

Hydrografisk kartlegging i munningsområdet til Sogndalselva



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Hydrografisk kartlegging i munningsområdet til Sogndalselva	Løpenr. (for bestilling) 5682-2008	Dato Oktober 2008
	Prosjektnr. Undernr. 28296	Sider Pris 33
Forfatter(e) Lars G Golmen Torbjørn Dale (Fjord Forsk sogn AS og Høgskulen i S&Fj)	Fagområde oseanografi	Distribusjon open
	Geografisk område Sogn og Fjordane	Trykket CopyCat AS

Oppdragsgiver(e) Sogndal kommune, Postboks 153, 6851 Sogndal	Oppdragsreferanse KTEK/TE, A. Valland
---	--

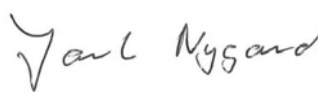
Sammendrag Sogndal kommune sitt hovudavlaup til fjorden ligg i området utanfor munningen av Sogndalselva, og utsleppet kan moglegvis påverke denne eller munningsområdet. Det vart difor gjennomført eit måleprogram i området sommaren-hausten 2008, for å kartlegge sjiktungs- og straumtilhøva. På basis av innsamla data er tilhøva omtalt og i tillegg er det gjennomført modellsimuleringar for utsleppsvatn og elvevatn. Elvemunningen er grunn, om lag 2 m djup. Elvevatnet breier seg utover i fjorden, for det meste rett fram, i eit 1-1.5 m tjukt overflatelag. Straummålingane ga kun svak indikasjon på innoverretta kompensasjonsstraum under elvevatnet. Modellsimuleringane av eit utslepp som ligg på 20 m djup, syner at utsleppsvatnet innlagrar seg i 10-11 m djup eller djupare. Dette er i god avstand til dei elvepåverka sjikta i/nær overflata. Ut frå dette er det konkludert med at det er lite sannsynleg at utsleppsvatnet påverkar elvemunningen eller elva. Det er tilrådd å få verifisert eksakt posisjon og djup for utsleppet, samt storleiken på renseanlegget og vassmengda derfrå. Dersom det då framkjem tydeleg avvik frå dei verdiane som er forutsett i denne studien, er det tilrådd å foreta nye berekningar.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Sogndalselva	1. Sogndal river
2. Sogndalsfjorden	2. Sogndalsfjord
3. Elvemunning	3. River mouth
4. Kommunalt avlaup	4. Municipal discharge




Lars G Golmen
Prosjektleder

Dominique Durand
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag-og marknadsdirektør

Hydrografisk kartlegging
i munningsområdet til
Sogndalselva

Føreord

Det kommunale hovudavlaupet frå Sogndal ligg på botnen rett utafor munningen av Sogndalselva. Det er blitt stilt spørsmål til plasseringa i høve til munningsområdet og om den kan vere i konflikt med regelverket i Avløpsforskriften. På denne bakgrunn vart Norsk institutt for vannforskning (NIVA), kontakta av Norconsult i mai 2008, med forespurnad om å lage eit framlegg til granskingar for å klårgjere situasjonen.

NIVA fekk tildelt oppdraget av Sogndal kommune i juni 2008, og arbeidet med målingar og kartlegging tok til like etter.

Torbjørn Dale hos Fjord Forsk sogn AS og høgskulen i Sogndal stod for feltmålingane og rapporteringa av desse, og bidrog med faglege innspel. Lars G. Golmen hos NIVA bistod i felt ved eit par høve, og har vore NIVAs prosjektleiar.

Kontaktperson hos Norconsult var Trond Sekse, og hos vår oppdragsgjevar Sogndal kommune, Arvid Valland. NVE sitt kontor i Førde framskaffa vassføringsdata for Sogndalselva.

Vi takkar kommunen for eit interessant oppdrag, og ellers takk til alle involverte.

Bergen, 31. oktober 2008

Lars G. Golmen

Innhald

Samandrag	5
1. Innleiing	6
1.1 Elvemunningen og fjorden	6
1.2 Utsleppet	7
1.3 Generelt om utslepp ved elvemunning	10
2. Målingar i fjorden i 2008	11
2.1 Datainnsamling	11
2.1.1 Hydrografiske målingar	11
2.1.2 Strømmålingar - strømkors	13
2.1.3 Annan dokumentasjon	14
2.2 Vassføringa i elva under måletokta	14
3. Presentasjon av måleresultat	16
3.1 Hydrografi	16
3.1.1 Hydrografi i elvemunningen	20
3.1.2 Horisontalsnitt	20
3.2 Turbiditet i sjøen ved utsleppspunktet	21
3.3 Strømmålingar	22
4. Modellering av utsleppet	23
4.1 Innlagring/spreiing av avlaupsvatnet	23
4.2 Scenariar for utsleppet	23
4.3 Resultat Jetmix	24
4.3.1 Simulering for utsleppet U2, resultat frå 2003	25
4.4 Simulering med CORMIX	25
5. Diskusjon og oppsummering	28
6. Litteratur/referansar	30
Vedlegg A. Simuleringar av U2, 2003	31
Vedlegg B. Hydrografisk profil 2003	32

Samandrag

Avlaupet frå Sogndal sitt hovudrenseanlegg ved Sogndalselva ligg på botnen ca 100 m utanfor elvemunningen. Det har vore stilt spørsmål til om avlaupsvatnet kan påverke vatn i elvemunningen. Norsk institutt for vannforskning, NIVA, fekk difor sommaren 2008 i oppdrag frå Sogndal kommune å greie ut denne problemstillinga. Prosjektet har bestått av feltmessige målingar i sjøen ved elvemunningen samt dataanalyser og modellering.

Utsleppet av rensa kommunalt vatn frå Sogndal er antatt å gå ut på 20 m djup, ca 100 m frå land, og å motsvare ein normal vassføring for 5000 pe.

Vassføringa i Sogndalselva er ca $10 \text{ m}^3/\text{s}$ i middel. I måleperioden varierte den frå $3 \text{ m}^3/\text{s}$ til $30 \text{ m}^3/\text{s}$, med fallande verdiar utover sommaren til oktober. Elvemunningen er om lag 50 m brei, og 1.5-2 m djup.

Ved normal og høg vassføring vart det ikkje målt sjøvatn i munningen. Ved låg vassføring (på seinsommaren) trengjer noko brakkvatn inn langs botnen. Dei hydrografiske målingane avdekka eit tydeleg stratifisert sjøområde rundt munningen og fleire hundre meter utover. Ferskvasspåverknaden skuldast tilrenning frå både Sogndalselva og andre ferskvasskjelder. Sprangsjiktet ligg om sommaren rundt 5 m djup.

Elvevatnet samlar seg vanlegvis i overflata i eit tynt sjikt, for det meste tynnare enn 1-1.5 m. Breidda på elvevatnet ute i fjorden er opp til fleire hundre meter. Strømmen i fjorden bidreg til å avbøye elvevatnet men sjeldan slik at det tangerer strandsonen. Det kan teoretisk skje ved liten vassføring og med tydeleg straum i fjorden.

Simuleringane av spreininga av det kommunale avlaupsvatnet i fjordvatnet med utslepp i 20 m djup ga ved alle scenaria innlagring djupare enn 10 m. Dette er vesentleg djupare en for det vi har funne å kunne definere som elvemunningsområdet, som er eit overflatefenomen hydrografisk sett.

Strømkorsforsøka avdekka kun i eitt tilfelle noko som kan tyde på eksistens av ein innoverretta "kompensasjonsstrøm" ved munningen. Dette var i ca 4 m djup, grunnare enn der utsleppsvatnet innlagrar seg.

Ut frå observasjonane og simuleringane er det dermed lite sannsynleg at sjølve utsleppsvatnet påverkar elvemunningsområdet i dag. Det er gjort eit atterhald for eventuelle partiklar som kan skilje seg frå avlaupsvatnet og stige oppover mot overflata.

De er tilrådd å få utsleppspunktet oppmålt for å få verifisert posisjon og djup, samt å få storleiken på vassføringa frå renseanlegget bestemt. Dersom det då framkjem større avvik frå dei verdiane som no er lagt til grunn, bør berekningane og vurderingane/konklusjonane oppdaterast. Helst med supplerande data for munning og fjord som dekkjer heile året.

1. Innleing

Det kommunale hovudavlaupet frå Sogndal ligg på botnen i nærleiken av elvmunningen. Det har nyleg blitt stilt spørsmål om avlaupet kan påverke vatn i elvemunningen. Dersom vatnet i der er påverka av avlaupsvatnet så inneber det strengare krav til rensing enn om resipienten er definert som marin/sjø.

Norsk institutt for vannforskning, NIVA, fekk sommaren 2008 i oppdrag frå Sogndal kommune å greie ut denne problemstillinga, d.v.s. å søke å få definert utstrekninga på elvemunningsområdet samt å finne spreingsmønsteret for utsleppet for å sjå om dette kan påverke munningsområdet.

Forureiningsforskrifta regulerer krava til rensing av kommunalt avlaupsvatn, og krava avheng i nokon grad av kva type sjøresipient utsleppet går til. Er det til eit elvemunningsområde så er krava strengare (sekundærrensing) enn om det er til ein open resipient.

Sogndalselva er bør vere stor nok til å falle inn under den vanlege definisjonen av elv/elvemunning ($> 10 \text{ m}^3/\text{s}$) i Avløpsdirektivet. Det er imidlertid ingen klar definisjon av omgrepet "elvemunning", som høver for norske tilhøve, og ein må difor gjerne basere seg på teori og mest mogleg faktiske målingar og observasjonar samt fagleg skjøn for å få utbreiinga verifisert.

Den praktiske delen av dette prosjektet bestod såleis av målingar i sjøen ved elvemunningen for å få definert utstrekninga av elvemunningsområdet under varierende avrenningstilhøve etc. Prosjektet har ellers bestått av modellering av utsleppet og ulike teoretiske vurderingar.



Figur 1. Kart over Sogndalsfjorden med Sogndalselva. (Kvasir kart.)

1.1 Elvemunningen og fjorden

Sogndalselva renn ut i Sogndalsfjorden gjennom ein munningskanal til Sogndalsfjøra (**Figur 1**). Den midlare vassføringa er på ca $10 \text{ m}^3/\text{s}$ ($0.3 \text{ km}^3/\text{år}$; Dale og Hovgaard 1993). Den opprinnelege elveosen er modifisert og oppfylt på begge sider slik at opninga på munningen nå er rettlinja og markert. Djupet i munningen er ca 2 m.

Botnen skråar slakt utover til om lag 20 m djup ca 40 m frå land/elvemunning, der djupnekurva så har ein knekk og fell raskt ned mot 40-50 m djup (**Figur 2**).

Barsnesfjorden som munnar ut i indre del av Sogndalsfjorden, fører brepåverka vatn frå Årøyelva, som har tendens til å strøyme ut langs Sogndalsfjorden på motsett side av Sogndal (**Figur 3**).

Sogndalsfjorden er ein terskelfjord med maksimal djupne på over 150 m eit par km vestom elveutløpet, og 250 m lenger ute. Minste djup på terskelen ute ved Fimreite er på 26 m. Fjorden har vore gjenstand for fleire granskingar tidlegare (Hovgaard 1985, Dale og Hovgaard 1993, Myrset m. fl. 2000, Johansen m.fl. 2007). Granskinga med prøvetaking i 1999 avdekkja dårlege oksygentilhøve djupare enn 50 m ute i fjorden, og dårlegare tilhøve enn ved forrige gransking. Tilhøva i 2006 syntes å ligge på same nivå som i 1999.

Inn mot munningen av Sogndalselva var tilhøva funne tilfredstillande i 1999. Det vart påvist grønalger i Sogndalsfjora som indikerte miljøpåverknad, og nokre stader var det påverknad på grunt vatn frå lokale utslepp. Granskinga i 2006 omfatta ikkje gruntvassområde.

Vi er ikkje kjent med at det er gjort oppfølgjande overvaking av vasskvaliteten i Sogndalsfjorden etter 1999. Foreliggjande prosjekt representerer heller ikkje ei resipientgransking i vanleg forstand.

