HYDRA

1997

NVE

Hydra årsrapport 1997

HYDRA - et forskningsprogram om flom

HYDRA er et forskningsprogram om flom initiert av Norges vassdrags- og energiverk (NVE) i 1995. Programmet har en tidsramme på 3 år, med avslutning medio 1999, og en kostnadsramme på ca. 18 mill. kroner. HYDRA er i hovedsak finansiert av Olje- og energidepartementet.

Arbeidshypotesen til HYDRA er at summen av alle menneskelige påvirkninger i form av arealbruk, reguleringer, forbygningsarbeider m.m. kan ha økt risikoen for flom.

Målgruppen for HYDRA er statlige og kommunale myndigheter, forsikringsbransjen, utdannings- og forskningsinstitusjoner og andre institusjoner. Nedenfor gis en oversikt over fagfelt/tema som blir berørt i HYDRA:

- **Naturgrunnlag og arealbruk**
- **Skaderisikoanalyse**
- **Tettsteder**
- **Miljøvirkninger av flom og flomforebyggende tiltak**
- **Flomdemping, flomvern og flomhandtering**
- **Databaser og GIS**
- **Modellutvikling**

Sentrale aktører i HYDRA er; Det norske meteorologiske institutt (DNMI), Direktoratet for naturforvaltning (DN), Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB), Jordforsk, Byggforsk, Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges Landbrukshøgskole (NLH), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Norges vassdrags- og energiverk (NVE), Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS), Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Norsk Regnesentral (NR) SINTEF, Stiftelsen for Naturforskning og Kulturminneforskning (NINA/NIKU), Østlandsforskning (ØF) og universitetene i Oslo og Bergen.

HYDRA - a research programme on floods

HYDRA is a research programme on floods initiated by the Norwegian Water Resources and Energy Administration (NVE) in 1995. The programme has a time frame of 3 years, terminating in 1999, and with an economic framework of NOK 18 million. HYDRA is largely financed by the Ministry of Petroleum and Energy.

The working hypotesis for HYDRA is that the sum of all human impacts in the form of land use, regulation, flood protection etc., can have increased the risk of floods.

HYDRA is aimed at state and municipal authorities, insurance companies, educational and research institutions, and other organization.
An overview of the scientific content in HYDRA is:

- **Natural resources and land use**
- **Risk analysis**
- **Urban areas**
- **Flood reduction, flood protection and flood management**
- **Databases and GIS**
- **Environmental consequences of floods and flood prevention measures**
- **Modelling**

Central institutions in the HYDRA programme are; The Norwegian Meteorological Institute (DNMI), Directorate for Nature Management (DN), The Glommens and Laagens Water Management Association (GLB), Centre of Soil and Environmental Research (Jordforsk), Norwegian Building Research Institute (Byggforsk), The Norwegian Geological Survey (NGU), The Agriculture University of Norway (NLH), The Norwegian University of Science and Technology (NTNU), The Norwegian Water and Energy Administration (NVE), The Norwegian Institute of Land Inventory (NIJOS), The Norwegian Institute for Water Research (NIVA), Norwegian Computing Center (NR), The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology (SINTEF), The Norwegian Institute for Nature and Cultural Heritage Research (NINA/NIKU), Eastern Norway Research Institute (ØF), and the Universities of Oslo and Bergen.

Innhold

HYDRA ÅRSRAPPORT 1996-1997 2

Vedlegg 1
Årsrapport fra de ulike faggruppene 5

Vedlegg 1.1
Årsrapport fra Databaser og GIS 5

Vedlegg 1.2
Årsrapport fra Flomdemping,
flomvern og flomhandtering 11

Vedlegg 1.3
Årsrapport fra Miljøkonsekvenser av flom og
flomforebyggende tiltak 17

Vedlegg 1.4
Årsrapport fra Modellutvikling 24

Vedlegg 1.5
Årsrapport fra Naturgrunnlag og arealbruk 25

Vedlegg 1.6
Årsrapport fra Skaderisikoanalyse 27

Vedlegg 1.7
Årsrapport fra Tettsteder 30

Vedlegg 2
Organisasjonskart for HYDRA 35

Vedlegg 3
Utgitte HYDRA-notat i 1997 36

Årsrapport 1996-1997

INNLEDNING

Våren 1995 søkte NVE om midler til FoU-programmet HYDRA med bakgrunn i de store flomkatastrofene i Vest-Europa, USA og Kina. Det var ønskelig å se på forholdene i Norge, slik at en var føre var ved en eventuell flom. Glomma/Lågen ble utpekt som aktuelt studieobjekt.

Vårflommen på Østlandet i 1995 aktualiserte programmet og påvirket oppstarten. Følgende arbeidshypotese for HYDRA ble satt opp: "Summen av alle menneskelige påvirkninger i form av arealbruk, reguleringer, forbygningsarbeider m.m. kan ha økt risikoen for flom. Programmet vil gjennom resultatene gi grunnlag for å teste denne hypotesen.

ORGANISERING

HYDRA er et NVE-program, men gjennomføringen er overlatt til en egen styringsgruppe som ble oppnevnt av Vassdrags- og energidirektøren. Gruppen ledes av fylkesmann Erling Norvik. Styringsgruppen har ansvar for at programmet gjennomføres slik at målene nås innenfor fastsatte rammer for økonomi og tid. Gruppen, som rapporterer til NVE, skal godkjenne årlige budsjetter og arbeidsprogrammer innenfor de fastsatte rammer. Professor Arnor Njøs ble engasjert som programleder, og programadministrasjonen ble lagt til etatens forsknings- og utviklingsseksjon. Hovedtyngden av finansieringen er bevilgning over statsbudsjettet.

Konstituerende møte i styringsgruppen ble holdt 12. mars 1996 og ytterligere tre møter ble avviklet det året. I 1997 har det vært avholdt tre møter.

Gjennomføringen av programmet ble lagt opp med sikte på å knytte til seg landets ledende fagmiljøer innen de aktuelle tema. Samarbeidet omfatter 17 institusjoner med rundt 50 medarbeidere. Ulike prosjektgrupper (se nedenfor) er etablert, og prosjektlederne utgjør programmets fagutvalg sammen med programadministrasjonen. Programlederen er fagutvalgets leder. Dette utvalget er først og fremst en rådgivende gruppe for programlederen for å lette samordning og gjennomføring av arbeidet i HYDRA. Fagutvalget hadde sju møter i 1996 og to møter i 1997.

Etter flommen i 1995 ble Flomtiltaksutvalget nedsatt ved kgl. res. 13.07.95. Utvalget, med Arnor Njøs som leder, tok for seg tiltak og virkemidler for å redusere samfunnets sårbarhet for flom. Utvalgets innstilling ble avgitt 13. august 1996 (NOU 1996: 16).

Fra starten av ble det lagt opp til en nær kontakt mellom HYDRA og Flomtiltaksutvalget. Anbefalingene fra utvalget var tiltaksrettet, og HYDRAs innhold ble justert ut fra hensyn til dette. Dette gjaldt spesielt regulering og manøvrering, flomdempingsmagasiner og flomsikringstiltak samt videreutvikling av skadegrunnlaget ved erstatninger for flomskader.

HYDRAs virksomhet er knyttet opp til følgende faggrupper:

- Databaser og geografiske informasjonssystem (D-gruppen)
- Flomdemping, flomvern og flomhandtering (F-gruppen)
- Miljøkonsekvenser av flom og flomforebyggende tiltak (Mi-gruppen)
- Modellutvikling (Mo-gruppen)
- Naturgrunnlag og arealbruk (N-gruppen)
- Skaderisikoanalyse (R-gruppen)
- Tettsteder (T-gruppen)

Ved HYDRAs oppstart inngikk modellutvikling i D-gruppen , og miljøkonsekvenser av flom og flomforebyggende tiltak i R-gruppen. I løpet av første halvdel av 1997 ble det etablert en egen miljøgruppe (Mi-gruppen). Dette ble gjort for å øke innsatsen på miljøspørsmål relatert til flom. Sommeren 1997 ble det etablert en egen gruppe for modellutvikling (Mo-gruppen), der alle øvrige faggrupper er representert. Modellutvikling og testing står sentralt i programmet. En rekke ulike modeller er prøvd i det vassdragsfaglige og hydrologiske arbeidet. Det er viktig å ha god oversikt over disse og kunne se de ulike modeller i sammenheng. Erfaringene fra arbeidet med Vassdragssimulatoren ble derfor trukket inn mtp. å utvikle et samordnende modellsystem.

I det følgende er det gitt et sammendrag av resultatene fra de ulike faggruppene. Organiseringen i faggrupper har en fare ved at sammenhengen i programmet kan bli for liten. Gjennom møter i fagutvalget, seminarer og samarbeid på tvers av gruppene har en tatt sikte på å unngå for stor oppsplitting. Mot slutten av perioden vil arbeidet i modellgruppen bli et syntesearbeid, ved at virksomheten i denne gruppen blir konsentrert om helheten i programmet.

Når det gjelder gjennomføring i forhold til tidsplanen, varierer det noe fra gruppe til gruppe, med et gjennomsnittlig etterslep på omtrent et kvartal. Flere grupper har rapportert at de vil ta igjen etterslepet i løpet av første halvår 1998. Innsamling og analyse av data avsluttes 31.12.98, for alle grupper så nær som Modellgruppen, som vil avslutte sitt arbeid tidlig i 1999. Programmet som helhet vil ha et betydelig faglig publiseringsarbeid som går inn i 1999. Programmet avsluttes i løpet av 1999.

RESULTATER

Nedenfor gis en oversikt over arbeid og resultater i de enkelte gruppene.

D-gruppen (Databaser og GIS). Nedbørfelt er identifisert, databehov kartlagt og NVE-data er korrigert. Det er også utarbeidet en kravspesifikasjon for en total vassdragsmodell for HYDRA.

F-gruppen (Flomdemping, flomvern og flomhandtering). Det er gjennomført analyser av lange flomserier (1871-1996). En modell for Lågen (til og med Mjøsa) er utviklet for å teste ut effekten av flomdemping i regulerte vassdrag. Videre er det samlet inn grunnlagsdata for oppbygging av en modell for strekningen Elverum-Kongsvinger for å simulere effekten av flomsikringstiltak på flomforløpet. Det er også utarbeidet en litteraturbase over historiske flommer, med vekt på Sør-Norge. Undersøkelser av usikkerhet i hydrologiske og meteorologiske prognoser pågår.

Mi-gruppen (Miljøkonsekvenser av flom og flomforebyggende tiltak). Fire delprosjekter i miljøgruppen er i sluttrapporteringsfasen. Disse delprosjektene er: flom og vannkvalitet, flom og sedimenttransport og flom og biologisk miljø. Biologisk miljø omfatter studier av bunndyr, fisk og vannplanter. I tillegg er det under avslutning en studie av miljøkonsekvenser av flomforebyggende tiltak. Resultatene som gjengis i rapportene har fremkommet gjennom både feltundersøkelser og sammenstilling av eksisterende materiale.

Mo-gruppen (Modellutvikling). Kravspesifikasjon for vassdragsmodell er utarbeidet. Strukturen i modellen utarbeides i et dr.ing.-arbeid ved NTNU, Institutt for vassbygging. Det er i gang tilpasning for deler av modellen i Glommavassdraget. Hovedstrukturen i modellen for Lågen er utviklet i samarbeid med F-gruppen. Det meste av strukturen for Glommadelen er lagt inn og testet, men det mangler en del data, og dette kan bety forsinkelser. Hele vassdragsmodellen kan nå kjøres i Windows NT, en betydelig forenkling fra tidligere UNIX-basert databehandling.

N-gruppen (Naturgrunnlag og arealbruk). Gruppen vil bruke skogbestand og andre skogdata som viktige variabler for å studere endring i avrenning. For mindre delnedbørfelt, er det skaffet fram materiale om skogdekning og andre opplysninger om naturgrunnlaget. Tilrettelegging av data fra Landsskogtakseringen er i gang. Foreløpig er en kommet kort med tilrettelegging av data for større delnedbørfelter. For endringer i arealbruk er det gjennomført en litteratur-gjennomgang, og det er under trykking et notat som omfatter langtidsendringer i klima og arealbruk. Hydrologisk modellering er noe forsinket, spesielt for store nedbørfelter. Arbeidet med naturlige magasineringsområder, hvor NGU har satt inn betydelige egne midler, er omtrent i rute. NGUs arbeid vil være til hjelp for å vurdere hvordan midlertidig lagring av flomvann på elvesletter virker inn på flomforløpet.

R-gruppen (Skaderisikoanalyse) har samlet inn data for kostnadsfunksjoner og analysert materialet for bygninger og infrastruktur. Et hovedresultat er at skadene har størst sammenheng med vannstanden. Det er gjennomført utprøving av metodikk for generering av terrengmodeller. Metodikken for flomsoneanalyser er testet og er under videreutvikling. Det er utført en flomsoneanalyse og fremstilt flomsonekart for Åsnes/Grue. Arbeidene har vist at ved sammenligning av ulike kartgrunnlag, er detaljert høydeinformasjon avgjørende for kvaliteten av flomsoneanalysene. Risikoanalyse som hjelpemiddel under situasjoner med tidspress og begrenset tilgang på informasjon vil bli et interessant bidrag fra denne gruppen.

T-gruppen (Tettsteder). Det er gjennomført datainnsamling for lokal overvannsdisponering og simulert avrenning for 25 tettsteder i Glommavassdragets nedbørfelt. Virkningen av lokal og total overvannsdisponering på flommer i vassdrag er undersøkt og avsluttet. Det er fullført en hovedoppgave ved NLH om flommer i tettsteder. I tillegg er virkningen av skadeflommer på infrastruktur studert. Fra undersøkelsene av tettstedene kan nevnes at 61 % av de tette flatene var knyttet til rørnett i områder med stort potensial for infiltrasjon. Intense sommerregn i tettsteder kan gi betydelig avrenning fra tette flater til nærmeste vassdrag, men på den tiden er det sjelden med flomvannføring i hovedvassdraget. Ved snøsmelting er grunnvannsmagasinene fullere og da kan det bli overflateavrenning også fra flater som ikke er tette.

ØKONOMI

HYDRAs økonomisk ramme har blitt noe endret underveis. Dette skyldes at det har vært behov for å studere visse fagfelt noe grundigere enn først antatt. Pr. dato er den økonomiske rammen satt til 19.5 mill. kroner.

Bevilgningen, som i hovedsak kommer fra Olje- og energidepartementet, dekker også arbeidsinnsatsen til programadministrasjonen i NVE. I 1996-1997 utgjør

denne arbeidsinnsatsen litt over to årsverk. For samme periode ble det bevilget 8.7 mill. kroner til prosjekter. Landbruksdepartementet har bevilget 1.5 mill. kroner til HYDRA. NGU har gjennom en bevilgning på 1 mill. kroner utvidet de økonomiske rammene for N-gruppen. EnFO og Direktoratet for naturforvaltning har også gitt støtte til konkrete prosjekt. Sandnes kommune vil yte midler til T-gruppen. I tillegg har NVE over eget budsjett finansiert en betydelig arbeidsinnsats innen flere prosjekter. En rekke av de involverte aktørene yter en betydelig egeninnsats i prosjektene. Denne innsatsen kan anslås til ca. 7-8 årsverk pr. år.

I 1998 har styringsgruppen disponert 6.6 millioner kroner til de ulike aktivitetene. I 1999 er det, ut fra dagens planer, behov for 3.5 millioner kroner.

Nedenfor gis en oversikt over fordeling av midler på de ulike faggruppene i årene 1996 og 1997.

Faggrupper	1996	1997
Naturgrunnlag og arealbruk	500.000	1.146.000
Tettsteder	430.000	768.000
Flomdemping, flomvern og flomhandtering	475.000	1.625.000
Skaderisikoanalyse	575.000	1.113.000
Miljøvirkninger av flom og flomforebyggende tiltak *)		1.329.000
Databaser og GIS	320.000	400.000
Modellutvikling **)		

I enkelte faggrupper er det i tillegg til bevilgede midler lagt ned en betydelig egeninnsats.

*) Faggruppen for Miljøvirkninger av flom og flomforebyggende arbeid ble først etablert i 1997.
**) Faggruppen for Modellutvikling ble etablert etter at bevilgning for 1997 ble gitt.

FAGREISER OG SEMINARER

Styringsgruppen og fagutvalget har gjennomført fagreiser til Tyskland i 1996 og til Italia og Sveits i 1997.

Fagreise til Tyskland i 1996
I Tyskland ble det gjennomført faglig program ved:
- Bundesanstalt für Gewässerkunde
- Institut für Hydrologie und Wasserwirschaft ved Universität Karlsruhe.
- Flomvarslingssentralen for Baden-Würtemberg
- Institut für Wasserbau und Kulturtechnik ved Universität Karlsruhe
- Universität Koblenz

Aktuelle temaer som ble tatt opp var bl.a. skadefunksjoner etter flommer, modellsystem for nedbør og avrenningsvarsler, restaurering av gamle kroksjøer og elveløp for mellomlagring av flomvann samt simulering av tilbakholdingsmagasiner.

Fagreise til Italia og Sveits i 1997
Det ble gjennomført faglige besøk ved:
- Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientali. Universita di Bologna
- Institut für Geographie, Universität Bern (med deltakelse fra Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft)
- ETH-Hönggerberg (Sveits) (med deltakelse fra Eidg. Versuchsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft i Birmensdorf

Flom- og vassdragsmodeller var et sentralt tema under besøket i Sveits og Italia. Skogens betydning som buffer mot store toppavrenninger ble lagt stor vekt på i Sveits.

SEMINARER

Det har blitt arrangert tre seminarer innenfor HYDRA-programmet. Det første var et oppstartingsseminar 3. september 1996. Et strategiseminar ble holdt 23. januar 1997. Her var det innbudt gjester fra institusjoner som ikke tidligere var involvert i HYDRA. Som resultat av seminaret ble det tatt inn medarbeidere fra Geofysisk institutt og Matematisk institutt ved Universitetet i Oslo, Det norske meteorologiske institutt, Norsk Regnesentral og Norges geologiske undersøkelse. Videre ble det holdt et fagmøte 25.-26. september 1997, hvor det ble diskutert metoder og resultater, samt en spesiell diskusjon om modeller og krav til data.

