

Vurdering av utslipp til vann fra ny energisentral i Molde

Istad Kraft AS



Oppdragsgiver:	Istad Kraft AS	Dato revidert:	17.10.2024
Prosjektnavn:	Konsesjonssøknad fjernvarme Molde	Dokument ID:	37125-76
Tittel:	Vurdering av utslipp til vann fra ny energisentral i Molde	Status:	Endelig utgave
Ref. Istad Kraft:	Atle Nørstebø		
Utarbeidet av:	Martin M. Eie	Kontrollert av:	Cecilie Rindahl (NE) og Sigve E. Finnøy (Istad Kraft)

Sammendrag

Istad Kraft og Oslofjord Varme skal etablere en energisentral i Molde sentrum med sjøvann som varmekilde. Sjøvannet hentes fra 40 m dyp og planlegges å slippes ut på 15 m dybde. Vanntemperaturen forventes å komme opp i 15,7 °C på sommeren og ned mot 2 °C på vinteren. Utslipp av temperert sjøvann og transport av næringssalter fra dypere vannmasser til overflatelaget kan anses som en forurensning, jf. forurensningsloven § 6. Norsk Energi har derfor bistått Istad Kraft med å anbefale utslippsdybde og vurdere potensielle miljøeffekter av utslippet.

Norsk Energi sine spredningsberegninger viser at et utslipp av oppvarmet vann fra energisentralen på 15 m dybde på sommeren (15,7°C og 44,2 kg/s til 159 kg/s) vil innblandes og fortynnes godt i Moldefjorden. Med et konservativt estimat på 16,6x primærfortynning vil temperaturen i utslipsskyen være 11,3°C (ΔT 0,3°C) under 10 m fra utslippspunktet. Dette er minimal temperaturøkning og innenfor den normale temperaturvariasjonen på 14-16 m dybde på sommeren i Moldefjorden. Et utslipp på vinteren av kaldt vann (ned mot 2°C) vil heller ikke medføre en vesentlig endring av temperaturen over 5 m fra utslippspunktet. Det konkluderes derfor med at utslipp av temperert sjøvann fra energisentralen ikke vil medføre vesentlige skader eller ulemper, jf. forurensningsloven § 8 tredje ledd.

Utførte simuleringer viser at utslippet vil «innlagres» under 10 m dybde, noe som vil være positivt for å unngå tilførsel av næringssalter til overflatelaget. Utslippet vil ikke føre til at den økologiske tilstanden i Moldefjorden mtp. næringssalter endres fra «god» til «moderat» tilstand.

Det forutsettes at det ikke benyttes vil antibegroingsmidler eller er utslipp av andre miljøfarlige kjemikalier fra energisentralen.

Revisjonshistorikk

Rev.nr	Dato	Endring	Utført av	Kontrollert av
00	16.10.2024	Utkast for gjennomlesing hos oppdragsgiver	Martin M. Eie (NE)	Randi Kruuse-Meyer (NE)
01	17.10.2024	Endelig utgave for oversendelse til Miljødirektoratet	Martin M. Eie (NE)	Cecilie Rindahl (NE) og Sigve E. Finnøy (Istad Kraft)

Effektiv, miljøvennlig og sikker utnyttelse av energi

Innhold

1	BAKGRUNN	4
2	UTSLIPPSDATA	4
3	RESIPIENTFORHOLD	5
4	VURDERINGER AV UTSLIPP TIL VANN	7
4.1	Påvirkning på temperatur	7
4.2	Næringssalter	11
4.3	Oppvirvling av forurensede sedimenter	13
4.4	Antibegroingsmidler	13
5	KONKLUSJON	13
VEDLEGG A.	FORUTSETNINGER	14
VEDLEGG B.	REFERANSER	15

