller hydrografiske profiler, men er basert på den laveste fortynninga lest av i graf i Figur 5. Det er omtrentlig lik fortynning ved 8 eller 13 m utslippsdyp.

Utslippsdyp 8 og 13 m	Antall ganger fortynning ved gitt avstand fra utslippspunktet						
	5	10	20	50	100	150	200
	>3	>4,5	>4,5	>5	>5,5	>6,5	>7



Figur 4 Innlagringsdyp ved vannmengder tilsvarende hhv. Q_{midl} (figur øverst) og Q_{max} (figur nederst) ved 8 m (rød farge) og 13 m utslippsdyp (blå farge). Strømhastighet i ferskvannslaget er 0,25 m/s, i brakkevannslaget er det 0,05 m/s og i kompensasjonsstrømmen er det 0,1 m/s. Rød/blå linje viser senterlinjene til utslippsskyen, mens stiplet linje/prikker viser ytterkanten av utslippsskyen.



Figur 5 Fortynning ved vannmengder tilsvarende hhv. Q_{midl} (figur øverst) og Q_{max} (figur nederst) ved 8 m (rød farge) og 13 m utslippsdyb (blå farge). Strømhastighet i ferskvannslaget er 0,25 m/s, i brakkvannslaget er det 0,05 m/s og i kompensasjonsstrømmen er det 0,1 m/s. Rød/blå linje viser senterlinjene til utslippsskyen, mens stiptet linje/prikker viser ytterkanten av utslippsskyen.

3.3 Innblandingssone

Utslippet fra FREVAR medfører en økning av konsentrasjoner av organisk stoff og næringsstoffer i resipienten ved utslippspunktet. Det området hvor konsentrasjoner i resipienten er over grenseverdier for god tilstand i henhold til vannforskriften og veileder 02:2018 betegnes som utslippets influensområde.

Basert på utslipp av KOF, SS, tot-N og tot-P med konsentrasjoner tilsvarende BAT-AEL og tilhørende grenseverdier for god tilstand i resipienten (Environmental Quality standards; EQS) kan det beregnes nødvendig fortynningsfaktor. Fortynningsfaktor F angir antall ganger nødvendig fortynning for at utslippet skal bli lavere enn EQS. Basert på fortynningsgraden til utslippet kan størrelsen på influensområdet beregnes ved å lese av når denne fortynningen oppnå i fortynningsgrafen i Figur 5. Beregnet influensområde for utslipp av KOF, SS, Tot-N og Tot-P ved utslippsnivå tilsvarende BAT-AEL (øvre nivå og nedre nivå) er vist i Tabell 3. I foreliggende beregning er det ikke tatt hensyn til bakgrunnskonsentrasjoner, noe som ville ha vært en mer konservativ tilnærming.

Resultatene viser at med rensing tilsvarende BAT-AEL øvre nivå, vil innblandingssonene være minst 450 m for tot-N og over 1000 m for de øvrige parameterne KOF, SS og Tot-P. Dette ved begge utslippsdyp. Ved rensing tilsvarende BAT-AEL nedre nivå, vil innblandingssonene være under 1 m for SS og under 200 m for KOF, under 40 m for tot-N, men minst 500 m for tot-P.

Tabell 3 Utslippskonsentrasjon, beregnet fortynningsfaktor F= utslipp/EQS og influensområde for de ulike parameterne (KOF, SS, Tot-N og Tot-P) ved BAT-AEL (øvre og nedre nivå). Tallene viser høyeste fortynningsfaktor/influensområde og tallene er rundet av. For Tot-N og Tot-P er vinterverdier satt i parentes.

	KOF ¹	SS ¹	Tot-N ²	Tot-P ²
BAT-AEL (øvre nivå)				
Utslippskonsentrasjon (mg/L)	100	50	20	2
Fortynningsfaktor F for å oppnå <EQS	29	10	52 (52)	167 (138)
Innblandingssone i meter	>>1000	<450	>>1000	>>1000
BAT-AEL (nedre nivå)				
Utslippskonsentrasjon (mg/L)	25	4	2	0,2
Fortynningsfaktor F for å oppnå <EQS	7	1	5 (5)	17 (14)
Innblandingssone i meter	<200	<0,5	<40	>500 (<1000 m)

¹ Det finnes ikke EQS-verdier for KOF og SS i kystvann, her er det brukt 3,5 mg/L som grenseverdi for KOF og 5 mg/L som grenseverdi for SS. For KOF og SS er parametere som måler organisk belastning og nedslamming (bunnfauna, siktdyp) viktigere å vurdere med tanke på effekt i resipient.

