

PN 28 –VURDERING AV INNLAGRING OG FORTYNNING AV AVLØPSVANN I RESIPIENT

INNHold

1	Innledning	2
1.1	Formål	2
2	Dagens tilstand i resipienten	2
3	Metodikk og data	3
3.1	Inngangsdata	4
4	Beregninger av innlagring og fortytning av avløpsvann i resipient	6
4.1	Fortynningsbehov	9
5	Anbefalinger	10
6	Oppsummering	13
7	Referanser	13

OPPDRAGSNR. DOKUMENTNR.
 A207440 20-NOT-212

VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
2.0	7.3.22	PN28 Vurdering av vannkvalitet i resipient	Halvor Saunes 3.3.22	Aud Helland 3.3.22	Hans Vebjørn Kristoffersen 7.3.22

1 Innledning

MOVAR har i dag to avløpsrenseanlegg, Fuglevik RA og Kambo RA. Det er besluttet å legge ned Kambo RA og overføre avløpsvannet til Fuglevik RA for behandling av avløpsvannet der.

Fuglevik RA skal derfor utvides og MOVAR IKS har søkt om utslipp med sekundærrensing og fosforfjerning i overensstemmelse med Forurensningsforskriften Del 4. Avløp, Kapittel 14. *Krav til utslipp av kommunalt avløpsvann fra større tettbebyggelser*. Det nye anlegget vil behandle avløpsvann fra totalt ca. 85 000 personer. Dette tallet inkluderer beregnet fremtidig vekst frem til 2056. Beregningen er utført i henhold til NS 9426, hvor det legges til grunn maksimum PE (personequivaler) per uke. Beregningene tilsier da at i 2056 vil antall PE være 192 000.

Statsforvalteren har satt krav til nitrogenrensing av avløpsvannet før utslipp. Dette kravet er pålagt av MOVAR og saken ligger nå hos Miljødirektoratet.

1.1 Formål

Det er i hovedsak ønskelig med et utslipp av avløpsvann som innlagres sentralt i vannsøylen, som ikke kommer i kontakt med overflatevann eller bunnsediment. Det er også ønskelig at utslippet skal ha en rask fortykning for å begrense størrelsen på innblandingssonen med høye konsentrasjoner av næringsalter (Tot-N og Tot-P), for å oppnå målet om god økologisk tilstand i resipient, iht. vandirektivets retningslinjer.

Formålet med notatet er derfor følgende:

- > Beregne innlagringsdyp for typiske mengder avløpsvann etter fremtidig utvidelse av renseanlegget
- > Vurdere fortykningen av avløpsvann i resipient, både med og uten eget nitrogenrensetrinn
- > Komme med eventuelle anbefalinger knyttet til optimalisering av utslippsarrangementet (for eksempel diffusor, utslippsdyp) for å redusere evt. negative effekter i sjøområdet.

2 Dagens tilstand i resipienten

Utslipp av nitrogen (Tot-N) og fosfor (Tot-P) kan føre til økt vekst av planteplankton og alger i det marine miljø. Disse organismene har behov for lys for å vokse. Hvis utslippet fra renseanlegget slippes på dypt vann slik at innlagringen skjer under fotisk sone (der lyset ikke når ned) og fortykningen er så stor at konsentrasjonen av næringsalter ikke overskrider gitte grenseverdier er det lite sannsynlig at utslippet fører til økt uønsket eutrofiering.

Utslipp fra renseanlegg inneholder i tillegg en stor mengde suspendert materiale (selv om den største mengden er fjernet). Det suspenderte stoffet er rikt på organisk karbon. Dette gir næring til bunnlevende dyr. Under normale forhold

livnærer bunnfaunaen seg av dødt organisk materiale, fra produksjonen lenger opp i vannmassen, som synker gjennom vannmassen og sedimenterer på bunnen. Et utslipp av organisk materiale fra renseanlegget, som sedimenterer på bunnen, kan derfor gi et tillegg til sedimentasjonen ovenfra. Organisk materiale forbruker oksygen under nedbrytning. For stor tilførsel kan derved føre til oksygensvikt ved bunnen med resultat at bunnfaunaen i verste fall dør.

Undersøkelser utført av COWI av sjøområdet rundt utslippspunktet i 2021 er beskrevet i egen rapport. Dataene fra 2021 viser at sjøområdet har en samlet økologisk tilstand som er *god* (klorofyll-a og bunndyr). Både Tot-N og Tot-P viser *god* tilstand. Undersøkelsen som er utført i 2021 og som måler effektene av dagens utslipp viser at bidraget av rensert kommunalt avløpsvann har en beskjeden effekt på resipienten og sjøområdet i Fuglevik som helhet. Gode strømforhold tilsier god vannskifting og tilgang på oksygen til å bryte ned organisk stoff.

