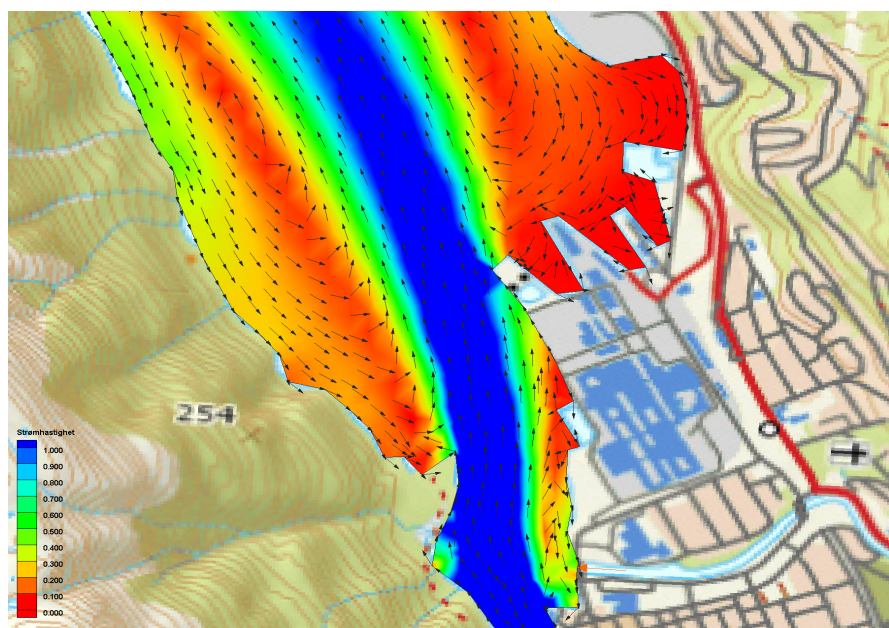
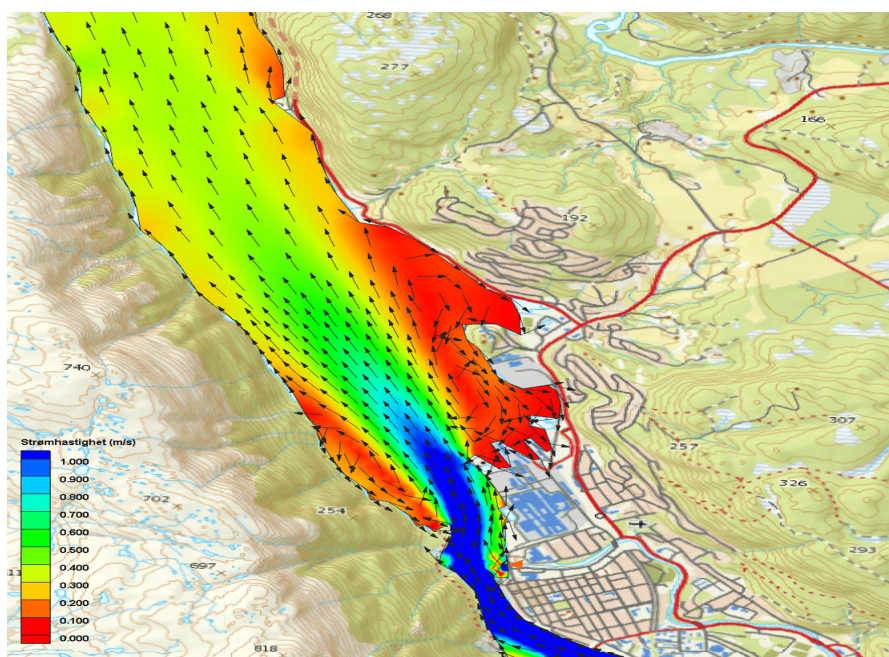


Vefsnfjorden. Beskrivelse av hydrofysiske forhold i fjordens indre del



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

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

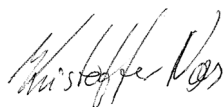
Tittel Vefsnfjorden. Beskrivelse av hydrofysiske forhold i fjordens indre del.	Løpenr. (for bestilling) 5939-2010	Dato 3.3.2010
	Prosjektnr. 29321	Sider 23
Forfatter(e) Jarle Molvær	Fagområde Oseanografi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Nordland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Alcoa Mosjøen	Oppdragsreferanse Helge Nes
-----------------------------------	--------------------------------

Sammendrag

Det gis en oversikt over vannmasser og strømforhold i ca. 0-30 m dyp i den indre delen av Vefsnfjorden. Vannmasser og strømforhold ned til 6-8 m dyp preges av den store ferskvannstilførselen fra Vefsna, som danner et 2-5 m dypt brakkvannslag som raskt strømmer ut fjorden – og en mindre og langsommere inngående sjøvannsstrøm under denne. Typisk strømhastighet i brakkvannslaget synes å være 0,1-0,3 m/s. Strømmålinger i 10 m dyp og 5 m over bunnen like utenfor havneområdet viste at for ca. 90% av målingene var <2 cm/s og maksimal hastighet var 7 cm/s. Oppholdstiden for brakkvannslaget i Vefsnfjorden varierer mye og typisk intervall kan være 6 timer - 2 døgn, til tider utvilsomt betydelig lenger. Oppholdstiden for vannmassen i 5-30 m dyp er beregnet til 25-60 døgn, med ca. 34 døgn som gjennomsnittsverdi.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vefsnfjorden 2. Vannmasser 3. Vannutskiftning 4. Strømforhold 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Vefsnfjord 2. Water masses 3. Water exchange 4. Currents
--	---



Kristoffer Næs
Prosjektleder



Dominique Durand
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

O-29321

Vefsnfjorden

Beskrivelse av hydrofysiske forhold i fjordens indre del

Forord

Den foreliggende beskrivelsen av topografi, vannmasser og strømforhold i Vefsnfjordens indre del er utarbeidet for Alcoa Mosjøen ved Helge Nes. Bakgrunnen for utredningen er ønske fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) om at denne type informasjon ble gitt i forbindelse med miljøovervåkingen av Vefsnfjorden i 2009 som NIVA ved Kristoffer Næs har gjennomført.

Oslo, 3.3.2010

Jarle Molvær

Innhold

Sammendrag	5
1. Bakgrunn og formål	6
2. Topografi og ferskvannstilførsel	7
2.1 Topografi	7
2.2 Ferskvannstilførsel	9
3. Vannmasser	11
4. Strømforhold	12
4.1 Overflatelaget	12
4.1.1 Måling i Vefsnas munningsområde	12
4.1.2 Beskrivelse ved bruk av modell	13
4.2 Mellomlaget	14
4.2.1 Metodikk og data	14
4.2.2 Resultater	15
5. Vurdering av vannutskiftningen i ulike vannlag	18
5.1 Overflatelaget	18
5.2 Mellomlaget	18
6. Litteratur	19
Vedlegg A. Kart over hydrografiske stasjoner ved undersøkelsen i 1978-80	20
Vedlegg B. Beskrivelse av Surface Modelling System (SMS)	21

Sammendrag

Den foreliggende rapporten er utarbeidet for Alcoa Mosjøen for å gi en beskrivelse av vannmasser og strømforhold i den indre delen av Vefsnfjorden. Dette skal brukes i vurderinger av risiko for oppvirvling og spredning av forurensede sedimenter i havneområdet, og rapporten fokuserer derfor på vannmassene ned til ca. 30 m dyp. Den er delvis en sammenstilling av data fra tidligere undersøkelser, men inneholder også nye beskrivelser.

Vannmasser

Ved utløp til fjorden har Vefsna en gjennomsnittlig vannføring på 170-175 m³/s, med 1800 m³/s som maksimum. Dette ferskvannet blander seg i varierende grad med underliggende sjøvann og danner et overflatelag (brakkvannslag) som strømmer ut fjorden. Tykkelsen varierer med ferskvannstilførselen, men er typisk 2-5 m. Under overflatelaget ligger sjøvannet og de to vannmassene er skilt av et skarpt overgangslag (sprangsjikt).

Saltholdigheten i overflatelaget avtar med økende ferskvannstilførsel og ved vannføringer over ca. 130 m³/s er saltholdigheten 0-5* i fjordens indre del. I Vefsnas munningsområde ligger ofte en kile med sjøvann langs bunnen, men ved vannføringer over ca. 200 m³/s blir denne presset ut av munningen som dermed blir helt fylt av ferskvann.

