

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

BLINDERN

I

0 - 38/62.

Resipientundersøkelser - Tonsberg

Diskusjonsgrunnlag for opplegg

av undersøkelsene.

Saksbehandler: Siv.ing. T. Simensen.

Dato: Desember 1963.

## INNLEDNING.

Motiveringen for en undersøkelse:

Resultatet av undersøkelsen må kunne gi svar på hvilke tekniske tiltak kommunene i Tonsbergområdet bør ta sikte på for å oppnå den mest hensiktsmessige disponeringen av kloakk- og industrivann i fremtiden.

Målsettingen for resipienten:

Før man kan gå videre med en praktisk undersøkelse av resipienten bør man forsøke å klargjøre hvorvidt den eksisterende kvalitets-situasjon av fjordvannet er tilfredsstillende. Dette medfører en konkretisering av hvilke ulemper man har av vannkvaliteten i fjorden.

Spørsmålet må i første rekke besvares på lokalt hold, idet det er spørsmål om hvilken bruk man ønsker å gjøre av resipienten. Det hensyn som ved en slik vurdering må komme i betraktning er i første rekke:

- 1) Bading (hygienisk og estetisk spørsmål)
- 2) Fiske
- 3) Generell rekreasjon (estetisk spørsmål)
- 4) Skipsfart og havneforhold (mudringsspørsmål, gjengroing og begroing)
- 5) Luktulempen ved at grunne områder eksponeres ved lavvann. (Spørsmålet om produksjon og avleiring av organisk stoff i vannmassen).

En slik vurdering burde i størst mulig grad understøttes av en oversikt over hvilke økonomiske konsekvenser en bestemt vannkvalitet i resipienten har.

Når man så kommer over til spørsmålet om hvilke ulemper man vil ha av en eventuell forandring av vannkvaliteten i fremtiden, bør man på forhånd ha klart for seg i hvilken grad den eksisterende situasjon er betinget av naturlige forhold eller å føre tilbake til menneskelig innflytelse. Dette punkt er temmelig vesentlig, idet det ikke har noen hensikt å gå til kostbare tekniske

tiltak for å fjerne kloakkvannsforurensninger hvis disse allikevel har liten innflytelse på systemet som helhet. Det er da sett bort fra den rent lokale forurensningen som naturligvis kan påvises visuelt i de respektive kloakkutslipps umiddelbare nærhet. Grunnene for å trekke inn spørsmålet om en naturlig sterk kvalitetspåvirkning i området er flere:

- 1) den naturlige midlere tilførselen av ferskvann til området er omlag 170 ganger større enn kloakkvannstilførselen.
- 2) Som følge av de store jordbruksområdene som ligger i nedslagsfeltet til fjordområdet, må det naturlig føres store mengder av såvel organiske stoffer som næringssalter og leire ut i sjøvannet.
- 3) fjordområdet bestående av Træla, Byfjorden og Vestfjorden danner en tosidig terskelfjord med til sine tider en stagnert vannmasse i dypet, samt en begrenset vannutskiftning fra havet.
- 4) forholdene beskrevet i pkt. 3 har ved en marinbiologisk undersøkelse av fjordområdet i 1955 (hovedfagsoppgave i marin botanikk ved Universitetet i Oslo ved Anne-Marie Rom) vist å ha en markert innflytelse på produksjonen av fyttoplankton i vannmassen på de tidspunktene da næringsrikt bunnvann settes i kontakt med det produktive overflatevannet. Slike situasjoner vil jevnlig oppstå som følge av stadig varierende hydrologiske forhold.

Undersøkelsestiltak som anses nødvendige for praktisk å karakterisere vannkvaliteten idag samt forutsi virkningen av en eventuell øket kloakkvannsbelastning i fremtiden.

Undersøkelsen bør deles inn i 3 hovedpunkter:

- a) Belysning av spørsmålet om i hvilken grad fjordvannets kvalitet er påvirket av forurensninger.
- b) Kartlegging av den hydrauliske utskiftningsmekanismen i fjordområdet.
- c) Vurdering av kvalitetspåvirkningen av en øket kloakkvannspåvirkning i fremtiden.