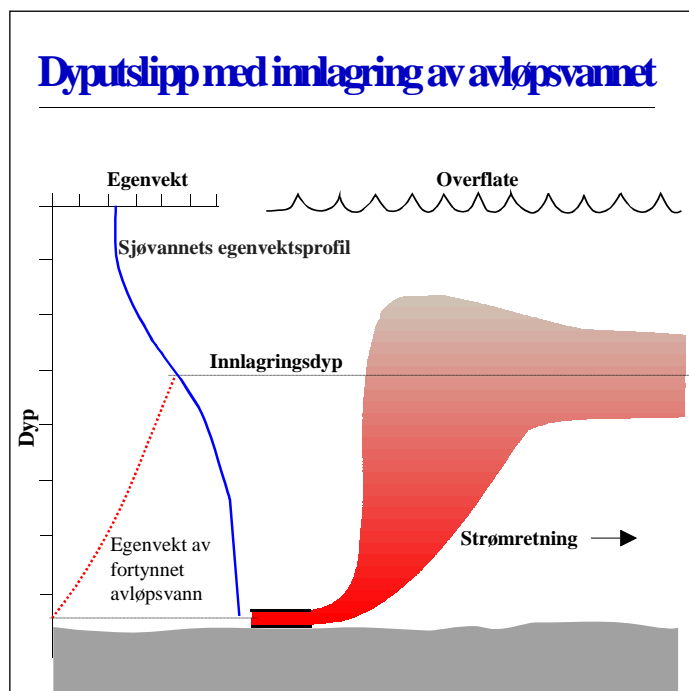
3 Metodikk og data

Avløpsvann har i praksis samme egenvekt som ferskvann og er dermed lettere enn sjøvann. Avløpsvann vil derfor begynne å stige mot overflata samtidig som det fortynnes raskt med omkringliggende sjøvann. Hvis sjøvannet har en stabil sjiktning (egenvekten øker mot dypet), fører dette til at egenvekten til blandingen av avløpsvann + sjøvann øker samtidig som egenvekten til det omkringliggende sjøvannet avtar, og i et gitt dyp kan dermed blandingsvannmassen få samme egenvekt som sjøvannet omkring, som vist i Figur 1. Denne prosessen er såkalt primærfortynning. Etter hvert har ikke lenger blandingsvannmassen "positiv oppdrift", men har fortsatt vertikal bevegelsesenergi og vil oftest stige noe forbi dette "likevektsdypet" for så å synke noe tilbake og innlagres.

I en fjord er det vanligvis vertikal sjiktning i sjøvannet, som betyr at det er ferskvannspåvirket overflatevann med lavere salinitet enn i de dypere vannmassene. Ved vertikal sjiktning av vannmassene vil det fortynnete avløpsvannet innlagres uten å nå overflaten. I situasjoner med svært svak vertikal sjiktning er det risiko for at avløpsvannet kan stige helt til overflata. Etter innlagringen vil avløpsvannet spres med strømmen samtidig som det fortynnes videre, såkalt sekundærfortynning.

Innlagringsdyp og fortynning for fremtidig utslipp av avløpsvann ved Fuglevik RA er beregnet ved bruk av den numeriske modellen Visual PLUMES, utviklet av det amerikanske miljøvern direktoratet (USEPA) (Frick *et al.*, 2001). Modellen beskriver nøyaktig primærfortynning til avløpsvannet, mens for beregning av sekundærfortynning er forbundet mer usikkerhet i beregningene.

For å kunne modellere må man ha opplysninger om vannmengde, utslippsdyp, diameter på utslippsrøret samt strømhastigheten i resipienten.



Figur 1. Prinsippskisse som viser hvordan det er ønskelig at et dyputslipp av avløpsvann fungerer i forhold til innlagring (Frick et al, 2001). En forutsetning for innlagring er at egenvekten for fjordvannet øker med dypet (vertikal sjiktning).

3.1 Inngangsdata

For å beregne innlagingsdyp og fortytning er det benyttet opplysninger om:

Vannmengder og ledningsdiameter:

MOVAR IKS har gitt opplysninger om utslippet og disse er sammenfattet i Tabell 1. Etter utvidelsen vil avløpsmengden tilsvare 1150 m³/h (=0,3194 m³/s) i år 2056.

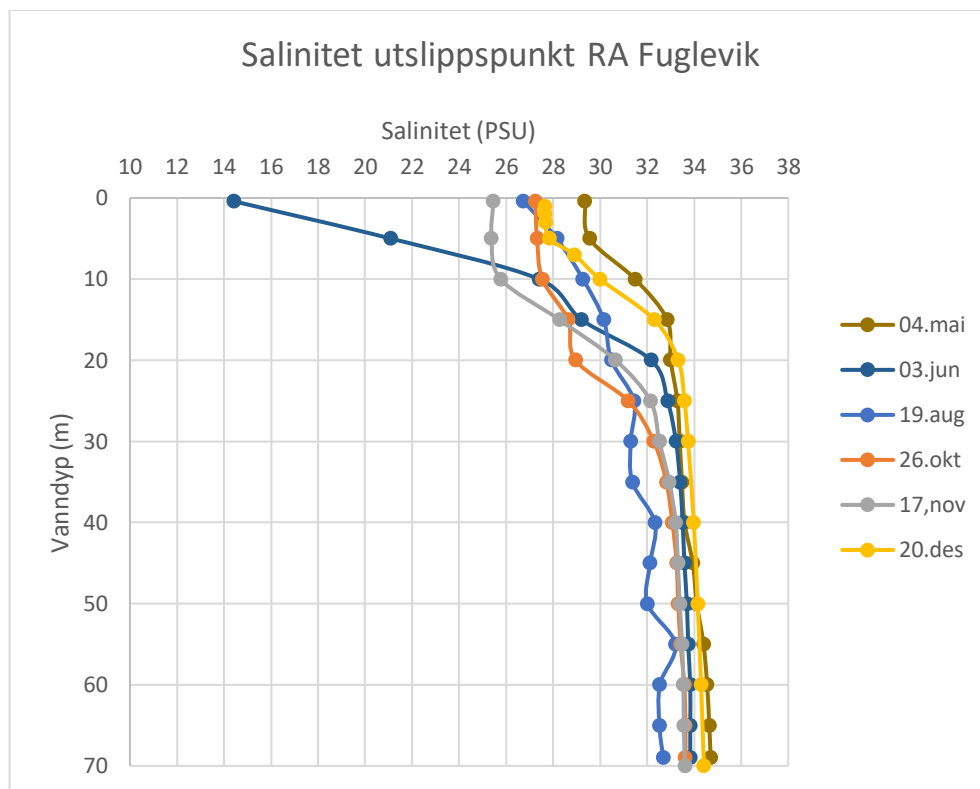
Tabell 1. Karakteristiske tall for utslipp av avløpsvann fra Fuglevik RA.