Strømforhold og vannutskiftning

Strømforholdene i fjordens indre del styres i hovedsak av tre faktorer: ferskvannstilførsel, tidevann og meteorologiske faktorer (vind, lufttrykk). Variasjoner i tetthetsfeltet (vannmassenes egenvekt) utenfor fjorden vil også ha betydning, og topografien har selvfølgelig betydning for bl.a. strømmens retning.

Ferskvannstilførselen fra Vefsna danner et 2-veis strømsystem:

- Elvevannet river med seg sjøvann og danner et 2-5 m tykt brakkvannslag som relativt raskt strømmer ut fjorden. Hastigheten ut fjorden varierer, men kan ofte ligge i intervallet 0,1-0,3 m/s. Dette tilsvarer oppholdstider i intervallet 6-24 timer for brakkvannslaget i selve Vefsnfjorden. Dette er enkle og usikre overslag og mer sannsynlig ligger oppholdstiden oftest i intervallet 6 timer – 2 døgn.
- Sjøvannet som dermed transporteres ut fjorden erstattes ved en inngående sjøvannsstrøm av langt mindre omfang enn det utstrømmende brakkvannslaget. Hoveddelen av denne strømmen ligger øverst i sjøvannslaget, og den kan strekke seg helt opp i sjøvannskilen i elvemunningen.

Strømmålinger på 10 m dyp og 5 m over bunnen utenfor havneområdet (over 26 dager i august-september 2003) viste små hastigheter, der ca. 90% av målingene var < 2 cm/s og høyeste verdi i begge dyp var 7 cm/s.

Oppholdstiden for vannmassen i ca. 5-30 m dyp er beregnet for hele Vefsnfjorden og lå i intervallet 25-60 døgn, med ca. 34 døgn som gjennomsnittsverdi.

* tidligere enhet ‰

1. Bakgrunn og formål

Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) har stilt krav til Alcoa Mosjøen at de skal gjennomføre en resipientundersøkelse i Vefsnfjorden etter at anleggene for forbakte anoder er satt i drift (Næs og medarb. 2010). Samtidig ønsker de en beskrivelse av topografi, vannmasser og strømforhold i fjordens indre del. Den foreliggende rapporten inneholder en slik beskrivelse som i stor grad er en sammenfatning av eksisterende data.

2. Topografi og ferskvannstilførsel

2.1 Topografi

Den etterfølgende beskrivelsen er i stor grad hentet fra en NIVA-rapport (Haugen et al., 1981).

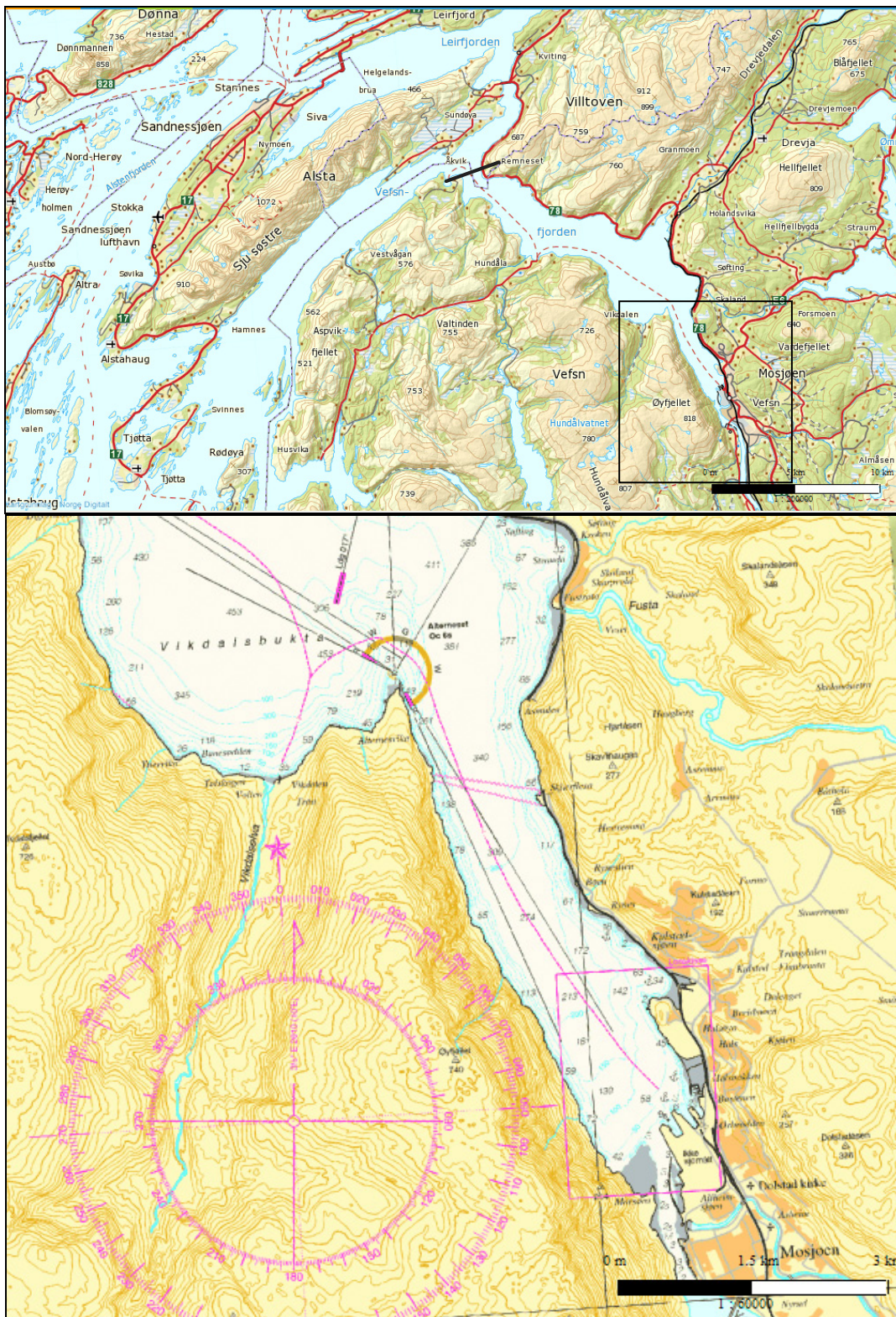
Vefsnfjorden er ca. 40 km lang fra Mosjøen og til munningen mellom Rødø og Tjøtta (**Figur 1**). Denne rapporten fokuserer på fjordens indre del fra Mosjøen og til Sørnes, som er ca. 20 km lang og vel 4 km bred på det bredeste. I det etterfølgende vil vi omtale denne fjordstrekningen som Vefsnfjorden.

Regnet fra Vefsnas munning øker dypet til 100 m ved en avstand på ca. 400 m og derfra til 200 m dyp i en avstand på 1400-1500 m (**Figur 2**). Ca. 7 km fra Mosjøen er bunndypet 400 m. Fjordens største dyp på 485 m ligger ca. 6 km innenfor Sørnes, rett sør for Korsneshamran.

