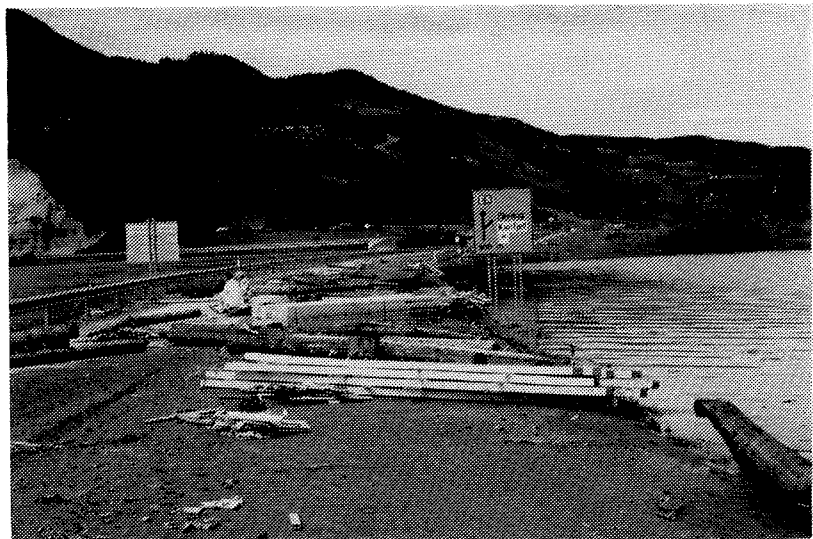


Intern rapport nr. 1828

Flommen på Østlandet i juni 1995



Desember 1995

Veglaboratoriet

Flommen på Østlandet i juni 1995

Sammendrag

I månedsskiftet mai/juni ble Østlandsområdet rammet av flom. Den gjorde seg mest gjeldende i Glomma og Gudbrandsdalslågen med sideelver, og det var særlig Oppland og Hedmark fylker som ble rammet.

Flommen hadde sitt utspring i en snørik vinter, sen snøsmelting og høy temperatur kombinert med regnvær når snøsmeltinga først kom i gang.

For Vegvesenet medførte flommen stengning av veger på grunn av oversvømmelse eller skader på vegen. Blant annet var E6 gjennom Gudbrandsdalen og riksveg 3 gjennom Glåmdalen/Østerdalen stengt i flere dager. I begge vassdragene ble det registrert flomnivåer tilsvarende beregnet hundreårsflom.

De totale kostnader for Statens Vegvesen forbundet med flommen er foreløpig beregnet til ca. 76 millioner kroner. Stort sett kan man si at vegnettet har tålt flomsituasjonen relativt godt, og at skadene i hovedsak har oppstått på eldre deler av vegnettet.

Rapporten inneholder manus til et foredrag ved Geoteknikkdagen 1995. Videre er det i vedlegg gjengitt kopier av overheadillustrasjoner benyttet ved et innlegg om flommen ved PIARC-kongressen i Montreal høsten 1995.

Emneord: *Flom, erosjon, skader*

Seksjon: *Geologi og Geoteknikk*
Saksbehandler: *F. Oset, G. Refsdal, Å. Knutson, J. Vaslestad og T. E. Frydenlund*
Dato: *Desember 1995*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Veglaboratoriet

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

	Side
1. Innledning	1
2. Flommens påvirkning på vegnettet og vegtrafikken	2
3. Konsekvenser for framtidig planlegging	8
4. Oppsummering	9
Vedlegg 1 - 10: Overheadkopier fra T. E. Frydenlunds foredrag ved PIARC - kongressen i Montreal	

**ÅRHUNDRETS FLOM - KONSEKVENSER FOR FRAMTIDIG PLANLEGGING /
PROSJEKTERING / INFRASTRUKTUR**

Frode Oset,	Veglaboratoriet
Geir Refsdal,	"
Åsmund Knutson,	"
Jan Vaslestad,	"

1. INNLEDNING

I månedsskiftet mai / juni i år var nyhetsbildet her til lands sterkt preget av flommen i østlandsområdet. Det var til tider svært dramatisk med gjennomrudd i flomverk og elver som tok nye løp, og påfølgende ødeleggelser av hus og eiendom.

Flommen hadde sitt utspring i en snørik vinter, sen snøsmelting og høy temperatur kombinert med regnvær når snøsmeltinga først kom i gang.

For Statens vegvesen medførte flommen stengning av veger på grunn av oversvømmelse og en del steder også ødeleggelse eller skade på vegen. Det ble opprettet beredskapsgrupper ved de berørte vegkontorene, og disse hadde mer enn nok med å legge opp planer for omkjøringsruter og skilte disse, samt få i gang opprydding og tilstandsvurdering etter hvert som vannet trakk seg tilbake. Det var særlig Oppland og Hedmark som ble rammet, og i noen grad også Akershus og Østfold.

