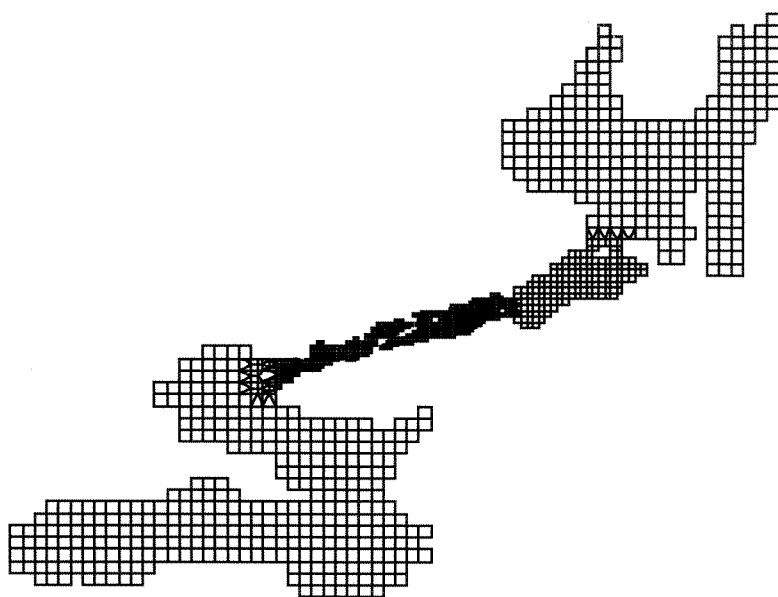


RAPPORT LNR 3929-98

**Vannstandsendringer  
i Vågsbøpollen og  
Ådlandsstraumen som  
følge av kanalbygging**

Målinger og befaringer  
juli - oktober 1998



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**Akvaplan-NIVA A/S**

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

<b>Tittel</b> <b>Vannstandsendringer i Vågsbøpollen og Ådlandsstraumen som følge av kanalbygging. Målinger og befaringer, juli-oktober 1998.</b>	<b>Løpenr. (for bestilling)</b> 3929-98	<b>Dato</b> OKTOBER 1998
	<b>Prosjektnr. Undernr.</b> 98132	<b>Sider Pris</b> 35
<b>Forfatter(e)</b> Torgeir Bakke Helge Botnen (UiB) Lars G. Golmen Einar Nygaard	<b>Fagområde</b> 32	<b>Distribusjon</b> Åpen
	<b>Geografisk område</b> Bergen, Hordaland	<b>Trykket</b> NIVA

<b>Oppdragsgiver(e)</b> Bergen kommune, Kommunalavd. Teknisk utbygging, Postb. 805, 5002 Bergen	<b>Oppdragsreferanse</b> Svanberg/Sekse
--	--

**Sammendrag**

Høsten 1996 ble det åpnet en ny båtkanal mellom Vestrepollen og Vågsbøpollen i Fana. Kanalen har medført økte tidevannsforskjeller og bedre vannutskifting i Vågsbøpollen. Tidligere var Ådlandsstraumen eneste forbindelse mellom Vågsbøpollen og sjøen. På grunn av kanalen er vanngjennomstrømmingen i Ådlandsstraumen blitt mindre, og lavvann-nivået er senket. For å dokumentere eventuelle effekter som følge av kanalen gjennomførte NIVA i samarbeid med UiB et prosjekt sommeren 1998 for å registrere biologiske endringer i strandsonen. I tillegg ble det gjort målinger av vannstand og utført modellsimuleringer. Den biologiske kartleggingen ga ingen entydige verdier for endringer i høyvann- og lavvannsnivå, men indikerer lavvannssenking på 20-30 cm i Vågsbøpollen. Vannstandsmålingene viser en økning av vannstandsamplituden på inntil 50 cm (i det vesentligste lavvannsenking) og en middel amplitudeendring på 25 cm. I Ådlandsstraumen oppstrøms den nederste innsnevringen er det tale om senking av vann-nivået ved fjære sjø på inntil 29 cm i forhold til tidligere. Dette forekommer kun kortvarig ved spring lavvann. Lavvannsenkning med 25 cm eller mer i dette området skjer i følge beregningene i 1,2% av tiden, tilsvarende mange korte perioder ved lavvann med samlet varighet på 8,6 timer i løpet av en måned.

<b>Fire norske emneord</b> 1. Vågsbøpollen 2. Kanal 3. Vannstandsending 4. Vannsirkulasjon	<b>Fire engelske emneord</b> 1. Vågsbøpollen 2. Canal 3. Sea level change 4. Water circulation
--	--

  
 Lars G. Golmen  
 Prosjektleder

ISBN 82-577-3519-1

  
 Bjørn Braaten  
 Forskningsjef

**Vannstandsendringer i Vågsbøpollen og Ådlandsstraumen  
som følge av kanalbygging.**

Målinger og befaringer, juli-oktober 1998.

## Forord

Vågsbøpollen i Fana i Bergen fikk høsten 1996 åpning mot sjøen gjennom en kanal sørover til Vestrepollen. Dette tiltaket hadde primært formål å forbedre seilingsforholdene for små båter i området samt å forbedre adkomsten til Vågsbøpollen. Kanalen har i tillegg medført økt vannskifting og bedre vannkvalitet i pollen.

Den grunne Ådlandsstraumen var før eneste samband mot sjøen. På grunn av kanalen er gjennomstrømminga i Ådlandsstraumen sannsynligvis blitt noe redusert.

For å få nærmere avklart hvilke endringer som kanalen har eller kan ha medført i Vågsbøpollen og i Ådlandsstraumen, ga Bergen kommune sommeren 1998 NIVA-Vest i oppdrag å se nærmere på dette. De vesentligste delene av prosjektarbeidet ble gjennomført i august-september. Helge Botnen fra Universitetet i Bergen deltok på den biologiske befaringa sammen med Torgeir Bakke fra NIVA-Oslo. Einar Nygaard ved NIVA-Vest bistod under måleprogrammet og stod for påfølgende databearbeiding og del-rapportering. Jarl H. Svanberg og Magnar Sekse var kommunens saksbehandlere og kontaktpersoner.

Oddmund Røen og Bergen Seilforening takkes for benyttelse av eiendommer og kaier til plassering av måleutstyret sommeren 1998. Svein Østerhus takkes for bruk av Sensordata instrument og måledata fra Vestrepollen i 1996.

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn og målsetting	6
1.2 Områdebeskrivelse	6
1.3 NIVAs forrige utredninger	10
<b>2. Biologisk synfaring</b>	<b>14</b>
2.1 Strandsonebefaring.	14
2.1.1 Lokalitet 1.	14
2.1.2 Lokalitet 2	14
2.1.3 Lokalitet 3	16
2.1.4 Lokalitet 4	16
2.1.5 Lokalitet 5	16
2.1.6 Lokalitet 6	17
2.1.7 Lokalitet 7	17
2.1.8 Lokalitet 8	17
2.1.9 Lokalitet 9	17
<b>3. Nye vannstandsmålinger</b>	<b>18</b>
3.1 Måleprogrammet	18
3.2 Resultater	18
<b>4. Diskusjon og konklusjoner</b>	<b>21</b>
4.1 Endringer i biologien	21
4.2 Målte forskjeller	22
4.3 Ådlandsstraumen	22
<b>5. Litteratur</b>	<b>27</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>28</b>
<b>Vedlegg B.</b>	<b>30</b>

---

## Sammendrag

På oppdrag fra Bergen kommune har NIVA vurdert de endringer som har funnet sted når det gjelder vannstand og gruntvannsbiologi i Vågsbøpollen og i Ådlandsstraumen som følge av kanalen til Vestrepollen som ble åpnet høsten 1996. Vi har gjennomgått eksisterende rapporter og data. I tillegg er det gjort nye vannstandsmålinger og modellberegninger, og det ble også foretatt en biologisk befaring.

Nye analyser av måleresultatene fra høsten 1996 viser at det tidligere i perioder med liten variasjon mellom lavvann og høyvann (nipp) var omtrent lik vannstandsvariasjon i Kviturdviken og Vågsbøpollen, og i perioder med stor forskjell på lavvann og høyvann (spring) gikk lavvannet 30-50 cm lavere i Kviturdviken enn i Vågsbøpollen. Tidsforsinkelsen for tidevannet i Vågsbøpollen før kanalåpning var 0,5 – 1 time ved høyvann, og 1,5 – 2 timer ved lavvann.

De nye målingene synte godt samsvar mellom amplituder og faser mellom Kviturdviken og Vågsbøpollen. Tidvis er det forskjeller i momentanverdier på inntil 15-20 cm på grunn av faseforskjell og/eller reell nivåforskjell. Ved annet hvert lavvann er det i dag lavere lavvann i Kviturdviken enn i Vågsbøpollen, og høyvann og lavvann kommer 10 minutter seinere i Vågsbøpollen enn i Kviturdviken.

En direkte sammenlikning av de tidevannsrelaterte biologiske forhold før og etter åpningen av kanalen kan ikke gjøres fordi det mangler tilstrekkelig detaljerte befariingsobservasjoner fra før-perioden koblet mot tidevannsnivå. Sammenlikning av fotoregistreringer gjort i 1997 og nå viser en økende tetthet og utbredelse av tangartene i strandsonen sentralt i pollen, og en tilbakegang av grønske. Forekomst av sjøstjerner og kråkeboller helt i øvre del av sjøsonen viser at vannforholdene er marine. En tilsynelatende sterk framvekst av blåskjell på grunt vann tyder på at den sentrale delen av Vågsbøpollen de siste par årene har utviklet seg i retning mot et mer marint system, mer likt Vestrepollen og Kviturdviken. Det ble ikke funnet biologiske indikasjoner på endringene i høyvannsnivå i Vågsbøpollen. Det ble heller ikke funnet entydige tegn på endring i lavvannsnivået, men observasjonene indikerte en lavvannssenking på 20-30 cm. Dette kan henge sammen med den relativt lange tiden som har gått siden åpning av kanalen (nesten 2 år).

Spørsmålet angående lavere vannstand i Ådlandsstraumen knytter seg i første rekke til brygga og området like ovenfor den nederste grunne terskelen, ca 120 m ovenfor brua, eller 300 m fra munningen mot Kviturdviken. Det manglet vannstandsmålinger for tilstanden i dette området før kanalåpning. Ved hjelp av en numerisk modell for sirkulasjon og vannstand har vi derfor simulert før-situasjonen der ved vanlig nip-spring tidevannsvariasjon, og så sammenliknet dette med dagens forhold. Middelerverdi for beregnet lavvannssenking ved brygga som følge av kanalen er 12 cm. Middelerverdi for høyvanns-økning er 6,5 cm. Beregnet maksimalverdi for lavvannssenking er 29 cm (ved spring).

Beregnet tidsfordeling og varighet av perioder der vannstanden ved lavvann ved brygga i dag er mer enn h.h.v. 25, 20, 15, 10 og 5 cm lavere enn ved lavvann før-situasjonen er angitt i tabellen under. Eksempelvis forekommer 25 cm eller større lavvannssenking i 1,2% av tiden. Omregnet tilsvarer dette ca 8,6 timer pr måned.

Vannstand lavere enn (cm):	25	20	15	10	5
% av tida:	1,2	3,0	6,7	13,6	27,1
Tilsv. ca timer pr måned:	8,6	22 (1d)	48 (2d)	98 (4d)	195 (8d)

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og målsetting

Ny kanal mellom Vågsbøpollen og Vestrepollen (**Figur 1**) ble åpna 11. november 1996.

**Figur 2** viser et bilde av kanalen, sett fra sør (fra Vestrepollen).

Kanalen har som forventet medført endring i vannstand i Vågsbøpollen. Vannstandsamplituden har økt, mest som følge av lavere lavvann (fjære). I følge tidligere målinger ligger lavvann anslagsvis 30 cm lavere enn før. For høyvann er det tale om ingen eller små endringer. I følge øye-observasjoner ligger middel høyvann litt lavere enn før mens det ved springflo kan være tale om litt høyere vannstand enn tidligere.