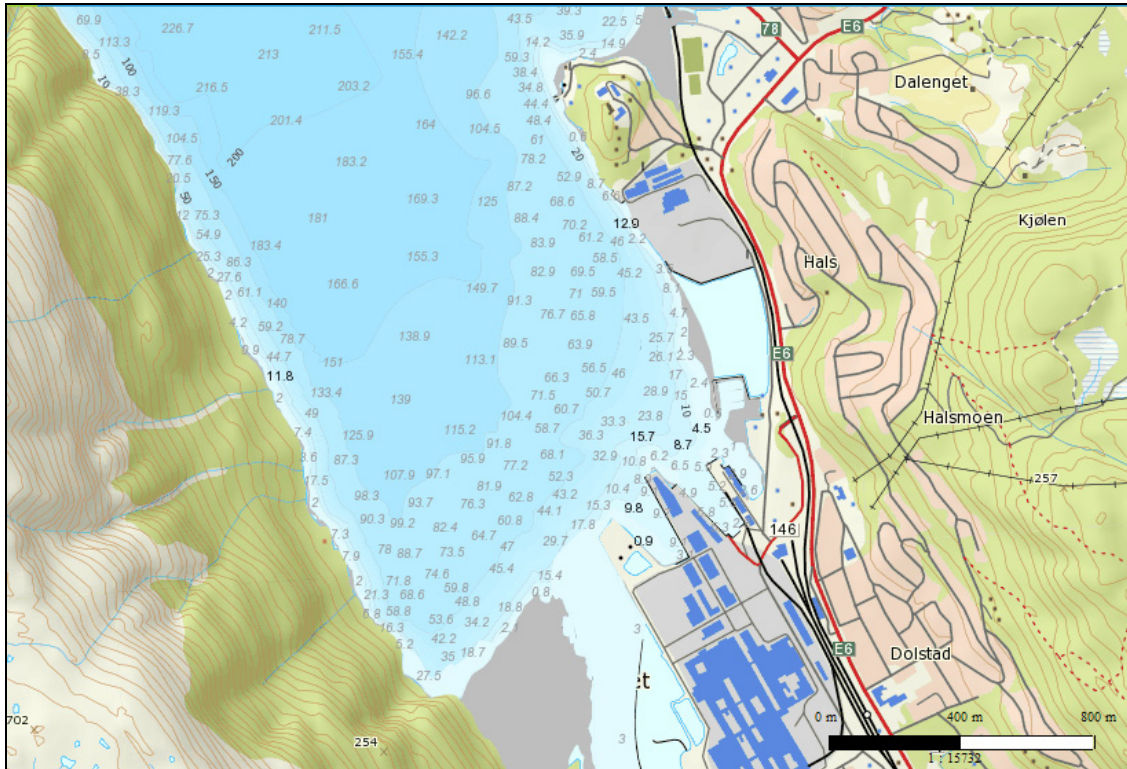
Utenfor kaiområdene øker dypet til 20-50 m ved en avstand på 50-150 meter fra kaiene.

Ved Sørnes blir fjorden smalere – ca. 1 km bred – og deler seg i nordøstlig og sørvestlig retning samtidig som dypet avtar. Mot sørvest er terskeldypet 100 m. Mot nordøst går Vefsnfjorden over i sundet som har en nordlig terskel på ca. 50 m dyp mellom Dagsvik og Sundhammeren.

Overflatearealet innenfor Sørnes er 51 km². Denne rapporten omhandler i alt vesentlig fjordområdet fra Vefsnas munning og nordover til Alterneset hvor fjordoverflata er ca. 7 km².



Figur 1. Oversiktskart. Øverste figur: hele Vefsnesfjorden der avgrensningen ved Sørnes er markert med svart strek. Utsnittet av den innerste delen er markert med firkant. Nedre figur: fjordens innerste del.



Figur 2. Dypdeforhold i Vefsnas munningsområde og i havneområdet.

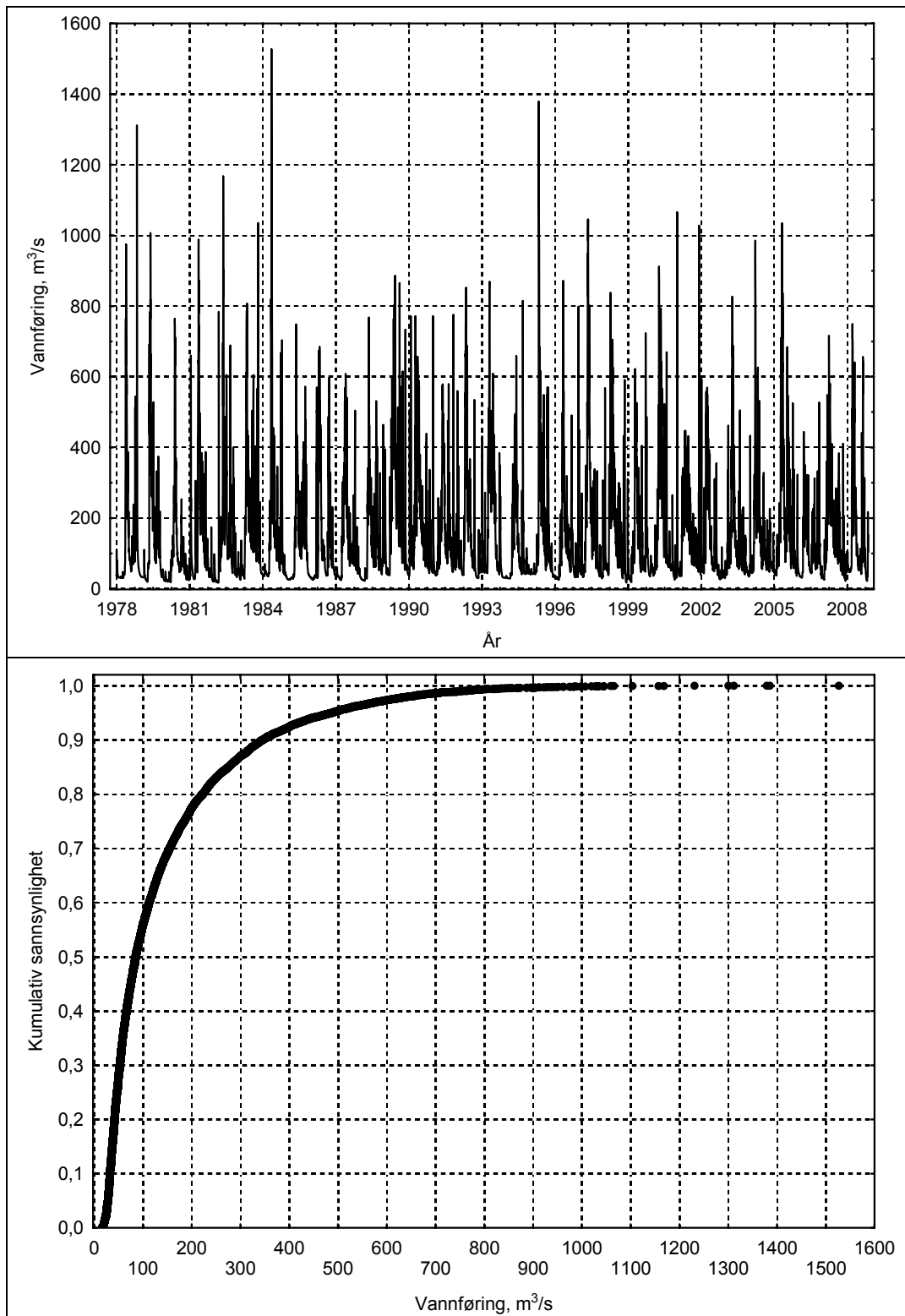
2.2 Ferskvannstilførsel

Ferskvannstilførselen domineres av Vefsna og Fusta (**Figur 1**), samt tre mindre vassdrag (Drevja, Skjerva og Hundåla). Nedbørsfeltet til Vefsnfjorden er anslått til ca. 5100 km² (Haugen et al., 1981) og nedbørsfeltene til Vefsna (4229 km²) og Fusta (178 km²) utgjør 86,4 % av dette.

Denne rapporten omhandler i alt vesentlig fjordområdet fra Vefsnas munning og nordover til Alterneset, og på denne strekningen kan man forutsette at ferskvannstilførselen fra Vefsna dominerer totalt. Laksfors er nederste vannmerket i vassdraget og **Figur 3** viser døgnverdier av vannføringen i 30-års perioden 1978-2008. Haugen et al. (1981) beregnet at Vefsnas vannføring ved Mosjøen er ca. 18% større enn ved Laksfors og **Tabell 1** sammenfatter hvilke størrelser som en da får.

Tabell 1. Vefsna. Statistisk oppsummering av beregnet vannføring (m³/s) ved utløp til Vefsnfjorden i tidsrommet 1978-2008. Merk at det er forutsatt at vannføringen er 18% større enn ved Laksfors.

Mean	Median	Min.	Max.	Percentil - 10	Percentil - 90
174	101	20	1800	39	408



Figur 3. Vefsna vannføring med Laksfors i tidsrommet 1978-2008. Øvre figur: døgnverdier. Nedre figur: kumulativt diagram. Verdien 0,5 på y-aksen tilsvarer medianen og 0,9 tilsvarer 90-persentilen.

