

RAPPORT LNR 3840-98

Sykkylvsbrua

Vurdering og oppdatering
av konsekvensanalysen for
Sykkylvsfjorden fra 1986 på
basis av nye bruplaner

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Sykkylvsbrua Vurdering og oppdatering av konsekvensanalysen for Sykkylvsfjorden fra 1986, på basis av nye bruplaner	Løpenr. (for bestilling) 3840-98	Dato mars 1998
	Prosjektnr. Undernr. O-98047	Sider Pris 28
Forfatter(e) Lars G. Golmen Jarle Molvær Einar Nygaard	Fagområde 32	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Møre og Romsdal	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Sykkylvsbrua A/S v/Einar Ekornes, 6222 Ikorntnes	Oppdragsreferanse Bestilling 27/2 1998
---	--

Sammendrag Det foreligger nye planer om bygging av bru over Sykkylvsfjorden, mellom Vik og Ikorntnes. Planene innebærer 150 m steinfylling fra Vik. Resten av brua vil stå på fundamenter i sjøen. Antall fundamenter blir om lag 15. NIVA har gjort nye teoretiske vurderinger av planene med omsyn til mulige konsekvenser for vannkvalitet og isforhold. Basis for vurderingene er miljøutredningene fra 1985-86 for de daværende bruplanene som innebar lengre fylling. Grunnlaget for å bedømme innvirkningen på oksygenforholdene i fjorden er forholdsvis svakt. Oksygenforholdene i bassengvannet vil imidlertid neppe bli særlig berørt ved bygging av en bru, og vil sannsynligvis bli karakterisert som Gode - Meget Gode. Oppholdstiden i øvre lag vil øke med 5-10 % som følge av brua. Isolert sett vil dette kunne medføre en viss forverring av vannkvaliteten i øvre lag. Men dette er forventet å bli oppveid av de forbedringer som har skjedd eller er i ferd med å skje når det gjelder kloakk og forurensingstilførsler til øvre lag til fjorden. Det vil oppstå bakevjer på begge sider av brufyllinga. For isforholdene vil brua fortsatt kunne innebære økt islegging under ellers uendrede klimatiske forhold, og det er fortsatt en risiko for isoppstuvning på sørsida av den planlagte fyllinga.

Fire norske emneord 1. Sykkylvsfjorden 2. Vannutskifting 3. Brufylling 4. Konsekvensanalyse	Fire engelske emneord 1. The Sykkylvsfjord 2. Water renewal 3. Causeway 4. Impact assessment
--	---



Lars G. Golmen
Prosjektleder

ISBN 82-577-3420-9



Bjørn Braaten
Forskningsjef

Sykkylvsbrua

Vurdering og oppdatering

av konsekvensanalysen for Sykkylvsfjorden fra 1986

på basis av nye bruplaner

Forord

På midten av 1980-tallet ble det nedlagt mye arbeid i samband med planlegging av bru over Sykkylvsfjorden på Sunnmøre, mellom Vik på nordøstsida og Ikornnes på sørvestsida av fjorden. NIVA (Norsk institutt for vannforskning) gjennomførte undersøkelser i fjorden i 1986, og utarbeidet samme år en konsekvensanalyse for vannkvalitet og isforhold.

Bruplanene ble av prioriterings- og finansieringsårsaker ikke realisert den gang. Idéer og planer har imidlertid vært holdt ved like, og Sykkylvsbrua har nå fått ny aktualitet. I regi av selskapet Sykkylvsbrua A/S gjennomføres det en revisjon av planene, med siktemål å framlegge disse for Stortinget i løpet av vårsesjonen 1998.

I den sammenheng er NIVA nylig blitt kontaktet av selskapet med spørsmål om å foreta en gjennomgang av den foreliggende konsekvensanalysen for fjorden, og oppdatere denne på aktuelle punkter, i lys av de reviderte bruplanene og evt. andre momenter som er kommet til siden sist. En avtale om dette ble etablert i slutten av februar 1998, med siktemål å ha resultater ferdige til et møte med Vegkontoret i Molde den 30. mars 1998.

Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Einar Ekornes. Teknisk etat og planavdelinga i Sykkylven kommune og overingeniør Jørn A. Hasselø hos Vegkontoret i Molde har bidratt med informasjon undervegs. På NIVA har forsker Jarle Molvær og forskingsassistent Einar Nygaard velvilligst bidratt til å få rapporten ferdig, til tross for den svært knappe tidsfristen.

Bergen/Oslo, mars 1998

Lars G. Golmen

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	7
1.1 Bru-planene	7
1.1.1 Endringer i planene siden 1986	7
1.2 Formål med rapporten	8
1.2.1 Supplerende målinger	9
1.3 Sykkylvsfjorden	9
1.3.1 Ferskvannstilførsel	12
1.3.2 Forurensingssituasjonen	12
2. Om konsekvensvurderingene fra 1985-86	14
3. Viktige faktorer for vassutskifting og vasskvalitet i Sykkylvsfjorden	15
3.1 Generelt	15
3.2 Eldre og nyere data fra fjorden	15
3.2.1 Oksygenforholdene	15
3.2.2 Næringssalter	16
4. Nye beregninger for virkning av brua	17
4.1 Vannkvalitet	17
4.2 Sirkulasjon, bakevjer	17
4.2.1 Modellen SMS/RMA-2	18
4.2.2 Ligninger i RMA-2	18
4.2.3 Input til modellen	19
4.3 Modellresultater, uten fylling.	20
4.4 Modellresultater, med fylling.	20
5. Diskusjon og foreløpige konklusjoner	23
5.1 Forenklinger i modellene	23
5.1.1 Bru-fundamentene	23
5.1.2 Vind	23
5.1.3 Andre betingelser	24
5.2 Vannkvalitet i øvre lag	24
5.3 Brakkvann og islegging	24
5.4 Sluttkommentarer	25
6. Litteratur-referanser	27
Vedlegg A. Konklusjonene fra forrige gransking	28

Sammendrag

Det foreligger nye planer for bygging av bru over Sykkylvsfjorden i Møre og Romsdal. I den sammenheng har NIVA (Norsk institutt for vannforskning) fått i oppdrag av Sykkylvsbrua A/S å utrede mulige vannfaglige konsekvenser for fjorden. I 1985-86 ble det utført liknende utredninger for bruplaner som innebar mer omfattende inngrep enn det dagens planer innebærer. Foreliggende rapport har tatt utgangspunkt i de forrige vurderingene med oppdateringer på punkter som synes relevante som følge av endrede bruplaner og endring i forurensingssituasjonen i fjorden.

Bruplanene

Den planlagte brua skal gå fra Vik på nordaust-sida av fjorden til Ikornnes på sørvest-sida. Brua vil bli 1129 meter lang. Dette inkluderer 150 m steinfylling ut fra Vik-sida. Fyllinga vil ligge ca 500 m nordafor utløpet av Vik-elva. På Ikornnes starter første bruspenne på land, slik at det ikke blir noen fylling der. Eksakt antall brufundamenter er ikke endelig bestemt, men det er antydning 14 - 15 søyler som gir en avstand mellom søylene på 50 - 60 m.

Planene som forrige konsekvensutredninger fra 1985-86 forholdt seg til, gjaldt samme brutrasé. Men det var da planlagt lenger brufylling. NHL i Trondheim utredet tre ulike fyllingsalternativer, h.h.v. 200 m, 320 m og den lengste på 500 m. NIVA tok deretter utgangspunkt i ei 320 m lang fylling. Seinere i 1986 ble også alternativet med 200 m fylling vurdert av NIVA.

Nåværende brualternativ med 150 m fylling er altså kortere enn samtlige av de alternativer som er utredet tidligere. I utgangspunktet kan dermed konsekvensene for fjorden antas å bli mindre enn for de lengre fyllingsalternativene. Formålet med rapporten har derfor vært å fokusere på noen nøkkelfaktorer, nærmere bestemt vannkvalitet, brakkvann/salinitet, isforhold og evt. andre (nye) vann-faglige momenter. Oppgradering i forhold til forrige vurderinger gjelder først og fremst bruk av nye beregningsmodeller med bedre oppløsning, med fokus på virkninger av brua for vannkvalitet i djuvatnet og sirkulasjon i øvre lag, inkludert bakevjer.

Nye opplysninger om fjorden

Med unntak av noen målinger i fjorden fra høsten 1986 som ikke var tatt med i de forrige utredningene, har vi ikke funnet nye data som kan gi en oppdatert miljøstatus for fjorden og danne et forbedret grunnlag for vurderinger av effekter. Kommunens hovedplan for avløp vil innebære en betydelig sanering på avløpssektoren, med forventet forbedring av vannkvaliteten i øvre lag og langs land. Anlegget for fiskeoppdrett (Vik Laks A/S) er også borte. Dette innebærer en faktor mindre å vurdere både når det gjelder forurensing, og når det gjelder skader som følge av effekter av brua.

Beregninger av effekter

Modellberegningene viser en økning av midlere oppholdstid i øvre lag i fjorden på 5-10 % som følge av brua. Dette er i harmoni med de laveste anslagene som NHL fant i sine beregninger i 1985. Med de forbedringer som har skjedd eller er i ferd med å skje i fjorden når det gjelder forurensingstilførsler på grunt vann er det neppe grunnlag for å hevde at brua vil medføre noen merkbar forverring av tilstanden i øvre lag.

Det er sannsynlig at bakevedannelse på begge sider av brufyllinga vil forekomme. Beregningene viser at det sannsynligvis forekommer tidvis stagnasjon (bakevje) også i dag på nordsida av fyllingsområdet. Endringene som følge av brua vil dermed være mest merkbare på innsida (sørsida) av fyllinga, men en risiko for økt stagnasjon på nordsida er også notert.

