

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Blindern

VASSDRAGS- OG HAVNELABORATORIET

VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE

Trondheim

KJERNEKRAFTVERK I OSLOFJORDOMRÅDET

Rapport fra gruppe 2, 17. februar 1972

(Resipientvurderinger)

Redegjørelse om resipientforholdene basert på
biologiske og fysiske forhold ved alternative
anleggssteder for kjernekraftverk

Utført av:

F.E. DAHL, NIVA

H. MOSHAGEN, VHL

J. RUENESS, NIVA

O. SKULBERG, NIVA

H.J. SÆTRE, VHL

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side
I	INNLEDNING 3
2	DRØFTELSE AV BIOLOGISKE FORHOLD 6
3	DRØFTELSE AV HYDROFYSISKE FORHOLD 9
	3.1. Generelt 9
	3.2. Hydrofysisk vurdering av resipient- forholdene ved de enkelte bygge- stedsalternativer 12
4	DISKUSJON 21
5	SAMMENFATNING OG KONKLUSJON 25

1. INNLEDNING.

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Vassdrags- og havnelaboratoriet ved NTH (VHL) ble på møte i Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE/S) 11. januar 1972 bedt om i fellesskap å utarbeide en rapport om kjølevanns-utslippets innvirkning på resipienten ved alternative byggesteder for kjernekraftverk i Oslofjordområdet. Rapporten er en sammenstilling av biologiske (NIVA; Fiskeridirektoratets havforskningsinstitutt; Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske; Institutt for marin biologi, Universitetet i Oslo; Institutt for atomenergi) og hydrofysiske vurderinger (VHL). Kriteriene for bedømmelsen av resipientene er gitt i kapittel 4.

Det må bemerkes at den hydrofysiske vurdering (hydrografi og strøm) er basert på målinger som er konsentrert til enkelte byggestedsalternativer (1 BRENNTANGEN, 2 SONSÅSEN, 6 LANGANGSFJORDEN, 7 ORMEFJORDEN og delvis 23 SLAGENTANGEN, 8 VINJE og 4 VARDÅSEN). Ved andre alternative byggesteder har en støttet seg til eldre, sporadiske hydrografiske observasjoner, mens flere er vurdert kun ut fra topografi, beliggenhet og på et generelt kunnskapsgrunnlag (dette gjelder 10 ØSTENTO, 11 VALHALL, 21 HUSEBY, 22 TORSØ, 24 HOVLAND og 25 BERVEN).

Den biologiske vurderingen er basert på et mer generelt grunnlag uten noen direkte undersøkelser ved de aktuelle byggesteder. Dog er tidligere undersøkelser av forurensede områder trukket inn. Stor vekt er lagt på fiskeribiologiske forhold, også med tanke på en fremtidig utnyttelse av ressursene til kultivering av marine organismer.

Den foreliggende rapport er basert på følgende rapporter i kronologisk rekkefølge:

- RUENESS, J. Notat om undersøkelse av vann- og forurensningsproblemer ved atomkraftverk. NIVA, Blindern, 10. mars 1971.
- SÆTRE, H. J. Rapport 1. Hydrofysiske målinger ved Son. April 1970 - januar 1971. Del 1 - 4. VHL, Trondheim, 11. juni 1971.
- DAHL, F.-E., KRISTIANSEN, H., LISETH, P., RUENESS, J. & SKULBERG, O. Notat: Undersøkelse av vann- og forurensningsproblemer ved kjernekraftverk. NIVA, Blindern, juli 1971.
- SÆTRE, H. J. Rapport 2. Hydrofysiske målinger ved Brenntangen og Son. Mars - september 1971. Del 1 og 2. VHL, Trondheim, 22. desember 1971.
- DAHL, F.-E. & SÆTRE, H. J. Rapport 3. Redegjørelse om resipientforholdene ved alternative anleggssteder for kjernekraftverk. Utført i samarbeid med Norsk institutt for vannforskning (NIVA). VHL, Oslo/Trondheim, 15. oktober 1971.
- DAHL, F.-E. & SÆTRE, H.J. Rapport 4. En hydrografisk undersøkelse i et snitt over Oslofjorden, Slagentangen-Larkollen 9.11. - 12.11.1971. Utført i samarbeid med Norsk institutt for vannforskning (NIVA). VHL, Oslo/Trondheim 16. desember 1971.