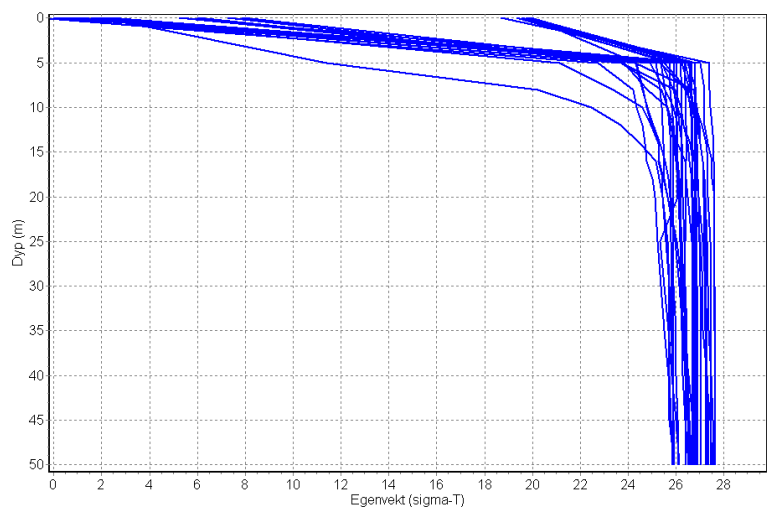
3. Vannmasser

Den store ferskvannstilførselen og terskelen på ca. 100 m dyp gjør det naturlig å skjelne mellom tre hovedvannmasser:

- Overflatelaget, med lav og varierende saltholdighet og tykkelse
- Mellomlaget, fra overflatelaget og ned til terskeldypet (ca. 100 m)
- Bassengvannet, fra terskeldypet og til 483 m dyp.

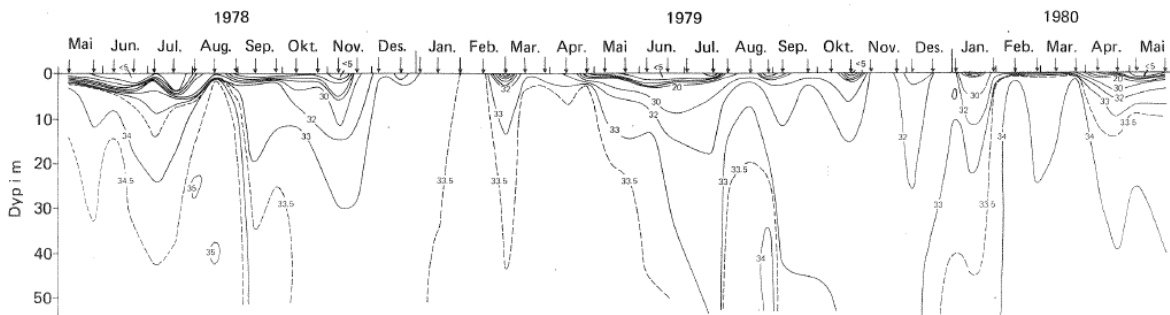
Denne utredningen har fokus på fjordens innerste del og vannmassene ned til ca. 50 m dyp. I det etterfølgende omtales Overflatelaget og Mellomlaget.

Overflatelaget utenfor munningen av Vefsna er typisk 2-4 m tykt, med saltholdighet varierende i intervallet 2-20. Omkring dette intervallet kan det være store variasjoner og under flom kan saltholdigheten være nær 0 og overflatelaget/brakkvannslaget 8-10 m tykt (**Figur 4** og **Figur 5**).



Figur 4. Den vertikale sjiktningen i 0-50 m dyp utenfor munningen av Vefsna (stasjon 10) beskrevet ved vannets egenvekt¹. Data fra undersøkelsen i 1978-80 (Haugen et al., 1981).

Variasjonen i saltholdighet og sjiktning er altså store i de øverste 10 m, og dette gjelder også mellomlaget (**Figur 5**). Men til forskjell fra overflatelaget så skyldes variasjonene i mellomlaget i hovedsak en varierende vannutveksling mellom fjordens vannmasser og vannmassene utenfor Sørnes – og kystvannet.



Figur 5. Stasjon 10 utenfor Mosjøen (jfr. kart i Vedlegg A). Målt saltholdighet fra overflata og til 50 m dyp i tidsrommet 1978-80 (fra Haugen et al., 1981).

¹ Sjøvannets egenvekt er beskrevet ved størrelsen $\sigma_t = (\text{egenvekten} - 1000)$, der egenvekten er oppgitt med enheten kg/m³. Den beregnes på grunnlag av målingene av temperatur og saltholdighet

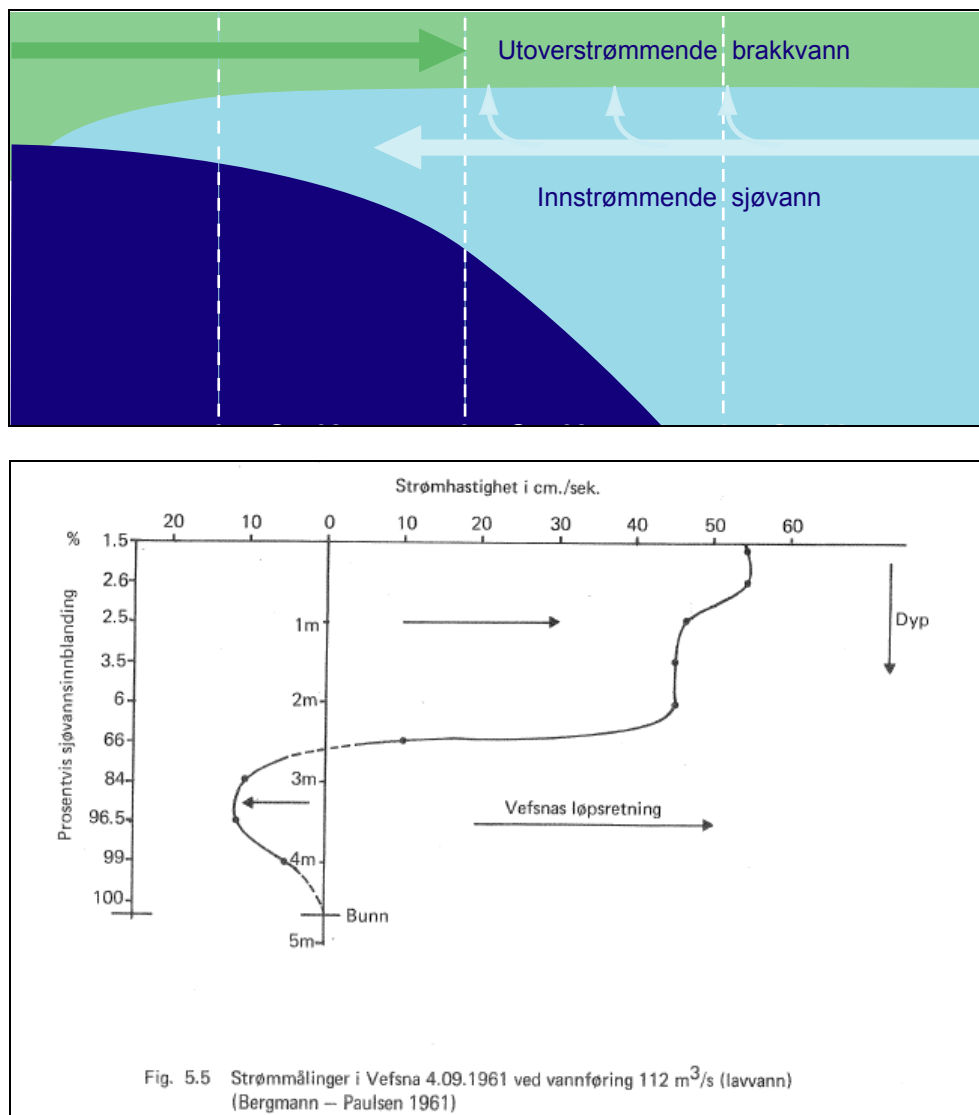
4. Strømforhold

4.1 Overflatelaget

4.1.1 Måling i Vefsnas munningsområde

Ellevannet blander seg gradvis med det underliggende sjøvannet og danner et utoverstrømmende brakkvannslag. Sjøvannet som på denne måten transporteres ut av fjorden blir erstattet ved en inngående strøm under overflatelaget. En prinsippskisse av dette strømsystemet er vist i øverste halvdel av **Figur 6** og figurens nedre del bekrefter at et slikt strømsystem finnes i Vefsnafjorden.