Medarbeiderne har deltatt i en rekke fagmøter, konferanser og workshops både i inn- og utland hvor det er holdt innlegg om HYDRA.

PUBLISERING/INFORMASJON

Resultater fra HYDRA-programmet publiseres i egne notat- og rapport-serier. (Jfr. vedlegg 3)

Det er utarbeidet brosjyre for HYDRA på norsk og engelsk.

HYDRA-poster har vært vist på følgende seminarer:
- Geologisk vintermøte 1996, Bergen (Norsk geologisk forening)
- Vassdrag mot år 2000, Bergen (Norsk Natur Informasjon/NVE)
- Produksjonsteknisk konferanse 1997, Tromsø (EnFO)
- Hydrologisk forskning i Norge, Oslo (Norsk hydrologiråd)

Vedlegg 1.1

Årsrapport for D-gruppen

(Databaser og GIS)

1) Sammensetning av prosjektgruppen
Lars Andreas Roald (NVE-HD) prosjektleder, Astrid Voksø (NVE-HM), Ingjerd Haddeland (NVE-HV), Søren Elkjær Kristensen (NVE-HM) prosjektmedarbeider.

2) Mål
Tilrettelegge for å samle eksisterende og nødvendige data for arbeidet i de øvrige faggruppene.

3) Status for måloppnåing
Se de enkelte delprosjekt nedenfor

DELPROSJEKT D-0
Prosjektledelse

1) Sammendrag av innholdet i delprosjektet
Prosjektlederen har deltatt i alle møter i fagutvalget, i studietur til Italia og Sveits i oktober 1997, i møter i Modell-, F- og N- gruppene i løpet av 1997. Søren Kristensens engasjement er forlenget ut 1998.

2) Mål for delprosjektet
a) Deltakelse i Fagutvalget
b) Prosjektadministrasjon

DELPROSJEKT D-1
Identifisere nedbørfelt

1) Sammendrag av innholdet i delprosjektet

a) Å identifisere vannstands- vannførings- og grunnvannsserier som kan brukes i de ulike delprosjektene. Dette omfatter både lange serier, egnet til studier av langtidsvariabiliteten og serier fra mindre felt for uttesting av modeller for simulering av sammenhengen mellom naturgrunnlag og arealbruksendringer og flomforholdene.

b) Å utarbeide oversikt over de største flommene på hver stasjon og endel oversiktsstatistikk. Å velge ut flomsituasjoner som skal undersøkes nærmere. Dette innebærer valg av de store episodene med stor arealutbredelse, men også identifikasjon av en sammenhengende serie for uttesting av betydningen av mindre flommer, særlig med tanke på simuleringseksperimentene med hensyn på arealbruksendringer og tettstedshydrologi.

c) Å utarbeide oversiktskart som viser stasjonsnettet ved ulike tidspunkt, kart over arealfordeling (bre, skog, myrer, innsjøer etc.) og detaljkart over de enkelte nedbørfeltene.

d) Å utarbeide en katalog over de enkelte flomseriene.

2) Mål for delprosjektet

1) Valg av serier
a) I Glomma
b) I tilgrensende vassdrag
c) Identifisere utvalgte serier i andre landsdeler
d) Kartlegge evt. reguleringshistorikk

2) Identifikasjon av store flommer
a) Bestemmelse av de 10 største flommene hvert sted
b) Valg av store flomepisoder

3) Kartproduksjon
a) Oversiktskart over stasjonsnettet i Glomma på ulike tidspunkt
b) Tematiske oversiktskart
c) Nedbørfeltkart

4) Rapportering
a) Beregning av flomstatistikk
b) Produksjon av tabeller til flomkatalogen
c) Produksjon av kart til flomkatalogen
d) Redigering av katalogen

3) Status for måloppnåing
Flomseriene i Glomma ble identifisert fram til sommeren 1996. Tabellene og plottingene av seriene ble produsert på sensommeren 1996. Flomepisoder er senere identifisert i Klara og i vassdrag i Sør-Trøndelag. I løpet av 1997 er mange serier undersøkt i andre landsdeler og den opprinnelige oversikten over store flomepisoder er blitt komplettert, se nedenfor. Det gjenstår en del arbeide før tabellene er klare. Det første utvalget av flomserier er supplert med flere flommer.

Arbeidet med flomkatalogen for Glomma har kommet et godt stykke på vei og vil resultere i en rapport med tittelen: Katalog over flommer i Glomma. Rapporten vil inneholde stasjonskart og en dokumentasjon av de 10 største observerte flommene i observasjonsperioden for storparten av vannføringsseriene i Glomma. Likeså vil

rapporten inneholde en plotting av hver serie og statistikk basert på den observerte serien. Tabellen på side 9 er et eksempel på en side fra denne rapporten. Det er mulig at det redaksjonelle opplegget vil bli litt endret basert på et liknende arbeide fra Sveits.

Det er produsert oversiktskart over nettet av vannføringsstasjoner for Glomma for 1934, 1938, 1967 og 1996. Det blir også produsert kart som viser forekomst av stasjoner for måling av vannstand og stasjoner der driftsvannføringer gjennom kraftverk og overføringstunneler er markert.

DELPROSJEKT D-2
Kartlegge behov

1) Sammendrag av innholdet i delprosjektet
Databasegruppen skal stå for innsamling av data fra andre kilder etter innmeldte behov fra de andre gruppene. Dette består både av tidsseriedata, i første rekke fra DNMI, men også av ulike tematiske data fra andre kilder som skal lagres i GIS-systemet. For å kunne gjøre dette må de ulike gruppene melde inn sine behov til D-gruppen som i fellesskap med de ulike gruppene vil finne ut hvilke data som skal kjøpes inn og hvordan de skal lagres. D-gruppen har i utgangspunktet ikke avsatt midler på sitt budsjett til innkjøp av data. På møte 1/97 i styringsgruppen ble det vedtatt at data som kjøpes inn utenfra skal kjøpes inn av NVE, på vegne av HYDRA, slik at NVE blir eier av de innkjøpte data. Dette innebærer at D-gruppens budsjett styrkes ved overføringer fra de øvrige gruppene som til nå har budsjettert for datainnkjøp. Fra N-gruppen er det innmeldt behov for meteorologiske data fra NORPRE som det er knyttet høy pris til. Likeså må det inngås avtale med NIJOS om levering av data. Det endelige databehovet avhenger av resultatet av interpolerings-eksperimenter som er gjennomført i 1997.

2) Mål for delprosjektet
a) Behovkartlegging

3) Status for måloppnåing
På møtet i N-gruppen 5. november ble det vedtatt å konsentrere arbeidet om å se på betydningen av skog og på jordbruksområdene. Utvalget av tematiske data vil bli avgrenset til slike som kan nyttiggjøres i PINE-modellen. Det vil foregå et nært samarbeide med D-gruppen og N-gruppen slik at de relevante dataene blir prioritert.

DELPROSJEKT D-3
Systemarbeid

1) Sammendrag av innholdet i delprosjektet
NVE's programbibliotek inneholder mye verktøy for analyse av tidsseriedata. Det er likevel behov for funksjonsutvidelser i eksisterende programmer, samt skriving av nye konverteringsprogrammer for data fra andre kilder. Likeså er det behov for å utvikle nye GIS-applikasjoner.

Vassdragsmodellen innebærer også en del systemarbeide. Det er behov for å lage rutiner for overføring av data mellom HYDRA II og modellen. Likeså vil modellen bli implementert i NVE i løpet av 1998, for å kjøre de avsluttende simuleringene vinteren/våren 1999.

Det har etter hvert kommet inn mye nye data til NVE, som det er behov for å lagre på en strukturert måte. Data er dels tidsseriedata, som blir lagret i den sentrale hydrologiske databasen HYDRA II og dels stedfestete data som lagres i en database i tilknytning til GIS-systemet. Det har vært holdt et møte vedrørende database for tverrprofildata. Så snart gruppen som arbeider med dette har fullført sin spesifikasjon, vil HD bidra til datamodellen og opprettelse av databasen.

2) Mål for delprosjektet
Å tilrettelegge programmer for reformatering av data fra andre kilder, for programmer i START-systemet/HYDRA II, i forbindelse med Vassdragsmodellen, se delprosjekt D-6, og for GIS-systemet.
a) Konverteringsprogrammer
b) Brukerprogrammer for analyse av tidsseriedata
c) Vassdragsmodellen i NVE
d) GIS-applikasjoner
e) Databaseutvikling

3) Status for måloppnåing
a) Det er laget en del programmer for konvertering mellom ulike dataformater. Her gjenstår det endel arbeide pga. mange ulike dataformater fra DNMI.
b) Det er utført en del utvidelser av funksjonaliteten i enkelte analyseprogrammer i forbindelse med delprosjektene F-1 og F-6 (Programmene TSA1, CLUSTER og FLOMVOL). Programmet ROUTING er konvertert, men er ennå ikke operativt. Det foregår også arbeide med oppgraderinger av programmene for flomfrekvensanalyse. Det har kommet ønsker om analyseprogram for nedbør- og avrenningsdata med fin tidsoppløsning fra N- og T-gruppene. Dette vil kreve en betydelig ressursinnsats fra HD, noe som ikke er tilgjengelig nå. Analyseprogrammene er ført opp på seksjonens arbeidsplan, men det er tvilsomt om slike program kan ferdigstilles i tide til å kunne brukes i HYDRA-programmet.
c) Vassdragssimulatoren ser ut til å bli operativ i NVE ut i 1998, men den er ikke lenger aktuell som plattform for Vassdragsmodellen, pga utviklingen av objektorienterte modeller i Trondheim, se også D-6.

Arbeidet er nå fokusert på å tilrettelegge data for den objektorienterte modellen som skal brukes i steden. Det er i forbindelse med dette laget programmer som arbeider mot HYDRA II. Likeså understøtter GIS-verktøy arbeidet med å definere modellen.

d) Det er laget et verktøy som definerer vannstrenger med en viss bredde i kartverkets digitale data til en enkel linje definert som midtlinjen. Til denne linjen er knyttet informasjon om kraftverk, inntakspunkt, dammer og annet som er sentrale for å definere vassdragsmodellen. Likeså er det prøvet ut verktøy for å kombinere digitalt markslagskart fra NIJOS og jordregisterdata for å estimere arealtilstand og markslag.

e) Som en del av den ordinære videreutviklingen av HYDRA II er det opprettet en tabell for kvalitetskontrollerte flomdata med fin tidsoppløsning basert på utvelgelse basert på "Peak over threshold"-metoden.

DELPROSJEKT D-4
Korrigere NVE-data

1) Sammendrag av innholdet i delprosjektet

I NVE's databaser er det lagret data om nedbørfelt, målestasjoner, dataserier og reguleringsinngrep. Selv om mye av informasjonene er riktige, er det utvilsomt viktige informasjoner som mangler og feil i eksisterende opplysninger. Som eksempel på det første kan nevnes at startdato ikke er lagt inn for en del grunnvannsserier. Sentralt i identifikasjonen av hver stasjon er koordinatene til stasjonen. Selv om mye arbeid er nedlagt i å få disse så riktig som mulig, er det stasjoner hvor koordinatene fortsatt er feil, enten på grunn av registreringsfeil, eller på grunn av at nedlagte stasjoners posisjon ikke er nøyaktig beskrevet. For mange av nedbørfeltene er det tilgjengelig en rekke feltopplysninger som arealfordeling, hypsografisk kurve, skråningsindekser osv. Disse er tatt ut manuelt - ofte på eldre kartgrunnlag. Det er utvilsomt stor usikkerhet knyttet til disse feltparametrene. Disse feltparametrene inngår i ulike regionale formelverk, bl.a. i forbindelse med flomberegninger. Nye feltparametre skal bestemmes basert på digitale kart og bruk av objektive metoder basert på GIS. Dette faller utenfor rammen av HYDRA, men vil være et viktig bidrag til en mulig forbedring av formelverkene.

2) Mål for delprosjektet

a) Legge inn manglende opplysninger som har betydning for bruken av data i HYDRA-programmet.

b) Rette opp feil i NVE's databaser som har betydning for databruken i HYDRA

3) Status for måloppnåing

HYDRA-programmets oppgave er å melde tilbake til dataseksjonen v/ Hydrologisk avdeling og GIS-gruppen i NVE om påviste mangler. Dette er gjort for grunnvannsseriene.

DELPROSJEKT D-5
Innlasting av andre data

1) Sammendrag av innholdet i delprosjektet

D-gruppen skal innhente og tilrettelegge data til bruk i de øvrige gruppene.

2) Mål for delprosjektet

a) Tilrettelegge data fra HYDRA II og sende disse ut til de øvrige gruppene etter behov.

b) Innhente data fra SMHI.

c) Innhente og tilrettelegge data fra DNMI. Det er et teknisk problem her med mange ulike dataformater, se også delprosjekt D-4. Nedbør og temperaturdata er bare tilbakeregistrert for et begrenset antall stasjoner før 1957. For de aktuelle situasjonene vil data bli tilbakeregistrert i NVE for året situasjonen inntraff i og for den foregående høsten og vinteren. NVE utfører nå forsøk med scanning av tidligere publiserte nedbørdata. Dersom dette bli vellykket, vil NVE scanne nedbørdata for perioden 1930-1940 i samarbeide med DNMI.

d) Å kjøpe inn og å tilrettelegge digitale kartdata i samarbeide med de enkelte gruppene.

3) Status for måloppnåing

Data er bestilt og mottatt fra SMHI for FRIEND-prosjektet og for bruk i delprosjekt F-6.

Aktuelle situasjoner er identifisert, se også delprosjekt D-1, og oversikt over disse er gitt til DNMI. DNMI har framstillet oversiktskart over stasjonsnettet på aktuelle tidspunkt og laget oversikt over hvilke data som er tilbakeregistrert. Data er mottatt for stasjoner i tilknytning til byene i Glommas nedbørfelt for perioden august 1994-juli 1995. Det vil også bli valgt ut en kontinuerlig periode med data etter 1957 for N-gruppens simuleringseksperimenter i utvalgte småfelt for å studere konsekvensene av arealbruksendringer. Data fra DNMI har vært bestilt direkte fra N-gruppen for de aktuelle småfeltene. Det er behov for data fra NORPRE-felt, men dette kan innebære større kostnader som det må forhandles om.

Følgende digitale datasett er mottatt:

a) Kartblad 2016-2 Flisa fra M711-serien med alle tema på digital form.

b) Nykonstruerte høydedata for strekningen fra Flisa til Norsfossen. Det prøves nå ut forskjellige metoder for konstruksjon av høydemodell.

DELPROSJEKT D-6
Valg/operasjon av modellverktøy

1) Sammendrag av innholdet i delprosjektet

HYDRA-programmet skal vurdere effekten av ulike menneskelige inngrep på flomrisikoen. For å kunne løse denne oppgaven er det behov for å studere sammenhen-

gen mellom nedbør og eventuell snøsmelting, arealutnyttelse, reguleringsinngrep, tiltak i vannstrengen og flomstørrelse. Sammenhengen mellom arealbruk, hydrogeologi og flom undersøkes lettest i mindre felt med ensartet arealbruk. Et sentralt verktøy vil være nedbør/avrenningsmodeller der modellparametrene kan tillegges verdi ut fra arealklassifisering og klassifisering ut fra hydrogeologiske kriterier. Disse modellene vil bli utviklet av de ulike faggruppene i HYDRA-programmet og omtales ikke her.

Reguleringer og andre tiltak i vannstrengen vil særlig foregå i de større vassdragene. De vil spesielt påvirke flomforholdene på de vassdragsnære områdene i de lavere delene av vassdraget. For å kunne integrere ulike scenarier basert på alternativ arealbruk, reguleringsinngrep og forbygningstiltak er det behov for et modellverktøy, en vassdragsmodell. Vassdragsmodellen skal altså være et verktøy for å integrere effekter av arealbruk, regulering og flomverk i vassdragets ulike delfelt og for å håndtere dynamikken i vannstrengen.

2) Mål for delprosjektet

a) Utarbeide en kravspesifikasjon til funksjonalitet i Vassdragsmodellen
b) Spesifisere hvordan modellen skal brukes mht. detaljeringsgrad i oppdelingen av vassdraget
c) Kostnadsanslag for ulike alternative detaljeringsgrader (SINTEF)
d) Valg av verktøy
e) Implementering
f) Funksjonalitetsutvidelser, se også delprosjekt D-3
h) Operasjonell drift
i) Modellen må være klar i løpet av 1997.

3) Status for måloppnåing

Kravsspesifikasjonen ble klar i desember 1996 og er beskrevet i HYDRA-notat nr. 4/97. Denne er grov og det var behov for en detaljering før endelige kostnadsanslag kan lages. Parallelt har det vært arbeidet med implementasjon av Vassdragssimulatoren på en Sun-maskin i NVE. Dette var et av hovedalternativene for valg av verktøy, men det har tatt lang tid å få den operativ på NVE's Sun-maskin. Simulatoren hadde ikke all funksjonalitet som var ønsket, men ble da ansett for å være det mest realistiske alternativet. Samtidig har det vært utført arbeid med verktøy i NVE's eget programbibliotek, som også har noe av funksjonaliteten som trengs, jfr delprosjekt D-3. I Trondheim har Knut Alfredsens arbeide kommet så langt at hans objektorienterte modell istedenfor vil bli lagt til grunn for modellen i HYDRA-programmet. Modellen forutsettes nå være fullført i løpet av 1998 for aktiv bruk vinteren og våren 1999.

Det er nå organisert en modellgruppe på tvers av de formelle faggruppene ledet av Ånund Killingtveit. Gruppen er satt sammen av de som arbeider mest med modeller innen de ulike gruppene i HYDRA-programmet. Fra D-gruppen deltar Lars Roald; dessuten deltar Svein Taksdal fra HD. Modellgruppen ble formelt opprettet i september 1997, og budsjettet for Vassdragsmodellen er overført til denne. Delprosjekt D-6 kan derfor betraktes som avsluttet under D-gruppens ansvarsområde.