- KJELDTSEN, P.,
MOSHAGEN, H. &
TESAKER, E. Rapport 5. En utredning av kjølevannets
spredning i alternative resipienter.
VHL, Trondheim, 6. januar 1972.
- LAND, J. &
TESAKER, E. Rapport 6. Sporstofforsøk ved Brenn-
tangen. VHL, Trondheim, 6. januar 1972.
- DAHL, F.-E. To hydrografiske snitt i Oslofjorden.
NOTAT. NIVA, Blindern, 25. januar 1972.
- RUENESS, J. &
SKULBERG, O. Undersøkelser av vann og forurensnings-
problemer ved kjernekraftverk. Biologiske
momenter av betydning ved valg av lokal-
itet for kjernekraftverk. Generelle vur-
deringer for en grovprioritering av bygge-
steder. NIVA, Oslo februar 1972.

2. DRØFTELSE AV BIOLOGISKE FORHOLD.

En hver resipient har sin spesielle kombinasjon av egenskaper som gjør den mer eller mindre egnet til å motta forurensninger. En kan derfor ikke uten videre overføre resultater og erfaringer fra et område til et annet. En fastsettelse av generelle normer for tillatt påvirkning er derfor vanskelig å gjennomføre. Spesielt gjelder dette i vår geografiske situasjon med store regionale forskjeller i naturforholdene.

Med hensyn til temperaturpåvirkning, har noen land fastsatt normer for maksimalt tillatte utslippstemperaturer eller overtemperaturer i resipientene. De fleste av disse regelverk gjelder utslipp til vannforekomster i innlandet, og ofte gis det særregler og unntak fra de generelle normer. Noen land har valgt ikke å vedta faste normer og kriterier for varmtvannsutslipp (Sverige, England og flere).

Med hensyn til temperaturpåvirkning er det vanskelig å angi bestemte terskelverdier, der en antar at det er et sprang i skadelig virkning over og under bestemte grenseverdier. For enkelte arter kan nok slike angis, men neppe for organismesamfunn eller for den samlede økologiske effekt. Til tross for den omfattende viten som i dag eksisterer om temperaturens betydning på marine organismer, har man altså for liten økologisk kunnskap til å anbefale "sikre" terskelverdier for temperatur.

Ved en grovprioritering av lokaliseringsområder uten direkte undersøkelser, vil det være mest hensiktsmessig å gå ut fra at det er en lineær sammenheng mellom termisk påvirkning og effekter i økosystemet. Det vil si, at jo mindre temperaturstigningen er, og jo mindre områder som blir influert, desto gunstigere.

Hvis det skulle fastsettes generelle temperaturkriterier eller spesielle krav til en bestemt resipient, ville disse nødvendigvis bli temmelig restriktive, for å sikre mot eventuelle skadelige effekter.

I den videre vurdering av de ulike lokaliseringalternativer vil vi skille mellom følgende fem grupper av utvalgs-kriterier:

1. Utslippene må ikke skade verdifulle biologiske ressurser eller ha uheldig innvirkning for bruken av slike ressurser i området. I dag er de betydeligste biologiske ressurser knyttet til fiskeriene (i videste forstand), men en må også regne med å beskytte potensielle ressurser som kan tenkes utnyttet i fremtiden.
2. Gruntvannsområdene er av stor betydning for de biologiske forhold i havet. Det bør unngås å påvirke kystavsnitt med store gruntvannsområder.
3. Utslippene fra kjernekraftverk vil kunne forsterke en eksisterende forurensningspåvirkning av fjordområder. Av den grunn bør utslipp fra kjernekraftverk komme på avstand fra de sterkest belastede resipienter.
4. Estuarene til de store Østlandsvassdragene står i en spesiell stilling, både når det gjelder organismesamfunnenes sammensetning og som forbindelsesledd mellom sjøen og innlandsvassdragene. Disse områdene er særlig ømfintlige og tjener særlig funksjoner. Sjansene for å påvirke vandringfisken gjør også at en ytterligere bør unngå å belaste dem.

5. Områder som er spesielt verneverdige ut fra naturvitenskapelige forhold, bør påvirkes minst mulig.

I tillegg til disse fem kriterier basert på biologiske forhold, vil områder med mer eller mindre åpen kommunikasjon mot Skagerak, slik at en eventuell påvirkning av kystområdene blir så liten som mulig, være fordelaktig.