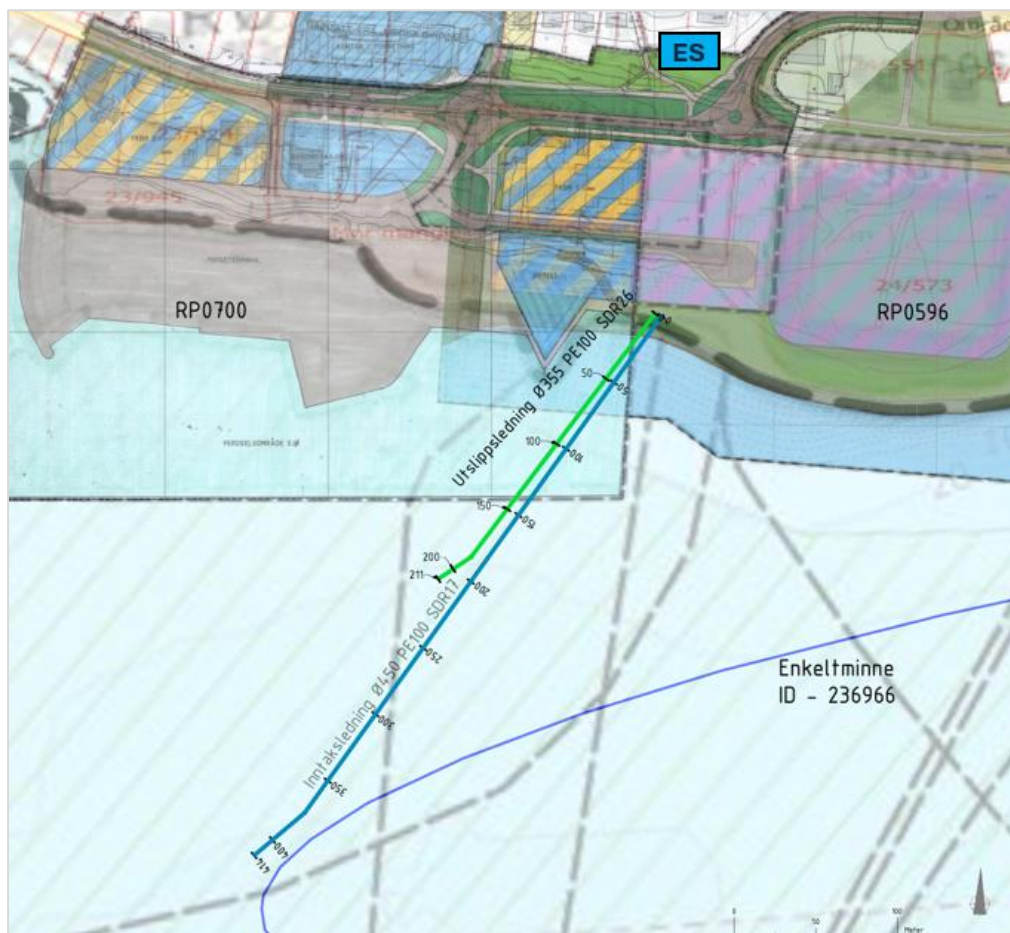
1 Bakgrunn

Istad Kraft og Oslofjord Varme vurderer å etablere en energisentral i Molde sentrum (rett vest for Aker stadion) med sjøvann som varmekilde. Sjøvannet hentes fra 40 m dyp via en 400m lang inntaksledning. Energisentralen bygges (sammen med elkjeler i fjernvarmenettet) for å dekke et oppvarmingsbehov lik 10,7 MW og 21,1 GWh samt et kjølebehov lik 4 MW og 2,5 GWh. Sentralen vil inneholde 4 varmepumper, hver med en effekt lik 1,2 MW og 3 el-kjeler i samme størrelse. Tiltaket krever for øvrig konsesjon iht. energiloven, og Istad Kraft er i ferd med å utarbeide søknad til NVE om dette.

Utslipp av temperert sjøvann og transport av næringssalter fra dypere vannmasser til overflatelaget kan anses som en forurensning, jf. forurensningsloven § 6. Norsk Energi har derfor bistått Istad Kraft med å anbefale utslippsdybde og vurdere potensielle miljøeffekter av utslippet.

2 Utslippsdata

Utslippsmengde- og temperatur vil avhenge av behovet for oppvarming/kjøling, men vil ved et stort behov for kjøling på sommeren ligge på 15,7 °C (maksimal vannmengde 159 kg/s). Inntaket vil være på 40 m dybde ca. 400 meter fra land (se Figur 2-1). Utslippspunktet er planlagt lagt på 15 m dybde, ca. 150-200 m fra land. Relevant utslippsdata er gitt i Tabell 2-1.



Figur 2-1 Kart over deler av Molde sentrum med inntegnet energisentral (ES) og omtrentlig plassering av inntaksledning og utslippspunkt i sjø. Utslippspunktet vil være på ca. 15 m dybde, ca. 200 m fra land, mens inntakspunktet vil være på ca. 40 m dybde 400 m fra land.

Tabell 2-1 Informasjon om utslippet.

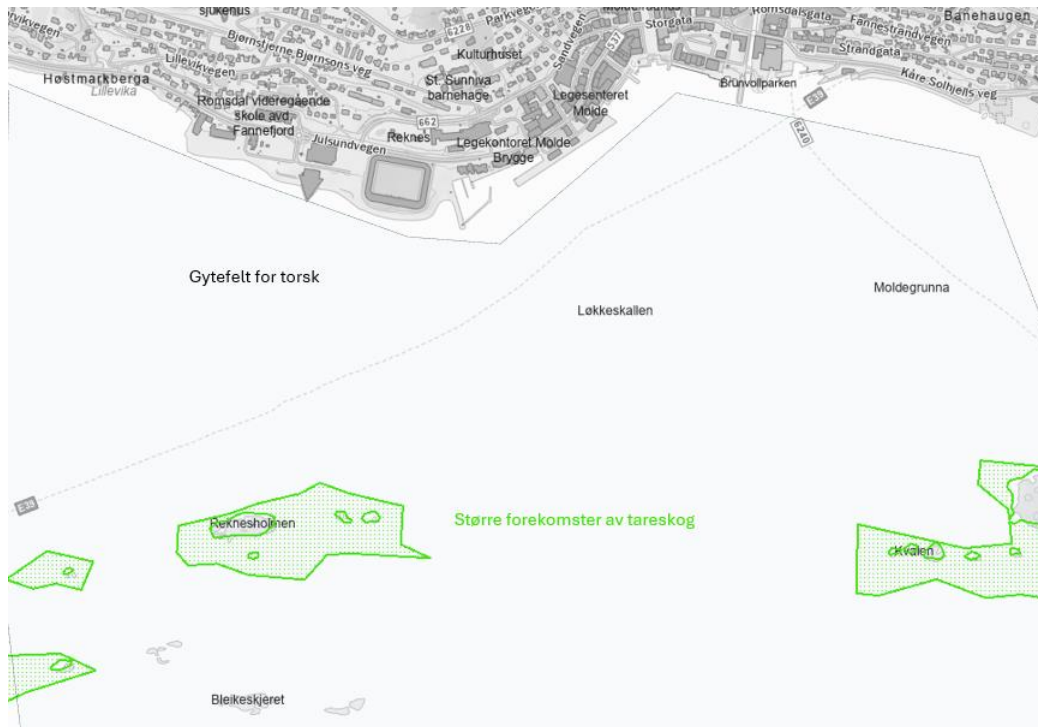
Inntaksdyp	40 m
Rørdimensjon inntak	450 mm
Rørdimensjon utslipp	355 mm
Utslippsdyp	15 m
Utslippstemperatur og vannmengde ved stort kjølebehov på sommeren	15,7°C 44,2 kg/s - 159 kg/s
Driftstimer kjøling (årlig)	800
Utslippstemperatur og vannmengde vinter	2 °C 250 kg/s
Resipient	Moldefjorden

3 Resipientforhold

Moldefjorden danner sammen med Fannefjorden et langstrakt åpent fjordsystem som er ca. 33 km langt med et areal på ca. 50 km². Moldefjorden er en terskelfjord (på ca. 30-32 m dyp) og består av flere små bassenger. I Vann-nett er Moldefjorden delt opp i flere vannforekomster, og utslippspunktet ligger i vannforekomsten 0302012203-C (Moldefjorden ved Molde).

