

RAPPORT

10 1996



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEKET

Jim Bogen
Truls Erik Bønsnes

FLOMTUNNEL ØYEREN - OSLOFJORDEN. EN VURDERING AV KONSEKVENSENSENE FOR EROSJON I DELTAET I NORDRE ØYEREN



HYDROLOGISK AVDELING



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK



TITTEL Flomtunnel Øyeren - Oslofjorden. En vurdering av konsekvensene for erosjon i deltaet i nordre Øyeren	RAPPORT nr. 10 1996
SAKSBEHANDLER Jim Bogen Truls Erik Bønsnes	DATO 27.2.1996
	RAPPORTEN ER ÅPEN
OPPDRAUGSGIVER NVE	OPPLAG 50

SAMMENDRAG

Konsekvensene av en åpning av tunnelen på forskjellig vannstands nivå i Øyeren er vurdert. Åpning ved 106.5 m o.h. som tilsvarer overtopping av den planlagte flomvollen rundt Lillestrøm vil sannsynligvis ikke få omfattende konsekvenser for erosjon i deltaet nedstrøms Fetsund. Det må forventes betydelig erosjon og sedimentasjon i deltaområdet under ekstremvannføringer, men det er ikke sannsynlig at en eventuell flomtunnel vil påvirke forholdene. Åpning ved 103 m o.h. ved en forventet ekstremvannføring i Glomma kan føre til høye gradienter i elveinnløpet og en overgang fra sedimentasjon til erosjon med senking av elveløpet på strekningen Fautøya - Fetsund. Erosjonsterskelen ved Fetsund vil beskytte mot en senking av elveløpet i området ved broene. Under slike forhold med høyere vannføring og større materialtransport enn under en normalsituasjon, kan større mengder materiale avsettes lenger ned i deltaområdet. Påkjenningen på elvebreddene på strekningen Årnestangen - Fautøya vil øke. Konsekvensen kan bli et gjennombrudd og en forflytning av Glommas hovedløp mot vest. For vannstander over 103 m o.h. vil deltaområdet oversvømmes og det er sannsynlig at gradientene i elveinnløpet vil reduseres. Forløpet kan ligne på situasjonen under flommen i 1995. Erosjon forårsaket av vannstandssenkning mellom 103 og 106.5 m kan derfor få et begrenset omfang, men forholdene bør undersøkes nærmere. Det må forventes erosjon i gruntvannsområdene ved Rundsand når flomtunnellen benyttes til kraftverksoverføringer på lav vannføring.

EMNEORD/SUBJECT TERMS

Erosjon, sedimentasjon, flomtunnel, flom

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Arve M. Tvede
Seksjonssjef

NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIDIREKTORAT
BIBLIOTEKET



Omslagsbilde: Glommas delta i Øyeren under flomkulminasjon 6. juni 1995. Vannstanden i Øyeren er på 104.39 m.o.h. Hele deltaområdet er oversvømmet, slik at bare tretoppene er synlige.
Foto: Bogen/ Bønsnes

Innhold

1.	Innledning	3
2.	Regulering av Øyeren	3
3.	Stabilitet i elveløp	4
4.	Deltaet i nordre Øyeren	5
5.	Konsekvenser av en flomtunnel	9
5.1	Manøvreringsalternativer	12
5.2	Kraftproduksjon i flomtunnelen	13
5.3	Naturreservatet	14
6.	Referanser	15

1. Innledning

I tilknytning til arbeidet med å gjennomgå systemet med flomtiltak i vassdrag, har Flomtiltaksutvalget bedt NVE å lede flere delutredninger. En av dem er en tunnel fra Øyeren til Bunnefjorden. I brev av 9.01.96 fra Fylkesmannen i Oslo og Akershus, blir det pekt på at en slik flomavledning kan få innvirkning på erosjonsforholdene i Øyeren. Seksjon for Miljøhydrologi ved NVE ble på bakgrunn av tidligere arbeid i deltaområdet, gitt i oppdrag å vurdere dette. Resultatet av konsekvensvurderingen er summert opp i det følgende.

2. Regulering av Øyeren

Planer om senkning av Øyeren for å redusere flomskader ble vurdert allerede i 1790 årene, etter flommen 1789, Storofsen. Vannstanden steg dengang til en høyde som lå nesten 5 meter over flommen i 1967, eller opp mot 7.5 meter over vannstanden ved flommen i 1995. Utover 1800 - tallet ble det gjennomført mer omfattende undersøkelser. I 1854 ble det etter en kongelig kommisjon igangsatt målinger i utløpselven, samt en del kartlegging. To år senere ble det lagt fram en plan som tok sikte på å senke en flom på 2800 m³/s. Dette medførte utbedringer ved Mørkfoss og nedenforliggende Vittenbergfoss. Tanken var også å regulere Øyeren ved å løfte lavvannstanden slik at skipsfart og tømmerfløting ble mulig. Arbeidet ble igangsatt i 1857, men ble revidert i forbindelse med en voldsom flom tre år senere, i 1860. Erfaringer fra en ny flom i 1863 førte til større utbedringer en først planlagt. Arbeidene med utsprengning av utløpsprofilet inkludert en del supplerende arbeider, ble sluttført i 1869. I forbindelse med arbeidene ble det utarbeidet manøvreringsreglement for Mørkfosdammen i 1865. Mørkfosdammen som ble oppført i 1862 fungerte aldri som den skulle, og ble revet allerede i 1890. Flere flommer i de påfølgende årene satt senkningsproblematikken på dagsorden. Hverken i 1895 eller 1910 kom det lenger enn til planleggingsstadiet. I 1914 la en komite fram en betenkning som konkluderte med at en regulering av innsjøer høyere opp i vassdraget kunne oppnå en senkning i Øyeren på 1.5 m. Dette førte til at det ble igangsatt store undersøkelser. På den tiden pågikk det forhandlinger mellom staten og Kristiania kommune som eide de respektive fallene ved Mørkfoss og Solbergfoss, om felles utnyttelse. Forutsetningen for utbygningen var at vannstanden i Øyeren skulle bli uforandret og at avløpsforholdene skulle bli som ved den gamle Mørkfosdammen. Arbeidene med fellesutbygningen startet opp i 1918 og var fullført i 1924. Etter store skader i forbindelse med en flom i 1927, ble det i 1928 etter forslag fra Vassdragsvesenet i noen år forsøkt med endret manøvrering under flom. I 1934 ble det fastsatt et endelig manøvreringsreglement som forble uendret fram til flommen i 1967. Etter flommen i 1967, ble det