1.2 Utsleppet

Det er fleire utsleppspunkt i nærleiken av elvemunningen, slik kartet i **Figur 4** syner. Det kommunale hovudutsleppet som er tema for foreliggjande gransking/rapport, er markert i kartet med utslepp på 20 m djup (markert med "??").

Leidningen går frå det mekaniske (sil) renseanlegget som ligg eit par hundre meter oppover ved elvekanten, og følgjer den sørlege bredden av elva mot munningen. Der går den vidare langs botnen i aust/søraustleg retning 100-150 m utover i flg. kartet/opplysningar.

Vi har ikkje fått verifisert det eksakte utsleppspunktet. I følgje sjøkartet og GPS posisjon er det 30-40 m djup der enden av røret skal ligge i følgje karta. Vi målte med GPS og ekkolodd/snor at 21 m djup ligg ca 30 m frå munningen og 27 m djup ligg ca 50 m ut (målt frå skiltet like sør for munningen som varslar om leidningen).

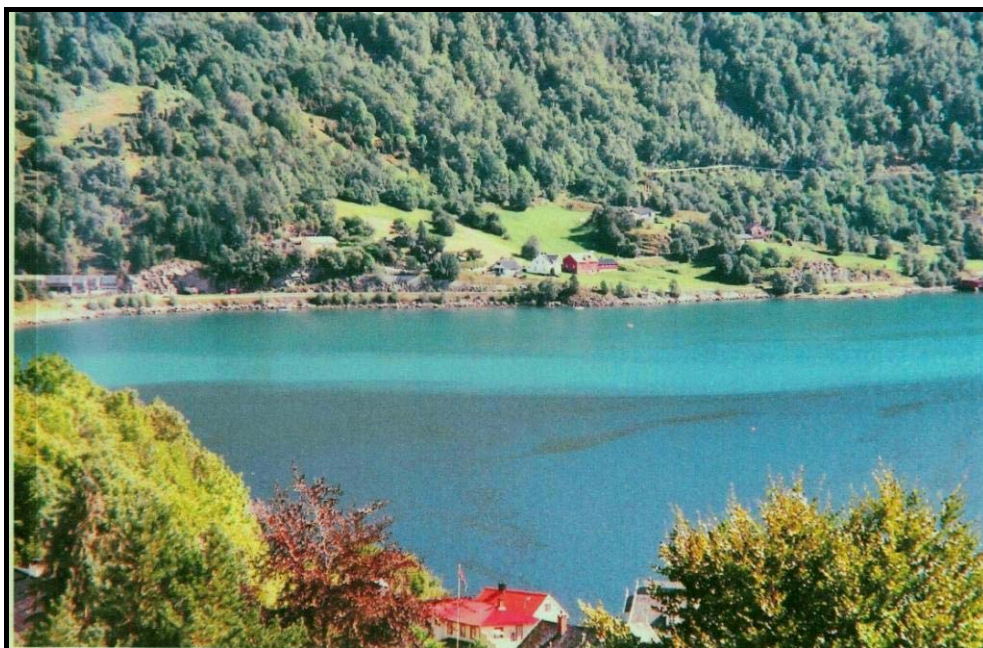
Dette kan indikere at enten ligg leidningen nærare land/munningen enn forutsatt, eller enden ligg djupare enn 20 m, kanskje på 30 eller 40 m djup.

Renseanlegget er større enn 2000 pe, difor er det at problemstillinga i høve til elvemunningsproblematikken er kome opp. Den faktiske storleiken er antakeleg på ca 5000 pe. Med ei midlare døgntilførsle på 150 liter pr pe, motsvarar dette ein vassfluks på om lag 10 l/s.

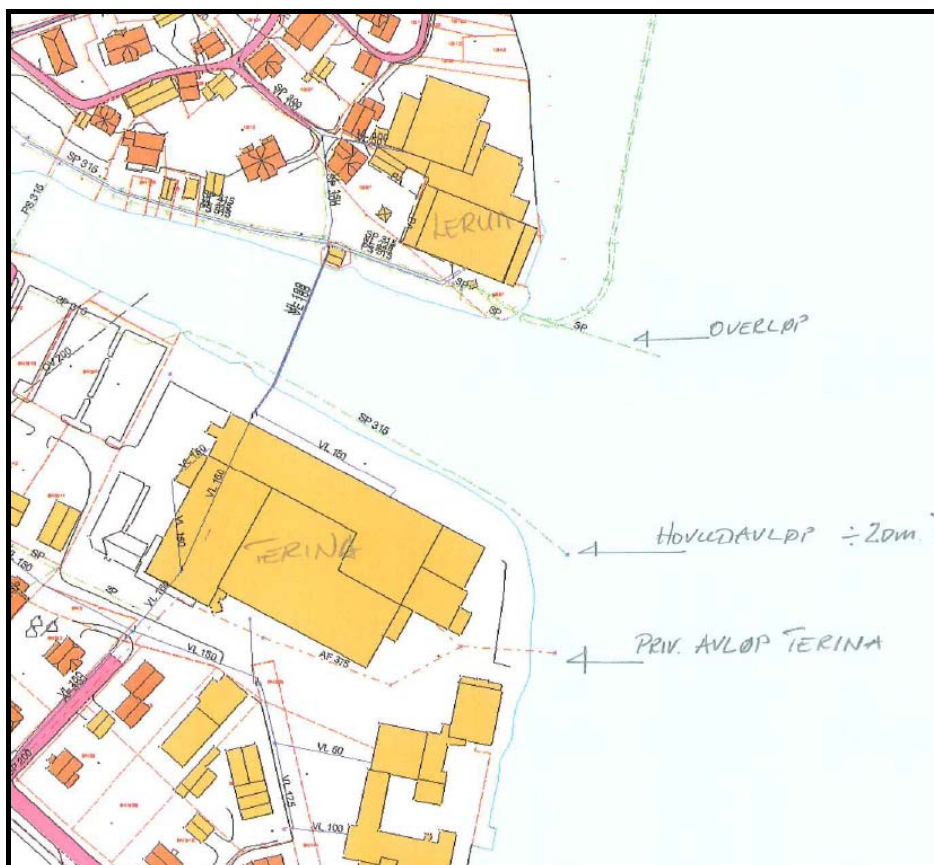
For diameter på leidningen har vi forutsatt 300 mm i våre påfølgjande berekningar.



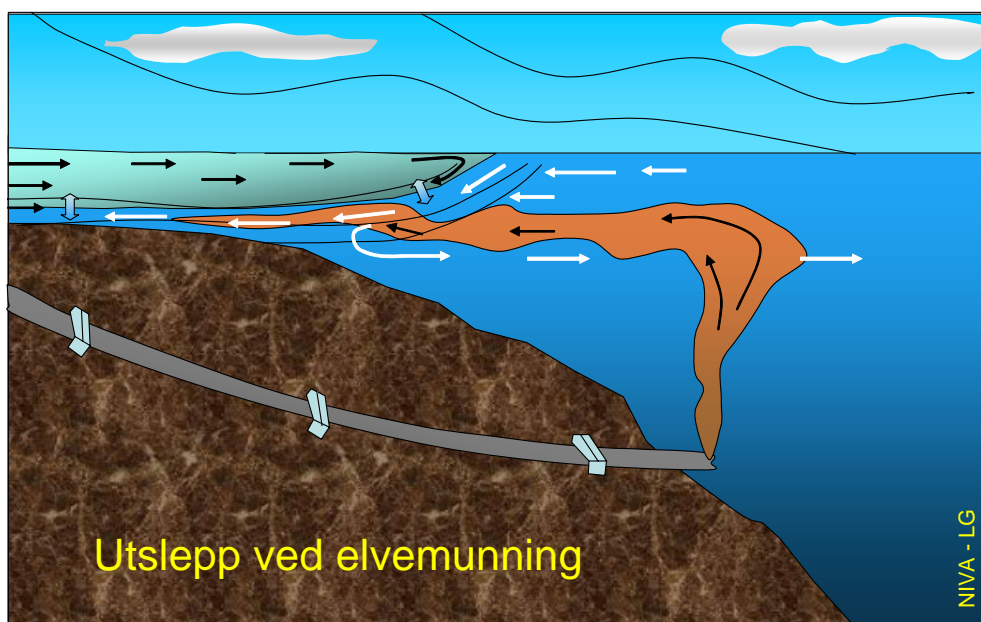
Figur 2. Utsnitt av sjøkart (C-map) for området ved elvemunningen.



Figur 3. Fotografi av Sogndalsfjorden teke frå Sogndal, som syner vatn frå Årøyelva/Barsnesfjorden som strøymer midtfjords i retning Hagelin-neset på motsett side av Sogndal. Traseen for vatn frå Sogndalselva kan skimtast i nedre høgre del av biletet. Dei to vasstypene synest å møte midt ute i fjorden. Foto: T. Dale.



Figur 4. Utsnitt av kart frå teknisk etat i kommunen, med elvemunningen og avlaup i nærleiken, inkludert hovudavlaupet.



Figur 5. Illustrasjon av sjikting og straumtilhøve i ein elvemunning og korleis eit utslepp kan påverke elvemunningsområdet dersom det er feilplassert i høve til dei lokale strømførhølda.

1.3 Generelt om utslepp ved elvemunning

Dersom eit utslepp vert definert som å ligge i ei elvemunning, stiller styresmaktene gjennom Avløpsdirektivet strenge krav til rensing, fordi desse områda er rekna for å vere ekstra sårbare for forureining (SFT 2005). I utgangspunktet inneber dette same krav til utslepp som i ferskvatn, med sekundærrensing for utslepp større enn 2000 pe, men med opning for dispensasjon for utslepp inntil 10000 pe.

Sogndalselva er stor nok til at den fell inn under den vanlege definisjonen av elv/elvemunning ($> 10 \text{ m}^3/\text{s}$) i Avløpsdirektivet. Det er imidlertid ingen klar definisjon av omgrepet "elvemunning", som høver for Norge, og ein må difor gjerne basere seg på faktiske målingar for å få utbreiing og straumtilhøve verifisert.

Overgangen mellom elvevatn og fjordvatn (i overflata) kan vere karakterisert av ein konvergenssone eller front med tydelege gradientar i salinitet (**Figur 5**) dersom vassføringa er stor nok. Denne fronten kan også vere synleg (render eller skilnad i bølgemønster), men let seg best bestemme med målingar i sjøen. Opplysningar om botntopografi, utbreiing av marin flora/fauna samt numerisk simulering kan gje ekstra opplysningar for å få bestemt utstrekninga til ein elvemunning. For Sogndalselva er det ikkje tidligare gjort spesifikke vurderingar kring dette så vidt vi kjenner til.

Definisjonen av "elvemunning" er vanskeleg og bruken er definisjonen er omdiskutert (sjå t.d. Elliot McLusky 2002). Mykje at tankegodset bak dei norske reguleringane stammar frå definisjonar som høver godt for elvemunningar (estuaries) på Kontinentet og i Storbritannia, men som i mindre grad høver i Norge der elva gjerne har ei smal munning som går ut i ein djup fjord, m.a.o. ikkje noko flatt og breidt elvedelta.

I EUs "vannrammedirektiv" er det skissert ei metode med å bruke "basis-salinitet" og avvik frå denne for å få definert elvemunningsområdet. Dersom saliniteten ligg innafor 95% av basis, er området definert å vere utafør munningsområdet. I praksis er denne metoden lite presis for norske tilhøve, fordi botdjupet utanfor munningen ofte er stort, slik at djupvatnet uansett vil vekte tungt i midlinga for dette og eit relativt tynt overflatelag. På dette grunnlaget kan munningsområdet dermed bli kraftig underestimert.

Eit neddykka utslepp frå eit renseanlegg som det i Sogndal, kan forventast å bestå av ferskvatn som er lettare enn sjøvatnet (densitet ca 1.0 kg/l mot 1.025 kg/l for sjøvatn). Utsleppsvatnet vil dermed stige oppover i sjøen mens det gradvis blir innblanda med omgjevande sjøvatn, slik at kontrasten gradvis blir utviska.

På eit visst djup vil utsleppsvatnet slutte å stige, og derfrå fordele seg horisontalt utover i sjøen i det som blir kalla innlagingsdjupet. Ved straumstille vil horisontalutbreiinga i horisontalplanet vere radielt symmetrisk, som ein soppsky. Med straum vil det oppstå ei assymmetrisk sky som fordeler seg nedstrøms frå utsleppspunktet.