Ved en vannføring større enn ca. 200 m³/s er saltvannskilen presset helt ut av Vefsnas munning (Haugen et al., 1981).

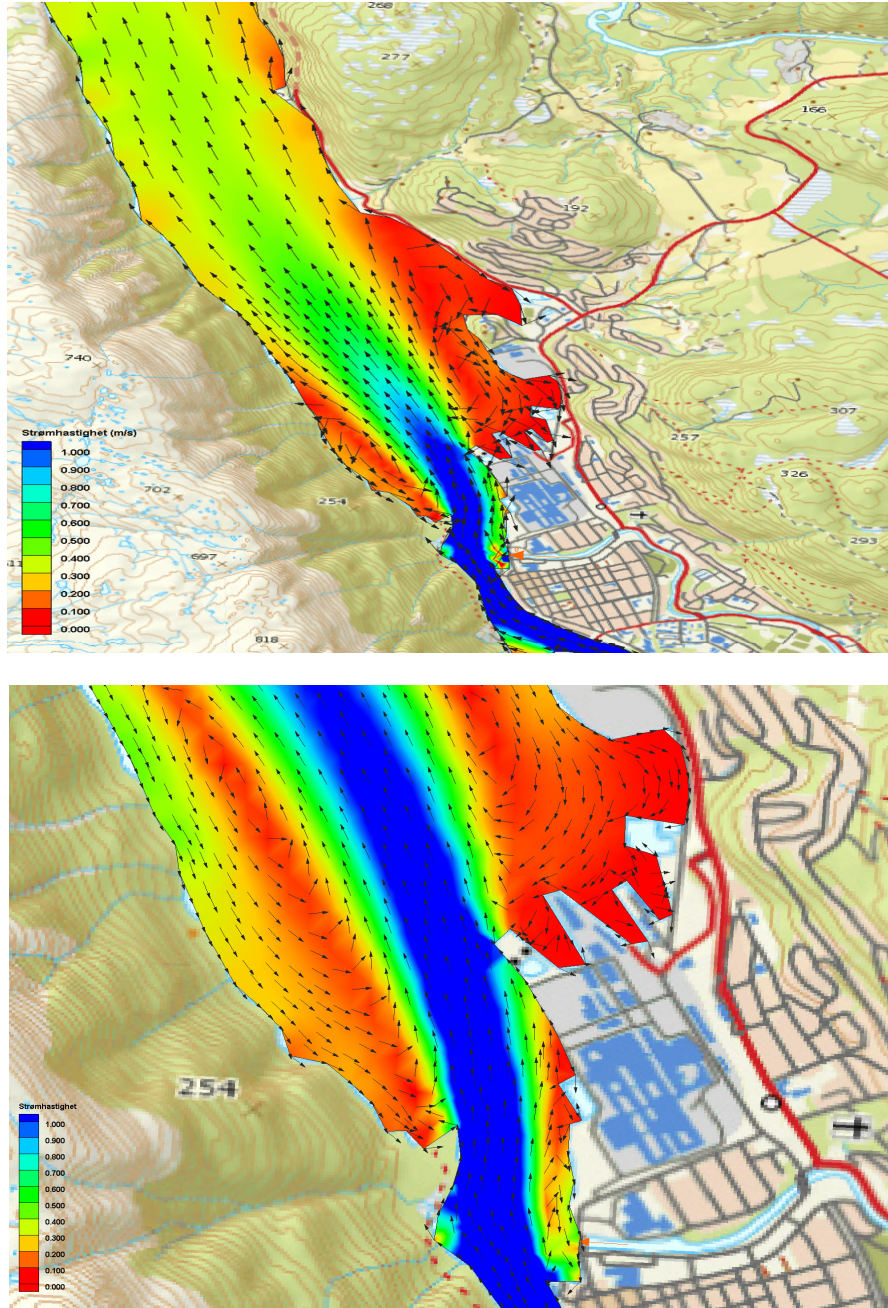


Figur 6. Beskrivelse av det to-lags strømsystemet som dannes av utstrømming av ellevann (estuarin sirkulasjon). Øvre figur: prinsippskisse. Nedre figur: Strømmålinger i Vefsnas munning 4.9.1961 ved vannføring 112 m³/s og lavvann (fra Bergmann-Paulsen, 1961)

4.1.2 Beskrivelse ved bruk av modell

Strømforholdene i brakkvannslaget er simulert ved bruk av modellen Surface Modeling System (SMS) som er nærmere beskrevet i Vedlegg B.

Figur 7 viser sirkulasjonen ved vannføring 100 m³/s i Vefsna og 3 m tykt brakkvannslag. I denne ”prinsippfiguren” er ikke tidsvariable faktorer som tidevann eller vind inkludert, men den illustrerer tydelig hvordan elvevannet danner et utstrømmende brakkvannslag, med bakevjer langs land.



Figur 7. Simulering av sirkulasjonen i brakkvannslaget. Vannføring i Vefsna: 100 m³/s. Fargeskalaen viser strømhastighet og pilene viser strømmens retning.
Øvre figur: Fra Vefsnas munning til Alterneset. Nedre figur: Havneområdet.

4.2 Mellomlaget

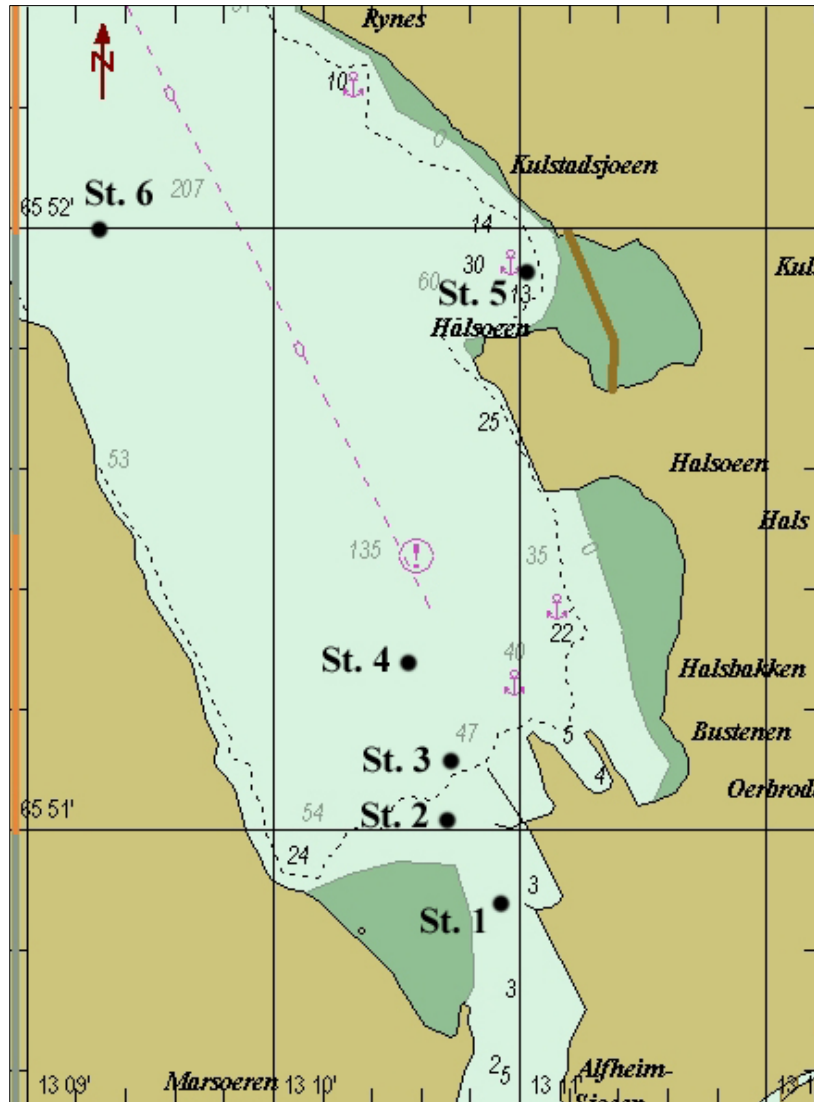
4.2.1 Metodikk og data

I sammenheng med en resipientvurdering for Mosjøen kommune ble det i 2003 utført strømmålinger utenfor Mosjøen og ved Kulstad (Velvin et al., 2003). Det ble brukt tre strømmålere av type SensorData 6000 på hver lokalitet. Instrumentene måler strømhastighet, strømmens retning og vanntemperaturen med forhåndsinnstilte intervaller og har rotor med en nedre terskel på 1 cm/s. Dette er nærmere beskrevet i **Tabell 2** og **Figur 8**.