Grunnlaget for å bedømme oksygenforholdene i fjorden er forholdsvis svakt. Oksygenmålingene i 1982 og 1986 tyder på God - Meget God tilstand. Modellresultatene for vannkvalitet (oksygen) i

dypvannet indikerer imidlertid minimumsverdier på 2,4-2,6 ml/l. Disse verdiene faller innfor SFTs tilstandsklasse "Mindre God" og ligger i grenseområdet for akseptabelt oksygenivå i forhold til langtidsskader på bunnfaunaen. Manglende overensstemmelse mellom målte verdier og mer generelle modellberegninger er ikke uvanlig, men avviket er her uvanlig stort. Vår vurdering er imidlertid at størst vekt må legges på de målte oksygenkonsentrasjonene, og det viktigste resultatet ved modellberegningene er at endringene i oksygenforhold etter byggingen av brua vil være små. Men mangel på flere og nyere data representerer en usikkerhet, blant annet i forhold representativiteten av dataene fra 1982 og 1986 og til de reguleringer på avløpssektoren som har skjedd, eller er i ferd med å skje i Sykkylven. Sanering av grunne avløp vil representere forbedringer i strandsone og overflatelag, men kan representere større belastning på dypvannet.

Vurderingene om is fra forrige utredninger kan i store trekk stå ved lag også for nåværende situasjon, d.v.s. at brua vil kunne medføre en viss økning i isdannelse ved ellers like klimatiske og hydrografiske betingelser. Men med kortere fylling enn det som den gang var lagt til grunn i is-beregningene (300 m), vil endringene ved dagens forslag også bli mindre. Brufyllinga vil fortsatt representere en risiko for isoppstuvning på sørsida.

Kommentarer

Brua vil i følge NIVAs nye vurderinger neppe innebære større påvirkning på vannkvaliteten generelt i fjorden. Likevel tilrår vi at det snarest blir gjennomført en ny prøvetakingsserie i fjorden for å oppdatere miljøstatusen. På den måten kan en også få etablert gode referanse-målinger for situasjonen før brua blir bygd, og som samtidig ligger nær opp til framtidig situasjon for kommunale avløp. Både kommunen, bruselskapet, publikum og miljøvernmyndighetene vil få nytte av disse målingene. Det å få utført slike målinger er også i tråd med tilrådingene gitt i kommunens hovedplan for avløp.

1. Innledning

I samband med nye planer for bygging av bru over Sykkylvsfjorden, har NIVA fått i oppdrag av Sykkylvsbrua A/S å utrede mulige vannfaglige konsekvenser for fjorden.

I 1985-86 ble det utført en relativt omfattende konsekvensvurdering av daværende bruplaner (Bjerknes og Golmen, 1986 a, b). Denne nye rapporten tar utgangspunkt i disse vurderingene, med oppdatering kun på relevante punkter som følge av endrede bruplaner, endring i forurensingssituasjonen og evt. endringer i dokumentasjonskrav fra myndighetene.

1.1 Bru-planene

Den planlagte brua skal gå fra Vik på nordaust-sida av fjorden til Ikornnes på sørvest-sida. Figur 1 viser ei skisse av brua som er utarbeidet av bruselskapet. Bru-traséen er inntegnet i figur 2 og på utsnittet av sjøkartet i figur 3.

Brua vil bli 1129 meter lang. Dette inkluderer 150 m steinfylling ut fra Vik-sida. Fyllinga vil ligge ca 500 m nord for utløpet av Vik-elva (Vik-øyra).

I tilknytting til brufyllinga ved Vik er det planlagt ei båthavn med moloer på utsida (nordsida) av fyllinga. Dette er ikke en del av bruprojektet, og behandles derfor ikke særskilt i denne rapporten.

På Ikornnes starter første bruspenn på land, slik at det ikke blir noen fylling der (Sykkylvsbrua AS 1997).

Eksakt antall brufundamenter (søyler) er i skrivende stund ikke endelig bestemt. Skissen i figur 2 indikerer 14 - 15 søyler. Dette gir en avstand mellom søylene på 50 - 60 m. Det er imidlertid tale om å øke avstanden mellom søylene til 80 m, og samtidig øke antall peler i hvert fundament fra 8 til 12 (E. Ekornes, pers. medd.).

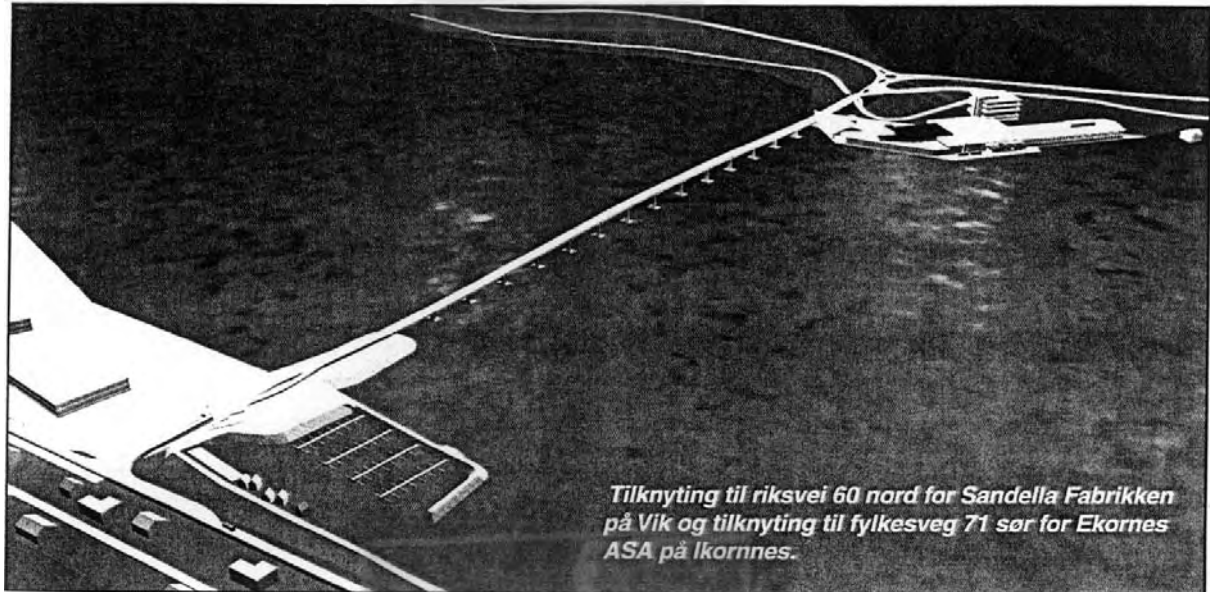
Seilingshøyden under brua vil bli 16 m i et ca 50 m bredt seilingsløp om lag på midten. Brua vil ha 6,5 m bredt kjørefelt og plass til 2 m bred gang/sykkelbane.

1.1.1 Endringer i planene siden 1986

Planene som forrige konsekvensutredning forholdt seg til, gjaldt samme brutrasé. Men det var da planlagt lenger brufylling. NHL i Trondheim (Jacobson 1985) utredet tre ulike fyllingsalternativer, h.h.v. 200 m, 320 m og den lengste på 500 m. Disse relativt omfattende inngrepene var for øvrig bakgrunnen for at SFT (Statens Forurensingstilsyn) anbefalte gjennomførelse av konsekvensanalyse for vannutskifting og vannkvalitet i Sykkylvsfjorden.

NIVA (Bjerknes og Golmen 1986a) tok utgangspunkt i ei 320 m lang fylling. Seinere i 1986 ble også alternativet med 200 m fylling berørt kvalitativt sett i et separat notat (Bjerknes og Golmen 1986b).

Nåværende alternativ med 150 m fylling er altså kortere enn samtlige av de alternativer som er utredet tidligere.



Figur 1. Tegning av den planlagte brua over Sykkylvsfjorden (fra Sykkylvsbrua AS 1997).
Antall fundamenter og søyler kan bli endret forhold til det som skissen viser.

1.2 Formål med rapporten

NIVAs oppdrag har følgende hovedmålsetting:

Oppdatere foreliggende rapport fra 1986 m.h.t. konsekvenser for Sykkylvsfjorden på grunn av de inngrep som forårsakes av brukonstruksjonen.

Konkret gjelder dette vurderinger av effekter med hensyn til:

- Vannkvalitet
- Brakkvann/salinitet
- Isforhold
- Evt. andre vann-faglige momenter

Vurderingene skal utføres i lys av dagens tilstand og endringer siden 1986 når det gjelder forurensingssituasjonen (kloakk, fiskeoppdrett o.l.) i fjorden. Nye målinger siden 1986 i den grad slike foreligger, skal innarbeides i analysene. Kortvarige miljøeffekter under selve anleggsarbeidet (tilslamming o.l.) skal ikke vurderes.

I h.h.t. avtale med oppdragsgiver kan rapporten gjøres kortfattet, med mest mulig henvisninger til tidligere utført arbeid.

En fyllingslengde på 150 m som her skal utredes er kortere enn samtlige alternativer som er utredet tidligere. Det kan antas at kortere fylling vil medføre mindre effekter, og at således konklusjonene i denne rapporten vil bli pekende i positiv lei i forhold til foregående vurderinger og konklusjoner. Men dette kan ikke tas for gitt i utgangspunktet. Flere nye momenter må tas i betraktning, og vil kunne påvirke slutningene:

- Økt kunnskap om fysiske prosesser i fjorder
- Nye opplysninger om miljøtilstanden i fjorden
- Ny situasjon når det gjelder kloakkavløp og forurensing
- Nye krav om og til konsekvensvurderinger fra myndighetene
- Nye og skjerpede krav til undersøkelsesmetoder- og omfang fra myndighetene
- Nye vannkvalitetskriterier for fjorder fra SFT
- Nye modellverktøy for påvisning og kvantifisering av effekter
- Økt miljøbevissthet generelt.