Ad pkt. a. Den naturlige kvalitetspåvirkningen av fjorden er influert av vassdragenes tilførsel av organisk stoff, gjødselstoffer og leire.

Det organiske stoffet vil i løpet av den oppholdstiden det gis i fjordbassenget nedbrytes og derved kunne gi årsak til slamavsetninger og følgelig luktulemper ved lavvann.

Gjødslingseffekten som kan være betinget av tilførselen av næringsalter (fosfater, nitrater og jern i første rekke) med naturlige tilløp til fjorden, vil gi opphav til en produksjon av organisk stoff i fjordvannet, så som fyto- og zooplankton samt fastsittende vegetasjon i strandområdet.

Dette produserte organiske stoffet vil igjen nedbrytes og på nytt medføre slamavsetninger og eventuell luktulempe.

Da man samtidig med en slik naturlig kvalitetspåvirkning har en liknende effekt av det organiske stoffet og næringssaltene som tilføres via områdets kloakknett, må det søkes observasjonsmetoder som i tilstrekkelig grad kan belyse effekten av de to påvirkningssystemene.

En kartlegging av de totale mengder organisk stoff og næringsalter som tilføres fjorden kan for kloakkvannets vedkommende med en viss nøyaktighet, gjøres ved hjelp av papirbetraktninger, mens tilførselen via vassdragene bare kan anslås ved hjelp av direkte målinger over et lengre tidsrom. En slik undersøkelse vil i stor grad gi svar på de relative bidragene, men vil på den annen side vanskelig kunne bevise i hvilken grad de tilførte næringssaltene er hovedbetingelsen for vekst og produksjon av organisk stoff i fjorden. Dette skyldes at de næringssaltmengdene som finnes i de dypestliggende vannmassene og i bunnslammet i stor grad vil kunne ta del i stoffomsetningen i fjordvannet.

Hvis man derimot foretar sammenliknende vekstforsøk i vannprøver hentet fra fjordbassenget og sjøområdet utenfor Nøtterøy vil man, ved tilsetning av varierende kloakkvannsmengder i den sistnevnte vanntypen, kunne skaffe et noenlunde holdbart uttrykk

for kloakkvannets betydning m.h.t. produksjon av organisk stoff i fjordvannet. Slike vekstforsøk må nødvendigvis gjøres under ulike hydrografiske situasjoner i fjordbassenget, og det vil antakelig også være nødvendig å justere saltholdigheten for en del av vannprøvene.

Ad pkt. b. Hvis vi betrakter det fjordbassenget som ligger innenfor sundene ved Husøy og Nøttersøy, danner dette et topografisk sett sterkt variert område og kan gunstigst beskrives som bestående av 3 hovedbassenger: Trala, Byfjorden og Vestfjorden.

Konsentrasjonen av kloakkvann generelt, samt organisk stoff og næringsalter, er avhengig av vannutskiftningen i disse områdene eller, med andre ord, hvilke fortynningsvannmengder som står til rådighet. Utskiftningsmekanismen er betinget av to eksterne faktorer, nemlig tilførselen av ferskvann via vassdragene og erstatning av vann i indre fjordbasseng med renere vann fra sjøområdene utenfor ved hjelp av tidevannspumpen.

Som følge av denne kompliserte utskiftningsmekanismen vil fortynningsvannmengden variere fra et sted til et annet i fjorden, samtidig som den relativt store ferskvannsmengden som tilføres innerst i systemet bevirker en betydelig lagdeling av vannmassene. Denne lagdelingen medfører at konsentrasjonen av ulike komponenter varierer sterkt fra overflaten til bunnen og at ikke den totale stoffmengden i bassenget nødvendigvis er medvirkende i utskiftningsprosessen.