Tabell 2. Beskrivelse av opplegget for strømmålinger utenfor Mosjøen og Kulstad.

Lokalitet	Måledyp	Intervall	Tidsrom
Mosjøen	10 m	10 minutter	18.8.03 – 12.9.03
	20 m		
	5 m over bunnen		
Kulstad	10 m	10 minutter	18.8.03 – 12.9.03
	20 m		
	5 m over bunnen		

I det etterfølgende skal vi beskrive resultatene fra målingene utenfor Mosjøen. Det er ikke helt fastlagt hva måledypet ”5 m over bunnen” tilsvarer, men en rimelig antakelse er at måleren var plassert i 30-35 m dyp.

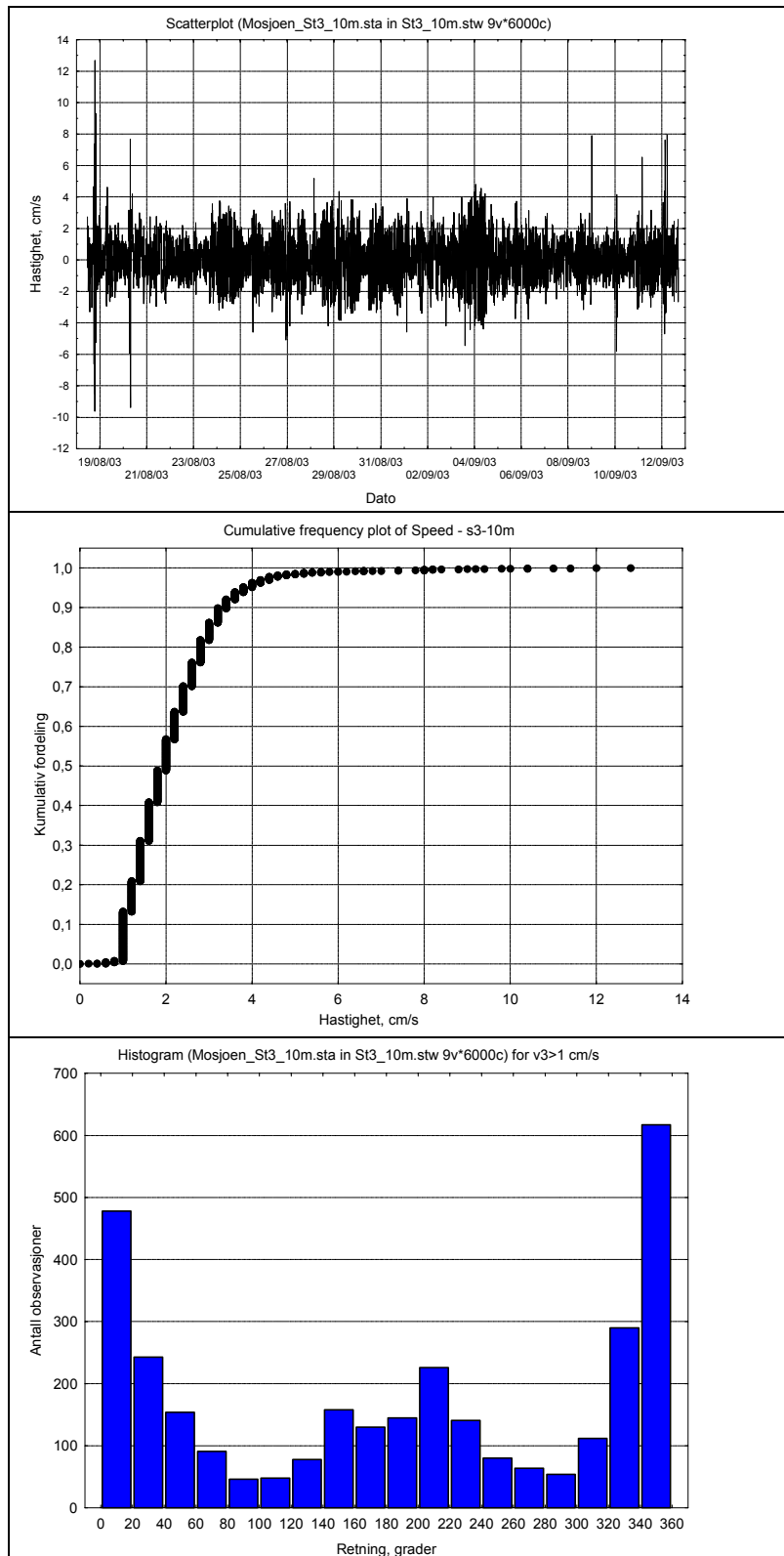


Figur 8. Stasjoner for måling av temperatur, saltholdighet og strøm under resipientundersøkelsen i 2003. Strømmålerne ble plassert ved stasjon 3 og stasjon 5 (fra Velvin et al., 2003).

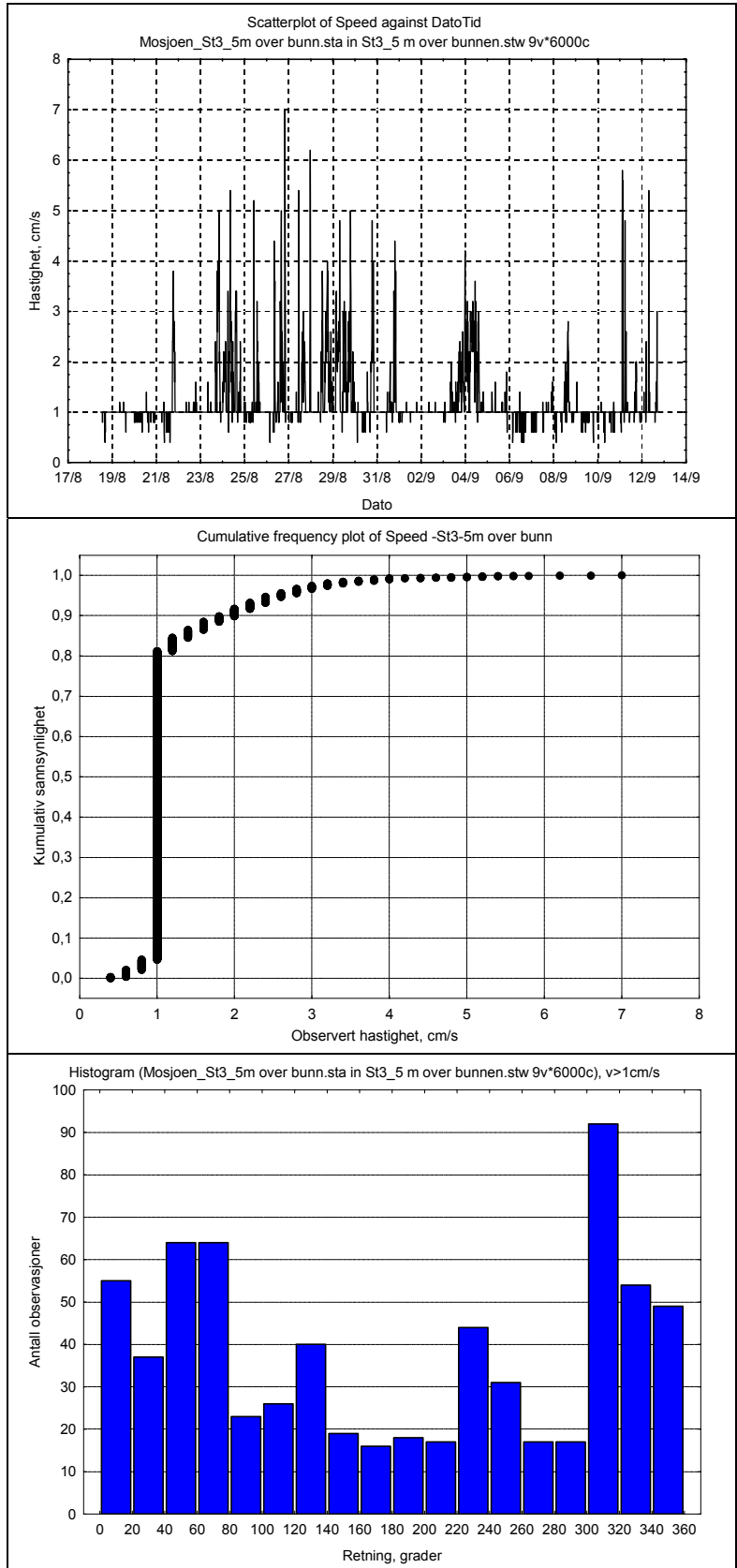
4.2.2 Resultater

Strømhastigheten i 10 m dyp er oppsummert i **Figur 9**. Hovedinntrykket er at vannmassene beveget seg langsomt og bare ca. 50% av målingene viste høyere strømhastighet enn 2 cm/s. Fem meter over bunnen var hastigheten betydelig lavere og bare 10% av målingene viste hastighet over 2 cm/s.