5 Rapportering

HYDRA-notat nr. 4/97.

DELPROSJEKT D-7
Referansebibliotek

1) Sammendrag av innholdet i delprosjektet

D-gruppen mottar mye litteratur som er relevant for flomstudier og har på eget initiativ gjennomført en gjennomgang av tilgjengelige rapporter og tidsskriftsartikler i NVE. Referanser til relevant litteratur skal legges inn i et referansebibliotek basert på PC-verktøyet Reference Manager.

2) Mål for delprosjektet

a) Å bygge opp og vedlikeholde referansebiblioteket for HYDRA-prosjektet.
b) Å kjøre ut jevnlige rapporter fra dette biblioteket.
c) Å produsere litteraturlister for rapporter.
d) Eventuelt å produsere en referansekatalog for flomrelevante artikler.
e) Varighet - ut hele prosjektperioden.
f) Databasedokumentasjon

3) Status for måloppnåing

Biblioteket, HYDRA, ble opprettet våren 1996. Det er nå lagt inn 65 referanser i biblioteket, men det er behov for en større oppdatering. Dessuten finnes det et større referansebibliotek, LARREF, med 142 referanser, vesentlig i tilknytning til flomfrekvensanalyse basert på enkeltserier og regionale metoder. Det er kjørt ut lister fra disse to bibliotekene som er delt ut til fagutvalget på tidligere møter. Litteraturlister kan produseres etter ønske fra brukerne. Mye av litteraturen er tilgjengelig i NVE.

Ved programmets avslutning vil det bli utarbeidet en databasedokumentasjon som beskriver hvilke data som er samlet inn og som vil være disponible for videre arbeider.

DELPROSJEKT D-8
Yte tjenester til andre grupper

1) Sammendrag av innholdet i delprosjektet

Databasegruppen skal yte tjenester til de andre prosjektgruppene mht. data i NVE's databaser, analyser basert på NVE's programbibliotek, produksjon av kart og litteraturlister til rapporter og annet arbeide som gjør bruk av NVE's datasystemer.

2) **Mål for delprosjektet**

a) Leveranse av data

b) Gi evt. utvalgte brukere tilgang til å kjøre mot NVE's systemer etter behov

c) Utføre konkrete analyser - som eksempel kan nevnes:
- Trendanalyser
  Delprosjekt F-1
- Flomfrekvensanalyse
  Delprosjekt R-2
- Multippel regresjonsanalyse
  Delprosjekter til N-gruppen

d) Bistå med programrevisjoner
Delprosjekt F-6, T-gruppen mm.

e) Bistå med produksjon av tabeller, diagrammer, kart og litteraturlister til rapporter

Dette delprosjektet vil løpe ut hele programperioden.

3) **Status for måloppnåing**

Arbeidet vedrørende delprosjekt F-1 er avsluttet. Det er levert en oversikt over store flommer til R-gruppen, og det er utarbeidet en rangert landsomfattende oversikt over de største flommene i årene 1980-1995 som grunnlag for en sammenlikning mellom observerte flommer og utbetalte skadeserstatninger. Det er utarbeidet kart og feltparametre for felt i begge hovedgrener av Glomma som grunnlag for vassdragsmodellarbeidet. Tidsseriedata er oversendt Knut Alfredsen ved NTNU for alle aktuelle serier i Glomma. Et stort utvalg av døgnserier er også oversendt professor Lars Gottschalk ved UiO som grunnlag for frekvens-analyser med oversikt over dataseriene og med tilhørende stasjonskart.

VEDLEGG 2. EKSEMPEL PÅ INNHOLD AV KATALOG OVER DE ENKELTE FLOMSERIENE

HYDRA-programmet - Databasegruppen

Vassdrag: Glomma **Elv:** Glomma
Stasjon: Årnes
Feltareal: 37985 km²

Nøkkel	H	Fra	Til	Q	Fra	Til	Tilsig	Fra	Til
2.31	x	1869	1950	x	1869	1950			
2.391	x	1975	1991						

Regulert fra: 1912
Kommentarer:
Største flommer:

År	Dato	Vannstand	Vannføring	Tilsig
1895	23/5	6.75	2579	
1867	30/6	6.71	2559	
1890	22/5	6.70	2554	
1868	31/5	6.40	2405	
1879	5/6	6.30	2357	
1897	6/6	6.30	2357	
1887	29/5	6.25	2333	
1894	19/5	6.15	2286	
1865	31/5	6.14	2281	
1869	25/6	6.11	2267	

Middelflom:	1924 m³/s	Maksimum:	2579 m³/s	Q50:	2668
Std.avvik:	352 m³/s	Minimum:	1189 m³/s	Q100:	2750
Skjevhet:	0.00	Q5:	2238	Q200:	2817
Kurtose:	2.28	Q10:	2403	Q500:	2889
Median:	1945 m³/s				

VEDLEGG 1. OVERSIKT OVER STORE FLOMEPISODER

År	Tidsrom	Område	Forutsetninger
1996	Juni	Finnmark	Snøsmelting
1995	November	Vosso	Regn
1995	Mai-juni	Glomma/Lågen, Trysilelv og Drammenselv	Sen snøsmelting. Regn
1988	September	Mjøsas vestside, Gausdal	Sterkt regn
1987	Oktober	Lavere strøk ved Oslofjorden	Regn, høy initial-tilstand, stormflo
1976	Oktober	Sørlandskysten og vestsiden av Oslofjorden	Regn, snø i høyden
1971	November	Vosso	Regn
1967	Mai-juni	Østlandet	Sen snøsmelting, regn
1966	Mai	Østlandet	Sen snøsmelting
1953	Mars	Trøndelag (Fosenhalvøya)	Regn, litt snøsmelting?
1944	Juni	Sør-Trøndelag	Snøsmelting
1940	November	Vestlandet	Regn med stor arealutbredelse, Norgesrekord på et døgn
1940	August	Gaula-Folla-Atna	Regn
1938	September	Telemark, Otta-Glomma	Regn
1934	August-sept.	Drammensvassdraget, Øst-Telemark	Regn
1934	Mai	Glomma	Snøsmelting, regn?
1932	Januar	Fosenhalvøya	Regn, litt snøsmelting?
1927	Juni-juli	Øst-Telemark, Drammens-vassdraget, Glomma	Litt bidrag fra sen smelting, kraftig regn, høy initialtilstand
1926	Juni	Drammensvassdraget	Snø, regn?
1920	Mai	Finnmark	Snøsmelting
1918	November	Vosso	Regn, største flom i Vestlandets lengste dataserie
1917	Juni	Drammensvassdraget	Snø, regn
1916	Mai	Glomma, Drammensvassdraget	Snø, regn?
1910	Mai	Drammensvassdraget	
1860	Mai	Glomma-Skienselv	Snø

Den største kjente flommen, Storofsen, er dokumentert på flomsteiner og gjennom samtidige skildringer, men det foreligger ikke data for denne i Hydrologisk avdelings databaser. Flommen i 1860 hadde et stort avrenningsvolum og var karakterisert av to jevnstore flomtopper. I samarbeide med Meteorologisk Institutt er det undersøkt om hva som foreligger av bakgrunnsdata for storflommen i 1860 som avviker vesentlig fra alle andre kjente flomepisoder ved at varigheten og dermed volumet er vesentlig større. Det foreligger vannføringsdata for Sarpsfossen for denne flommen, ellers er vannstandsforløpet observert i noen større innsjøer. Under flommen i november 1940 ble det notert Norgesrekord i døgnnedbør på 230 mm på et døgn i Indre Matre. Et stort område på Vestlandet hadde mer enn 100 mm døgnnedbør. Flommene i 1927, august 1934 og september 1938 var forårsaket av sterk nedbør, som i Tinnsjøområdet oversteg 200 mm over 3-5 døgn. Situasjonen i 1938 hadde spesielt stor arealutbredelse og gav den største observerte flommen i Otta i tillegg til storflom i Skiensvassdraget.

Vedlegg 1.2

Årsrapport for F-gruppen

(Flomdemping, flomvern og flomhandtering)

PROSJEKT

Flomdemping, flomvern og flomhandtering (F-gruppen)

Ansvarlig
Dan Lundquist (GLB) som prosjektleder.

Prosjektgruppe
Dan Lundquist (GLB)
Hallvard Berg (NVE)
Are Mobæk (NVE)
Kjell Nordseth (UiO)
Kjell Repp (NVE)
Ketil Vaskinn (SINTEF)
Lars Andreas Roald (NVE)

DELPROSJEKTER

F0 Prosjektadministrasjon
F1 Trender i lange tidsserier
F2 Effekt av vassdragsreguleringer under flom
F3 Flomdemping i regulerte vassdrag
F4 Effekt av flomsikringstiltak på flomforløpet
F5 Flomprognosers kvalitet
F6 Inndeling i varslingsregioner
F7 Usikkerhet i hydrologiske og meteorologiske prognoser

Ferdige publikasjoner
Totalt er i 1997 trykket 4 publikasjoner fra F-gruppen i HYDRA's notatserie. I tillegg er det i HYDRA-regi trykket opp 6 tidligere hovedfagsarbeider fra Geografisk Institutt ved Universitetet i Oslo vedrørende flommer i større vassdrag (hvor HYDRA er nevnt i forordet). Fra F-gruppen er levert to bidrag for trykking i HYDRA's rapportserie tidlig i 1998. Resultater fra F1 og F5 er også presentert på fagkonferanser i 1997 (FRIEND i Slovenia og EGS i Wien). Flere andre notater vil være ferdig for trykking tidlig i 1998, og det planlegges også i 1998 presentasjoner på fagkonferanser (bl.a. EGS i Nice).

SAMMENDRAG FOR HELE F-GRUPPEN

Målformulering for prosjektet som helhet
Videreutvikling av kunnskapsgrunnlaget vedr. effekten av vassdragsreguleringer og flomsikringstiltak på flomforholdene i et vassdrag. Forbedring av eksisterende flomvarslingssystemer.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
For de aller fleste delprosjektene har 1997 gått med til innsamling og tilrettelegging av data. For noen av disse er også omfattende metodeutvikling foretatt (spes. for F3, F6 og F7). Konkrete analyser er foreløpig foretatt i mindre omfang.

Konkrete resultater
Ved innsamling og tilrettelegging av nødvendige data er nå grunnlaget lagt for en omfattende analysefase i alle delprosjekter. For noen av disse er også foretatt metodeutvikling, som i seg selv har stor verdi. Dette gjelder spesielt modellkonseptet til F3, som vil utgjøre et vesentlig element i HYDRA's felles vassdragsmodell

Status
De fleste delprosjekter ligger noe etter planen, men dette etterslepet vil bli tatt inn i løpet av første halvdel av 1998. To delprosjekter er avsluttet (F1 og F5).

OMTALE AV DE ENKELTE DELPROSJKTER I F-GRUPPEN

F0 PROSJEKTADMINISTRASJON

Ansvarlig institusjon
GLB v/Dan Lundquist

Ferdige publikasjoner
Møtereferater fra F-gruppen og innspill/notater til faggruppen.

Målformulering for delprosjektet
Planlegging av og deltagelse i møter til fagutvalget og til F-gruppen.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Det er i 1997 avholdt 2 møter i fagutvalget og 2 møter i F-gruppen.

Konkrete resultater
Se omtale av de enkelte delprosjekter.

Status
I det store hele går administrasjonen av F-gruppens arbeid etter planen. Uklare rutiner vedr. budsjettrapportering og -revisjon gir tidvis noe merarbeid.

F1 TRENDER I LANGE TIDSSERIER

Ansvarlig institusjon
NVE-Hydrologisk avdeling v/Lars A. Roald

Ferdige publikasjoner
Rapporten: "Analyse av lange flomserier" er levert til trykking. Rapporten er på vel 100 sider. Dessuten er resultater fra arbeidet presentert på FRIEND-konferansen i Slovenia i september 1997.

Målformulering for delprosjektet
Å klarlegge historiske variasjoner i flomhyppighet, og å identifisere mulige forklaringer.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Noe revisjon i nødvendig programvare, fullføring av analysene, skriving av rapporten.

Konkrete resultater
Rapporten: "Analyse av lange flomserier" er levert til trykking. Dessuten er funksjonaliteten i programmer knyttet til NVE's hydrologiske database HYDRA II utvidet.

Status
Prosjektet er avsluttet.

F2 EFFEKT AV VASSDRAGSREGULERINGER UNDER FLOM

Ansvarlig institusjon
GLB-driftsavdelingen v/Jens Kr. Tingvold

Ferdige publikasjoner
Rapporteringen er forsinket i forhold til målsetting om å få gjort dette i løpet av høsten 1997.

Målformulering for delprosjektet
Analysere reguleringenes betydning under 1995-flommen i Glomma og Lågen. Beregne mulig tilleggseffekt av nye reguleringer i Glomma og Lågen

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Tilrettelegging av data, beregninger/analyser, og arbeid med presentasjoner.

Konkrete resultater
Kurveplott av selvreguleringsberegninger og sammenligninger med observerte flomforløp. "Smånotat" med resultater vedr. virkningen av utvalgte tilleggsreguleringer, samt konsesjonssøkte Øvre Otta.

Status
Det meste av analysearbeidet og beregningene er gjennomført. Det pågår arbeid med delrapportene " Effekten av vassdragsreguleringene i Glomma og Lågen på flommen i 1995" og "Effekten av ytterligere vassdragsreguleringer i Glomma og Lågen på flom".

Planlagte aktiviteter i 1998
Det prioriteres å ferdigstille arbeidet med delrapporter og sluttrapportere delprosjektet. Arbeid med aktivitetene "Manøvreringsreglement" og "Andre forberdringer" er noe nedtonet i forhold til planlagt og er utført i forbindelse med "Analyse av 1995-flommen" og "Mulige nye reguleringer", og inngår i sluttrapporten. Det tas sikte på at all rapportering er ferdig senest innen utgangen av mars 1998.

F3 FLOMDEMPING I REGULERTE VASSDRAG

Ansvarlig institusjon
SINTEF v /Magne Wathne

Ferdige publikasjoner
Hydranotat nr. 7/97: Flomdempning i Gudbrandsdalslågen. Programstruktur og systembeskrivelse. Magne Wathne, SINTEF.

Målformulering for delprosjektet
Målet med delprosjektet er å finne effekten av regulering på flommer i Gudbrandsdalslågen. Det skal benyttes en ny vassdragsmodell for å simulere flommer, inklusive rutiner for endringer i magasin-nivå og for enkel ruting av flomtopper.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
En modell av Lågen til og med Mjøsa er bygd opp. Modellen inkluderer alle felt, elvestrekninger, overføringer og magasin/sjøer i vassdraget. Logikken i modellen er foreløpig bare utprøvd med testdata. Faste data om alle felt i modellen er mottatt fra Datagruppa i HYDRA, men vannføringsdata mangler.

Konkrete resultater
Det foreligger ennå ingen resultater eller vurderinger fra prosjektet i forhold til de endelige mål som er satt opp. Arbeidet hittil har likevel vist at metodikken som ligger til grunn for prosjektet, er lovende med tanke på at den eventuelt blir inkorporert i en framtidig allment tilgjengelig programvare. Det er allerede høstet god erfaring med å tilpasse et annet vassdrag (Glomma) til den samme vassdragsmodellen, slik den er basert på objektorientert programmering. Datatilgjengelighet vil ikke

være en begrensende faktor ved bruk av vassdragsmodellen. Grunnen ligger i fleksibiliteten. Brukeren selv avgjør hvilke hydrauliske og hydrologiske beregningsrutiner som skal benyttes i det aktuelle problem slik at databehovet er henimot uavhengig av den overordnete metodikken.

Status
Framdriften på slutten av 1997 har vært hemmet av at vannføringsdata fra Datagruppen i HYDRA ikke har blitt levert i tide. Hele fortsettelsen av prosjektet er avhengig av disse dataene, i første rekke kalibrering av modellen og dernest kjøring av modellen. Dette var opprinnelig planlagt til å inngå i aktivitetene for 1997. I 1997 er det dessuten kommet en tilleggsbevilgning på kr 115.000. Dette er øremerket en tilsvarende studie av Namsen men er administrativt kombinert med det løpende F3-prosjektet. Dette tilleggsarbeidet er blitt utsatt i påvente av at modellen for Gudbrandsdalslågen er operativ. Først da vil det være naturlig å starte med Namsen for å dra mest mulig nytte av den innsikt som da er oppnådd.

Planlagte aktiviteter i 1998
I tillegg til kalibreringen er arbeidsoppgavene for neste år som følger:

- Utprøving av modell
- Rekonstruering av 1995-flom inklusive driftstiltak
- Vurdering av forslag til driftsrutiner for flomdempning

Tilleggsprosjektet på Namsen vil følge en lignende plan som for Gudbrandsdalslågen, men med et bedre utgangspunkt i og med at vassdragsmodellen allerede vil være utprøvd for minst ett annet vassdrag.

Tidsramme
Tidsrammene er holdt men med de kommentarer som er anført ovenfor med hensyn på anskaffelse av vannføringsdata samt tilleggsprosjektet for Namsen. I det forestående arbeidet med Namsen tilsier erfaringen fra Gudbrandsdalslågen derfor at tilrettelegging av data kan være en begrensende faktor rent tidsmessig

Kostnader
Det arbeidet som er blitt utsatt til neste år (kalibrering, utprøving og tillegg Namsen), tilsvarer de ubrukte midlene for 1997. Dette vil imidlertid bli benyttet i 1998.

F4 EFFEKT AV FLOMSIKRINGSTILTAK PÅ FLOMFORLØPET

Ansvarlig institusjon
NVE v/Hallvard Berg

Ferdige publikasjoner
HYDRA-notat nr. 2/97: Effekter av flomsikringstiltak - en gjennomgang av litteraturen. Magne Wathne, SINTEF.