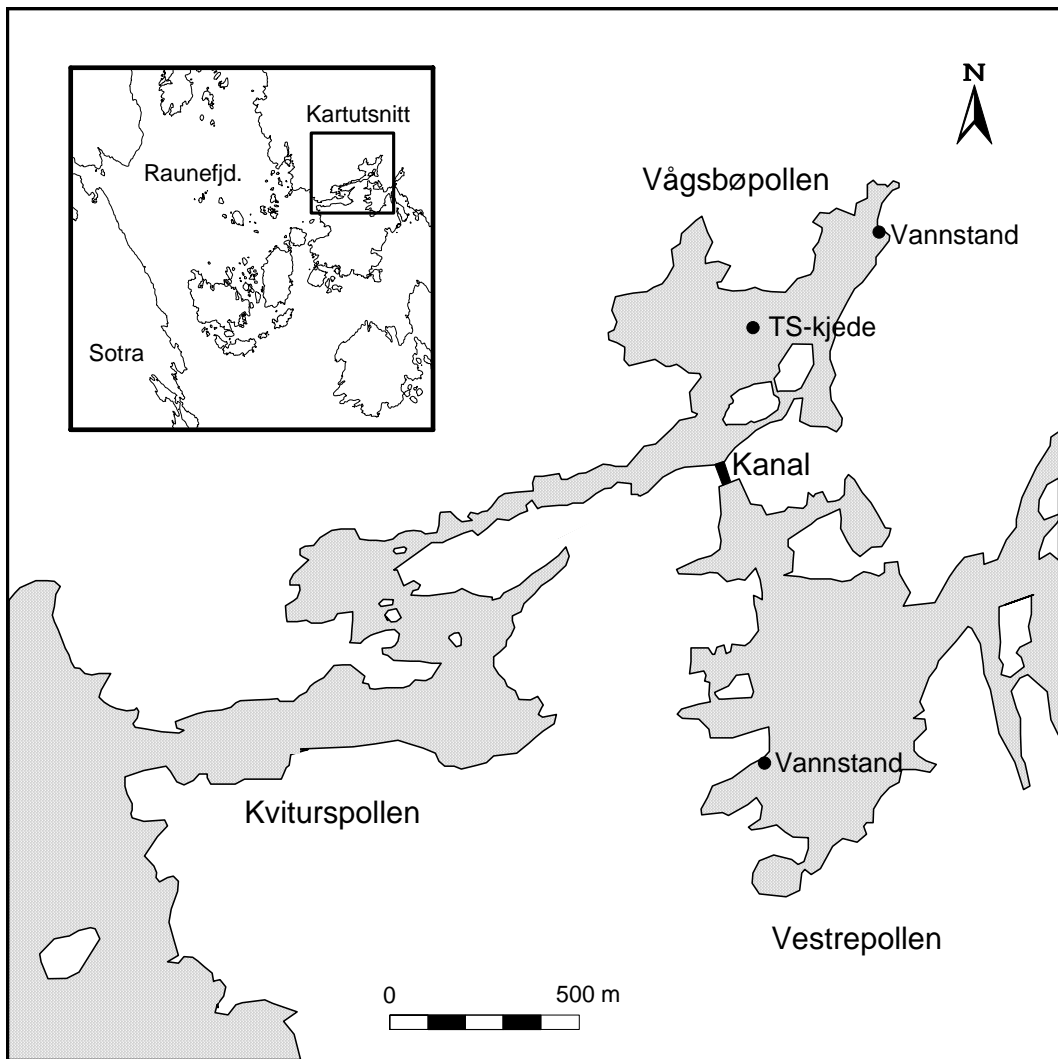
Universitetet i Bergen har nylig foretatt undersøkelser av vannkvaliteten i Vågsbøpollen (Botnen et al. 1998), og resultatene viser en vesentlig forbedring når det gjelder dypvannet etter at kanalen åpnet. Når det gjaldt endringer for biologien var det inntil sommeren 1998 ikke gjort spesifikke undersøkelser.

En beboer ved Ådlandsstraumen har klaget til kommunen over at adkomst/bruksmulighet for hans kai er forringet etter at kanalen kom, på grunn av lavere vannstand. Kaia ligger ca 120 m øst for vegbrua (**Figur 3**).

På bakgrunn av problemstillingen i Ådlandsstraumen og med ønske om å få dokumentert faktiske vannstandsendringer og eventuelle biologiske endringer i strandsonen i Vågsbøpollen ba Bergen kommune NIVA om å foreta nærmere vurderinger og analyser omkring dette. Bestilling av arbeidet kom 3. juli, 1998. Prosjektet var, etter initiativ fra NIVA, foreslått gjennomført i samarbeid med UiB, Seksjon for anvendt miljøforskning, som på det tidspunktet var i ferd med å sluttrapportere resultater fra nye undersøkelser i Vågsbøpollen og tilstøtende områder (Botnen et al. 1998).

## 1.2 Områdebeskrivelse

**Figur 1** viser den innbyrdes plasseringa av de tre pollene Kviturspollen, Vågsbøpollen og Vestrepollen i området Hjellevad-Milde i Fana. Området grenser til Raunefjorden i vest, og Fanafjorden i sørøst. Med kanalen som ble åpna høsten 1996, danner de tre pollene en sammenhengende sjøvei, med Mildehalvøya helt omgitt av sjø.



**Figur 1.** Kart over Kviturspollen, Vågsbøpollen og Vestrepollen, med kanalen og NIVAs måleposisjoner høsten 1996 inntegnet.

### **Vågsbøpollen**

Pollen har et overflateareal på knapt 0,3 mill  $m^2$ , og et største dyp på ca 11 m. Den smale renna mellom Kviturspollen og Vågsbøpollen er om lag 600 m lang, og 30-60 m brei. Det grunneste partiet (terskelen) er bare om lag 0,5 m dyp. Her er også tverrsnittsarealet ekstra mye innsnevret, p.g.a. en holme midt i innløpet. Før kanalen bli åpna var Ådlandsstraumen eneste forbindelse mellom Vågsbøpollen og sjøen.

### **Kviturspollen**

Kviturspollen har et overflateareal på ca 0,3 mill  $m^2$ , og største dyp på 16 m. Terskeldypet mellom Raunefjorden og Kviturspollen er 6,5 m. Småbåthavna (Bergen Seilforening) ligger på sørsida av pollen, nær innløpet (renna) til Vågsbøpollen.

### **Vestrepollen og Grimseidpollen**

Vestrepollen eller Grimseidpollen, som utgjør et sammenhengende pollsystem, har dybder ned mot 37 m, og et terskeldyp på om lag 15 m ut mot Fanafjorden. Vestrepollen har overflateareal på ca. 0,5 mill  $m^2$ .





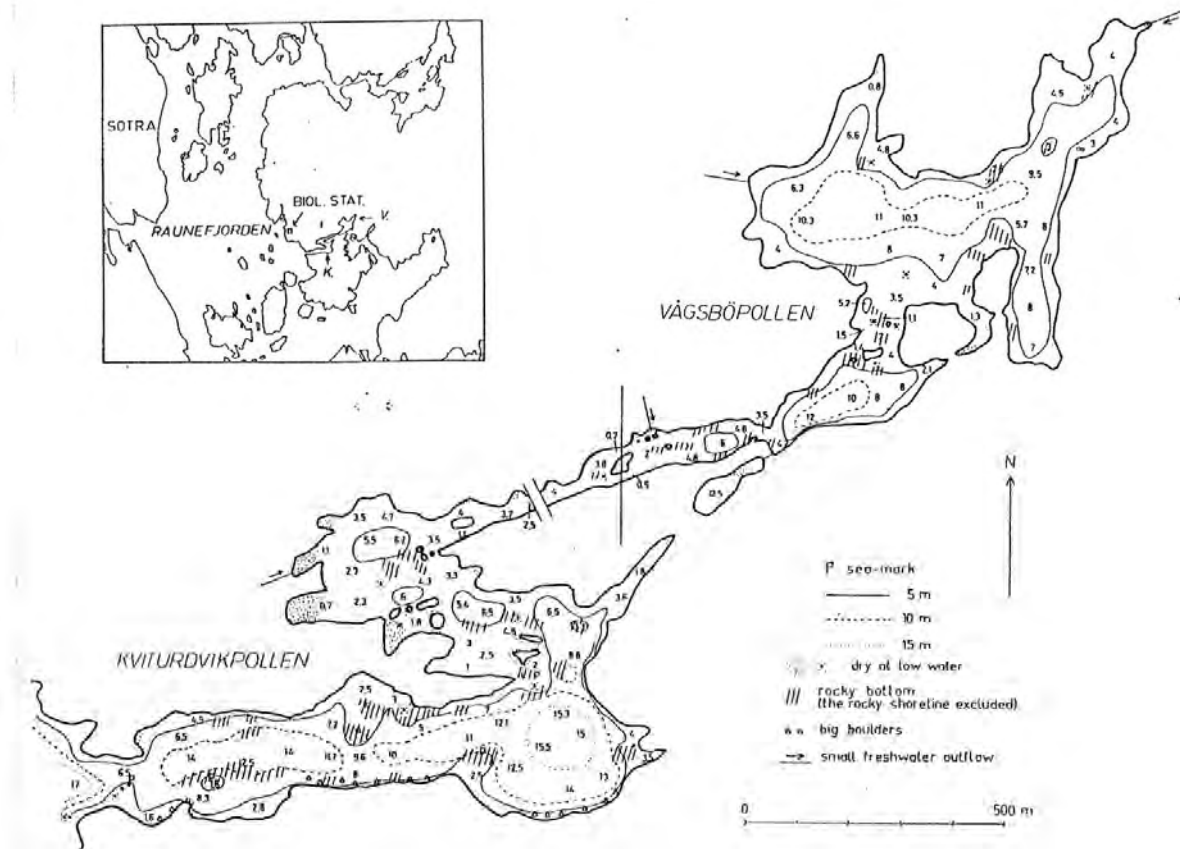
**Figur 2.** Bilde tatt fra Vestrepollen, oktober 1998, som viser den nye kanalen inn til Vågsbøpollen.

### **Ådlandsstraumen**

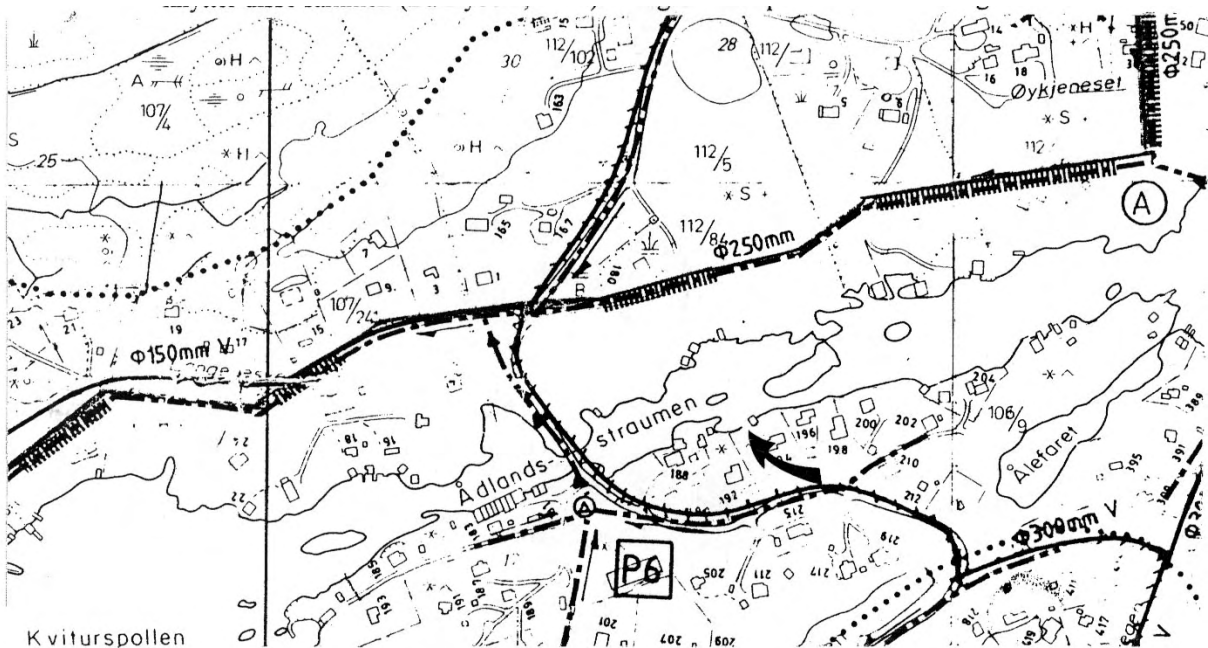
Ådlandsstraumen knytter Vågsbøpollen til Kviturspollen. Straumen er grunn og smal, noe som begrenser ferdselen, særlig på fjære sjø. Utløpet mot Kviturspollen er ca 60 m bredt. I en lengde av ca 600 m innover er bredden typisk 30-40 meter, men der er flere smalere parti. På fjære sjø er max dybde på de grunneste stedene ca ½ meter. Dette gjelder partiet sør- og vestom den vesle holmen som ligger om lag 150 m oppstrøms brua (**Figur 3** og **Figur 4**).