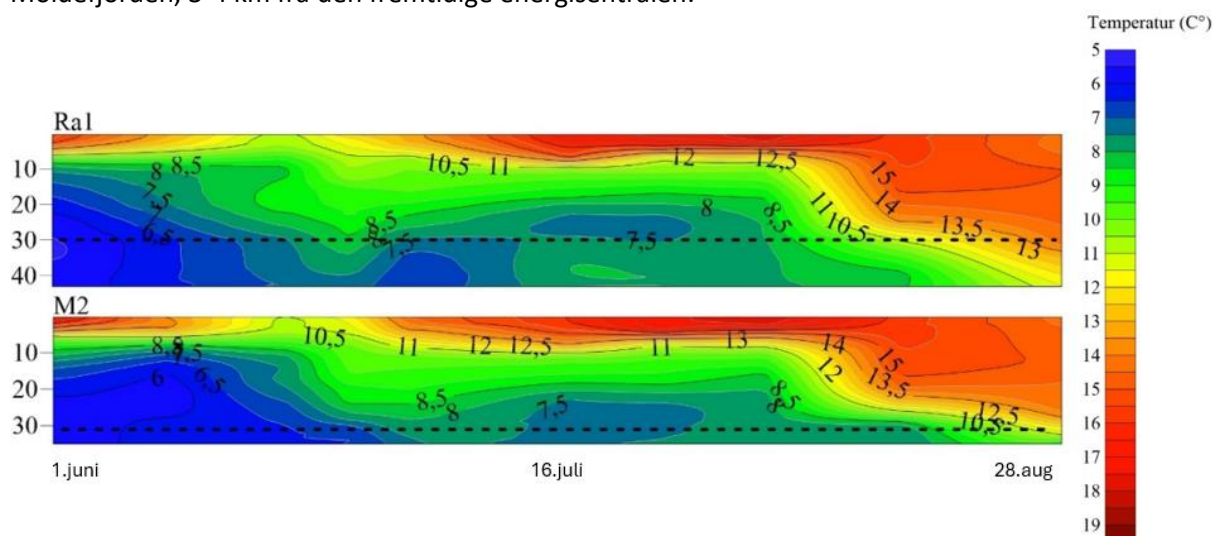
Vannforekomsten har et areal på 18,5 m² og beskrives i Vann-nett som beskyttet (liten bølgeeksponering), euhalin (salt) og med moderat økologisk tilstand og dårlig kjemisk tilstand. Den moderate økologiske tilstanden skyldes lav artsdiversitet av bunndyr i sedimentene. Det er påvist høye konsentrasjoner av PAH-forbindelser i sedimentene, noe som er årsaken til den dårlige kjemiske tilstanden.

Moldefjorden er i Naturbase registrert som et lokalt viktig gytefelt for torsk (ref. Figur 3-1). Det er ikke registrert arter av særlig stor eller stor forvaltningsinteresse, eller viktige naturtyper i vesentlig nærhet til utslippspunktet. Det er derimot registrert større tareskogforekomster som er en viktig marin naturtype ca. 700 m fra det planlagte utslippspunktet.

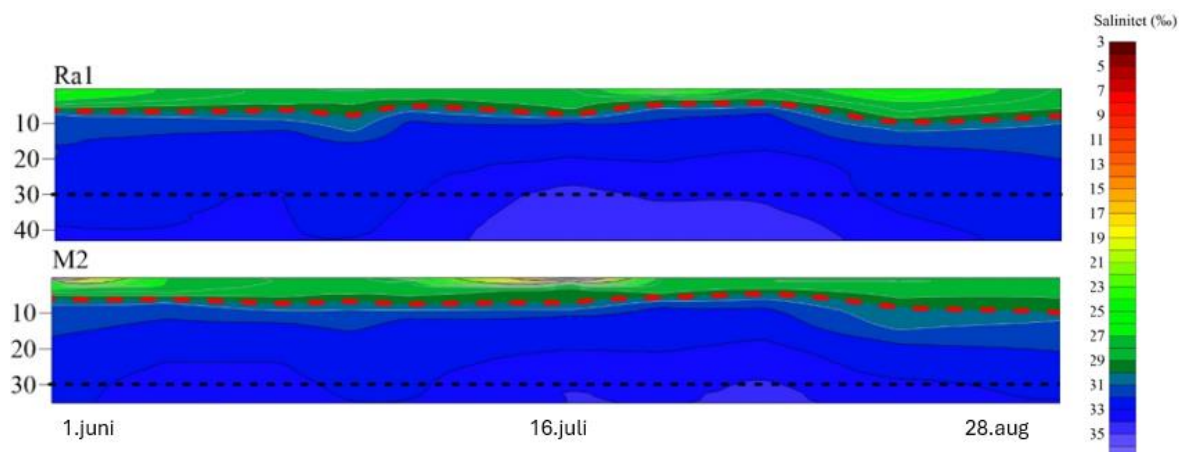


Figur 3-1 I Moldefjorden er det flere store forekomster av tareskog. Fjorden er også et viktig gytefelt for torsk. Kartet er hentet fra Naturbase.no.

På sommeren er Moldefjorden lagdelt, med et relativt varmt ferskvannslag på toppen (0-8 m dyp), et mellomlag (8-30 m) med økende saltholdighet og synkende vanntemperatur med dybden, og et bunnlag (under 30 m dyp) med høy saltholdighet og relativt stabile lave vanntemperaturer, ref./1/. Beregnet gjennomsnittlig oppholdstid for vannmassen over terskeldypet (ca. 30 m) er 6,6 døgn, ref. /2/. Vanntemperaturen på eksempelvis 14-15 m dybde vil variere mellom årstid og mellom år, og kan ligge mellom ca. 7-12,5 °C. Tilsvarende vil temperaturen på 40 meter dybde variere mellom 7-8 °C på sommeren og ned til 4-5°C i vinterhalvåret, ref. bl.a. /3/. Temperatur- og salinitetsprofil ved prøvestasjonene Ra1 og M2 er vist i Figur 3-1 og Figur 3-2. Begge prøvetakingsstasjonene ligger i Moldefjorden, 3-4 km fra den fremtidige energisentralen.



Figur 3-2 Temperaturprofil forskjellige dybdelag i Moldefjorden gjennom sommeren 2018 (Kilde: Rådgivende Biologer, 2018).



Figur 3-3 Salinitet i forskjellige dybdelag i Moldefjorden gjennom sommeren 2018 (Kilde: Rådgivende Biologer, 2018).

4 Vurderinger av utslipp til vann

4.1 Påvirkning på temperatur

Temperatur er en viktig abiotisk faktor for vannlevende organismer, og påvirker blant annet metabolisme, vekst, reproduksjon og atferd, ref. /4/. Temperaturtoleransen varierer mellom arter og med en arts «livshistorie». Arter som opplever store naturlige døgn- og årsvariasjoner i vanntemperatur synes generelt å være mer robuste mot tempererte utslipp. Store endringer av temperaturen kan likevel føre til at eksempelvis kaldtvannarter forsvinner slik at artssammensetningen endres. Stasjonære arter er særlig sårbare.