Utslippsdyp	Avløpsledning indre diameter	Vannmengde, Q _{middel}	Tetthet
50 m	105 cm	0,3194 m ³ /sek	1000,5 kg/m ³

Vertikalprofiler av temperatur og saltholdighet:

Det er benyttet 6 salinitet- og temperaturprofiler som er innhentet i forbindelse med overvåkningsprogrammet fra Fuglevik i 2021 (COWI, 2021). Målingene er fra månedene mai, juni, august, oktober, november og desember, vist i Figur 2. Prøvestasjonen er ca. 50 m fra utslippspunktet på ca. 70 m dyp.

De ulike profilene viser i stor grad årstidsvariasjonene som kan forekomme, og som har betydning for innblanding og fortykning i vannmassene. Saliniteten viser ulik grad av vertikal sjiktning. Størst sjiktning er det i juni måned, som trolig er forårsaket av stor ferskvannstilførsel fra Glomma. Hver av profilene vises som en egen kurve i modellberegningene (Kap. 4).



Figur 2. Målinger av salinitet i vannsøylen ved målepunkt utenfor Fuglevik, nær utslippspunktet for rensed avløpsvann, 70 m dyp. Målingene er utført i forbindelse med resipientovervåkning (COWI, 2021).

Turbulent blanding i vannmassen:

Den beregnede fortykningen vil variere med størrelsen på koeffisienten for turbulent blanding, som varierer fra sted til sted og med tiden. Vi velger å følge EPAs anbefaling for innelukkede farvann og bruker en konstant koeffisient $0,0003 \text{ m}^2/3/\text{s}^2$, som et konservativt estimat av fortykningen (Frick et al., 2001). I dette ligger det en sikkerhetsmargin.

Strømhastighet:

Det er utført strømmålinger i området nær utslippspunktet, i perioden 4.mai – 7.juni 2021.

Strømmåleren registrerte strømrøtning og hastighet i 20-25 celler (med vertikal høyde på ca. 2 m) fra 70 meters dyp og oppover i vannsøylen.

Datarapport med resultater fra strømmålingene er vist i vedlegg B. Gjennomsnittlige og maksimale strømhastighet for ulike dyp er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Oppsummering av strømmålinger ved utslippspunktet til Fuglevik RA, i perioden 4.mai – 7.juni 2021.

Dyp	Gjennomsnitt	Maksimum
5 m	0,05 m/s	0,22 m/s
35 m	0,05 m/s	0,22 m/s
65 m	0,08 m/s	0,37 m/s

Målingene viser gode strømforhold i de dypere vannlagene i området, med en gjennomsnittlig hastighet på 8 cm/sek (på 65 m dyp), mens en noe lavere hastighet lengre opp i vannmassene (5 cm/sek) (35 m). Forskjellen skyldes trolig vannmassene som presses inn i renna mellom Fuglevik og Revlinghausen og som dermed får økt hastighet nær bunn. I dypere vannlag er det et strømbilde preget av virkningen av tidevannsvariasjoner og av skiftende meteorologiske forhold (vind og lufttrykk).

Strømmen går i hovedsak enten mot nord eller i sørlig retning, avhengig av tidevannet. Men den dominerende strømreretning er mot nord i hele vannsøylen ifølge målingene. Dette fremkommer også tydelig ved satellittovervåking, som viser at ferskvannet fra Glomma dreier nordover utenfor Hvalerøyene.

Konsentrasjoner av Tot-N i utslippsvann fra RA og i Oslofjorden:

Gjennomsnittlig konsentrasjon av Tot-N i det fremtidige utløpsvannet er satt til 33 mg/l. Dette inkluderer da 25 % nitrogenfjerning som følge av sekundærrensing og nitrogenrensing av rejektivann. Med full nitrogenrensing (70%) er utslippskonsentrasjon satt til 13 mg/l.

For Tot-P er det satt krav til 93% rensegrad, noe som tilsvarer en utslippskonsentrasjon på 413 µg/l i avløpsvannet som slippes ut.

Konsentrasjonene er beregnet ut ifra erfaringstall og beregnet avløpsmengde for år 2056.

