

Ekstrem vannstandsending og strøm i Oslofjorden natten mellom 3. og 4. desember 1999

Bjørn N. Gjevik¹ og Daniel Hareide²

10. februar 2000

Sammendrag

I Oslofjorden er tidevannet, altså de regelmessige skiftningene i vannstand som følge av månen og solas virkning, mindre enn ± 36 cm. Atmosfærisk pådrag som lufttrykkendringer og sterk vind kan enkelte ganger føre til mye større utslag enn dette. Når vannstanden endrer seg mye over forholdsvis kort tid må store vannmasser transporteres gjennom Drøbaksundet og det vil medføre meget sterk strøm i det trange sundet.

1 Innledning

Ekstra høy vannstand i indre Oslofjord opptrer som regel i situasjoner med lavt lufttrykk og sterk sørlig vind mens ekstra lav vannstand gjerne kommer i forbindelse med situasjoner med høyt lufttrykk og nordlig vind. Høsten 1987 ble vannstanden i Oslo havn målt til så høyt som 189 cm *over* middelvannmerket (MV) og året før ble det målt så lav vannstand som 104 cm *under* MV. Forskjellen mellom høyeste og laveste vannstand i Oslo kan altså være minst 293 cm. Vanligvis kommer situasjonene med ekstra høy og ekstra lav vannstand til vidt forskjellige tider, med høyvann som regel på høsten og vinteren og lavvann på våren. Natten mellom 3. og 4. desember 1999 inntraff det imidlertid, så vidt vi vet, en sjelden situasjon da vannstanden i indre Oslofjord endret seg med over 2 meter i løpet av ca. 5 timer. Først sank vannstanden vel en meter under MV (middelvannmerke) og den steg deretter til ca. en meter over MV-merket.

Denne uvanlige store og raske vannstandsendingen skyltes hovedsakelig et ekstremt lavtrykksenter som passerte i østlig retning i Skagerrak og ga vind av opptil orkans styrke over store deler av Danmark og de sørlige deler av Sverige (Fig. 1). Uværet medførte, som omtalt i aviser og TV, meget store ødeleggelseer både i Danmark og i Sverige. Det lave lufttrykket i stormsentret, ned mot 956 hektopascal, sammen med vinddraget på havet førte til at store vannmasser ble dratt ut av Oslofjorden og forårsaket en senkning i vannstanden som var målbar i hele Oslofjorden og langs Sørlandskysten.

Dette hadde også til følge at store vannmasser på kort tid måtte strømme gjennom den forholdsvis trange Drøbaksundet fra og til den indre Oslofjorden (fig. 3). Nå finnes det ikke målinger av strøm fra denne tidsperioden så det kan ikke dokumenteres hvor sterk strømmen var. Det finnes imidlertid pålitelige målinger av vannstandendingene i fjorden og på grunnlag av disse kan man beregne hvor sterk strømmen var og hvor store vannmasser som ble transportert ut og inn gjennom Drøbaksundet denne natten.

¹Bjørn N. Gjevik er professor i hydrodynamikk ved Universitetet i Oslo. Arbeider med bølger og strøm i hav og atmosfære og har blant annet utviklet simuleringmodeller for stormflo og tidevann langs norskekysten. Har ledet forskningsprosjekter med finansiering fra Forskningsråd, oljeindustri og EU's forskningsprogrammer.

²Daniel Hareide er oseanograf og arbeider ved Statens kartverk Sjøkartverket, Stavanger. Arbeider med tidevann og strøm langs norskekysten. Har tidligere gjennom gjennom et delvis NORAD finansiert prosjekt ledet oppbyggingen av et moderne målenett for vannstand i Indonesia.

2 Målinger

Sjøkartverket i Stavanger har opprettet et nettverk av vannstandsmålere langs Norskekysten til hjelp i arbeidet med å utarbeide sjøkart og seilingsbeskrivelser. De uvanlige vannstandsendringen natten mellom 3. og 4. desember 1999 ble registrert ved flere målestasjoner i Oslofjorden: Oslo havn, Oscarsborg ved Drøbak, Viken på Valerøyene, og Helgeroa mellom Stavern og Nevlunghavn og dessuten i Tregde ved Mandal. Målerne registrerte vannstanden med tidsintervall på 10 minutter og variasjonene i vannstand er fremstilt ved kurver i fig. 2.

Vi ser av figuren at det ved alle stasjoner var et lignende forløp av vannstandsendringen, først en senkning av vannstanden ned mot en minimumsverdi, og deretter en rask stigning mot et maksimum. Dette karakteristiske utslaget (signalet) økte noe i amplitude innover i fjorden med det største utslaget i Oslo havn. Samtidig ser vi at signalet var noe forsinket innover i fjorden (tabell). Utslagene har blitt noe forsterket ved at signalet som skyldtes uværet var nær i fase med det astronomiske tidevannet dvs. virkningen på vannstanden fra måne og sola. Den laveste vannstanden kom nær tidspunktet for astronomisk lavvann (kl. 2044 i Oslo havn) og den høyeste vannstand kom nær tidspunktet for astronomisk høyvann (kl. 0307 i Oslo havn). Forskjellen mellom astronomisk høyvann og lavvann var imidlertid bare 31 cm så den store vannstandsendringen som ble observert skyltes hovedsakelig stormsentret som passerte sør for Oslofjorden.

STASJON	Lavest vannstand		Høyest vannstand		Forskjell cm
	Under MV cm	Tidspunkt 3/12	Over MV cm	Tidspunkt 4/12	
Oslo havn	-113	2250	+107	0410	220
Oscarborg	-101	2230	+ 99	0350	200
Viker	- 81	2140	+ 98	0320	179
Helgeroa	- 70	2140	+ 102	0330	172
Tregde	- 42	2110	+ 84	0320	126

3 Modellsimuleringer

Ved Matematisk Institutt, Universitetet i Oslo har en utviklet en numerisk simuleringsmodell for tidevannstrømmen i den indre delen av Oslofjorden fra Filtvedt som ligger ca. 10 km sør for Drøbak (fig. 3). Modellen beregner middelstrøm og middelvannstand for beregningsbokser som har en horisontal utstrekning av 100×100 m. Hver boks har i modellen fått tillagt et vanddyb som er bestemt utfra oppmålinger utført ved kartlegginger av fjorden. Kartet i figur 3 viser hele beregningsområdet med de ialt ca. 23000 beregningsbokser. Et utsnitt av kartet for Drøbaksundet (fig. 4) viser tydelig de enkelte beregningsboksene hvor dypet i boksen er angitt med en blåtoneskala. På figuren fremkommer også den grunne steinfyllingen (jetén) sørover fra Kaholmen og Oscarsborg og videre over mot Hurumlandet. Jetén ble bygd på slutten av 1800-tallet av forsvarhensyn for å hindre seiling på vestsiden av fortet på Oscarsborg. Figur 4 viser også den grunne ryggen, eller terskelen, med dyp omkring 20 meter som går på tvers i sundet.

Vi har startet simuleringen av hendelsen 3. -4. desember 1999 ved å spesifisere vannstandsendringen ved Filtvedt lik målingen fra Oscarsborg. Dette er en rimelig antagelse fordi fjorden er forholdsvis rett og dyp mellom Filtvedt og Oscarsborg. Modellsimuleringene er startet opp med gradvis økende vannstand som nærmer seg full verdi i løpet av det første døgnet etter oppstart (2. desember). Dette kommer til syne ved avvikene mellom modell og

måling i Oscarsborg og Oslo havn i starten (fig 5-6). For 3. og 4. desember ser vi at modellen har svingt seg inn og at det er meget god samsvar mellom modell og målinger for disse dagene. Volumfluksen gjennom Drøbaksundet er så beregnet og variasjonen fremgår av fig. 7. Den største utstrømningen, 28 tusen kubikkmeter pr. sekund, inntraff omkring kl. 20 den 3. desember og den største innstrømningen kom ved 0100 tiden den 4. desember. Da var innstømningen opp i 42 tusen kubikkmeter pr. sekund og strømhastigheten var opp i 5 m/s i områdene nær jetén og over terskelen midt i sundet (fig. 8). Det var også sterk strøm i området øst for nordenden av Kaholmen hvor det også er en grunn rygg.

Det er ikke kjent om denne hendelsen førte til utskiftning av bunnvann i den indre Oslofjorden og det er heller ikke mulig å si med sikkerhet om hendelsen har hatt innvirkning på den biologiske produksjonen i fjorden.

Så sterk strøm som det her var snakk om vil imidlertid innebære en sikkerhetsrisiko for sjøverts trafikk i det relative trange Drøbaksundet. Desuten vil sterk strøm i sundet også føre til større belastninger på sjøkabler og undersjøiske vann- eller kloakkledninger med muligheter for skader og brudd.

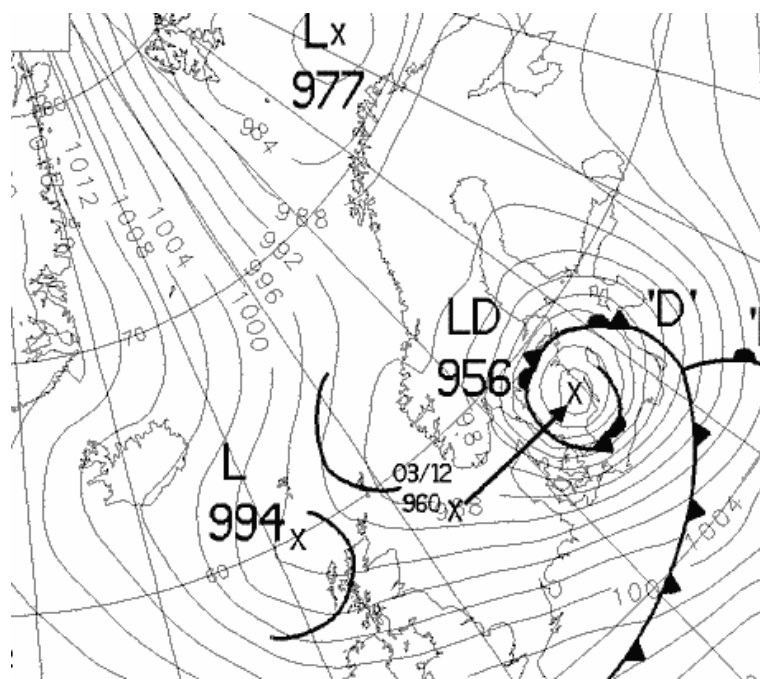


Figure 1: Værkart for 4. desember 00 GMT. (Fra Bracknell, England).

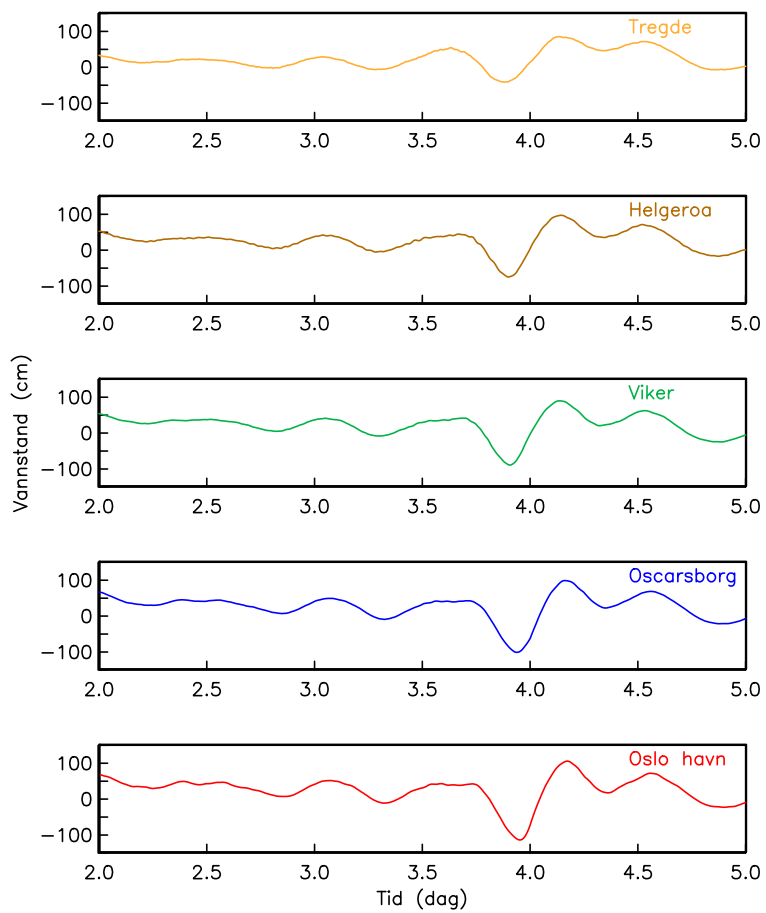


Figure 2: Målt vannstand i forhold til middelvannsmarket ved stasjoner i Oslofjorden for dagene 2. til 5. desember 1999 .

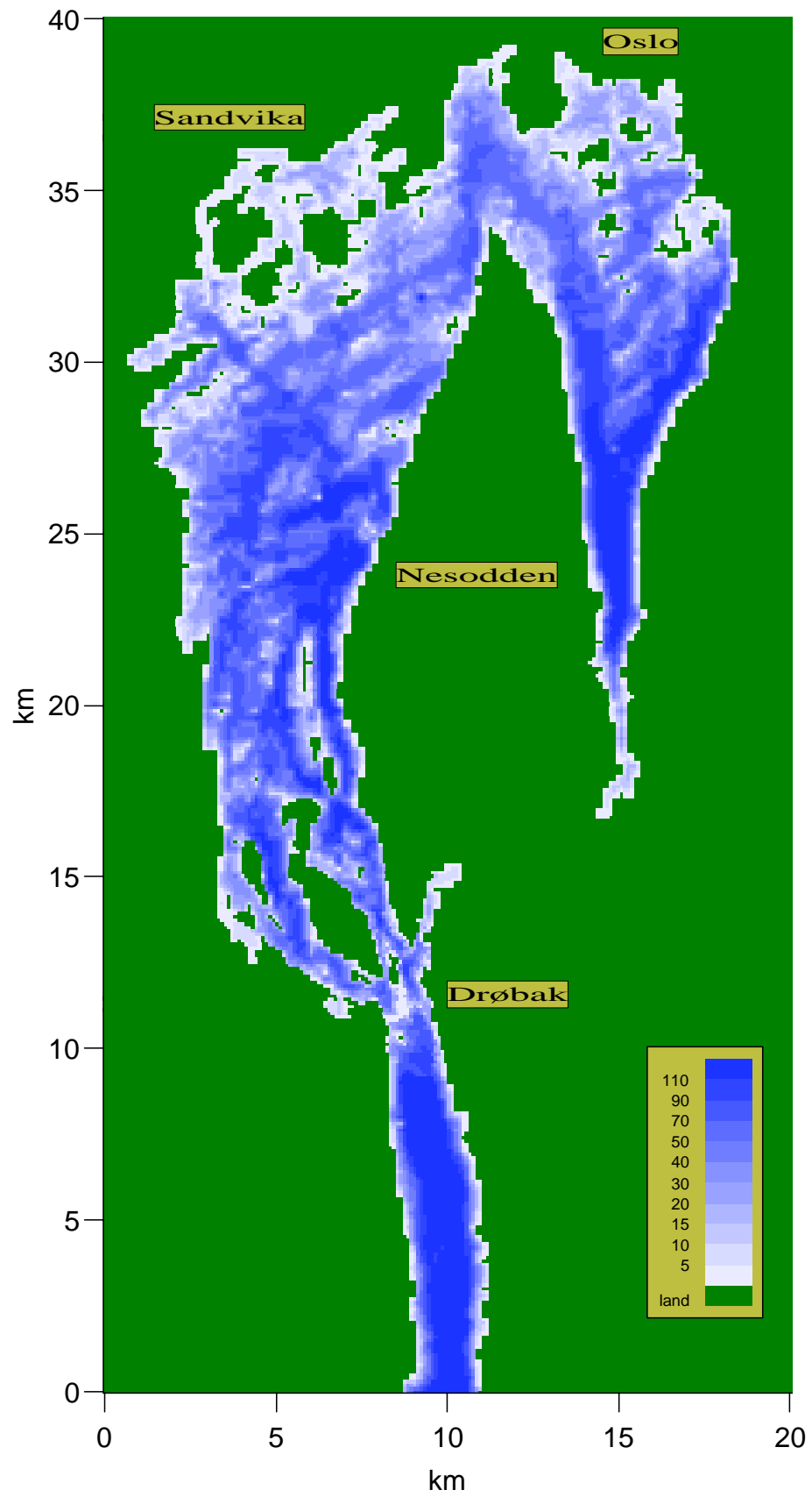


Figure 3: Modellområde for indre Oslofjord. Fargeskala angir vanddyb i meter.

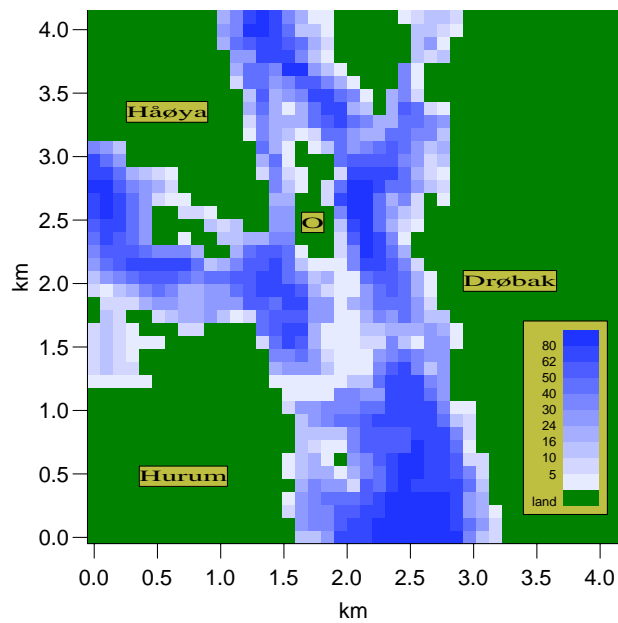


Figure 4: Modellområdet ved Drøbak forstørret fra figur 3. Kaholmen med Oscarsborg merket er med O. Fargeskala angir vanddyb i meter.

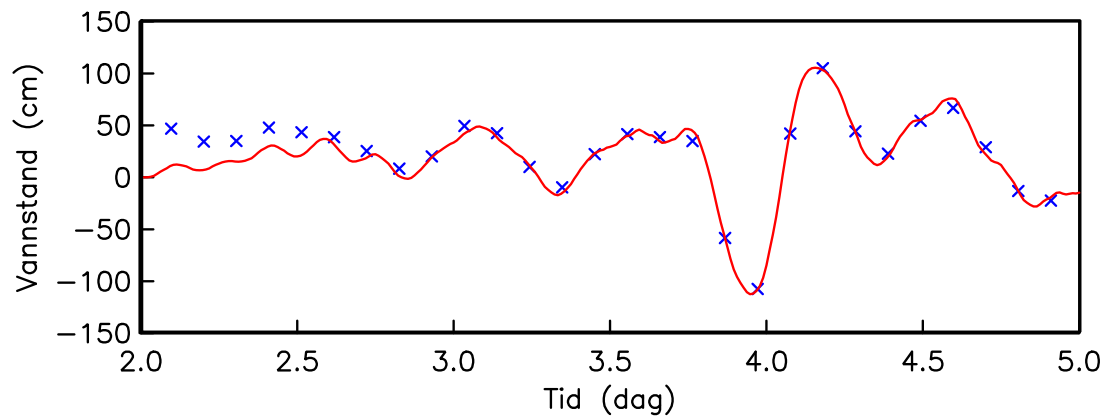


Figure 5: Vannstandsendringer 2. -5. desember 1999 i Oslo havn i forhold til middelvannmerket. Måling (blå kryss), modell (rød).

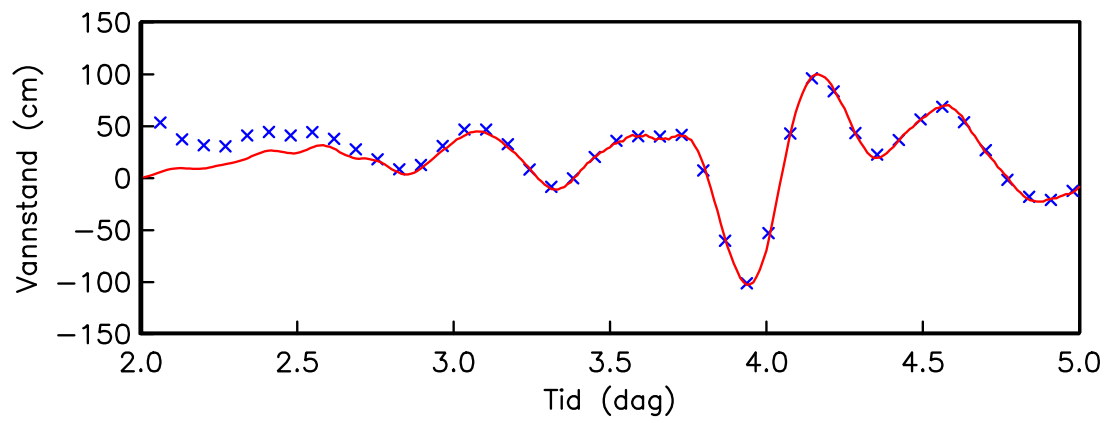


Figure 6: Vannstandsendringer 2. -5. desember 1999 ved Oscarsborg i forhold til middelvannsmarket. Måling (blå kryss), modell (rød).

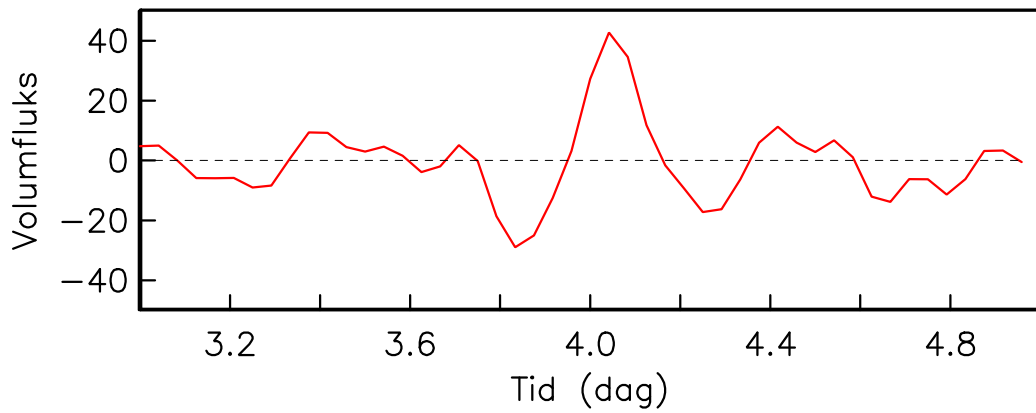


Figure 7: Volumfluks (tusen kubikkmeter pr. sekund) gjennom Drøbaksundet 3. og 4. desember 1999. Positiv volumfluks er strøm innover i fjorden.

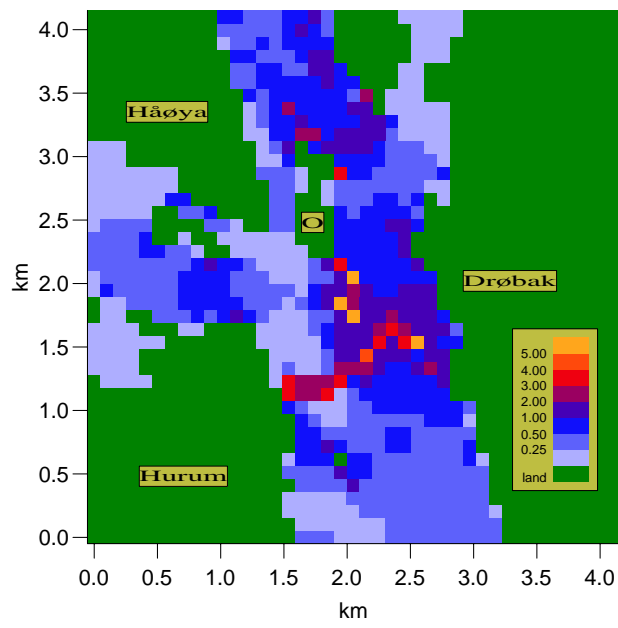


Figure 8: Stømhastigheter i Drøbaksundet ved tidspunktet for største volumfluks innover i fjorden (kl. 0100, 4. desember). Fargeskala angir strømhastighet i meter pr. sekund.