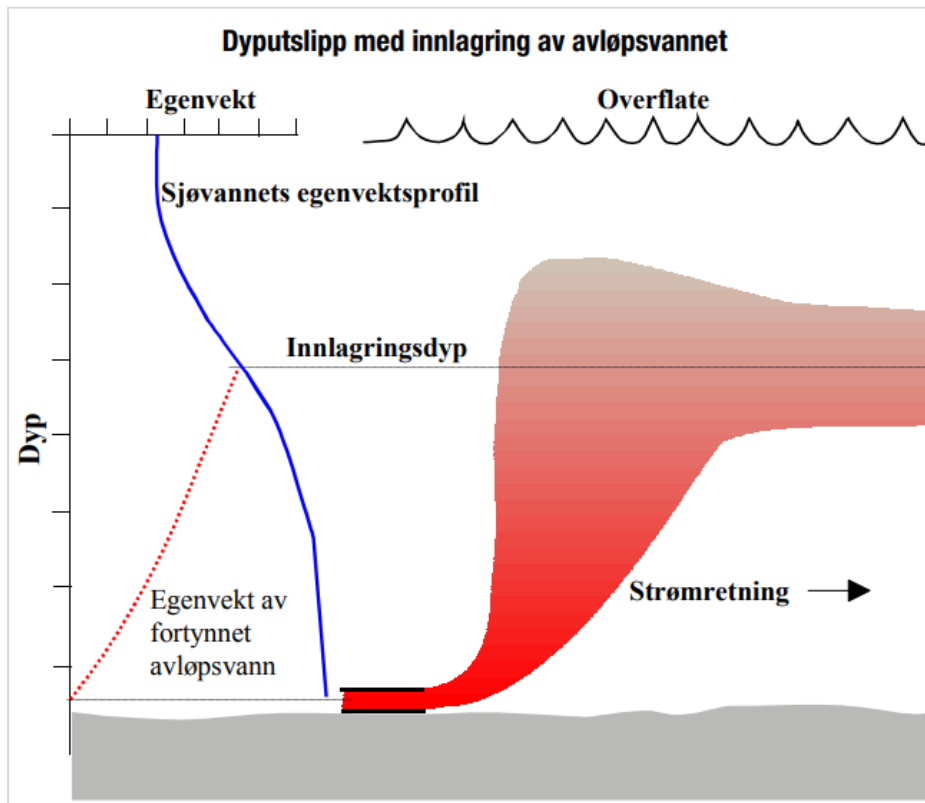
Optimal vanntemperatur for vekst hos eksempelvis vanlig sandskjell (*Mya arenaria*) er 16-20 °C, ref. /5/, og 2-14°C for vanlig korstroll (*Asterias rubens*), ref. /6/. Kaldtvannarter som torsk (*Gadus morhua*) og sild (*Clupea harengus*) har eksempelvis letaltemperatur 19-20°C. ref. /7/. Optimal vanntemperatur under gyting bør derimot være under 10 °C. Makrell (*Scomber scombrus*), som er en mer «varmekjær art», har en temperaturtoleranse på opp mot 25 °C. Dyreplanktonarten *Acartia tonsa* og *Eurytemora affinis* har til sammenligning en letaltemperaturer på 25-30°C, avhengig noe av akklimatiseringstemperatur og eksponeringstid, ref. /8/. Temperaturoptimum for alger i tempererte soner er typisk 20-25°C, ref. /9/, og letaltemperaturer 24,1-35,5°C, ref. /10/. Videre har Andersen et al. (2013) vist at sukkertare (*Saccharina latissima*) kan skades av temperaturer over ca. 20 °C, ref. /11/. I tillegg kan endringer i temperatur også påvirke løseligheten av oksygen i vann, kjemiske reaksjoner og stratifisering i en innsjø/fjord, ref. /12/.

Det er ikke fastsatt spesifikke retningslinjer for hva som anses som akseptabel temperaturpåvirkning ved utslipp av kjølevann i norsk miljølovverk. Et generelt krav synes likevel å være at kjølevann skal føres ut på en slik måte at innblanding i vannmassene blir best mulig, og ikke medfører temperaturendringer av betydning i resipienten. I denne rapporten er det benyttet følgende vurderingskriterier (se bl.a. ref. /13/ og /14/):

1. Temperaturen i utslippsskyen etter innlagring (primærfortynning) skal ikke være over skadelige temperaturer for lokale arter.
2. Temperaturpåvirkningen skal ikke være mer enn 1°C overtemperatur 50 meter fra utslippspunktet.

Norsk Energi har utført simuleringer og vurderinger av utslippet for å se på innlagringen av utslippsskyen, temperaturpåvirkning i resipienten og spredning av næringssalter (Kap. 5). Metodikken er basert på veileder TA2724 (2010) *Guidance on setting mixing zones under the EQS-*

directive. Simuleringene er gjort i Visual Plumes, som er en Windows-basert modelleringsplattform utviklet av US EPA, ref. /15/. For ytterligere informasjon om modellverktøyet vises til US EPA sine nettsider ([Visual Plumes](#) | [US EPA](#)). Innlagringsdyp og fortynningen er avhengig av bl.a. utslippshastighet, utslippsdyp og salinitet og temperatur i resipienten (tetthet og lagdeling). Endres forutsetningene for simuleringene (ref. Vedlegg A) må det gjøres nye vurderinger av bl.a. innlagringsdyp og fortynning.



Figur 4-1 Prinsippskisse som viser hvordan et dyputslipp av avløpsvann (med lavere tetthet enn omkringliggende vann) forventes å innlagres. En forutsetning for innlagring er at egenvekten for fjordvannet øker med dypet (vertikal sjiktning), ref. /16/.

Beregningene av temperatur i utslippsskyen etter innlagring er gjort etter følgende formel:

$$T = \frac{t_0 + f * t_{resipient}}{1 + f}$$

T = temperatur i utslippsskyen etter innblanding,

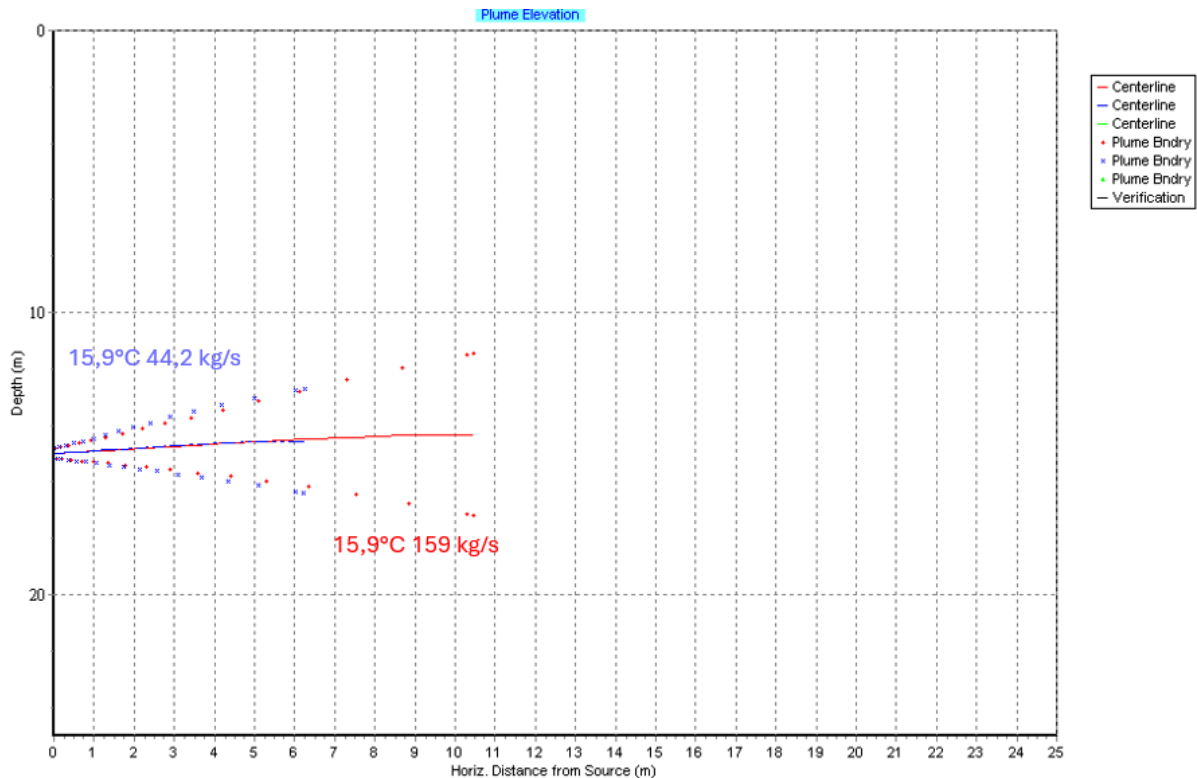
T_0 = utslippstemperatur, og

f = fortynningsgrad (19,8x og 16,6x)

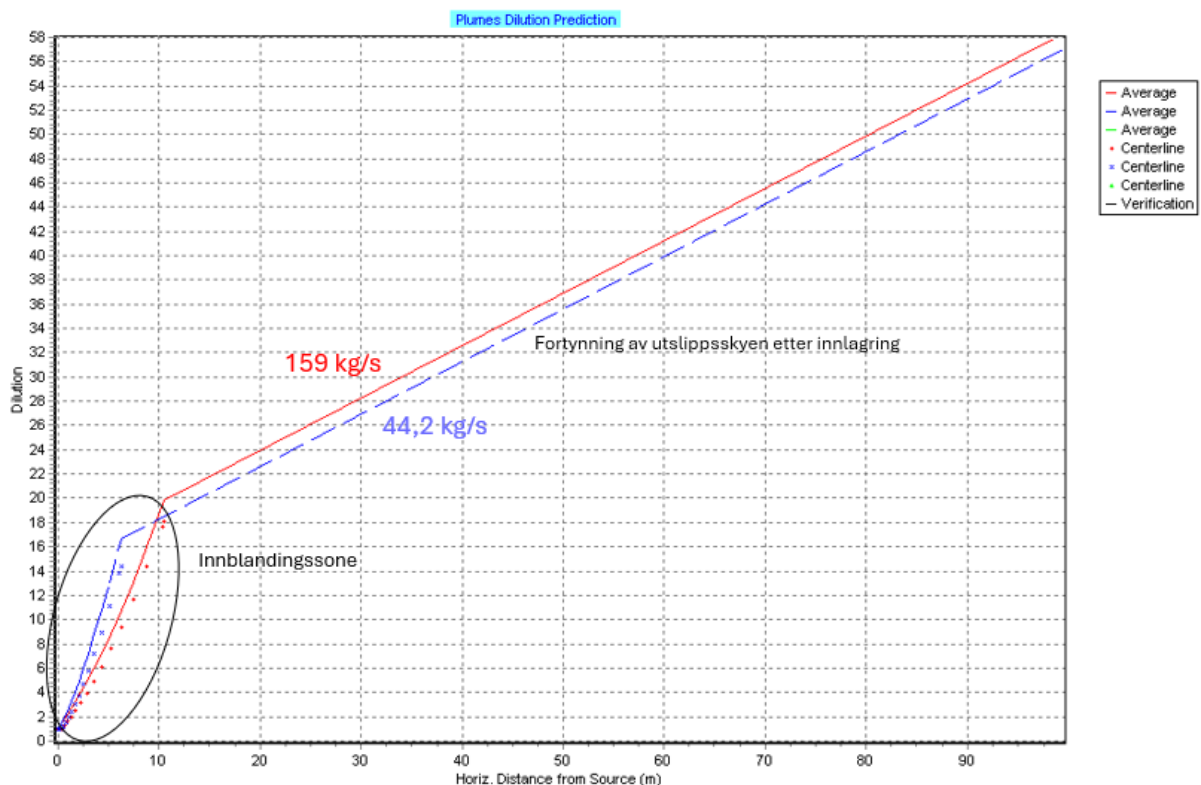
$T_{resipient}$ = temperatur i resipient i innlagringsdypet (11 °C)

Utførte simuleringer og beregninger viser at et utslipp til vann på 15 m dybde med en temperatur på 15,7°C (159 kg/s) i Moldefjorden kan stige noe i vannmassene, men forventes å innlagres under sprangsjiktet i Moldefjorden og på ca. 15 ±2,8 m dybde (se Figur 4-3) ila. ett minutt. Fortynningen av utslippsskyen vil hovedsakelig være drevet av vannets hastighet og tetthetsforskjeller mellom utslippsskyen (varmt vann) og omkringliggende vannmasser (kaldere vann). Utslipet vil raskt innblandes og fortynnes i vannmassene innenfor 5-10 m fra utslippspunktet.