gjennomført endringer ved utløpsprofilen ved Solbergfoss. Utbedringene skulle muliggjøre en større senkning av Øyeren under tilsvarende flommer i ettertid. I forbindelse med opprettelsen av Bingsfoss kraftverk i 1978 ble det igjen foretatt endringer i manøvreringsreglementet. I løpet av 80 årene ble det søkt om revisjon av reguleringsbestemmelsene i Øyeren. Bakgrunn for dette var å ivareta brukerinteressene i vassdraget bedre, og å fjerne bestemmelser som primært var knyttet til fløtningsvirksomheten. Dette er innført som et prøvereglement som ble satt i verk fra 1. januar 1996.

Flomtunnelen har blitt satt på dagsorden flere ganger tidligere. Første gang var allerede i 1910, etter at 18700 da dyrket mark ble satt under vann. Tiltaket ble dengang skrinlagt etter at prosjektet ikke ble funnet regningsvarende. I 1954 kom det artikler i dagspressen om mulighetene for bygging av kraftverk i Ekebergåsen med overføring av vann fra Øyeren. Dette skulle kombineres med innvinning av arealer i nordre del av innsjøen. Dette førte imidlertid ikke til noen uttalelse fra myndighetene. To år senere ble det påpekt at overføring av vann kunne medføre en rensing av Oslofjorden. Saken ble imidlertid skrinlagt med den konklusjon at det ikke var hensiktsmessig å bearbeide prosjektet videre. I 1964 ble det igjen fremlagt planer om et kraftverk i indre Oslofjord. Det ble forutsatt at en del av Glommas vannføring skulle overføres fra Øyeren. I årene fram mot 1967 ble det diskutert kombinerte løsninger med vannforsyning og kloakkdisponering for Oslo-området. Det ble også påpekt at tunnelinntaket muligens burde plasseres slik bunnsedimenter ikke blir revet opp og fraktet med i store mengder. Alternative tunnelinnslag ble også diskutert, bl. a. en eventuell beliggenhet i Øyerens søndre halvdel (den dype del). I kjølevannet av flommene i 1966 og 1967 ble NIVA trukket inn i vurderingene. De uttalte seg muntlig om endringer i vannkvalitet i indre Oslofjord og konkluderte med følgende: "En overføring av flomvannmasser som nevnt vil høyst sannsynlig bevirke at grumset slamholdig vann føres til fjorden. På den annen side antas varigheten å bli relativt kort og i en periode på året da slik forurensning spiller mindre rolle. Ved utføring og fordeling på dypet i Bunnefjorden antas det forøvrig å være mulig å redusere opptrengning til overflaten". Det ble også nevnt at utslipp av vann kan skape en utadgående bunnstrøm som kunne virke oppfriskende på dypere vannlag. Etter flommen i 1995 kom en tunnel igjen på dagsorden, også denne gangen i kombinasjon med et kraftverk.

3. Stabilitet i elveløp

I naturlige elveløp foregår en vedvarende erosjon og sedimentasjon. Ofte kan elveløpene også forflyttes eller omformes.

I elver med stor materialtransport er bunnen bevegelig. Elven kan erodere i løsmassene slik at elveløpet senker seg, eller løpet kan heve seg på grunn av sedimentasjon. Det er mange faktorer som er avgjørende for likevekten. Elvens strømhastighet, bunnmaterialets kornstørrelse og elveløpets fall er de viktigste. Elven fører med seg suspendert og bunntransportert materiale. Stabiliteten på en gitt strekning er avhengig av at materialet som tilføres fra områdene oppstrøms kan føres videre nedover. Hvis materialet hopper seg opp på visse steder i elveløpene kan elven grave i sidene og endre retning. Når elven løper inn i en innsjø, vil vannstanden i innsjøen danne sedimentasjon- og erosjonsbasis. Endringer i den naturlige vannstanden vil kunne medføre endringer i denne likevekten.

4. Deltaet i nordre Øyeren

Deltaet i nordre Øyeren er bygd opp av sedimenter som er tilført fra Glomma over et langt tidsrom. Deltaet vokser stadig ved at materiale fra bunntransporten og suspensjonstransporten sedimenteres når strømhastigheten avtar. Når vannstanden i innsjøen varierer, vil sedimentasjonsbasis også variere med tiden.

Regulering av Øyeren har pågått siden slutten av forrige århundre. I perioden før reguleringen endret vannstanden seg mer dramatisk enn det den gjør idag. Det var ingen kunstige magasin høyere opp i vassdraget og heller ingen regulering av Mjøsa. Flomtoppene var derfor betydelig høyere. Samtidig var vannstanden betydelig lavere i tørrperioder på grunn av at utløpsprofilen ved Mørkfoss/Solbergfoss var av helt annen karakter enn det som er tilfelle idag. Vannstanden i Øyeren var jevnt synkende fra noe høyere vannstander om våren enn det som er normalt i dagens situasjon, til flere meter under dagens LRV utover høsten og vinteren (fig. 1). Under vårflommen lå sedimentasjonsbasis høyt oppe i deltaområdet, se fig. 2. Utover sesongen ble sedimentasjonsbasis så forskjøvet nedover i deltaområdet til et nivå som er betydelig lavere enn LRV. Dette førte til en omfordeling av materiale utover i sesongen. Det er sannsynlig at mye av det bunntransporterte materialet som tilføres med Glomma ble ført helt frem til deltafronten under slike forhold.