I tillegg til å gi et svar på hvilke fortynningsvannmengder som foreligger på forskjellig sted og derved belyser forurenings-situasjonen som den er idag, vil fortynningsmulighetene også ha avgjørende betydning for hvor eventuelle fremtidige kloakkutslipp skal plasseres med henblikk på å oppnå en maksimal utnyttelse av det transportsystem som fører forurenningen ut av området.

Likeledes skulle fortynningsmulighetene være bestemmende for hvilken grad av rensning som bør anvendes.

Med de erfaringer vi sitter inne med idag synes det som om det kan finnes to mulige metoder for å analysere systemet. Begge metodene er basert på å bestemme fortynningen av en bestemt komponent på forskjellige tidspunkter og lokaliteter.

Disse metodene består i enten å tilsette et stoff som bare i uvesentlig grad er tilstede i fjordvannet fra før, og følge fortynningen av dette over flere tidevannskiftninger, eller på tilsvarende måte kartlegge fortynningen av det tilførte ferskvannet.

I flere estuarområder hvor det kan antas en homogen blanding av vannmassene i vertikalplanet er det utført slike undersøkelser med en mulig matematisk behandling av observasjonsmaterialet. For typiske fjordområder med markert lagdeling av vannmassene, som det her er snakk om, er det ikke foretatt tilsvarende analyser, og det er derfor sterkt nødvendig å ta tilbørlig hensyn til denne spesielle egenskapen ved vannmassen.

Ad pkt. c. Når man kjenner til betydningen av kvalitetspåvirkningen av de eksisterende kloakkutslippene i området, samt har oversikt over hvilke fortynningsmuligheter som foreligger i de forskjellige avsnitt av fjordbassenget skulle man ha et betydelig grunnlag for å komme frem til hensiktsmessige tekniske tiltak m.h.t. kloakkdisponeringen i området, så som:

- 1) fastsettelse av utslippingspunkter i fjordens vannmasser.
- 2) hvilken retning hovedkloakksystemet bør trekkes.
- 3) hvilke rensetiltak som vil være nødvendig for kloakkvannet tilføres resipienten.

En undersøkelse som den skissert ovenfor må nødvendigvis bli relativt omfattende såvel i tid som penger.

Av hensyn til sterkt varierende vind-, nedbør- og temperaturforhold bør såvel det biologiske omsetningsspørsmålet som utskiftningsmekanismen undersøkes på ulike årstider da alle de nevnte klimatiske faktorene vil ha stor innvirkning på forurensnings-situasjonen i området.

Forslag til program for en undersøkelse av forurensningenes innflytelse på vannkvaliteten i fjordområdet.

For å gi et bredest mulig bilde av forurensningssituasjonen bør undersøkelsen være basert på følgende hovedpunkter:

- A. Foreta grundige befaringer i området til forskjellige årstider for å kunne karakterisere den generelle forurensningssituasjonen og eventuelle ulemper ved ulike lokaliteter i fjordbassenget.
- B. Gjennomføre direkte undersøkelser av mekanismene i forbindelse med produksjon av organisk stoff i fjordvannet samt hvilke forurensningsmengder som tilføres via overflatevann og kloakkvann.

Karakteriseringen av forurensningssituasjonen, som nevnt under pkt. A, må nødvendigvis gi en noe subjektiv oppfatning av forholdene, men, som det er fremholdt innledningsvis, bør dette arbeidet sammenholdes med en vurdering av forurensningsproblemene ved lokale myndigheter og interessenter.

Den noe mer konkrete undersøkelsen som er nevnt under pkt. B bør omfatte følgende deloppgaver:

1. Gjennomføre målinger for å bestemme de relative forurensningsbidragene i henholdsvis kloakkvann og avløpet fra skogsområdene og dyrket mark.
2. Foreta en undersøkelse av hvilket bidrag med gjødselstoffer som kommer fra det lagrede materialet i fjordbassenget.
3. Bestemme hvilke stoffer som kan være minimumsfaktorer for algevekst i fjorden.
4. Vurdere intensiteten av stoffomsetningen i fjordvannet.