Vurdering av utslipp til vann fra ny energisentral i Molde

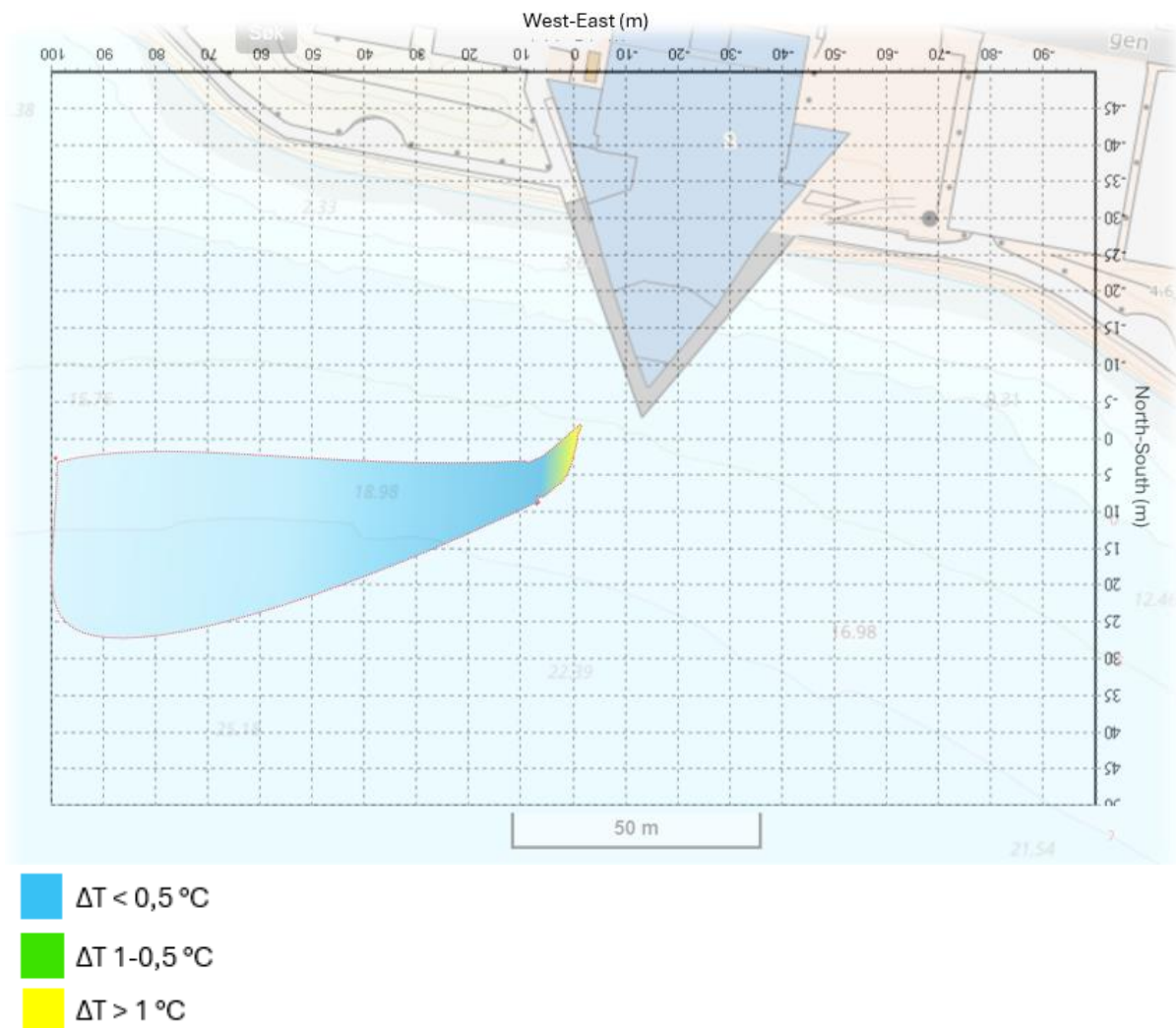


Figur 4-2 Ved et utslipp med temperatur på 15,7 °C (159 kg/s) stige i vannmassene før vannet innlagres på omtrentlig samme dyp. Diameteren til utslippsskyen vil være 5,7 m. Et utslipp med samme temperatur, men med lavere hastighet (44,2 kg/s) vil innlagres på samme dyp, men nærmere utslippspunktet.



Figur 4-3 Simulert fortynning av et utslipp av oppvarmet vann (15,7 °C) på 15 m dypde. X-aksen: Horisontal avstand fra utslippspunkt (m), y-aksen: antall ganger fortynninger.

Under dette utslippsscenariet vil utslippet etter den umiddelbare innblanding (primærfortynning) være fortynnet 19,8x ved 159 kg/s og 16,6x ved 44,2 kg/s (Figur 4-3). Ved å konservativt bruke 16,6x fortynning, tilsvarer dette en vanntemperatur i utslippsskyen på 11,22 °C (ΔT 0,2-0,3°C) etter innlagring (5-10 m fra utslippspunktet). Den videre fortynningen etter innlagring vil være drevet av strømningshastigheten og utslippsskyens utbredelse og fasong vil avhenge av strøm/vindforhold og flo og fjære (se forenklet illustrasjon i Figur 4-4). 100 meter fra utslippspunktet vil utslippsskyen ha en bredde på ca. 23 m og utslippsvannet er simulert til å være fortynnet 58 ganger med en temperatur på rundt 11,08 °C. Dette er en neglisjerbar temperaturendring og godt innenfor den normale temperaturvariasjonen på ca. 15 m dybde. Det tempererte utslippet på sommeren forventes derfor ikke medføre vesentlige skader eller ulemper, ref. fastsatte akseptkriterier.



Figur 4-4 Forenklet illustrasjon av hvordan et temperert utslipp på 15,7 °C som vil spre seg i vannmassene på 14-16 m dybde.