Reguleringene førte til at den fremherskende vannstanden ble høyere enn før. Samtidig ble de laveste vannstandene fjernet og hyppigheten av markerte flommer betydelig redusert (fig. 3). Dette kan ha ført til en heving av sedimentasjonsbasis slik at bunntransporten har stoppet opp høyere opp i hovedløpet. Etter hvert er det dannet en midtbanke ved samløpet Nitelva/ Glomma. Opphopningen av masser i dette området kan være årsaken til den omfattende erosjonen i elvebredden langs

MIDLERE VANNSTAND I ØYEREN

vst (m) lokal høyde

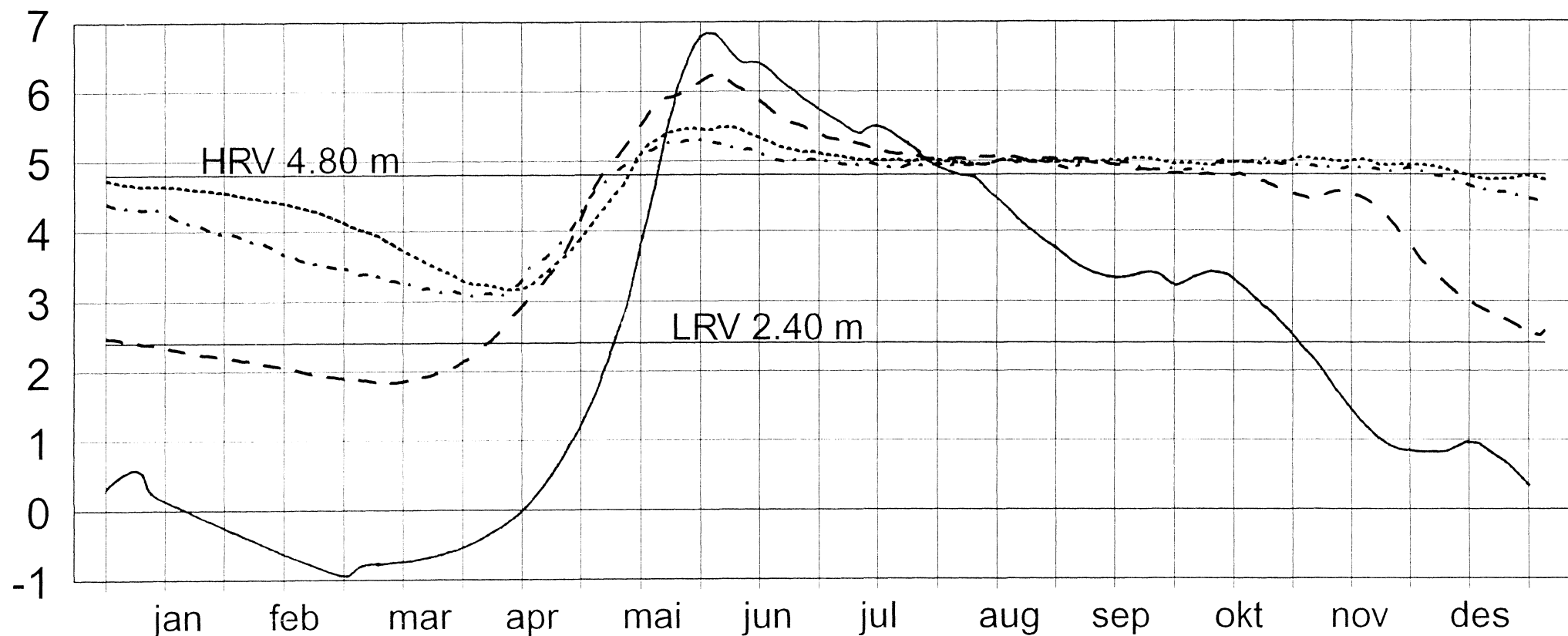


Fig 1. Midlere vannstand i Øyeren under flere reguleringsperioder (Modifisert etter GLB).

1852-1861 vst.Øyer 1882-1907 vst.Øyer

—————

1945-1977 vst.Øyer 1979-1995 vst.Øyer

.....

- . - . - .