Flommen medførte blant annet stengning av både E6 og riksveg 3, og dermed ble det tildels lange og problematiske omkjøringer for tungtrafikken gjennom Gudbrandsdalen og Østerdalen / Glåmdalen. I forbindelse med vegstengningene ble det fra flere hold stilt spørsmålstegn ved det flomnivået vegene var dimensjonert for.

Vegvesenets kostnader i forbindelse med flommen er beregnet til ca. 76 millioner kroner.

	Riksveger (mill. kr)	Fylkesveger (mill. kr)	Sum (mill. kr)
Reparasjoner, infrastruktur	43.5	23.5	67.0
Forebyggende tiltak	5.5	2.0	7.5
Annet	0.7	0.3	1.0

Figur 1. Vegvesenets kostnader til reparasjoner og forebyggende tiltak

Til sammenlikning kan det nevnes at det årlige vedlikeholdsbudsjettet for riksveger ligger på ca. 3.6 milliarder kroner.

2. FLOMMENS PÅVIRKNING PÅ VEGNETTET OG VEGTRAFIKKEN

Vegstengninger og omkjøringer

Som nevnt var hovedvegforbindelsene nordover gjennom Gudbrandsdalen og Glåmdalen / Østerdalen brutt i en periode. I tillegg var flere andre riks- og fylkesvegforbindelser stengt.

I Elverum og Kongsvinger ble to store betongkulverter (Leiret bru og Vinger tunnel) fylt med vann. Disse var bygget slik at de skulle fylles med vann for å begrense oppdriften når flommen gikk over et visst nivå.

Vegstengninger, omskiltning og etterhvert opprydding og reparasjoner stilte Vegvesenets driftsberedskap på en hard prøve. I ettertid synes det å være enighet om at vegkontorene taklet denne kraftanstrengelsen bra. Informasjonsbehovet var enormt, og informasjonssentralene fikk også tildels god hjelp av lokale radiostasjoner.

Redusert bæreevne

Når en vegoverbygning settes under vann reduseres bæreevnen. En veg som er tillatt for 10 tonn aksellast tåler imidlertid normalt dette med gode marginer. På en kortere strekning og for en kortere tid behøver det derfor ikke å innebære noen vesentlig reduksjon i dekkelevetiden om man opprettholder tillatt aksellast. I en flomsituasjon der vannet er på retur, vil det ofte være behov for å redusere tillatt aksellast fordi vegkantene er svake. Nedsetting av tillatt aksellast og/eller innsnevring av kjørebanelen ble derfor hyppig benyttet i kortere perioder under flommen. Redusert aksellast helt ned til 1 tonn ble benyttet, det vil si at disse strekningene i praksis kun var åpne for personbiler.

De vegene vi har i dag, i alle fall på riksvegnettet, har stort sett så gode overbygninger at de skal kunne tåle en flom. Vegskuldrene får redusert innspenning ved oppbløting, eller svake vegkanter kan oppstå på grunn av erosjon og undergraving. I områder med mulig flom er derfor beskyttelsen av vegoverbygningen vesentlig.

En god overbygning betyr i flomsammenheng gjerne en oppbygning med stein i forsterkningslaget, og et pukkbærelag eller et bærelag av stabiliserte materialer. Et grusbærelag er det som kan ha størst problemer. Når det likevel ofte går bra også med slike bærelag, kan det tildels skyldes at stadige dekkefornyelser har øket lastfordelingen over grusbærelaget.

Det ble enkelte steder benyttet dreietrykksondering for raskest mulig å få et mål på fastheten i vegkroppen. DCP-måler (Dynamic Cone Penetration) ble også benyttet for å få et mål på fasthet i bærelag og forsterkningslag.

Bæreevnmålinger med fallodd og/eller Dynaflect viste seg å ikke være pålitelige nok på mange av de bløte vegstrekningene. Metoden baserer seg på at slag eller dynamisk belastning påføres vegdekket og tilsvarende vertikaldeformasjoner måles. Dette har noe til felles med å ta mageplask ved stuping; En god del av slagenergien går i vannfasen, idet vannet ikke har tid til å vike unna.

Benkelman-metoden egnet seg bedre. Her blir målebjelken stillet på plass under hjulet på målebilen, og når bilen kjøres bort ser man hvor mye asfalten hever seg. Fordi dette foregår saktere, vil deformasjonen gi klarere beskjed om den virkelige bæreevnen. Slike målinger ble gjort langs en del strekninger der man løpende vurderte hvor tung trafikk som skulle settes på.

Erosjonsskader

Skadene på vegene som følge av erosjon varierte fra mindre kantskader og utrasing av rekkverk til større utvaskinger. Enkelte steder var det oppstått fullstendig brudd i vegbanen ved at hele eller deler av vegen var vasket bort ved erosjon, men de fleste skadene var mindre dramatiske.

Utvasking i selve vegkroppen (vanligvis i underbygningen) kunne vise seg i form av svanker og hull i vegbanen. Det var hull med diameter 0.5 - 2 m og varierende dybde. Dette var skader som i noen grad utviklet seg over tid ved at utvaskingen kunne ha skjedd opptil 3 - 4 meter under asfalten, og at hulrommet "åt" seg oppover til man brått fikk en synlig skade på vegbanen. Vi må være forberedt på at en del av disse skaden først blir synlige etter en tid, kanskje først etter neste års teleløsning.