1.2.1 Supplerende målinger

Forut for avtaleinngåelsen foreslo NIVA at det også burde gjennomføres noen supplerende målinger i fjorden. Dette ble diskutert med bruselskapet og Sykkylven kommune, som i utgangspunktet begge var interesserte i dette.

Kommunen har et behov for å oppdatere beskrivelsen av miljøtilstanden i fjorden som følge av gjennomførte og planlagte tiltak på avløpssektoren, og bruselskapet er interessert i best mulig funderte konklusjoner når det gjelder konsekvensanalysene for brua.

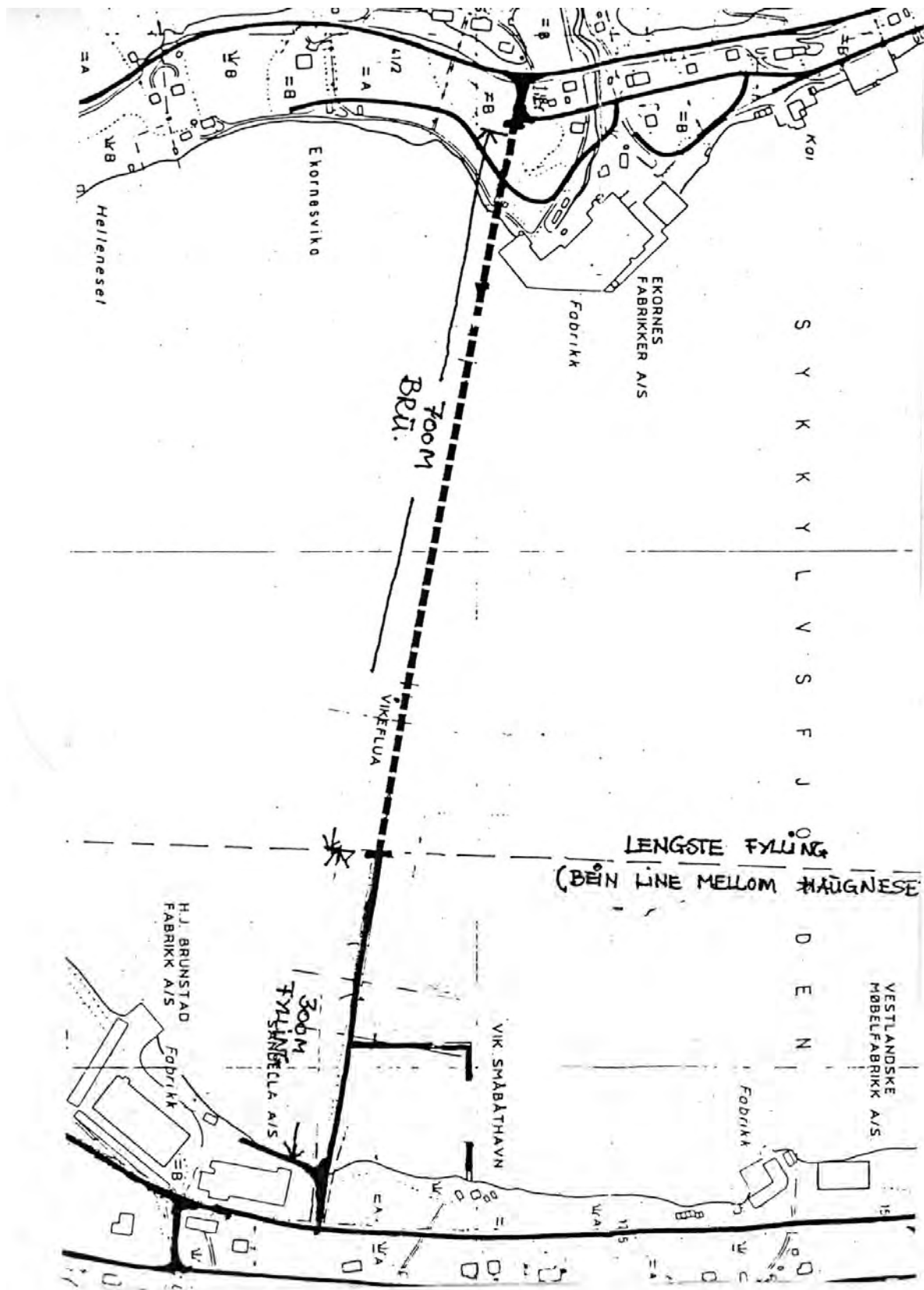
P.g.a. den knappe tidsfristen (< 1 måned) for å få ferdig rapporten, har slike målinger foreløpig ikke blitt igangsatt. Dette vil imidlertid bli fulgt opp, med siktemål å komme i gang i løpet av våren 1998 med en måleserie som skal gå i anslagsvis 1/2 - 1 år. Eventuelle usikkerheter eller svakheter i konklusjonene fra foreliggende vurderinger om brua kan da underbygges seinere ved hjelp av de nye målingene.

1.3 Sykkylvsfjorden

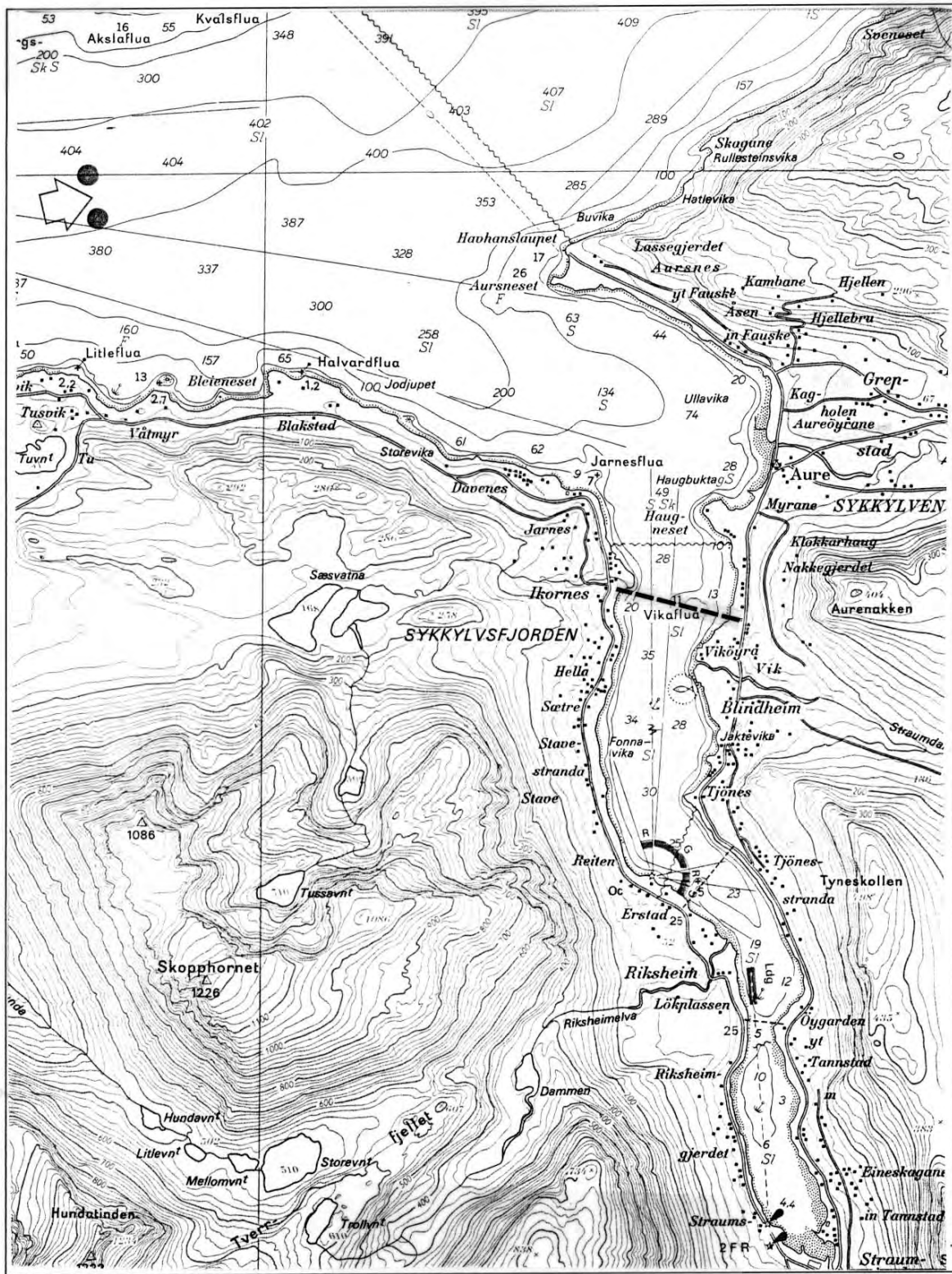
Vi gir her en kortfattet beskrivelse av fysiske/geografiske trekk ved Sykkylvsfjorden. For ytterligere opplysninger kan det henvises til andre rapporter, inkludert kommunens hovedplan for avløp (Interconsult 1995).

Sykkylvsfjorden er 7-8 km lang. Bredden varierer mellom 0,5 og 1 km, med unntak av det smalere partiet i innsnevringen ved Riksheim eller Tandstad, og lengst inne ved Straumgjerde (Fig. 3). Fjorden munner ut i den åpne og dype Storfjorden. Ved munningen ytterst ved Aursneset er det mer enn 250 m dypt.

Største dyp inne i Sykkylvsfjorden er ca 35 m, i et 3,5 km langt basseng som strekker seg fra Vikaflua og innover mot Tandstad, der det er en innsnevring og en 5 m dyp terskel. Det 2 km lange bassenget innafor inn mot Straumgjerde er 10 m dypt. Terskelen mellom Vik og Ikornnes der brua skal gå er oppgitt å ha maksimal dybde på 28 m.