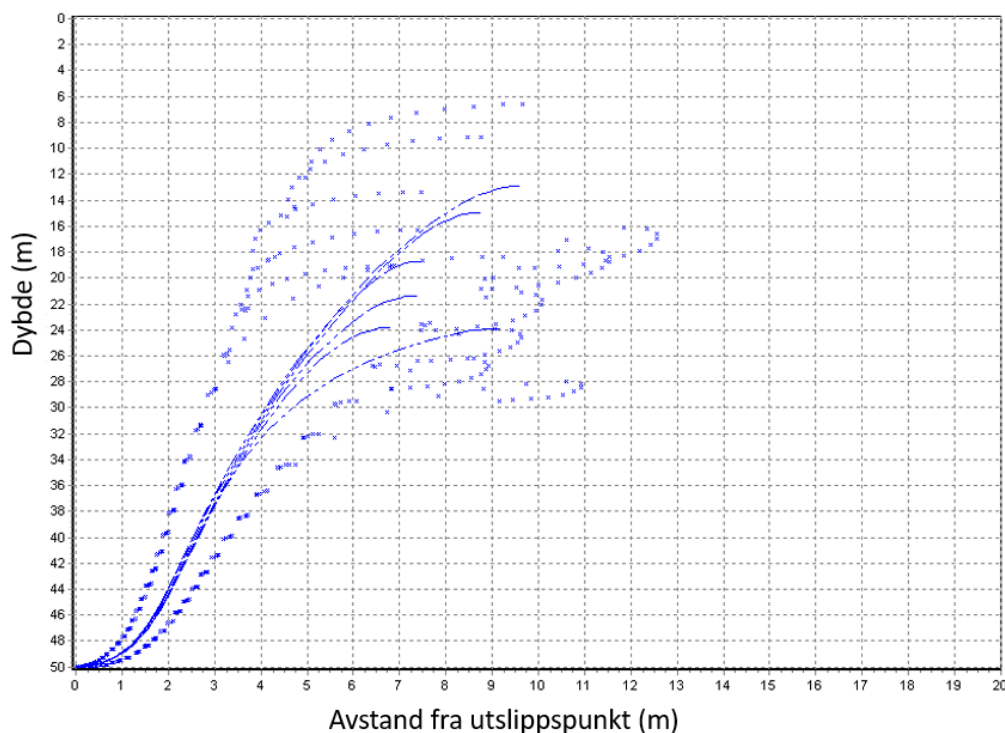
Konsentrasjon av Tot-N i vannmassene fra Fuglevik (samme målepunkt som for hydrografi) er i gjennomsnittet av 7 målinger i 2021 på 254 µg/l. Prøvene er tatt av overflatelaget (0 og 10 meters dyp), da klassifisering av miljøtilstand gjelder for overflatevannet iht. veileder 02:2018, som også er fotisk sone. For Tot-P er gjennomsnittlig konsentrasjon i overflatelaget nær utslippspunktet 10,1 µg/l.

4 Beregninger av innlagring og fortytning av avløpsvann i resipient

Figur 3 viser beregnet strålebane og innlagringsdyp av avløpsvann i vannmassene ved utslippspunktet etter utvidelsen av anlegget (Q_{dim} : 1150 m³/t) i 2056. Heltrukken kurve viser banen for senteret av strålen, mens de prikkede kurvene markerer ytterkanten av gjennomsnittskonsentrasjonen i skyen (plumen).

Beregningene viser at utslippet vil innlagres i dypet mellom 8 - 30 m, avhengig av saliniteten- og temperaturen i vannmassene, som varierer med årstiden. I helt spesielle tilfeller med situasjoner med liten vertikal sjikting og maks belastning på renseanlegget (Q_{max} : 2340 m³/t), vil ytterkant av avløpsskyen

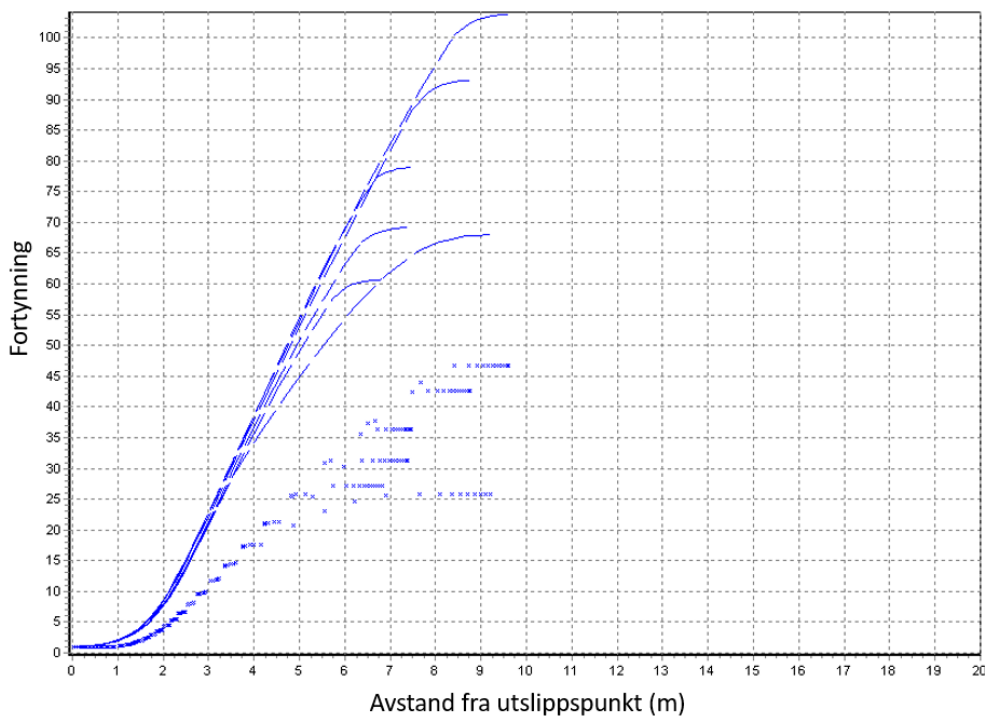
kunne nå overflaten og dermed sonen for primærproduksjon etter primærfortynning. Slik situasjoner vil inntreffe svært sjelden.