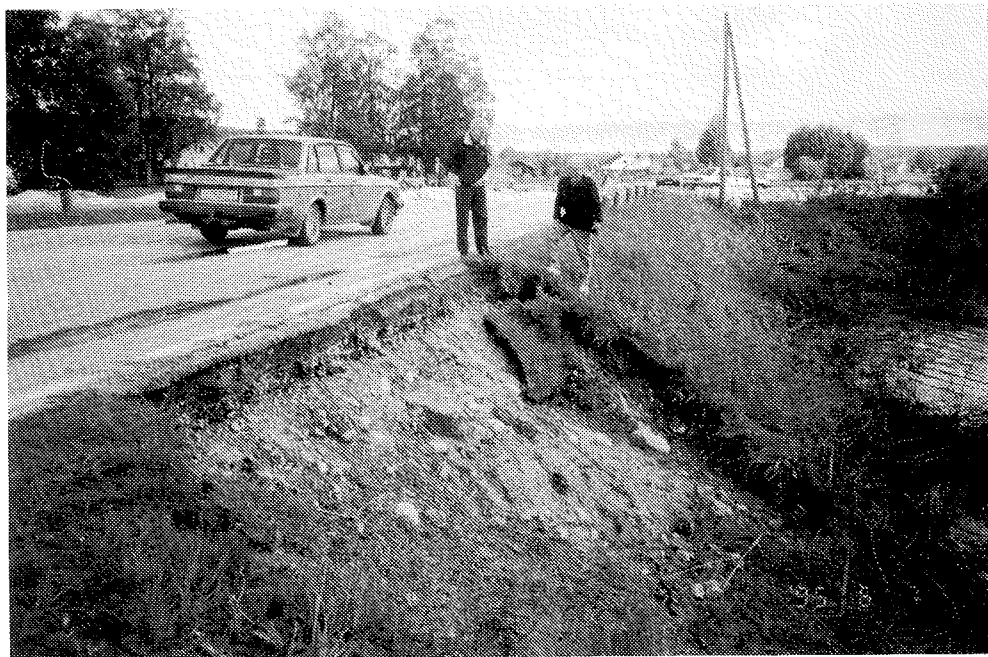
Ved bruene er det typisk at tilløpsfyllingene inn mot landkarene har fått skader, mens selve brukonstruksjonene er uten skader.

Rent generelt var hovedinntrykket at de nyere vegene klarte seg bra, og at erosjonsskadene i størst grad oppsto på eldre deler av vegnettet.

I det følgende er det gitt en beskrivelse av en del typiske skader på veger i Oppland og Hedmark, observert ved befaringer i tidsrommet 5. - 21. juni.

Rv 210 ved Nesa bru i Hedmark

Figur 2. Typisk hull i vegbanen ved landkar som følge av utvasking. Fra rv. 210 ved Nesa bru i Hedmark.

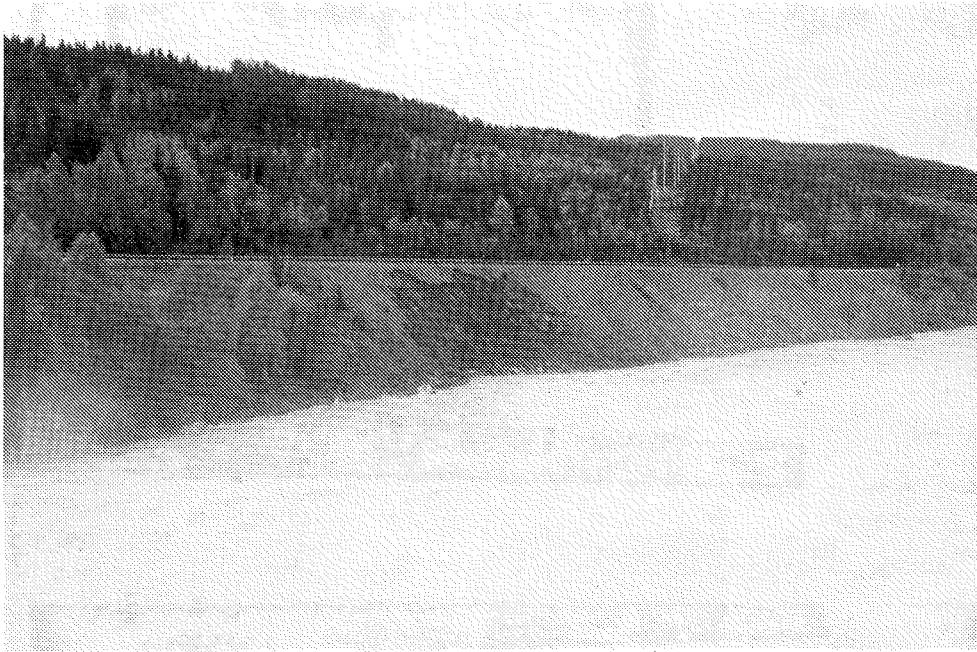
Fv 206 ved Sandstad bru i Hedmark

Figur 3. Erosjon i skråning (overflateglidning) på grunn av høy vannstand og vannstrømning. Fra fv. 206 ved Sandstad bru i Hedmark

E6 ved Hunderfossen

Her skjedde det en utrasing i en 10 - 15 m høy vegfylling ut mot Lågen, forårsaket av erosjon i fyllingsfoten. Vannmassene fra Hunderfossen sto på det verste over den etablerte erosjonssikringen, og erosjonen førte til en utrasing i overflaten på fyllingen, ned til ca. 2 m dybde.