Blandt de målinger og undersøkelser som er nevnt under de fire punktene ovenfor representerer bestemmelsen av forurensningsbidragene i tilløpene og konsekvensen av dette i fjordvannet det arbeidet som enklest kan gi et kvantitativt svar. Punktene 2 og 4 har en nøye sammenheng med den hydrografiske situasjonen i fjorden på et hvert tidspunkt, og da denne i seg selv er meget



vanskelig å karakterisere, må det rent praktiske resultat av disse undersøkelsene anses å være begrenset. Vi vil derfor foreslå at arbeidet konsentreres om oppgavene i pkt 1.

Målingene bør omfatte:

- a) Bestemmelse av mengde organisk stoff i tilløpene til fjordbassenget.
- b) Bestemmelse av mengde med gjødselstoffer i tilløpene.
- c) Bestemmelse av mengde med leire som tilføres fjorden via elver og bekker.

Alle disse bestemmelsene må baseres på kontinuerlige målinger av vannføring i Aulielva og i hovedbekk som munner ut innerst i Trala, samt prøvetakinger i disse to tilløpene og kloakknettene i Tønsberg.

Feltarbeidet bør gjennomføres som korttidsundersøkelser ved typiske avrenningsforhold og ulike årstider. Nærmere undersøkelse av spesielle industriavløp og jordbruksforurensninger blir eventuelt å gjennomføre særskilt.

Følgende komponenter analyseres på vannprøvene:

Surhetsgrad,  
Elektrolytisk ledningsevne.  
Turbiditet (på filtrert og ufiltrert vann).  
Jern.  
Fosfor-komponenter.  
Nitrogen-komponenter.  
Kjemisk oksygenforbruk.

Vekstforsøk med testalger benyttes til å karakterisere vannmassenes innhold av plante-næringsstoffer. Forurensningenes gjødslingseffekt på fjordvannet undersøkes på samme måte, og minimumsstoffer blandt næringssaltene bestemmes.

Observasjonstidene og antall innhentede prøver for analysering i laboratoriet begrenses mest mulig.

Bestemmelsen av kvaliteten på det vannet som renner til fjorden

regnes det med totalt 4 ukers observasjonstid fordelt på 4 perioder over ett år.

For hver observasjonsperiode vil det for de tre nevnte tilløpene bli innhentet 3 blandprøver i løpet av én uke.

Med hensyn til gjennomføringen av et hydrografisk program, for å kunne karakterisere forholdene ved de fire observasjonsperiodene, vil instituttets forskningsbåt "H.H. Gran" bli benyttet. Hvert hydrografisk tokt vil vare én dag.

Omkostningsoverslag til de foreslåtte undersøkelser  
av vannkvaliteten i Tønsbergfjorden.

-----

1.	Kontinuerlige vannføringsmålinger i Aulielva	Kr. 6.000,-
2.	Kontinuerlige vannføringsmålinger i bekk som renner ut i Trøla	2.000,-
3.	Installasjon av 2 stk. limnigrafer for måling av vannføring Aulielva og bekk som renner ut i Trøla	
	2 stk. flottføringer i polyetylen (á 3 m)	" 300,-
	2 " vanntette hus i tre	" 1.400,-
	2 " oppvarmingsanlegg for vinterdrift	" 4.000,-
4.	2 mann for prøvetaking Aulielva, bekk som renner ut i Trøla og kloakknett i Tønsberg	" 8.000,-
5.	Analysearbeid:	
	a) Tilløp (36 enkeltprøver)	
	Kjemi (7 komponenter)	" 3.000,-
	BOF <sub>5</sub>	" 1.500,-
	Vekstforsøk	" 2.500,-
	b) Fjordvannet (24 enkeltprøver)	
	Kjemi (7 komponenter)	" 2.000,-
	Biologi	" 1.500,-
6.	4 dagers hydrografisk tokt	" 3.200,-
7.	Befaringer (4 dager)	" 3.500,-
8.	Transportutgifter	" 1.500,-
9.	Bearbeiding av observasjoner og rapportskrivning	" 8.000,-
	Totalt	Kr. 48.400,- nnnnnnnnnnnnnnnnnnnn

Forslag til undersøkelsesprogram i forbindelse med kartlegging av utskiftningsmekanismen i fjordområdet.