Figur 2. Brutraseen inntegnet i plankart med målestokk 1:5000.



Figur 3. Utsnitt av sjøkart nr 126, med Sykkylvsfjorden og tilstøtende deler av Storfjorden. Omtrentlig trasé for brua er inntegnet. Målestokk: 1:50.000.

Tabell 1. Noen topografiske størrelser for fjorden innafor Vik-Ikornnes (etter Jacobson, 1985):

Djup (m) av nivå	Horisontalt areal (mill. m ²)	Vannvolum (mill. m ³) under "nivå"
0	3,1*	62*
10	2,3	27
20	1,6	20
30	1,3	15

* Gjelder for middelvannstand.

Tidevannsforskjellen (flo-fjære) i området er på om lag 1,5 m, med noe større utslag rundt vår- og høststjevdøgn, og i situasjoner med vindoppstuvning og lavtrykkspassasjer.

I perioder med sterk avrenning har fjorden et tydelig øvre brakkvannslag, av 2 - 4 m tykkelse. Saliniteten i dypvannet lå i 1986 mellom 33 og 34. Dette året syntes det å skje en gradvis dypvannsfornyelse i løpet av april-mai måned. Laveste oksygenverdi nær bunn i perioden februar-juni tilsvarte om lag 65 % metning. Dette er ikke kritisk lavt, men indikerer en kombinasjon av stagnasjon over tid og tilførsler av organisk materiale til dypvannet som så nedbrytes under forbruk av oksygen.

1.3.1 Ferskvannstilførsel

Elva fra det 2,5 km lange Fetvatnet munner ut ved Straumgjerde. Denne elva representerer det vesentligste av ferskvannstilførslene til fjorden med et nedslagsfelt på ca 88 km², mot øvrige ca 20 km² til resten av fjorden (Jacobson 1985).

Månedlige middelverdier for vannføringen fra Fetvatnet ligger typisk mellom 5 og 15 m³/s. Månedlige maksimalverdier kan komme opp i om lag 25 m³/s. Momentane maksimalverdier er ikke kjent, men ligger sannsynligvis på 5-10 ganger månedsmidlene. Omtrentlige tilførselsverdier til hele fjorden kan ekstrapoleres ut fra disse tallene.

1.3.2 Forurensingssituasjonen

Undersøkelser og vurderinger på 1980-tallet konkluderte med at Sykkylvsfjorden er lite til moderat forurenset. Næringssaltkonsentrasjonene i overflaten var moderate og oksygenforholdene var gode. Men det var problemer med vannkvaliteten i strandsona, som følge av uregulerte kloakkutslipp på grunt vann. Dette gjelder eller gjaldt gamle utslipp bl.a. i området ved Vikøyra (600 pe), i Haugbukta (200 pe), ved godsterminalen (500 pe) ved Sykkylven kirke (40 pe) ved ungdomsskolen (245 pe) og ved småbåthavna ute ved Vik (200 pe).

I følge hovedplan for avløp (Interconsult 1995, s. 14) medfører det brakke overflatevannet at bakterier fra utslippene overlever lengre enn i vanlig sjøvann, og dette kan skape hygienisk konflikt med badeplasser. Videre har det visstnok vært observert algevekst i indre deler av fjorden, sannsynligvis som følge av forurensing fra landbruket.

Samlede tall for kloakktilførsler fra utslipp i Sykkylven kommune tilsvarer om lag 11000 pe. Av dette tilstøter ca 6200 pe Sykkylvsfjorden (5000 pe fra regulert bebyggelse, og 1200 pe fra spredt bebyggelse). I tillegg kommer oppstrøms bidrag til fjorden fra Fetvatnet (550 pe) i følge kommunens hovedplan for avløp (Tabell 1 vedlegg til planen). Dette tilsvarer om lag 30 tonn N/år, og 4,2 tonn P/år fra befolkning. Avrenning fra dyrka mark, utmark og husdyr gir også tilførselsbidrag.

I tida som er gått siden den forrige konsekvensanalysen har planer om sanering av de spredte kommunale utslippene blitt konkretisert m.h.t. samling, siling og avløp til djupt vann i fjorden. Det arbeides nå med dette. Dette vil neppe redusere de samlede tilførslene av næringssalter til fjorden i merkbar grad, men utslippene vil i alle fall i mindre grad berøre strandsonen og grunne vannsjikt. Det er uvisst om dette vil endre tilførslene av organisk materiale til dypvannet, og endre oksygenforbruket der. På den ene side er det mulig at belastningen vil øke fordi organisk stoff som hittil har blitt transportert ut av fjorden med overflatevannet i større grad vil bli deponert i dypvannet. På den annen side vil en ny utslippssituasjon redusere næringssaltkonsentrasjonen og algeveksten i fjordens øverste vannlag, noe som kan bidra til mindre algevekst og transport av marint organisk materiale ned til dypvannet og dermed mindre oksygenforbruk der.

2. Om konsekvensvurderingene fra 1985-86

De forrige konsekvensutredningene for Sykkylvsfjorden var basert på til dels vesentlig lengre fyllingsalternativer enn de 150 m som dagens planer innebærer. På grunn av dette tilrådde eller påla SFT (Statens forurensingstilsyn) den gang utbyggeren å få gjort vurderinger for miljøkonsekvenser.

NHL i Trondheim (Jacobson 1985) gjennomførte først en vurdering som konsentrerte seg om oseanografiske forhold (strømforhold, vannutskifting, oppholdstider), basert på fyllingslengder (alternativer) på 500 m, 320 m og 200 m. NHL konkluderte med følgende (sitat):

- Brakkvannslagets oppholdstid vil øke med 10 - 60 % avhengig av utbyggingsalternativ.
- Saliniteten ("saltholdigheten") i brakkvannslaget vil minke.
- Strømmen vil minke i det lokale området som vil bli skjermet av fyllinga ved de ulike utbyggingsalternativene.
- Turbulensnivået kan synke og medføre roligere forhold, generelt lavere strømnivå og mindre vertikal utveksling (som kan resultere i noe økt oksygenforbruk, i bunnvannet, spesielt i fjordens indre deler).
- Vannkvalitetsparametre kan forandres.

NIVA ble deretter engasjert for en videre vurdering av konsekvensene, men da for de kortere fyllingsalternativene (320 m og seinere 200 m) og spesielt med tanke på islegging og vannkvalitet i forhold til fiskeoppdrett som da ble drevet i fjorden (Vik Laks A/S).

Vi gjengir her i stikkords form hovedkonklusjonene fra NIVAs rapport i 1986 (Bjerknes og Golmen 1986a) som gjaldt 320 m lang fylling. Kopi av sammendraget er tatt med i Vedlegg A bak i denne rapporten. For forholdene i fjorden vil en 320 m fylling medføre:

- Lengre oppholdstid for det utstrømmende brakkvannet (i overflata)
- Lavere salinitet i overflatelaget
- Økt brakkvannstykkelse
- Redusert overflatestrøm
- Redusert dypvannsutskifting, og redusert oksygeninnhold i dypvannet.
- Større fare for islegging og økt islagt areal om våren, med fare for oppstuvning av is mot fyllinga.

For oppdrettsanlegget (som nå er fjernet) ville en kunne vente følgende endringer:

- Periodevis økt osmotisk stress og trenging av fisk mot bunnen av mærdene
- Dårligere utskifting i mærdene og økt sedimentasjon av avfallsstoffer under disse
- Økt risiko for skader på fisk og anlegg p.g.a. is.

Det ble videre foreslått en del tiltak som kunne avhjelpe den framtidige situasjonen for anlegget.

I det etterfølgende notatet (Bjerknes og Golmen 1986b) ble effekter av en 200 m fylling vurdert kvalitativt, i forhold til 320 m alternativet. En 200 m fylling vil redusere det vertikale tverrsnittet av fjorden med ca 20 %. Midlere oppholdstid for vann i øvre lag inne i fjorden ville øke med 1-2 timer (ca 10 %) og overflatelaget ville bli 10-20 % tykkere. Ved fyllinga ville overflatestrømmen øke med inntil 10 %. Konklusjonen var at det kunne forventes relativt små endringer for isforhold, vannkvalitet og vannutskifting i forhold til de mer omfattende fyllingsalternativene som var utredet tidligere.

3. Viktige faktorer for vassutskifting og vasskvalitet i Sykkylvsfjorden

3.1 Generelt

Sykkylvsfjorden er en relativt åpen fjord. Derfor vil den være eksponert for flere ytre strømdrivende krefter slik som vind, tidevann og ferskvannsavrenning. Disse vil være spesielt effektive for overflatelaget. Hydrografiske variasjoner i tilstøtende vannmasser (Storfjorden) vil også kunne bidra til utskiftinga.

Vannutskiftinga vil styres av et samspill av de nevnte kreftene eller faktorene. I perioder med flere sam-virkende krefter vil vannutskiftinga være god. I andre perioder der kreftene er svake eller motvirkende vil det kunne være svak utskifting. Om sommeren med mye lys og oppvarming av overflatelaget vil slike perioder kunne medføre gode betingelser for algevekst.

Dypbassenget i Sykkylvsfjorden er ikke spesielt markert i forhold til mange andre terskelfjorder. Derfor er det neppe langvarig stagnasjon i dypvannet, men periodevis stagnasjon forekommer sannsynligvis.

Brua vil i prinsippet kunne tenkes å endre eller påvirke utskiftingsforholda på flere måter:

- Brufyllinga vil kunne medføre lokale bakevjer og i perioder bremse strømmen i overflatelaget
- Brusøylerne vil bidra til oppbremsing av overflatestrømmen i noen situasjoner under påvirkning fra ytre krefter
- Fylling og søyler vil på grunn av strupingseffekten kunne øke den turbulente utskiftinga av dypvatnet
- Brua vil kunne dempe vinden og dermed redusere vind-draget på overflaten og overflatestrømmen i området nær brua.