² For Tot-N og Tot-P gjelder grenseverdiene for overflatevann på 5 psu. Det er delvis noe lavere og noe høyere salinitet i vannsøylen.

4. OPPSUMMERING OG SAMMENLIGNING UTSLIPPSPUNKT

4.1 Innlagring, fortynning og innblandingssone

- Det kan forekomme gjennomslag til overflata ved noen hydrografiske situasjoner.
- Det er generell lav fortynningsgrad av utslippet. I 500 m avstand fra utslippspunktet er utslippet fortynnet mellom 28 og 10 ganger. Fortynningsgraden vil være noe høyere ved lavere utslippspunkt. Til sammenligning er det ca. 150-200 m bredde på elva der utslippet er tenkt plassert.
- Ved utslipp tilsvarende BAT-AEL (nedre nivå) er utslippet fortynnet tilsvarende <EQS innen 40 m for tot-N, men innblandingssonen (<EQS) er over 500 m for tot-P. For KOF og SS er innblandingssonen hhv. under 200 og 0,5 m.

4.2 Sammenligning av utslippsdyp på 8 og 13 m

Resultatene fra modelleringa med valgt scenario viser kun en marginal forskjell med hensyn til gjennomslag til overflata og fortynning ved de to ulike utslippspunktene. Fortynning er noe høyere ved dypere utslipp. Det påpekes derimot at fortynningsgraden er lav, og at innblandingssonen er stor, dette gjelder begge utslippsdyp og både ved konsentrasjoner tilsvarende øvre og nedre nivå BAT-AEL.

Glommaestuariat er et komplekst system, se beskrivelse av systemet i kap. 1.2. Valg av endelig utslippspunkt bør derfor sees i sammenheng med andre fordeler/ulempes og ikke bare gjøres basert på resultater fra spredningsberegninger.

5. VURDERING ANDRE UTSLIPPSPUNKT

Det er tidligere sett på andre utslippspunkt enn de som er beskrevet i denne rapporten. Figur 6 viser oversikt over disse, og de er alle grundig vurdert i en tidligere fase.

- **Alternativ 1 utslippspunkt.** Dette er i utgangspunktet et svært gunstig utslippspunkt med tanke på kostnader og gjennomførbarhet. Man hadde med dette unngått lange traseer for utslippsledningen samtidig som man hadde hatt god tilgjengelighet for drift og vedlikehold. Imidlertid er området en del av Ramsar og det er for grunt for utslipp. Punktet er derfor ikke egnet for utslipp fra nytt renseanlegg.
- **Eksisterende utslippspunkt.** Dagens renseanlegg har utslipp i dette punktet, og det er sett på å benytte samme punkt som utslipp fra nytt renseanlegg. Fra nytt renseanlegg vil det komme større vannmengder enn hva dagens utslipp er dimensjonert for. Man må derfor etablere et nytt ledningsanlegg fra nytt renseanlegg til dette punktet. Anleggsmessig er dette svært krevende, blant annet på grunn av at området er omfattende pælet og har kaifronter mv. Dette vil medføre at om man hadde fått etablert ledningen, hadde det vært svært utfordrende med drift/vedlikehold av den i fremtiden. I tillegg vil ledningstraseen ligge i areal som ønskes benyttet til annet. Det er også avholdt flere møter med Borg Havn om denne traseen og utslippspunkt, og de vil fraråde dette blant annet på grunn av ovenstående.
- **Planlagt utslippspunkt.** Ulempen med dette utslippspunktet er at man får lang ledningstrase fra nytt renseanlegg. Tilgjengelighet for fremtidig drift og vedlikehold blir god da ledningen vil bli lagt i vegareal eller tilsvarende sammen med annen infrastruktur, uten konstruksjoner som vanskeliggjør dette. I tillegg vil punktet være utenfor Ramsarområdet og farled, og som denne rapporten beskriver er dette punktet egnet for utslipp fra nytt renseanlegg.