Som tidligere nevnt kan utskiftningsmekanismen undersøkes på to ulike måter.

1. Bruken av ekstern tracer. Dumping av en relativt stor mengde av et stoff, som bare i uvesentlig grad er tilstede i fjordvannet fra før, på et eller annet punkt i indre fjordbasseng, og følge fortynningen av dette over flere tidevanns-utskiftninger.
2. Bruken av intern tracer (eksempelvis ferskvann). Observere fortynningen av den tilførte ferskvannsmengde på ulike punkter i fjordområdet over et visst tidsrom.

Metode 1 vil være relativt kostbar å gjennomføre på grunn av innkjøp og frakt av en egnet tracer, og slike forsøk vil derfor være begrenset til relativt få observasjonsperioder i løpet av et år.

Ved å benytte den andre metoden vil man i større grad kunne innrette seg etter spesielle klimatiske forhold som nedbør og vind og derved foreta observasjoner på kort varsel. På den måten kan observasjonsperiodene henlegges til ekstreme situasjoner som måtte være av interesse.

Observasjoner av fortynningen av det tilførte ferskvannet i området kan tenkes gjennomført på følgende måte:

Fjordområdet som strekker seg fra Husgysundet til Vejrøy i Vestfjorden tenkes oppdelt i 10 seksjoner. Det plasseres prøvetakingsstasjoner langs dypålen på skjæringsplanet mellom de ulike seksjoner og det tas prøver på forskjellige dyp på alle stasjoner ved tidspunktene for lavvann og høyvann.

En slik seksjonsvis oppdeling av fjordområdet med plasseringen av de respektive prøvetakingsstasjoner og et lengdesnitt gjennom dypålen av fjordarmen er vist i bilag 1.

Ved å dele opp fjordområdet også i horisontale sjikt i ulike dyp vil man ved hjelp av salinitetsobservasjoner kunne beregne den totale ferskvannsmengde som er tilstede i hver seksjon og også i ethvert sjikt ved såvel lavvann som høyvann.

Ved samtidig å observere den totale tilførte ferskvannsmengde via Aulielva og andre kilder i området samt beregne den totale tilførselen av saltvann utenfra ved hjelp av nivåobservasjoner, kan det foretas en direkte massebalanse i løpet av en eller flere tidevannsvexlinger. Ved å foreta slike observasjoner over flere sammenhengende tidevannsutvexlinger kan man gjennomføre en tilnærmet kvantitativ bestemmelse av hvordan såvel ferskvannet innblandes i vannmassen både i horisontal og vertikal retning og også hvordan den tilførte saltvannsmengde fordeler seg i fjordbassenget.

I forbindelse med et slikt opplegg vil det være nødvendig med følgende observasjoner for å kunne belyse innflytelsen av ulike faktorer:

1. Provetaking ved høyvann og lavvann på 10 stasjoner i løpet av en fastsatt tidsperiode.
2. Registrering av nivå ved hjelp av skrivende instrument på følgende punkter:
  - a. Tangen tankanlegg (Husøysund)
  - b. Båthavn Teglverket (Nøtterøy)
  - c. Kai nedenfor Tønsberg kirke.
  - d. Nordre Holmen syd for Vejrøy i Vestfjorden.
3. Registrering av strømningsretning og styrke hver halve time ved kanalbroen i Tønsberg ved hjelp av visuell avlesning foretatt av brovakten.
4. Kontinuerlig registrering av vannføring i Aulielva og hovedbekk som renner sydover med utløp i Træla.
5. Observasjon av strømningsintensiteter i Vestfjorden og Træla ved hjelp av strømkors.

6. Vindstyrke- vindretningsobservasjoner fra faste eksisterende stasjoner på:
- a. Ferder
  - b. Slagenstangen
  - c. Stokke
  - d. Melsom.