Når det gjelder radioaktive stoffer, vil liknende betraktninger som ovenfor er gjort for varmtvannsutslipp, også kunne gjøres gjeldende for utslipp av disse stoffer.

Det bør være et grunnleggende prinsipp, og det er i pakt med ICRP's^{x)} rekommendasjoner at alle utslipp av radioaktive stoffer foretas på en slik måte at de i minst mulig utstrekning kommer i kontakt med mennesker og fører til stråleeksponering. Dette vil si at områder med viktige næringsmessige ressurser og områder som er mye benyttet av mennesker, bør bli berørt i så lite omfang som praktisk mulig.

Som ved utslipp av andre stoffer, vil man som regel tilstrebe en rask og størst mulig fortykning i resipienten. Dette vil si at lokaliteter med god spredning av kjølevannet også er gunstige med hensyn til utslipp av radioaktive stoffer. Man må imidlertid være oppmerksom på at mange organismer kan konsentrere radioaktive stoffer. I en lokalitet med god fortykning kan man således risikere å finne organismer som opptar en eller flere av de aktuelle isotoper i en slik grad at lokaliteten blir ugunstig sammenlignet med en annen lokalitet med dårligere fortykning, men uten slike anrikende organismer. Å ta slike forhold i betraktning ved vurderingen av de alternative byggesteder, er ikke mulig med den foreliggende kjennskap til lokalitetene. På den annen side er det tvilsomt om det i noen lokalitet vil finnes slike forhold at rekonsentreringsprosesser vil være av noen betydning, tatt i betraktning muligheten til å bringe radioaktiviteten i utslippet fra kjernekraftverket ned.

x) Den internasjonale strålevernkommissjon.

De utvalgskriterier som ovenfor er nevnt for termisk påvirkning, kan derfor også anvendes ved vurderingen av lokaliseringalternativene med hensyn til utslipp av radioaktive stoffer. Punktene 3, 4 og 5 skulle imidlertid ha mindre betydning for slike utslipp.

Ved en skjønnsmessig gradering av de ulike alternativer på grunnlag av disse kriterier, fremstår følgende lokaliteter som særlig ugunstige for utbygging av kjernekraftverk: 6 LANGANGSFJORDEN, 7 ORMEFJORDEN, 8 VINJE, 5 HURUM, 21 HUSEBY, 10 ØSTENTO, 11 VALHALL og 22 TORSØ. Som minst ugunstig anses 4 VARDÅSEN og 23 SLAGENTANGEN, begge beliggende mot ytre Oslofjord, samt 24 HOVLAND og 25 BERVEN, beliggende mot Skagerak. For de to sistnevnte lokaliteter er imidlertid bedømmelsen usikker på grunn av manglende hydrografiske undersøkelser i området.

3. DRØFTELSE AV HYDROFYSISKE FORHOLD.

3.1. Generelt.

Ved de hydrofysiske vurderinger av byggestedsalternativenes resipienter, har en konsentrert behandlingen om to sentrale begreper:

- A Resipientens kjølevannskapasitet.
- B Byggestedsalternativets resipientkapasitet.

Med resipientens kjølevannskapasitet menes den evne resipienten har til å forsyne kjernekraftverket med adekvat kjølevann. Viktige momenter her er variabilitet i temperatur og tetthet ved inntaksnivå, og den påvirkning kjølevannsinntaket vil ha på strømmønsteret i resipienten.

Med alternativets resipientkapasitet menes den evne resipienten har til å motta kjølevann under bestemte forutsetninger. En tenker her på momenter som akkumulering av varme, fortynning av kjølevann, gjennomtrengning til overflaten ved dykket utslipp, transport av kjølevann ut av resipienten og varmetransport til atmosfæren.

Et kjølevannsutslipp kan prinsippielt anordnes på to forskjellige måter:

- a) Overflateutslipp.
- b) Dykket utslipp.

Ved overflateutslipp vil et relativt lite område påvirkes av en relativt stor overtemperatur. En vesentlig del av den tilførte varme kan her bli transportert til atmosfæren. Dette medfører en økt mulighet for frostrøykdannelse. For et dykket utslipp vil overtemperaturen bli mindre enn for overflateutslipp hvis det er tilstrekkelig fortynningsvannmasser til stede. Dette gjelder både for gjennomtrengning til overflaten og innlagring av kjølevannet. Imidlertid vil større områder påvirkes ved dykket utslipp, da varmetransporten til atmosfæren vil være vesentlig mindre enn ved overflateutslipp.