Å kvantifisere alle disse effektene krever tid og avansert modellverktøy. Men vi prøver i denne rapporten å nærme oss noen av problemstillingene enten ved bruk av enkle modeller eller ved faglig skjønn og kvalitative vurderinger.

3.2 Eldre og nyere data fra fjorden

3.2.1 Oksygenforholdene

Opplysninger om oksygenforholdene i 1982 finnes i rapport fra Fylkesmannen i Møre og Romsdal (Brun 1982), og for februar-juni 1986 hos Bjerknes og Golmen (1986a) og for juli-november 1986 i upubliserte data fra Havforskningsinstituttet, Bergen. I følge våre opplysninger foreligger det ikke nyere data fra fjorden enn dette. Den laveste konsentrasjon som har blitt målt i mellomlaget eller i bassengvannet er 4,8 mlO₂/l den 23. mai 1986. Dette ble målt 5 m over bunnen i bassengvannet innenfor terskelen. Ingen målinger viser konsentrasjoner under 4,5 mlO₂/l, som er nedre grense for Tilstandsklasse I (Meget God) i SFTs miljøklassifisering (Molvær et al., 1997).

Oksygenforholdene vil variere over året og fra år til år, og det er derfor ikke sikkert at målingene viser de laveste konsentrasjonene som kan opptre i fjorden. Men tatt i betraktning at avstanden fra

terskeldypet ned til største bassengdyp bare er ca. 6 m, er det lite sannsynlig at bassengvannet vil gjennomgå stagnasjonsperioder som er så lange at det oppstår oksygenproblemer (f.eks. klasse III, Mindre God tilstand, < 3,5 mlO₂/l). I mellomlaget vil oksygenforholdene erfaringsmessig i hovedsak være bestemt av tilstanden i vannmassene utenfor fjorden, og det er ingen data som tyder på lave oksygenverdier der.

3.2.2 Næringssalter

Næringssaltkonsentrasjoner er målt i forbindelse med Fylkesmannens undersøkelser i mai og september 1982 og ved Havforskningsinstituttets undersøkelser i juli-november 1986 (Tabell 2). Prøveantallet er for lite til at det kan gjøres en klassifisering av tilstanden etter SFT's miljøklassifiseringskriterier, men resultatene peker klart i retning av Tilstandsklasse I-II (Meget god - God vannkvalitet).

Tabell 2. Målinger av næringssalter i 2 m dyp i Sykkylvsfjorden i juli-november 1986. Dataene er stilt til rådighet av Havforskningsinstituttet i Bergen.

Stasjon	Dato	Fosfat µgP/l	Tot. nitrogen µgN/l	Nitrat µgN/l	Ammonium µgN/l	Klorofyll a µg/l
Vik- Blindheim	860706	8	109	20		0,40
	860827	6	150	6	3	0,24
	860926	11	120	7	4	0,37
	861121	14	160	62	10	0,03
Aure	860706	2	99	0		0,98
	860827	5	140	1	3	0,08
	860926	12	120	13	8	0,36
	861121	9	169	46	8	0,07

4. Nye beregninger for virkning av brua

4.1 Vannkvalitet

Eventuelle virkninger på vannkvaliteten (næringssaltkonsentrasjoner, algevekst, oksygenforhold) innenfor brua kan vurderes ved bruk av en datamodell. Til dette har vi anvendt modellen Fjordmiljø som er utviklet spesielt med grunnlag i data fra fjorder i Møre og Romsdal (Aure og Stigebrandt 1989). Beregninger er utført for 8 situasjoner: ferskvannstilførsel 5, 15, 45 og 75 m³/s, med og uten bru. Lengden av utfyllingen er satt til 150 m. De viktigste resultatene er sammenfattet i tabell 3.

Tabell 3. Beregninger av oppholdstid for vannet over terskeldyp (T_v), og oksygenminimum i bassengvannet (O_2 -min).

Ferskvanns- tilførsel (m ³ /s)	Uten bru		Med bru	
	T_v (døgn)	O_2 -min (mlO ₂ /l)	T_v (døgn)	O_2 -min (mlO ₂ /l)
5	2,8	2,4	3	2,6
15	2,8	2,4	3	2,6
45	2,8	2,4	3	2,6
75	2,8	2,4	3	2,6

Fjordmiljø er en enkel modell som ikke er spesielt "fintfølende" og man bør derfor ikke legge stor vekt på absoluttverdiene. Derimot kan man legge større vekt på den relative forskjellen mellom tilstanden uten bru og med bru:

- noe lenger oppholdstid (5-10%) for vannmassene over terskeldypet etter bygging av brua, og
- uforandret eller litt høyere oksygenkonsentrasjon ved slutten av stagnasjonsperioder i bassengvannet. Økningen skyldes i så fall at oppholdstiden for bassengvannet avtar som følge av en økning i de vertikale blandingsprosessene. Men i forhold til tabellens oksygenkonsentrasjoner vil vi minne om at 4,8 mlO₂/l er den laveste konsentrasjon som hittil er målt i bassengvannet innenfor terskelen. Etter SFTs kriterier tilsvarende dette klasse I: Meget god tilstand. I forhold til dette nivået er en endring på 0,2-0,5 mlO₂/l uten større betydning, uansett hvilken vei den går.

4.2 Sirkulasjon, bakevjer

Bakevjer kan oppstå på begge sider av steinfyllinga, og kan medføre negative virkninger som økt oppholdstid for vannet der og oppsamling av søppel og drivgods. Vi ser bort fra bakevjer i forbindelse med bru-søylene (i lé av søylene). Disse vil neppe ha noen negativ miljøeffekt.

I de forrige granskningene i 1985-86 ble temaet bakevjer kun berørt kvalitativt. Vi har her forsøksvis gjort noen beregninger med en hydrodynamisk modell som kan belyse problematikken bedre.

4.2.1 Modellen SMS/RMA-2

Forkortelsen SMS står for "Surface Water Modelling System", og er et interfaceprogram til blant annet den numeriske modellen RMA-2, som vi har benyttet. Programmet SMS er laget ved Brigham Young University, -Engineering Computer Graphics Laboratory i samarbeid med U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, og U.S. Federal Highway Administration (ECGL, 1995).

RMA-2 er en dynamisk, todimensjonal, dybde integrert numerisk modell med fri overflate. Modellen beregner løsninger ved hjelp av endelig-element (finite element) metoden.

4.2.2 Ligninger i RMA-2

Gruntvannsligningene i RMA-2 er Navier-Stokes ligninger for bevarelse av bevegelsesmengde og volum (volumkonservering).

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0$$

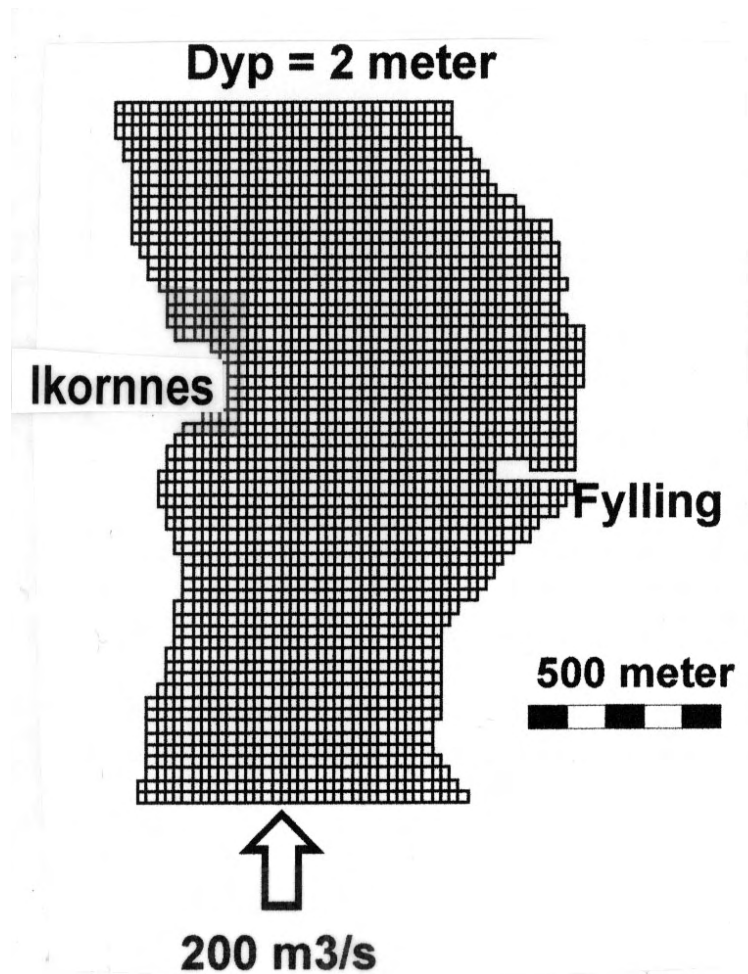
$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial a_0}{\partial x} \right) + fv - \frac{\varepsilon_{xx} \partial^2 u}{\rho \partial x^2} - \frac{\varepsilon_{xy} \partial^2 u}{\rho \partial y^2} + \frac{gu}{C^2 h} \sqrt{u^2 + v^2} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \left(\frac{\partial h}{\partial y} + \frac{\partial a_0}{\partial y} \right) - fu - \frac{\varepsilon_{yx} \partial^2 v}{\rho \partial x^2} - \frac{\varepsilon_{yy} \partial^2 v}{\rho \partial y^2} + \frac{gv}{C^2 h} \sqrt{u^2 + v^2} = 0$$

x =	Distanse i x-retning (positiv mot øst)
y =	Distanse i y-retning (positiv mot nord)
u =	Horisontal strømningshastighet i x-retning
v =	Horisontal strømningshastighet i y-retning
t =	Tid
g =	Tyngdens akselerasjon
h =	Vannndyp
A ₀ =	Helling av bunnen
ρ =	Væskens tetthet
ε _{xx} =	Normal turbulent utvekslingskoeffisient i x-retning
ε _{xy} =	Tangensial turbulent utvekslingskoeffisient i x-retning
ε _{yx} =	Tangensial turbulent utvekslingskoeffisient i y-retning
ε _{yy} =	Normal turbulent utvekslingskoeffisient i y-retning
C =	Chezy ruhetskoeffisient (Beregnet ut fra Mannings n)
f =	Coriolis parameter

4.2.3 Input til modellen

Modellen trenger flere typer data. Først må man konstruere et nettverk (grid) med diskrete punkter (dvs. data over posisjon og dyp for punktene i et nettverk, som siden interpoleres til et grid i SMS). Figur 4 viser nettverket som ble benyttet for beregningene med innlagt fylling. Nettverket er satt sammen av kvadratiske elementer med størrelse (23,5*23,5 meter). Dette gir beregningsresultater relativt raskt, mens alternativet med et fleksibelt grid kan gi bedre detaljoppløsning i områder med mye topografisk variasjon, eller f. eks. området ved fyllingen.



Figur 4. Nettverket eller gridet i RMA2 modellen for området av Sykkylvsfjorden der brua skal gå. De kvadratiske elementene har størrelse 23,5x23,5 m.

Modellen må videre gis verdier for de turbulente utvekslingskoeffisientene (her ble de satt lik $1200 \text{ m}^2/\text{s}$), og for bunnfriksjons-koeffisienten Manning's n . Disse koeffisientene kan tilegnes forskjellige verdier i forskjellige deler av gridet. Turbulens og friksjon varierer med strøm- og bunnforholdene, og er samtidig en egenskap ved selve bevegelsen. De er følgelig svært vanskelige å bestemme nøyaktig. Oppgitte størrelser på koeffisientene varierer med flere størrelsesordener (ECGL, 1995), uten at beregningsresultatene endrer seg tilsvarende mye.

Modellen må også gis dynamiske grensebetingelser. Dette kan være tidevannsamplituden ytterst i en fjord, eller (tidsvariable) elvetilførsler og vind.

Man må også tilegne nettverket en initialtilstand i ro. Dette gjøres ved å legge en horisontal, plan overflate over hele nettverket. Modellen trenger så en del tid ("spin up") på å finne representative løsninger.

Ved hjelp av de topografiske dataene, grenseflatebetingelsene og initialbetingelsene beregner RMA-2 løsninger for hvert tidssteg. Modellen beregner verdier for fart, retning og vannstand i hvert av punktene i gridet der det er lagt inn posisjon og dyp.

Her ble det for enkelhets skyld simulert strøm i et 2 meter tykt overflatelag. Det ble bare simulert utstrømmende vann, noe som vil være mest representativt for overflatelaget i en fjord med ferskvannstilførsler. Bunnfriksjonen (Manning's n) ble satt lav lik 0,005 (tilsvarer svært liten "friksjon" mot dypvannet). Vannstanden ytterst i nettverket ble holdt konstant lik 2 m. Det ble lagt på en brakkevannfluks lik 200 m³/s (ca. 10 ganger ferskvannstilførslene) inn i nettverket. RMA2 ble så brukt til å finne stasjonære løsninger for denne situasjonen, med og uten brufylling.

En slik type modellering som dette egner seg godt til å sammenligne strømstyrke og bakevjedannelse i forskjellige områder. En må derimot ta de beregnede verdiene for strømstyrke med en viss skepsis inntil en har fått kalibrert modellen mot observasjoner av strøm i enkelte punkter.

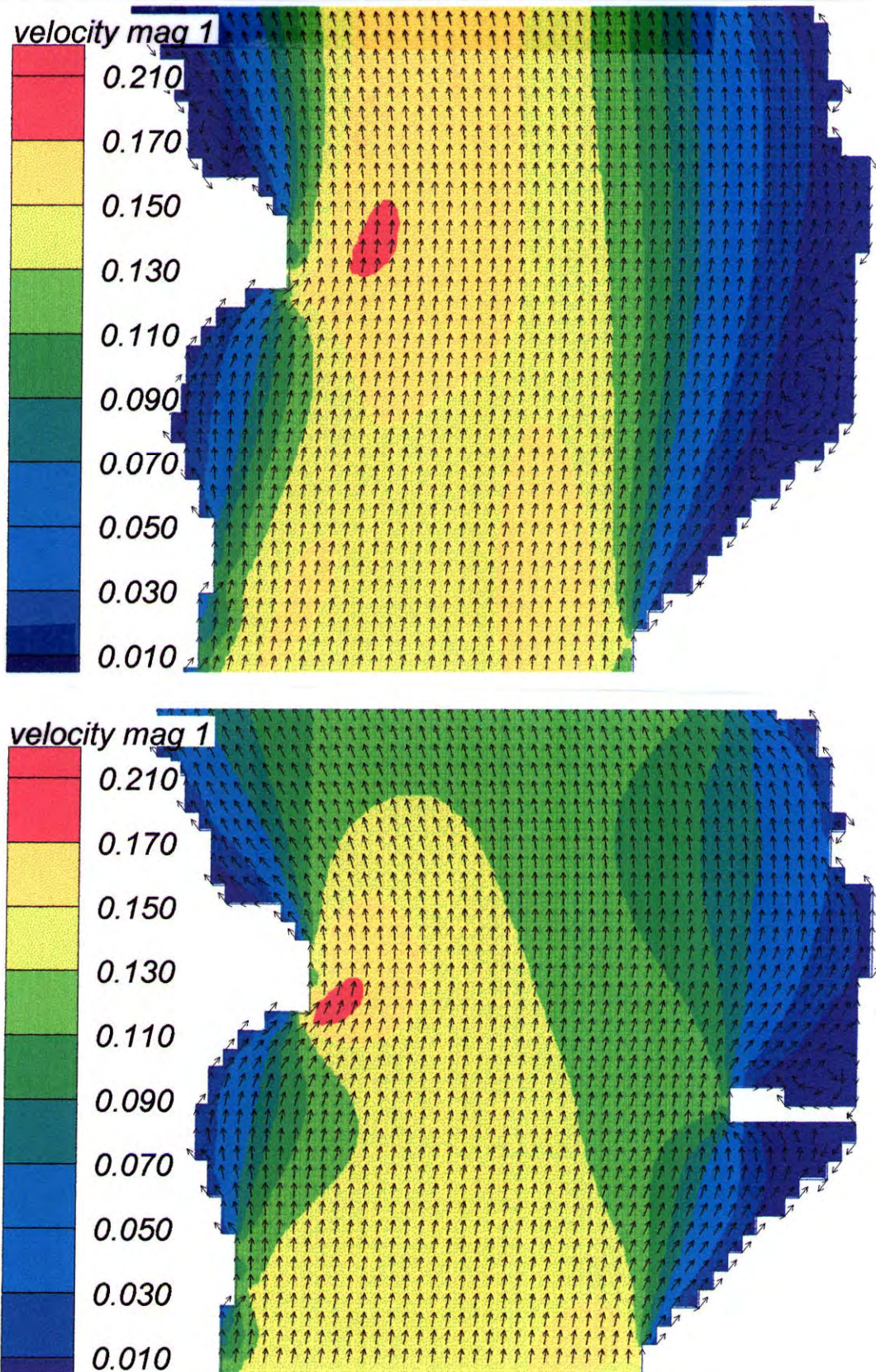
Noen resultater av modellkjøringene er vist i figur 5 og 6. Det dreier seg om de samme situasjonene, uten/med fylling, men Fig. 5 har noe større oppløsning av detaljer i nærområdet til brua, mens Fig. 6 dekker et større område av fjorden.

4.3 Modellresultater, uten fylling.

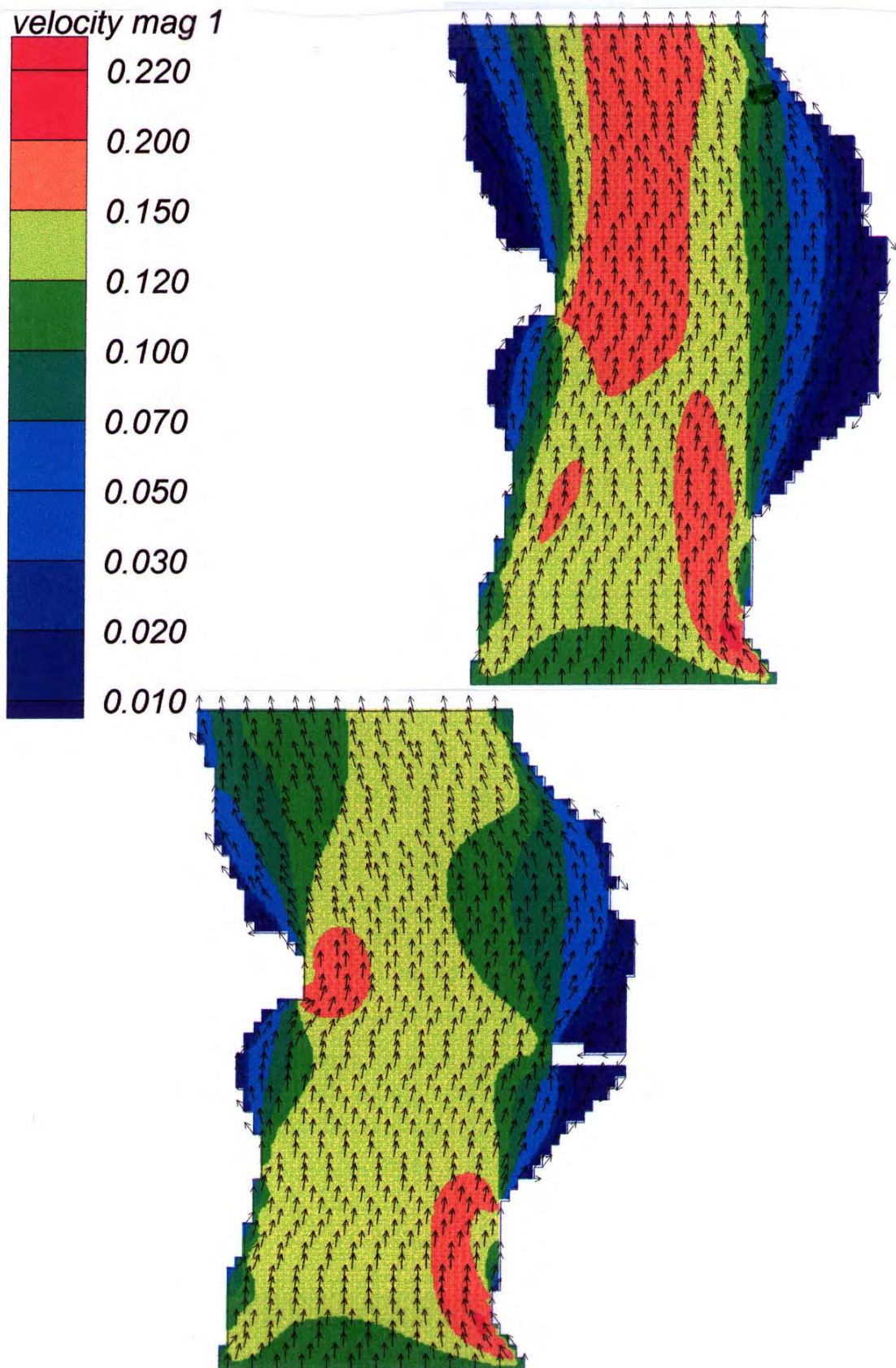
Figur 5 (øverst) og figur 6 (øverst) viser resultater fra modelleringen uten brufylling. Modellkjøringen viser at området rundt den planlagte brufyllinga (fra Vik) ligger utenfor hovedstrømmen. Midt i fjorden og på Ikornnes sida er den modellerte strømfarten 10-20 cm/s. I området rundt Vik er den modellerte strømfarten bare 0-2 cm/s. Det ser også ut til å være bakevjedannelse i dette området.

4.4 Modellresultater, med fylling.

Figur 5 (nederst) og Figur 6 (nederst) viser resultater fra modelleringene med brufylling. Strømfarten i området rundt brufyllinga på Vik sida blir omtrent som før. Det ser ut til å kunne danne seg ei bakevje på lé sida av brufyllinga. På utsida av fyllinga ser det ut til at den maksimale strømfarten vil bli noe redusert (10 - 15 %) i forhold til dagens tilstand. Det ser videre ut til at strømmen over tverrsnittet vil bli jevnere fordelt over hele fjordens bredde. En ser også at fyllinga påvirker strømningsforholdene ganske langt oppstrøms på Vik-sida (Fig. 6).



Figur 5. Simulering av dagens overflatestrøm (øverst) og framtidig strøm med brufylling (nederst) i området av Sykkylvsfjorden der brua skal gå. Pilene angir strømretningen, mens fargekodene angir soner med ulike strømstyrker (m/s).



Figur 6. Som Fig. 5, men for et noe større område av fjorden. Pilene angir strømretningen, mens fargekodene angir soner med ulike strømstyrker (m/s).

5. Diskusjon og foreløpige konklusjoner

I dette kapittelet søker vi å nærme oss de spørsmålene som er opplista i avsnitt 1.2 som presenterte formålet med rapporten, d.v.s. vurderinger for

- Vannkvalitet
- Brakkvann/salinitet
- Isforhold
- Evt. andre vann-faglige momenter

Vi diskuterer først noen av de forenklingene vi har gjort, og vurderer så effekter for forskjellige faktorer ut fra modellresultatene og faglig skjønn.

5.1 Forenklinger i modellene

I våre nye beregninger for virkninger av brua har vi fokusert på vannkvalitet i djupvatnet og sirkulasjon i øvre lag, inkludert bakevjer. Beregningene er gjort på basis av gitte vilkår og en del forenklinger. Nedenfor redegjør vi kort for noen av forenklingene, og for hvilke begrensninger disse eventuelt vil kunne ha for konklusjonene.

5.1.1 Bru-fundamentene

For å forenkle beregningene har vi latt være å legge inn selve bru-fundamentene (søylene), (d.v.s. det horisontale og vertikale arealet disse vil okkupere) i modellberegningene. Antall søyler og søyletjukkelse er heller ikke fastlagt i skrivende stund, men om en antar en fundament-bredde på 3 meter vil samla tverrsnittsareal av disse kunne bli 40-50 m. Det vil si at effektivt gjennomstrømningsareal vil bli redusert med anslagsvis 150 m (fylling) + 50 m (fundamenter) = 200 m.

For resultatene av beregningene av bakevjer og strømmingseffekter nær land vil utelatelsen av brufundamentene i beregningene ikke ha noen nevneverdig innvirkning, siden fundamentene står langt fra land. For beregningene av dypvanns-sirkulasjon vil trolig den svakt positive effekten i forhold til den vi har modellert kunne bli noe redusert. D.v.s. at søylene delvis oppveier effekten av strupningen som brufyllinga representerer ved å dempe inn/utstrømmingen i deler av tidevannsfasen, spesielt når det er tilnærmet fri strømming (treghetsstrøm), uten pådrag. Dette forandrer imidlertid ikke konklusjonene fra modelleringene nevneverdig.

5.1.2 Vind

Vind kan legges inn som drivkraft i RMA-2 modellen, men vi har utelatt den direkte virkningen av lokal vind i beregningene. For å finne representative vinddata kreves det relativt nøye og tidkrevende gjennomgang av måledata og statistikk. Vinden kan medvirke til å øke strømmen i overflatelaget og blandingen med dypere liggende vannsjikt. Men i perioder med vedvarende pålandsvind (vind rettet innover i fjorden) vil oppholdstiden kunne bli økt. Dette er imidlertid en sjelden forekommende vindretning, i følge opplysninger fra lokalkjente.

Det er lite trolig at brua i seg sjøl vil endre vindforholdene nevneverdig, og at utslagene på grunn av vindens virkning på sirkulasjon dermed relativt sett vil bli tilnærmet like for forholdene før og etter bru.

5.1.3 Andre betingelser

Simuleringen av overflatestrømmen tok for seg en situasjon med utstrømmende vann. Med den geometrien som brufyllinga vil representere, er det rimelig å anta at en tilsvarende simulering med innstrømmende vann ville gitt en symmetrisk løsning, med tilsvarende bakevjer nedstrøms fyllinga.

Den simulerte vannfluksen på 200 m³/s i de øverste 2 meterne i sjøen tilsvarer en gjennomsnittlig strømfart på ca 10 cm/s over tverrsnittet av fjorden. Vi har ikke faktiske strømmålinger fra fjorden eller området der brua skal gå som kan benyttes til å verifisere om dette er et rimelig utgangspunkt og som vi evt. kunne bruke til å kalibrere modellen. Det er rimelig å anta at det i perioder er vesentlig større strømtransport i fjordens øvre lag enn 200 m³/s. Tidevannet aleine vil representere av størrelsesordenen 5-10 cm/s i midlere strømfart. I tillegg kommer som tidligere nevnt andre bidrag fra andre krefter/faktorer. På den andre siden kan det være relevant å foreta studium av bakevje effekter for moderate strømstyrker som gjerne representerer situasjoner med mest markert bakevjedannelse og størst relativ reduksjon i lokal vannutskifting.

5.2 Vannkvalitet i øvre lag

Modellberegningene viser at en kan regne med en økning av midlere oppholdstid i øvre lag i fjorden på 5-10 % som følge av brua. Dette er i harmoni med de minste anslagene som NHL fant i sine beregninger i 1985 (Jacobson 1985). Forbedringer har skjedd eller er i ferd med å skje i og rundt fjorden når det gjelder forurensingstilførsler på grunt vann (kloakksanering, ikke lenger fiskeoppdrett). Samlet sett er det derfor neppe grunnlag for å hevde at brua vil innebære noen merkbar motvekt mot disse forbedringene.

Vi kan imidlertid ikke hevde dette med 100% sikkerhet, siden vi ikke har fått utført nærmere analyser på basis av et fullstendig tilførselsregnskap for fjorden og konkrete vurderinger for de større kommunale utslippene. Det må også taes forbehold om de nevnte bakevje-sonene ved brufyllinga der en moderat forverring av vannkvalitet vil kunne skje.

5.3 Brakkvann og islegging

Endringer i isforholdene henger nært sammen med endringer i brakkvannsforholdene, om en forutsetter at andre klimatiske faktorer ikke endres. Økt oppholdstid for overflatevannet vil kunne medføre noe sterkere brakkvannskaraktistikk og dermed gunstigere betingelser for islegging, slik også NIVAs forrige is-beregning fastslo. I de forrige undersøkelsene var problematikk omkring islegging viet relativt stor oppmerksomhet, særlig på grunn av risikoen i forhold til Vik Laks sitt oppdrettsanlegg. Dette anlegget er nå borte, og problemstillingen er dermed sannsynligvis mindre aktuell.

Vurderingene om is fra forrige utredninger kan i store trekk stå ved lag også for nåværende situasjon, d.v.s. at brua vil kunne medføre en viss økning i isdannelse ved ellers like klimatiske og hydrografiske betingelser. Men med kortere fylling enn det som den gang var lagt til grunn i is-beregningene (300 m), vil endringene ved dagens forslag også bli mindre, uten at vi går inn på å forsøke å kvantifisere dette.

Brufyllinga vil fortsatt representere en risiko for isoppstuvning på sørsida, men omfanget vi bli mindre enn for de lengre fyllingsalternativene. For oppstuvning p.g.a. bru-fundamentene vil situasjonen sannsynligvis være tilnærmet som for forrige alternativ, men den omtalte økningen av avstanden mellom fundamentene fra ca 50 m til 80 m vil bidra til å redusere risikoen.

5.4 Sluttkommentarer

De oppdaterte vurderingene for Sykkylvsbrua som denne rapporten frambærer, er kvalitativt sett i stor grad i harmoni med de vurderingene som ble gjort i 1985-1986. For enkelte faktorer der beregningsgrunnlaget eller datagrunnlaget den gang var spinkelt, gjelder fortsatt det samme usikkerheten. I de 10-12 årene som er gått, er det knapt nok nye oseanografiske data å finne som gjelder selve Sykkylvsfjorden. På den andre siden har vi ved hjelp av nye modeller kunnet nærme oss problemstillingene på en sikrere måte enn sist, og har i større grad kunnet kvantifisere og verifisere flere mulige effekter.

Sirkulasjonsmodelleringene stadfester at bakevjedannelse på begge sider av brufyllinga vil skje, og at det sannsynligvis forekommer tidvis stagnasjon (bakevje) også i dag. Endringene som følge av brua vil bli mest merkbare på innsida (sørsida) av fyllinga, men det er også en viss risiko for økt stagnasjon på nordsida.

Grunnlaget for å bedømme oksygenforholdene i fjorden er forholdsvis svakt. Oksygenmålingene i 1982 og 1986 tyder på God - Meget God tilstand. Modellresultatene for vannkvalitet (oksygen) i dypvannet indikerer imidlertid minimumsverdier på 2,4-2,6 ml/l. Disse verdiene faller innfor tilstandsklasse "Mindre God" og ligger i grenseområdet for akseptabelt oksygen-nivå i forhold til langtids-skader på bunnfaunaen. Manglende overensstemmelse mellom målte verdier og mer generelle modellberegninger er ikke uvanlig, men avviket er her uvanlig stort. Vår vurdering er imidlertid at størst vekt må legges på de målte oksygenkonsentrasjonene, og det viktigste resultatet ved modellberegningene er at endringene i oksygenforhold etter byggingen av brua vil være små. Men mangel på flere og nyere data representerer en usikkerhet, blant annet i forhold representativiteten av dataene fra 1982 og 1986 og til de reguleringer på avløpssektoren som har skjedd, eller er i ferd med å skje i Sykkylven. Sanering av grunne avløp vil representere forbedringer i strandsone og overflatelag, men kan representere større belastning på dypvannet. Fjerning av oppdrettsanlegget representerer også en redusjon av forurensningstilførsler.

Sjøl om brua neppe vil ha større påvirkning på vannkvaliteten generelt i fjorden (jamfør modellberegningene), tilrår vi at det blir gjennomført en ny prøvetakingsserie i fjorden for å oppdatere miljøstatus. På den måten kan en også få etablert gode referanse-målinger for situasjonen før brua blir bygd, og som ligger nær opp til framtidig situasjon for kommunale avløp. Både kommunen, bruselskapet, publikum og miljøvernmyndighetene vil få nytte av disse målingene. Det å få utført slike målinger er også i tråd med tilrådingene gitt i hovedplanen for avløp (Interconsult 1995).

Nye data for vannkvaliteten i fjorden burde også sammenholdes med oppdaterte tilførselstall, slik at en kan få laget et fullstendig "miljøregnskap" for fjorden. Dette vil kreve en gjennomgang av avløpstall med kommunen, og så at disse vinkles inn mot oseanografiske og vannfaglige problemstillinger for resipienten.

Nye målinger i fjorden burde kombineres med strømmålinger i området der brua skal gå, for å få videreført og verifisert modellberegningene for effekter av brua. I samband med vannprøvetaking kunne det også bli tatt bunnprøver for sediment- og faunaanalyse. Dermed vil en få ytterligere referansepunkter i forhold til SFTs klassifiseringssystem for vannkvalitet i fjorder (Molvær et al. 1997).

NIVAs virke ligger generelt sett innfor området "bruk og vern av vann" herunder sjøresipienter. Vi ser i dag at sjøresipientene utsettes for stadig større press fra brukere, samtidig som de totale forurensningstilførslerne i mange tilfeller øker til tross for tiltak hos industri og kommuner. Spesielt er dette tydelig i tettere befolkede områder på sør- og østlandskysten, der fjordene viser tydelige tegn på

økt belastning og forverrede oksygenforhold (Anon 1997). Andre deler av norskekysten har sannsynligvis de samme symptomene, sjøl om måledata og dokumentasjon for dette mangler.

Som miljøinstitutt vil NIVA målbare en varsomhetslinje og et føre-var prinsipp når det gjelder reguleringer som berører vannforekomstene. Det er også rimelig å anta at sjøresipientene også på Vestlandet vil få større fokus fra myndighetene i tida framover, og at tiltak og inngrep derfor vil få økt krav om miljødokumentasjon. Våre skisserte forslag til tilleggundersøkelser i Sykkylvsfjorden kan i så måte representere et forslag til dette.

6. Litteratur-referanser

Anon 1997: Kyststrekningen Jomfruland-Stad. Vurdering av eutrofitilstand. Rapp. Nr. 2 fra ekspertgruppe for vurdering av eutrofiforhold i fjorder og kystfarvann. Rapp. NIVA/SFT, Oslo, 129 s.

Aure, J. og Stigebrandt, A., 1989. Fiskeoppdrett og fjorder. En konsekvensanalyse av miljøbelastningen for 30 fjorder i Møre og Romsdal. Havforskningsinstituttet i Bergen. Rapport nr. FO-8803.

Bjerknes, V. og L. G. Golmen 1986a: Sykkylvsbrua. Konsekvens for vassmiljø og istilhøve i Sykkylvsfjorden. Rapp. nr. 1944, NIVA Oslo/Bergen, 32 s.

Bjerknes, V. og L. G. Golmen 1986b: Sykkylvsbrua. Konsekvensar av å redusera fyllingslengda til 200 m frå land. Notat, 17. desember 1986, NIVA-Vest, Bergen, 4s.

Brun, P.F. 1982: Forurensingsovervaking av fjordområda i Møre og Romsdal 1982. Rapp. Fylkesmannen, M. & R. 1982.

ECGL 1995: Surface water modeling system, Reference manual. Brigham Young University. Engineering Computer Graphics Laboratory. 368B CB, Provo, Utah, USA, 170 s.

Interconsult 1995: Sykkylven kommune 1995. Hovedplan avløp. Hovudrapport. Rapp. O.nr. 2743012, Interconsult, Ålesund, 107 s.

Jacobson, P. 1985: Sykkylvsfjorden - En konsekvensvurdering. Rapp. STF60 F85110, NHL, Trondheim, 20 s.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. Statens forurensningstilsyn, Veiledning 97:03. 36 s.

Sykkylvsbrua AS 1997: Sykkylvsbrua. Ei lønsam investering på kort og lang sikt. Informasjonsbrosjyre, september 1997, 4s.

Vedlegg A. Konklusjonene fra forrige gransking

Planane om bygging av bru over Sykkylvsfjorden inkluderer ei om lag 300 meter lang steinfylling frå Vik og i retning mot Ikornes. Steinfyllinga vil kunne få følgjande fysiske verknader:

- Lengre opphaldstid for det utstrøymande brakkvatnet.
- Lågare salinitet i overflatelaget.
- Auka tjukkeleik på brakkvasslaget.
- Redusert overflatestraum.
- Redusert djupvassutskifting; redusert oksygeninnhald i djupvatnet.
- Større fare for islegging og auka isdekkare areal om våren, og oppstuvning av is mot steinfyllinga.

Desse konklusjonane bygger dels på berekningar som NHL foretok, (Jacobson 1985), og dels på eit enkelt hydrografisk måleprogram utført vinteren og våren 1986. Analysene av istilhøva er delvis gjort v.h.j.a. numerisk modell. Konsekvensanalysen for fiskeoppdrett bygger dels på opplysningar frå NOR-LAKS A/S, og på ei samanlikning med tilhøva kring Osterøy i Hordaland.

For matfiskanlegget til NOR-LAKS A/S kan brufyllinga få følgjande verknader:

- Auke i osmotisk stress og trenging av fisk mot botnen av mærene i perioder med stor ferskvass-tilrenning.
- Dårlegare transport (auka sedimentasjon) av forpartiklar og avfallsstoff frå oppdrettsanlegget, og redusert tilførsle av friskt, oksygen rikt vatn.
- Auka risiko for skader på anlegg og tap av fisk p.g.a. isoppstuvning i anleggsområdet.

For å redusere skadeverknadane p.g.a. is mest mogleg, må ein i første omgang rekne med å intensivere isbrøyting og buksering i isperiodene.

Tiltak som reduserer utslepp av forureining til fjorden generelt, (herunder frå oppdrettsanlegg) må vurderast, og eventuelt settast i verk umiddelbart dersom ein etter brua er ferdig registrerer markert reduksjon i vasskvalitet i fjordvatnet, og påviseleg skade på oppdrettsfisk som følgje av brua.

For å få eit best mogleg grunnlag for vurdering av eit konsekvenstap for NOR-LAKS A/S, bør lokaliteten rundt oppdrettsanlegget overvakast over eit lengst mogleg tidsrom før og etter brubygging.

Under sjølve anleggsperioden må graden av tilslamming av vatnet i fjorden overvakast, slik at skadelege verknader på oppdrettsfisk kan unngåast.