### **Kanalen**

Kanalen som var ferdig åpnet 11. november 1996, er om lag 80 m lang, med en seilings-bredde på ca 7 meter. Vanddypet er 2,5 meter. Over kanalen er det ei vegbru med ca 7 m seilingshøyde.



**Figur 3.** Kart over Kviturdviqpollen (Kviturspollen) og Vågsbøpollen, med Ådlandsstraumen som knytter disse sammen (fra Dybern, 1967). Det grunneste partiet er like sør- og vestom holmen med den vertikale streken gjennom.



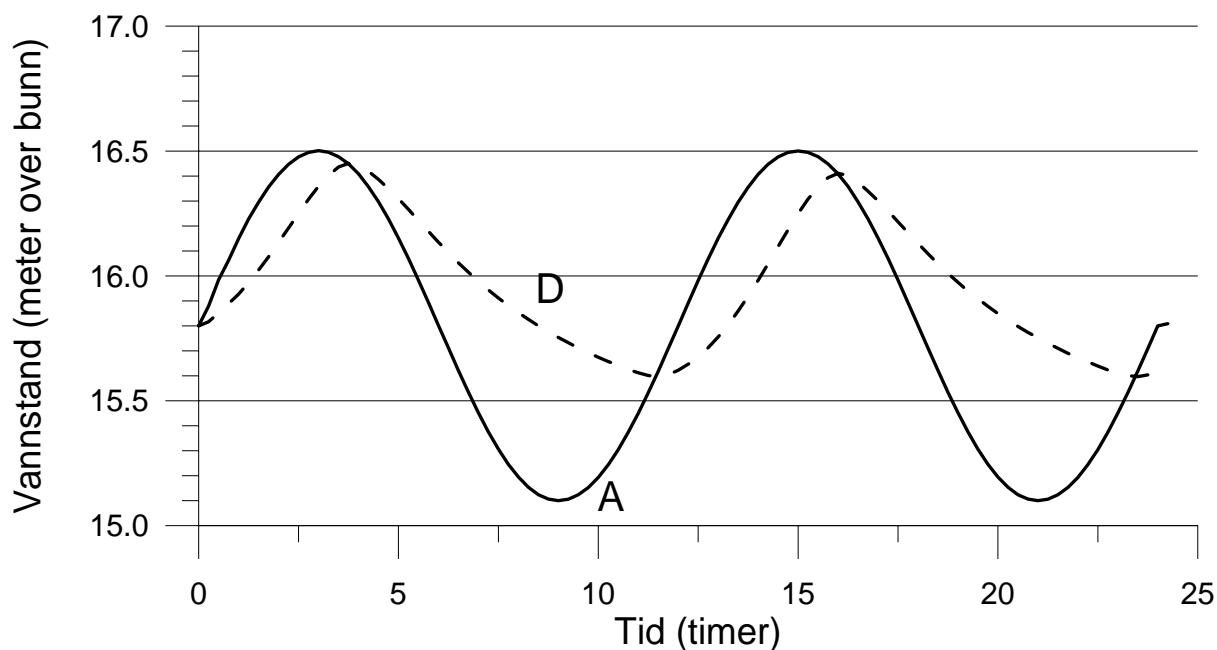
**Figur 4.** Utsnitt av kommunalt kart over Ådlandsstraumen. Pila viser stedet hvor den omtalte brygga ligger.

### 1.3 NIVAs forrige utredninger

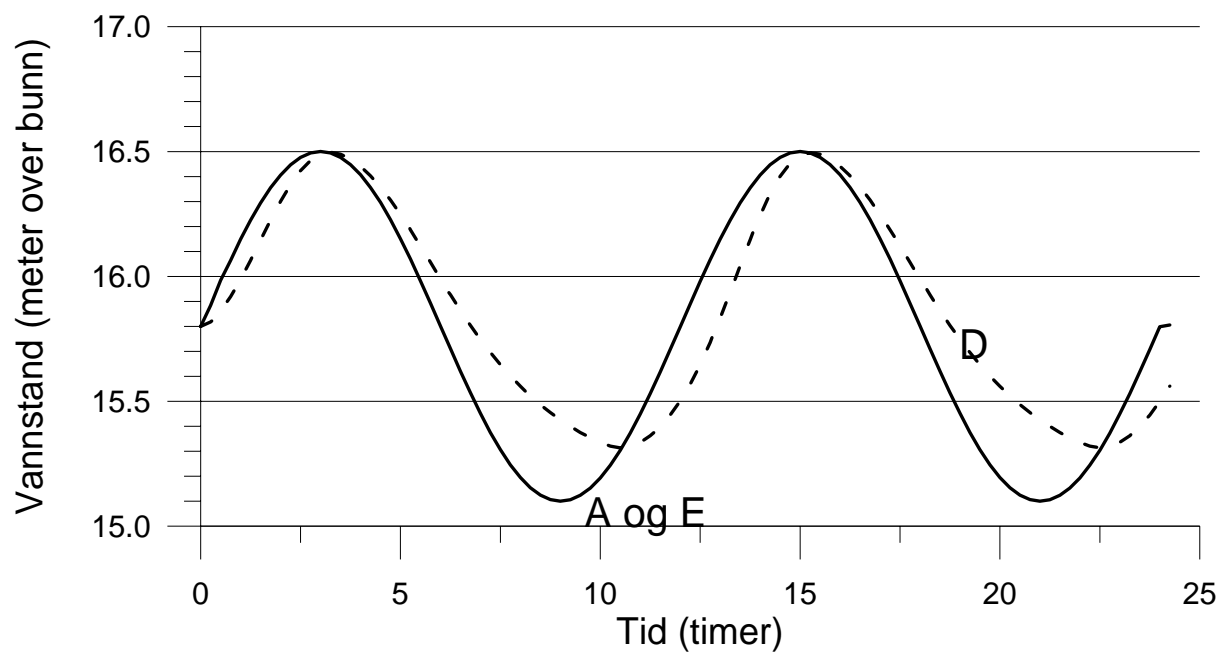
Tidlig i 1996 gjennomførte NIVA et prosjekt for å beregne forventede vannstandsendringer i Vågsbøpollen og konsekvenser for islegging i Kviturspollen (seilforeninga) som følge av kanalen. Det ble gjort en del målinger (måleposisjoner i **Figur 1**) og deretter modellberegninger bl.a. med en hydrodynamisk modell SMS-RMA2 (ECGL 1994). Modellen ble kalibrert inn slik at den tilfredsstilte målte amplituder og forsinkelser for før-situasjonen (**Figur 5**). Deretter kunne en simulere vannstanden med ny kanal (**Figur 6**). Resultatene synte amplitudeøkning på 50% (30-40 cm) og tilnærmet oppheving av faseforskjellene. Ådlandsstraumen ville få redusert vannstrømmen med 10-20%. Is-beregningene ble utført med en enkel konveksjonsmodell, og resultatene synte en viss risiko for økt islegging ute ved seilbåthavna.

Høsten 1996 gjennomførte NIVA et prosjekt med oppfølgende målinger bl.a. for å registrere endringer etter kanalåpning (Golmen og Nygaard 1997). Målingene ble noe forstyrret av at det la seg is i Vågsbøpollen like før kanalen ble åpna. Resultatene underbygget i stor grad de teoretiske beregningene. D.v.s. at vannstandsamplituden i Vågsbøpollen økte med ca 40% (30 cm) p.g.a. lavere lavvann enn før. Målingene er blitt nærmere gjennomgått i samband med det foreliggende prosjektet.

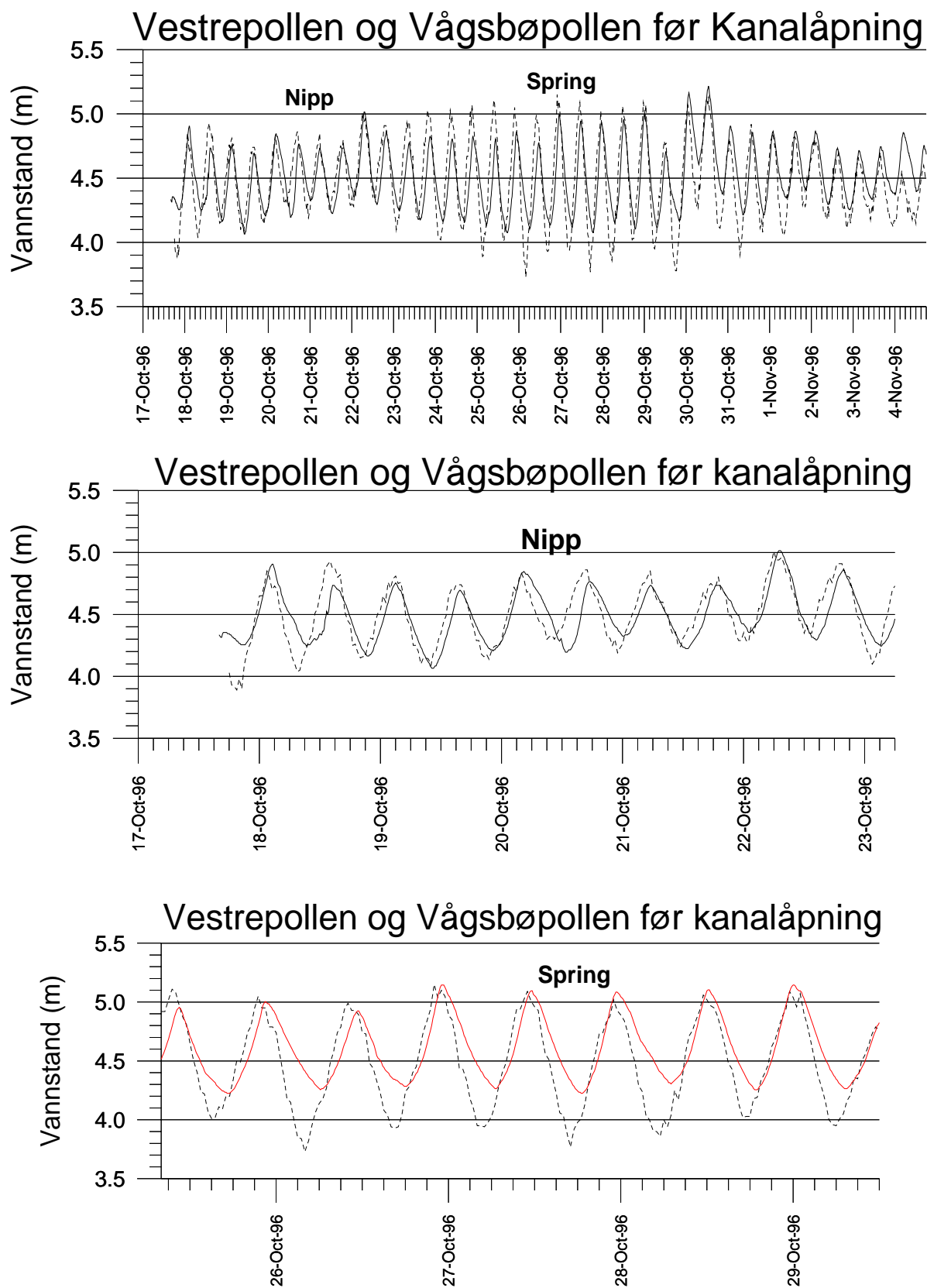
Problemstillingen omkring endring av vannstand i Ådlandsstaumen var ikke tatt opp da de to utredningene ble gjort.