Ad pkt. 1. For prøvetakingen benyttes det 5 båter hver med to mann, og disse 5 båtene skal hver dekke prøvetakingen på to stasjoner i løpet av kortest mulig tid, dvs. i løpet av en tidsperiode som ligger omkring tidspunktet for overgang fra flo til fjære og omvendt. Observasjonsstasjonene bør markeres ved hjelp av bøyer i den grad dette kan tillates av hensyn til skipsfarten. Ethvert prøvetakingstokt blir følgelig å gjennomføre 4 ganger pr. døgn i løpet av den tidsperioden man finner hensiktsmessig. En slik tidsperiode kan anslagsvis dreie seg om 2 døgn.

Vannprøver innhentes ved hjelp av Mansenhenter med påkoblet vendetermometer for samtidig registrering av temperatur. Innsamlede vannprøver transporteres til laboratoriet for bestemmelse av salinitet og eventuelle andre parametre som sporadisk måtte være av interesse.

For å bestemme forholdet mellom salinitet og den ferskvannsmengde som er tilstede i vannprøven foreslås dette gjort på følgende måte:

Det innhentes en sjøvannsprøve (relativt stort volum) fra fjordområdet øst for Nøtterøy, og i laboratoriet tilsettes økende mengder med ferskvann hentet fra Aulielva. For hver tilsetning måles forholdet mellom innblandet ferskvannsmengde og salinitet. På denne måten kan det lages en kalibreringskurve hvorfra man direkte kan avlese prosentvis ferskvannsmengde som funksjon av salinitet. I tillegg til prøvetakingen på de 10 stasjonene ved høy- og lavvann, bør det, ved stasjon I og  $\bar{X}$ , tas observasjoner av salinitet for alle dyp, med intervaller på 1 m, hver time i løpet av observasjonsperioden. Det kan enklest og billigst gjøres ved hjelp av et "salinoterm"-instrument. Disse

observasjonene vil bidra til å bestemme ferskvannsmengden som er tilstede i det inn- og utstrømmende saltvannet.

Ad pkt. 2. På de nevnte punkter monteres det limnigrafer med automatisk skrivning av vannstand. Disse festes på kaikant eller brygger på den måten at flottøren går i en rørføring som har åpning i bunnen. Denne bunnåpningen må være slik dimensjonert at den i tilstrekkelig grad demper eventuelle hurtige vannstandsforandringer av lokal art som f.eks. bølgeskvulp eller donninger.

Alle 4 limnigrafer må nivelleres nøyaktig inn for å angi samme null-vannstand. På denne måten vil observasjoner på de ulike steder angi eventuelle vannstandsgradienter som måtte kunne oppstå som følge av strupningseffekter ved inn- eller utstrømning i Huscysund, Bykanalen og sundet ved Vejrøy i Vestfjorden.

Det er sannsynlig at man neppe vil kunne observere gradienter på grunn av strupning i Huscysundet eller Vejrøysundet, mens man derimot må anta at en gradient vil foreligge ved gjennomstrømning i Bykanalen. Hvis strupningseffekten bortfaller på de to førstnevnte steder vil nivåobservasjonene ved Tangen tankanlegg i Huscysundet og Nordre Holmen syd for Vejrøy kunne falle bort.

I tillegg til å kunne angi eventuelle strupningseffekter i disse sundene vil nivåobservasjoner gi det nødvendige grunnlag for å beregne den totale tilførte saltvannsmengde pr. tidevannsmengde pr. tidevannsperiode.

Ad pkt. 3. På kanalens nordre bredd ved Kanalbroen er det tenkt anordnet et instrument som kan arbeide etter pendelprinsippet og som enkelt vil kunne angi hvilken strømningsretning man til enhver tid har og også intensiteten av en slik strømning. Apparatet er tenkt plassert og utformet slik at det kan foretas visuell avlesning hver halve time i løpet av de ønskede observasjonsperioder direkte fra kontrolltårnet i Kanalbroen. Ved hjelp av en enkel kalibrering, hvorved kan benyttes strømningsmålere, kan et hvert utslag på pendelen sammenholdes med en bestemt gjennomstrømningsmengde i kanaltverrsnittet.