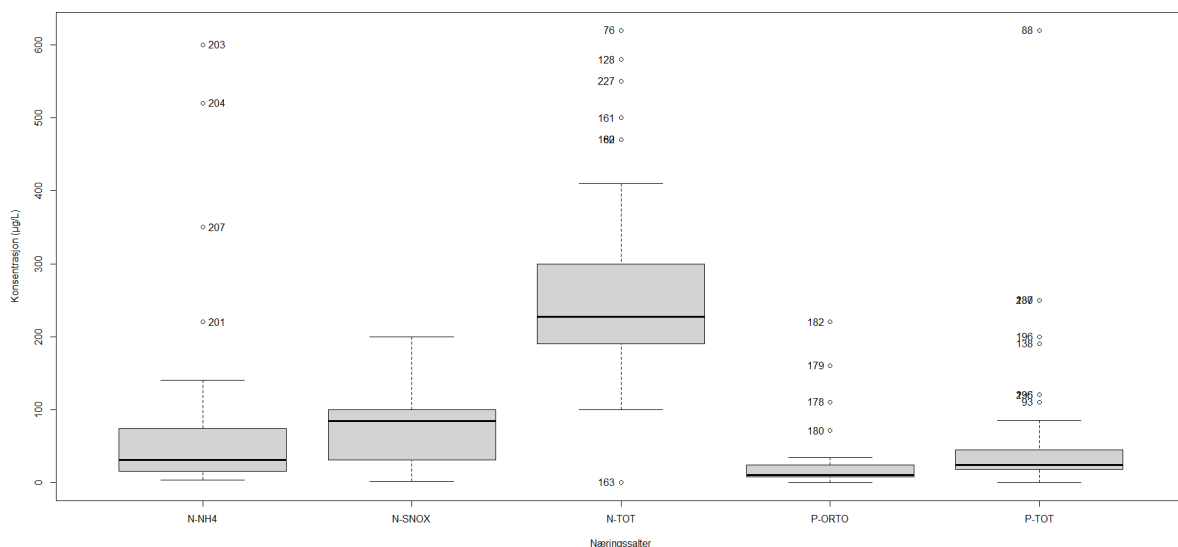
Ved maksimal varming på vinteren kan utslippsvannet ha en temperatur ned mot 2 °C. Dette er noe kaldere enn bakgrunnstemperatur i Moldefjorden, som kan være ned mot 4 °C på 15-20 m dybde. Ved utslipp på 15 m dybde forventes vannet å synke i vannmassene og innlagres på rundt 20 m dybde omtrentlig samme dybde som utslippspunktet. Temperaturforskjellen mellom innlagret utslippsvann og resipient vil være liten 10 m fra utslippet. Bunnlevende arter på 15-20 m vil være godt tilpasset kalde temperaturer på vinteren, og et utslipp av vann på 2°C vil ikke føre til noen nevneverdige skader.

4.2 Næringssalter

Planteplankton er små, frittlevende, encellede alger og er første ledd i den marine næringskjeden. Økte tilførsler av næringssalter (eutrofiering) kan føre til en økning av algebiomassen. Høyest algebiomasse forekommer vanligvis i de øvre 10 m, men dette vil variere mellom årstider og forskjellige vannforekomster, ref. /17/.

Nitrogen anses for å være den begrensende faktoren for algevekst i sjøvann, ref. /18/. I tillegg kan også fosfor (P) og silisium (Si) være begrensende faktorer i enkelte tidsperioder. Vannforskriften, som er Norges implementering av EUs Vanddirektiv i norsk lov, setter klare tilstandsklasser for hva som er akseptable konsentrasjoner for ammonium, nitrat+nitritt, totalt nitrogen, totalt fosfor og fosfat i overflatelaget (0-10 m dybde) i kystvann (jf. Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann /19/ og Figur 4-). Kriteriene gjelder ikke for innblandingssonen, jf. bl.a. Artikkel 4 i EQS-direktivet og ref. /16/.

For næringssaltene nitrogen og fosfor finnes det gode bakgrunnsdata for overflatelaget i Moldefjorden fra 2018 (ref. /1/). Prøvetakingsstasjon M2 ligger midt i Moldefjorden og er ikke vesentlig påvirket av punktutslipp (fra industri eller avløpsrenseanlegg) og gir dermed et godt bilde av den generelle vannkjemien i fjorden på sommeren. For dypere vannmasser (40 m dyp) er det vesentlig mindre bakgrunnsdata på nitrogen- og fosforforbindelser i Moldefjorden. I tillegg til registrerte prøveresultater fra M2, er det derfor sammenstilt prøveresultater fra om lag 242 vannprøver tatt på 35-45 m dybde forskjellige vannforekomster i Møre og Romsdal over flere år. Resultatene er vist i Tabell 4-1 og Figur 4-5.



Figur 4-5 Box plot som viser målte konsentrasjoner (µg/L) av ammoniumnitrat, nitrat+nitritt, totalt nitrogen, fosfat og totalt fosfor på 40 m dybde i kystvann i Møre og Romsdal. Resultatene er hentet fra databasen Vannmiljø.

Den generelle tilstanden mht. næringssalter i overflatelaget er derimot god i Moldefjorden selv om enkeltprøver kan klassifiseres som «moderat tilstand». Konsentrasjonen av nitrogen og fosfor er vesentlig høyere på 40 m dybde (se Tabell 4-1). Transport av næringssalter fra dypet og opp til overflatelaget hvor primærproduksjonen (algeveksten) er størst kan føre til økt algevekst og en forringelse av miljøtilstanden.

Beregnet konsentrasjon i innlagret utslippsvann, er gjort etter følgende formel:

$$C = \frac{c_0 + f * c_{resipient}}{1 + f}$$

C = konsentrasjon av stoffet i utslippsskyen etter innblanding,

c₀ = utslippskonsentrasjon (75 % kvantil av 220 vannprøver),

f = fortynningsgrad (16,6x) og

C_{resipient} = konsentrasjon av stoffet i resipient i innlagingsdypet (x̄ kons. 5-10 m dybde)

Utførte simuleringer viser at utslippet vil innlagres under 10 m (overflatelaget), ref. Figur 4-2, noe som vil være positivt for å redusere risikoen for eutrofieringseffekter. Videre viser beregningene at tilførselen av næringssalter fra 40 m dybde vil fortynnes godt før innlagring på mellom 13-17 m dybde. Utslipet vil føre til en liten økning av næringssaltkonsentrasjonene i innblandingssonen (fra 0 til ca. 10 m fra utslippspunktet), men tilførselen av næringssalter vil ikke føre til en forringelse av den økologiske tilstanden fra «god» til «moderat». I tillegg vil vannmassene i Moldefjorden fornyes kontinuerlig gjennom vannutskiftning med fjordområdene vest for Moldefjorden og sør for Moldefjorden og Fannefjorden. Dette vil føre til en naturlig fjerning og tilførsel av næringssalter. Det konkluderes derfor med at transporten av næringssalter fra 40 m dybde til ca. 15 m dybde vil ha en lav risiko for negative effekter.

Tabell 4-1 Konsentrasjon av næringssalter på 40 m dybde og 5-10 m dybde i kystvann i Møre og Romsdal. Standardavviket er gitt i parentes.