Hvilket utslippsalternativ som bør velges, må avgjøres ut fra biologiske, forurensningsmessige, lokalklimatiske, driftsmessige og andre kriterier.

Under arbeidet med de hydrofysiske forhold, har en dersom det har vært mulig, behandlet begge utslippsalternativ. Som nevnt i innledningen, er kvaliteten og omfanget av det

hydrofysiske observasjonsmateriale forskjellig for de enkelte byggestedsalternativer. Fra enkelte områder mangler en helt observasjoner. Disse områder er vudert på et generelt grunnlag. Fra andre områder har en bare lite og/eller eldre data. Disse data er da blitt brukt til å understøtte en generell vurdering. Til slutt er det en gruppe byggestedsalternativer hvorfra en har et relativt rikholdig observasjonsmateriale. Dette er fra steder som tidlig i grovprioriteringsfasen er blitt omfattet med spesiell interesse.

De hydrofysiske undersøkelser som har vært utført vil, i tillegg til spredningsberegningene også ha betydning på et senere stadium når den endelige inntaks- og utslippsanordning skal bestemmes.

En har funnet det riktig å vurdere hvert byggestedsalternativ for seg med hensyn til de hydrofysiske forhold. Som nevnt ovenfor, er bakgrunnen for bedømmelsen forskjellig for de enkelte alternativer.

3.2. Hydrofysisk vurdering av resipientforholdene ved de enkelte byggestedsalternativer.

De beregninger som er utført i Rapport 5 for overtemperatur i resipientene ved alternative byggesteder for kjernekraftverk er basert på at kraftverket skal bestå av fire aggregater. Dette medfører en kjølevannsmengde på $200 \text{ m}^3/\text{s}$ oppvarmet 8 - 10 deg.

Det er antatt at varmemengden i sin helhet blir tilført resipienten, dvs. ikke bruk av kjøletårn e.l.

Det vil føre for langt her å komme inn på de reservasjoner som er gjort med hensyn til de teoretiske beregninger (henvises til Rapport 5).

Det skal imidlertid bare påpekes at en del av grunnlaget for beregningene - de hydrografiske observasjoner (temperatur og saltholdighet) - er en av de mest begrensende faktorer. Dette kommer av at observasjonene gjerne ikke er tatt ofte nok, da korttidsvariasjonene i de hydrografiske parametre er stor (det henvises til Rapport 4, der dette til fulle er vist).

For å beskrive årsvariasjonene i de hydrografiske forhold, er det forsøkt i beregningene å finne typiske situasjoner for vinter, vår (flomperioden) og sommer. Noen av disse situasjoner er tatt med i den senere behandling av de enkelte alternativer.

1 BRENNTANGEN.

Byggestedet ligger på østsiden i ytre del av Drøbaksundet (sundet mellom Drøbak og Filtvet). Hydrografien viser at vannet er stabilt sjiktet i månedene mai - august, med pyknoklin mellom 9 og 20 meter. Utover høsten svekkes sjiktningen, og om vinteren inntreffer situasjoner med nøytral sjiktning i de øverste 50 meter. Både målinger fra perioden 1962 - 1965 og målinger fra 1971 - 1972 viser at man om vinteren kan få gjennomtrengning av kjølevann til overflaten.

Strøm- og transportmålinger viser at det er et strømskjær på langs i Drøbaksundet (Rapport 2). I overflatelaget er det på østsiden en nordoverrettet reststrøm, på vestsiden en sydoverrettet. Beregninger av den innvirkning det oppvarmede kjølevann vil ha på resipienten, viser at en i overflaten vil få en overtemperatur på mellom 1 og 5 deg i Drøbaksundet. For den østlige del av Breiangen må en regne med en overtemperatur på 1 deg. Dette gjelder for overflateutslipp. For dykket utslipp og innlagring er verdiene 0,5 deg i nærområdet og 0,4 deg i fjernområdet. Samme forhold skulle gjelde både sommer og vinter.

En varmetilførsel i den nordoverrettede reststrøm ved BRENNTANGEN vil kunne medføre en varmetransport over Drøbakterskelen og inn i indre Oslofjord. Dette momentet er usikkert, da det ikke foreligger direkte målinger.