ØYERENS DELTA

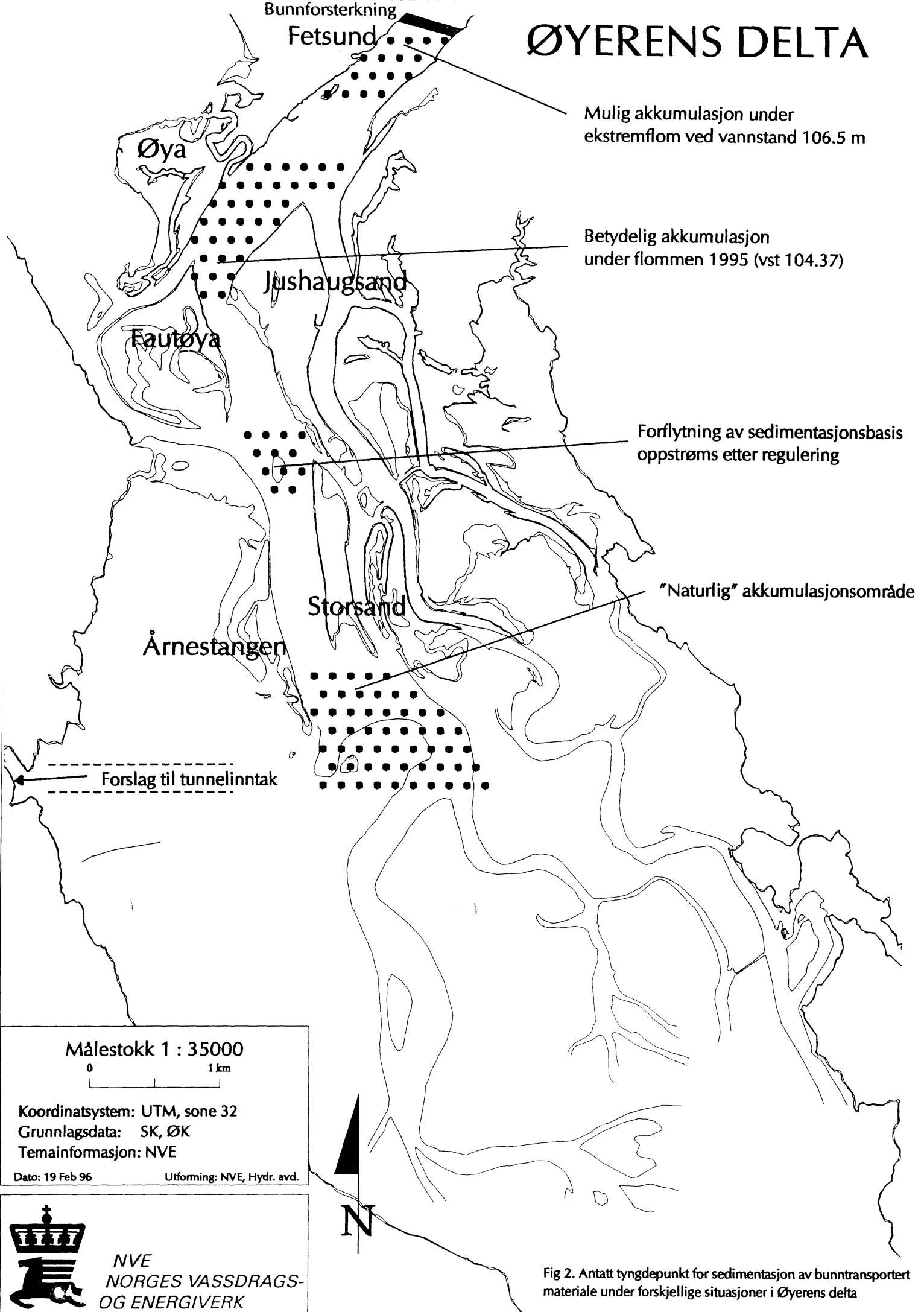


Fig 2. Antatt tyngdepunkt for sedimentasjon av bunntransportert materiale under forskjellige situasjoner i Øyerens delta

Årnestangen. Tverrprofilet i fig. 4 illustrerer hvordan løpsformen utvikles når en midtbanke bygges opp. Etter ekstremflommen i 1995 ble det iaktatt en oppgrunning på flere meter på strekningen fra Fautøya og opp mot Fetsund. Denne oppgrunningen kan ha sammenheng med at hovedområdet for sedimentasjon av bunntransporten forflyttes oppstrøms under høy vannstand i Øyeren. Selv om flommene er av relativt kort varighet så kan materialtransporten være betydelig. Suspensjonstransporten i løpet av juni og juli 1995 ble målt til 650 000 tonn ved Bingsfoss. Under normale vannføringsforhold målte Pedersen (1981) til sammenlikning en transport på 200 000 tonn/år ved Fetsund. Bunntransportens størrelse under flommen i 1995 er ikke kjent.