**Figur 5.** Simulert vannstand i Kviturspollen nær båthavna (A) og midt i Vågsbøpollen (D), før ny kanal (fra Nygaard og Golmen, 1996).



**Figur 6.** Simulert vannstand i Kviturspollen (A), Vestrepollen (E) og Vågsbøpollen (D) med ny kanal (fra Nygaard og Golmen 1996).



**Figur 7.** Målt vannstand samtidig i Vestrepollen (heltrukket linje) og i Vågsbøpollen i en periode høsten 1996, før åpning av kanalen. Øverst er hele perioden vist, midt i viser en nipp situasjon og nederst viser en springsituasjon.

Vi har foretatt noen nye analyser av måleresultatene fra høsten 1996 for å få et bedre sammenlikningsgrunnlag for før/etter situasjonen. **Figur 7** viser målt vannstandsvariasjon i Vestrepollen og Vågsbøpollen over en 16-dagers periode like før kanalåpningen i 1996. Følgende kan slutes fra målingene:

- I perioder med liten variasjon mellom lavvann og høyvann (nipp) var det omtrent lik vannstandsvariasjon i Vestrepollen og Vågsbøpollen.
- I perioder med stor forskjell på lavvann og høyvann i Vestrepollen (spring) gikk lavvannet 30-50 cm lavere i Vestrepollen enn i Vågsbøpollen.

Målingene dokumenterte også den karakteristiske tidsforsinkelsen for tidevannet som var i Vågsbøpollen før kanalåpning:

- Høyvann i Vågsbøpollen: 0,5 – 1 time forsinket.
- Lavvann i Vågsbøpollen: 1,5 – 2 timer forsinket.

Sammenlikningen gjelder i forhold til Vestrepollen, men vil i praksis også gjelde i forhold til Kviturdviken, siden det må antas å være minimale vannstandsforskjeller mellom disse to stedene.

## 2. Biologisk synfaring

### 2.1 Strandsonebefaring.

En marinbiologisk befaring av utvalgte strandområder i Vågsbøpollen, Vestrepollen og kanalen mot Kviturdviken ble gjennomført på lavvann den 14 august 1998 (se feltrapport Vedlegg A). Arbeidet ble kombinert med måling av siktedyp og prøvetaking for oksygen i dypområdene i de 3 pollene. Målsetningen var å klarlegge om forekomst og fordeling av makroalger (tang) og bunndyr i sprutsonen (over høyvann), tidevannssonen og sjøsonen (under lavvann) reflekterte de indikerte endringene i tidevannsstand som følge av kanalen. Mest sentralt var å se om den beskrevne ca 30 cm senkingen av lavvann etter kanalåpning lot seg spore i strandsamfunnet.

Strandområdene som ble besøkt er vist i **Figur 8**. Befaringsresultatene ble dokumentert gjennom notater og fotografier (Vedlegg A og B).

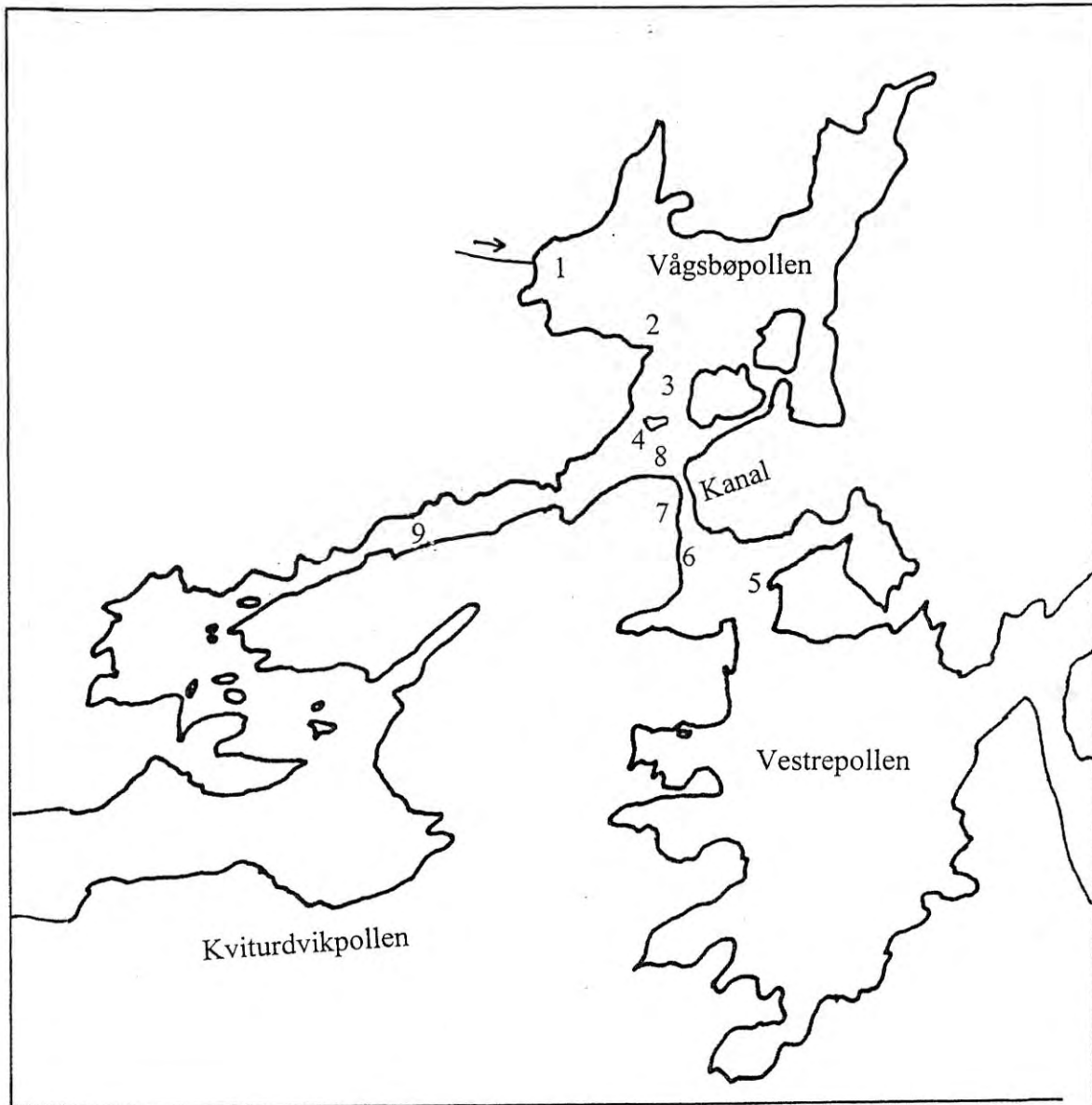
#### 2.1.1 Lokalitet 1.

Observasjonstidspunktet var ca 1 time før nominelt lavvann. Stor mudderflate på sørsiden av utløpet av Ådlandsbekken (Vedlegg B, bilde 2). Sedimentet var svært løst med enkelte fastere sandige felter nær elvekanalen. Området eksponert ved fjære var relativt horisontalt, men skrånet tydelig ytterst mot sjøen. Mudderflaten ga topografisk et inntrykk av tidligere sjøsonerbunn med marebakke ytterst mot dypere områder, men så lenge man ikke har sammenliknende observasjoner/bilder fra før kanalåpningen kan inntrykket ikke bekreftes. Det var ingen synlige overganger i sediment forhold eller synlig fauna (blåskjell, hjerteskjell som normalt finnes både i tidevannssonen og sjøsonen) lenger inne på mudderflaten som kunne indikere evt tidligere lavvannsnivå., dvs ingen tydelig faunasonering.

Svaberget rett nord for elveutløpet (Vedlegg B, bilde 4) hadde et tydelig belte av tarmgrønske i nedre del av tidevannssonen, og manglet helt makroorganismer forøvrig. Inntrykket indikerte tidlig marin kolonisering av nytt fjell og kan være en respons på overgang til et mer saltholdig vannmiljø enn tidligere, men også her mangler sammenliknende observasjoner fra før kanalåpningen.

#### 2.1.2 Lokalitet 2

Observasjonstidspunktet var ca 20 minutter før nominelt lavvann. Området er det samme som er fotografert ved flere anledninger gjennom 1997 av S. Hjolman (Botnen et al. 1998, stasjon 18), mens fotografier fra perioden før kanalåpningen mangler. Fotografi av samme del av strandsonen (Bilde 5 og 9) viste en klart større vekst av tang nå enn i 1997, og tilsvarende mindre grønske (Enteromorpha). Strandsonen var nå omtrent dekket av tett tang (spiraltang, evt også blæretang) ned til ca 20-30 cm over lavvannsnivået, og med spredt forekomst av store blåskjell. Fluktuasjoner i tangvegetasjon er et naturlig fenomen forårsaket av f.eks. isskuring, langvarig tørke osv, og vi har få holdepunkter for å anta at denne økningen i tangdekke har sammenheng med evt endring i overflatesaltholdighet knyttet til kanalåpningen.



**Figur 8.** Kart over befaringsområdet med angivelse av undersøkte lokaliteter.

I det 20-30 brede beltet nederst mot lavvannsnivået fantes bare spredte juvenile planter av brunalger, antakelig årets rekrutter, samt noe tarmgrønske (bilde 7, 8 og 10). Dette kan tyde på at tang enten er i ferd med å spre seg nedover fra en tidligere nedre voksegrense, eller at noe annet hindrer etablering av betydning her (isskuring?). Forholdene var omtrent de samme i 1997 ut fra Hjolmans bilder (Botnen et al. 1998). Bredden på sonen samsvarer med en endring i lavvannsnivå på ca 30 cm, men det er imidlertid usikkert om det er andre faktorer enn lavvannsnivå som har hindret tangen i å trekke nedover før. På andre lokaliteter i Vågsbøpollen fantes tang hele vegen ned i sjøsonen.



Sjøstjerner (korstroll) forekom hyppig helt opp til vannkanten, men i følge UiB (Brattegard pers obs.) har dette vært observert også tidligere.

Et smalt belte av løsrevne algerester lå i gresset ca 1 m over vannivå. Dette er sannsynligvis et resultat av springflo kort tid tidligere, heller en hyppige tilfeller av høyere høyvann, siden gresset nedenfor var friskt og grønt og uten tegn til sjøvannspåvirkning.

### **2.1.3 Lokaltet 3**

Observasjonstidspunktet var ca 15 minutter etter nominelt lavvann. Området omfattet tre små blottlagte undervannsskjær på nordsiden av sundet mellom ytre og midtre basseng i Vågsbøpollen. Skjærene var tett bevest med sagtang opp til 20-30 cm over vannivået (bilde 11 og 12). Over disse fantes på to av skjærene et tett belte av spiraltang/blæretang med enkelte spredte planter av grisetang. Et kraftig belte av store blåskjell fantes rundt lavvannsnivå og like over, og til dels innimellom sagtangen (bilde 12). Forekomst av sagtang så høyt over lavvann er uvanlig. Normalt betraktes øvre grense for sagtangutbredelsen som grensen mellom tidevannssonen og sjøsonen. Isolert sett kunne observasjonen tolkes som et resultat av et lavvannsnivå som før lå høyere oppe enn nå, og at sagtangen over det nye lavvannsnivået ikke har blitt utkonkurrert av andre arter (som grisetang). Den samme observasjonen ble imidlertid også gjort på lokalitet 9 (se nedenfor) som ligger vest for terskelen til Kviturdviken og som derfor antakelig ikke har hatt en slik endring i lavvannsnivå. Dette svekker forklaringen og indikerer at det kan være andre årsaker til den høye øvre grensen for sagtangutbredelsen i området.

Små drøbak-kråkeboller var vanlige på blåskjellbeltet og på sagtangen rundt og nedenfor lavvannsnivået. Dette er imidlertid også observert før (Brattegard pers inf), og derfor ikke en pålitelig indikasjon på at pollen har fått et mer marint miljø enn tidligere.