Målformulering for delprosjektet
Videreutvikle grunnlaget for vurdering av påvirkning av flomsikringstiltak på flomforløpet, innbefattet utforming av overløp på flomverk. Delprosjektet består av 4 hovedelementer:

1) forstudium; oppsummering av kunnskapsstatus på området
2) effekter av flomverk på flomforløpet; strekningen Elverum-Kongsvinger i Glomma benyttes som studieområde.
3) effekter av senkingstiltak på flomforløpet; Vossovassdraget med de senkete sjøene Myrkdalsvatn og Vangvatn benyttes som studieområde.
4) utforming av nødoverløp på flomverk og nødoverløpets effekt på ulike flomforhold

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Aktivitet 1, Forstudium/ litteraturgjennomgang: Litteraturgjennomgang er foretatt av SINTEF og ble avsluttet ved utgangen av januar. (HYDRA-notat nr. 2/97.)

Aktivitet 2, Flomverkenes innvirkning på flomforløpet: Det skal bygges opp en dynamisk modell for strekningen Elverum - Kongsvinger. Modellen skal brukes til å simulere flomforholdene med og uten flomverk, for å se på flomverkenes innvirkning på flomforløpet. Mye ressurser er i 1997 brukt til innsamling av grunnlagsdata for oppbygging av modellen. Det gjelder innsamling av tilgjengelige tverrprofiler, tilrettelegging av digital terrengmodell, innsamling av hydrologiske data, informasjon om kraftverk og ikke minst om flomverkene. Det er satt opp en foreløpig modell for strekningen Elverum - Norsfoss, men kalibrering gjenstår.

Aktivitet 3, Effekter av senkingstiltak på flomforløpet: Det skal beregnes tilløpsflom til begge sjøer for ulike typer flommer (regn/ snøsmelteflom) og størrelser. Tilløpsflommene routes gjennom de naturlige magasinene og magasinene slik de er etter gjennomføring av senkingstiltak. Effekt mht flomtoppens størrelse og tidsforskyvning vil bli studert. Det har gjennom forarbeidet og datainnsamlingen blitt avdekket feil og uklarheter knyttet til avløpskurvene for de to sjøene, som det var behov for avklaring av før selve routingberegningen. Det er gjennomført vannføringsmålinger og noe profilering. Det er satt opp hydraulisk modell for de to utløpsstrekningene, men en del kalibreringsarbeid gjenstår.

Aktivitet 4, Nødoverløp på flomverk: Det er inngått kontrakt med SINTEF om gjennomføring av denne delaktiviteten, med avslutning pr 28.02.98. Aktiviteten i 1997 har vært avgrenset til planlegging av aktiviteten, som vil bli konsentrert til 2 måneder i 1998.

Konkrete resultater
I delprosjekt F4 kan man ennå ikke vise til konkrete resultater, bortsett fra det som er nevnt under forrige avsnitt.

Status
Arbeidet med å samle inn grunnlagsdata er godt i gang. Det gjenstår imidlertid ennå en god del arbeid med tilrettelegging av disse. Selve modellarbeidet er påbegynt, men her gjenstår en stor jobb både når det gjelder å inkludere alle tilgjengelige data , og ikke minst kalibrering og utføring av analysene. Oppstart av flere delaktiviteter og underaktiviteter til disse igjen har blitt forsinket i forhold til framdriftsplanen. Målet er likevel fortsatt at alle delaktiviteter skal være avsluttet pr 01.07.98, slik at 2. halvår 1998 kan benyttes til sammenfattende vurderinger og sluttrapportering. Dette fordrer konsentrert innsats i flere av delaktivitetene i de kommende månedene.

Utvidelse av delprosjekt F4
Dette gjelder Simulering av Glomma fra Kongsvinger til Øyeren som F4-gruppa har tatt ansvar for utformingen av. Det er herunder avsatt nødvendige personellressurser i NVE. Finansiering er ennå (pr 09.12.97) ikke formelt klarert innenfor HYDRA, men det arbeides med prosjektet ut fra at dette vil gå i orden, i og med at det fra programledelsen er understreket at dette arbeidet må gjennomføres. Det er ikke tildelt eller brukt midler for dette formål i 1997 pr. 09.12.97.

Målformulering for utvidelse av delprosjektet
Etablere en hydrodynamisk modell for Glomma mellom Kongsvinger og Øyeren, inklusive Oppstadåa og Vorma, til bruk for modellgruppa, for å analysere effekter av ulike tiltak i nedbørfeltet og samvirkningen mellom dem. Nødvendig grunnlagsmateriale som tverrprofiler, kraftverksdata, vannlinjer ved historiske flommer og hydrologiske data for øvrig, skal samles inn og systematiseres. Deretter skal hydrauliske simuleringer gjennomføres ved bruk av modellen MIKE 11.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Tidligere er det foretatt befaringer i området.
Kartlegging av hva som finnes av eksisterende tverrprofiler og vannlinjedata er gjennomført. Arbeidet med innhenting av data fra kraftverkene i området er godt i gang. MIKE 11 er installert på NVE's regionskontor i Tønsberg, men er ikke testet ut. Innsamling av data er planlagt sluttført i løpet av 1997. Systematisering av dataene vil starte opp i januar 1998. Da vil det også bli tatt beslutninger om hvilke forutsetninger og forenklinger som må gjøres for å bygge opp en mest mulig realistisk hydraulisk modell.

Konkrete resultater
Diverse grunnlagsmateriale er framskaffet. Det er satt opp en modell for Vorma. Ingen simuleringer er foretatt.

Status
Prosjektet forventes å holde framdriftsplanen, dvs være avsluttet pr 01.07.98.

F5 FLOMPROGNOSERS KVALITET

Ansvarlig institusjon
GLB v/Dan Lundquist

Ferdige publikasjoner
"Flood forecasting in practice" både som artikkel til EGS-konferanse i Wien i mai 1997 og som HYDRA-notat nr. 9/97.

Målformulering for delprosjektet
Å bidra til å forbedre eksisterende flomvarslingssystemer, ved økt kunnskap om feilkildene til flomprognoser og deres relative betydning.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Analysen fra 1996 vedr. feilkildene til flomprognosene i 1995 er blitt videreført og rapportert.

Konkrete resultater
Hovedkonklusjonen er at flere ulike faktorer har hatt betydning for prognosekvaliteten, noen vesentlig i de øvre delene av vassdraget og andre i de nedre deler. De viktigste av disse er usikkerhet i de meteorologiske prognosene, nedbør-avløpsmodellene, rutingmodellen og vannføringskurvene.

Status
Delprosjektet er avsluttet, men GLB vil i egen regi arbeide videre med enkelte praktiske problemstillinger av betydning for varslingen i Glommavassdraget. Spørsmål vedr. usikkerhet i flomvarsler av mer generell art ivaretas heretter av delprosjekt F7.

F6 INNDELING I VARSLINGSREGIONER

Ansvarlig institusjon
UiO v/Kjell Nordseth

Ferdige publikasjoner
Rapport F2/98 "Estimating the mean areal snow water equivalent from satellite images and snow pillows", forfattet av Thomas Skaugen, er levert til trykking. De planlagte cand. scient. avhandlingene vil ikke bli publisert før i 1998.

Målformulering for delprosjektet
Å definere varslingsregioner og flommers regionale fordeling i store vassdrag ved bruk av statistiske metoder for arealfordeling, anvendt på avløpsdata fra NVE.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
I prosjektet arbeider 3 cand. scient. studenter med hver sin hovedfagsoppgave. Flomområdet i 1995 er delt i tre delregioner: Østre Glomma, Gudbrandsdalslågen og Trysilvassdraget med tilliggende områder i Trøndelag og Sverige. I hver av regionene analyseres flomvolum, varighet og stigningstid av flommen i 1995, også i relasjon til andre smelteflommer i utvalgte lange tidsserier i områdene. Antall måleserier har blitt utvalgt nærmest utifra kriteriet "ta hva som finnes" for å få til den best mulige regionale dekning. Tilgangen til svenske data har vært noe vanskelig, men synes nå å være løst på en tilfredsstillende måte.

I de tre cand. scient. oppgavene vil målsettingen være å analysere regionale fordelinger av de ulike hydrologiske variable, for å se om det er mulig å avlede lovmessigheter om arealfordeling av smelteflommer i Østlandsområdet. Hvis dette er mulig, vil det også kunne være grunnlag for forbedret flomvarsling i større vassdrag. Til prosjektet er også knyttet en stilling tillagt NVE - Thomas Skaugen - som skal foreslå statistiske metoder for beskrivelse av synoptisk spredning av smelteflom. Disse metodene har hittil vært lite brukt i regional hydrologi i Norge.

Konkrete resultater
I tillegg til den refererte publiseringen er det også utarbeidet en litteraturgjennomgang av "Regionale flomanalyser i større vassdrag". Det tas ikke sikte på å publisere denne uten at den samordnes med lignende tiltak i HYDRA. Det er også utarbeidet en litteraturbase over historiske flommer med vekt på Sør-Norge.
Problemstillingen med dette arbeidet er det samme som for målte flommer i NVE's regi - å analysere på regionale fordelingsmønstre. Arbeidet vil bli avsluttet i 1998 etter først å ha blitt koordinert med andre tiltak i HYDRA.

Status
Prosjektet går etter planen. Sluttføring av arbeidet til Thomas Skaugen vil bli overtatt av en hovedfagsstudent ved UiO, med Skaugen som veileder.

F7 USIKKERHET I HYDROLOGISKE OG METEOROLOGISKE PROGNOSER

<u>Delprosjekt A:</u>
"De hydrologiske prognosefeltenes representativitet"

Ansvarlig institusjon/person
NVE/Kjell Repp - Hege Hisdal

Ferdige publikasjoner
Fjeldstad, K. (1997) "Metoder for kvantifisering av hydrologiske prognosefelts representativitet", HYDRA-notat nr. 1/97.

Aktiviteter/milepæler i 1997
1 Identifisering av testområder
Gjennomført
2 Kartlegging av representativitetskriterier
Gjennomført, fortsetter i -98
3 Vurdere resultater fra andre prosjekter
Gjennomført
4 Utføre statistiske tester
Gjennomført, fortsetter i -98
5 DNMI gjennomfører analyser av repr. regioner for nedbør
Utsatt til 1998
6 Systematisering av metode
Gjennomført, fortsetter i -98
7 Verifisering mot uavhengige felt
Gjennomført
8 Delrapportering
Gjennomført

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Første del av prosjektet er avsluttet i og med Kai Fjellstads arbeid. I denne delen er to regioner valgt ut for testing av de hydrologiske prognosefeltenes representativitet for regionen. Det er fokusert på to problemer:

- Med hensyn på hvilken flomparameter (tidspunktet for maksimal flomvannføring, størrelsen på flommen, vårflom, høstflom) skal prognosefeltet være representativt?
- Hvordan egner clusteranalyse og kriging seg som et objektivt mål på representativiteten?

I andre del av prosjektet har vi startet opp arbeidet med å vurdere ulike feltparametres påvirkning av flomforholdene, og dermed bruk av feltparametre som representativitetsparametre for flom.

Konkrete resultater
Det har vist seg vanskelig å benytte maksimal vannføring og dato for maksimal vannføring som parametere for kvantifisering av representativiteten til hydrologiske prognosefelt, ved hjelp av statistiske analyser som clusteranalyse og kriging. Ved å kombinere ulike feltkarakteristika, vil det være enklere å si noe om representativiteten til det enkelte felt i ulike flomsituasjoner.

Status
Delprosjektet følger fremdriftsplanen

<u>Delprosjekt B:</u>
"Kvantifisering av usikkerhet i vannføringsprognoser"

Ansvarlig institusjon/person
NVE/Kjell Repp - Hege Hisdal

Ferdige publikasjoner
Langsrud, Ø., Frigessi, A. og Høst, G. (1997) HBV-model error prediction. HYDRA-notat nr. 4/98.

Aktiviteter/milepæler i 1997/98

1 Utvelgelse og tilrettelegging av data
Gjennomført
2 Gjennomgang av internasjonale erfaringer
Gjennomført, fortsetter i 1998
3 Metodestudie
Gjennomført, fortsetter i 1998
4 Modell for usikkerhet i temp. og nedbør punkt
Påbegynt, gjennomføres vesentlig i 1998
5 Modell for usikkerhet i temp. og nedbør areal
Gjennomføres i 1998
6 Dataanalyse, HBV-modellens input og output
Gjennomført
7 Tilpasse usikkerhetsmodell for HBV-modellen
Gjennomført
8 Simuleringseksperimenter - Gjennomføres i 1998
9 Modell for total usikkerhet - Gjennomføres i 1998
10 Implementere metodikk - Gjennomføres i 1998
11 Delrapportering - Gjennomført, fortsetter i 1998

Gjennomførte aktiviteter i 1997

Det er valgt ut to nedbørfelt hvor en usikkerhetsmodell for vannføringsprognoser skal etableres. Disse er Knappom i Flisaelva, Glomma (Hedmark) og Røykenes i Oselv (Hordaland). For disse feltene med tilhørende synoptiske stasjoner for nedbør og temperatur samt prognosefelt for nedbør og temperatur, er observert vannføring, nedbør og temperatur samt prognosert nedbør, temperatur og vannføring tilrettelagt for videre analyser.

Norsk Regnesentral har tilpasset en usikkerhetsmodell for vannføring basert på HBV-modellen. Arbeidet er beskrevet i HYDRA-notat nr. 4/98, og er tenkt presentert ved EGS-konferansen (European Geophysical Society) i Nice 1998 under sesjon NH2-01: "Uncertainty assessment in meteo-hydrologic warning".

Ved DNMI er arbeidet med å angi usikkerheten i nedbørvarsler på lokal skala igangsatt.

Konkrete resultater

Det er etablert en statistisk modell for avviket mellom observert og HBV-modell-estimert vannføring. Modellen er tilpasset historiske data. Arbeidet med å modellere usikkerheten i nedbør- og temperaturprognoser er startet opp. Resultatene er lovende. Gjennom arbeidsmøter hvor ulike resultater er lagt frem, har prosjektet resultert i kompetanseoverføring mellom de samarbeidende institusjoner. Spesielt viktig er kompetanseoppbyggingen i NVE på usikkerhetsbeskrivelse.

Status

Delprosjektet følger fremdriftsplanen

<u>Delprosjekt C:</u>

"Automatisk verifisering av hydrologiske prognoser "

Ansvarlig institusjon/person

NVE/Kjell Repp - Hege Hisdal

Ferdige publikasjoner

Ingen

Aktiviteter/milepæler i 1997

1 Tilrettelegging av data
Ikke gjennomført
2 Analyse
Ikke gjennomført

Status

Delprosjektet har ikke startet opp, og ligger følgelig etter framdriftsplanen. En vil kunne utnytte deler av resultatene fra delprosjekt B i dette prosjektet.

Vedlegg 1.3

Årsrapport for Mi-gruppen

(Miljøkonsekvenser av flom og flomforebyggende tiltak)

MÅLFORMULERING

- Beskrive effekter av flom på kjemisk vannkvalitet i elver og innsjøer (inkl. partikulære fraksjoner av fosfor og nitrogen).
- Utrede den fysiske delen av sedimenttransport i vassdrag og oversvømte områder under flom (variasjon i sedimentasjon mellom ulike vassdrag og landskapstyper, avsetning og erosjon i selve vassdraget, kritiske faktorer for variasjon av sediment-transport, vekselvirkning mellom sedimenttransport og flom og hydraulikken i vassdraget).
- Belyse de sannsynlige prosesser som er av betydning for enkeltpopulasjoner og biologiske samfunn i forbindelse med flom.
- Etablere en oversikt over typiske miljøkonsekvenser av de vanligste typene av flomforebyggende tiltak (fysiske, biologiske og kjemiske forhold).
- Belyse faktorer som kan påvirke bruken av vassdragene (for eksempel landskapsestetiske sider ved ulike flomforebyggende tiltak)

GJENNOMFØRTE AKTIVITETER I 1997

Flom og vannkvalitet
- Søk etter aktuell litteratur
- Konktakt med fagmiljøer
- Analyse av prøveserier fra flomepisoder i 1997 i Altaelva og Gaula
- Sammenstilling av rapport

Flom og sedimenttransport
- Utredninger av de forskjellige punktene som omfattes av målsettingen i prosjektet
- Befaring i områder med omfattende miljøkonsekvenser av historiske flommer (Åsta, Atna, Ulvådal, Suldalslågen og Rombakselv)

Flom og biologisk miljø
Undersøkelser av effekter av flom i rennende vann og i innsjøer, i ulike vassdragsavnsitt og for ulike biologiske grupper
- Bunndyr i rennende vann i alpin bekk
- Planktonsamfunn i subalpin innsjø
- Innlandsørret og Hunderørret
- Bunndyr i anadrome vassdrag
- Ungfisk i anadrome vassdrag
- Ungfisk i Saltdalselva
- Drift av laks- og ørretlarver
- Makrofytter i lavlandsvassdrag
- Temporære dammer i elvelandskap
- Flerarts fiskesamfunn i lavlandsvassdrag

Miljøeffekter av flomforebyggende tiltak
- Innsamling av litteratur (søk i litteraturbaser, internett, kontakt mot fagmiljø i Norge og Europa samt bruk av materiale fra tidligere Østlandsforskningprosjekt)
- Sammenstilling av rapport

KONKRETE RESULTATER

FLOM OG VANNKVALITET

Rapporten gir kunnskapsstatus innen feltet og en beskrivelse av flomforløp i Glomma, Mjøsa, Øyeren og Atnasjøen i 1995 og i Gaula og Altaelva i 1997. Typiske flomforløp i forsurede vassdrag er analysert.

Generelt kan flomforløp beskrives i inntil tre faser i norske vassdrag: Ekstraksjon av visse ioner i første fase av snøsmeltingen ("kromatografering"), utpressing av ionrikt grunnvann når bakken tiner eller ved nedbør etter lengre tørkeperioder ("stempel-effekt"), og fortynning etter at flommen er kulminert. Forskjellige ioner og næringsstoffer reagerer forskjellig i disse fasene, avhengig av om de er bundet til partikler og mobilitet forøvrig.

I tillegg har vi "sjøsaltepisoder" i forbindelse med kraftige lavtrykk og mildvær i kystnære strøk vinterstid, hvor nedbøren i liten grad kommer i kontakt med dypere jordlag før vannet når ut i vassdragene. I slike tilfeller kan en få ionebytter-reaksjoner i humus-sjiktet som medfører ekstreme vannkjemiske forhold.