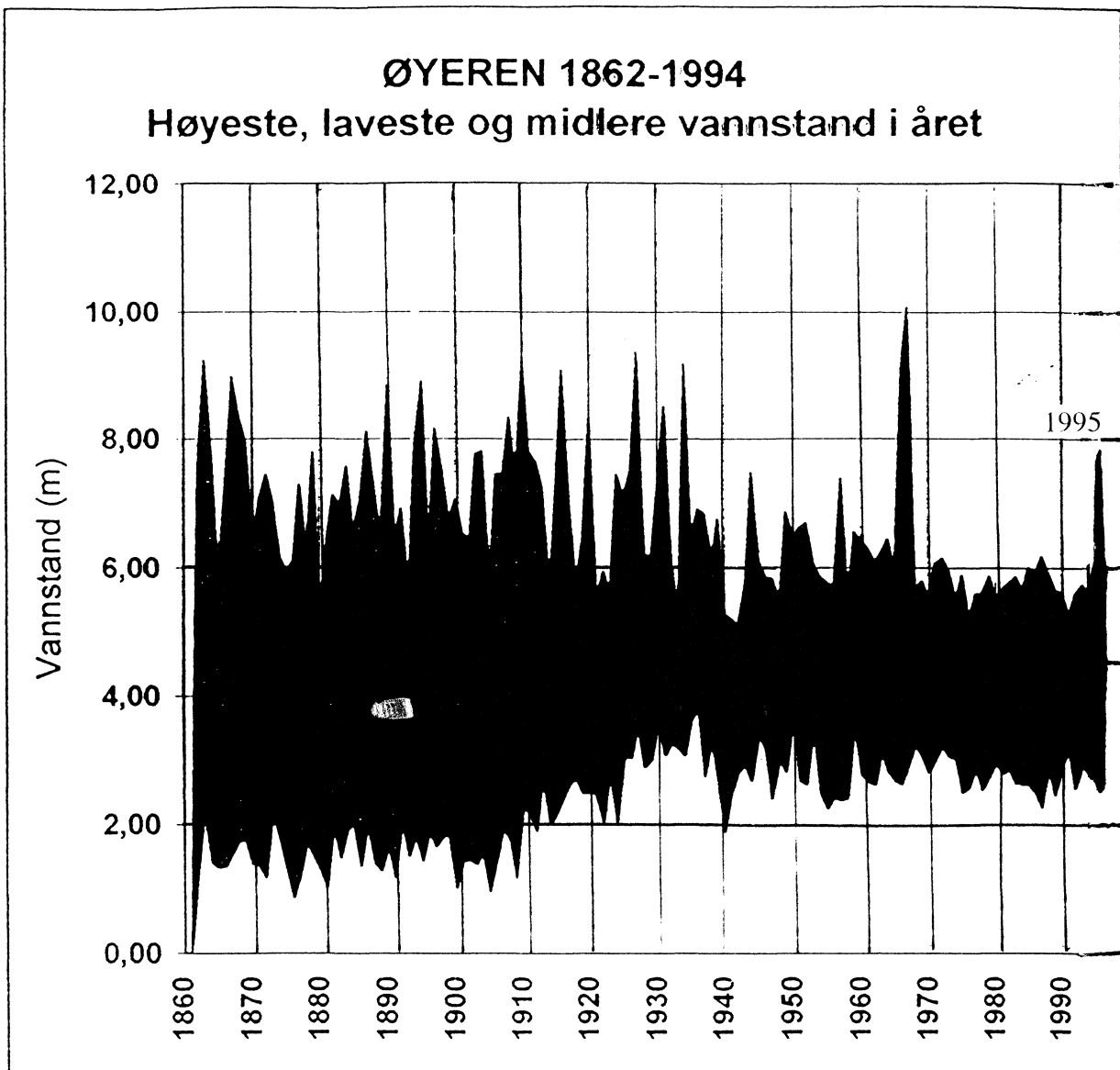


Fig 3. Høyeste, laveste og midlere vannstand i Øyeren fra 1860 til 1993. Flomnivå i 1995 er markert.

5. Konsekvenser av en flomtunnel

De foreløpige planene for en flomtunnel innebærer en tapping på inntil 600 m³/s under ekstremflommer. Resten av året skal overføringen benyttes til kraftproduksjon med en vannføring på 100 m³/s. En flomtunnel vil holde vannstanden i Øyeren under flommer på et gitt nivå og dermed representere en senking av innsjøens vannspeil i forhold til det nivået den ellers ville ligge på. Dette vil medføre større strømhastighet i elveinnløpet, noe som kan føre til løpserosjon og i verste fall senking av hovedløpet. I tilknytning til planlegging av omløpstunnellen ved Mørkfoss etter flommen i 1967 ble konsekvensene av et større fall på vannstanden i Glomma ovenfor Øyeren utredet (Innstilling om sikring mot skadeflom i Glomma- og Lågenvassdragene 29/10-1969). Utredningen viste høyere strømhastigheter og økt erosjon på strekningen Fetsund - Bingsfoss. Foruten faren for erosjon som kunne påvirke broene, ble også virksomheten ved Fetsund lenser berørt ved høyere strømhastighet.

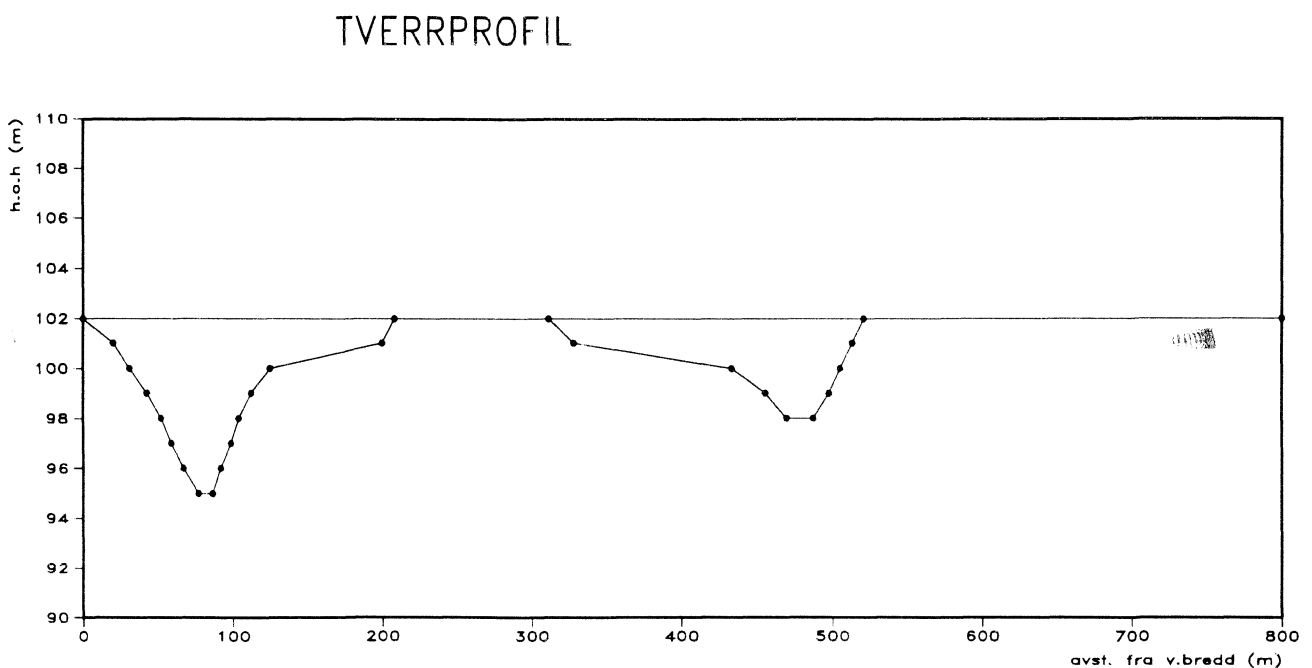


Fig 4. Geometrisk tverrprofil av Glomma over Midtbanken ved Storsand nord.

Etter flommen i 1967 ble det foretatt profileringer av strekningen Fetsund - Bingsfoss. Strekningen er ca. 12 km lang og ble oppdelt i 25 tverrsnitt. I hvert snitt ble hastigheten beregnet ved vannføringene 2000, 2500, 2977, 3500 og 3765 m³/s og for forskjellige senkningsalternativ av Øyeren. I tabell 1 er det gjengitt et utdrag av resultatene for senkning mellom 0.0 m og 4.0 m. Med 0.0 m senkning forstås vannstanden i Øyeren ved full tapping gjennom Solbergfossen under de forutsetninger som var under flommen i 1967. Resultatene fra beregningene viste en økende strømhastighet ved økt senkning, se tabell 1.

Tabell 1. Estimerte strømhastigheter ved Fetsund under forskjellige senkingsalternativ (NVE 1968).