### **2.1.4 Lokaltet 4**

Observasjonstidspunktet var ca 30 minutter etter nominelt lavvann. Området lå på sørsiden av den vegetasjonsbeveste holmen rett nord for kanalen. Den besto av 3-4 små skjær med svært løs mudderbunn over vannivå imellom. Mudderbunnen og til dels svabergene rundt var dekket av tette bestander av blåskjell av omtrent lik størrelse. (bilde 14 og 15). Mye tyder på at disse var rekruttert til stedet de siste 1-2 år dvs etter kanalåpningen. I så fall viser størrelsen at det har vært meget gode vekstforhold for skjell i de siste to sesonger. Det var ingen gradienter eller andre tegn som kunne indikere om denne bløte mudderbunnen har ligget i sjøsonen eller i tidevannssonen før kanalen ble åpnet.

Sagtang var vanlig, men forekom bare sporadisk over vannivået, maksimalt opp til ca 10 cm over. Påvekst av trådformede rødagler på sagtang og andre tangarter fantes bare i sjøsonen, ikke over vannivået. Et tydelig flekkvis rurbelte forekom på svabergene over tangbeltet. Størrelsesfordeling og utseende ellers på ruren var lik i alle nivå. Det var ingen skille mellom et evt gammelt rurbelte og ny rur over denne som skulle indikere at høyvannstanden har steget.

### **2.1.5 Lokaltet 5**

Observasjonstidspunktet var ca 1 time etter nominelt lavvann. Lokaliteten lå i Vestrepollen, på spissen av en halvøy NØ i pollen. Svaberget hadde en dominerende bestand av grisetang ned til vannivået (bilde 18). I sjøsonen nedenfor var både blæretang og sagtang vanlig, men ble ikke observert over fjæremål. Tarmgrønske fantes kun sporadisk. En liten nærliggende bukt hadde blandet grus, sand og spredte stein med grisetang. Dette substratet var meget fast til langt under vannivået (i motsetning til lokalitet 4).

### **2.1.6 Lokalitet 6**

Observasjonstidspunktet var ca 1 time og 10 min etter nominelt lavvann. Området lå i Vestrepollen rett vest for kanalmunningen. Tidevannsstrømmen gjennom kanalen mot Vågsbøpollen var tydelig. Strandområdet var relativt horisontalt med grus og steinbunn, for det meste sprengstein. Innslaget av finmaterialet mellom steinene var stort, og så ut som steinstøv fra anleggsvirksomheten. Det var tett bestand av grisetang og rur på steinene, men lite påvekst i sjøsonen nedenfor. Ingen sagtang ble observert i sjøsonen.

### **2.1.7 Lokalitet 7**

Observasjonstidspunktet var ca 1 time og 20 min etter nominelt lavvann. Området var selve kanalen. Tett rurbelte dekker veggene omtrent fra vannivå ved observasjonstidspunktet og ca 50 cm opp. Blåskjell og tang forekom spredt.

### **2.1.8 Lokalitet 8**

Observasjonstidspunktet var ca 1 time og 25 min etter nominelt lavvann. Området lå i Vågsbøpollen rett vest for kanalmunning. Over vannivået var et belte av spiraltang/blæretang og blåskjell. Grisetang ble ikke observert. Sagtang fantes spredt i sjøsonen, men ikke over vannivået. For å kontrollere om dette evt. skyldtes at vannstanden hadde steget siden befaringen på lokalitet 3, ble denne besøkt på nytt. Observasjonstidspunktet var da ca 1 time og 30 min etter nominelt lavvann. Sagtangen var fortsatt 10-15 cm over vannivået på lokalitet 3, noe som bekrefter forskjellen i øvre utbredelse av sagtang på lokalitet 3 og 8.

### **2.1.9 Lokalitet 9**

Observasjonstidspunktet var ca 1 time og 40 min etter nominelt lavvann. Området var flere sammenhengende skjær rett vest av grunneste terskel i Ådlandsstraumen. På et område her vokste sagtang tydelig ca 10-20 cm over vannivået. Her var det ikke grisetang i tidevannssonen. På et nærliggende område var det rik bestand av grisetang i strandsonen, og her vokste sagtangen bare i sjøsonen. Dette illustrerer konkurranseforholdet mellom de to artene, der sagtangen ikke klarer å eksistere i en tidevannssone dominert av grisetang.

### 3. Nye vannstandsmålinger

#### 3.1 Måleprogrammet

Høsten 1996 ble det målt vannstand kun i en kort periode etter kanalåpning. Derfor ble det beslutta å foreta supplerende målinger sommeren 1998, i samband med prosjektarbeidet.

31. juli ble det satt ut to automatiske vannstandsmålere ved kaia til seilbåtforeninga i Kviturdvikpollen. Sensorene ble hengt sammen, for å få gjort en innbyrdes sammenlikning. Måleintervallet var 10 minutter. Etter ei uke (7. august) ble så den ene måleren flytta inn til Austre Eidsholmen (Oddmund Røens eiendom) i Vågsbøpollen. Målingene pågikk til 27. august. Målingene fra den første uka synte at det var godt samsvar (minimal forskjell) mellom de to målerne.

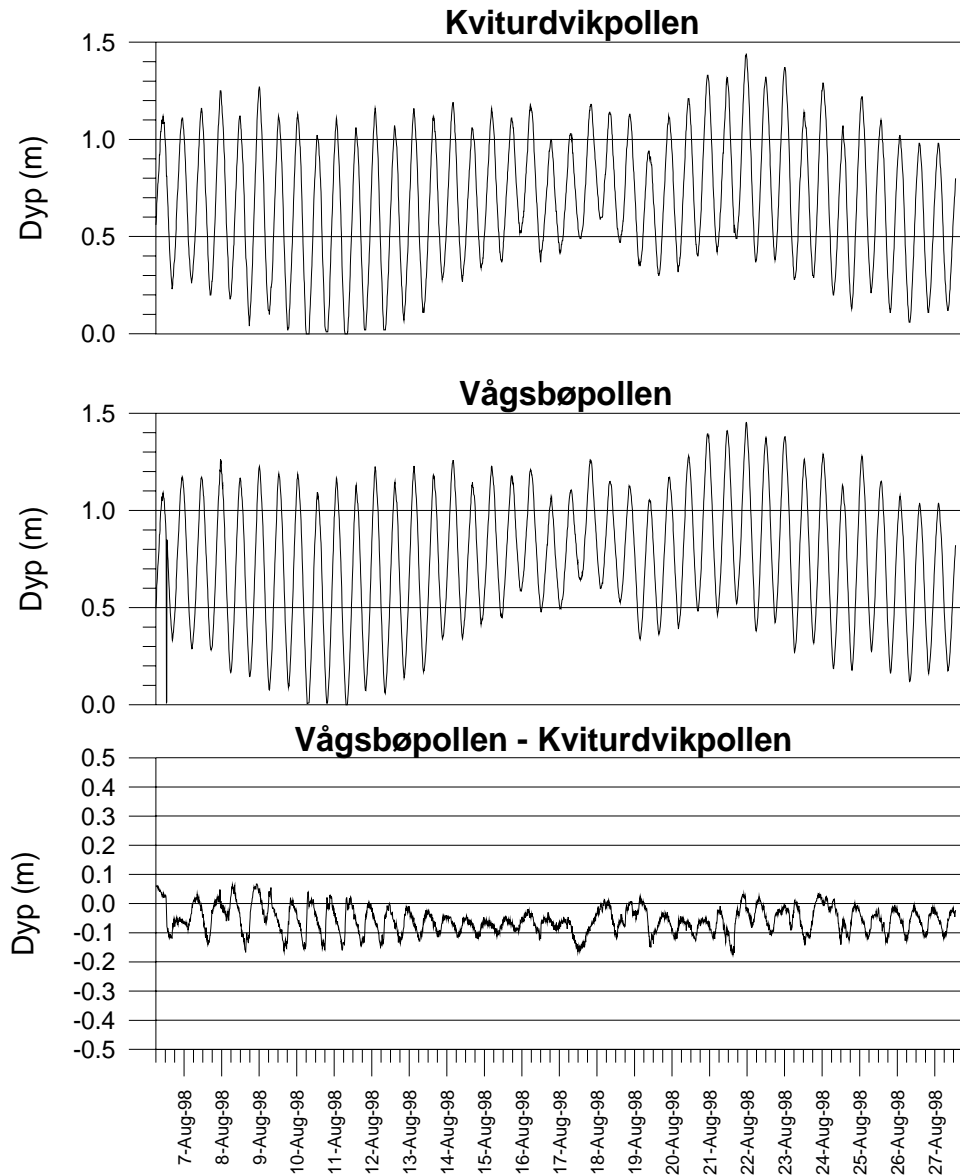
#### 3.2 Resultater

**Figur 9** viser resultater fra vannstandsmålingene. Et utdrag av målingene (3 dager) er synt i **Figur 10**. Det var godt samsvar mellom amplituder og faser på de to målestedene. Ser en litt nærmere på målingene, viser det seg at det ikke er 100% samsvar. Nederste kurve i **Figur 10** viser differansen (relativ forskjeller) mellom samtidige målinger på de to stedene. Det framgår der at det tidvis er tale om forskjeller på inntil 15-20 cm. Dette kan skyldes en viss faseforskjell (fortsatt litt tidsforsinkelse i Vågsbøpollen) og dels en reell nivåforskjell.

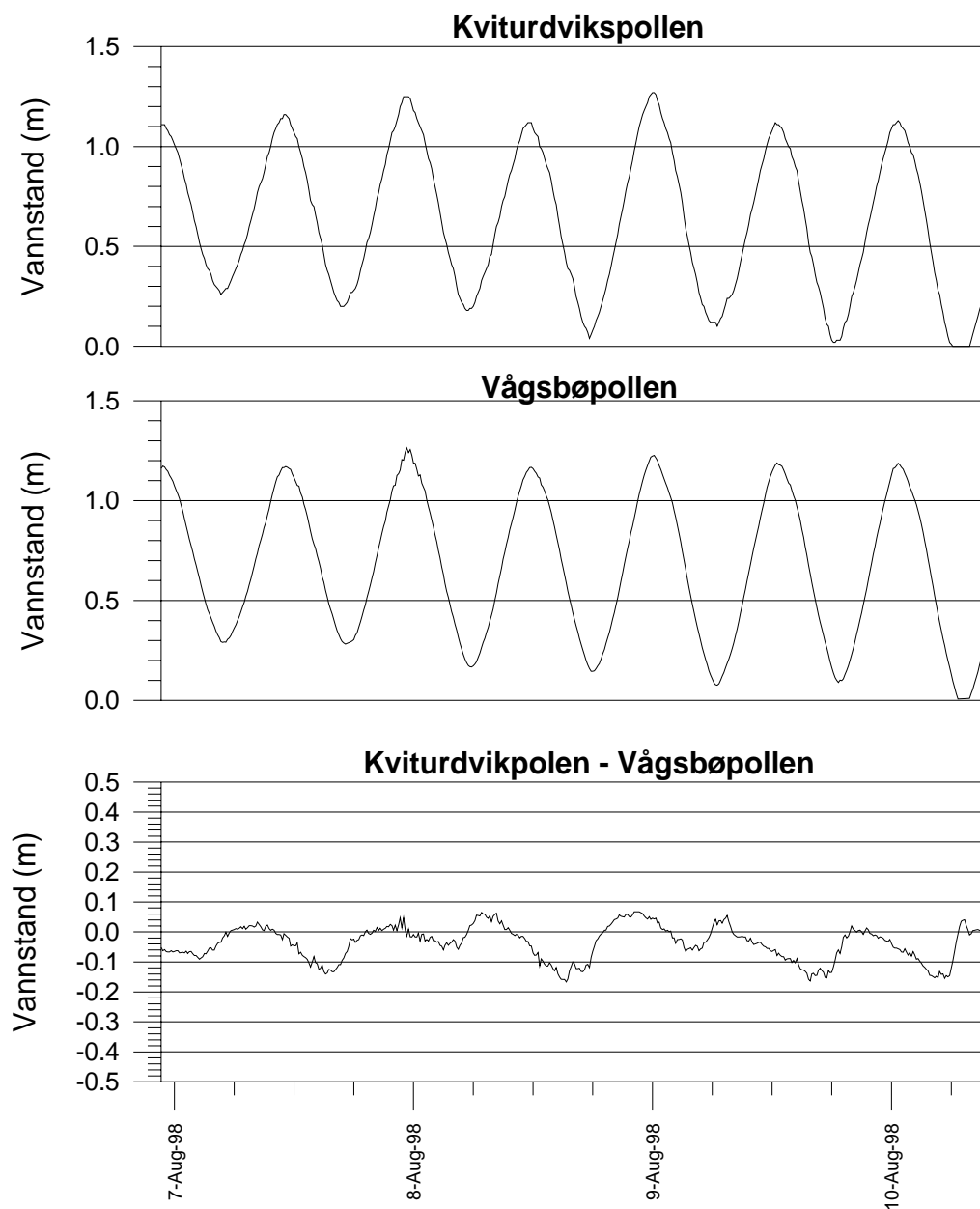
Harmonisk analyse av måleseriene (**Tabell 1**) syner at det er litt større amplitude i Kviturdvikpollen enn i Vågsbøpollen. Dette på grunn av at det heldaglige tidevannsbidraget (komponent P1, K1) er noe større der slik at det ved annet hvert lavvann er 10 – 15 cm lavere lavvann i Kviturdvikpollen enn i Vågsbøpollen. Det er også en liten faseforskjell, dvs at høyvann og lavvann typisk kommer 10 minutter seinere i Vågsbøpollen enn i Kviturdvikpollen.