For tilfellet der utsleppet ligg nær ein elvemunning vil ein ved ugunstig plassering av utsleppet kunne risikere at utsleppsvatnet blir dradd innover mot elvemunningen av den innoverretta "kompensasjonsstrømmen" som blir skapt av elvevatnet (illustrert i **Figur 5**). Dette er naturleg nok uønska, og det er difor viktig å få lokalisert utsleppet djupt nok og/eller langt nok borte frå elvemunningen slik at denne risikoen kan eliminerast.

2. Målingar i fjorden i 2008

Sidan det var sparsamt med data for elvemunningen og sjøområdet like utanfor Sogndalselva, vart det utført målingar av sjikting (salinitet og temperatur) langs horisontalsnitt og vertikalt i fleire punkt frå byrjinga av juli til byrjinga av oktober 2008. Ved nokre høve kartla vi også strømførholda ved hjelp av strømkors/strømsegl.

I alt blei det samla inn data på 11 tokt i perioden 3. juli – 5. oktober 2008 (**Tabell 1**). Innsamlinga blei gjort hovudsakleg ein gong per veke, for det meste i helgane, av Fjord Forsk sogn AS v/T. Dale.

Tabell 1. Oversyn over toktdatoar sommaren 2008. Alle tokta hadde hydrografi (STD) måling, mens tokta f.o.m. 16. august også innbefatta strømmåling med drivande strømkors/segl.

Dato	STD	Strøm	Dato	STD	Strøm
3. juli	OK		16 aug	OK	OK
8. juli	OK		23 aug	OK	OK
19. jul	OK		31 aug	OK	OK
26. jul	OK		21 sep	OK	OK
2. aug	OK		05 okt	OK	OK
9. aug	OK				

2.1 Datainnsamling

På tokta vart det gjort hydrografiske målingar vertikalt og horisontalt av salinitet og temperatur, samt også oksygen, klorofyll-fluorescens og turbiditet i Sogndalsfjorden utanfor Sogndalselva. Målingane vart gjort med ein nedsenkbar målesonde av type SAIV STD/CTD mod. 204. Denne har internt dataminne og loggar måledata frå sensorane med fast tidsintervall, saman med tilhøyrande trykk (djup). Det vart også tatt ein del vertikale CTD-målingar eit stykke opp i Sogndalselva. På dei 5 siste tokta vart det i tillegg gjort strømmålingar ved hj. a. drivande strømkors eller strømsegl.

På tokta vart det brukt ein 16 fots plastbåt med 8 hk påhengsmotor. Den 18. juli vart det satt i gang eit tokt, men dette vart avslutta etter 1. vertikal-måling (ca 0-10 m djup, litt utanfor elveutløpet) på grunn av problem med motorens kjølevatn. Toktet vart gjennomført den 19. juli i staden.

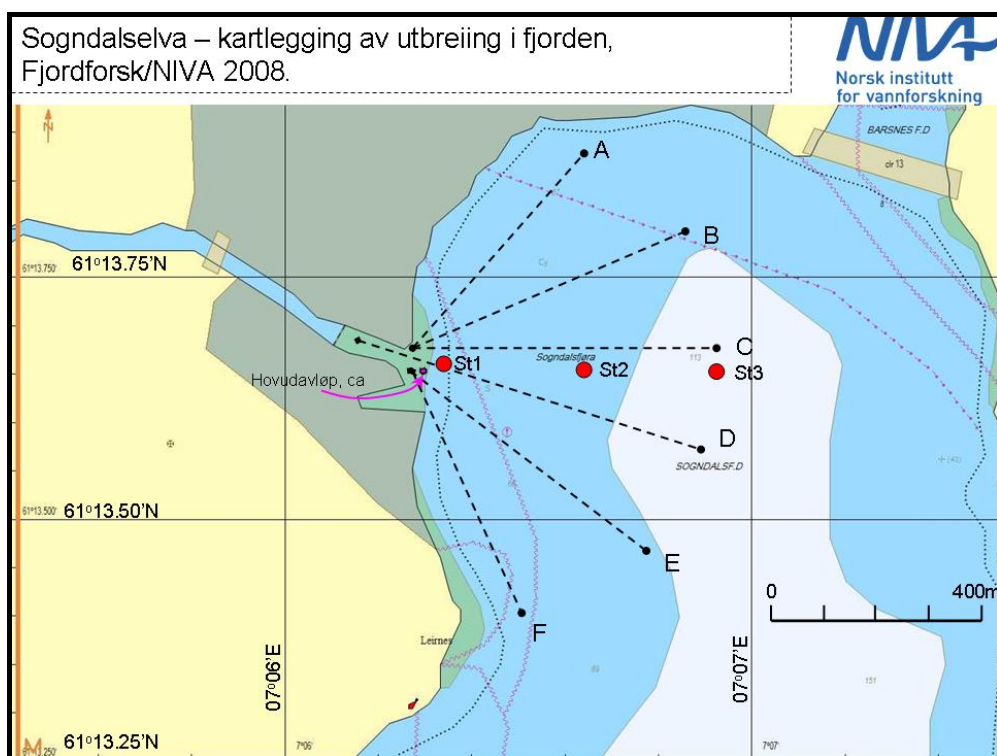
Kursar og posisjonar på kvart tokt vart registrert ved hjelp av GPS-spor lagra i GPS-mottakaren. I tillegg til å registrere kursar/spor vart GPS-en også brukt til å måle distansar fra eit nullpunkt i elveosen. I Sogndalsfjorden er det med slikt utstyr vanlegvis nøyaktigheit på +/- 4-5 m eller betre. GPS-målingane er gitt som ein rettlinja avstand frå eit definert 0-punkt (sjå seinare).

2.1.1 Hydrografiske målingar

Målesonden for hydrografi (STD) var innstilt på å ta ei måling kvart 2. sekund. Dei vertikale målingane (profilane) vart gjort ved å senke apparatet (festa til ei lang snor) roleg nedover i sjøen. Opphaling vart gjort noko raskare. Sonden måler både ved nedsenking og opphaling; vertikalmålingane presentert i denne rapporten er basert på målingar under nedsenking.

På det innleiande toktet 3. juli vart det tatt STD-målingar horisontalt i ca 0.5 m djup langs dei 6 snitta A-F (**Figur 6**). Snitta var lagt i vifteform ut frå elveutløpet. Desse målingane vart tatt ved at STD-en hang i ei snor frå ein bjelke som stakk 1-2 m ut på sida av båten, i framenden av denne. Ved å kjøre båten med jamn fart heldt STD-en seg om lag i konstant djup under heile måleserien.

Ved kjøring av disse snitta vart det brukt méder (krysspeiling) på land for å halde kursen. Distansar vart målt ved hjelp av GSP-en. Rekkefølga for dei horisontale målingane 3. juli var frå elveos og utover (snitt A), snitt B (innover), snitt C (utover), snitt D (innover), snitt E (utover) og snitt F (innover). Lengde på snitta frå A til F var høvesvis 500 m, 800 m, 550 m, 775 m, 610 m og 650 m. På dette toktet vart det dessutan tatt 3 vertikale profilar (0- ca 30 m djup) i posisjon om lag mellom snitt C og D: Profil 1, 50 m, Profil 2, 250 m og Profil 3 450 m frå elveosen (nullpunktet).



Figur 6. Kart med dei ulike transekta innteikna.

Ved alle seinare tokt vart det kvar gong tatt 12 vertikalprofilar (frå overflata til ca 30 m djup) på dei 6 snitta (A-F) fordelt med 2 profilar pr snitt, omtrent 150-170 m og 250-270 m frå nullpunktet. Ved ein del av desse målingane dreiv båten som følge av vind og strøm. Denne avdrifta syntes å vere sterkast når vindretning og tidevasstrøm gjekk i same retning.

Nullpunktet vart opprinnelig definert frå ei sikteline mellom søndre og nordre breidd ved elveutløpet. Denne praksisen vart seinare endra ved at nullpunktet heller vart definert i høve til ein stor trestolpe som stod på skrått ned i botnen i elvemunningen, kun synleg over vatn ved fjøre sjø. Stolpen som nullpunkt motsvara nullpunktet definert ved hjelp av siktelina.

I tillegg til dei vertikale målingane langs transekta A-F, vart det også tatt ein eller fleire vertikalprofilar oppover i elva/elveutløpet (frå overflate til ca 2 m djup), samt ein profil (overflate til 10/20 m djup) om lag 25-50 m utanfor elveutløpet.

På det innleiande toktet vart det gjort parallellmåling med både SAIV sonden og NIVA sin Seabird SBE19 STD for kontroll (på stasjon A2). Det var godt samsvar mellom sondene. På dette toktet vart det også prøvd å observere avlaupsleidningen ved hjelp av eit lite nedsenkbart kamera, men det blei vanskeleg å følgje leidningen utover p.g.a. at båten dreiv mykje i elvestraumen bort frå traseen

(kameraet kunne ikkje manøvrerast). Det vart imidlertid observert forholdsvis mykje partiklar i sjøen i området ved utsleppspunktet 150 m fra land i djup mellom 10-40 m.

2.1.2 Strømmålingar - strømkors

Ved strøm-målingane vart det nytta både eit antal strøm-kors og strøm-segl (på 2 siste tokt). Strømkorsa hang under små isopor-plater mens strømsegla hani i små kuler (Figur 7). Avstanden mellom isoporplate og kors varierte frå strømkors til strømkors: 0.25 – 0.45 m, 2.5 – 2.7 m og 4.2 – 4.4 m djup mens strømsegla vart plassert i 2.05 -3.05 m, 6.2 – 7.2 m, og 10.0 – 11.0 m djup (Tabell 2).



Figur 7. Strømsegl i drift 21. september 2008. Foto: T. Dale.

Strømkors/segl vart satt ut i munningen av elva (ca 25-50 m frå 0-punkt) og så følgt etter med båten. Ved jamne mellomrom vart distanse og kurs notert. Registreringsperiodene varierte mellom ca ½- 1 time. Enkelte registreringar vart avslutta tidligare enn ønska pga småbåttrafikk i området.

Tabell 2. Oversyn over målingane med strømkors og strømsegl.

Tukt nr.	Dato	Strømkors			Strømsegl		
		0,25- 0,45 m	2,5 - 2,7 m	4,2 - 4,4 m	2,05 -3,05 m	6,2 - 7,2 m	10 – 11 m
7	16. aug.	X					
8	23. aug.	X	X	X			
9	31. aug.	X	X	X			
10	21. sep.	X	X	X	X	X	X
11	5. okt.	X	X	X	X	X	X

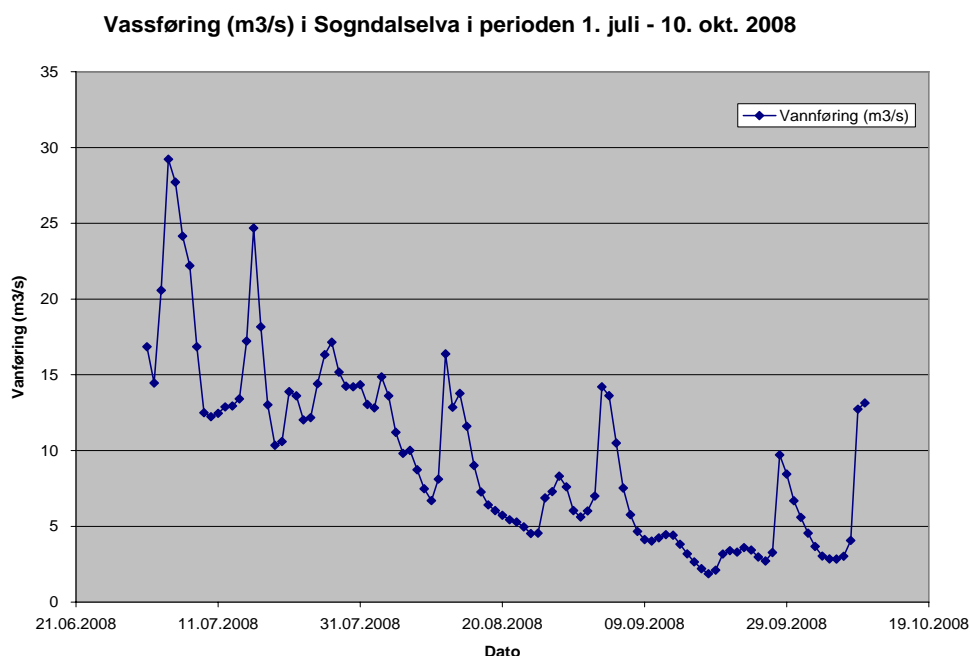
2.1.3 Annan dokumentasjon

Det vart tatt fotografi undervegs av særmerkte fenomen m.m. og nokre av fotografia er tekne med i denne rapporten. Data frå vassføring i Sogndalselva (målepunkt litt nedanfor utløpet frå Dalavatnet Sogndalsdalen) under måleperioden vart stilt til rådvelde av NVE i Førde. Vi har også sett på nokre hydrografimålingar frå 2003 i sbm modellsimuleringane (Golmen m. fl. 2003; Vedlegg A og B).