Flommer som skyldes utslipp fra reguleringsmagasiner vil normalt føre til rask endring av vannkvaliteten til dominans av den fra reguleringsmagasinet. Blanding av vann fra forskjellige vassdragsavsnitt med ulik vannkvalitet, kan ha betydelig giftvirkning på organismer på strekningen etter samløp. Dette skyldes endringer i spesiering av aluminium.

Sporelementer fra 40 elver i Møre og Romsdal ved lavvannføring og ved flom er vurdert.

FLOM OG SEDIMENTTRANSPORT

Erosjonsprosessene i norske vassdrag er av ekstremt varierende karakter og sedimenttransporten varierer derfor svært mye mellom forskjellige regioner.

Erosjonsprosesser og løsmasser i nedbørfeltene er grunnlaget for en inndeling av sedimenttransporten i norske vassdrag, fig 1.

Leirvassdragene

Leirvassdragene drenerer områder hvor det ble avsatt marin leire i avsmeltningsfasen av siste istid. I slike områder er det ofte utviklet et ravinelandskap. Elver og bekker har i slike områder skåret ut ravinedaler. Det er påvist at store flommer har en avgjørende betydning for stabiliteten i ravinelandskapet og erosjonsprosessenes intensitet. Store flommer kan senke erosjonstersklene og føre til tilbakeskridende erosjon. I en periode etter en slik flom vil skråningene være instabile slik at skred og utglidninger skjer mer hyppig. Tilførselen av suspendert materiale til vassdragene vil øke sterkt i en slik periode.

Selv om tilførselen av erosjonsmateriale fra dyrket mark ikke øker, vil slike variasjoner i den naturlige erosjonen føre til en økt sedimentbelastning på vassdragene.

Lavlandselver i skogsområdene

Erosjon i morene og glasifluvialt materiale er de viktigste sedimentkilder i skogsområdene. Ofte er sedimenttilførselen til vassdragene liten. En spesifikk erosjon på 2 t/km^2 år er oppgitt som middel for vassdrag med målinger, Bogen 1995. Under store flommer kan imidlertid sedimentkildene endre seg og sedimenttransporten bli av betydelig størrelse. Det er viktig å være klar over at en slik radikal endring i sedimenttransportens størrelse kan finne sted i visse vassdrag. I tilknytning til dette prosjektet er Atna, Åsta og Ulvåa befart.

Konsekvensene kan bli omfattende. Substratet i vassdragene vil omformes. I noen av vassdragene vil endringene være permanente. Det er stor sjanse for løpsendringer slik som i Åsta under 1995-flommen. Sedimentfeller ved veikulverter eller sandfang i kraftverk fylles under slike forhold altfor raskt opp slik at det kan oppstå skader.

Elver i høyfjell og arktis

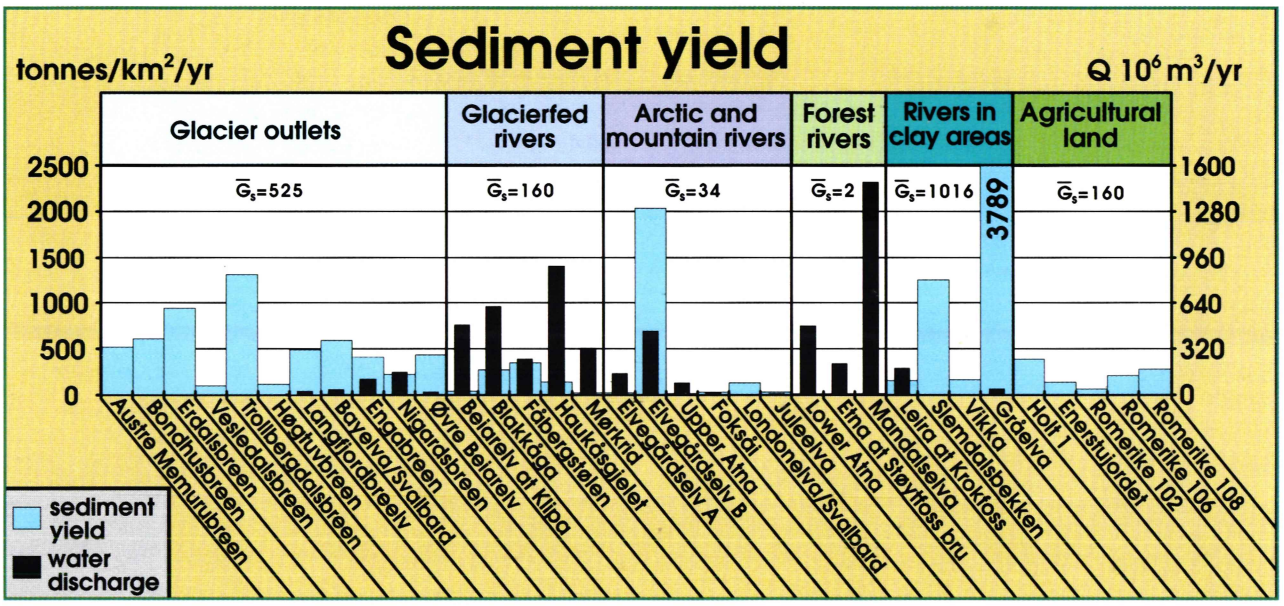
Over tregrensen er det mindre bindende vegetasjon slik at erosjonen kan bli mer intens. Når midlet for vassdrag i denne regionen ikke er høyere enn 34 t/km^2 år så kommer det som oftest av liten tilgang på eroderbare løsmasser. Når en stor flom river opp og ødelegger vegetasjonen kan erosjonen holde seg høy i mange år fordi vegetasjonen i høyfjellet vokser sakte slik at sårene ikke gror. I Ulvådal er erosjonssporene etter en flom som forekom i 1960 svært markerte i terrenget.

I arktis vil effekten av permafrosten forsterke erosjonsintensiteten under en flom. Permafrosten gjør at markvannsmagasinet i det aktive laget blir fylt raskt opp. Vannet må dermed transporteres på overflaten og erosjonen blir mer intens.

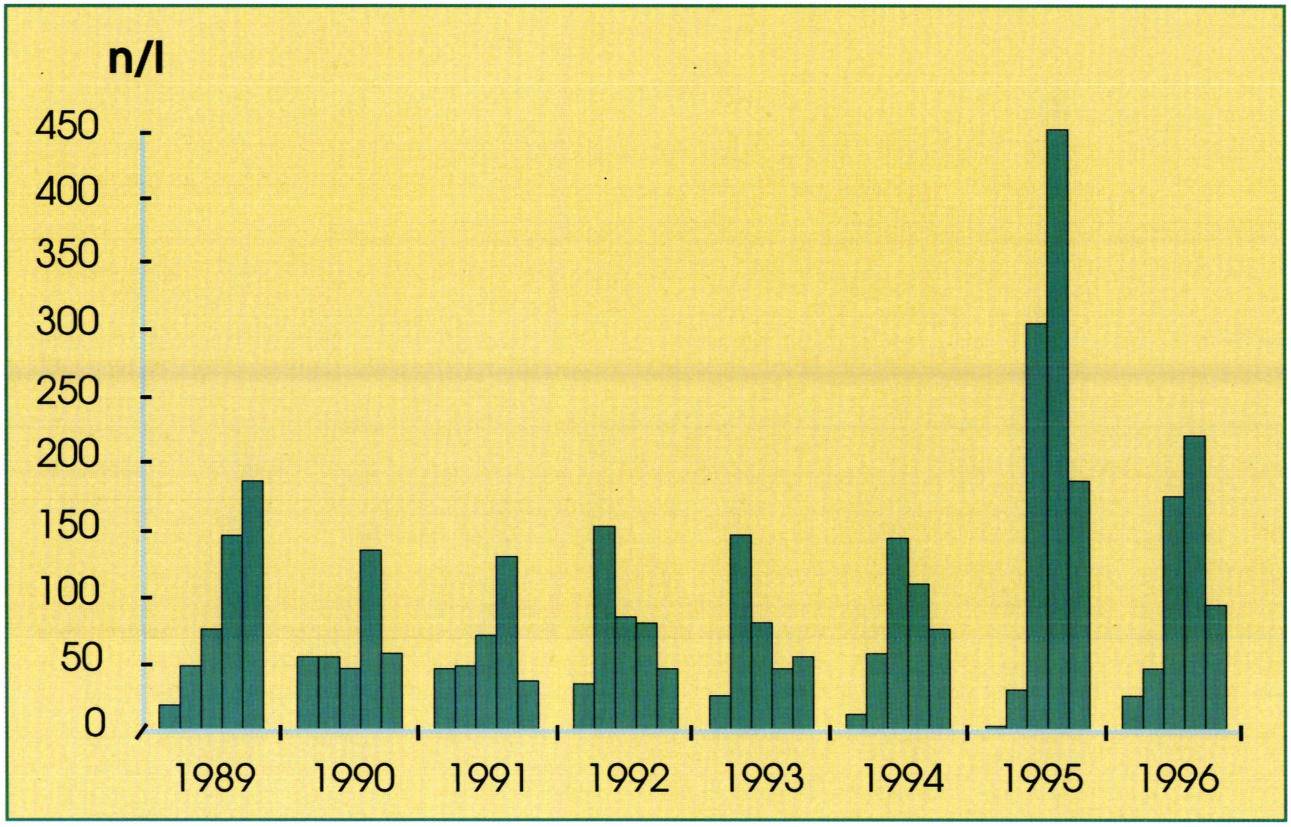
Breelver

Breelvene står for den største materialtransporten i norske vassdrag. Den overveiende del av materialtransporten føres ut fra breene under flomepisoder. I brevassdragene er materialtransporten generelt høy. En ekstremflom fører ikke nødvendigvis til en ekstremt stor materialtransport. Dette har sammenheng med måten sedimentene tilføres elveløpene på. I de subglasiale tunnelene smeltes materialet ut av isen, mens det i åpne kanaler kan styrte ned i elveløpene fra sideskråninger.

Breenes fluktuasjoner kan ha stor betydning. Når breene går frem kan innsjøer fylles igjen, slik at sedimenttransporten går direkte ned i hovedvassdraget.



Figur 1. Klassifisering av norske vassdrag etter erosjonsintensitet.



Figur 2. Tettheten av dyreplankton i Atnsjøen i juni, juli, august, september og oktober i perioden 1989-1996.

Under perioder med tilbaketrekning av isbreene vil mye av det groveste materialet sedimentere i områdene nærmest breene. I en mer fremskreden posisjon vil mye av dette materialet føres ned i hovedvassdraget slik at elvebunnen hever seg. Mye av flomskadene fra 1700 tallet, som er nevnt i gamle jordebøker fra Stryn og Jostedalen, kan antagelig skyldes at bunnen i elveløpene ble hevet slik at elva lettere svømmet over sine bredder eller tok nye løp.

Regulerte vassdrag

Selv om vassdragene er regulerte, så kan allikevel sedimenttilførselen under store flommer føre til problemer. Et eksempel er Fortunselv hvor reguleringene av hovedelven startet for 30 - 40 år siden. Hovedelven fikk dermed en redusert transportkapasitet. Sideelvene ble imidlertid ikke regulert. Sedimenter som ble ført inn i vassdraget fra sideelvene fikk dermed en tendens til å hope seg opp. Dette førte etter hvert til en heving av elveløpet slik at elven gikk over sine bredder under moderate vannføringer.

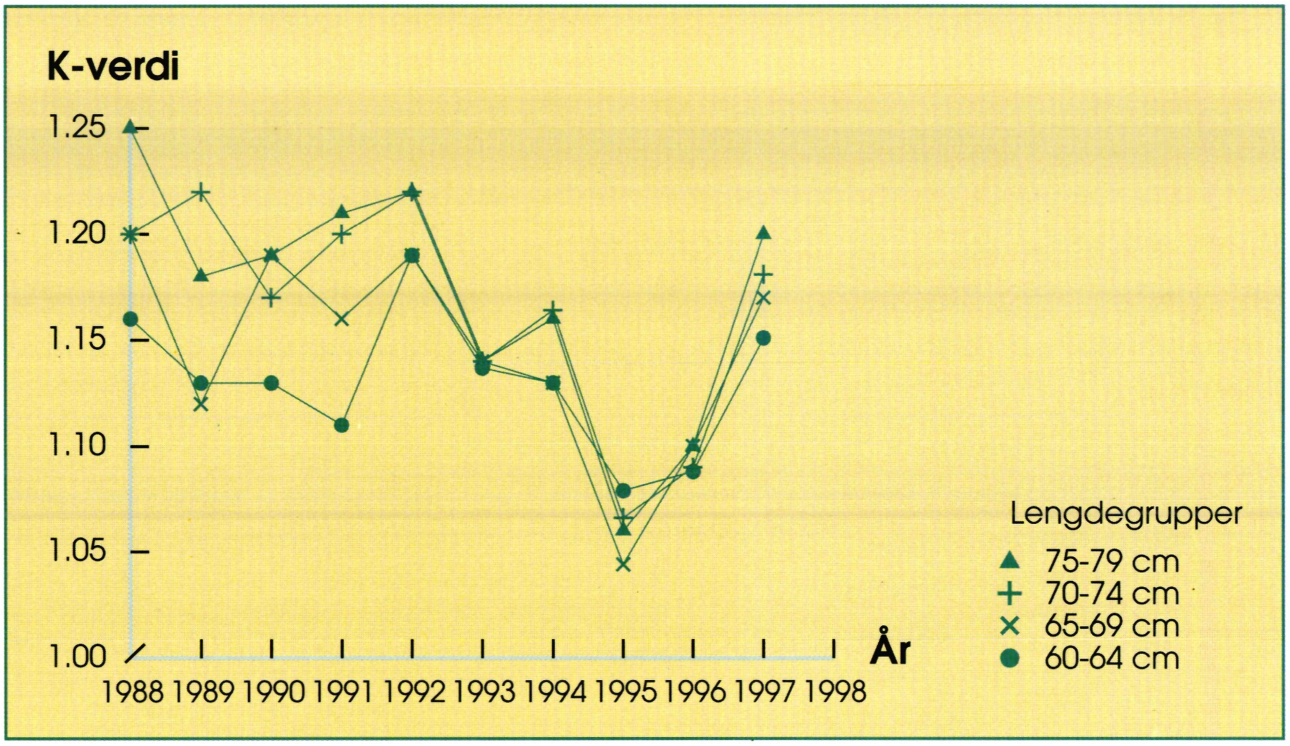
Det er rapportert om liknende effekter i andre regulerte vassdrag. Dette kan være en utvikling som foregår over lang tid, men den sies å bli mer merkbar når en stor flom har ført inn mye materiale fra sideelvene.

FLOM OG BIOLOGISK MILJØ

Bunndyr i alpine bekker, Brurskardsbekken

Undersøkelsene er lagt Brurskardbekken (1300-1400 m o.h.) i Øvre Heimdalen, Øst Jotunheimen. Døgnfluefaunen er undersøkt på fem stasjoner i Brurskardbekken, høsten 1994, vår, sommer og høst 1995, vår og høst 1996, samt vår og høst 1997. Døgnfluefaunaen i Brurskardbekken består hovedsakelig av fem arter, alle innenfor slekten *Baetis*. Artene deler seg i to kategorier når det gjelder livssyklus. *Baetis lapponicus, B. subalpinus, B. macani og B. fuscatus* er såkalt sommerarter som har sin nymfevekst om sommeren og tilbringer den lange vinteren i eggstadium. Hele livssyklusen varer et år og utviklingen er som regel ganske synkront. Den femte arten, *B. rhodani*, har en meget fleksibel livssyklus, avhengig av både temperatur og næringstilgang. I lavlandet kan den ha flere generasjoner i året, men i høyfjellet er livssyklusen forlenget. I Øvre Heimdalen forekommer både et og to-årlige livssykluser. Ved utløpet av Øvre Heimdalsvatn er *B. rhodani* et-årlig, mens i innløpsbekken er den to-årlig. Evne til å skifte livssyklsstrategi gi fordeler i et dynamisk og usikker miljø.

Etter flommen i 1995 var *B. rhodani* helt dominerende i vassdraget. De øvrige døgnflueartene gikk sterkt tilbake og var nesten fraværende i prøver fra sommeren 1995. Dette skyldes forskjeller i livssyklusstrategi. For sommer-



Figur 3. Beregnet kondisjonsverdi for fire lengdegrupper av mjøsørret fanget under gytevandring i fisketrapp ved Hundersfossen i perioden 1988.1997.

artene kommer vårflommen like før eggklekking. Vanligvis ligger eggene trygt i og på substratet, men en storflom vil sette bunnsubstratet i bevegelse. Dette vil føre til stor dødelighet både av egg og eventuelle tidlig instar nymfer. Utviklingen hos B. rhodani står i kontrast til sommerartene som er mindre synkrone og strekker seg over to år på de fleste stasjoner. Derfor vil bestanden befinne seg i ulike stadier under en flom, noe som vil gi økt overlevelse for enkelte stadier. Noen vil selvfølgelig være utsatt, men andre som f.eks større nymfer vil kunne ha mulighet for å unnvike.

Med sin fleksible livssyklus er B. rhodani dermed bedre i stand til å overleve flom enn de mer synkrone sommerarter, mens under mere gunstige, stabile situasjoner vil forhold være annenledes. Dette betyr at virkning av flom vil være forskjellige hos ulike arter, og at dette vil ha følger for artsammensetningen i vassdraget i en periode etter en flom.

Planktonsamfunn i subalpin innsjø

Flommen i 1995 hadde en dimensjon som klart demonstrerte betydningen av økt gjennomstrømning og utspyling samtidig som store mengder organisk og uorganisk materiale legger grunnlaget for økt produksjon (eutrofiering). Det er en positiv korrelasjon mellom størrelsen på flommene, mengde alloktont materiale som tilføres innsjøene og produksjonen.