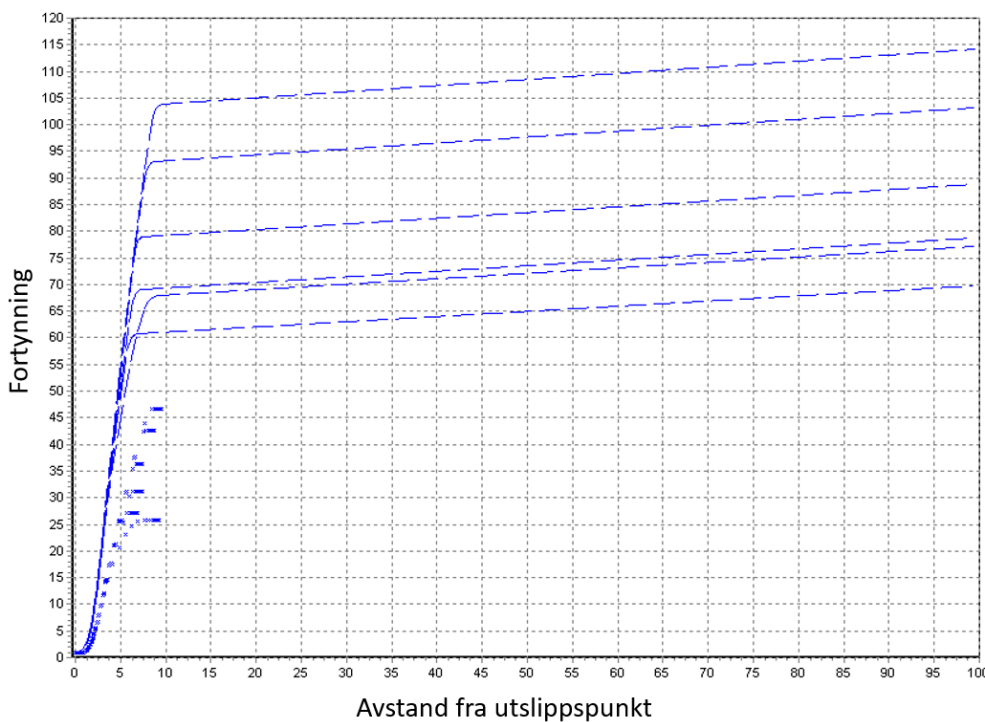
Figur 3. Beregnet strålebane og innlagring ved fremtidig utslipp av avløpsvann (Q_{mid} : 1150 m^3/h). Strømhastighet er satt til 5-7 cm/s avhengig av dypet. Senter av hver strålebane (6 stk) er vist stiplet linje, mens ytterkantene (gj.snitt) er prikker.

Figur 4 viser primærfortynningen av avløpsvannet fra Fuglevik RA for vannmengdene for prognosen for år 2056 (Q_{mid} : 1150 m^3/h). Kurvene viser fortynningen som en funksjon av avstand til utslippspunktet basert på de 6 ulike hydrografimålingene (januar – november 2019) før det etter hvert oppnår likevekt med de øvrige vannmassene i området og innlagres. Etter primærfortynningen er avløpsvannet fortynnet mellom 60-105 ganger, avhengig av salinitet- og temperaturen i sjøvannet. Primærfortynningen skjer idet avløpsvannet innlagres. Deretter bestemmes fortynningen av sjøvannets naturlige turbulente blanding (sekundærfortynningen).

Dersom man også tar hensyn til sekundærfortynningen, vist i Figur 5, vil man oppnå mellom 70-115 ganger fortynning 100 meter fra utslippspunktet. Disse beregningene er noe mer usikre.