I forbindelse med den mulige varmetilførsel til indre Oslofjord kan det være av interesse å peke på følgende forhold:

Effekten av en eventuell varmetilførsel til vannmassene i indre Oslofjord vil bl.a. være at omsetningshastigheten i systemet øker, det organiske materialet nedbrytes raskere (mineraliseres), og platenæringsstoffene blir raskere tilgjengelige for planteplanktonet. Totalt vil en få en økning

i produksjon av organisk stoff, og en større tæring på oksygenet. Forurensningen (eutrofieringen) i indre Oslofjord i dag skyldes kloakkvannets innhold av plantenæringsstoffer som fører til en masseutvikling av alger. Det organiske stoff som dermed blir produsert, omsettes i naturen ved oksygenkrevende prosesser, og kan føre til oksygensvikt langs bunnen og oppover i vannmassene.

En temperaturpåvirkning i et allerede forurensningsbelastet område vil derfor kunne motvirke de rensetekniske tiltak (fjerning av næringsalter og organisk stoff) som en i dag setter i verk for å beskytte vannforekomstene mot en slik utvikling.

2 SONSÅSEN.

Strømmålinger viser at det langs land går en sydoverrettet reststrøm mot Mossesundet (Rapport 1). Ved et eventuelt kjølevannsutslipp vil dette muligens gi en varmetransport inn i Mossesundet, og dermed akkumulering av varme i dette sterkt forurensede område. Beregninger viser at en vesentlig del av Mossesundet vil få en overtemperatur på 1 deg i overflaten. Den nordre del vil få en overtemperatur i overflaten på ca. 5 deg. Dette gjelder for overflateinntak. For dypinntak blir overtemperaturene henholdsvis 0,4 deg og 0,5 deg. Begge arealberegningene gjelder både sommer og vinter.

Andre hydrofysiske målinger viser at en ved dykket utslipp kan få gjennomtrengning av kjølevann til overflaten om vinteren, da overflatelaget her ofte er homogent. På grunn av at tidevannskomponentene i overflatestrømmene er relativt store, er det mulighet for resirkulasjon av kjølevann.

4 VARDÅSEN.

En har fra området en del hydrofysisk observasjonsmateriale (Rapport 4). Byggestedsalternativet ligger på østsiden av fjorden, og relativt åpent. Strømmålinger viser at det i området langs land er en nordoverrettet strøm. Denne kan enten være en estuarin kompensasjonsstrøm, eller transport av lavt salint vann fra Glommas estuarområde. (Rapport 4).

Om vinteren kan vannet være nøytralt sjiktet i de øverste 20 - 30 m, slik at gjennomtrengning av kjølevann til overflaten er mulig. Dette blir hindret når vann fra Glommas estuarområde strømmer nordover. Om sommeren vil den relativt store ferskvannstilførsel fra Drammenselven lage en kraftig pyknoklin nær overflaten, slik at innlagring vil kunne oppnås. Fortynningsmulighetene av kjølevannet ansees for å være gode.

Beregninger av overtemperatur i overflaten er utført for to alternativer.

1. Vintersituasjon uten tetthetssjiktning og med overflateinntak.
2. Sommersituasjon med tetthetssjiktning og inntak på 30 m.

Ved det første alternativ er overtemperaturen i nærområdet beregnet til 5 deg, (plumens lengde og bredde er beregnet til 4 km for begge). I fjernområdet vil en plum med lengde ca. 12 km og bredde 7 km ha en overtemperatur på 1 deg.

For det andre alternativ er overflatens overtemperaturer beregnet til 0,8 deg og 0,2 deg i hhv. nær og fjernområde.

En har valgt å skille mellom Vardåsen og Slagentangen i rangeringen, fordi transportmønsteret ved Vardåsen er slik at varme sannsynligvis vil bli transportert innover i Oslofjorden.

5 HURUM.

Byggestedet ligger ut mot Breiangen, i et område som en har få hydrografiske målinger fra.

Ved å beregne overtemperaturen i overflatelaget fra et tenkt kjølevannsutslipp med overflateinntak, kommer en til at hele Breiangen vil få en overtemperatur om sommeren på ca. 1 deg, det samme gjelder for vinteren. Et relativt stort nærområde (ca. 25 km²) vil få en overtemperatur på ca. 5 deg.