Blant de faktorer som bestemmer artssammensetningen, dominansforholdene og abundansen hos planktonet i innsjøer (og elver) er gjennomstrømningen og teoretisk oppholdstid dominerende. Det foreligger få undersøkelser som beskriver denne sammenhengen mellom vannføring, oppholdstid og planktonsamfunnets struktur og sammensetning i innsjøer. Tettheten og stabiliteten er størst i lokaliteter med lang teoretisk oppholdstid. Forskjellene er av både kvantitativ og kvalitativ art. Flommen i 1995 ga seg merkbare utslag på planktonsamfunnet i Atnsjøen. Det skjedde ingen endringer i artssammensetningen, men dominansforholdene endret seg relativt mye. Tettheten endret seg imidlertid mest (Fig. 2). Storflommen i 1995 åpnet opp store nye områder for erosjon og sikrer for en lang periode økt tilførsel av alloktont materiale til elver og vann. Dette sikrer samtidig opprettholdelsen av en noe høyere produksjon etter flommen enn før.

Innlandsørret og Hunderørret

De kortvarige forandringene er ikke påvist på bestandstørrelsen, men på fiskens vekst og kondisjon. All fisk som passerer fisketrappen i Hunderfossen blir veid, målt og merket individuelt. Hunderørret gyter stort sett annet hvert år, og individuelt merket fisk gjør at samme fisk vil bli registret hver gang den går opp for å gyte. Dette har skjedd siden trappen ble åpnet i 1966.

For årene 1991-1997 er oppgangsfisken mellom 60 cm og 80 cm blitt delt i 4 lengdegrupper. I alle disse sank den gjennomsnittlige kondisjonsfaktor i to trinn, først i 1993 og deretter i 1995 (Fig. 3). Begge tilbakeslagene antas å skyldes nedgang i bestandene av pelagisk bytte-

fisk. I 1993 brøt disse sammen etter en lav planktonproduksjon, kanskje som følge av stor og kald sommervannføring i Lågen. Dødeligheten til lagesilda var høy, avmagringen sterk og tilveksten minimal. Forholdene hadde bare rukket å stabilisere seg da storflommen kom og en ny nedgang fulgte. I tillegg til å påvirke forholdet plankton-byttefisk, kan tilslammingen ha nedsatt ørretens fangstevne. I de to siste årene har kondisjonen gradvis styrt til nivået før flommen i 1995.

Bunndyr i anadrome vassdrag, Gaula
Ut fra størrelsen og varigheten på 1997-flommen kunne en ha forventet en eventuell utspylingseffekt på bunnfaunaen med sterkest effekt i områder med ustabilt substrat. Resultatene så langt viser ingen slik effekt i Gaula og sideelva Sokna. Det var et bra mangfold av grupper og arter på de fleste stasjonene ved kulminasjon av flommen i juni. Analyser på artsnivå og sammenligning med tidligere data er imidlertid ikke ferdig, og kan gi nyanser i dette bildet.

Prøvene fra mai, under vannføringsøkning og begynnende flom, viser store variasjoner i mengde og faunasammensetning mellom stasjoner, og med lave verdier ved Singsås, Sokna og Støren. Imidlertid var det i både juni og august en mer artsfattig fauna på de nederste stasjonene nedafor Lundamo (Møsta). Dette kan ha sammenheng med flomeffekter; økt slamføring, erosjon og omlagring av substratet. Dataene er imidlertid ikke komplette og trenger en nærmere analyse.

Sideelva Sokna har generellt høy tetthet av bunndyr og et større artsmangfold enn hovedelva Gaula, Bunnfaunaprøver tatt under kulminasjon av flommen viste et stort mangfold og tyder på at flommen her ikke har hatt noen stor effekt på faunasammensetningen.

Ungfisk i anadrome vassdrag, Gaula
Elektrofisket i 1995 viste svært lav tetthet av laks i aldersgruppe 0+ i Gaula. Det skulle derfor forventes å finne liten tetthet av aldersgruppen 1+ i 1996 og av aldersgruppen 2+ i 1997. Dette er kun delvis tilfellet. Avvikene kan imidlertid delvis skyldes at det er forskjeller mellom stasjoner og at dataene ikke er komplette. Årsklassen som er klekket i 1995 er tettere enn forventet som 1-åringer i 1996. De foreløpige estimatene fra 1996 kommer imidlertid fra to stasjoner oppe i Gaula med høy tetthet, og en stasjon nede i Gaula med lav tetthet. Basert på observasjoner av sedimentasjon etter flommen i 1995, antok Hindar et al. (1996) at 1995-flommen kunne ha hatt mindre virkning langt oppe enn lengre nede i Gaula. Tettheten av 2-åringer i 1997, som foreløpig kun er målt nede i Gaula, var ekstremt lav. Dette kan tyde på at antagelsen om mest dramatisk flomeffekt nede i Gaula er riktig. En endelig konklusjon må avvente tetthetsberegninger fra flere stasjoner.

Årsklassen som er klekket i 1996 viser høy tetthet som 0+ på alle stasjoner som foreløpig er målt. Dette kan komme av at redusert tetthet av større laksunger fører til økt overlevelse av årsyngelen på grunn av lavere intraspesifikk konkurranse. Tettheten av 1996-årsklassen i aldersgruppe 1+ er ikke spesielt høy på de undersøkte stasjonene i 1997.

Årsklassen 1997 har moderat tetthet på den ene stasjonen der tettheten kunne beregnes i august. På to andre stasjoner fant vi henholdsvis ingen og 11 laksunger, men kunne ikke beregne tetthet. Selv om dette er variable resultater, tyder de ihvertfall på at flommen i 1997, som var like stor som 1995-flommen men noe senere i tid, ikke hadde samme effekt på rekrutteringen av laksyngel.

Sideelven Sokna har generelt svært høy tetthet av laksunger, også for den årsklassen av laks som klekket i flomåret 1995. Undersøkelsene i august 1997 viser at heller ikke 1997-flommen så ut til å ha noen effekt på rekrutteringen av laksunger i Sokna.

Ungfisk i Saltdalselva
Det foreligger årlige, systematiske innsamlede data om tetthet av laks- og ørretunger i Saltdalselva i Nordland siden 1975. Siden det også foreligger data om vannføring i elva i samme periode, egner denne dataserien seg godt til å se på om størrelsen på vårflommen har betydning for overlevelse av fiskeunger. Dette er også relevant for å vurdere effekten av vannføring, herunder også flommer, på fisketetthet av anadrome bestander.

Gjennomsnittlig tetthet av laksunger (unntatt årsyngel) ble beregnet til 13,3 fisk per 100 m^2, med en årlig variasjon fra 4,2 til 29,1 fisk per 100 m^2. Tilsvarende var gjennomsnittlig tetthet av ørretunger 23,2 fisk per 100 m^2, med en variasjon mellom 13,5 og 34,5 fisk per 100 m^2.

Det var betydelig variasjon i styrken på de enkelte årsklasser av både laks og ørret. Årsklassene av ørret som klekket i 1989 og 1993 var svakest, mens 1985-, 1986- og 1991-årsklassene var de sterkeste. For laks var årsklassene som klekket i 1980 og 1989 og alle tre årsklassene som klekket i perioden 1992 - 1994 spesielt svake. De sterkeste årsklassene av laks var de som klekket i 1985, 1986 og 1987. Vi fant signifikant sammenheng mellom den høyeste daglige vannføringen som ble registrert under vårflommen i det året eggene klekket, og styrken på de enkelte årsklassene, både for laks og ørret. Konsekvensen av dette er at det var betydelig større dødelighet av årsyngel både av laks og ørret i år med stor vårflom sammenliknet med år med liten vårflom. Denne økte dødeligheten forekom ikke bare i år med ekstrem flom, men var jevnt økende med økende flomvannføring.

Tetthetene av ungfisk ble sammenliknet med den høyeste vannføring (daglig gjennomsnitt) som er registrert samme år under vårflommen. Det var ingen signifikant sammenheng mellom høyeste flomvannføring og tetthet

samme år verken av laks eller ørret. Det kunne altså ikke påvises at tettheten av verken laks- eller ørretunger som er ett år eller eldre ble påvirket av store vårflommer.

Vi konkluderer med at størrelsen på vårflommen har svært stor betydning for overlevelsen til årsyngel både av laks og ørret, mens eldre fisk ikke blir påvirket direkte.

Drift av laks- og ørretunger, Suldalslågen
I 1991 til 1996 ble effekten av flommer og hurtige økninger i vannføring på fisk fra 10-15 m^3/s til et betydelig høyere nivå, ca. 100-250 m^3/s. I Suldalslågen økes vannføringen på våren fra lav vintervannføring.
Det meste av 0+ ørret hadde kommet opp av grusen før økningen i vannføring. Laksen kommer opp av grusen ("swim up") ca. 1. juni, dvs. etter økningene i vannføring. Det ble funnet ulikheter i forløpet av drivet mellom laks og ørret. Ørreten kommer ut i driv gjennom aktiv kolonisering av nye områder, eller fordi den mister posisjon pga. økt vannhastighet. Klekking og påfølgende "swim up" hos laks skjer ved stor vannføring midt ute i elva fordi gytingen til laks skjer ved lav vannføring om vinteren. Det største drivet av lakseyngel ble påvist om natten, fordi yngelen da kommer opp fra grusen, mens det hos ørret ikke ble funnet døgnvariasjon i driv. Det er grunn til å anta at utgangsbestanden av fisk kanskje i like stor grad som vannføringen bestemmer hvor mye fisk som driver.

Flom og makrofytter
Vannvegetasjonen (makrofytter) kan påvirkes sterkt av flomvannstander og -vannføringer. En gjennomgang av norsk erfaringsmateriale og litteratur viser at det er sekundæreffekter pga. lyssvekking, omflytting av sedimenter og liknende som er viktigst, mens direkte slitasjeskader fra høy vannføring ikke alene forklarer de vegetasjonsendringer som kan observeres etter en flom. Isgang kan fjerne store deler av plantedekket, mens hurtigøkende flommer (spyleflommer) påvirker fastsittende alger og vannmoser. Data fra Øyeren dokumenterer at det kan ta flere år før vegetasjonsdekket reetableres, og det er sannsynlig at artssammensetningen i tillegg endres etter flommen.

Temporære dammer i elvelandskap
Kroksjøene er rester etter tidligere elvesvinger, som ble isolert fra selve vannstrengen da elva en gang grov seg nytt løp. Kvartærgeologisk og biologisk er ofte slike kroksjøer og dammer svært interessante, med stort individtall og høy diversitet - ikke minst de uten fisk.

De elvenære vanninnsamlingene er mer eller mindre avhengige av elva, av grunnvannsnivået, som reguleres av elvas eget vannspeil, og av flommene. I økende avstand fra elva observeres en suksesjonsgradient fra de nyeste dammene til de eldste, med økende gjengroingsgrad og tørrlegging. For biodiversiteten innen et område er det viktig at alle disse stadiene er til stede samtidig.

For spredning lokalt, evt. også regionalt, benyttes ofte elva som transportåre. Enkelte arter forflytter seg fra dam til dam, ved egenbevegelse eller ved hjelp av flommene.

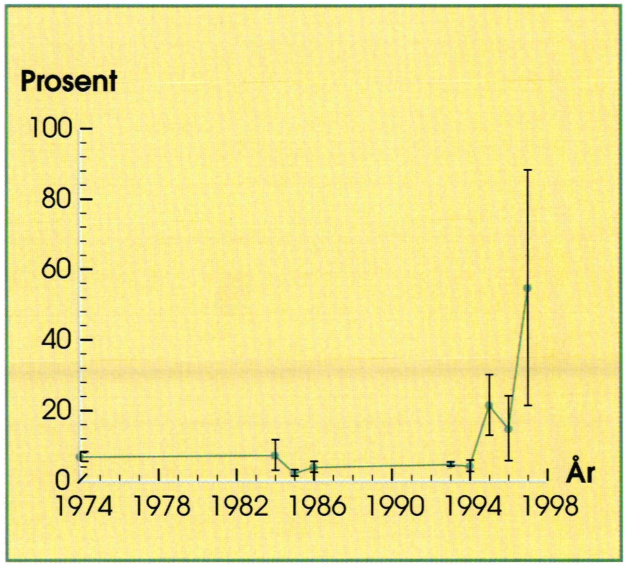
Ideelt sett ut fra et fauna/biodiversitets-synspunkt, burde elva få arbeide fritt i dalbotnen med naturlig flom og flommark, utgraving av meandere, avsnøringer av nye kroksjøer og gjengroing av gamle. Dette ville sikre alle suksesjonstrinn i en dams "liv", og et størst mulig antall naturlige biotoper. Folk kunne dyrke i dalbotnen i en viss avstand fra elva, med den risiko dette medførte for å få jord, avlinger eller eiendomsgrenser ødelagt, men måtte av sikkerhetsmessige årsaker bo oppe i dalsidene.

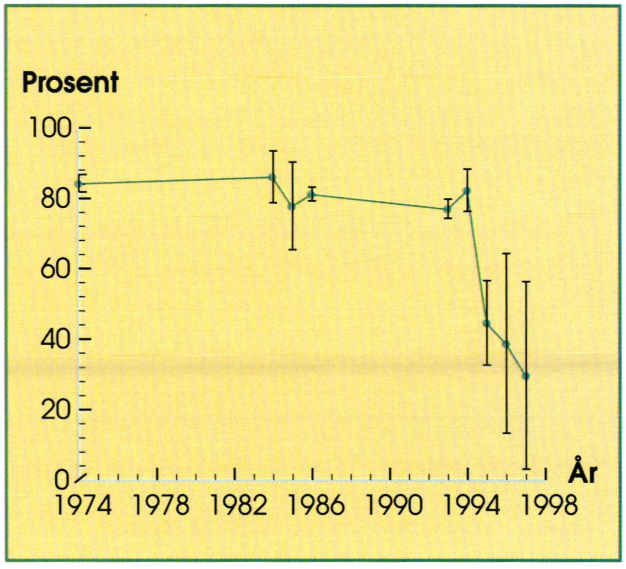
Flerarts fiskesamfunn i lavlandsvassdrag, nordre Øyeren
Fiskesamfunnet inkluderer et gruntvannssamfunn med gjedde, hork, abbor, gjørs og en rekke arter karpefisk. I elveslettelandskapet med våtmarksområder ble det dokumentert betydelig innvandring av en rekke fiskearter som fulgte flompulsen inn over flomdekket terrestrisk område. Fiskens innvandringsrespons til flomarealene ble klassifisert i fire grupper.

- Laue, vederbuk og flire. Invasjonsarter med rask innvandring og som har økt forekomst nær flomkanten.
- Mort og brasme. Arter med jevn forekomst både over ordinær innsjøbunn og flomarealer.
- Abbor, gjedde og gjørs. Fiskepredatorer med innvandring etter byttefisk.
- Hork. Følsom for sedimentering og som trekker unna flompåvirket område.

Mønsterert i artsfordelingen over flomarealene kan delvis forklares etter artenes evne til å utnytte dødt organisk materiale, dels etter deres krav til temperatur under gyting og næringsopptak. Dels rammer en vårflom fiskearter som er i ferd med å gyte eller som nettopp har avsluttet gytingen.

Store arealer med stort næringstilbud, liten konkurranse og lav predasjon forventes å favorisere r-selekterte arter, arter som raskt kan utnytte temporære forhold. Flomdekket område i nedre vassdragsavsnitt vil gi stor habitatvariasjon mht. turbiditet, temperatur og substrat, og forholdene kan utnyttes temporært av mange arter. Forventet langtidseffekt er forskyvning i dominansforholdene til fordel for en eller flere sterkt r-selekterte arter. Dette bekreftes langt på vei av fangstdata fra 1974-1997 (Fig. 4), der andelen av abbor som når fangbar størrelse etter 1995 viser en betydelig økning, mens andelen karpefisk (mort, brasme og flire) viser en tilbakegang. For abbor skyldes dette trolig god rekruttering, liten dødelighet og god tilgang på karpefiskunger som fiskeføde, mens nedgang i andel karpefisk trolig skyldes predasjon. Videre aldersbestemmelse av materialet vil kunne gi nærmere årsakssammenhenger.





Figur 4. Fangstfordeling på bunngarn (± 95% K.L.) i nordre Øyeren av abbor (t.h.) og eutrofi-relaterte karpefisk (brasme, flire, mort) i perioden 1974-1997 basert på Hansen (1978), Pethon (1992) og Brabrand (1997).

MILJØEFFEKTER AV FLOMFOREBYGGENDE TILTAK

Arbeidet er basert på tilgjengelig litteratur om flomforebyggende tiltak som opprenskinger i elveløp, masseuttak/senkinger, kanaliseringer, reguleringsmagasiner, erosjonssikring av elvetverrsnitt, forbygninger og flomverk. I tillegg beskrives effekter av tiltak som både er flomforebyggende og samtidig gjennomføres for å avbøte skader av gamle flomforebyggende tiltak, f.eks. magasineringsområder, flytting av flomverk, bygging av sedimentasjonsbasseng og reetablering av meandere og våtmarker.

Det er også gjort en gjennomgang av generelle kulturelle aspekter ved forholdet til natur og landskap. Ulike prosjekter knyttet til estetikken for dens egen skyld, eller estetikk knyttet til "nyttebyggverker" er belyst. HYDRA-notat nr. 2/98.

Litteraturgjennomgangen viser at flomforebyggende tiltak som endrer vannføringsmønster, strømhastigheter, habitatdiversitet og som reduserer eller hindrer kontakt mellom elveløp og elveslette, har de største negative miljøeffektene i vassdragene. Dette gjelder spesielt kanaliseringer/elveløpskorreksjoner og bygging av flomverk tett inntil elvas hovedløp. Selv om disse typene flomforebyggende tiltak nå gjennomføres i mindre omfang enn tidligere både i Norge og internasjonalt, så preges vassdragene sterkt av de tiltakene som allerede er gjennomført, og forståelse av effektene på disse inngrepene er nøkkelen til å kunne gjennomføre nye tiltak på en økologisk bedre måte.

STATUS

Alle delprosjektene er i rute med tanke på rapporteringsfrist.

Når det gjelder delprosjektet: Bunndyr i Gaula rapporteres det om manglende data for våren forut for flommen. Det eksisterer også lite data fra tidligere år.