Figur 6. Oversikt over vurderte utslippspunkt.

Oppsummert så er foreslått utslippspunkt totalt sett det mest fordelaktige.

6. REFERANSER

- [1] Frick, Roberts, Davis, Keyes, Baumgartner og George, «Dilution Models for Effluent Discharges, 4th Edition Visual Plumes.» Environmental Research Division, U.S. Environmental Protection Agency, Athens Georgia, USA., 2003.
- [2] NIVA, «Strømforhold og partikkelkonsentrasjoner i nedre del av Glomma utenfor Borg Havn. Rapport L.NR. 6911-2015,» 2015.
- [3] Miljødirektoratet, «Veileder for fastsetting av innblandingssoner. Veileder M-46/2013. Oppdatert i 2020,» 2013/2020.
- [4] NIVA, «Overvåking av Ytre Oslofjord 2019-2023. Tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2021. Fagrapport. Rapport L.NR. 7759-2022,» 2022.
- [5] Vann-nett, 2022. [Internett]. Available: <https://vann-nett.no/>.

VEDLEGG 1 HYDROGRAFIPROFILER

feb.21	Dyp (m)	S psu	T °C
	0	3,9	0,9
	2,5	4,3	1,9
	3,5	9,7	2,7
	4,5	13,7	3,5
	5,5	18,9	4,6
	6,5	32,2	7,8
	7,5	33,6	8,1
	8,5	33,9	8,1
	9,5	33,9	8,1
	10,5	34	8,1

mar.21	Dyp (m)	S psu	T °C
	0	4	1,2
	1,5	4,3	1,3
	2,5	4,5	1,4
	3,5	5,6	1,7
	4,5	19,3	4
	5,5	26,4	4,7
	6,5	31,7	5,7
	7,5	32,8	6
	8,5	33,4	6,3
	9,5	33,6	6,4
	10,5	33,2	6,2

mai.21	Dyp (m)	S psu	T °C
	0	0,04	8,55
	1,5	0,04	8,55
	2,5	0,05	8,55
	3,5	0,15	8,55
	4,5	0,28	8,55
	5,5	0,59	8,55
	6,5	1,22	8,57
	7,5	1,59	8,57
	8,5	3,29	8,6
	9,5	9,63	8,72

jun.21	Dyp (m)	S psu	T °C
	0	0,78	14,5
	1,5	0,87	14,5
	2,5	1,47	14,4
	3,5	2,04	14,4
	4,5	2,46	14,4
	5,5	3,38	14,3
	6,5	6,55	14
	7,5	8,35	13,9
	8,5	24,29	13
	9,5	30,24	12,4

jul.21	Dyp (m)	S psu	T °C
	0	1,9	19,2
	1,5	1,92	19,1
	2,5	2,93	18,8
	3,5	3,51	18,8
	4,5	4,72	18,7
	5,5	7,26	18,3
	6,5	10,72	17,8
	7,5	14,34	17,4
	8,5	23,21	16,6
	9,5	26,55	16

aug.21	Dyp (m)	S psu	T °C
	0	2,31	19
	1,5	2,65	19
	2,5	3,44	19
	3,5	4,27	19
	4,5	9,9	19,1
	5,5	17,39	19,4
	6,5	21,53	19,6
	7,5	26,68	20
	8,5	25,74	19,5
	9,5	26,57	18,7
	10,5	27,69	17,7

okt.21	Dyp (m)	S psu	T °C
	0	3,4	9,4
	1,5	3,92	9,4
	2,5	4,08	9,4
	3,5	5,2	9,6
	4,5	5,63	9,7
	5,5	9,09	10,2
	6,5	12,92	10,9
	7,5	14,59	11,2
	8,5	16,49	11,6

nov.21	Dyp (m)	S psu	T °C
	0	2,13	4,8
	1,5	2,3	4,9
	2,5	3,08	5
	3,5	4,69	5,4
	4,5	8,62	6,3
	5,5	11,93	7
	6,5	14,26	7,5
	7,5	19,64	8,8
	8,5	28,46	10,9
	9,5	29,86	11,5
	10,5	30,51	11,9