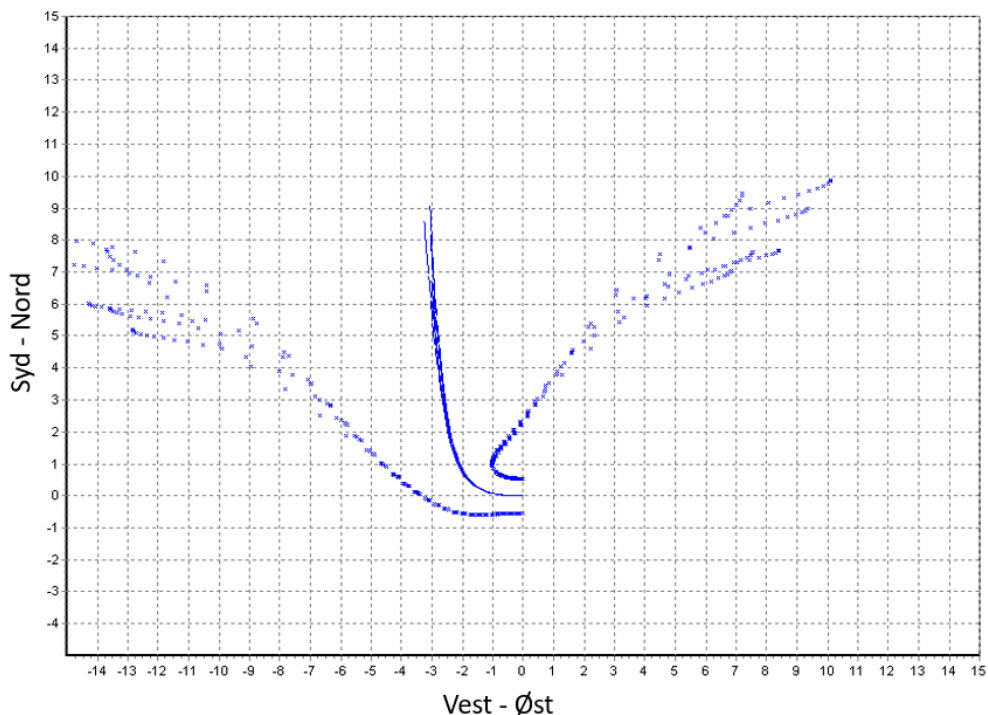


Figur 4. Beregnet primærfortynning av avløpsvann i vannmassene som funksjon av horisontal avstand fra utslippspunktet ved MOVAR Fuglevik RA. Linjene er basert på 6 ulike hydrografimålinger fra sjøområdet. Blå linjer viser fortynning av den fremtidige avløpsmengden (Q_{mid} : $1150 \text{ m}^3/\text{h}$). Strømhastighet er satt til 5 cm/s . Senter av hver strålebane (6 stk) er vist med stiplet linje, mens ytterkantene av skyen er prikker.



Figur 5. Beregnet fortynning (primær- og sekundærfortynning) av fremtidig utslipp av avløpsvann fra Fuglevik RA (Q_{mid} : $1150 \text{ m}^3/\text{t}$). Figuren er en utvidelse av Figur 4 og inkluderer også sekundærfortynningen i vannmassene.

Dominerende strøm er i hovedsak mot nord. Retningen på innblandingssonen vil derfor i stor grad være fra sør og mot nord, vist i Figur 6. Det må poengteres at både strømreretning- og hastighet varierer mye og at figuren er beregnet ut i fra gjennomsnittsmålinger mhp strømreretning og hastigheter.



Figur 6. Retningen på innlagingssonen og fortytning ut ifra dominerende strømreretning i vannmassene i sjøområdet utenfor Fuglevik RA. Senter av hver strålebane (6 stk) er vist med heltrukken linje, mens ytterkantene er prikker.

4.1 Fortynningsbehov

Fortynningsbehovet for Tot-N og Tot-P etter oppgradering av renseanlegget, med dimensjonerende tall for 2056 er vist i Tabell 3.

Fortynningsbehovet er vurdert opp mot bakgrunnskonsentrasjon (gj.snitt) i resipient og klassegrensen mellom god og moderat tilstand for kystvann vinterstid gitt i veileder 02:2018. Vinterklassifiseringen er benyttet siden det er på denne årstiden størst risiko for at avløpsvannet når overflaten, samt at det er lite biologisk aktivitet til å omsette næringsstoffer.

For nitrogen er det lagt inn utslippstall for både med og uten N-rensetrinn på anlegget.

For Tot-P og Tot-N (med N-rensing) vil man oppnå tilstrekkelig fortytning gjennom primærfortynningen (tetthetsforskjeller mellom sjøvannet og avløpsvannet) etter utvidelsen av renseanlegget. For disse parameterne vil det derfor være en svært begrenset område i de dypere vannmassene (<5 m horisontalt) hvor det er merkbart forhøyede konsentrasjoner.

For nitrogen (uten N-rensing) vil primærfortynningen ikke være tilstrekkelig for å oppnå fortynning som tilfredsstillende klasse *god* i det umiddelbare nærområdet til utslippspunktet. Dette vil gi et større influensområde for utslippet, men at forhøyede konsentrasjoner av nitrogen i hovedsak vil være aktuelt i dypere vannmasser under fotisk sone. Ved helt spesielle situasjoner, hvor det er lite vertikal sjiktning og høy belastning (Q_{max}) er sannsynlig at man vil få moderat tilstand mhp. nitrogen i overflatevannet, som følge av en begrenset fortynning via sekundærfortynningen. Området med forhøyet nitrogen i overflatevannet vil kun være begrenset til innblandingssonen til utslippet, noen hundre meter fra selve utslippspunktet. Påvirkningen vil da i hovedsak være lokal.

Med innblandingssone menes den delen av en vannforekomst i umiddelbar nærhet av et punktutslipp hvor forvaltningsmyndighetene kan tillate at EQS-verdier overskrides, forutsatt at EQS-verdiene i den resterende delen av vannforekomsten overholdes. Innblandingssonen er hele sonen hvor både primær og sekundær fortynning foregår.

Beregningene antas å være konservative. Man har gjennom dagens overvåkningspram heller ikke sett noen stor påvirkning av nitrogen i vannmassene i Fuglevik.

Tabell 3. Fortynningsbehov for nitrogen og fosfor i utslipp av avløpsvann fra Fuglevik RA til resipient, med dimensjonerende tall for 2056. Fortynningsbehovet er vurdert opp mot bakgrunnskonsentrasjon (gj.snitt) i resipient og klassegrensen for vinter mellom *god* og *moderat* tilstand for kystvann.

Parameter	Enhet	I utslippet	Bakgrunn	Klassegrense God/moderat	Fortynningsbehov
Tot-N, uten rensing	µg/l	33.000	254	380	258
Tot-N, med rensing	µg/l	13.000	254	380	100
Tot-P	µg/l	413	10.1	25	26

Det er gunstig å konstruere utslipp som gir stor primærfortynning (Rannekleiv et al., 2013). Som vist over er dette også tilfelle for det fremtidige utslipp ved Fuglevik. For å redusere uakseptabel størrelse på innblandingssonen kan det kreves tiltak, som for eksempel å øke strålehastigheten i avløpsledningen eller å etablere diffusor.