2.2 Vassføringa i elva under måletokta

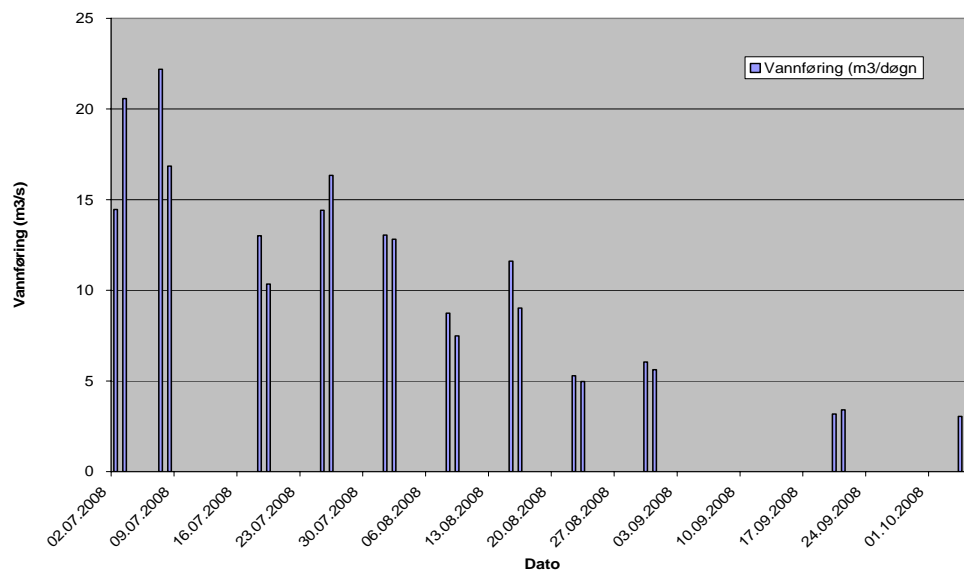
Målt vassføring i Sogndalselva i måleperioden er synt i **Figur 8**, mens **Figur 9** syner vassføringa kun på toktdatoane. Det framgår at vassføringa avtok gradvis utover sommaren, frå maksimum på 30 m³/s i byrjinga av juli til ned mot 2-3 m³/s på det lågaste i september. Innimellom var det kortvarige (nokre dagar) perioder med auka vassføring (regnver).

Det var høgast vassføring under dei to første tokta (15-20 m³/s). Også for toktdatoane var det klar tendens til fallande vassføring utover i programmet, til rundt 5 m³/s eller lågare på dei fire siste.



Figur 8. Målt vassføring (m³/s) i Sogndalselva i juli – medio oktober 2008. Data frå NVE i Førde.

Vassføring (m³/døgn) i Sogndalselva på toktdato (og dagen før) i perioden 3. juli - 5. oktober 2008



Figur 9. Vassføring (m³/s) i Sogndalselva på toktdatoane og dagen før tokta. Data frå NVE-Førde.

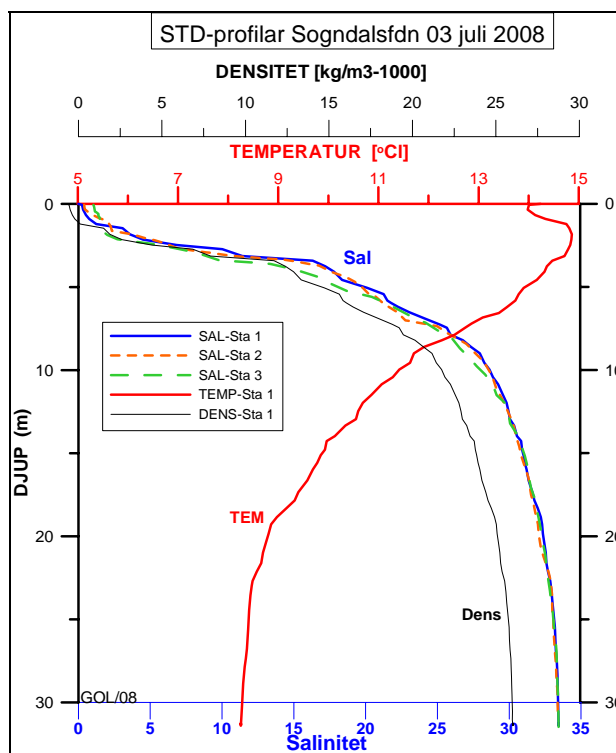
3. Presentasjon av måleresultat

3.1 Hydrografi

Området ved munningen av Sogndalselva er tydeleg sjikta, med eit tydeleg ferskvasspåverka overflatelag som stekker seg ned til 2-4 m djup (avhengig av versituasjon etc). Dette framgår tydeleg av vertikalprofilane tekne 30-50 m utanfor munningen i området der det kommunale hovedutsleppet skal ligge. Det vart teke vertikalprofil der på alle elleve tokta, og resultatane er synt i **Figur 10- Figur 13**. I figurane har vi framstilt saliniteten (eit mål for saltmengda i sjøen, som p.p.t. eller ‰; gram salt pr kg sjøvatt), densiteten eller særvekta av sjøvattnet (oppgitt som kg/m^3 minus 1000) og temperaturen. Densiteten er avhengig av både temperaturen og saliniteten, og er berekna ut frå desse parametrene.

Tidleg i juli var vassføringa i elva på det høgste for heile måleperioden, og dette avspeglar seg i tydeleg sjikting og tjukt overflatelag 3. juli, mens desse trekka avtok noko ved påfølgjande tokt. Det markerte overflatelaget heldt seg imidlertid heile sommaren, noko som nok skuldast tilrenning frå andre kjelder enn Sogndalselva, t.d. Årøyelva som åleine har tre gonger større vassføring.

Frå toktet 3. juli har vi plotta salinitet frå alle tre profilane, posisjon S1, S2 og S3 langs transekt ‐C‐ (**Figur 10**). Det framgår der at det var liten skilnad horisontalt mellom desse stasjonane fordelt frå utanfor munningen og til 3-400 m utover.



Figur 10. Vertikalprofilar av salinitet tekne i posisjonane S1, S2 og S3 langs transekt C (til 30 m djup) 3. juli 2008. Temperatur og densitet frå posisjon S1 er også framstilt.

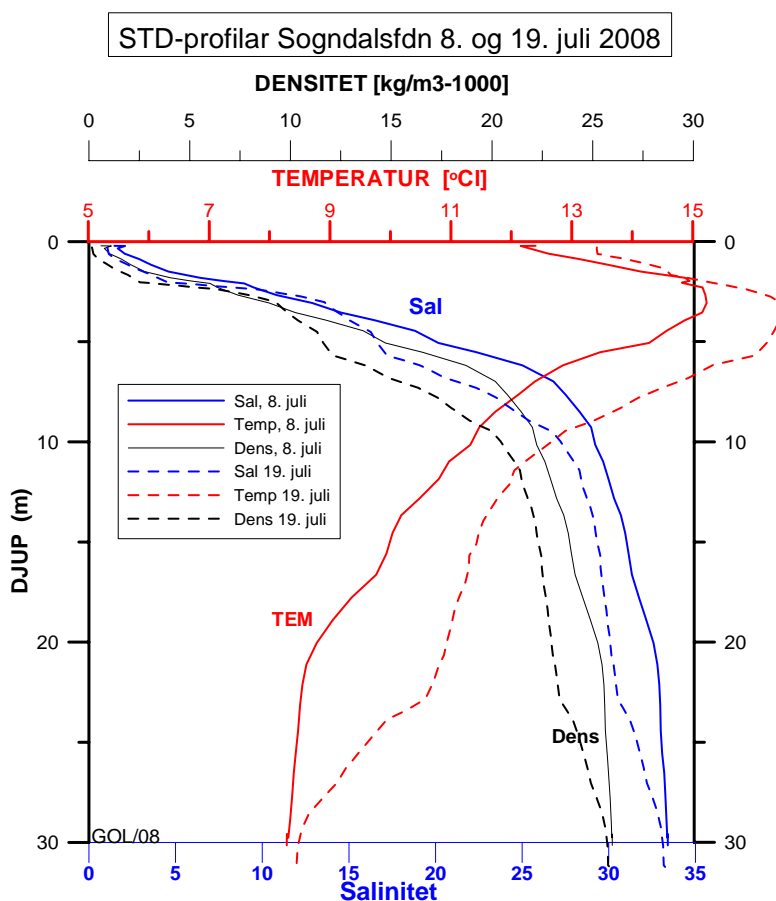
Først ved målingane i september og oktober vart det observert ein tydeleg svekking i tjukkeleiken og karakteristikken til overflatelaget; no var det berre eit tynt, 0.5-1 m tjukt lag.

Frå 6-7 m og nedover var det svakare lagdeling/sjiktning enn over, men framleis var gradienten tydeleg.

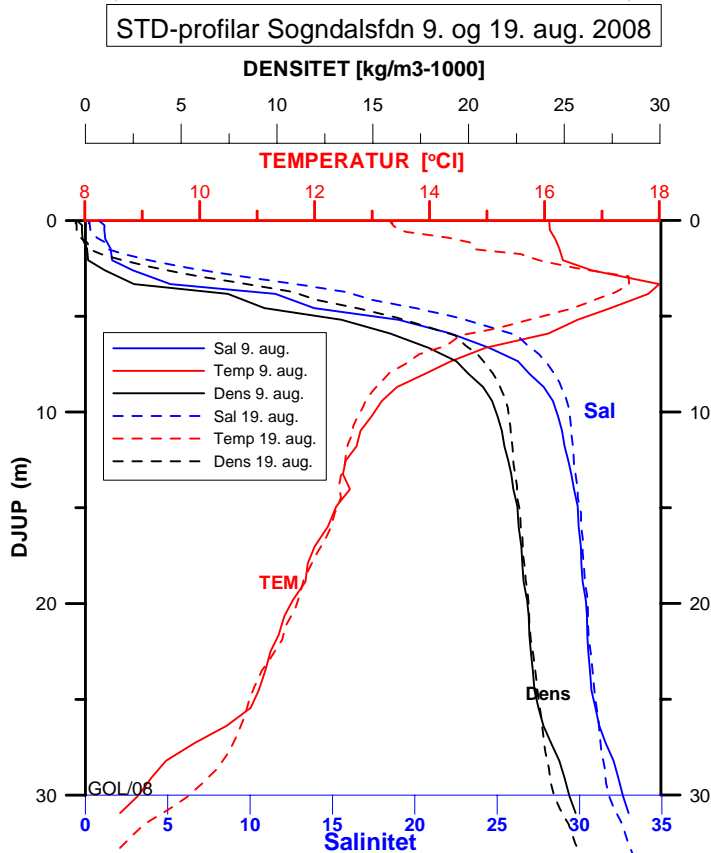
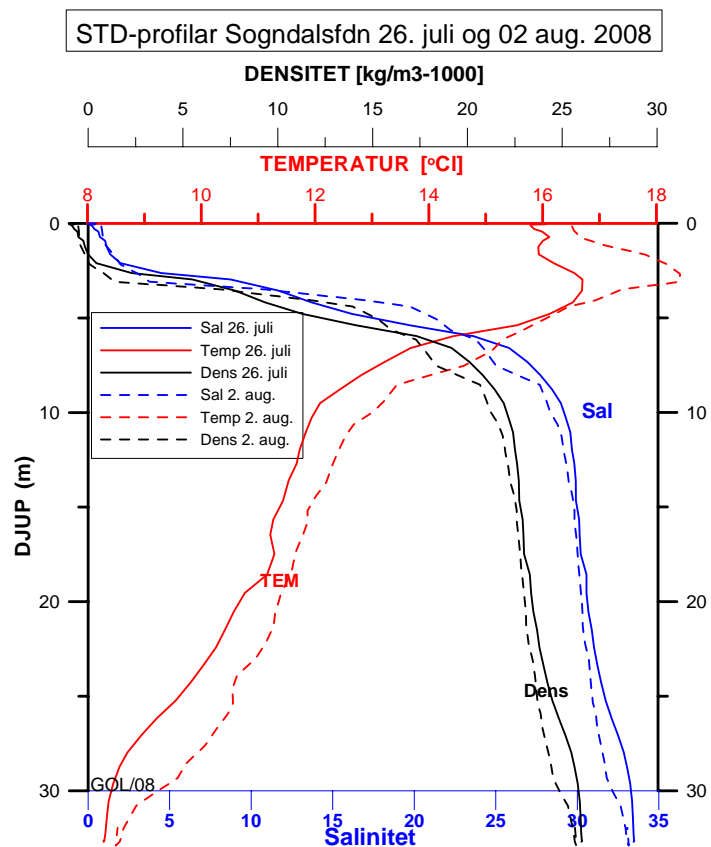
Av andre trekk kan nemnast eit tydeleg temperaturmaksimum like under overflata på dei første tokta. Dette skuldast nok lokal oppvarming i perioder med fint ver i juli, mens overflatelaget framleis fekk tilført kaldt vatn frå elvane som la seg på toppen.