Et byggested ut mot Breiangen vil kunne få problemer med resirkulasjon av kjølevann, da det i overflatelaget ved Drammensfjordens utløp lett vil kunne dannes hvirvler. For alternativt utslipp lagt mot Drammensfjorden henvises det til Rapport 3.

6 LANGANGSFJORDEN.

Det foreligger et relativt stort observasjonsmateriale av strøm og hydrografiske parametre fra området. Dette viser at de nåværende strømhastigheter er små i overflatelaget. Temperatur- og saltholdighetsmålinger (T-S) viser at det er til dels store kortperiodiske variasjoner av tetthet i overflatelaget.

Området er relativt innelukket med største terskeldyp 32 meter i Helgerofjorden. Det er indikasjoner på at det kan dannes hydrogensulfid i de dypere lag av fjorden.

Utførte beregninger tyder på at en i området vil få til dels store overtemperaturer i overflaten. Ved overflateinntak og liten tetthetssjiktning har en beregnet en overtemperatur på 2 deg i en større del av Langesundsfjorden og overtemperaturer opp til ca. 5 deg i hele Langangsfjorden og Håøyfjorden. Nærområdet er beregnet å få en overtemperatur på ca. 8 deg (ca. 20 km²).

Ved markert tetthetssjiktning vil overtemperaturområdene bli mindre, men et større område av fjordene i nedre Telemark er beregnet å få en overtemperatur på 2 deg.

Ved dypinntak på 30 meter vil en i området Langangsfjorden - Ormefjorden - Håøyfjorden og indre deler av Langesundsfjorden få en overtemperatur på 1,5 deg i overflaten, mens Langangsfjorden er beregnet å få en overtemperatur på 1,8 deg i overflaten.

De omtalte kortperiodiske variasjonene i hydrografien vil kunne medføre at man ikke kan dra nytte av tetthetssjiktningen ved f.eks. innlagring av kjølevannet.

Alternativet ligger i et relativt innestengt område. Som beregninger av overtemperaturen i overflaten tyder på, vil en sannsynligvis få akkumulering av varme i dette området. Videre er det mulig at det nåværende strømmønster vil endres p.g.a. kjølevannsinntak og utslipp.

7 ORMEFJORDEN.

Ormefjordsalternativet ligger i samme fjordsystem som Langangsfjordsalternativet. De vurderinger som er lagt til grunn for vurderingen av dette vil derfor også gjelde for alternativet i Ormefjorden.

De foreslåtte inntak og utslipp av kjølevann i forskjellige fjorder er vurdert til å ha samme innvirkning på hele fjordsystemet som om inntak og utslipp var lagt til samme fjord, etter en viss driftsperiode, særlig ved dypinntak.

8 VINJE.

En har hydrografiske målinger (T-S) fra området. Bygge- stedet ligger med resipient åpen mot Skagerak. En må kunne regne med en god fortykning av kjølevannet hvis inntak og utslipp plasseres hensiktsmessig. På grunn av den åpne beliggenhet mot Skagerak vil en kunne få gjennom- trengning av kjølevann til overflaten, da overflatelaget ofte er homogent p.g.a. vindblanding.

11 VALHALL.

En har ikke funnet at det foreligger hydrofysiske målinger fra dette området, slik at vurderingen er foretatt på et generelt grunnlag. Den under 21 HUSEBY nevnte under- sjøiske rygg mellom Østfoldlandet og Oslofjorden, antas å ha samme virkning her som for alternativet 21 HUSEBY. Et dykket utslipp i Lera, vil sannsynligvis medføre gjennom- trengning av kjølevann til overflaten, p.g.a. de små dybder som er her. Ferskvannstilførselen fra Glomma og dermed brakkvannstransporten i overflatelaget i Lera, kan gi en tilfredsstillende transport av varme ut av resipienten. Imidlertid er det ved en slik løsning fare for resirkulasjon av kjølevann, selv om kjølevannsinntak blir lagt mot Oslo- fjorden.

10 ØSTENTO.

Alternativet ligger i samme område som 11 VALHALL, og en vil vise til dette, med unntak av de vurderinger som er gjort for utnyttelse av brakkvannstransporten i Lera.