E6 ble innsnevret forbi stedet inntil fyllingsfot og erosjonssikring var gjenoppbygget.



Figur 4. Erosjonsskade på E6 ved Hunderfossen

E6 ved Mageli

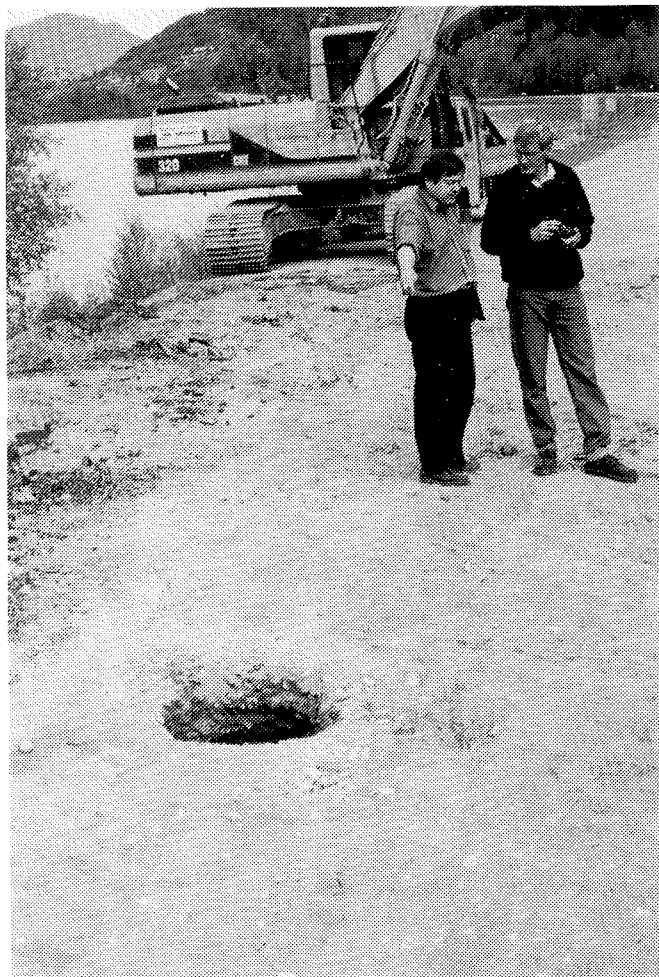
Her krysser elva Rolla under E6 i en betongkulvert. Kulverten ble for trang i flommen, og elva tok nytt løp langs E6 et stykke, før den gikk over vegen og ut i Lågen litt lenger nord.

Massetransporten i elva var voldsom, og den la igjen et par tusen kubikkmeter masse (hovedsakelig stein og blokk) langs E6. Grunnmuren under et nærliggende bolighus ble også delvis ødelagt.



Figur 5. Elva Rolla tok nytt løp langs E6 ved Mageli

Ved opprydding på stedet oppsto det plutselig et krater på 0.5 - 0.7 m diameter midt i vegbanen. Krateret var trolig en utløper av en kanal som var vasket ut gjennom vegkroppen. Utbedring skjedde ved oppgraving og tilbakefylling med stein.



Figur 6. Et hull oppsto plutselig ved utbedring av E6 ved Mageli

Fv 434 ved Arneberg bru i Hedmark

Her var det utvasking i begge tilløpsfyllingene slik at det oppsto svanker og kratere i vegbanen bak begge landkarene. Skadene utbederes ved oppgraving og tilbakefylling med stein.



Figur 7. Hull i vegbanen på tilløpsfylling ved Arneberg bru, fv 434 i Hedmark.