5 Anbefalinger

Resultatene viser at ved en økt fremtidig vannmengde vil avløpsvann kunne nå overflaten i tilfeller med kombinasjon av lav strøm, svak vertikal sjiktning og ved maksimal dimensjonert belastning (Q_{maks} : 2340 m³/t). Svak vertikal sjiktning skjer oftest i vinterhalvåret.

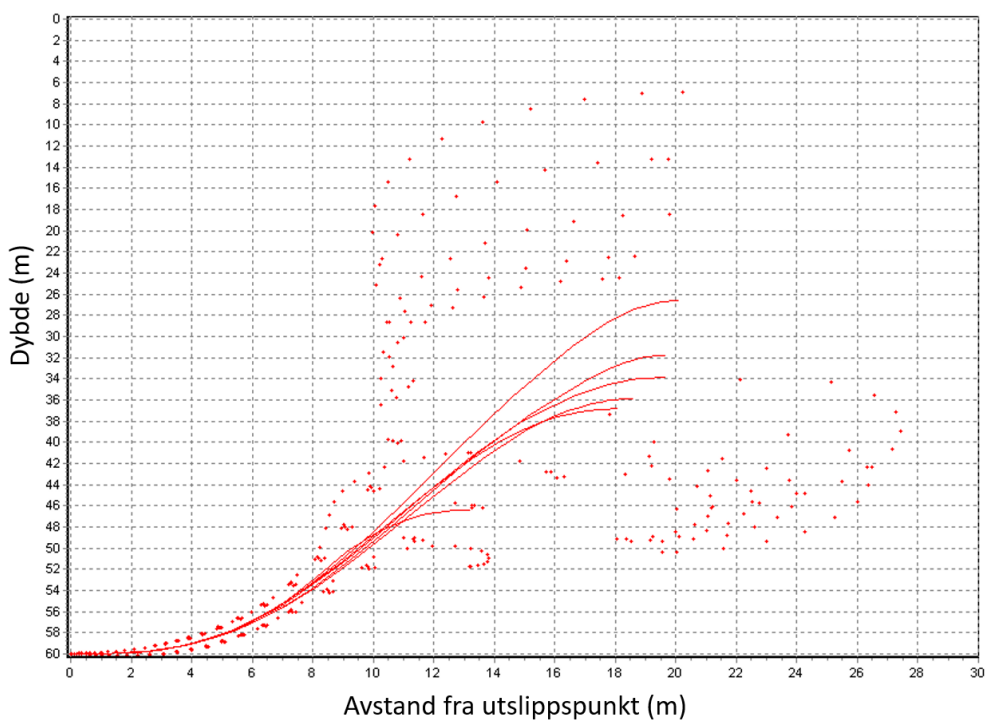
For å kompensere for økt fremtidig vannmengde og samlet stoffbelastning er det sett på alternativer for å endre utslipsarrangementet.

Det anbefales å etablere diffusor på utslippsarrangementet for å øke primærfortynningen. Dette vil bidra til mer gunstig innlagring og hurtigere fortytning av avløpsvannet i vannmassene. En diffusoranordning er et enkelt tiltak for å begrense størrelsen på innblandingssonen og vil dermed trolig også kunne redusere behovet for nitrogenrensing. Man kan også med fordel senke utslippsdypet til for eksempel 60 m. Dypet ved renna utenfor Fuglevik er ca. 70 på det dypeste.

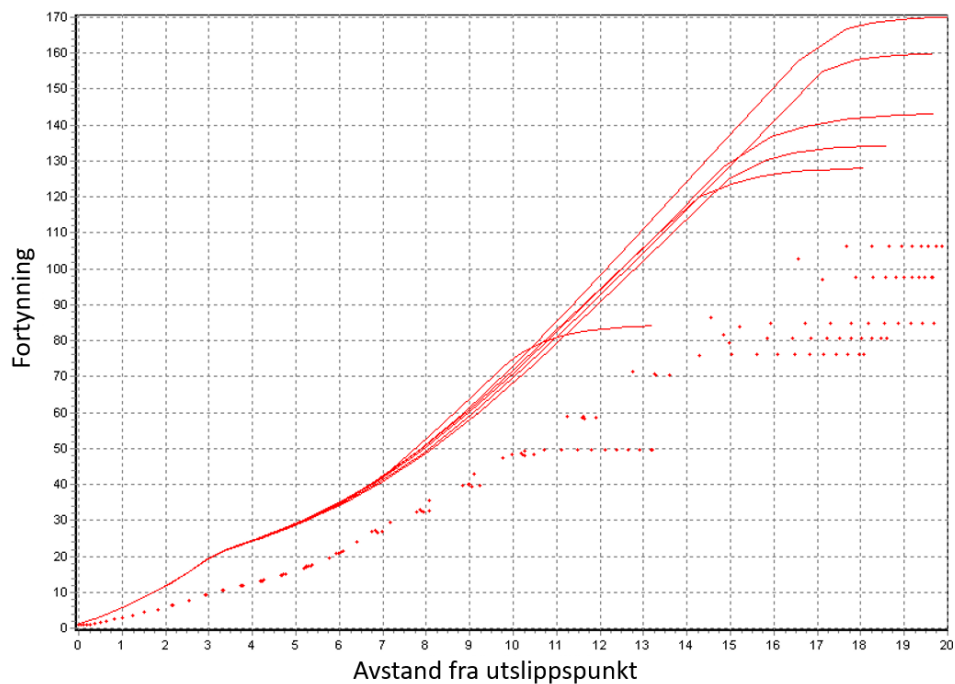
Det er utført en egen modellkjøring, vist i Figur 8 og Figur 7, som viser et scenario hvor det er lagt inn 10 diffusoråpninger som har 2 meters mellomrom, på avløpsledningen. Utslipptet er her også justert til 60 meters dyp.