21 HUSEBY.

Byggestedet er til dels vurdert på generelt grunnlag. En har ingen kjente observasjoner fra nærområdet. Kjøle- vannsinntak i Elingårdskilen eller dens utløp frarådes, da det p.g.a. små tverrsnittsflater her vil settes opp relativt

sterke strømmer. Resipienten langs Østfoldlandet er avstengt fra Oslofjorden, dels ved en undersjøisk rygg, dels ved øyer og holmer. Akkumulering av varme er sannsynlig mellom denne barriere og Østfoldlandet. Et dykket utslipp mot Krokstadlera vil muligens, p.g.a. de små dybder og innestengthet, føre til gjennomtrengning til overflaten av kjølevann og akkumulering av varme.

22 TORSØ.

Byggestedet er vurdert på generelt grunnlag. Resipienten er meget innelukket med lite dyp både ved inntaks og utslippssteder. En antar at mulighetene for innlagring av kjølevann ved dykket utslipp er små, og at resipientens transportevne er liten. Tilgjengelig kjølevannsmengde vil være begrenset og akkumulering av varme er sannsynlig.

23 SLAGENTANGEN.

Byggestedsalternativet ligger på vestsiden av Oslofjorden. Hydrofysiske undersøkelser viser at det er en sydoverrettet transport i overflatelaget (brakkvannstransport) på denne siden av fjorden. Tetthetssjiktningen er slik at en ved tilstrekkelig dybde for utslippet, ikke skulle vente gjennomtrengning til overflaten av kjølevannet. Inntaks- og utslippsted bør plasseres etter nærmere lokale undersøkelser.

Ved inntak på 30 m og dykket utslipp, er overtemperaturen i overflaten i nærområdet beregnet til 0,8 deg. Plumens lengde og bredde er beregnet til hhv. 3,5 km og 6 km. I fjernområdet, dvs. fjorden mellom Bolærne og Jeløya, er overtemperaturen beregnet til 0,2 deg. Dette gjelder for en sommersituasjon.

En har vurdert alternativet som det beste av alle foreliggende når det gjelder muligheter for å få transportert varme ut av resipienten.

24 HOVLAND.

Fra dette byggestedsalternativet er det ingen kjente hydrofysiske undersøkelser, slik at bedømmelsen er gjort på et generelt grunnlag.

En går ut fra at hverken inntak eller utslipp av kjølevann vil bli lagt til den meget grunne Viksfjorden.

Det antas at transportmønsteret i farvannet utenfor, ikke kommer inn i det generelle kyststrømbildet med sydvestrettet reststrøm, slik at plassering av inntaks- og utslippssteder må vurderes ved lokalmålinger i området.

Kystfarvannet utenfor er grunt med en heller uregelmessig bunntopografi. Det er sannsynlig at innlagring av kjølevann ikke vil være mulig om vinteren, p.g.a. de små vertikale tetthetsdifferenser som en da må anta at det er i de øverste 30 m. Videre kan en ved sydlig og sydøstlig vind få oppstuvning av oppvarmet kjølevann mot land og inne i bukter og fjorder i området.

Generelt synes fortynningsmulighetene av kjølevann å være gode.

Utslipp av kjølevann må legges slik at en unngår akkumulering av arme i Larviksfjorden eller Sandefjordsfjorden.

25 BERVEN.

Heller ikke fra resipientområdet til dette byggestedsalternativet har en noen hydrografiske undersøkelser, slik at en vurdering er gjort etter generelle kunnskaper.

Inntaks- og utslippssteder bør bestemmes etter nærmere lokale undersøkelser.

En antar at fortynnings- og transportforholdene av kjølevann er gode, da resipienten er åpen mot havet.

Utslipp bør legges slik at en unngår akkumulering av kjølevann i trange vikar og fjorder.

4. DISKUSJON.

Det har vært ønskelig med en syntese av det hydrofysiske og biologiske materiale som er fremskaffet til denne sammenstilling. Imidlertid er dette vanskelig på grunn av ulike forutsetninger. Mens det hydrofysiske grunnlag dels er basert på direkte undersøkelser som er gått inn i en beregningsmodell og dels på generelle kunnskaper, er det for de biologiske forhold ikke gjort feltundersøkelser.

De biologiske forutsetninger støtter seg til litteratur som omhandler vann- og forurensningsproblemer i forbindelse med kjernekraftverk. Samtidig har man så langt det var mulig skaffet seg en oversikt over biologiske ressurser og biologiske forhold som kan bli influert i det aktuelle kystområdet.