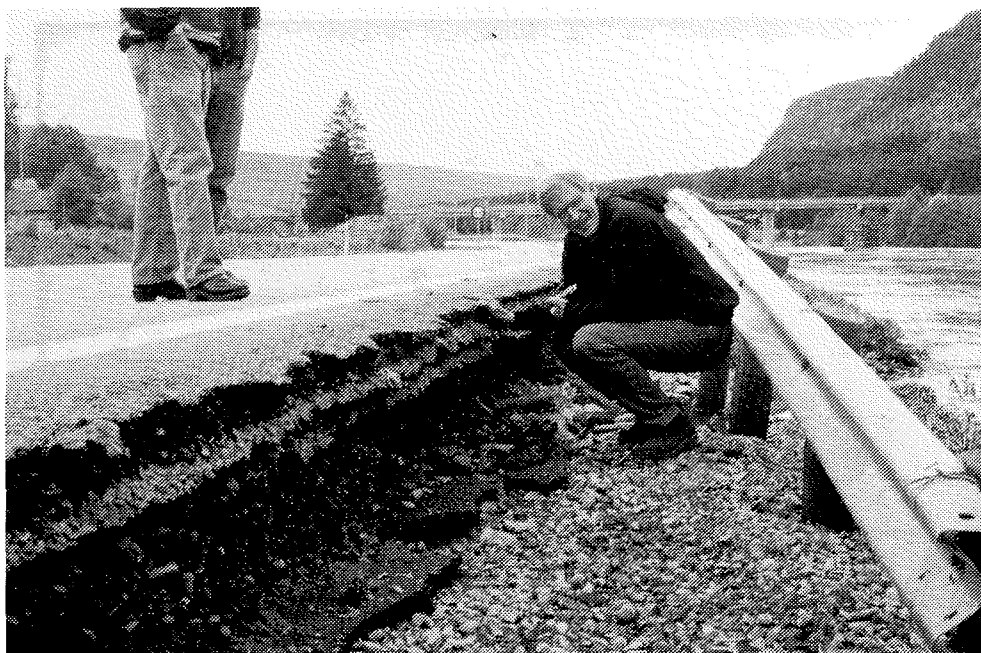
200 meter fra brua hadde flommen brutt igjennom vegfyllingen og gravd ut et parti på nærmere 80 m lengde. Høyden på fyllingen var 13 - 14 meter, og 25 - 30000 m³ masse forsvant.



Figur 8. Gjennombrudd i vegfylling på fv. 434 ved Arneberg bru i Hedmark.

E6 ved Tingberg i Gudbrandsdalen

Her var det erosjonsskader i kanten av vegfyllinga ut mot Lågen. Vegskulderen var delvis vasket bort, og på enkelte partier hadde rekkverket rast ut.



Figur 9. Kantskade på E6 ved Tingberg i Gudbrandsdalen.

3. KONSEKVENSER FOR FRAMTIDIG PLANLEGGING

Vegens høyde (nivå)

Ved fastlegging av vegens høyde i potensielle flomområder tas utgangspunkt i en vurdering av hvilket sikkerhetsnivå som bør legges til grunn. Noe avhengig av vegtype, ÅDT og omkjøringsmuligheter vil en normalt prøve å sikre seg mot en hundreårsflom; Dvs. den flom som statistisk sett opptrer en gang i løpet av en 100-års periode. Dette må i størst grad sees i forhold til omkjøringsmulighetene i det enkelte tilfellet.

Vegplanleggeren bør imidlertid i dag ikke være fornøyd med bare å fastlegge høyden ut fra hundreårsflommen. Forutsetningene kan også endres over tid. Et eksempel kan illustrere dette:

På Gamle Strømsvei ved Sentralsykehuset i Akershus ble den aller første vegfylling av skumplast (EPS) bygget i 1972 over et myrområde der setningene var ca.10 cm årlig. En flom som går for høyt over en skumplastfylling kan gi oppdrift som ødelegger vegen totalt. Hundreårsflommen ble derfor benyttet som utgangspunkt for dimensjonerende høyde, selv om denne vegen var midlertidig.

Da hundreårsflommen likevel kom ca. 15 år etterpå skyldtes dette ikke at den da statistisk sett hadde inntruffet, men at avrenningsforholdene i mellomtiden hadde endret seg så mye pga. utbygging, og at utløpet for området også var innsnevret så mye at dimensjoneringsforutsetningene ikke lenger var til stede. (Stedet het forresten Flom bru.)

Vegplanleggeren i dag står derfor overfor den oppgave, ikke bare å fastlegge hva som er en hundreårsflom, femtiårsflom e.l. i dag, men også i en tenkt situasjon om 20 - 50 år.

Vegens nivå vil ellers måtte ta hensyn til mange andre randbetingelser, bl.a. landskapsestetiske hensyn, kryssing av jernbane og andre veger m.v.

Vegens oppbygging

I mange tilfeller bør det ved et samarbeid mellom Vegvesenet og vassdragsmyndighetene være mulig å bygge opp vegfyllinger med en tetningskjerne/membran som et ledd i et flomsikringsprogram. Dette ble gjort på Fåvang i midten av 80-årene, og det er planer om et tilsvarende tiltak i Lillestrøm-området på rv. 159. Hovedpoenget er da å sikre vegens skuldre og skråninger mot erosjon og undergraving, og å dimensjonere den som damkonstruksjon.