Senkning av Øyeren (m). Strømhastighet ved Fetsund (m/s).	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0
vannføring 3765 m ³ /s strømhastighet m/s	0.89	1.00	1.12	1.27	1.47
vannføring 3500 m ³ /s strømhastighet m/s	0.87	0.97	1.09	1.25	1.45
vannføring 2977 m ³ /s strømhastighet m/s	0.99	1.14	1.33	1.60	1.94
vannføring 2500 m ³ /s strømhastighet m/s	0.86	1.00	1.18	1.43	1.74
vannføring 2000 m ³ /s strømhastighet m/s	0.84	1.00	1.22	1.52	1.93

Omløpstunnellen ved Solbergfoss og utvidelsen av utløpet av Øyeren har ført til en flomsenking på omkring 2 m i forhold til 1967 flommen. For å sikre elvebunnen mot erosjon ble det i 1976 anlagt en terskel av stein på elvebunnen like nedenfor Fetsundbrua (NVE 1976). Terskelen skal sikre områdene ovenfor mot erosjon som følge av bunnsenking. Imidlertid kan områdene fremdeles være erosjonsutsatte. Strekningen mellom Årnestangen og Fetsund ligger nedstrøms terskelen og vil fortsatt være erosjonsutsatt ved en eventuell ytterligere flomsenking.

På grunnlag av nivellementer fra flomkulminasjonen i 1966 og 1967, samt en

situasjon på stigende flom forut for kulminasjon i 1967 og to situasjoner på høsten 1967, er det beregnet gradienter på tre delstrekninger (fig. 5)

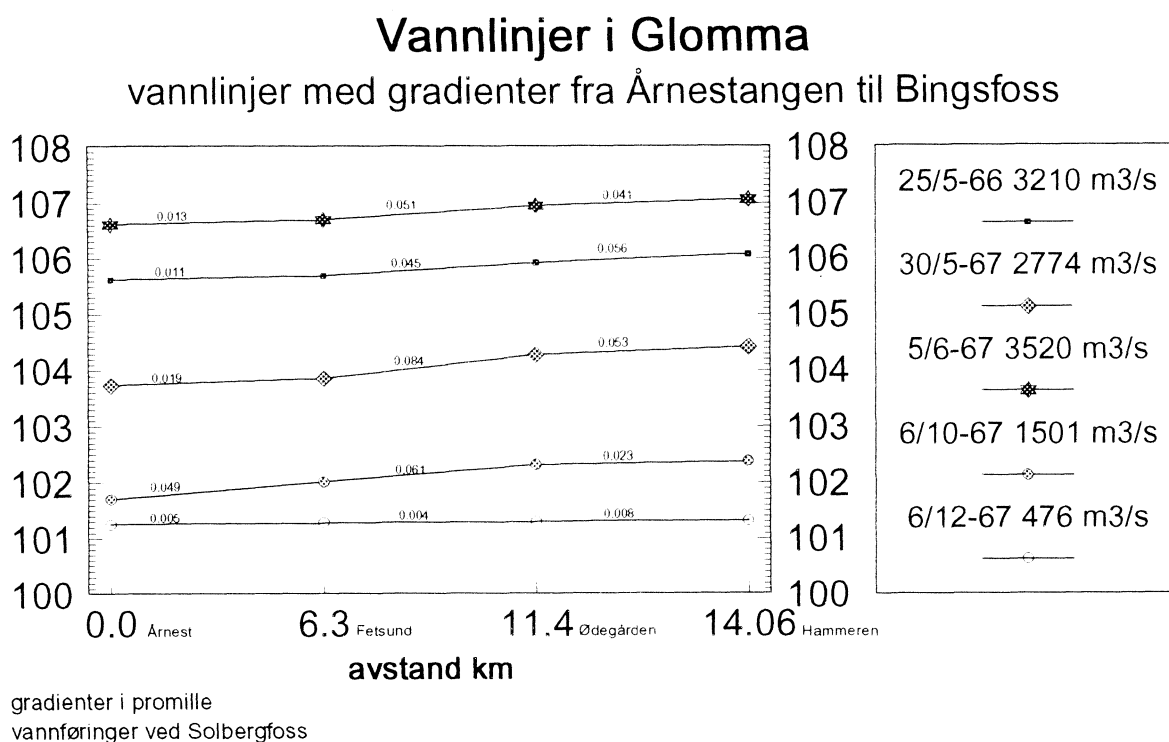


Fig 5. Vannlinjer i Glomma fra Årnestangen til Hammeren. Vannlinjene er basert på nivellementer av flomvannstander i 1966 og 1967, samt to situasjoner senere i 1967 (Data fra NVE 1968).

På strekningen Årnestangen - Fetsund er det en tendens til lavere gradient når vannstanden nærmer seg 104 m. På denne høyden er det meste av deltaområdet i ferd med å settes under vann. Situasjonen fra 30/5-67 og 6/10-67 er begge målinger fra stigende vannføring. Det er en høyere gradient på strekningen når vannstanden ligger omkring 102 m, selv med en mindre vannføring. Deltaområdet oversvømmes ved ca. 103 m. o. h. Dette har sannsynligvis sammenheng med at økende vannstand i Øyeren fører til at gradienten faller når deltaområdet oversvømmes. På strekningen fra Fetsund og videre opp til Ødegården er det imidlertid en markert økning i gradient for situasjoner med vannstand høyere enn 104 m. Dette gjelder spesielt situasjonen fra 30/5-67 med stigende vannføring. Det er også en økning i gradient fra Fetsund og oppover ved vannstand omkring 102 m. Gradienten har under denne situasjonen vært jevnt stigende helt nede fra Årnestangen. Et gradientbrudd synes altså å finne sted når deltaområdet oversvømmes, slik at et utjevning finner sted der elva møter innsjøen.