Der kan også sporast mindre anomaliar i kurvene i djup varierende mellom ca 15 og 20 m. Desse kan representere fortynna utleppsvatn anten i oppstigingsfasen eller ved innlagring. Knekkpunktet i kurvene rundt 25 m kan vere årsaka av terskelen ute ved Fimreite på ca 26 m.

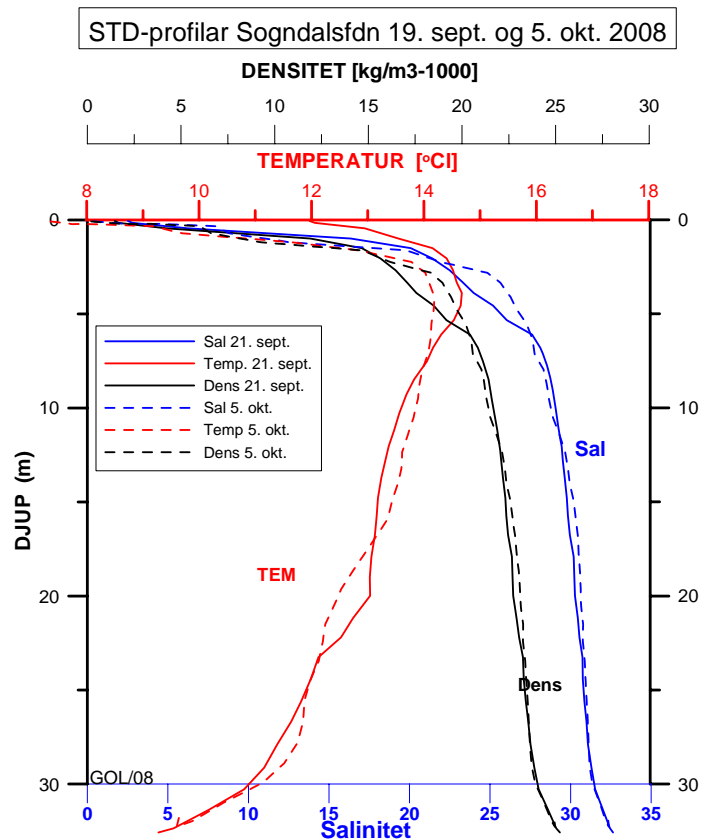
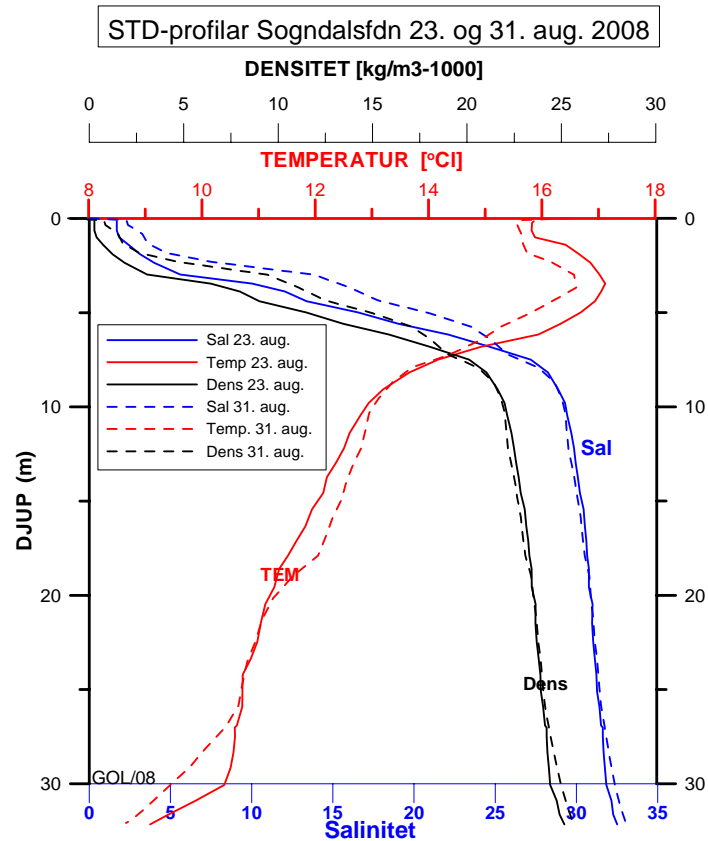
Datamaterialet er omfattande og kan gjerne studerast vidare for andre formål enn det foreliggende. Vi har nytta dei framstilte profilane primært om inngangsdata for simuleringane av utleppet i neste kapittel.



Figur 11. Vertikalprofilar 30-50 m frå elvemunningen (til 30 m djup) målt 8. og 19. juli 2008.



Figur 12. Vertikalprofilar 30-50 m frå elvemunningen (30 m djup) målt 26. juli og 2. august (øvrste figur) og 9. og 19. august 2008.



Figur 13. Vertikalprofilar 30-50 m frå elvemunningen (30 m djup) målt 23. og 31. august (øvrste figur) og 21 sept. og 5. okt. 2008.

3.1.1 Hydrografi i elvemunningen

Tokta inkluderte vertikalprofilar av hydrografi i nokre punkt inne i elvemunningen, mest for å sjå i kor stor grad dette området er sjøvasspåverka. Vi har kortfatta tatt ut representative verdiar for overflata og ca 1 m djup og 2 m djup, evt 3 m der det var målt så djupt, frå området rundt munningen (ved trestaken som stakk opp, evt 20-30 m innover). Botndjupet var 1.5 – 2m i dei fleste tilfella. Resultat er synt i **Tabell 3**. Verdiane er avrunda og indikative, også sidan måleposisjonen ikkje var eksakt den same kvar gong.

Det framgår at elvemunningen ned til 1-1.5 m djup var lite sjøvasspåverka. Først i september skjedde det ei endring særleg ved at saliniteten auka til ca 20 ved botnen. Dette heng nok saman med vassføringa som på slutten av måleperioden fall til ein middelvei på under 5 m³/s.

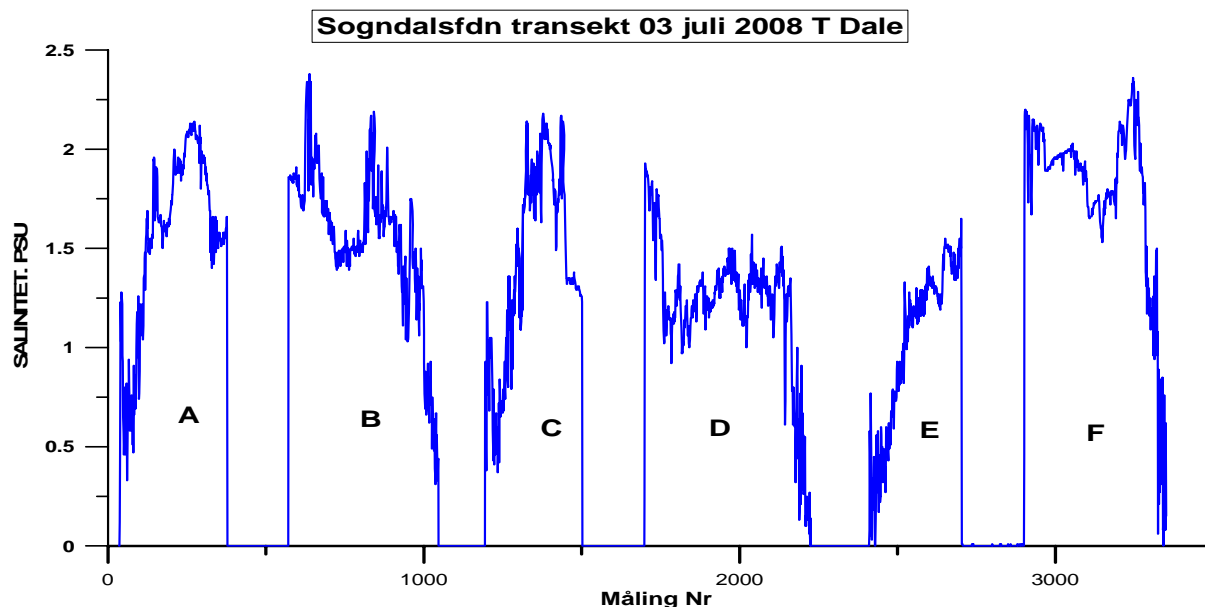
Tabell 3. Målt salinitet i elvemunningen i perioden juli-oktober 2008. Data frå første tokt er usikre.

Sal↓/dato:	3/7	8/7	19/7	26/7	2/8	9/8	16/8	23/8	31/8	21/9	5/10
0 m	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3
1 m	(1)	1	1	0	0	0	0	2	3	20	15
1.5 m	-	4	3	-	1	-	1	3	-	22	17
2 m	-	6	7	-	3	-	2	-	-	-	-

3.1.2 Horisontalsnitt

Under tokta vart det standardmessig tatt vertikalprofilar langs dei seks transekta A-F i posisjon ca 1/3 og 2/3 langs snitta ut frå land/elvemunning.

Ved første toktet gjorde vi, som alt nemnt, ein prøve med å taue sonden langs alle transekta (i full lengde). Sonden hang i ca 0.5 m djup, med litt variasjon. Resutata for målt salinitet er synt i **Figur 14**. Det framgår at saliniteten var låg, stort sett under 2 langs alle transekta. Transekt D og E synest ha relativt sett lågast salinitet, og dette indikerer den vegen elvevatnet tok denne dagen, dv.s. meir og mindre rett fram, med ein tendens til svak avbøying sørover, ut fjorden.



Figur 14. Salinitetsdata for alle transekta den 3. juli 2008, gått enten innifrå og ut (A, C, E), eller utanifrå og inn (B, D, F) mot munningen. Dei lågaste verdiane er frå området ved munningen. Nullverdiane er frå periodene med skifte av transekt, då sonden låg oppe i båten.

Tabell 4. Salinitetsverdier (i ppt eller ‰; gram salt pr kg sjøvatt) i 1 m djup målt 19. juli på dei seks transekta A-F h.h.v. i ca 1/3 (‐Nærsonen‐) og 2/3 (‐Fjernsonen‐) avstand ut frå munningen.