Parameter	Gj.snitt (µg/L) 40 m dybde ¹	75 % kvantil (µg/L) 40 m dybde ²	Gj.snitt konsentrasjon (µg/L) 5-10 m dybde Moldefjorden
Totalt nitrogen (TN)	252,2 (120,6)	300	154,1 (97)
Ammonium (NH ₄)	71,5 (121,2)	73,5	30,0 (16,1)
Nitrat + nitritt (NO _x)	78,4 (51,2)	100	1,1 (0,25)
Totalt fosfor (TP)	53,6 (91,6)	45	9,1 (2,7)
Fosfat (PO ₄ ³⁻)	33,9 (55,8)	24	2,6 (4,0)

Tabell 4-2 Beregnet konsentrasjon av næringssalter på ca. 15 m dybde etter primærfortynning ved utslipp under maksimal kjøling.

Parameter	Beregnet utslippskonsentrasjon etter primærfortynning (µg/L)
Totalt nitrogen (TN)	162,4
Ammonium (NH ₄)	32,4
Nitrat + nitritt (NO _x)	6,7
Totalt fosfor (TP)	11,1 ³
Fosfat (PO ₄ ³⁻)	3,8

¹ Gjennomsnittlige konsentrasjoner basert på resultater 220 vannprøver fra ca. 40 m dybde fra forskjellige vannforekomster i Møre- og Romsdal. Standardavviket er gitt i parentes (hentet fra databasen Vannmiljø).

² Basert på resultater fra 220 vannprøver fra ca. 40 m dybde fra forskjellige vannforekomster i Møre- og Romsdal. Hentet fra databasen Vannmiljø.

³ Tilstandsklassen mellom svært god og god tilstand er 11,5 µg/L P.



Figur 4-6 Klassifisering av næringssalter i overflatelaget på sommeren (juni-august) iht. Veileder 02:2018.

4.3 Oppvirvling av forurensede sedimenter

Utslippspunktet bør heves noe over sjøbunnen eller vinkles noe oppover i vannmassene for å hindre utspyling av sedimentene på sjøbunnen da disse kan være forurenset.

4.4 Antibegroingsmidler

Det forutsettes at energisentralen ikke skal ha utslipp til vann av antibegroingsmidler eller andre kjemikalier.

5 Konklusjon

Norsk Energi sine spredningsberegninger viser at et utslipp av oppvarmet vann fra energisentralen på 15 m dybde på sommeren (15,7°C og 44,2 kg/s til 159 kg/s) vil innblandes og fortynnes godt i Moldefjorden. Med et konservativt estimat på 16,6x primærfortynning vil temperaturen i utslippsskyen være 11,3°C (ΔT 0,3°C) under 10 m fra utslippspunktet. Dette er minimal temperaturøkning og innenfor den normale temperaturvariasjonen på 14-16 m dybde på sommeren i Moldefjorden. Et utslipp på vinteren av kaldt vann (ned mot 2°C) vil heller ikke medføre en vesentlig endring av temperaturen over 5 m fra utslippspunktet. Det konkluderes derfor med at utslipp av temperert sjøvann fra energisentralen ikke vil medføre vesentlige skader eller ulemper, jf. forurensningsloven § 8 tredje ledd.

Utførte simuleringer viser at utslippet vil «innlagres» under 10 m dybde, noe som vil være positivt for å unngå tilførsel av næringssalter til overflatelaget. Utslippet vil ikke føre til at den økologiske tilstanden i Moldefjorden mtp. næringssalter endres fra «god» til «moderat» tilstand.

Det forutsettes at det ikke vil være utslipp av antibegroingsmidler eller andre miljøfarlige kjemikalier fra energisentralen.

Vedlegg A. Forutsetninger

I simuleringene som er gjort i Visual Plumes er det benyttet følgende inngangsdata og forutsetninger.

Salinitet inntak 40 m dybde	32-33 PSU
Utslippsdyp	15 m
Utslippstemperatur	15,7 °C
Utslippsmengde	44,2 kg/s 159 kg/s
Rørdimensjon utslippsledning	355 mm
Vannhastighet resipient	2-5 cm/s
Resipientforhold	Vanntemperatur og salinitet i Moldefjorden er hentet fra vannprøver tatt i midten av juli 2018 (prøvetakingsstasjon M2).

Vedlegg B. Referanser

- [1] Rådgivende Biologer AS (2018) Resipientundersøkelse Molde, rapport 2802
- [2] NIVA (2004) Vurdering av utslipp av kommunalt avløpsvann sett i forhold til EUs Avløpsdirektiv sitt krav til sekundærrensing
- [3] NIVA (2009) Plassering av ledning for inntak av sjøvann til varmepumpesentral
- [4] Kennedy (2004) *Thermal Pollution*, Encyclopedia of Energy, Volume 6 og Gaudard *et al.* (2018) Impacts of using lakes and rivers for extraction and disposal of heat, WIREs Water
- [5] Koo *et al.* (2017) Variability of *Mya arenaria* growth along an environmental gradient in the Plum Island Sound estuary, Massachusetts, USA, Wetlands Ecol Manage
- [6] Rühmkorff *et al.* (2023) Marine heatwaves and upwelling shape stress responses in a keystone predator
- [7] Elforsk rapport nr. 09:79 (2009) Miljøeffekter av stora kylvattenutsläpp
- [8] Heinle (1969) Temperature and zooplankton
- [9] Li (1980) Temperature Adaptation in Phytoplankton: Cellular and Photosynthetic Characteristics, Environmental Science Research, vol 19
- [10] Claquin (2008) Effects of temperature on photosynthetic parameters and TEP production in eight species of marine microalgae. Aquatic microbial ecology
- [11] Andersen *et al.* (2013) Temperature acclimation and heat tolerance of photosynthesis in Norwegian *Saccharina latissima* (Laminariales, Phaeophyceae), Journal of Phycology
- [12] Langford (1990) Ecological effects of thermal discharges, Elsevier Applied Science
- [13] US EPA (1988) Water Quality Standards Criteria Summaries: A Compilation of State/Federal Criteria
- [14] Food and Agriculture Organization of the United Nations (1984) Thermal discharges in the marine environment, Reports and Studies No. 24
- [15] Frick (2004) Visual Plumes mixing zone modeling software, Environmental Modelling & Software
- [16] Berge *et al.* (2018) Utslipp til sjø – kan enkle modeller gi tilstrekkelig grunnlag for vurdering av spredning, fortynning og surhetsgrad? Vannforeningen
- [17] Einar Dahl and Tore Johannessen (1998) Temporal and spatial variability of phytoplankton and chlorophyll a: lessons from the south coast of Norway and the Skagerrak, ICES Journal of Marine Science
- [18] Frigstad *et al.* (2023) Three decades of change in the Skagerrak coastal ecosystem, shaped by eutrophication and coastal darkening, Estuarine, Coastal and Shelf Science
- [19] Veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann