

**O-86134**

**Strømforhold i Risør havn -  
før og etter utbygging av ny molo**

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen  
Brevikven 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.: 0-86134
Undernummer:
Løpenummer: <b>2082</b>
Begrenset distribusjon:  Fri

Rapportens tittel:  Strømforhold i Risør havn - før og etter utbygging av ny molo	Dato:  24.03.87
	Prosjektnummer:  0-86134
Forfatter (e):  J. Magnusson T. Tjomsland	Faggruppe:  Marinøkologisk
	Geografisk område:  Aust-Agder
	Antall sider (inkl. bilag):  <b>18</b>

Oppdragsgiver:  Risør kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):  S. Jørundland
-------------------------------------	-------------------------------------------------------

Ekstrakt:  Det er utført strømmålinger i Risør havn for å studere dagens strømforhold. Disse er siden simulert i en enkel numerisk modell uten og med en planlagt molo. Resultatene tyder på at havneområdet vil kunne bli noe mer utsatt for effekter av forurensningsbelastninger, men at en kulvert eller bru over de dypere deler av bunn ved Holmen vil redusere denne effekten.
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4 emneord, norske:

1. Moloutbygging
2. Strømforhold
3. Risør havn
- 4.

4 emneord, engelske:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder:

*Christoff Was*

For administrasjonen:

*RF Wright*

ISBN - 82-577-1350-3

0-86134

STRØMFORHOLD I RISØR HAVN - FØR OG ETTER  
EVENTUELL BYGGING AV NY MOLO

Prosjektleder: K. Næs  
Medarbeidere : J. Magnusson  
T. Tjomsland

**INNHOLD**

	side
Forord	3
1. Innledning	4
2. Formål	4
3. Topografi	4
4. Gjennomførte observasjoner	5
5. Simulering av strømforholdene	7
6. Effekt av moloen på strømforholdene.	8
7. Anbefalinger	9
8. Litteratur	9

## FORORD

På oppdrag av Risør kommune har Sørlandsavdelingen ved Norsk institutt for vannforskning utført strømmålinger i Risør havn. Prosjektet er nærmere beskrevet i programforslag av 16. mai 1986. Databearbeidelse er blitt utført av Jan Magnusson og Torulf Tjomsland.

Grimstad 20. mars 1987

Kristoffer Næs

Prosjektleder

## 1. INNLEDNING

Risør kommune ønsker å bygge en molo 60 meter ut fra Holmen ved innløpet til Risør havn. Moloen kan ha negative effekter på strøm- og vannutskiftningen i havnen og kommunen ønsker å få klarlagt eventuelle negative effekter.

## 2. FORMÅL

Hensikten med undersøkelsen var å kartlegge strømnings- og utskiftningsforhold i overflatelaget i Risør havn og vurdere situasjonen etter bygging av en molo.

## 3. TOPOGRAFI

Figur 1 viser et kart over Risør havn. Største dyp i havnen er ca. 13 meter. Ut fra vannutskiftingssynspunkt er hovedspørsmålet om gjennomstrømningsarealer forandres i området etter moloutbyggingen. Mindre gjennomstrømningsareal vil kunne gi mindre vanntransport.

Begrensende innstrømningsareal er idag tverrsnittet mellom moloen ved Strandgaten og Holmen (se fig. 1). Figur 2 viser tverrsnittsarealet som funksjon av dypet (kurven A-A' = tverrsnittsarealet Strandgate-moloen-Holmen). Tverrsnittet (B-B') er lagt tvers over havnen fra Holmen hvor den nye moloen er planlagt, og til Strandgata. Tverrsnittet (B-B')+molo er det nye tverrsnittet (B-B') med den planlagte moloen.

Sammenlignes de tre tverrsnittene på figur 2, er det minste tverrsnittsarealet ( fra 0-11 meters dyp) mellom moloen ved Strandgaten og Holmen (A-A'). Etter utbygging av den nye moloen vil vi få ett nytt minste tverrsnittsareal mellom den nye moloen og Strandgaten fra ca. 5 meters dyp til bunn (B-B'+molo sammenlignet med A-A'). Reduksjonen vil være vel 10 %.

Minste gjennomstrømningsareal inn til Risør havn fra syd vil således ikke bli mindre på 0-5 meters dyp, men derimot reduseres mellom 5-10 meters dyp.

#### 4. GJENNOMFØRTE OBSERVASJONER

Selvregistrerende strømmålere ble utplassert på tre steder i Risør havn i tidsrommet 15.9 - 23.10.1986. Strømmålerne var av type Aanderaa og registrerte strømstyrke, strømmens retning, vannets temperatur og saltholdighet hvert 10. minutt i ca. 2 meters dyp. Plasseringen av målerne fremgår av figur 1. En enkel sammenstilling av observasjonene er gitt i figur 3. Ved stasjon 1 var strømmen i hovedsak rettet mot vest og syd-øst, med kun få observasjoner i nord-syd retning. Ved stasjon 2 var strømmen nord-vest og syd-øst med en overvekt av observasjoner mot nord-vest. Ved stasjon 3 var strømmen sydvest og sydøst. Den relative transportfluksen\* (figur 4), viste en tendens til større transport mot sørøst i perioden ved stasjon 1 og en noe større transport mot nordvest ved stasjon 2. Ved stasjon 3 var det ikke noen klar retningsdominans i transporten.

Strømmens hastighet er liten i området. Ved stasjon 1 låg hastigheten under 2 cm/s i over 50% av tiden og over 3 cm/s i mindre enn 7% av tiden. Ved stasjon 2 var strømhastigheten høyere, over 2 cm/s i ca. 80% av tiden og over 3 cm/s i ca. 40 % av tiden. Ved stasjon 3 var den lavere enn ved stasjon 2, men noe sterkere enn ved stasjon 1.

Figurene gir et sammenlagt strømbilde over tid hvor vi har en relativt sterkere inngående strøm ved stasjon 2, en svakere utgående strøm ved stasjon 1 (sterkt påvirket av moloen) og en pendlende strøm (ut/inn) ved stasjon 3. Vindforholdene i havnen er slik at området Holmen (stasjon 2) har sterkest påvirkning av vind. Dette er trolig en av forklaringene bak strømbildet.

De strømdrivende krefter i Risør havn er dels et svakt tidevann, dels meteorologiske variasjoner som gir heving og senking av vannstanden i havnen. Her spiller forholdene i kystvannet utenfor Risør en avgjørende rolle. Resultatet blir pendlende strømmer i havnen hvor strømmen på en stasjon kan gå i samme retning i flere timer, mens den på en annen stasjon snur fra inngående til utgående.

-----  
\*

$$\text{Transportfluksen} = \frac{V_i * n_i * 100}{V_{\text{tot}} * N}$$

Figur 5 viser et eksempel på strømretningsvariasjoner fra de tre stasjoner. I begynnelsen av perioden var strømmen ved stasjon 1 rettet inn i havnen, mens den var utgående ved stasjon 2 og inngående ved stasjon 3. Deretter fulgte en lengre periode med utgående (mot syd) strøm på stasjon 1 og 2, mens strømmen ved stasjon 3 vekslet mellom inn og utgående. Etter ca. 400 minutter (ca. 6.5 timer) ble strømmen inngående på stasjon 2 og 3, mens den var hovedsaklig utgående på stasjon 1.

Tre perioder er plukket ut for nærmere analyse av samvariasjon av strømmene i Risør havn (20-22.9., 23-25.9 og 15-17.10). Analysen bygger på strømmens hovedretning ved stasjon 2 (ut/inn) og samtidig hovedretning på strømmen ved stasjon 1 og 3. Resultatet fremgår av tabell 1. (For stasjon 3 er ut definert som strøm mot øst).

Tabell 1. Hovedstrømretning (UT og INN av Risør havn) ved stasjon 3 og 1 som funksjon av retningen ved stasjon 2 (% av tiden ved ut- eller innstrøm ved stasjon 2). (Tallene innen parentes under stasjon 2 viser den totale fordelingen av hovedretningen i perioden for denne strømmåleren).

Tidsrom	Stasjon 2	Stasjon 3		Stasjon 1	
	hovedretn.	INN	UT	INN	UT
20-22.9	UT (56%)	73 %	19 %	6 %	90 %
" "	INN (44%)	67 %	18 %	24 %	68 %
23-25.9	UT (42 %)	34 %	57 %	15 %	78 %
	INN (57%)	14 %	75 %	72 %	25 %
15-17.10	UT ( 43%)	32 %	52 %	32 %	64 %
	INN (57%)	25 %	60 %	70 %	21 %
Alle per.	UT (42%)	49 %	37 %	17 %	79 %
	INN (47%)	33 %	53 %	57 %	36 %



Tabell 1 viser at strømmen varierte i retning mellom ulike perioder og innenfor hver periode. I den første perioden (20-22.9) var strømmen ved stasjon 3 således i hovedsak inngående når strømmen ved stasjon 2 var utgående og ved stasjon 1 var strømmen klart utgående. I de to andre periodene var derimot strømmen ved stasjon 3 i flere tilfeller utgående ved utgående strøm ved stasjon 2. Ved stasjon 1 var den fortsatt stort sett utgående. Sammenfattes de tre perioder ser vi at strømmen ved stasjon 2 var omtrent like mye inngående som utgående. Ved utstrøm ved stasjon 2 var strømmen ved stasjon 3 mer inngående og ved innstrøm ved stasjon 2 var strømmen ved stasjon 3 mer utgående. Ved stasjon 1 følger strømmen i stort sett strømmen ved stasjon 2, men ved inngående strøm ved stasjon 2 følger den stasjon 2 dårligere. Ut fra denne analysen kan vi slutte følgende hovedtrekk:

Strømmen ved stasjon 3 er ofte motsatt den ved stasjon 2, mens strømmen ved stasjon 1 ofte følger strømretningen ved stasjon 2. Følgende situasjoner er således mest vanlige i området.

	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon 1
A.	INN	UT	INN
B.	UT	INN	UT
C.	INN	INN	UT

## 5. SIMULERING AV STRØMFORHOLDENE

Ut fra de mest vanlig forekommende strømretninger har strømforholdene blitt simulert ved en numerisk modell (Tjomsland 1987) Modellen er mest brukt i innsjøer, men er tilpasset forholdene i Risør havn. Tilpasningen har gått ut på å gjenskape de hovedstrømretninger som etter strømmålingene er mest vanlige i havnen. Modellen tar ikke hensyn til vind eller sjiktning. I praksis har transporten inn og ut av havnen blitt lagt på slik at et strømmønster som tilsvarende et av situasjonene A, B og C har blitt oppnådd. Deretter ble situasjonen kjørt på nytt med innlagd molo, samt også med åpning i moloen De strømbildene som ble beregnet er øyeblikksbilder, men representerer situasjoner som opptrer med stor hyppighet.

Figur 6 viser en situasjon hvor strømmen i hovedsak går inn i havnen fra sør og ut ved kanalen vid Holmen i nord. Ved denne situasjon vil moloen gi lavere strømmer på sydsiden nærmest Holmen og gi økt transport gjennom området vest om moloen. En kulvert nærmest Holmen vil resultere i nesten uforandrede strømforhold sammenlignet med forholdene før moloen bygges.

Figur 7 viser en situasjon hvor strømmen inn og ut havnen er motsatt rettet i forhold til hva som er vist på figur 6. Strømmønstret i havneområdet blir også overveiende motsatt rettet i forhold til situasjonen på figur 6. Endringene blir mindre ved bygging av en kulvert nærmest Holmen.

Figur 8 viser en strømsituasjon hvor strømmen går inn (mot vest) i kanalen nord Holmen, ut langs Moloen ved Strandgata og inn vest av Holmen. Strømforholdene forandres som tidligere ved at moloen vil skjerme området nærmest Holmen på sørsiden. En kulvert i moloen vil nesten helt eliminere dette problemet.

Figur 9 viser en strømsituasjon med utstrøm fra havnen unntatt ved vestsiden av Holmen.

De ulike strømbildene viser således at strømmønstret og derved vannutskiftningen vil bli forandret ved bygging av en molo ved Holmen. Vannet får lengre vei gjennom havnen og oppholdstiden vil bli noe større. De ulike situasjonene som her er simulert er ved klare gjennomstrømninger av området. Ved svakere strømmer og når strømmene veksler retning i løpet av noen timer vil oppholdstiden bli lengre, dvs. effekten av moloen forsterkes. En kulvert i moloen vil gi strømmer som i mindre grad avviker fra situasjonen i dag.

## 6. EFFEKT AV MOLOEN PÅ STRØMFORHOLDENE

Resultatet av simuleringen av strømforholdene og topografien i området viser at en bygging av molo ved Holmen vil forandre vannutskiftningen i havnen. Denne største begrensningen vil være for de dypere vannmassene ved at moloen avstenger et dypområde vest av Holmen som står i forbindelse med største dyp inne i havnen. Gjennomstrømningsarealet mellom 5-10 meters dyp til området innenfor den planlagte moloen vil bli redusert og derved kunne øke oppholdstiden for vannmassene på dette dypet. Området vil da kunne bli noe mer utsatt for effekter av forurensningsbelastninger enn nå. Det er vanskelig å kvantifisere effekten av moloen på forurensnings situasjonen i havnen uten en nøyere vurdering av utslipp, oksygen- og næringssaltforhold samt sjikning i vannmassene idag.

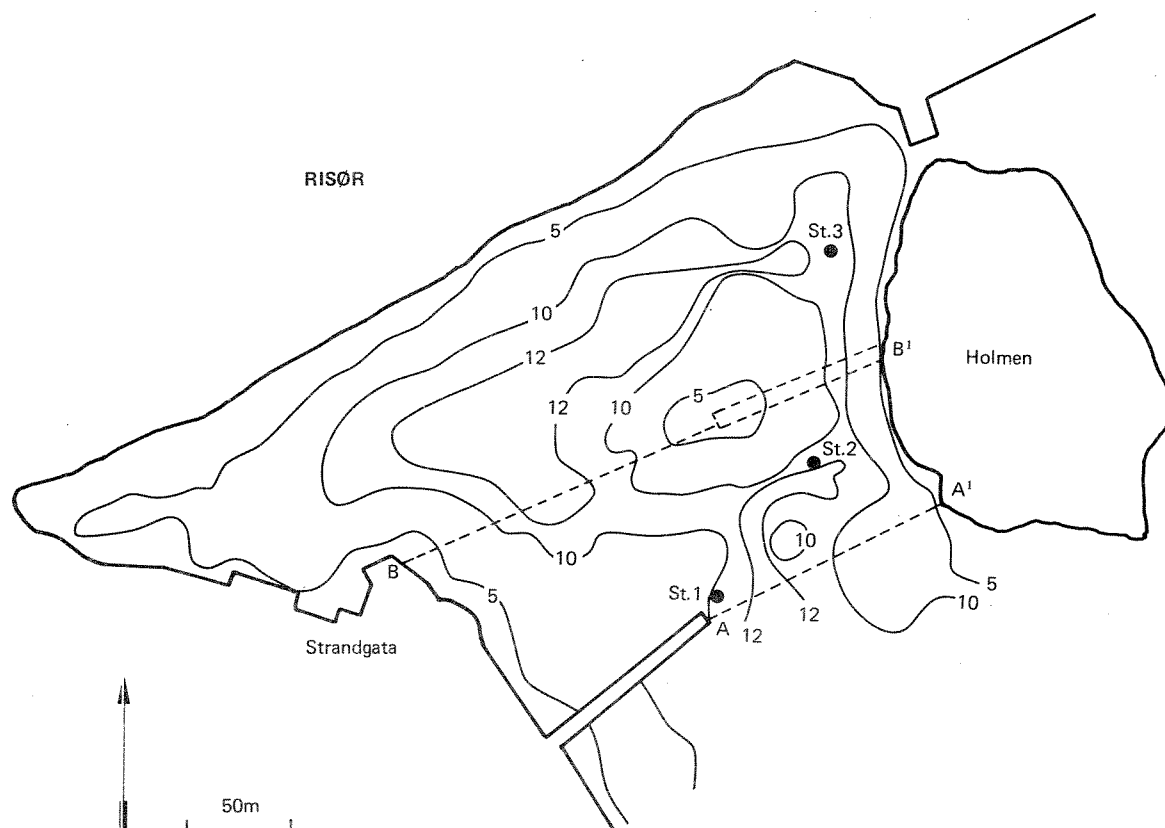
Sirkulasjonen i overflaten vil påvirkes ved en utbygd molo, men oppholdstiden på vannet blir trolig lite påvirket. Gjennomstrømningsarealet blir ikke forandret ved molobyggingen. Noe lengre oppholdstid må en nok regne med ved rolige strømforhold.

## **7. ANBEFALINGER**

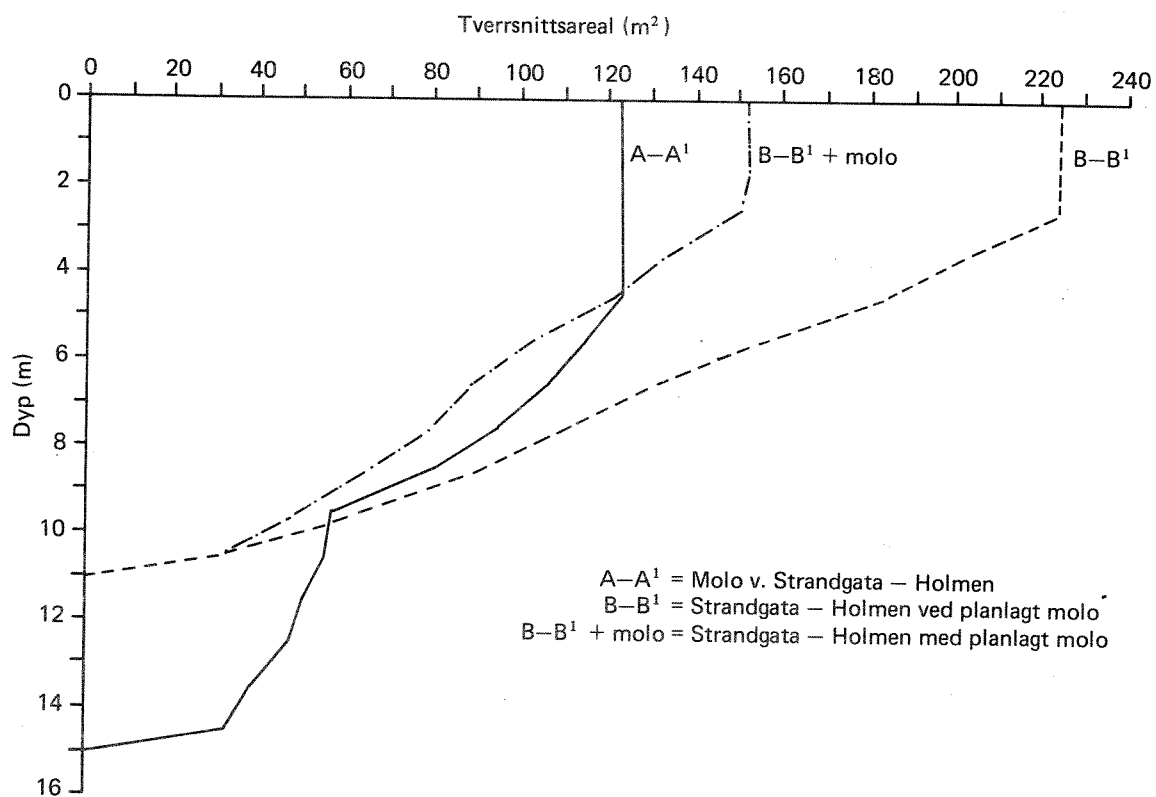
Ut fra resultatene i denne rapport vil vi anbefale at utbyggingen av moloen skjer på en slik måte at de dypere vannmasser nærmest Holmen ikke påvirkes. I praksis innebærer dette at dypområdet ikke fylles opp. To løsninger kan tenkes: Området mellom grunnområdet og Holmen forbindes med en flytebru eller det konstrueres en kulvert som gir fri gjennomstrømning for vann dypere enn 4-5 meters dyp. Størrelsen på kulverten gis av topografien i området.

## **8. LITTERATUR**

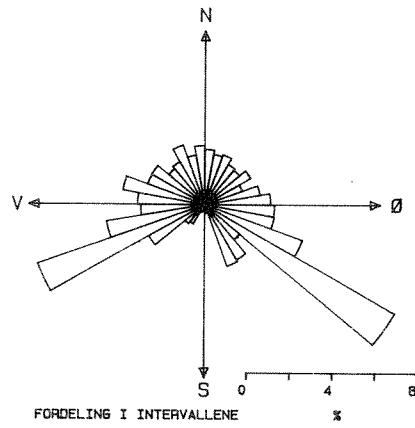
Tjomsland, T. 1978: Simulering av strømninger i Mjøsa med en tredimensjonal matematisk modell. A2-24. Norsk institutt for vannforskning, Oslo.



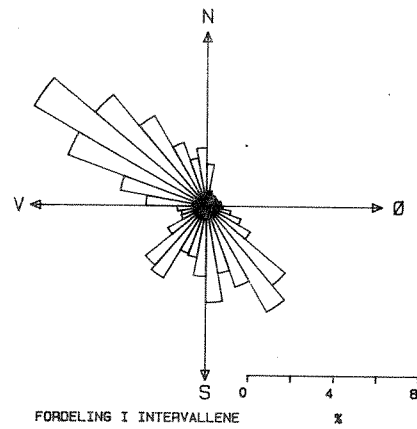
Figur 1. Risør havn. Topografi og strømmålerposisjoner, samt markering av tversnittsarealer (se videre figur 2). Den planlagte moloen er stiplet på figuren.



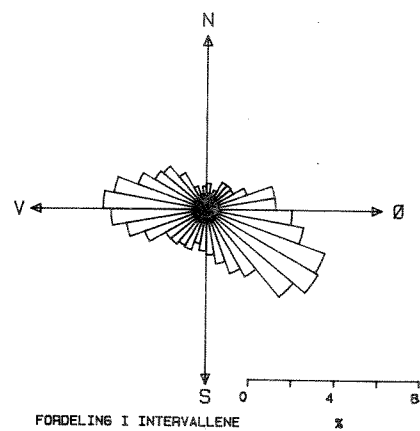
Figur 2. Tverrsnittsarealer som funksjon av dypet (pr meter ) før og etter moloutbygging. (Se figur 1 for tverrsnittens plaserings).



Stasjon 3

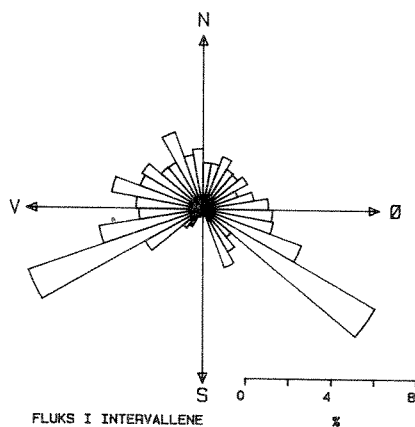


Stasjon 2

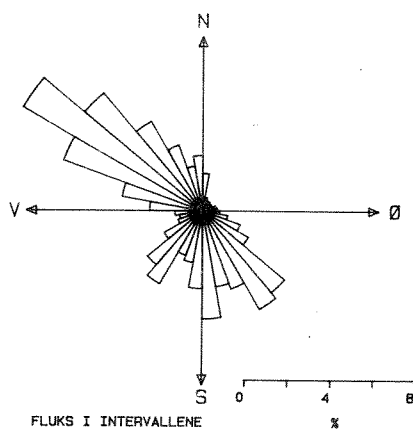


Stasjon 1

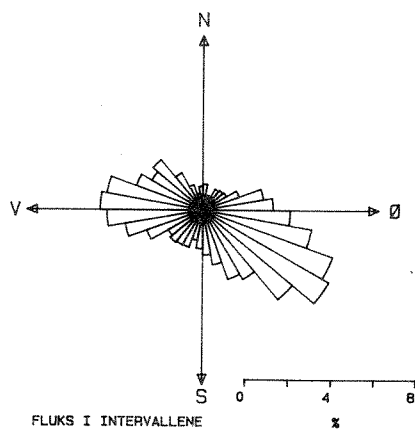
Figur 3. Observerte strømretninger i Risør havn (strømmens retning i 10 graders sektorer).



Stasjon 3

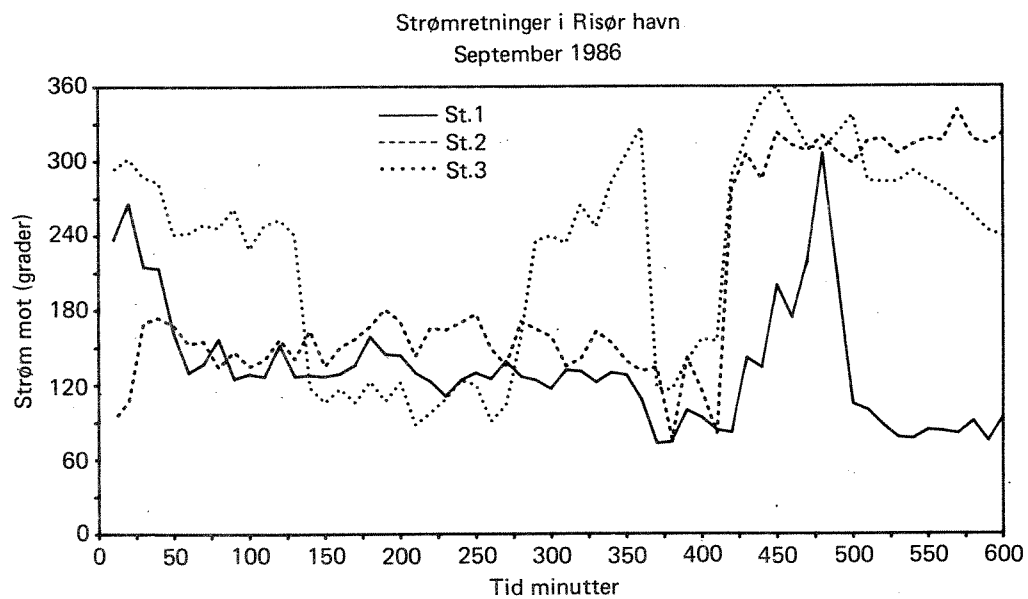


Stasjon 2



Stasjon 1

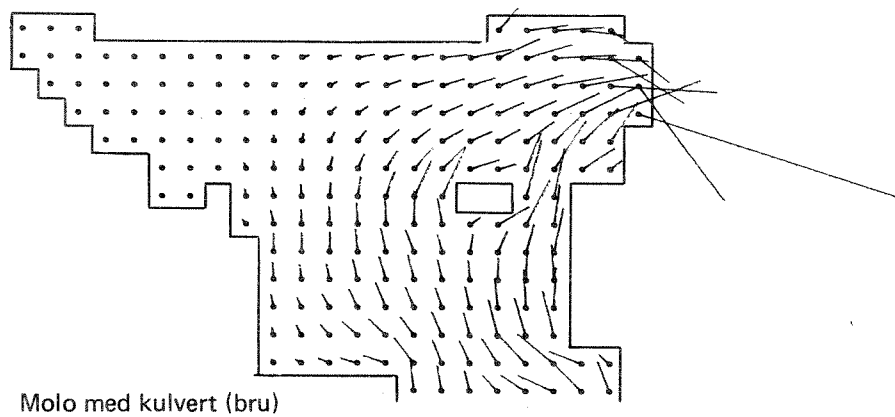
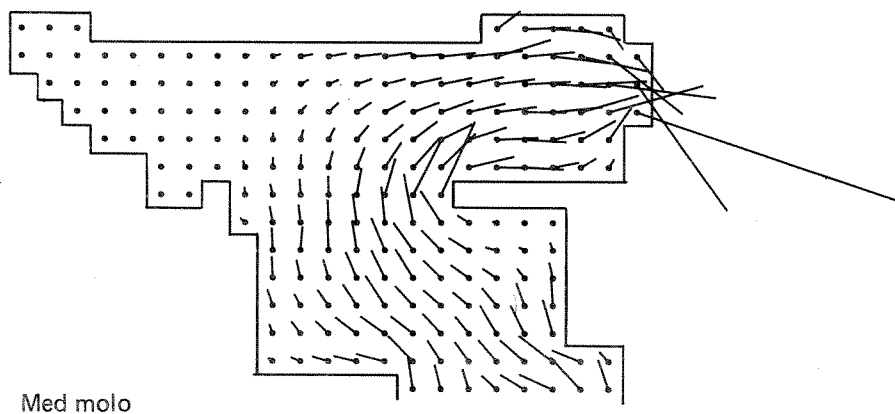
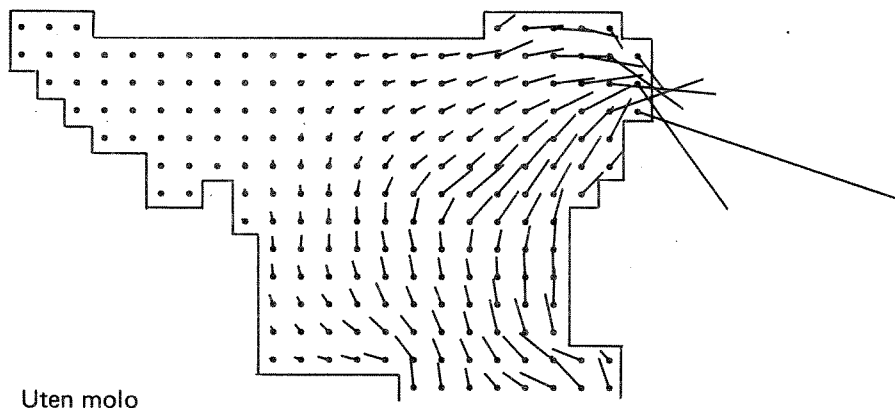
Figur 4. Transportfluks.



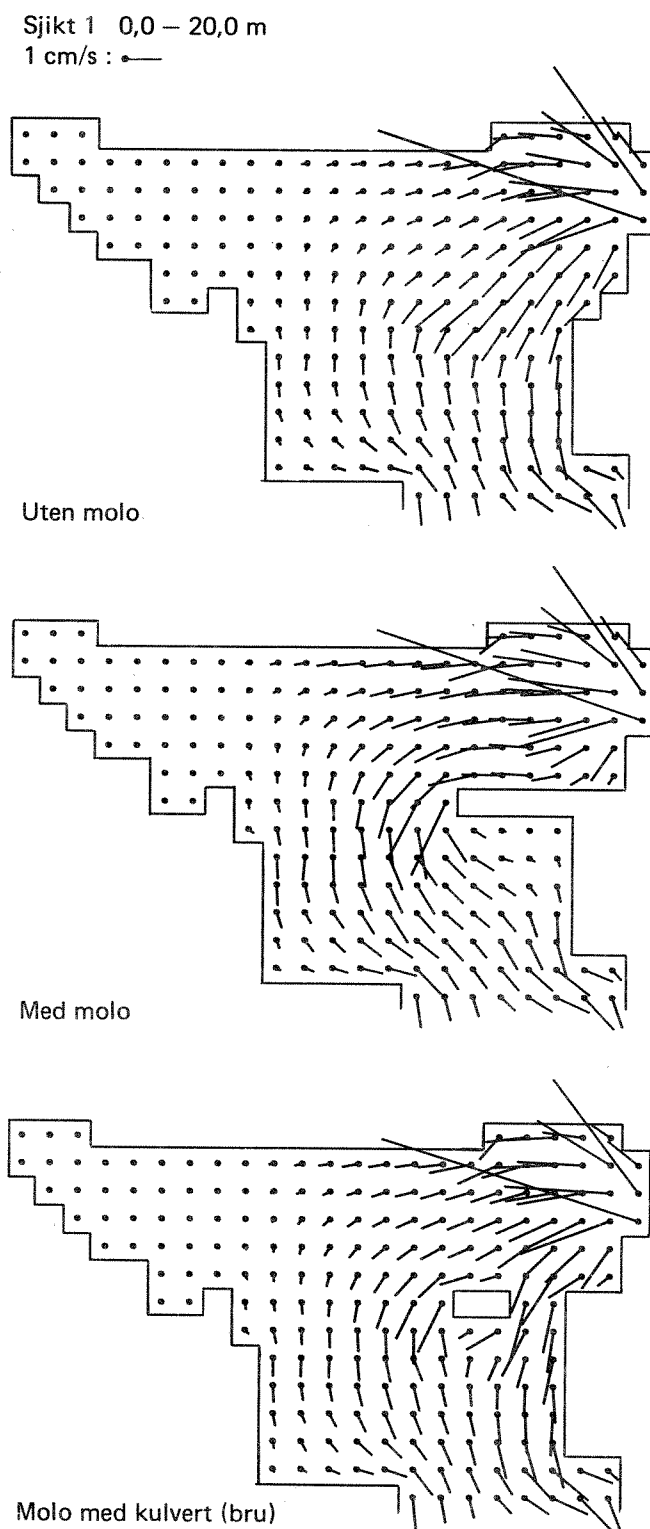
Figur 5. Eksempel på strømmens variasjon.



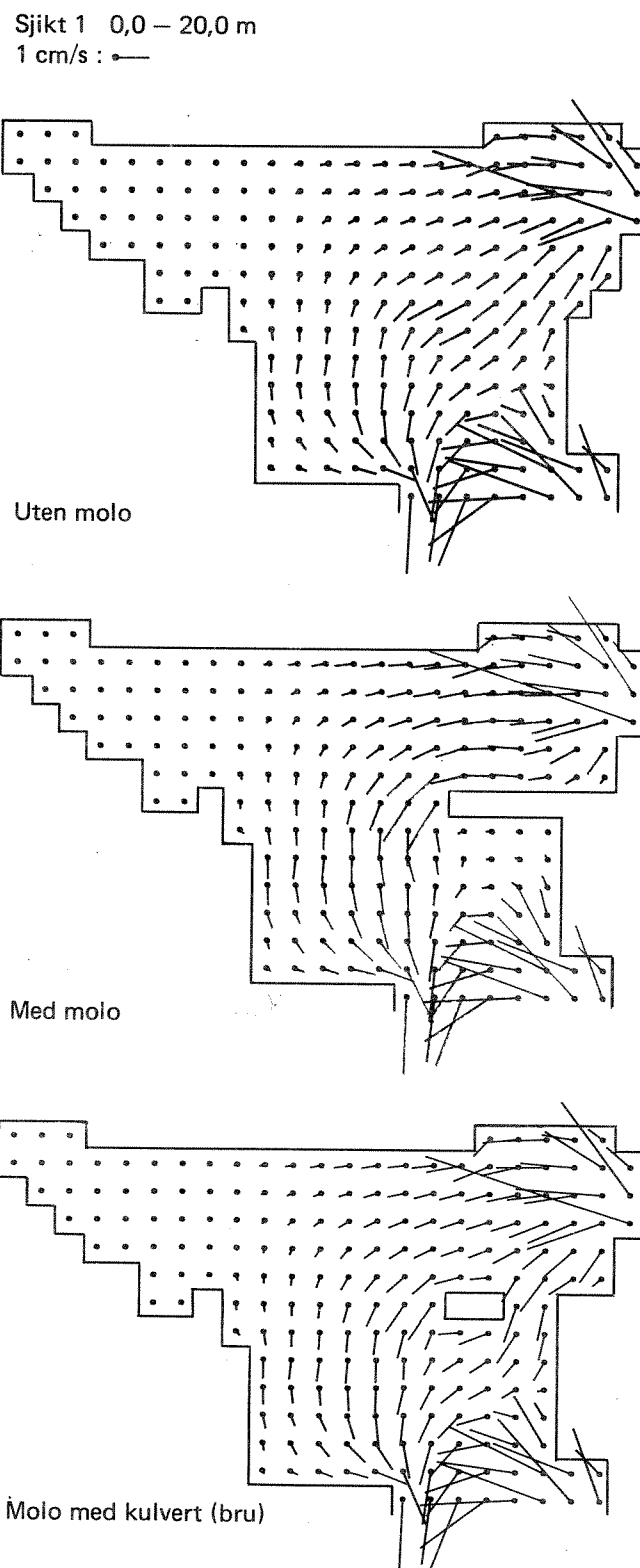
Sjikt 1 0,0 – 20,0 m  
1 cm/s : ←



Figur 6. Simulering av strømforhold før og etter moloutbygging. Lengden av streken er et mål for strømmens hastighet.

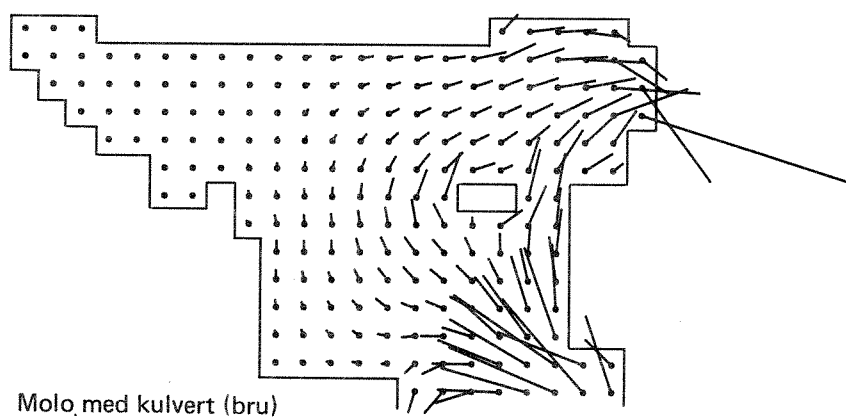
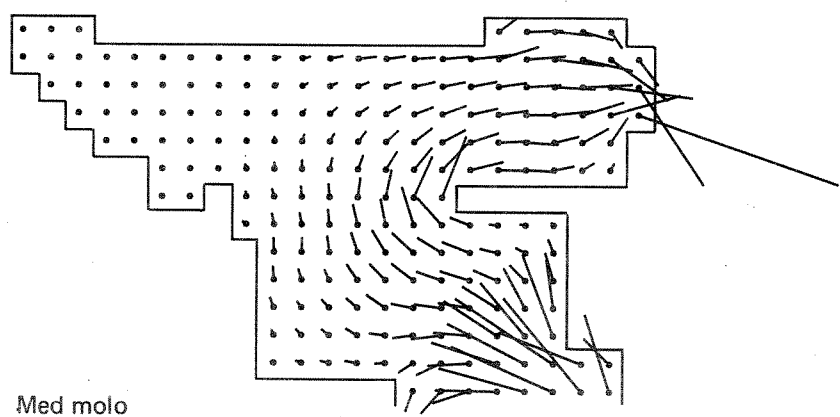
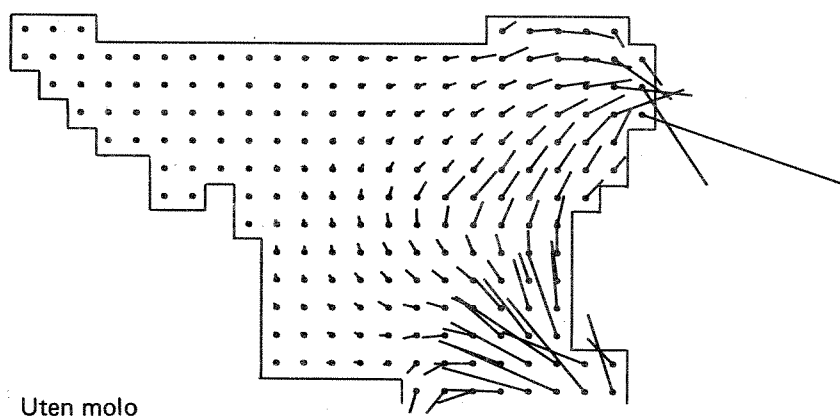


Figur 7. Simulering av strømforhold før og etter moloutbygging.  
Lengden av streken er et mål for strømmens hastighet.



Figur 8. Simulering av strømforhold før og etter moloutbygging.  
Lengden av streken er et mål for strømmens hastighet.

Sjikt 1 0,0 – 20,0 m  
1 cm/s : ←



Figur 9. Simulering av strømforhold før og etter moloutbygging.  
Lengden av streken er et mål for strømmens hastighet.