Nærsonen, 150 m, 19. juli		Fjernsonen, 250 m, 19. juli	
Transekt/målepkt	Salinitet i 1m	Transekt/målepkt	Salinitet i 1m
A1	2	A2	1.5
B1	1.5	B2	2
C1	1	C2	1.5
D1	1	D2	1
E1	1	E2	1
F1	1	F2	1
Nærsonen, 150 m, 21. sept.		Fjernsonen, 250 m, 21. sept.	
Transekt/målepkt	Salinitet i 1m	Transekt/målepkt	Salinitet i 1m
A1	18	A2	17
B1	17	B2	16
C1	17	C2	18
D1	16	D2	14
E1	15	E2	15
F1	15	F2	16

For to andre tokt, 19. juli og 21. september, har vi tatt ut data for salinitet i 1 m djup og lista opp verdiane i **Tabell 4**.

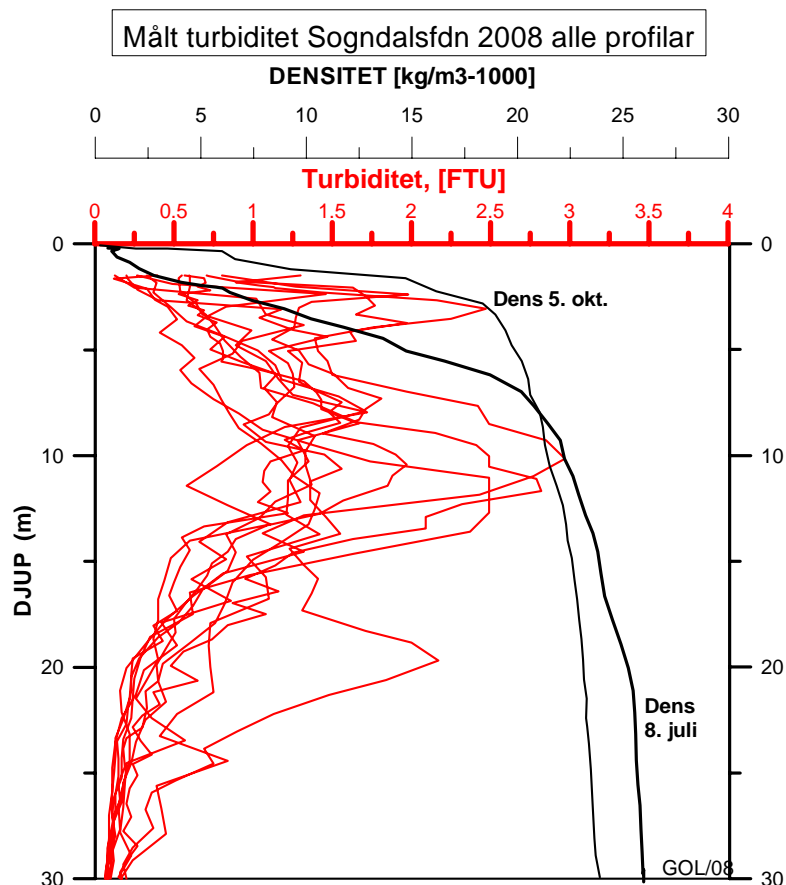
Det framgår ein tydeleg skilnad med auke i saliniteten frå tilnærma ferskvatt i juli til salt brakkvatn i september. Slik endring er også synt i andre målingar.

I juli var det høgast salinitet langs transekt A og B i nord, noko som tyder på at elvevatnet gjekk austover og sørover. Same tendensen var det også i september for målepunkta nærast land, mens mønsteret lenger ute var meir utydeleg då. Vassføringa i september var låg, slik at elvevatnet hadde mindre påverknad på fjordvatnet, og sannsynlegvis strøymde ut og så aust/sørover langs land forbi badeplassen i retning Hagelin-neset.

3.2 Turbiditet i sjøen ved utsleppspunktet

Målesonden (SAIV) var utstyr med turbiditets-sensor som registrerer forekomst av partiklar i sjøen. Slike partiklar kan vere naturleg forekomande (alger, humus frå land), eller det kan skuldast lokale utslepp. Vi har framstilt alle turbiditetsmålingane frå dei elleve profilane nemnt før, i **Figur 15**.

Sjølv om biletet er noko uryddig; det er stor variasjon frå tokt til tokt, så framtrer det eit tydeleg sjikt med høge verdier mellom 8-13 m djup. Eit sekundært maksimum framtrer i 3-4 m djup. Begge kan teoretisk ha med utsleppet å gjere.



Figur 15. Målt turbiditet i sjøen. Data frå alle elleve foregåande profilar. Densitetskurver frå to tidspunkt er også plotta for å illustrere typisk sprangsjiktsdjup ved ulike sjiktingstilhøve.

3.3 Strømmålingar

På tokta frå 16. august og utover vart det gjort observasjonar av drivretning/fart på nokre enkle strømkors eller strømsgl gjennom perioder på ein time eller to. Dette var meint som supplerande data for å få indikasjon på traseen til elvevatnet ute i fjorden, og også å få avdekt eventuell returstrøm enten i overflata (bakevjer) eller eventuelt djupare nede (innoverretta ”kompensasjonsstrøm”, ref. **Figur 5**).

16. august var det vindstille, og strømkorset hang i ei kort snor, senterpunkt for korset var i 35 cm djup. Drivretningen ut frå munningen var vestover, tilnærma langs transekt D. Farten var rundt 10 cm/s.

23. august (også vindstille) ga stort sett drift langs transekt C. Det var denne dagen også djupare strømkors. Det som hang i ca 4.3 m djup gikk først utover, med antydning til retning innover mot slutten av måleperioden.

31. august (svak vind): Alle kors drifta utover, det grunnaste gikk raskast. Drivretningen var denne dagen meir nordvestleg, mellom A og C transekta.

16. september: Svak drift i overflata denne dagen (jamfør låg tilrenning). Strømmen var sterkare lenger nede, sterkast i 6-7 m djup i retning langs A transektet, og også markert i 10-11 m i retning B-C transekta.

4. Modellering av utsleppet

4.1 Innlagring/spreiing av avlaupsvatnet

Vi har berekna sannsynleg mønster for oppstiging, fortykning og innlagring for utsleppsvatnet for ulike scenarier for utsleppet (djup, fluks, tid) basert på eitt utslepp gjennom røyrenden (ingen diffusor). Til dette har vi nytta NIVAs numeriske modell JETMIX (Berkeng og Lesjø 1973). For spreiring har vi nytta modellen CORMIX som er utvikla av US Army corps of engineers.

Formålet med å kjøre JETMIX er å finne kor høgt opp utsleppsvatnet stig før det blir innlagra (sjå døme på innlagring i **Figur 16**). Dersom innlagringa skjer tilstrekkeleg djupt, er det sannsynleg at elva og elveosen ikkje er berørt. CORMIX er til hjelp for å vurdere skala på horisontalutbreiinga av elvevatnet.



Figur 16. Foto frå laboratorieforsøk med farga oppstigande (lett, ferskt) vatn i ei sjikta væske (sjøvatn).

4.2 Scenarier for utsleppet

Scenaria i tid (variasjon) er representert ved

- 1) Hydrografiske tilhøve i fjorden ved dei 11 måletidspunkta i juli-oktober 2008
- 2) Varierende utsleppsfluks for kvar av dei 11 tidspunkta for h.h.v. ”låg”, ”middels” og ”høg fluks”.

Vi har latt enden av leidningen ligge med ein helling på 10° langs sjøbotnen, m.a.o. strålen er retta litt nedover. **Tabell 5** syner verdi for nokre av input parametrane til modellen.

Tabell 5. Utsleppstal brukt i simuleringane.

Utsleppsdjup:	20 m
Leidningsdiameter:	300 mm
Utsleppsfluks:	5 l/s, 10 l/s og 50 l/s

Den daglege (middel)situasjonen kan leggest til grunn for simuleringar og vurdering av eventuell forureining i elveosen. Dag-kurva for hydraulisk belastning inn på renseanlegget vil truleg ha ein topp om morgonen (kombinasjon av stort forbruk i hushald saman med industripåslapp), og evt. ein topp

om ettermiddagen, og ellers toppar til ulike tider ved stort vassforbruk/påsepp frå industri. Deler av desse vassmengdene kan måtte leiast utanom renseanlegget i korte perioder.

4.3 Resultat Jetmix

Resultata av kjøringane for dei 11 x 3 scenaria er presentert i **Tabell 6**. DEPTH angir likevektsdjupet for utsleppsvatnet etter at det har nådd innlagingsdjupet.

Tabell 6. Resultat av kjøring av JETMIX modellen for utslepp i 20 m, med h.h.v. 5 , 10 og 50 l/s vassfluks. Kalkulert for alle 11 situasjonane/profilane frå perioden juli-oktober 2008. "DEPTH" er innlagingsdjupet etter at skya er kome i likevekt, mens EQS og GRAV angir kor høgt opp skya kan stige før den sekk ned til likevektsdjupet.

ENTRAINMENT AND DILUTION, MANIFOLD NR. 1											OUTFALL SITE:		SOGNDAL	
JET DATA AFTER CONTRACTION					!PRO-					RESULTS				
					!FILE !	NEUTRAL				POINT		EXTREMAL		
					! !	WIDTH ANGLE				CENTER DEPTH		DEPTH		
					! NR. !					DILUT.		EQS. GRAV.		
NR.	(M)	(M)	(M/S)	DEG.	! !	(M)	DEG.		(M)	(M)	(M)	(M)		
1	20.0	.30	.07	-10	! 1 !	1.2	89	28	15.6	14.0	11.5			
					! 2 !	1.1	89	25	15.9	14.1	11.6			
					! 3 !	1.4	89	37	14.5	12.8	10.5			
					! 4 !	1.7	89	47	13.4	11.5	9.1			
					! 5 !	1.5	89	42	14.1	12.4	9.6			
					! 6 !	1.5	89	40	14.3	12.3	9.6			
					! 7 !	1.6	89	47	13.6	11.4	8.2			
					! 8 !	1.4	89	38	14.5	12.4	9.3			
					! 9 !	1.4	89	36	14.7	12.8	9.8			
					! 10 !	1.6	89	47	13.5	11.3	8.2			
					! 11 !	1.5	89	41	14.2	12.4	9.9			
2	20.0	.30	.14	-10	! 1 !	1.4	88	23	14.9	13.0	10.4			
					! 2 !	1.4	88	23	14.9	12.9	10.4			
					! 3 !	1.6	88	30	13.7	11.9	9.6			
					! 4 !	2.0	88	39	12.4	10.2	7.9			
					! 5 !	1.6	88	31	13.6	11.1	8.4			
					! 6 !	1.7	88	32	13.5	11.3	8.4			
					! 7 !	1.8	88	37	12.8	9.9	7.0			
					! 8 !	1.7	88	32	13.5	11.2	8.2			
					! 9 !	1.7	88	30	13.7	11.6	8.2			
					! 10 !	1.9	88	38	12.5	10.1	6.9			
					! 11 !	1.7	88	32	13.5	11.3	8.4			
3	20.0	.30	.70	-10	! 1 !	2.0	82	15	13.5	11.0	7.8			
					! 2 !	2.1	82	15	13.2	10.7	7.1			
					! 3 !	2.2	83	17	12.6	10.1	7.7			
					! 4 !	2.6	84	23	10.6	8.3	6.0			
					! 5 !	2.5	84	21	11.4	9.0	6.8			
					! 6 !	2.4	84	19	11.9	8.9	6.3			
					! 7 !	2.8	84	25	10.0	7.6	5.5			
					! 8 !	2.5	84	20	11.5	8.6	6.5			
					! 9 !	2.4	83	18	12.1	8.5	6.3			
					! 10 !	2.7	84	23	10.5	7.3	4.4			
					! 11 !	2.4	84	19	11.8	9.1	4.6			

Det framgår at innlagringa skjer mellom 12-16 m djup for "låg" og "middels" fluks. Ved "høg" fluks stig avløpsvatnet 1-2 m høgare opp i sjøen.

Høgste opptrenning, representert ved EQS, er ca 7 m for "høg" fluks, og ellers djupare enn 10 m for dei andre scenaria.

Der er tendens til at innlagringsdjupet blir grunnare når avrenninga frå land avtek (svakare sjikting i fjorden), slik at profil 10 (september) og profil 11 (oktober) har 1-2 m grunnare innlagring enn ved ei første målingane i juli.