**Tabell 1.** Noen resultater fra harmonisk analyse av vannstandsmålingene i august, 1998 ("nå") og fra oktober-november 1996 ("før"). Se Den norske los (1997) for nærmere opplysninger.

Konstituent	Vågsbøpollen Nå		Kviturdviks-pollen nå		Vågsbøpollen før	
	Ampli- tude (cm)	Fase (°)	Ampli- tude (cm)	Fase (°)	Ampli- tude (cm)	Fase (°)
<b>O1</b>	2,5	97	1,8	79	6,8	56
<b>P1</b>	1,0	191	1,6	213	10,4	333
<b>K1</b>	3,1	184	5,0	206	31,0	326
<b>M2</b>	37,7	342	37,7	337	21,8	12
<b>S2</b>	13,2	20	12,9	13	4,0	3
<b>K2</b>	3,6	42	3,5	35	1,1	26



**Figur 9.** Vannstandsmålinger i Kviturdevikpollen og Vågsbøpollen, august 1998.



**Figur 10.** Vannstandsmålinger i Kviturdevikspollen og Vågsbøpollen, 7-10 august, 1998 (utdrag fra serien i figur 9).

## 4. Diskusjon og konklusjoner

### 4.1 Endringer i biologien

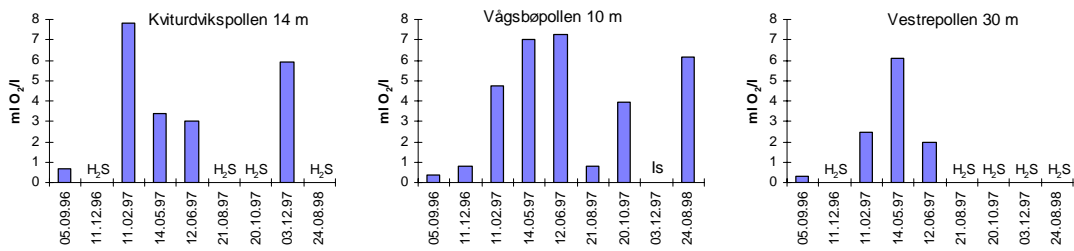
En direkte sammenlikning av de tidevannsrelaterte biologiske forhold før og etter åpningen av kanalen kan ikke gjøres fordi det mangler tilstrekkelig detaljerte befaringsobservasjoner fra før-perioden koblet mot tidevannsnivå. Sammenlikning av fotoregistreringer gjort i 1997 (Botnen et al. 1998) og nå viser en økende tetthet og utbredelse av tangartene i strandsonen sentralt i pollen, og en tilbakegang av grønske. Forekomst av sjøstjerner og kråkeboller helt i øvre del av sjøsonen viser at vannforholdene jevnt over er marine, men dette synes også ha vært tilfelle før. En tilsynelatende sterk framvekst av blåskjell på grunt vann tyder sammen med dette likevel på at den sentrale del av Vågsbøpollen de siste par årene har utviklet seg i retning mot et mer marint system, mer likt Vestrepollen og Kviturdvikpollen. Visse forbehold må likevel tas ut fra manglende før-observasjoner.

Et annet tegn på nylig forandring av miljøforholdene i pollen er måling av relativt høye oksygenverdier i bunnvannet sentralt i pollen på en tid av året da det tidligere har vært anoksiske forhold ved bunnen (**Figur 11**, modifisert fra Botnen et al. 1998). Funnene av levende zooplankton i bunnvannet og spesielt av levende sjøstjerner på bunnen under, viser at den oksiske tilstanden ikke bare har vært en kortvarig episode.

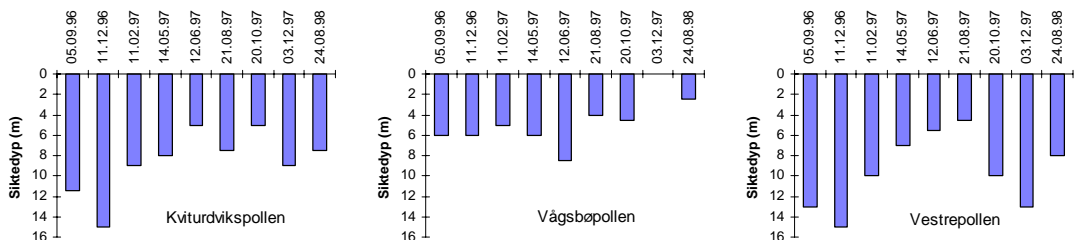
Det ble ikke funnet biologiske indikasjoner på endringer i høyvannsnivå i Vågsbøpollen. I flere av de høytliggende fjærepyttene fantes bare tarmgrønske, ingen andre marine organismer. Dette kan indikere et tidlig stadium i en marin kolonisering, og er det man ville forvente å finne i fordypninger over tidevannssonen som etter en heving av høyvannsnivået ble utsatt for sjøvann. Samme tendens kan man imidlertid også tenke seg i en sprutsone med sporadisk sjøvannstilførsel, slik at koblingen til høyere tidevannsnivå ikke er entydig.

Det ble heller ikke funnet entydige biologiske tegn på endring i lavvannsnivået i Vågsbøpollen. Forekomst av tarmgrønske i sonen fra lavvann og 20 -30 cm oppover, med en relativt skarp øvre grense (spesielt lokalitet 1, cf. bilde 4), tangbeltet på lokalitet 2 som stoppet ca 30 cm over fjærenivå og med spredt tegn til videre kolonisering nedover, muligens også den klare forekomst av sagtang 20-30 cm opp i tidevannssonen flere steder der grisetangen ikke fantes, er alle indikasjoner på at forholdene i denne 20-30 cm brede sonen er spesielle. Uten gode før-data fra samme strandarealene bør man imidlertid avstå fra forsøk på å forklare hva som har vært utviklingen fram til dagens bilde, og koblingen av dette til en lavvannsenkning. Med såvidt mange faktorer som kan virke på utviklingen i et strandsamfunn vil slike forklaringer lett bli spekulative.

a



b



**Figur 11.** Utvikling i oksygenkonsentrasjoner ved bunnen (a) og siktedyp (b) sentralt i Kviturdvikspollen, Vågsbøpollen og Vestrepollen 1995-1998 (fra Botnen et al. 1998).

#### 4.2 Målte forskjeller

De nye målingene og analysene som er gjort her, underbygger konklusjonene fra tidligere rapporter om at den regelmessige (astronomiske) vannstandsamplituden i Vågsbøpollen har økt med inntil 50 cm etter at kanalen ble åpna. Og det er i det vesentligste lavvannsnivået som ligger lavere enn før, og tilnærmet likt med lavvann utenfor. Bildet er imidlertid noe nyansert, i og med at det er ved springflo at en har denne store forskjellen. Ved nippflo når amplitudene er små, har kanalen knapt medført noen endring, d.v.s. at flo og fjære var og er tilnærmet lik inne og ute. En gjennomsnittsverdi (tidsmiddel) for endringene vil ligge rundt 25 cm.

Fortsatt kan det oppstå kortvarige (kortere enn en time) forskjeller på 10-20 cm i det regulære tidevannet. Tendensen nå er at annethvert lavvann i Kviturdviken er litt lavere enn i Vågsbøpollen.

I perioder med ekstra høyt høyvann (lavtrykk, vind, kombinert med springflo) eller med ekstra lavt lavvann (høytrykk, ev. kombinert med nippflo) vil nok endringene for Vågsbøpollens vedkommende p.g.a. kanalen være større enn for en middelsituasjon. Vi har lite datagrunnlag for å kunne si noe eksakt om slike situasjoner. Men i h.h.t. det som står i de forrige NIVA-rapportene, vil nok høyvanns vannstand i slike situasjoner ligge noe høyere enn før i Vågsbøpollen.

#### 4.3 Ådlandsstraumen

Spørsmål angående lavere vannstand i Ådlandsstraumen er i første rekke knyttet til området like ovenfor den nederste grunne terskelen, ca 120 m ovenfor brua, eller 300 m fra munningen mot Kviturdviken der seilingsløpet gjør en 90-graders sving til høyre. I sørvestre del av denne bukta ligger det ei brygge, med svakt hellende bunn mot nordøst (se posisjon i **Figur 4**). Maksimal dybde i bukta

ved fjære sjø er anslagsvis 1 meter, og dypeste forbindelse ut er da omlag ½ meter. Rundt tidspunkt for fjære sjø ligger nå bunnen langs øvre (sørvestlige) halvpart av brygga tørr, og vannstanden står tilnærmet likt med Kviturdviken. Strømmen over terskelen er for svak til å generere noen oppstuvning (observert under synfaring 5/10 1998).

De forrige målingene hadde fokus på selve Vågsbøpollen. Derfor finnes det ikke målinger etter det vi kjenner til som beskriver før-situasjonen i ulike deler av Ådlandsstraumen. De tidligere beregningene (Nygard og Golmen 1996) indikerer at selv om vesentlig mer vann strømmer inn- og ut av Vågsbøpollen nå i forhold til tidligere, skjer dette i det vesentligste gjennom den nye kanalen mot Vestrepollen. Tidevannsstrømmen i Ådlandsstraumen har avtatt, anslagsvis med 10-20 % på grunn av den nye kanalen, i følge våre tidligere beregninger. Dette kan ha medført bedre seilingsforhold ved at en unngår svært strømsterke perioder.

I følge de tidligere beregningene strømmet det før ut av Vågsbøpollen gjennom Ådlandsstraumen i omlag 8 timer og inn i 4 timer i løpet av en vanlig tidevannssyklus (kan avleses fra **Figur 5**). Dette gjelder området omlag midtveis inne i straumen, ca 500 m fra munningen. I dag er dette mønsteret sannsynligvis noe endret. Våre tidligere beregninger antydte ca ½ time kortere utstrømningsperioder p.g.a. kanalen, og videre at maksimal strømstyrke er redusert fra ca 1-1,2 m/s til 0,6-0,7 m/s.

Vi har sett litt nærmere på hvilke endringer som kan ha skjedd ved brygga like oppstrøms det smale partiet (terskelen). Vi har lagt inn et nettverkt over topografi (**Figur 12**) i den hydrodynamiske modellen SMS/RMA2. I oppsettet er tersklene og innsnevringene oppover i Ådlandsstraumen bedre representert/oppløst enn tidligere. Dette gjør det mulig med realistisk simulering av før-situasjonen i Ådlandsstraumen, inkludert området ved brygga.