Følgende kriterier er lagt til grunn for bedømmelsen:

- Forekommende biologiske ressurser.
- Gruntvannsområder (gyte- og oppvekstområder).
- Forurensningsbelastninger.
- Estuarområder (vandringsveier for fisk).
- Naturvitenskapelig verneverdighet.

For de hydrofysiske forhold er undersøkelsene og beregningene lagt opp slik at grunnlaget for bedømmelsen blir:

- Adveksjon, herunder det stasjonære strømmønster og utskiftningsforhold.
- Transportevne av varme til atmosfæren.
- Mulighet for innlagring og fortynning av kjølevann.
- Topografiske forhold.
- Innvirkning på dyp- og bunnvann i andre resipienter og/eller andre områder av resipienten.

Det er prinsippielt mulig å tenke seg to hovedløsninger på kjølevannets spredning i resipienten:

1. Kjølevannet uttynnet og/eller innlagret over større områder slik at overtemperaturen blir liten. Langsom varmeavgivelse til atmosfæren.
2. Kjølevannsutslipp i overflaten til et begrenset område hvor overtemperaturen blir stor. Rask varmeavgivelse til atmosfæren.

I de hydrofysiske vurderinger er det punkt 1 som har vært utgangspunkt for grovprioriteringen. Fra et biologisk synspunkt er det ikke tatt stilling til hvilken hovedløsning som er å foretrekke for det enkelte byggested, men generelt gjelder kravet at skadevirkningene må være minst mulig.

Nedenfor er byggestedsalternativene gruppert og rangert etter mulig innvirkning på resipienten. Det er ikke foretatt noen rangering innen de enkelte grupper.

Gruppe I.

Lokaliteter som er vurdert å medføre minst ugunstig virkning på biologiske forhold og som samtidig har gunstige transportmuligheter for kjølevannet:

- 23 SLAGENTANGEN
- 25 BERVEN

Gruppe II.

Lokalitet som er vudert å medføre minst ugunstig virkning på biologiske forhold, men hvor transportforholdene er mer ugunstig enn for gruppe I:

- 4 VARDÅSEN

Gruppe III.

Lokaliteter som er vurdert mindre egnet ut fra biologiske forutsetninger og hvor varmetransporten kan bli til dels ugunstig (for 24 HOVLAND er hydrofysiske forhold ikke kjent):

- 1 BRENNTANGEN
- 24 HOVLAND

Gruppe IV.

Lokaliteter som er vurdert dårlig egnet ut fra biologiske forutsetninger. Det er mulig at tekniske tiltak, hensiktsmessige anordninger eller vesentlige flyttinger/endringer av utslippstracéene kan bidra til å bedre forholdene, slik at en annen rangering kan være mulig (se kapittel 3):

- 2 SONSÅSEN
- 5 HURUM
- 6 LANGANGSFJORDEN
- 7 ORMEFJORDEN
- 8 VINJE
- 10 ØSTENTO
- 11 VALHALL
- 21 HUSEBY
- 22 TORSØ

Byggestedsalternativene 9 AMURÅSEN, 20 BUNNEFJORDEN og 26 TRÅK er ikke behandlet, da disse tidligere er ekskludert.

5. SAMMENFATNING OG KONKLUSJON.

- I Denne sammenstilling er gjort på grunnlag av rapporter og utredninger utført for NVE/S og NIVA og VHL. Samarbeid har funnet sted med de institusjoner som det er fattet vedtak om å samarbeide med.
- II Rapportene som er lagt til grunn, er satt opp på side 2.
- III På møte i NVE den 11.1.1972 ble NIVA og VHL anmodet om å utarbeide en felles sammenstilling av tidligere arbeider for bruk til en grov-prioritering.
- IV Selv om det ikke har vært mulig å lage en direkte syntese av det foreliggende materiale, har vi funnet det forsvarlig å foreta et utvalg av lokaliteter ut fra hvordan resipientforholdene eventuelt vil bli influert. Fore å foreta dette utvalg, er det lagt vekt på hydrofysiske momenter og viktige biologiske kriterier.
- V De lokaliteter som stiller seg bedre enn de øvrige er:

23 SLAGENTANGEN
25 BERVEN
4 VARDÅSEN
1 BRENNTANGEN
24 HOVLAND

VI To lokaliteter peker seg særlig ut:

23 SLAGENTANGEN

25 BERVEN

Disse blir ut fra resipientvurderinger foreslått for videre bearbeiding.

Trondheim, 14. februar 1972.

HJS/ÅM