Modellen gjev også fortynningsgrad for utsleppsvatnet ved innlagring. Verdiane ligg typisk mellom 25 og 40 gonger. Auka vassfluks gjev lågare fortynning. Perioder med låg avrenning (profil 10 og 11) gjev betre fortynning enn ved høg avrenning (profil 1 og 2).

Simuleringane er for vatn og evt. stoff som er løyst i dette eller har same densitet. Evt. lettare eller tyngre partiklar vil kunne skilje seg ut frå utsleppsskya og enten stige vidare oppover, eller sekke til botn. Det er då tale om ein fleir-fase prosess som vår model ikkje simulerer.

4.3.1 Simulering for utsleppet U2, resultat frå 2003

I samband med ein studie av Barsnesfjorden i 2003 (Golmen m.fl. 2003) vart same modell (Jetmix) nytta for å berekne spreinga av avlaupsvatnet frå utsleppet U2 nær høgge munningsbreidd ved utlaupet frå Barsnesfjorden. Dette utsleppet representerte om lag 400 PE, m.a.o. vesentleg mindre fluks enn dagens hovudavlaup. Resultata av dei berekningane er synt i Vedlegg A. Innlagringa med simulert fluks på 10 l/s ville i følgje berekningane skje på 10 m djup eller djupare, noko som harmonerer bra med dei nye berekningane.

4.4 Simulering med CORMIX

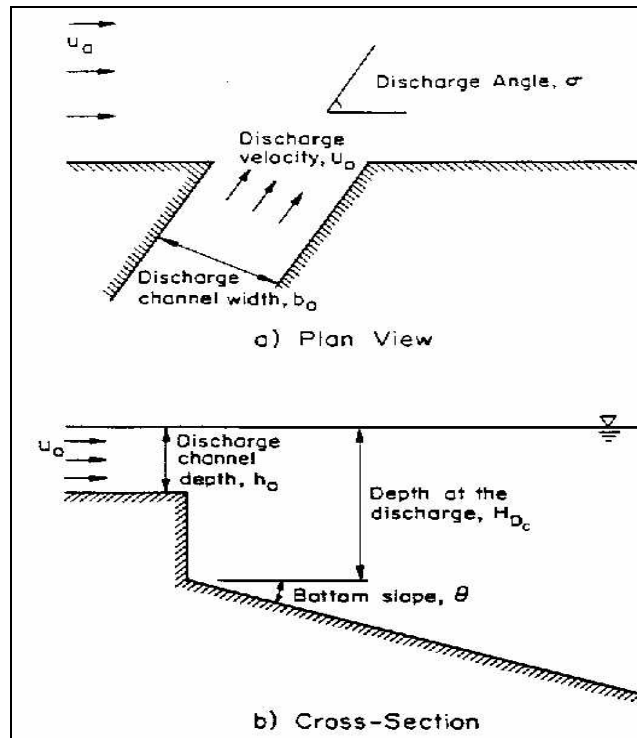
Vi har utført numeriske simuleringar av elvevatnets utbreiing i fjorden (nær munningen) med modulen CORMIX3 tilhøyrande modellen CORMIX (utvikla frå Cornell Mixing Zone Experiment og nytta av m.a. US EPA). CORMIX3 er for simulering av eit utslepp av lett vatn med enkel (kanal) geometri ut i ein open resipient.

Resultata blir omtrentlege og noko usikre, ettersom vi ikkje har alle detaljar om resipienten og at modellen forenkler.

Figur 17 syner nokre aktuelle input parametrar. Vi har satt Manning faktoren til 0.025, som motsvarar ein moderat ujamn botn, med litt stein etc. Munningen er satt til 40 m x 2 m. Overflatestrømmen i fjorden er satt til 20 cm/s. Vassføring er simulert for 30 m³/s.

Modellen simulerer avbøyinga i første rekkje på grunn av strømmen i fjorden (20 cm/s). Resultat for senterfortynning (med fjordvatn) og geometri (halvbreidde/djupne) på elvevatnet er gitt i **Tabell 7**. Det framgår at fortynninga/innblandinga i senter aukar frå ca 2 gonger 20 m frå elva til 4.6 gonger i avstand ca 1 km, mens elvevatnet breier seg ut. Djupna på ferskvass-laget minskar utover, frå 1.5 m ved start av simuleringane, til ca halvparten lenger ute. Elvevatnet utgjør m.a.o. eit overflatefenomen i flg. modellen.

Nærsonen (Mixing zone) kan settast til 40 m. Lenger ut enn dette flyt elvevatnet oppå fjordvatnet i eit tynt sjikt berre flytta av strømmen og ein svak trykkgradient.



Figur 17. Skisse over nokre geometriske parametarar som er input til modellen CORMIX.

Tabell 7. Utdrag av resultat av simulering med CORMIX.

X	Y	Z	S	C	BW	BH
0.14	19.32	0.00	1.0	0.100E+03	1.50	7.57
16.67	167.42	0.00	2.0	0.507E+02	1.50	26.51
37.68	243.07	0.00	2.2	0.450E+02	1.50	37.86
65.98	306.26	0.00	3.0	0.328E+02	1.20	168.30
149.67	425.97	0.00	3.5	0.287E+02	0.99	236.43
252.97	531.63	0.00	3.8	0.266E+02	0.87	290.11
365.69	624.86	0.00	4.0	0.252E+02	0.79	334.16
486.35	710.30	0.00	4.1	0.242E+02	0.73	372.60
610.36	787.94	0.00	4.3	0.234E+02	0.69	406.35
739.10	860.66	0.00	4.4	0.228E+02	0.66	437.22
869.07	927.86	0.00	4.5	0.223E+02	0.63	465.27
1001.08	990.99	0.00	4.6	0.218E+02	0.61	491.31

Cumulative travel time = 5558. sec. Jet/plume RESTRATIFIES at the third step.

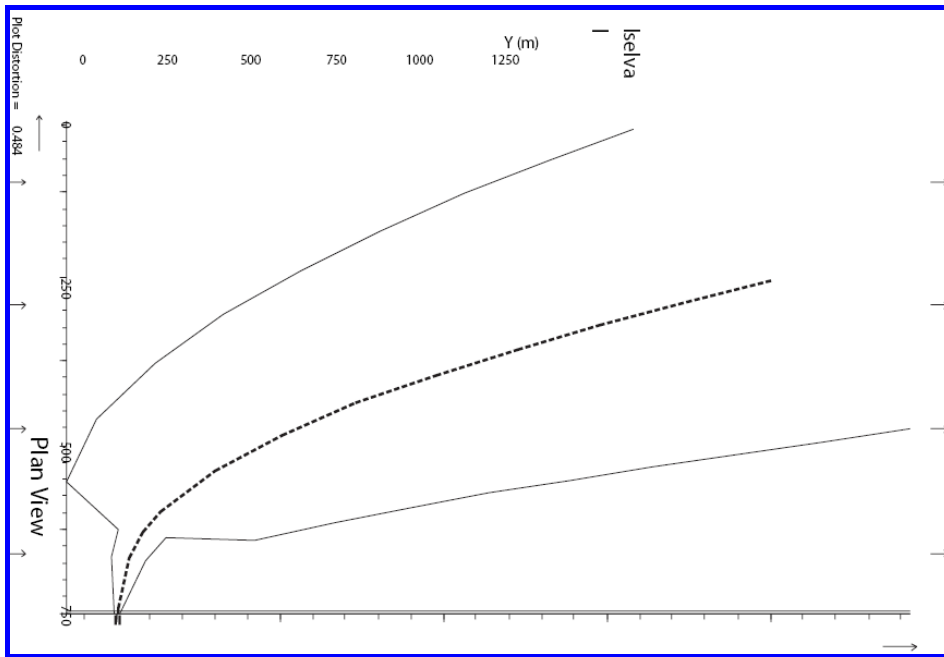
BW = water depth (vertically mixed)

BH = Gaussian 1/e (37%) horizontal half-width, normal to trajectory

S = hydrodynamic centerline dilution

C = centerline concentration (includes reaction effects, if any)

Figur 18 illustrerer horisontalutbreiinga av elvevatnet i fjorden for dei valde parametranne. Det må understrekast at dette biletet og resultatata ellers er basert på ein forenkla modell som ikkje representerer alle reelle prosessar. Resultata fortel såleis meir om skala og storleikar enn eksakt realistiske verdiar.



Figur 18. Horizontal (X-Y) plott av elvevatnet i fjorden frå CORMIX simuleringa.

5. Diskusjon og oppsummering

Det vart innsamla eit omfattande datamateriale frå fjorden i samband med prosjektet. Målingane dekkjer godt månadane juli-oktober, som kan vere viktig i samband med problemstillinga om det kommunale utsleppet påverkar elvemunningen eller ikkje.

Data frå andre deler av året ville hjelpe til å få danna eit meir heilskapleg bilete, t.d. perioder med oppgang av fisk for gyting, eller perioder for utvandring. Vi foreslår imidlertid å trekkje følgjande konklusjonar, basert på gjennomgangen av datamaterialet og øvrige opplysningar, og analysene som er gjort:

Føresetnadar og utgangspunkt:

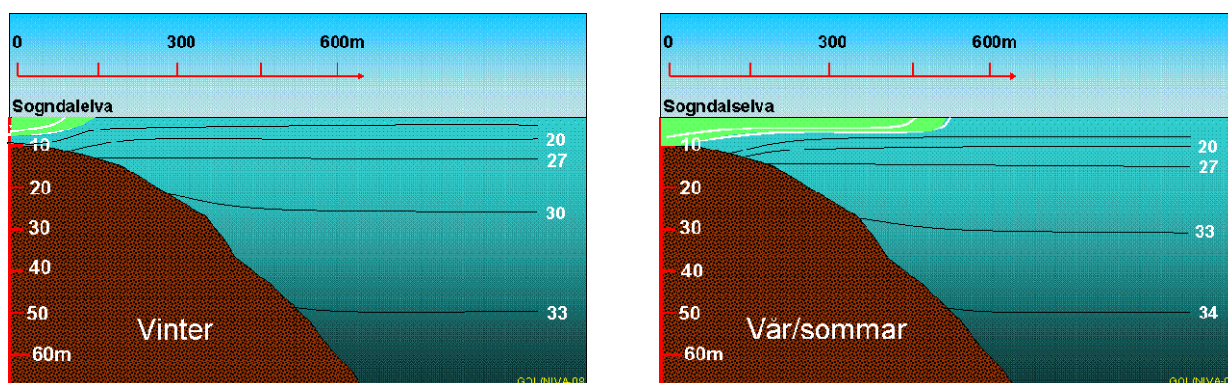
- Utsleppet av rensa kommunalt vatn frå Sogndal er antatt å gå ut på 20 m djup, ca 100 m frå land.
- Utsleppet har ein normal vassføring motsvarande 5000 PE (ca 10 l/s).
- Sogndalselva har midlare vassføring på ca 20 m³/s. I vår måleperiode varierte den frå 3 m³/s til 30 m³/s, med fallande verdiar utover sommaren til oktober.
- Elvemunningen er om lag 40-50 m brei, og 1.5-2 m djup.

Ved normal og høg vassføring er det ikkje sjøvatn i munningen. Ved låg vassføring (på sein-sommaren) trengjer noko brakkvatn inn langs botnen.

Dei hydrografiske målingane har avdekkja eit tydeleg stratifisert sjøområde rundt munningen og fleire hundre meter utover. Sprangsjiktet ligg om sommaren rundt 5 m djup.

Strømmen i fjorden bidreg til å bøye av elvevatnet men sjeldan slik at det tangerer stranda. Dette kan truleg skje ved liten vassføring og med tydeleg straum i fjorden.

Elvevatnet samlar seg i overflata i eit tynt sjikt, for det meste tynnare enn 1-1.5 m. Breidda på elvevatnet ute i sjøen aukar frå < 100 m nær munningen til fleire hundre m breidde lenger ut. Ved høg vassføring i elva kan vatnet sporast lett i alle fall 1/2 km ut i fjorden (**Figur 19**).



Figur 19. Illustrasjon av sesongmessig variasjon i sjikting i fjorden og utbreiinga av elvevatnet.