Med diffusor vil innlagringen (senterstrålen) skje fra 28-48 m, det vil si dypere enn fotisk sone hvor det er algevekst.

Figurene viser at fortyntet avløpsvann innlagres på et mer gunstig dyp og at det er en betydelig forbedret effekt av primærfortynningen (86-170 ganger) kontra dagens utslippsarrangement (Figur 5), samt at innblanding skjer i kort avstand fra selve utslippspunktet.



Figur 7. Beregnet innlagring av avløpsvann i resipient, fra Fuglevik RA etter planlagt utvidelse (Q_{mid} : $1150 \text{ m}^3/\text{t}$) i år 2056. I modellberegningene er det lagt inn diffusor på utslippsarrangementet, hvorav 10 portåpninger med 2 m mellomrom langs sjøledningen. Utslippspunktet er også lagt på 60 m dyp. Senter av hver strålebane (6 stk) er vist med heltrukket linje, mens ytterkantene av skyen er stiplede.



Figur 8. Beregnet fortynning av avløpsvann fra Fuglevik RA etter planlagt utvidelse (Q_{mid} : $1150 \text{ m}^3/\text{t}$) i år 2056. I modellberegningene er det lagt inn diffusor på utslippsarrangementet, hvorav 10 portåpninger med 2 m mellomrom langs sjøledningen. Utslippspunktet er også lagt på 60 m dyp. Senter av hver strålebane (6 stk) er vist med heltrukken linje, mens ytterkantene av skyen er stiptet.

6 Oppsummering

Det er utført beregninger for å undersøke innlagringsdyp og fortytning for avløpsvannet fra Fuglevik RA. Beregningene er utført med dimensjonerende tall for den planlagte utvidelsen av renseanlegget for år 2056 (1150 m³/h). Det er benyttet salinitet- og temperaturprofiler i vannmassene for 6 ulike tidspunkt fra sjøområdet rundt utslippspunktet, og for gjennomsnittlig målt strømhastighet over 4 uker.

Beregningene utført med avløpsmengde tilsvarende Q_{dim} viser at avløpsvannet innlagres sentralt i vannmassene ved begge scenarier. I et worst-case-tilfelle, i situasjoner med liten vertikal sjikting og maksimal belastning, vil ytterkant av avløpsskyen kunne nå overflaten og dermed sonen for primærproduksjon etter primærfortynning.

For Tot-P og Tot-N (med N-rensing) vil man oppnå tilstrekkelig fortytning gjennom primærfortynningen (tetthetsforskjeller mellom sjøvannet og avløpsvannet) etter utvidelsen av renseanlegget. For nitrogen (uten N-rensing) vil primærfortynningen ikke være tilstrekkelig for å oppnå fortytning som tilfredsstillende klasse *god* i det umiddelbare nærområdet til utslippspunktet. Forhøyede konsentrasjoner av nitrogen i hovedsak vil være aktuelt i dypere vannmasser under fotisk sone. Ved helt spesielle situasjoner, hvor det er lite vertikal sjikting og høy belastning (Q_{max}) er sannsynlig at man vil få moderat tilstand mhp. nitrogen i overflatevannet, som følge av en begrenset fortytning via sekundærfortynningen. Området med forhøyet nitrogen i overflatevannet vil kun være begrenset til innblandingssonen til utslippet, noen hundre meter fra selve utslippspunktet. Påvirkningen vil da i hovedsak være lokal.

Det bør etableres diffusor på utslipparrangementet for å øke primærfortynningen og dermed bidra til mer gunstig innlagring og hurtigere fortytning av avløpsvannet i vannmassene. Innlagring og fortytning vil også skje dypere i vannmassene hvis utslippet senkes til 60 m.

7 Referanser

Frick, W.E., Roberts, P.J.W., Davis, L.R., Keyes, J., Baumgartner, D.J. and George, K.P., 2001. Dilution Models for Effluent Discharges, 4th Edition (Visual Plumes). Environmental Research. Division, U.S. Environmental Protection Agency, Athens Georgia, USA.

Engesmo, A., Staatsstrøm, A., Norli, M., Selsvik, J., Gitmark, J.K., Overvåkning av Ytre Oslofjord 2019-2023 – Årsrapport 2019. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rap.7532.

Miljødirektoratet, 2019. Vannovervåkning. Identifisering av nærstasjoner. Faktaark M-1288.

Rannekleiv, BS., Molvær, J. og Tjomsland, T., 2013. Veileder for fastsetting av innblandingssoner. Miljødirektoratet M-46/2013, 31 s.

COWI, 2021. 20-NOT-216 PN38 Resipientovervåkning MOVAR. Miljørapport Fuglevik. A207440.

Direktoratsgruppen vanndirektivet. 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. www.vannportalen.no, versjon 15.10.2020. 227 s.

COWI, 2021. PN15 – Dimensjoneringsgrunnlag prosess. MOVAR IKS – Nye Fuglevik RA. A207440.