Vedlegg 1.4

Årsrapport for Mo-gruppen

(Modellutvikling)

MÅL

I prosjektet skal det lages og testes ut en generell Vassdragsmodell som kan brukes til å studere og kvantifisere samlede virkninger på flommer av menneskelige inngrep i vassdrag og nedbørfelt. Modellen skal primært kunne representere inngrep i form av:

- Arealbruksendringer (skog, jordbruk etc.)
- Reguleringsmagasiner og andre vannkraftkomponenter
- Forbygninger og andre vassdragstekniske inngrep
- Urbanisering/tettstedsutbygging

Modellen skal være i stand til å representere alle disse typer menneskelige inngrep samtidig, slik at en integrert analyse av samlede virkninger blir mulig. Modellen skal bygges opp som et generelt system skal skal kunne anvendes i et vilkårlig vassdrag, men tilpasses og prøves ut i Glomma i dette prosjektet.

PLANLAGTE AKTIVITETER

- Utvikle en generell vassdragsmodell for analyse av flommer i vassdrag.
- Tilpasse denne modellen til Glomma-vassdraget
- Analysere utvalgte flomhendelser for å klarlegge og kvantifisere smalet effekt av menneskelige inngrep i nedbørfelt og vassdrag.
- Konkludere og rapportere.

GJENNOMFØRTE AKTIVITETER I 1997

Prosjektplanlegging
Det er utarbeidet kravspesifikasjon for modellen (HYDRA-notat nr. 4/97). Detaljert prosjektplan er rapportert i Memo datert 21/8-97. Det er videre gjennomført en rekke møter i Modellgruppa og med de andre prosjektlederene i HYDRA for å avklare ansvarsforhold og oppdeling av modell-arbeidet.

Prosjektoppfølging
Arbeidet med utvikling av den teoretiske strukturen i modellen er gjennomført i et dr.ing arbeid ved NTNU. Det er videre satt igang arbeid med tilpasning av deler av modellen i Glomma-vassdraget, et arbeid som sluttføres i 1998. Dette arbeidet utføres i stor grad av en student fra Italia som tar hovedoppgave ved NTNU. Prosjektleder har koordinert dette arbeidet og arbeidet ved NVE for å finne fram grunnlagsdata for modellen.

Delmodell Glomma
Hovedstruktur i modellen for Lågen er utviklet i et prosjekt som utføres for F-gruppen. Det meste av strukturen i Glomma-delen er også lagt inn og testet, men her forsinkes prosjektet kraftig av manglende data. Det har tatt lang tid å skaffe fram grunnlagsdata av topografisk art, og modellen er ennå ikke komplett pr 1/1-98. Arbeidet fortsetter derfor inn i 1998, og det er ennå uklart når data er skaffet tilveie. Dette kan få konsekvenser for tidsplanen, men dette er ennå ikke sikkert.

Tilpasning mot Windows NT
Dette prosjektet er fullført i 1997. Hele vassdragsmodellen kan nå implementeres i Windows NT, og det er ikke lenger behov for kjøring på UNIX.

Systemutvikling i 1997
Dette prosjektet fortsetter i 1998. Budsjettposten dekker bare en mindre del av kostnadene ved utvikling av vassdragsmodellen, resten finansieres ved at dr.ing student Knut Alfredsen utfører denne utviklingen som del av sitt forskningsarbeide innenfor objektorientert modell-utvikling. Dette arbeidet (HYDRA-delen) planlegges ferdig 3. kvartal 1998.

Konkrete resultater

- Kravspesifikasjon for vassdragsmodell
- Faglig plan for vassdragsmodell
- Porting fra UNIX til Windows NT
- Implementasjon av modell for Glomma (ikke sluttført)

STATUS

Prosjektet følger i hovedsak planene som ble utarbeidet sent i 1997. Ett unntak er modell for Glomma der mangel på grunnlagsdata har forsinket arbeidet betydelig. Det er ennå usikkert om dette kan taes inn igjen i 1998, eller om det vil føre til forsinkelse i sluttføring av denne delen.

Vedlegg 1.5

Årsrapport for N-gruppen

(Naturgrunnlag og arealbruk)

N0 PROSJEKTLEDELSE, FELLESOPPGAVER

Ansvarlig
Jordforsk, Arne Grønlund

Det er ikke formulert egne mål for aktiviteten.

Gjennomførte aktiviteter 1997
- Utarbeidelse av prosjektplaner og budsjett.
- Koordinering av delprosjekt, herunder avtaler med NGU og NTNU.
- Møter i fagutvalg og N-gruppa inkl. utarbeidelse av sakspapirer og møtereferater.

N1 STUDIER INNENFOR UTVALGTE DELNEDBØRFELT

Ansvarlig
Jordforsk, Steinar Myrabø

Mål
Klarlegge hvilke betydning grunnforhold og arealbruk har for lagringsevne, oppholdstid, vannforbruk og avrenning til vassdrag.

Gjennomførte aktiviteter 1997
Det er framskaffet kart og data for nedbørfeltene Svarttjernbekken, Mørdrebekken og Skuterudbekken:
- digitale høydedata (basert på Økonomisk kartverk/flyfoto)
- jordsmonnkart (digitalt+papir) for feltene på dyrket mark fra NIJOS
- skogbestandskart med skogvolum og hogstklasse fra lokale skogeierforeninger
- digitalt økonomisk kartverk - tema markslag fra NIJOS
- kvartærgeologisk kart for skog og utmark
- meteorologiske data fra Jordforsk, DNMI og NORPRE
- avrenningsdata
- snødybde- og snøsmeltingsdata der disse foreligger

Det er også framskaffet en del data samt oversikter over tilgjengelige data for de resterende feltene.

Delprosjektet er forsinket i forhold til prosjektplanen. Dette skyldes forsinkelse i N4 Hydrologisk modellering, som skal definere hvilke data og parametre som skal fremskaffes gjennom N1.

N2 NATURGRUNNLAG OG EKSISTERENDE AREALBRUK I STØRRE NEDBØRFELT

Ansvarlig
Jordforsk, Arne Grønlund

Ferdig notat
Fremskaffing av data om naturgrunnlag og eksisterende arealbruk i større nedbørfelt.

Mål
Framskaffe data om naturgrunnlag og eksisterende arealbruk for større nedbørfelt.

Gjennomførte aktiviteter 1997:
- Kravspesifikasjon er utarbeidet.
- 100x100 m grid med koordinater og høydedata er etablert.
- "Enkle markslag" fra geografisk kart i M 250 000 er konvertere til 100x100 grid.
- Kvartærgeologiske kart i målestokk 1:250 000 for Hedmark, samt M 1:50 000 for deler av Hedmark er digitalisert.
- Det er utført tester for bruk av arealtilstand/ markslag fra ØK:
  - testdatasett er skaffet fra NIJOS
  - jordregisterdata er konvertert til digitalt polygonkart ved hjelp av thiessen polygoner
  - nøyaktigheten mellom digitalt kart fra jordregister med DMK er sammenlignet
  - data fra Landsskogtakseringen er interpolert til 100x100 m grid ved hjelp av krieging

Resultatene fra testene har vist at jordregisterdata ikke er egnet som datakilde for konvertering til 100x100 grid. En vil i stedet prioritere bruk av bonitetsdata fra DMK og landsskogtakseringen.

I forhold til prosjektplanen er følgende aktiviteter forsinket:
- Avtale med NIJOS om levering av data. Dette forutsettes utført av NVE sentralt.
- Digitalisering/ konvertering av geologiske kart i M 1:1 mill. En må vurdere om dette skal prioriteres.

N3 ENDRINGER I LANDBRUKETS AREALBRUK

Ansvarlig
Jordforsk, Arne Grønlund

Ferdig notat
HYDRA-notat nr. 8/97. Klima, arealbruk og flommer i perspektiv. Arnor Njøs, Jordforsk.

Mål
Framskaffe data om endringer i landbrukets arealbruk de siste 2-300 årene.

Gjennomførte aktiviteter 1997
En har gjort forsøk med å ekstrapolere data fra Landsskogtakseringen til 100x100 m nettet ved bruk av krieging. Testingen er ikke ferdig, og resultatet vil bestemme hvilke metode en skal velge for data for eksisterende skogtilstand. To alternativer foreligger:

- Data om skogtilstand knyttes til hvert punkt i 100x100 m nettet. Dette forutsetter at kriegingen blir vellykket.
- Data om skogtilstand blir framstilt som arealfordelinger innenfor responselementer.

Sistnevnte metode vil i alle fall bli benyttet for historiske data.

Det er igangsatt litteraturgjennomgang av historisk materiale om klima, flom, jordbruk og skogbruk etter år 1300.

Arbeidet ligger noe etter planen, men dette vil ikke føre til forsinkelser for andre aktiviteter.

N4 HYDROLOGISK MODELLERING

Ansvarlig
NTNU/Sintef, Trond Rinde

Mål
Teste og utvikle hydrologiske modeller og beregne avrenning som funksjon av grunnforhold, vegetasjon, topografi, arealbruk og meteorologi.

Gjennomførte aktiviteter 1997

- Parametrisering og modellformulering er 75 % ferdig.
- Implementasjon og uttesting av modell er 25% ferdig.
- Klargjøring av data små felt er 50% ferdig.

Arbeidet er forsinket på grunn av dataproblemer ved NTNU. Trond Rinde vil imidlertid arbeide nærmest på full tid i 1998 på prosjektet.

N5 NATURLIGE MAGASINERINGS-OMRÅDER

Ansvarlig
Universitetet i Bergen, Noralf Rye

Mål
Klarlegge hvilke flomdempende og flomdrivende effekt topografi, grunnforhold og vegetasjon har på flomsituasjonen i flomutsatte vassdrag.

Gjennomførte aktiviteter 1997:

- Georadarundersøkelser er utført i flomutsatte områder langs Glomma: Arneberg, Åsta, Øksna og Heradsbygd. Tilsammen 33 profiler med en samlet lengde på ca 10 km er undersøkt.
- Infiltrasjonstester er foretatt i Alvdal, Elverum og Heradsbygd. Det er dessuten nedsatt testbrønner i Alvdal og Kongsvinger.

N5 skal først og fremst gi input til modellgruppa om infiltrasjon i jordmassene på elveslettene ved stigende vannstand i elva.

Vedlegg 1.6

Årsrapport for R-gruppen

(Skaderisikoanalyse)

DELPROSJEKTER

R1 Etablere grunnelementer for skadeestimat
R2 Flomsoneanalyse
R3 Skadeanalyse
R4 Risikoanalyse som underlag for beslutningsstøtte i krisesituasjon (Starter i 1988)
R5 Koordinering

MÅLFORMULERING

- Etablere standardiserte kostnadsfunksjoner for flomskade, for bruk i kost/nytte-analyser for flomsikring.
- Videreutvikle metodikk for flomsoneanalyse.
- Etablere flomsonekart for typeområdene.
- Teste kostnadsfunksjoner på 1995-flommen i Glomma og Lågen.
- Bestemme typiske gjentaksintervall/skade-forløp for områder i Glomma.
- Analysere hvor overførbare kostnadskurvene er til andre vassdrag.
- Utprøve mulghetene for å benytte risikoanalyse og "fuzzy set"-teori for å etablere verktøy for beslutningsstøtte til "frontlinjebeslutninger" som må tas under tidspress og med begrenset informasjonstilgang.

GJENNOMFØRTE AKTIVITETER

- Data for kostnadsfunksjoner er innsamlet og analysert for bygninger og infrastruktur.
- Utprøving av metodikk for generering av terrengmodeller gjennomført.
- Metodikk for flomsoneanalyse er uttestet og videreutviklet.
- Flomsoneanalyse er utført for Åsnes/Grue.

KONKRETE RESULTAT

- Relasjoner mellom vannstand og skade for forskjellige bygningstyper og for jernbaner etablert.
- Konklusjon fra sammenligning av forskjellige digitale kartgrunnlag: For at resultatene skal bli tilfredstillende må man benytte terrengdata med detaljert høydeinformasjon.
- Flomsonekart for Åsnes og Grue.

Ferdige publikasjonar
HYDRA-notat 6/97: Climate change and floods.
Nils Roar Sælthun, NIVA.

STATUS

Analyse av skade og kostnadsfunksjoner for jordbruksarealer er blitt forsinket i forhold til opprinnelig plan pga manglende kapasitet ved Jordforsk, og forsinkelser i etablering av digitalt kartgrunnlag (se nedenfor). Denne delen er ca et halvt år forsinket, resten av R1 er ca et kvartal forsinket.

Data fra laseroppmålingen av oversvømmelseområder i Glomma, som er viktige både for R1, R2 og R3 er blitt forsinket fra oppmålingsfirmaet. R2 er ca et kvartal forsinket.

Det er etter dette realistisk å regne med også ett kvartals forsinkelse i R3. Det foreligger ikke data som direkte kan brukes til å teste hvor overførbare kostnadsfunksjonene er til andre vassdrag enn de nedre delene av Glomma. Dette punktet i målformuleringene vil derfor bli erstattet av en vurdring av overførbarhet, og av mer vekt på analyse av usikkerhet.

DELPROSJEKTOVERSIKT

DELPROSJEKT: R1 - ETABLERE GRUNNELEMENTER FOR SKADEESTIMAT

Ansvarlig institusjon/person
Morten Skoglund, SINTEF Bygg og miljøteknikk

Ferdige publikasjonar
Ingen

Målformulering for delprosjektet
Etablere standardiserte kostnadsfunksjoner for flomskade, for bruk i kost/nytte-analyser for flomsikring.
Typiske elementer vil være:
- Landbruksarealer og naturlige arealer
- Bolighus
- Driftsbygninger
- Infrastruktur
- Spesielle anlegg
- Indirekte kostnader

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Data er innsamlet og analysert for bygninger og infrastruktur. Kilde for skade på bygningstakster er spesialskjema fyllt ut av takstmennene for Åsnes/Grue. Det var planlagt å sikre mest mulig av dette viktige datagrunnlaget, men prisen tilsier at prosjektet bare kan hente inn data for ett område i tillegg for kontroll av skadefunksjonene.

Konkrete resultat
Bygninger: Relasjoner mellom vannstand og skade for forskjellige bygningstyper.
Veier: Stort sett punktskader - brudd fra sideelver.
Jernbane: Relasjon mellom vannstand og skade for banelegeme og kulverter.

Status
Data er samlet inn og analysert for bygninger og infrastruktur. Rapportering i februar. Analyse av skade på landbruksarealer er startet opp i desember (Jordforsk). Rapportering i første halvår 98.

DELPROSJEKT: R2 - FLOMSONEANALYSE

Ansvarlig institusjon/person
NVE/Astrid Voksø, Hydrologisk avdeling

Ferdige publikasjonar
Ingen

Målformulering for delprosjektet:
Videreutvikle metodikk for flomsoneanalyse.
Etablere flomsonekart for typeområdene.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Metodeutvikling og flomsoneanalyse for to typeområder i Åsnes og Grue kommuner er ferdig. Det gjenstår noe arbeid med rapporten.

Første del av arbeidet var utprøving av ulike metoder for generering av terrengmodeller. De metodene vi kom fram til er benyttet til å generere terrengmodeller for begge områder på grunnlag av detaljert høyde. For det ene området er det også generert terrengmodeller på grunnlag av høydekurver med 5 meters ekvidistanse og 20 meters ekvidistanse. De ulike terrengmodellene er sammenlignet og resultatene er presentert på kart og som histogrammer.

Andre del var utprøving av metoden for utarbeidelse av flomsonekart. Metoden er videreutviklet fra en metode utviklet i NVE og på SMHI. Flomflater er generert fra 2 historiske flommer og ved å heve vannspeilet parallelt fra vannstand registrert fra vassdragsnivellement for strekningen. Flomsone er beregnet fra disse flomflatene mot de ulike terrengmodellene. Resultatene er presentert på kart, tabeller og diagrammer.

Konkrete resultat
Konklusjon fra sammenligning av forskjellige digitale kartgrunnlag: For at resultatene skal bli tilfredstillende må man benytte terrengdata med detaljert høydeinformasjon.

Status
Flomsoneanalyse for de to første typeområdene inkludert metodeutvikling er ferdig.

Resten av typeområdene mangler det data for. Antall typeområder er redusert til 7 pga. manglende terrengdata. Alle områdene ble kartlagt ved laserscanner i oktober, og dataene skulle etter planen foreligge før jul, men leveransen er blitt forsinket fra oppmålingsfirmaet. Terrengdata med 5 meters ekvidistanse og andre data er bestilt fra Statens kartverk og skal leveres i januar. Generering av terrengmodell og tilsvarende flomsoneanalyse som for de to første typeområdene skal foregå i 1. kv. 1998.

Endelige rapporter skal være ferdig 1.4.1998. En rapport vil omhandle metodeutvikling med eksempler fra Åsnes/Grue, den andre flomsoneanalyser for typeområdene.

DELPROSJEKT: R3 - SKADEANALYSE

Ansvarlig institusjon/person
NVE/Hallvard Berg, Vassdragsavdelingen

Ferdige publikasjonar
Ingen

Målformulering for delprosjektet
- Teste kostnadsfunksjoner på 1995-flommen i Glomma og Lågen.
- Bestemme typiske gjentaksintervall/skade-forløp for områder i Glomma.
- Analysere hvor overførbare kostnadskurvene er til andre vassdrag.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Ingen aktiviteter fullført, se ellers nedenfor.

Konkrete resultat
Ingen

Status
Metodikk for usikkerhetsanalyse etablert.
Analyse av den bivariate fordelingsfunksjonen for vannstand og skade på bygninger startet opp ved Institutt for geofysikk. Regional flomfrekvensanalyse startet opp ved Hydrologisk avdeling og Institutt for geofysikk.

Det foreligger ikke data som direkte kan brukes til å teste hvor overførbare kostnadsfunksjonene er til andre vassdrag enn de nedre delene av Glomma. Dette punktet

i målformuleringene vil derfor bli erstattet av en vurdering av overførbarhet, og av mer vekt på analyse av usikkerhet.