5.1 Manøvreringsalternativer

Forskjellige alternativer til manøvrering av flomtunnellen er illustrert på fig. 6. Ved vannstanden 106.5 overtoppes den planlagte flomvollen ved Lillestrøm. For å oppnå en slik situasjon under de nåværende forhold må det inntreffe en ekstremvannføring høyere enn flommen i 1967. En åpning av flomlukene ved denne høye vannstanden vil sannsynligvis ikke få omfattende konsekvenser for erosjon i deltaet nedstrøms Fetsund. Årsaken er at fallet er utjevnet og gradienten forblir lav. Det må forventes tildels omfattende erosjon i deltaområdet under slike forhold, men det er ikke sannsynlig at den vil forsterkes av en eventuell flomtunnel.

Hvis lukene i flomtunnellen åpnes på 103 m o. h., dvs. det nivået hvor øyene i deltaområdet er i ferd med å oversvømmes, vil gradienten i elveinnløpet bli høyere enn hva den hadde vært uten en senking av vannstanden.

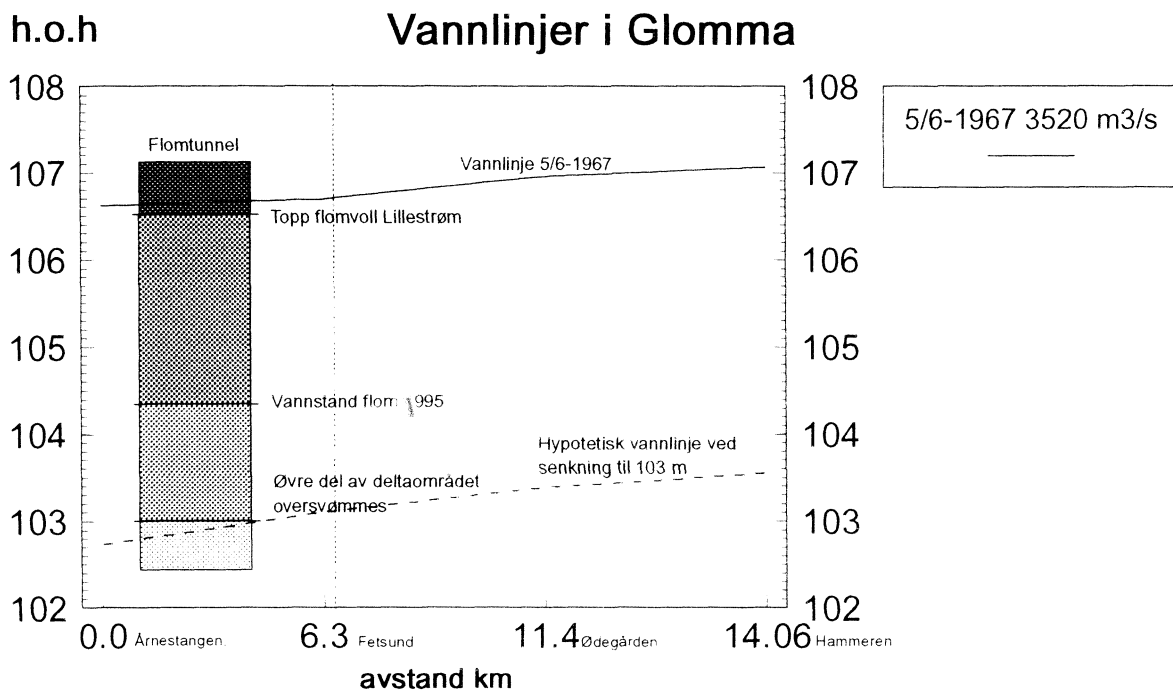


Fig 6. Hypotetisk gradientøkning på elvestrekningen Årnestangen - Fetsund ved senkning av vannstand under 103 meter.

Hvis det antas en tilsvarende vannføring som under flomkulminasjonen i 1967, kan det skisseres en hypotetisk vannlinje etter senkning under 103 meter, se fig. 6. Dette er omkring den høyden hvor øyene i deltaområdet vil være tørrlagt. En gradientøkning vil sannsynligvis inntreffe på strekningen Årnestangen - Øya/Fetsund (se fig. 2). Det forventes at gradienten vil være høyere enn ved en moderat vannføring ved samme vannstand og lik den som er beskrevet ovenfor. Dette vil føre med seg en forskyvning av sedimentasjonsbasis lenger ned i deltaområdet enn hva som var tilfelle under flommen i 1967. Med høyere vannføring og større materialtransport enn under en normalsituasjon, kan større mengder materiale avsettes lenger ned i deltaområdet. For å oppnå en vannstand på 106.5 m under dagens forhold må det inntreffe en vannføring høyere enn i 1967. Etter utbedringer som er foretatt ved Solbergfoss siden 1967 er det allerede gjennomført en senkning. Vannstanden under flomkulminasjonen i 1995 var omkring 2 meter lavere enn i 1967, selv med en noe høyere vannføring. Vannstanden var allikevel så høy at øyene i deltaområdet var oversvømmet. På grunn av antatt større strømhastigheter ved en senkning under 103 meter, kan hovedområdet for sedimentasjon i en slik tenkt situasjon forflyttes lenger ned i elveløpet enn i 1995. En slik situasjon kan føre til erosjon og senking av elvebunnen høyere opp i Glomma. Erosjonsterskelen ved Fetsund vil imidlertid beskytte mot en videre senking av elveløpet i området ved broene. Terskelens innvirkning på strekningen videre opp mot Bingsfoss vil være å stabilisere erosjonsbasis, men områdene kan fremdeles være sårbare. Spesielt kritisk kan det være under høy vannføring på lav vannstand i Øyeren. Påkjenningen på elvebreddene på strekningen Årnestangen - Fautøya vil øke i en slik situasjon. Konsekvensen kan bli et gjennombrudd og en forflytning av Glommas hovedløp lenger mot vest. Påkjenningen direkte på terskelkonstruksjonen vil også øke, med større risiko for brudd.

For vannstander over 103 m o.h. vil deltaområdet oversvømmes. Det er sannsynlig at gradientene i elveinnløpet vil reduseres. Forløpet kan ligne på situasjonen under flommen i 1995. Erosjon forårsaket av vannstandssenkning mellom 103 og 106.5 m kan derfor få et begrenset omfang, men forholdene bør undersøkes nærmere.