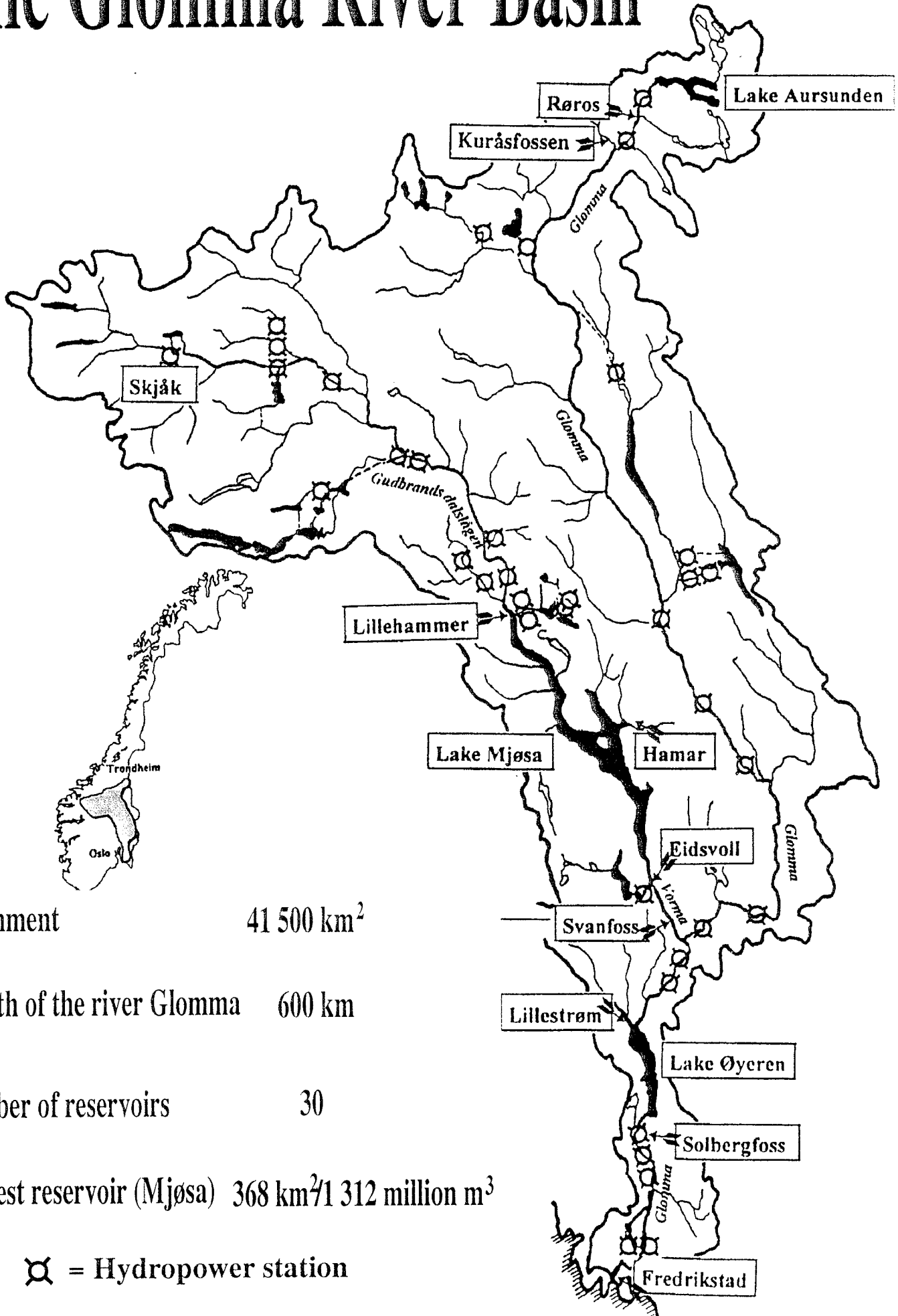
4. Oppsummering

- Vegvesenets kostnader i forbindelse med flommen er hittil beregnet til ca. 76 mill. kr.
- Skadene oppsto i hovedsak på eldre deler av vegnettet
- Hundreårsflommen kan være et usikkert begrep
- Ved nyanlegg betyr omkjøringsmulighetene svært mye i valg av nivå for flomsikring
- Vegoverbygningen tåler flom - dens "innpakning" må sikres

Vedlegg 1 - 10

Overheadkopier fra Tor Erik Frydenlunds foredrag ved PIARC - kongressen i Montreal høsten 1995, vist sammen med bilder gjengitt foran i rapporten for illustrasjon av skader på vegnettet.