De nye modellkjøringene gir er mer nyansert bilde av før-situasjonen enn de forrige beregningene. Dermed har vi et bedre grunnlag for å kvantifisere endringene. **Figur 13** syner resultat for simuleringene av vannstand i Kviturdviken, ved brygga i Ådlandsstraumen og oppe i Vågsbøpollen, for en vanlig spring-til-nip periode (ca. 7 dager). **Tabell 2** nedenfor oppsummerer en del nøkkelverdier for problemstillinga, basert på de nye simuleringresultatene.

**Tabell 2.** Simulerte endringer i vannstand ved høyvann og lavvann ved brygga, som funksjon av tidevannsamplitude i Kviturdviken. Endringene refererer seg til Kviturdviken, der forholdene er forutsatt å være uendret. I dag er lavvann- og høyvannsnivå omlag det samme i området ved brygga. Dermed gir simuleringene for før-situasjonen sannsynligvis også et tilnærmet realistisk bilde av endringene som har funnet sted ved brygga som følge av den nye kanalen.

Amplitude (m) i Kviturdviken ->	1,50	1,25	1,02	0,86	0,64	0,54	0,47	0,43
Max lavere lavvann nå, cm	29	19	14	11	7	5	4	3
Max høyere høyvann nå, cm	11	10	8	6	5	4	3	3

Amplitudeverdiene representerer vanlig spring-nip variasjon gjennom året. Ekstremisituasjoner for vannstand er ikke representert. Middelerdi for lavvannsendring er 12,0 cm. Middelerdi for høyvanns-økning er 6,5 cm.

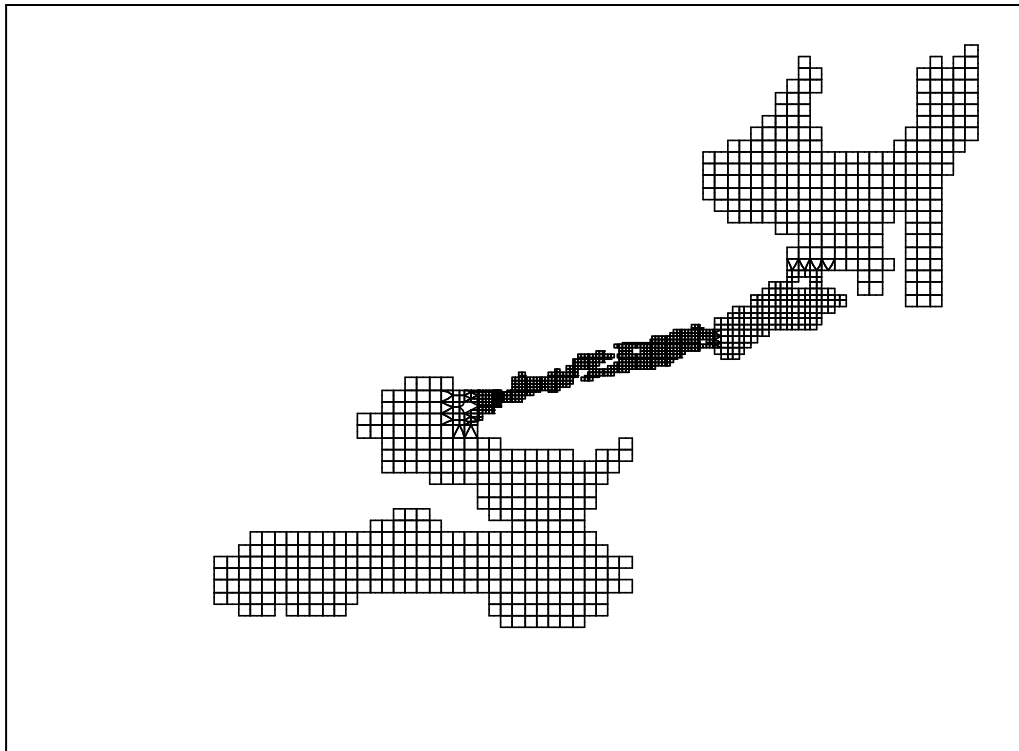
**Tabell 3** viser et anslag for tida lavvanns-standen ved brygga er lavere enn før for noen tallverdier. Eksempelvis forekommer 25 cm eller større lavvannssenkning i 1,2% av tiden. Omregnet tilsvarer dette ca 8,6 timer pr måned. Den beregnede makimalverdien for lavvanns-senkning var 29 cm.



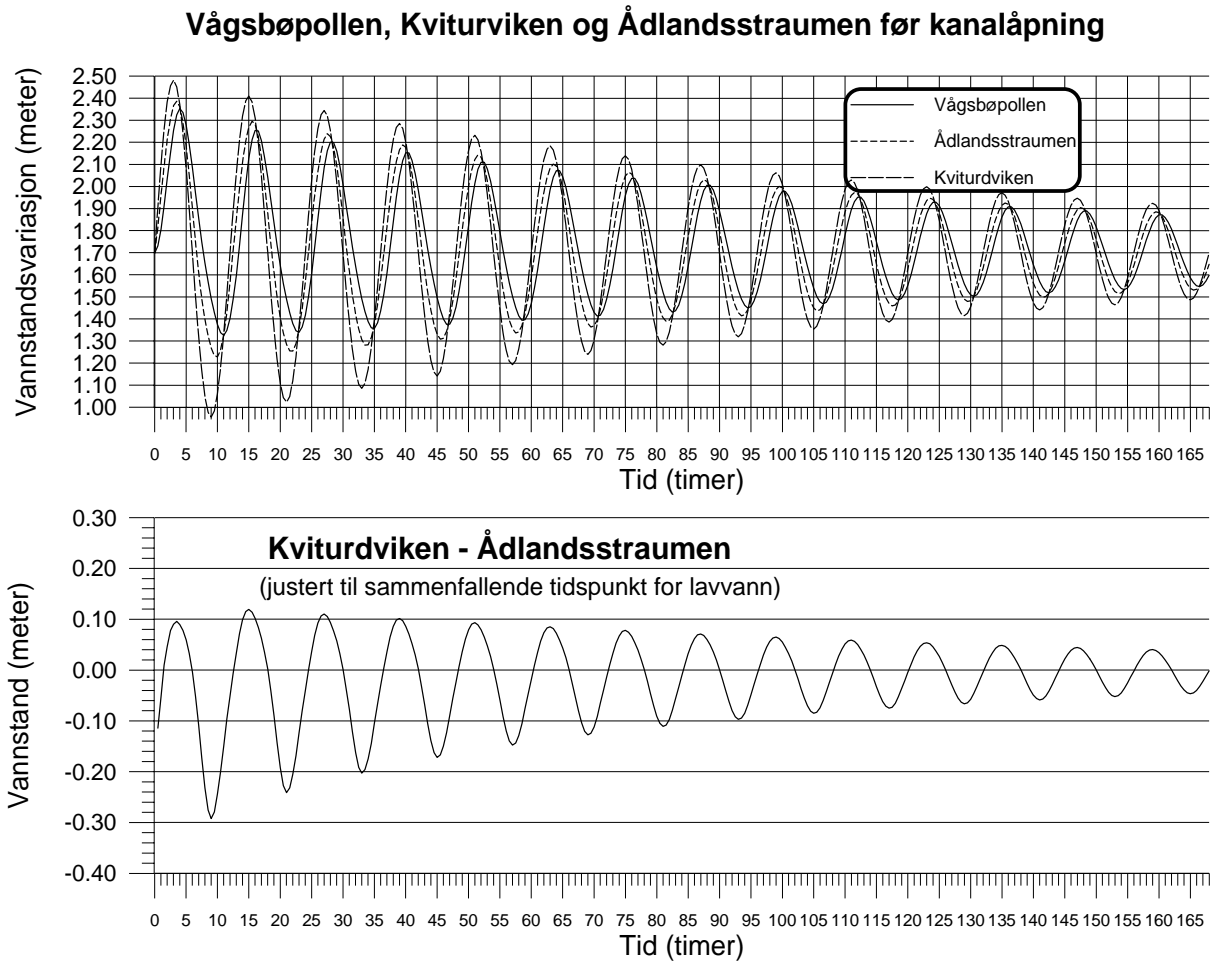
Naturlig nok er periodene med ekstra lavt vann kortere og færre enn periodene med moderat endring. Fra **Figur 13** kan en også få en indikasjon på antall/hyppighet av lavvannsepisoder som også kan være interessant for problemstillinga.

**Tabell 3.** Beregnet tidsfordeling/varighet av perioder der vannstanden ved brygga i dag er lavere enn angitte verdier, d.v.s. lavere enn for tilsvarende tidevannsfase ved før-situasjonen.

Vannstand lavere enn (cm):	25	20	15	10	5
% av tida:	1,2	3,0	6,7	13,6	27,1
Tilsv. ca timer pr måned:	8,6	22 (1d)	48 (2d)	98 (4d)	195 (8d)



**Figur 12.** Numerisk nettverk over Kviturdviken, Ådlandsstraumen og Vågsbøpollen. Strømfart og vannstand er beregnet i alle knutepunktene ved hjelp av den numeriske modellen RMA2.

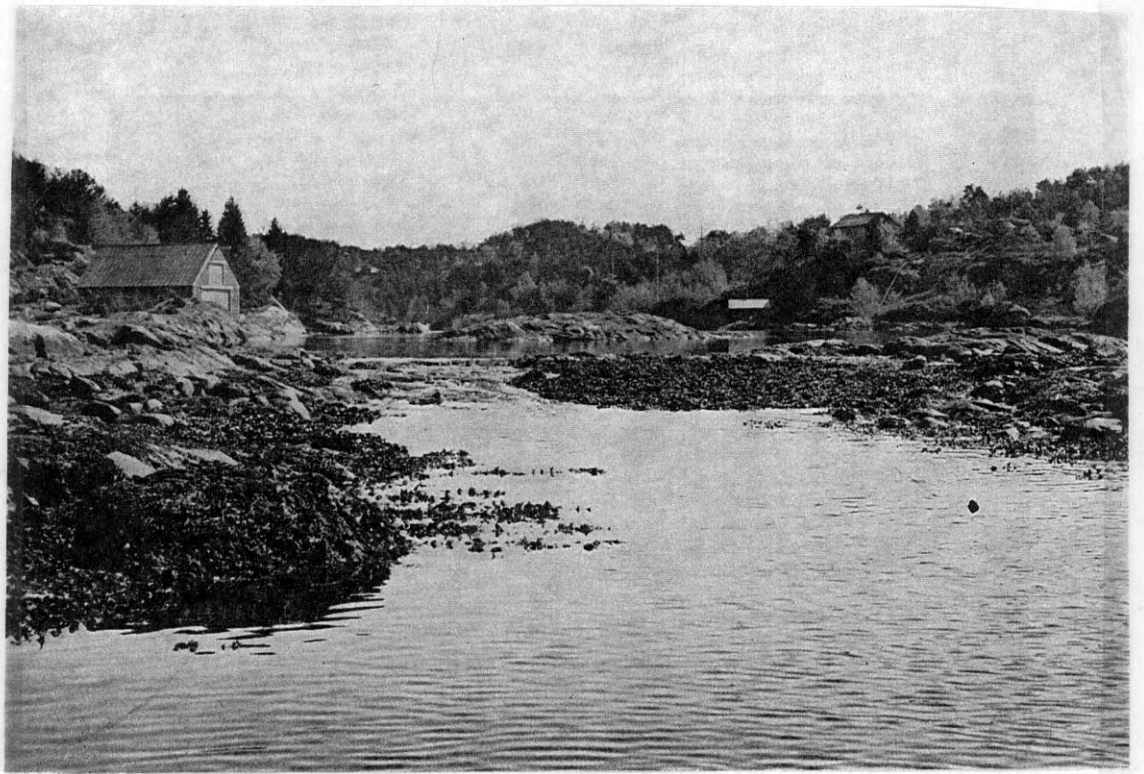


**Figur 13.** Øverst: Simulert vannstand i Kviturdviken, Ådlandsstraumen og Vågsbøpollen i 7 døgn, som tilsvarer en periode fra spring til nip. Nederst: Tidsjustert differanse mellom vannstand i Kviturdviken og ved brygga.