5.2 Kraftproduksjon i flomtunnelen

Når overføringen benyttes til kraftproduksjon, er det planlagt at vannføringen skal være på 100 m³/s. I perioden 1/8 til 1/5 skal det være effektproduksjon med begrenset varighet (se tabell 2). Hvis forslaget til tunnelinntak ved Nordby syd for Snekkervika blir aktuelt, må alle overføringer finne sted på vannstander over 101 meter, på grunn av at bunnen ligger på dette høydenivået. Det vil antagelig være

nødvendig å etablere en kanal fra tunnelinntaket og inn i reservatet til Glommas hovedløp ved Rundsand, for å sikre tilstrekkelig vanntilførsel.

Tabell 2. Vannmengder som vurderes tappet fra Øyeren i en flomtunnel.

Vannføring m ³ /s	Varighet	Tidsrom	Merknad
inntil 600	14 dager	15/5 - 15/7	Flomavledning
100	6 uker	1/5 - 1/8	Energiproduksjon
100	0800 - 1600 ma - fr	1/8 - 1/5	Effektproduksjon

Sedimentkonsentrasjonene i Øyeren og tilløpsvassdragene er naturlig høye og har økt i de senere år (Bogen, Berg og Sandersen 1993). En overføring av vann vil i tillegg føre med seg oppvirkvlede sedimenter fra gruntvannsområdene i Øyeren. Dette kan få konsekvenser for vannkvaliteten i indre Oslofjord.

5.3 Naturreservatet

Nordre Øyeren med Glommas delta er fredet som naturreservat. Erosjon og sedimentasjon er naturlige prosesser som har betydning for det biologiske mangfoldet i naturreservatet.

I den nåværende tilstand foregår løpsforflytningene i deltaet forholdsvis sakte og erosjon følges av sedimentasjon og oppbygning av nytt land. Ved den typen erosjon og hurtige løpsforflytninger som kan forårsakes av at en flomtunnel holder vannstanden lav, kan deler av deltaflaten forsvinne uten at nytt land bygges opp i deltaområdet. Dette vil ha innvirkning på arealbruken og kan få konsekvenser for plante og dyrelivet. Ved en videre planlegging av en flomtunnel bør det derfor utføres mer omfattende konsekvensanalyser.

Lignende situasjoner har vært registrert i norske vassdrag, om enn i noe mindre skala. Ved iverksettelse av reguleringen av Årøy kraftverk i indre Sogn i begynnelsen av 80 - årene, oppsto store erosjonsskader i deltaet fordi innsjøen Veitastondsvatn ble holdt kunstig lav under vårflommen. Selv om reguleringen var innenfor naturlige vannstands-variasjoner, ble deler av munningsområdet erodert vekk i løpet av kort tid.

For landbrukets vedkommende vil en flomavledning føre til at arealer innenfor deltaområdet blir mer erosjonsutsatt. For arealer langs Leira opp mot Leirsund vil situasjonen bli gunstigere.

6. Referanser

- Bogen, J., Berg, H. og Sandersen, F. 1993. Forurensning som følge av leirerosjon og betydningen av erosjonsforebyggende tiltak. Sluttrapport. NVE - Publikasjon nr 21, 86s.
- NVE, 1968. En vurdering av hastighetsøkninger i Glomma på strekningen Øyeren - Bingsfoss ved forskjellige senkningsalternativer for Øyeren (Upublisert bilag nr. 14 til "Innstilling om sikring mot skadeflom i Glomma- og Lågenvassdragene")
- NVE, 1968b. Forbygningsarbeider Bingsfoss - Øyeren, kart og profiler. (Upublisert notat, NVE/ Forbygningsavdelingen 30/8- 68).
- NVE, 1976. Bunnforsterking i Glomma ved Fetsund. Upublisert notat, NVE/ Forbygningsavdelingen 8/9-76
- Pedersen, L. 1981. Glommas delta i Øyeren. En fluvialgeomorfologisk studie med en oversikt over de siste 200 års utvikling. Upubl. hovedoppgave. Geogr. inst. UiO.
- Utvalg for sikring mot skadeflom 1969. Innstilling om sikring mot skadeflom i Glomma- og Lågenvassdragene. Industridepartementet 1969, 137 s.

Denne serie utgis av Norges vassdrags- og energiverk (NVE)
Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 OSLO

I 1996 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

- Nr 1 Ole Einar Tveito og Hege Hisdal: Forbedring av ekstrapolasjonsrutinen i KOFOT. (31 s)
- Nr 2 Sylvia Smith-Meyer og Truls Erik Bønsnes: Erosjonsutsatte områder langs Sogna, Gardermoen. Fotoregistrering 20.-22.nov. 1995. (89 s.)
- Nr 3 Leif J. Bogetveit: Flomvannstander Sarpsfossen-Rakkestadelva juni-95, (002.A0). (10 s.)
- Nr 4 Heidrun Kårstein: Sluttrapport for grunnvannsundersøkelser i Jostedalen. (24 s.)
- Nr 5 Bjarne Kjølmoen: Massebalansemålinger. Storsteinsfjellbreen (173.AB6Z) 1991-95. Sluttrapport. (23 s.)
- Nr 6 Ingjerd Haddeland: Beregning av flomvannstand ved Åmot bru. (9 s.)
- Nr 7 Roger Sværd: Longyearbyen - Elvesletta. Preliminær flomberegning. (26 s.)
- Nr 8 Knut Aune Hoseth (red.) og Tuva Cathrine Daae: Longyearbyen - Elvesletta. Vassdragstekniske vurderinger (34 s.)
- Nr 9 Arve M. Tvede: Overføring av Erdalselva (073.27) til Aurland. Konsekvenser for is- og vanntemperaturforhold. (20 s.)
- Nr 10 Jim Bogen og Truls Erik Bønsnes: Flomtunnel Øyeren - Oslofjorden. En vurdering av konsekvensene for erosjon i deltaet i nordre Øyeren. (15 s.)