The Glomma River Basin



Catchment 41 500 km²

Length of the river Glomma 600 km

Number of reservoirs 30

Largest reservoir (Mjøsa) 368 km²/1 312 million m³

⊗ = Hydropower station

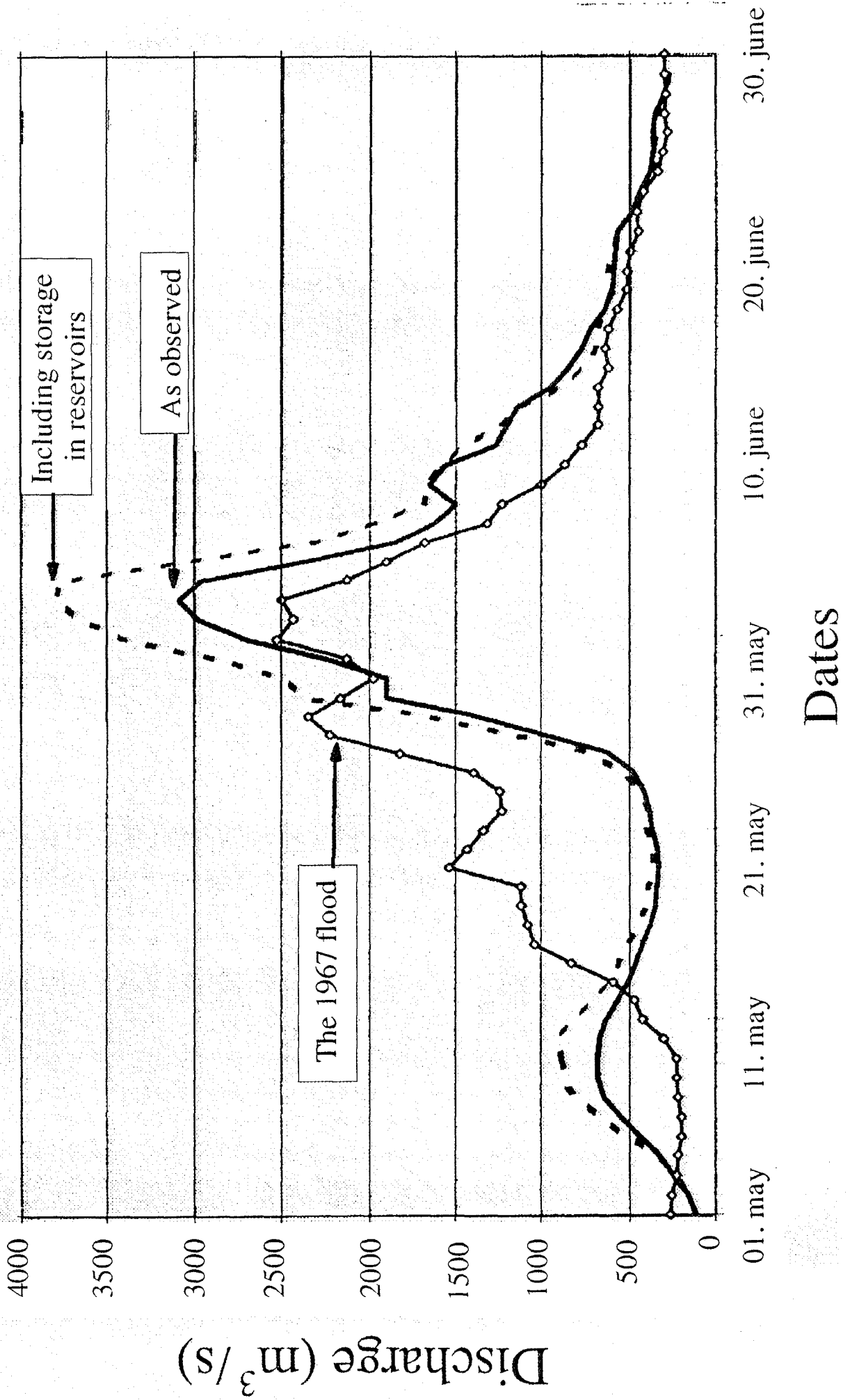
The Glomma River Basin - 1995

Hydrological conditions:

- * Snow storage 130 - 150 % of normal - end of April
- * May was colder than normal - snowmelting delayed
- * Snow storage 24th May ~ 9 billion m³ of water
- * 22nd - 25th May - increase in temp. 5 - 10 °C
- * 25th May-2nd June - 4 bill. m³ of meltwater released
- * Meltwater ~ 100 mm precipitation over whole area
- Locally meltwater ~ 150 - 200 mm precipitation
- * 28th May - 1st June 50 -70 mm precipitation in area
- * 25th May increased discharge - culmination 2nd June

The 1995 - flood at Mjøsa

(Compared with the 1967 - flood)