Simuleringane av spreinga av det kommunale utsleppsvatnet synte at dette innlagrar seg djupare enn 10 m. Dette er vesentleg djupare enn djupet for det som kan definerast som elvemunningsområdet.

Simuleringane av utslippet er for reinsa vatn og evt. stoff som er løyst i vatnet eller har same densitet som dette. Evt lettare eller tyngre partiklar vil kunne skilje seg ut frå utslippsskya og enten stige vidare oppover, eller sekke til botn. Når vi vurderer om der er påverknad av elvemunningen, så har vi forutsatt at avlaupsvatnet er fritt for slike partiklar.

Strømkorsforsøka avdekka kun i eitt tilfelle noko som kan tyde på eksistens av ein innoverretta "kompensasjonsstrøm" under kilen av elvevatn. Dette var målt rundt 4 m djup, m.a.o. grunnare enn der utslippsvatnet innlagrar seg.

Ut frå simuleringane og opplysningane og føresetnadane om utslippet som vi har lagt til grunn, er det dermed lite sannsynleg at utslippsvatnet påverkar elvemunningsområdet.

Der er noko uvisse m.o.t. kvar eksakt utslippet ligg. Vi tilrår difor at dette blir oppmålt for å få verifisert posisjon, og djup. Dersom det då framkjem større avvik frå det som er lagt til grunn i denne studien, vil vi tilrå at det blir gjort nye berekningar, og evt at leidningen blir justert.

Storleiken på renseanlegget og vassmengdene derfrå har kun blitt estimert til å motsvare 5000 pe. Dersom dette talet avvik tydeleg frå det faktiske, eller dersom det er snakk om foreståande utvidingar og auka vassmengder, så bør det i begge tilfelle utførast nye berekningar.

Målingane som er gjort, dekkjer kun perioden juli-tidleg oktober. For å få eit fullstendig grunnlag for å vurdere problemstillinga bør det gjerast nokre målingar i fjorden for å få avdekt dei fulle årstidsvariasjonane.

Slike målingar må gjerne få uka intensitet/hypigheit i dei økologisk sett mest interessante periodene.

Det er ni år sidan forrige resipientgransking i Sogndalsfjorden. Den granskinga avdekka m.a. negativ trend for vasskvaliteten i djupvatnert. Vi tilrår difor at det snarast vert gjennomført ei ny gransking, som også ser på den totale utslippssituasjonen frå Sogndal og også måler sirkulasjonen langs land.

6. Litteratur/referansar

Bjerkeng, B. og A. Lesjø 1973: Mixing of a jet into a stratified environment. PRA 5.7. NIVA rapport O-126/73. Oslo.

Dale, T. og P. Hovgaard 1993: En undersøkelse av resipientforholdene i Sogndalsfjorden, Barsnesfjorden og Kaupangerfjorden i perioden 1991-1993. Rapp. Sogn og Fjordane DH, Skrifter nr 3/1993, 118s.

Elliott, M. og D. S. McLusky 2002: The need for definitions in understanding estuaries. Est. coast. Shelf Sci., Vol. 55, 815-827.

Golmen, L.G., J. Molvær og V. Bjerknes 2003: Forprosjekt ny Loftesnesbru, Sogndal. Konsekvensvurdering for vasskvalitet I Barsnesfjorden ved endra utfylling i fjordmunningen. Rapp. Nr. 4718, NIVA Oslo/Bergen, 46s.

Hovgaard, P. 1985: Resipientundersøkelse i Sogndal kommune. En vurdering. Rapp. Sogn og Fj. Distriktshøgskule, 39s.

Johansen, P-O, E. Heggøy og P. Johannessen 2007: Marinbiologisk miljøundersøkelse i Sogndalsfjorden i 2006. Rapp. Institutt for biologi, Universitetet i Bergen, 32 s.

Myrseth, E., S. Hjøhlman, P-O. Johannessen, H. Botnen og P. Johannessen 2000: Marinbiologisk undersøkelse i Barsnesfjorden, Sogndalsfjorden og Amlabukta, Sogndal kommune. Rapp. nr. 4-2000, IFM, U i Bergen, 59s.

SFT 2005: Resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann. EUs avløpsdirektiv. Rapp. SFT Nr TA-1890/2005, 52s.

Vedlegg A. Simuleringar av U2, 2003

Berekningar av spreininga av avlaupsvatn frå utseppet U2 i Sogndal (utdrag frå NIVA rapport 4718-2003).

Inngangsdata

Det aktuelle utseppet ligg på 23 m djup i følge Dale og Hovgaard (1993), ca 200 m vestafor for Loftesnesbrua. Utsleppet skal tilsvare 425 pe i fylgje same kjelde. Det har ikkje lukkast oss å få fram eksakte data for utseppet, så vi har i modellsimuleringane antatt ein typisk verdi på 2 l/s (hushaldningsvatn samt noko overflateavrenning) samt ein verdi på 10 l/s som kan representere situasjonar ved ekstra påslepp, pumping e.l.. Vi har vidare anteke at rørdiameteren er 30 cm, og utslepp gjennom ei opning (ingen diffusor).

Densiteten for utsleppsvatnet har vi satt lik 1.0 (som for ferskvatn). Utsleppsvatnet er dermed noko lettare enn omgjevande sjøvatn slik at det er forventa at det stig oppover i sjøen eit stykke frå utsleppspunktet. For hydrografi har vi nytta nye måledata frå Sogndalsfjorden frå 7. februar 2003 (Kjelde: Geofysisk institutt, UiB- sjå Vedlegg A) samt frå NIVAs målingar 12. mai 2003 (kapittel 3). Dette er eit realtvt spinkelt materiale men det meste av tidlegare målingar har liten djupneoppløysing og eignar seg lite for slike tekniske berekningar.

Resultat

Resultat er synt i Tabell 2. Utsleppsvatnet innlagrar seg rundt 10-11 m. 10 l/s fluks gjev grunnare innlagring enn for 2 l/s. Februarsituasjonen ved 10 l/s gjev senter-innlagring i 9,6 m. Dei to kolumnene til høgre i tabellen gjev verdi for kor høgt opp utsleppsvatnet når før det "sig" tilbake til innlagringsdjupet. Det er to ulike formlar som er nytta, difor to kolumnar med resultat, som syner at vatnet kan nå opp til 2-4 m djup. Dette skjer imidlertid kun rett over utseppet. Verdien WIDTH syner tjukklikeken på den innlagra utsleppsskya. Verdiane ligg rundt 2,5 - 3 m. Ut frå dette er det rimeleg å anta at utsleppsvatnet tidvis påverkar vatn i grunnare sjikt enn terskeldjupet til Barsnesfjorden.

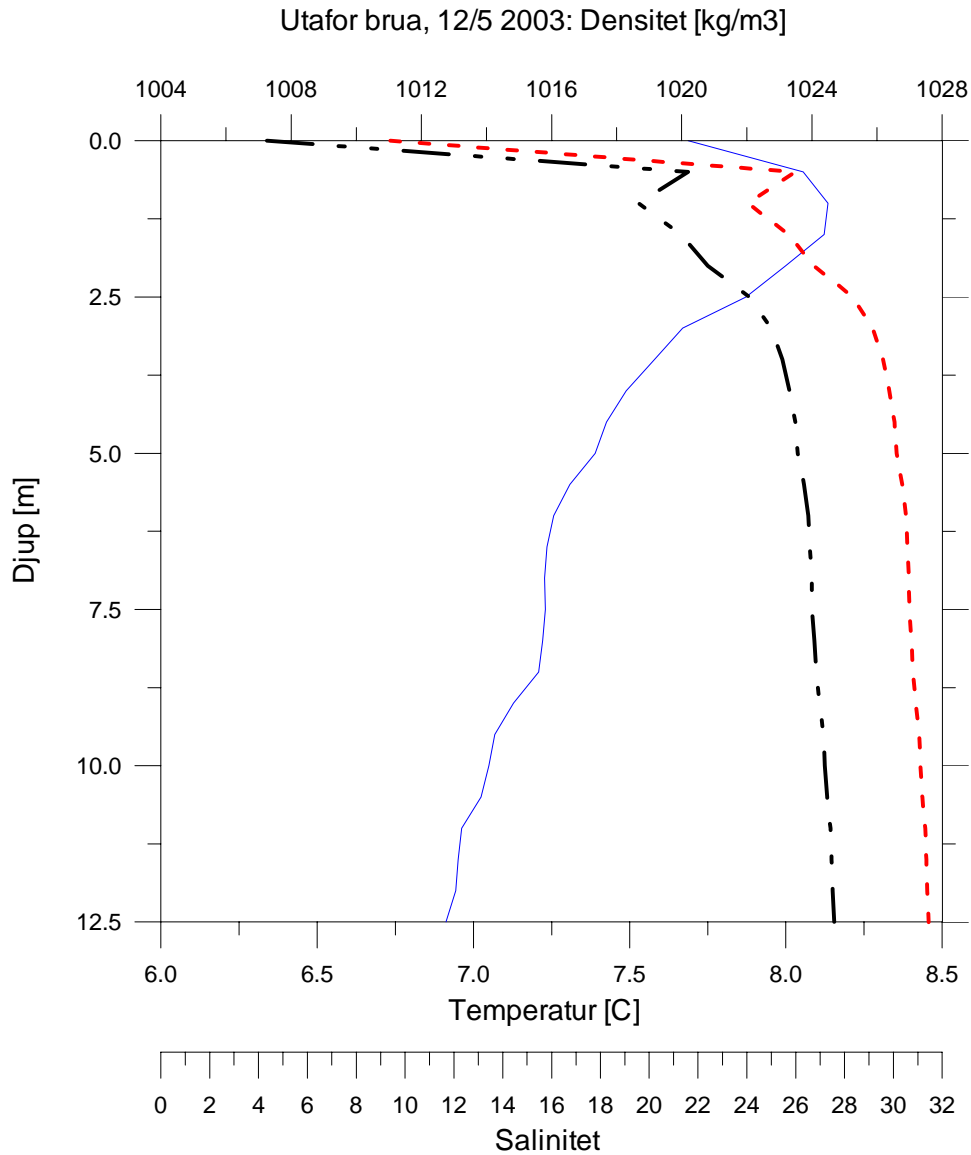
Simuleringane er bygd på eit lite datamateriale, kun hydrografimålingar i februar og mai, så vi kan ikkje sei noko om kor representative resultatane er for resten av året. Vi er heller ikkje kjende med korleis straumen i aktuelt sjikt rundt 10 m djup går i området ved U2 og på terskelen til Barsnesfjorden, men det er rimeleg å anta at den til tider har retning austover mot innlaupe og inn fjorden. Våre simuleringar i kapittel 4 tyder på at dette kan skje. Dersom slike straumtilhøve fell saman med grunn innlagring av utsleppsvatnet er det sannsynleg at noko avlaupsvatn frå Sogndal blir ført inn i Barsnesfjorden.

Tabell 2. Resultat av simuleringane av U2 for 2 l/s og 10 l/s utsleppsfluks. Verdiane for innlagringsdjup (DEPTH) og tilhyrande blandingsfaktor (CENTER DILUT) er framheva.

	DEPTH	DIAM.	VEL.	ANGLE	!	!	NEUTRAL	POINT	EXTREMAL			
	(M)	(M)	(M/S)	DEG.	!	!	WIDTH	ANGLE	CENTER	DEPTH	EQS.	GRAV.
					!	!	(M)	DEG.	DILUT.	(M)	(M)	(M)
2 l/s	23.0	.30	.03	-5	!	!	2.5	89	203	11.7	9.1	6.0
					!	!	2.5	89	198	11.8	10.0	7.8
10 l/s	23.0	.30	.14	-5	!	!	3.0	89	97	9.6	6.3	2.1
					!	!	2.8	89	84	10.7	8.2	4.3

EXTREMAL DEPTHS:- EQS. : MIXING CONTINUED AFTER NEUTRAL POINT
- GRAV.: NO MIXING, ONLY GRAVITY AFTER NEUTRAL POINT

Vedlegg B. Hydrografisk profil 2003



Figur A1. Målt profil i mai 2003 i Sogndalsfjorden utanfor munningen av Barsnesfjorden. Frå Golmen m. fl. 2003).

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no