Strømretningen varierte en god del og vi velger bare å se på målinger der strømhastigheten har vært 1 cm/s eller større. I 10 m dyp viste målingene at vannmassene i hovedsak beveget seg i nord-sør retningen. 5 m over bunnen er imidlertid bildet mer uklart, men også der ser det ut til å være nord-sør rettet strøm som dominerte.



Figur 9. Resultater fra strømmåling i 10 m dyp på stasjon 3 utenfor Mosjøen.



Figur 10. Resultater fra strømmåling 5 m over bunnen (anslagsvis 30-35 m dyp) på stasjon 3 utenfor Mosjøen. Nedre figur er basert på målinger med strømhastighet >1 cm/s.

5. Vurdering av vannutskiftningen i ulike vannlag

5.1 Overflatelaget

Ved de undersøkelsene som vi har kjennskap til er det ikke gjort forsøk på å beregne oppholdstiden for overflatelaget i fjordens indre del (sør for Alterneset). Som følge av variasjoner i Vefsnas vannføring, tidevann og vindforhold vil oppholdstiden utvilsomt variere mye, både med tiden og for ulike deler av fjordområdet (kortere oppholdstid midtfjords enn nær land hvor bakevjer kan dannes, jfr.

Figur 7).

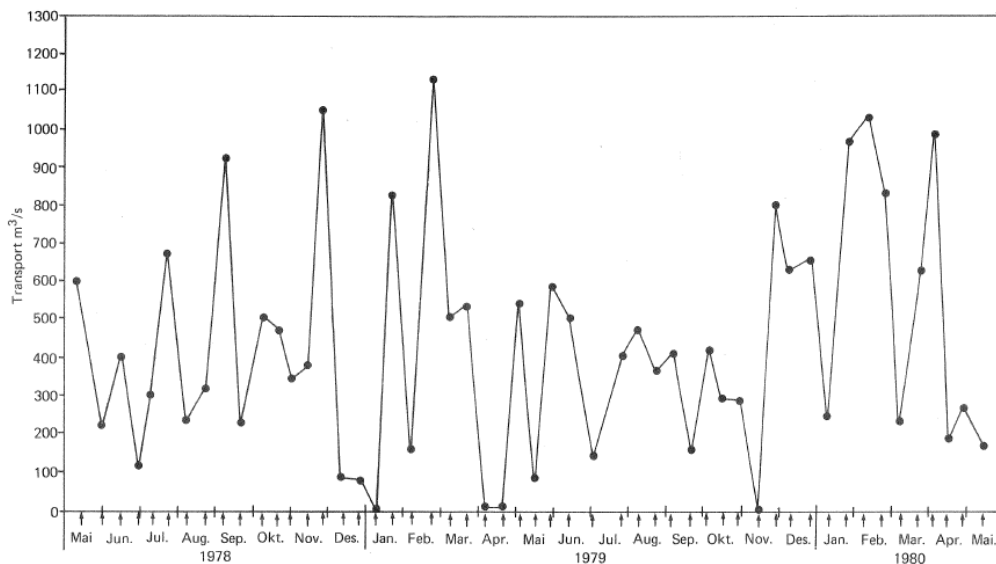
Skulle man imidlertid forsøke et raskt og skjønsmessig overslag for å antye en størrelsesorden kan dette være:

- Avstanden fra Vefsnas munning og til Alterneset er ca. 7000 m. For den sentrale delen av fjorden – og for en typisk vannføring – antyder modellberegningene at typisk strømhastighet på denne strekningen vil være 0,1-0,3 m/s, som tilsvarer en oppholdstid fra ca. 6 timer og opp til et døgn. Dette er enkle overslagsberegninger og mer sannsynlig er at oppholdstiden oftest ligger i intervallet 6 timer – 2 døgn. Iblant lenger.
- Hvor det dannes bakevjer vil oppholdstiden være mye lenger.

Dataene fra 1978-80 samt modeller kan gi grunnlag for mer presise beregninger.

5.2 Mellomlaget

Med grunnlag i variasjonene i saltholdighet² som ble målt i 1978-80 ble det gjort beregninger av vannutskiftningen i 5-30 m dyp (**Figur 11**) og oppholdstiden for vannmassen mellom 5 m og 30 m dyp i Vefsnfjorden (innenfor Sørnes). Den korteste oppholdstiden var i perioden februar-april med 25 døgn, og den lengste oppholdstiden i august-oktober på 60 døgn. Midlere oppholdstid var ca. 34 døgn (Haugen et al., 1981).



Figur 11. Beregnet transport (m^3/s) i dypintervallet 5-30 m i Vefsnfjorden (fra Haugen et al., 1981).

² Ansees som en konservativ parameter og at endringer dermed skyldes tilførsel av nytt vann med annen saltholdighet.

6. Litteratur

Bergmann-Paulsen, B., 1961. Undersøkelse av Vefsnas nedre løp som resipient for industrielt avfallsvann. Rapport O-313. NIVA, Oslo. 32 s.

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

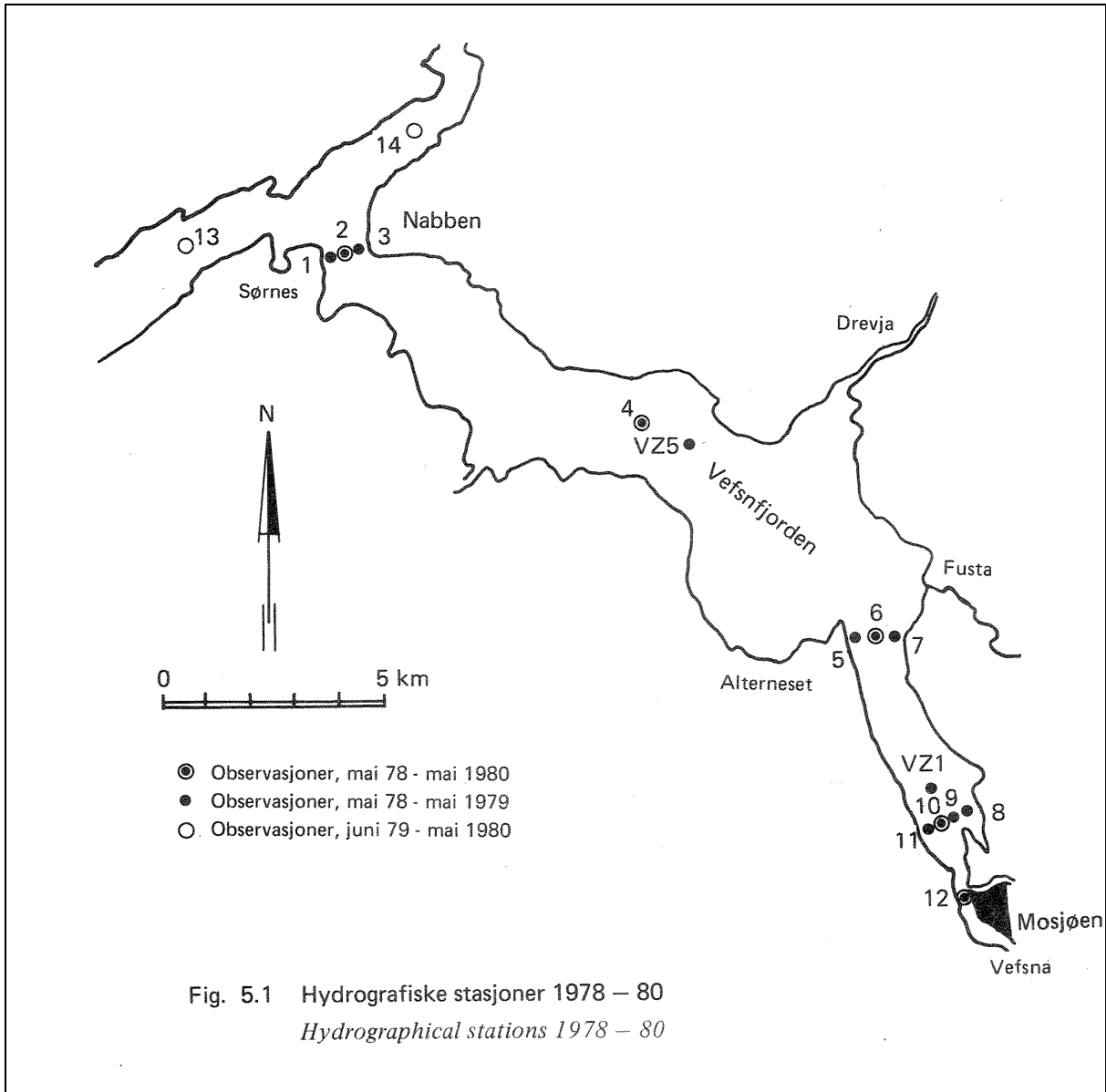
Haugen, I., Kirkerud, L., Knutzen, J., Kvalvågnæs, K., Magnusson, J., Rygg, B. og Skei, J., 1981. Vefsnfjorden som resipient for avfall fra Mosjøen Aluminiumsverk. Rapport 1. Undersøkelser 1978-1980. NIVA-rapport l.nr 1330.