The Glomma River Basin - floods

Major floods

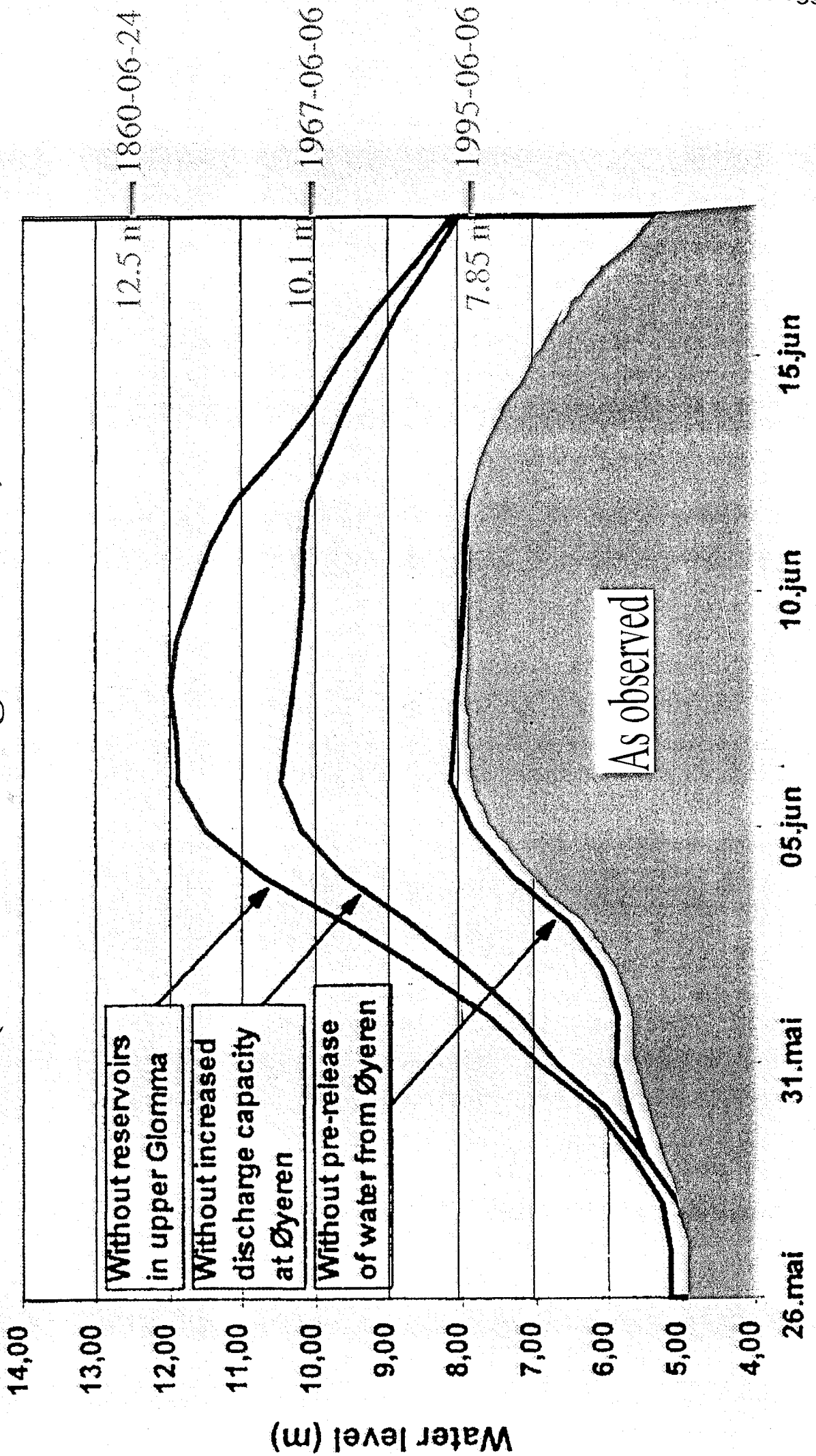
Flood levels at lake Mjøsa

Year	Relative flood level (m)
1789	10.1 (Storofsen)
1860	10.1
1927	8.4
1967	7.7
1995	7.9

The 1995-flood at Lake Øyeren

(flood reducing elements)

Historical flood levels:
15 m — 1789-07-25



The Glomma River Basin - 1995

Impact on infrastructure:

- * 7 000 people evacuated from their homes
- * 10 000 Police, Army and Home Guards called out
- * 140 km² of cultivated farmland flooded - crop destr.
- * 100 km of main roads & 470 km of railways were temporarily out of service
- * Sewage treatment plants were drowned - sewage from 60 000 persons entered river system
- * Numerous houses, shops etc. damaged (500 old h.)
- * Total damage ~ 1.3 - 1.5 bill. NOK (~ 0.2 bill. USD)

Effect on highways

Out of service:

Main national roads E6, Rv 3 - closed < 1 week
Main arteries north-south

Road network - reestablished in 2 - 3 weeks
Alternative routes locally

Effect on highways

Repair costs :

	Main roads Million NOK USD	County roads Million NOK USD	Total Million NOK USD
Infrastructure	43.5 (6.7)	23.5 (3.6)	67.0 (10.3)
Preventive act.	5.5 (0.8)	2.0 (0.3)	7.5 (1.1)
Other	0.7 (0.1)	0.3 (0.05)	1.0 (0.2)
Sum	49.7 (7.6)	25.8 (4.0)	75.5 (11.6)

National annual maintenance budget:

Main roads 3.6 bill. NOK (0.6 bill.USD)

The Glomma River Basin - floods

Water management:

- * Reservoirs
- * Dikes
- * Flood prediction
- * Discharge capacities
- * Meteorological observations

Road network:

- * Location - elevation
- * Cost/benefit - repair costs
- * Alternative routes

The Glomma River Basin - floods

Probabilities of major floods occurring:

- * The meteorological conditions for the 1995 flood will repeat (100 - 400 years flood)
- * The probability of a similar flood occurring in 1996 or 1997 is the same as in 1995
- * Have we seen the most severe flood yet ? - probably not