Ad pkt. 4. For en kontinuerlig registrering av vannføringen i Aulielva og hovedbekken som fører til Trøla fra nord må det anordnes spesielle måletverrsnitt, hvis disse ikke foreligger idag, og vannstand på oppstrømningsiden av måletverrsnittene kontinuerlig registreres ved hjelp av limnigrafer.

Den ferskvannsmengde som tilføres via kloakknettene i området må med tilstrekkelig stor grad av nøyaktighet kunne anslås på bakgrunn av vannforbruk på de respektive steder.

Ad pkt. 5. Som et bidrag til å forstå strømningsintensiteten i ulike dyp, i løpet av en fullstendig tidevannsskiftning, vil det ved lavvann bli plassert strømkors, i ulike dyp, i Husøy- og Vejroysundet. Posisjonen av disse observeres så ved forskjellige tidspunkter.

Ad pkt. 6. Observasjoner av vindstyrke og vindretning foretas idag på de nevnte stasjoner og observasjonsmaterialet innsendes til Norges Meteorologiske Institutt for statistisk bearbeiding.

Blant de nevnte observasjonsstasjoner er Ferder den eneste som kan gi kontinuerlig og skrivende observasjonsmateriale mens de andre stasjoner oppgir daglige observasjoner av vindstyrke og vindretning observert kl. 07<sup>00</sup>, 13<sup>00</sup> og kl. 19<sup>00</sup>.

Alt dette observasjonsmaterialet kan gjøres tilgjengelig ved direkte henvendelse til Norges Meteorologiske Institutt.

Ved den kontinuerlige målingen av vindstyrke og -retning på Ferder samt vannstandsmålinger i Tønsbergfjorden vil man forhåpentligvis kunne finne en viss korrelasjon mellom disse to parametre.





## Beregnete bakgrunnsdata:

Resipientens totale volum		42.235.000 m <sup>3</sup>
Resipientens delvolumer		se tabell
Resipientens overflate		8.426.536 m <sup>2</sup>
Antatt midlere tidevannsforskjell		0,25 m
Midlere sjøvannsinstrømning		2.106.634 m <sup>3</sup> /6 timer
Midlere ferskvannstilstrømning	m <sup>3</sup> /døgn	m <sup>3</sup> /6 timer
Avrenning til Aulielva	700.000	175.000
"    "    Hovedbekken	292.896	73.224
"    fra Tønsberg	11.000	2.750
"    "    Nøttersøy	11.000	2.750
Kloakkvann 44.000 pers.	17.600	4.400
<u>Totalt</u>	<u>1.032.496</u>	<u>258.124</u>

Seksjonsvise volumberegninger i Tonsbergfjorden.

Dyp	Seksjon.										I - X
	I - II	II - III	III - IV	IV - V	V - VI	VI - VII	VII-VIII	VIII-IX	IX - X		
0 - 3	1.585.400	1.877.900	2.595.700	1.482.000	1.705.300	1.645.300	371.900	4.225.600	3.461.500	19.450.600	
3 - 6	1.064.300	1.526.700	1.925.600	1.329.500	627.900	875.000	476.000	1.460.400	2.039.400	11.325.000	
6 - 8	613.100	830.900	986.900	793.900	324.500	403.600	175.600	528.900	818.500	5.475.900	
8 -10	458.000	565.900	637.800	695.300	177.700	289.600	68.800	227.000	356.400	3.476.500	
10 -12	260.900	273.200	279.300	504.300	62.600	199.200	39.000	70.900	90.400	1.799.800	
12 -14	63.700	70.900	28.200	261.900	4.100	120.200	23.600	4.100	5.600	582.300	
14 -16				87.300		39.000	4.700			131.000	
16-laveste punkt				13.900						13.900	
Sunn	4.045.400	5.145.500	6.453.500	5.168.100	2.902.100	3.571.900	1.659.600	6.516.900	6.772.000	42.235.000	