Næs, K., I. Allan, J. Molvær og M. Schøyen, 2010. Overvåking av Vefsnfjorden i 2009. Vannmasser, sediment og organismer. NIVA-rapport l.nr. 5940.

Velvin, R., Molvær, J., Trannum, H.C. og Palerud, R., 2003. Resipientundersøkelse og spredningsberegninger for kommunale avløp i Vefsn kommune 2003. Mosjøen og Kulstad rensedistrikter. Akvaplan-niva rapport APN-412.2772. 72 s.

Vedlegg A. Kart over hydrografiske stasjoner ved undersøkelsen i 1978-80

(fra Haugen et al., 1981).



Vedlegg B. Beskrivelse av Surface Modelling System (SMS)

For å simulere sirkulasjonen i brakkvannslaget fra Vefsnas munning og nordover mot Alterneset har vi brukt modellen SMS/RMA2. Forkortelsen SMS står for "Surface Water Modelling System", som inneholder den numeriske modellen RMA2. SMS er laget ved Brigham Young University i samarbeid med U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station og U.S. Federal Highway Administration (ECGL, 1995). RMA2 er en dynamisk, todimensjonal, dybde-integrert numerisk modell med fri overflate. Modellen beregner løsninger ved hjelp av endelig-element metoden.

Ligninger:

Grunnligningene i RMA2 er Navier-Stokes ligninger for bevarelse av bevegelsesmengde og volum (volumkonservering).

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

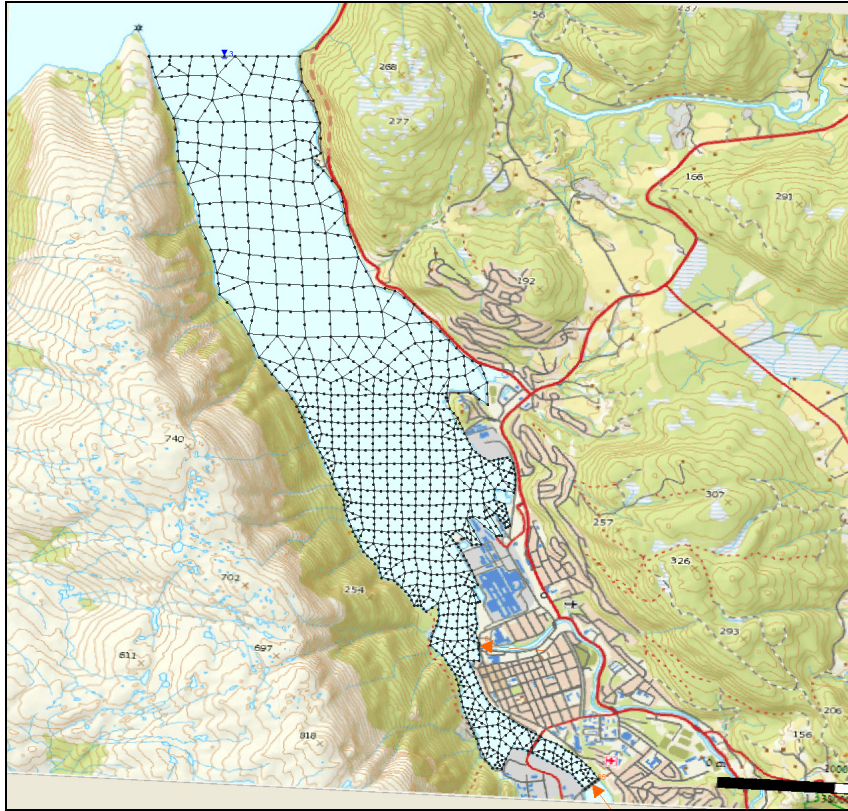
$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial a_0}{\partial x} \right) + fv - \frac{\varepsilon_{xx} \partial^2 u}{\rho \alpha^2} - \frac{\varepsilon_{xy} \partial^2 u}{\rho \partial y^2} +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

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

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 =	Vanddybde
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

Modelleringen begynner med konstruksjon av 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 B1 viser nettverket som ble benyttet for beregningene.

Man må tilegne nettverket en initialtilstand. 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.



Figur B1 Nettverket eller gridet i RMA2-modellen for simulering av sirkulasjon. Nettverket består av trekanter og firkanter. I ytre del er sidelengden 20 m og i indre del er sidelengden 10 m. I hvert hjørne og midt på hver side (noder) beregnes høyden over referansedypet, strømretningen og strømhastigheten.

Ved hjelp av de topografiske dataene, grenseflatebetingelsene og initialbetingelsene beregner RMA2 løsninger for hvert tidssteg. Modellen beregner verdier for strømhastighet, retning og vannstand i hvert av punktene i gridet.

Modellen beskriver dermed sirkulasjonen i et brakkvannslag med tykkelse 3 m over en horisontal, flat bunn. Spesielt vil modellen framheve områder med bakevjer og svak/sterk strøm. *Derimot kan man ikke oppfatte strømhastighetene som helt riktige fordi dette ville forutsette en inngående kalibrering av modellen.*

I dette prosjektet er modellen kjørt for å få et generelt inntrykk av overflatesirkulasjonen i søndre del av Vefsnfjorden, og er derfor brukt i "stasjonær modus", dvs. med konstant vannføring i Vefsna, uten varierende tidevann eller varierende vind. En ytterligere forenkling er at ferskvannstilførselen fra Skjerva og Drevja er utelatt fordi man kan anta at Vefsna utgjør omkring 90% av ferskvannstilførselen i denne delen av fjordområdet.

Data:

Modellen må gis verdier for de turbulente utvekslingskoeffisientene og for bunnfriksjons-koeffisienten Manning's n. 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. Bunnfriksjonen (Manning's n) er satt lik 0,02 (tilsvarer middels "friksjon" mot dypvannet og sider).

Strømforholdene i overflatelaget vil være bestemt av tidevann, vannføringen i Vefsna, den topografiske utformingen av strandsonen og av vind. Utstrømmingen av ellevann er den faktoren som dominerer sirkulasjonen og vi har valgt å kjøre modellen for vannføring $100 \text{ m}^3/\text{s}$ som tilsvarer medianen (ca. $101 \text{ m}^3/\text{s}$). Ved større vannføringer forventes økende strømhastighet. Vi kjenner ikke vindforholdene i området og har satt vindstyrken lik null.

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