Forholdene i Ådlandsstraumen var ikke gjenstand for målinger (kun beregninger) i samband med de tidligere utredningene. Derfor mangler vi gode opplysninger om før-situasjonen, og må basere oss på modellsimuleringene. Det synes klart at det har vært flere inngrep i straumen oppgjennom åra, for å bedre framkomsten. Fotografiet fra 1964 i **Figur 14** viser eksempel på dette. En nærmere redegjørelse for før-situasjonen vil kunne utarbeides på bakgrunn av systematiske samtaler med beboere langs straumen.

På grunn av ferdselen og den lave lavvannsstanden er det noe komplisert å få gjort strømmålinger i selve straumen. Slike målinger ville imidlertid gi svar på hvor lenge det strømmer ut, resp. inn i dag. Dette kan så sammenholdes med modellberegningene, og et enda bedre anslag for endringene kan utarbeides.

Mer oppdaterte og eksakte data for bunntopografi, terskler og innsnevring i Ådlandsstraumen vil trolig også bidra til å forbedre resultatene av modellsimuleringene. Hvilken veg eventuelle resultatjusteringer vil slå ut i forhold til det endringene vi har funnet, er vanskelig å si på forhånd.



**Figur 14.** Bilde fra mai, 1964 (fra Dybern, 1967), som viser forholdene i Ådlandsstraumen ved lavvann. Bildet må være tatt fra en posisjon like innafor brua, og dagens smale parti sør-og vest for den store holmen ligger like oppstrøms (t.h.) for det den gang tørrlagte partiet. Seinere er dette grunne partiet blitt utdypet.

## 5. Litteratur

Botnen, H.B., S. Hjøhlman & P. Johannessen 1998. Marinbiologisk miljøundersøkelse i Vestrepollen, Vågsbøpollen, Kviturdvikspollen og Grunneosen i 1996 og 1997, Bergen kommune. IFM-rapport nr. 9.72 sider.

Dybern, B. I. 1967: Topography and hydrography of Kviturspollen and Vågsbøpollen on the west coast of Norway. SARSIA Vol. 30, s. 1-28.

ECGL 1994: SMS Surface Water Modeling System. RMA2/RMA4 Primer. Hydrodynamic Modeling. Brigham Young Univ., Utah, USA.

Den norske los 1 1997: Alminnelige opplysninger. Statens kartverk Sjøkartverket. 240 s.

Golmen, L. G. og E. Nygaard 1997: Kanal mellom Vågsbøpollen og Vestrepollen i Fana. Oppfølgende målinger i samband med kanalåpning. Rapp. Nr. 3627-97, NIVA Bergen/Oslo, 29 s.

Nygaard, E. og L. G. Golmen 1996: Kanal mellom Vågsbøpollen og Vestrepollen i Fana. Vurdering av konsekvenser for vannutskifting og islegging. Rapp. nr. 3496-96, NIVA Bergen/Oslo, 32 s.

## Vedlegg A.

### Feltrapport Strandsonebefaring 24 august 1998

Deltakere: Torgeir Bakke, NIVA og Helge Botnen, SAM, UiB.

Nominelt lavvann Bergen havn kl 1911 -- 27 cm, amplitude 114 cm.

#### Strandsonebefaring kombinert med prøvetaking for oksygen i dypområdene i de 3 pollene.

- Kl 1620 Ankomst Kviturdvikpollen. Vannprøve i 14 m dyp i djupålen rett nord for seilforeningen. Bunndyp: 15m. Tydelig H<sub>2</sub>S lukt. Temp. 10.0°C. Siktedyp 7,5 m. Farge: Brungul.
- Kl 1640 Ankomst Vestrepollen. Vannprøve på 30 m i djupområdet sentralt i pollen. Bunndyp: 37 m. Tydelig H<sub>2</sub>S lukt. Temp. 7,5°C. Siktedyp 8 m. Farge: Brungul.
- Kl 1700 Ankomst Vågsbøpollen.
- Kl 1725 Prøvetaking 10 m dyp midt i det midtre bassenget etter mye plunder for å finne dypeste sted. Farge: Brunlig. Ikke H<sub>2</sub>S lukt selv i prøver som hadde fått med litt av bunn sedimentet. Svak gul farge på prøvene etter tilsetning av Winkler-reagenser. Temp. 14.9°C. Sikt 2.5 m. Fikk opp levende Asterias og det var levende zooplankton (krepser) i bunnvannsprøven. Forsøk på å ta sedimentprøve med håndgrabb mislyktes fordi grabben ikke ville løse seg ut ved bunnen (for bløtt sediment).
- Kl 1810 Befaring ved Ådlandsbekkens utløp. Relativt liten andel av vannet gikk i sideløp til dyputslippet (Bilde 1).  
Lok. 1 Stor mudderflate på sørsiden av elveutløpet (Bilde 2 og 3). Svært løs med noen fastere sandige felter nær elvekanalen. Området eksponert ved fjære var relativt horisontalt, men skrånet tydelig ytterst mot sjøen. Ga topografisk inntrykk av tidligere sjøsonerbunn med marebakke ytterst mot dypere områder. Synlig fauna (blåskjell, hjerteskjell) finnes både i strandsonen og sjøsonen, dvs ingen tydelig faunasonering. Svaberg rett nord for elveutløpet (Bilde 4) med klar nedre grense for lav-påvekst, og enkelte spredte lav-flekker nedenfor.
- Kl 1854 Nes ved Lein - Stasjon 18. Stein på tidligere fotos (mai-des 1997) funnet igjen (Bilde 5 og 9). Klart større vekst av tang (fucaceer) enn på de tidligere bildene, og mindre grønske (Enteromorpha). Tett sone av spiraltang/bæretang med store blåskjell ned til ca 20-30 cm over vannivå. Spredte juvenile planter samt spredt tarmgrønske under dette ned til vannet (Bilde 7, 8 og 10). Vannivå ca 10 cm over overgang svaberg-sediment. Korstroll vanlig helt opp til vannkanten. En fjæreplytt på stasjonen (Bilde 6). Kun tarmgrønske, ingen synlig fauna. Messinglav i tilsynelatende naturlig vekst ned til ca 10 cm over vannflata i pynten. Løsrevne algerester i gresset ca 50 cm over vannivå etter nylig springflo. Gresset nedenfor friskt og grønt og uten tegn til sjøvannspåvirkning.
- Kl 1925 Småskjær nord i løpet fra ytre til midtre basseng (nord for Lein stasjon 16). Tett sagtangbelte opp til 20-30 cm over vannivå (Bilde 11 og 12). Enkelt spredte planter av grisetang over dette innimellom spiraltang/blæretang. Kraftig belte av relativt store blåskjell rundt lavvannsnivå og like over (Bilde 12). Små drøbak-kråkeboller på blåskjellbeltet og på sagtangen. Tarmgrønske i nedre 20-30 cm av lufteksponert

fjæresone synes vanlig i hele det midtre grunnområdet av pollen (Bilde 13).

- K1 1945  
Lok 4 Vegetasjonsbevakst holme rett nord for kanalen. Tette bestander av store blåskjell på svært løs mudderbunn mellom svabergene over vannivå (Bilde 14 og 15). Sagtangvekst sporadisk opp til ca 10 cm over vannivå (Bilde 17). Påvekst på sagtang og andre tangarter fantes bare i sjøsonen, ikke over vannivået. Tydelig men flekkvis rurbelte, men størrelsesfordeling og utseende ellers på rur var lik i alle nivå. Ingen tegn til gammelt rurbelte og ny rur over denne som skulle indikere at høyvannsstanden har steget. Fjærepytter over ruren sterkt bevokst med tarmgrønske, men ikke synlig liv ellers (Bilde 16).
- K1 2010  
Lok 5 Vestrepollen, spissen av halvøy NØ i pollen. Tett bestand av griselang i strandsonen (Bilde 18). Sagtang i sjøsonen, men ikke over fjæremål. Tarmgrønske kun sporadisk. Sedimentbunn blandet grus og sand (Bilde 19), meget fast til langt nedenfor fjæremål. Løsrevene algerester i gresset ca 50 cm over vannivå etter nylig springflo.
- K1 2020  
Lok 6 Vestrepollen rett vest for kanalmunningen. Grus og steinbunn, for det meste sprengstein. Tett bestand av griselang og rur på sprengstein. Lite påvekst i sjøsonen nedenfor. Ingen sagtang.
- K1 2030  
Lok 7 Kanalen. Tett rurbelte dekker veggene, samt spredt med blåskjell og tang. Kraftig inngående strøm viser stigende tidevann i Vågsbøpollen.
- K1 2035  
Lok 8 Vågsbøpollen rett vest for kanalmunning. Belte av spiraltang og blåskjell. Sagtang ikke over vannivået.
- K1 2040 Rask gjenvissitt på Lok 3. Sagtang fortsatt 10-15 cm over vannivået.
- K1 2050  
Lok 9 Skjær rett vest av grunneste terskel i kanalen mot Kviturdviken. Sagtang vokste tydelig over vannivå på et felt der det ikke var griselang, men der det var griselang var sagtangen bare i sjøsonen. Plasskonkurranse.

## Vedlegg B.

Utdrag av fotodokumentasjon (Torgeir Bakke) fra den biologiske befaringa den 14. august, 1998.



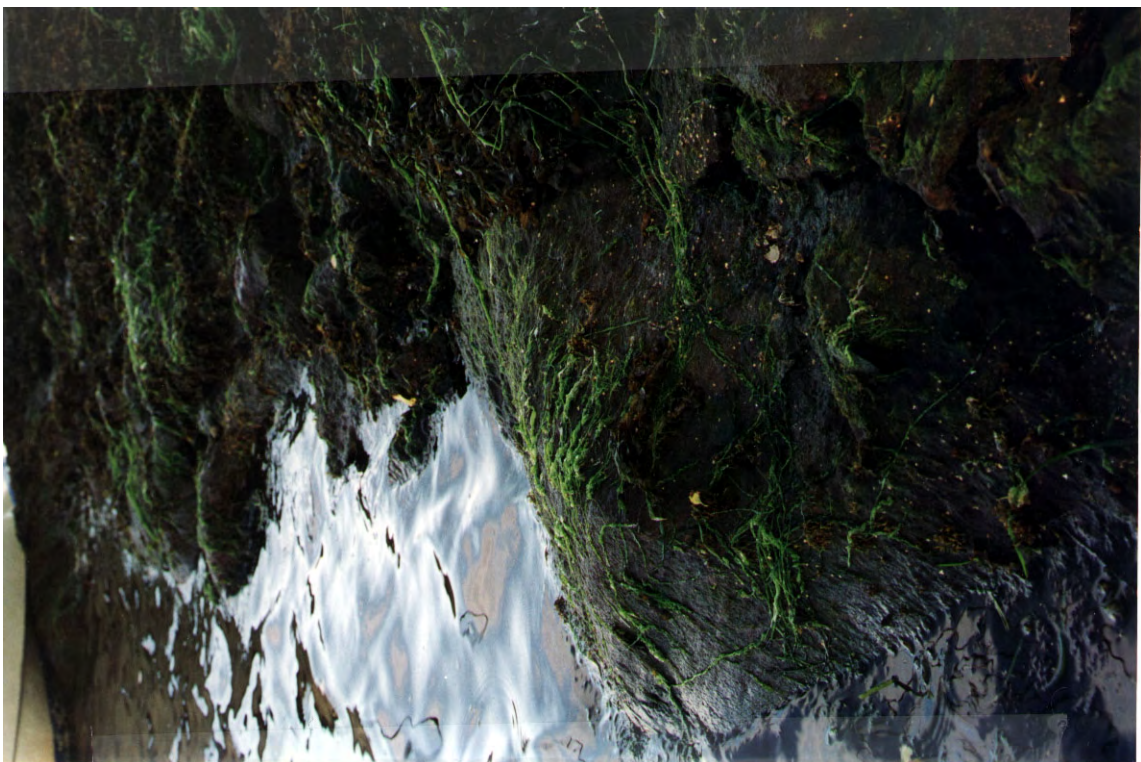
Bilde 2



Bilde 4



Bilde 5



Bilde 7





Bilde 8



Bilde 9



Bilde 10



Bilde 11



Bilde 12



Bilde 14



Bilde 15



Bilde 18