DELPROSJEKT: R5 - KOORDINERING

Ansvarlig institusjon/person
NIVA/Nils Roar Sælthun

Ferdige publikasjoner
HYDRA-notat 6/97: Climate change and floods.
Nils Roar Sælthun, NIVA

Målformulering for delprosjektet
Samordne økonomi- og miljødelen, koordinere mot resten av programmet. Kalle sammen møter i prosjektgruppen. Delta i prosjektmøter, arrangere arbeidsmøte.

Gjennomførte aktiviteter i 1997
Koordinering, prosjektmøter, reorganisering av prosjektet (utskilling av miljødelen) mm.

Vedlegg 1.7

Årsrapport for T-gruppen

(Tettsteder)

MÅLFORMULERING

Analysere tettstedenes bidrag til flom i Glomma og i et mindre byvassdrag.

Utrede effekten av lokal overvannsdisponering (LOD) og total overvannsdisponering (TOD) på flommer i mindre og større vassdrag. Videre utrede erfaringene med slike anlegg.

Utarbeide forslag til kommunaltekniske tiltak som bør iverksettes i kommuner for å minke skader på infrastruktur i tettsteder.

Utrede flommers innvirkning på forurensningsproblemer i tettsteder.

GJENNOMFØRTE AKTIVITETER I 1997

Hvert av de 9 delprosjektenes aktiviteter er rapportert separat. Oppsummert kan disse listes opp som følger:

- Data om bruk av LOD og arealbruk i 25 tettsteder er innhentet. Inputdata til SINBAD-modellen er oversendt SINTEF.
- SINTEF har simulert avrenning fra 25 tettsteder i Glommavassdraget. Dette vil bli input-hydrogrammer til vassdragsmodellen.
- En hovedoppgave om flommer i tettsteder er utført ved NLH og er trykket som HYDRA-notat nr. 3/97. En artikkel basert på samme hovedoppgave er publisert i VANN no. 3 1997.
- Virkningen av LOD og TOD på flommer i vassdrag er utredet i en rapport fra Svein Endresen og trykkes som HYDRA-rapport.
- Virkningen av skadeflommer på infrastruktur i tettsteder er analysert i et NLH-notat. Dette vil bli en del av en HYDRA-rapport som kommer i løpet av 1998.

Tabellen viser at 61% av de tette flater er knyttet til rørnettet i de områdene der infiltrasjonspotensialet er størst.

Tettested	Antall personer	Total areal (ha)	Tettflate areal tilknyttet nett	Tettfl. med inf.	Tot. t.ettfl.	
Tolga	500	250	25	25	50	3
Tretten	500	100	20	10	30	3
Alvdal	600	300	2	4	6	3
Minnesund	1000	200	0	10	10	3
Fåvang	1500	200	1	1	2	3
Otta	1606	366	33	82	115	3
Kirkenær	1700	180	15	15	30	3
Skarnes	2000	50	6	4	10	3
Tynset	2500	414	45	10	55	3
Røros	3500	400	50	20	70	3
Elverum	11000	1440	250	100	350	3
Lom	730	160	1	8	9	2
Koppang	2000	300	8	8	16	2
Vinstra	2500	250	12	12	24	2
Moelv	5000	400	2	2	4	2
Raufoss	6500	530	20	20	40	2
Brummundal	8000	860	4	4	8	2
Lillestrøm	10000	400	80	35	115	2
Kongsvinger	11000	3000	350	50	400	2
Gjøvik	16400	1844	300	100	400	2
Lillehammer	18000	2500	800	100	900	2
Årnes	2500	250	25	6	31	1
Eidsvoll	3000	300	25	10	35	1
Hamar	18000	1100	200	20	220	1

STIPULERING AV VANNLEDNINGSEVNE I STEDEGNE JORDMASSER

Lokalitet / tettsted	Grunnforhold	Permeabilitets klasse	Merknader	Kartblad (M 711)
Alvdal	Sand og grus	3	Breelvavsetninger	1619 III
Brummundal	Morene, grus og sand	2	Morene- og elveavsetninger	1916 IV
Eidsvoll	Leire og morene, litt sand	1	Fjellrygg med morene, omkranset av leire, lokalt med topplag av sand	1915 I
Elverum	Sand	3	Elve-, breelvavsetninger og flyvesand	2016 IV
Fåvang	Sand og grus	3	Breelvavsetninger	1817 IV
Gjøvik	Morene, sand og grus	2	Morene, noen steder dekket av breelvavsetninger av sand og grus	1816 I
Hamar	Morene	1	Kambrosilur-morene	1916 I, IV
Kirkenær	Sand og silt, noe grus	3	Elveavsetninger. En dårlig permeabilitets-klasse 3	2015 I
Kongsvinger	Morene, sand og silt	2	Trolig sandig morene og sedimenter av silt og sand	2015 II
Koppang	Morene	2	Moreneavsetninger	1918 III
Lillehammer	Morene og sand	2	Trolig sandig morene. Nordlige delen av byen mot Mjøsa er sand	1817 II
Lillestrøm	Silt	2	Elveavsetninger	1914 IV
Lom	Morene	2	Morene. En dårlig permeabilitets-klasse 2	1618 IV
Minnesund	Sand	3	Elve- og breelvavsetninger	1915 I
Moelv	Morene, sand og silt	2	Morene-, elve-, bresjø- og innsjø-avsetninger	1816 I
Otta	Litt morene, grus og sand.	3	Morene i den øvre (i høyde) bebyggelsen , ellers grus og sand	1718 IV
Raufoss	Morene	2	Moreneavsetninger	1816 II
Røros	Sand og grus	3	Breelvavsetninger	1720 III
Sarpsborg	Fjell og morene	2	Byen ligger på Raet og fjell	1913 I
Skarnes	Sand og silt, noe grus	3	Elveavsetninger. En dårlig permeabilitets-klasse 3	2015 III, IV
Tolga	Sand og grus	3	Breelvavsetninger	1619 I
Tretten	Sand og grus	3	Breelvavsetninger	1817 IV
Tynset	Sand	3	Breelvavsetninger	1619 I
Vinstra	Morene	2	Moreneavsetninger	1718 II
Årnes	Leire	1	Marin leire	1915 II 2015 III

Tabellen ovenfor viser vannledningsevnen i de stedegne jordmasser.

KONKRETE RESULTATER

Av de konkrete faglige resultater så langt vil vi trekke frem det etterfølgende:

T-1 Historikk for drenering av tettsteder
Rørnettet for overvannsdrenering ble påbegynt i 1860-årene. Dette ekspanderte raskt i mellomkrigstiden og består i dag av ca. 17000 km med ledninger. Flere ulemper ved å drenere ut overvannet raskt via rør har etterhvert blitt fokusert. I dag kan man anslå at bare ca. 35 000 personer sogner til systemer for lokal overvannsdisponering som infiltrasjon og fordrøyning (LOD-systemer) i norske byer. Det er 20-30 000 i Oslo, 8-10 000 Bergen og noen få i andre byer.

Erfaringene i Norge er gode når forutsetningene er tilstede for systemet. Ved gjennomført bruk av teknikken, og når forholdene ligger til rette, kan avrennings-forholdene fra byer og tettsteder være nær tilsvarende de naturlige forhold før bebyggelsen kom.

Lokal overvanns-disponering (LOD) må fremdeles betraktes som ny teknikk som ennå ikke har fått gjennomslag av betydning i Norge.

Permeabilitetsklasse 1:	Områder med tilnærmet impermeabel grunn. K ≈ 0.1 meter pr. døgn. Bart fast fjell, leire og leirig morene.
Permeabilitetsklasse 2:	Områder med relativt lavpermeable jordmasser. K ≈ 2 meter pr. døgn. Sandig og grusig morene, samt breelv- og elveavsetninger med lav vannledningsevne.
Permeabilitetsklasse 3:	Områder med selvdrenerte jordmasser. K ≈ 10 meter pr. døgn. Jordarter med sand og grus som dominerende kornstørrelse.

Permeabilitetsklasse	K (m/døgn)	Permeabilitet	Løsmasser
1	≈ 0.1	tilnærmet impermeabel grunn	Bart fast fjell, leire og leirig morene
2	≈ 2	relativt lavpermeable jordmasser	Elveavsetninger med lav vannledningsevne
3	≈ 10	selvdrenerte jordmasser	Jordarter med sand og grus som dominerende kornstørrelse

Utviklingen går fortsatt mot ytterligere konsentrasjoner og fortettinger i byer og tettsteder. Dersom man ikke tar i bruk LOD-teknikken i større omfang, vil avrennings-intensitetene fortsette å øke.

Det er enklest å ta i bruk LOD ved ny utbygging. Her vil det også som regel være direkte lønnsomt for utbygger. Litt større utfordringer vil det være å få tatt LOD i bruk for eksisterende utbygginger.

T-2 Praksis for overvannsdrenering
Tabellen på side 30 viser tettstedenes totalareal, tett-flateareal knyttet til rørnettet og tettflateareal som har infiltrasjon til grunnen.

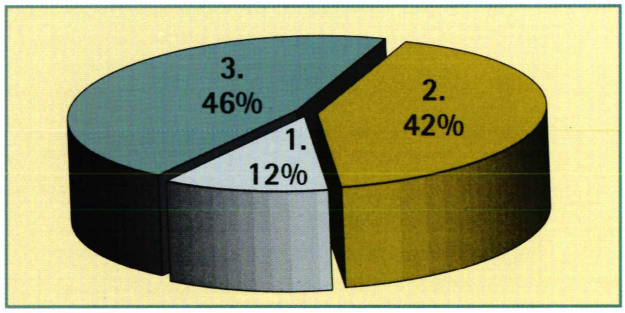
T-3 Tettstedenes betydning for størrelsen på flommer
Fra hovedoppgaven til studenter ved NTNU med simuleringer med SINBAD-modellen kan følgende konklusjoner trekkes.

For de regnsituasjoner hvor de permeable flatene ikke har oppfylte grunnvannsmagasiner så fører de tette flatene til en betydelig økning i tilførslene til vassdraget. Det vil si at for intense sommerregn, som jo ofte er dimensjonerende for å unngå kjelleroversvømmelser i byer, får man betydelige økede tilførsler som følge av de tette flatene. Imidlertid er det sjelden at vassdraget da har flomvannføring, da det jo er langvarige regn, gjerne med snøsmelting, som gir flom i vassdragene. Dette er situasjoner hvor de permeable flatene har oppfylte grunnvannsmagasin, slik at disse flatene under et sterkere regn fungerer som tette flater og avgir mesteparten av vannet som overflateavrenning.

T-4 Hva kan oppnås med økt bruk av LOD?
Lokalt har TOD/LOD meget god flomdempende effekt. Såvel ved infiltrasjon i grunnen som ved fordrøyning, kan avrenningen fordeles over lengre tid slik at maksimalvannføringen reduseres betydelig.

Tørrværsvannføringen i vassdraget kan også bli mer lik den man hadde for det jomfruelige feltet før tettstedet kom.

Den flomdempende effekten av TOD/LOD for større hovedvassdrag synes å være liten. Ved fordrøyning kan avrenningen neppe holdes tilbake så lenge at dette i særlig grad påvirker flomtoppene.



Fordeling av gjennomsnittlig permeabilitet i jorda i og rundt de 25 utvalgte tettstedene.
(46% av stedene har løsmasser med gode inf. muligheter.)

TYPISKE SKADER PÅ INFRASTRUKTUR I TETTSTEDER	
SYSTEM	FUNKSJONELL SKADE OG VIRKNING I tillegg til avbrudd i produksjon og tjenester
VANNFORSYNING	Kildene tilføres kloakk og miljøgifter med fare for epidemier og dårlig vannkvalitet. Renseanlegg ute av drift eller renser dårlig. Dårlig trykk i nettet. Vannet helt borte. Ikke brannvann. Boliger, industri, sykehus o.l. uten vann.
AVLØP	Større utslipp enn normalt. Pumpestasjoner og renseanlegg ute av drift. Kloakk ut av overløp og nødutløp. Estetisk forringelse, skader på miljøet, flom og oppstuvning i nettet med kjelleroversvømmelser i boliger og næringsbygg. Rotter rømmer avløpsnettet og invaderer bygninger o.l.
AVFALL	Kloakksøppel langs elver og innsjøer. Vrakgods og trær i vassdragene. Søppel fra fyllinger og deponier spyles ut. Store mengder forurensninger vaskes ut i sigevannet. Avbrudd i renovasjonstjenestene. Rotter rømmer fyllinger
VEIER/GATER JERNBANE, STIER, ANLEGG FOR REKREASJON, PLASSER	Nedsatt hastighet, kapasitet og akseltrykk. Omkjøringer. Stengte veier og jernbane. Idrett, friluftsliv og rekreasjon begrenses.
ELEKTRISK KRAFT	Kortere eller lengre avbrudd i strømforsyningen.
BYGNINGER	Deler av eller hele boligen og/eller bygningen må fraflyttes. Manglende funksjoner eller komfort i bygningen.
NEDGRAVDE TANKER	Utslipp av hele eller deler av tankenes innhold. Vann i tankene gir problemer senere for fyring eller produksjon.

T-6 Scenarier for skader som følge av flom i tettsteder

Tabellene over og på neste side viser skjematisk de typer skader som kan oppstå.

T-7 er ennå ikke kommet lengre enn til innsamling av dokumenter og grunnlagsdata

T-8 Forurensninger i tettsteder

Faktiske og potensielle forhold og problemer vedrørende tidligere flommer i Norge og utlandet vil bli beskrevet. Dette vil gi innsikt i de forurensningsproblemer som oppsto i tettsteder og de potensielle problemer som kunne ha oppstått under uheldigere omstendigheter. Personer og institusjoner i Norge og andre aktuelle land vil bli kontaktet. I Norge vil fylkesmannens miljøvernavdelinger og fylkeslegens etat være et logisk utgangspunkt for forespørsler. De problemer og forhold man antar vil være av interesse å ta opp i T-8 er:

- Utslipp av kloakk fra havarerte pumpestasjoner, renseanlegg og overløp.
- Erosjon av søppelfyllinger og andre deponier og fyllinger.
- Hygieniske problemer ved at vannforsyningen infiseres eller stanser og ved at kloakk er i alle deler av flomområdet. Rotter og andre skadedyr så vel som parasitter kan være vektorer for smitte.
- Oppflyting og brekkasje på olje, parafin og kjemikalietanker, med etterfølgende utslipp.
- Industriområders forurensningspotensiale.
- Eventuelt andre mulige forurensningsproblemer.

I prosjektet bør de ulike parameteres betydning for miljø, helse og estetikk diskuteres. Dette vil f.eks. gjelde P, N, suspendert stoff, organisk stoff, miljøgifter, hygieniske parameter m.fl.

Det er et betydelig samordningsbehov med arbeidet som utføres i "Miljøgruppen". Dette vil automatisk bli godt ivaretatt ved at Nils Roar Sælthun er medlem i både "Tettstedsgruppen" og "Miljøgruppen" og utfører delprosjektet T-8. Folkehelsa vil bli kontaktet i løpet av prosjektet.

TYPISKE SKADER PÅ INFRASTRUKTUR I TETTSTEDER

SYSTEM	FYSISKE- OG KONSTRUKSJONSMESSIGE SKADER
VANNFORSYNING	*Inntaksledning og inntaksarrangement:* Bevegelser, bortspyling, erosjon av fundament og omkringliggende masser fører til brekkasje, sprekker og lekkasjer. *Pumpestasjoner:* Flyter opp, gulv sprekker opp, oversvømmelser med kortslutninger og ødeleggelse av el og kabler, data- og styresystemer nedslammes og kortslutter, fukt- og soppskader, maskinelt utstyr vannskades og nedslammes. *Ledninger:* Bortspyling av grøfter, erosjon og bevegelser med brekkasje, sprekker/lekkasjer. *Renseanlegg:* Som for pumpestasjoner.
AVLØP	*Utslippsledninger:* Bevegelser, bortspyling, oppflytning, erosjon av støttekonstruksjoner og grøfter med fundament som gir brekkasje, sprekker og lekkasjer. *Ledninger:* Erosjon og utspyling av grøftemateriale gir skader og brekkasje. Kummer og ledninger fylles igjen av slam og annet materiale. *Pumpestasjoner:* Se pumpestasjoner under vannforsyning. *Renseanlegg:* Som for pumpestasjoner.
AVFALL	Avfalldeponier og fyllinger spyles helt eller delvis bort. Grunnvannsstanden stiger høyt i fyllingen og rør og dreneringer slammes igjen. Eventuelle renseanlegg og pumpestasjoner for fyllingen skades.
VEIER/GATER JERNBANE, STIER, ANLEGG FOR REKREASJON, PLASSER	Bortspylinger, erosjon og huller i fundamenter, fyllinger, underlag og vegdekker. Større eller mindre deler av veien raser ut. Skjulte hulrom i vegkroppen kan føre til senere kollaps under belastninger. Oppbløtingsskader og setninger fører til senere sprekker og brekkasjer. Plastringer og elveforbygninger eroderes vekk. Brupillarer eroderes og svekkes. Bruer tas av vannmassenes skyvekraft. Tekniske installasjoner skades i underganger og vegkulverter. Oppflytning og bevegelser i underganger. Vrakgods og slam i grøfter, på veger og plasser.
ELEKTRISK KRAFT	Nedslamming av utstyr og kabler i transformatorstasjoner, koblingsbokser og kraftstasjoner. Bygningsskader som for bygninger forøvrig. Kortslutninger med nedsmeltninger, brente kretser og brann. Kabler undergraves, kabelkanaler igjenslammes, kabler får strekkskader. Mastefundamenter eroderes, master faller ned, linjebrudd.
BYGNINGER	Elektriske koblingsbokser og ledninger kortsluttes med fare for brann eller brente kretser. Elektriske systemer og telekabler nedslammes. Fukt- og råteskader på treverk og isolering. Vegger og gulv med alt tilhørende utstyr og inventar tilslammes og vannskades. Tomten med tomtearbeidene eroderes og tilslammes med vrakgods og sedimenter. Erosjon og undergraving av fundamenter. Setningsskader på grunnmur og huset forøvrig.
NEDGRAVDE TANKER	Tankene flyter helt eller delvis opp. Bevegelsene fører til brekkasje eller sprekker på rør og skader på ventiler og nivåmålere. Vannskader på pumper og elektrisk utstyr.

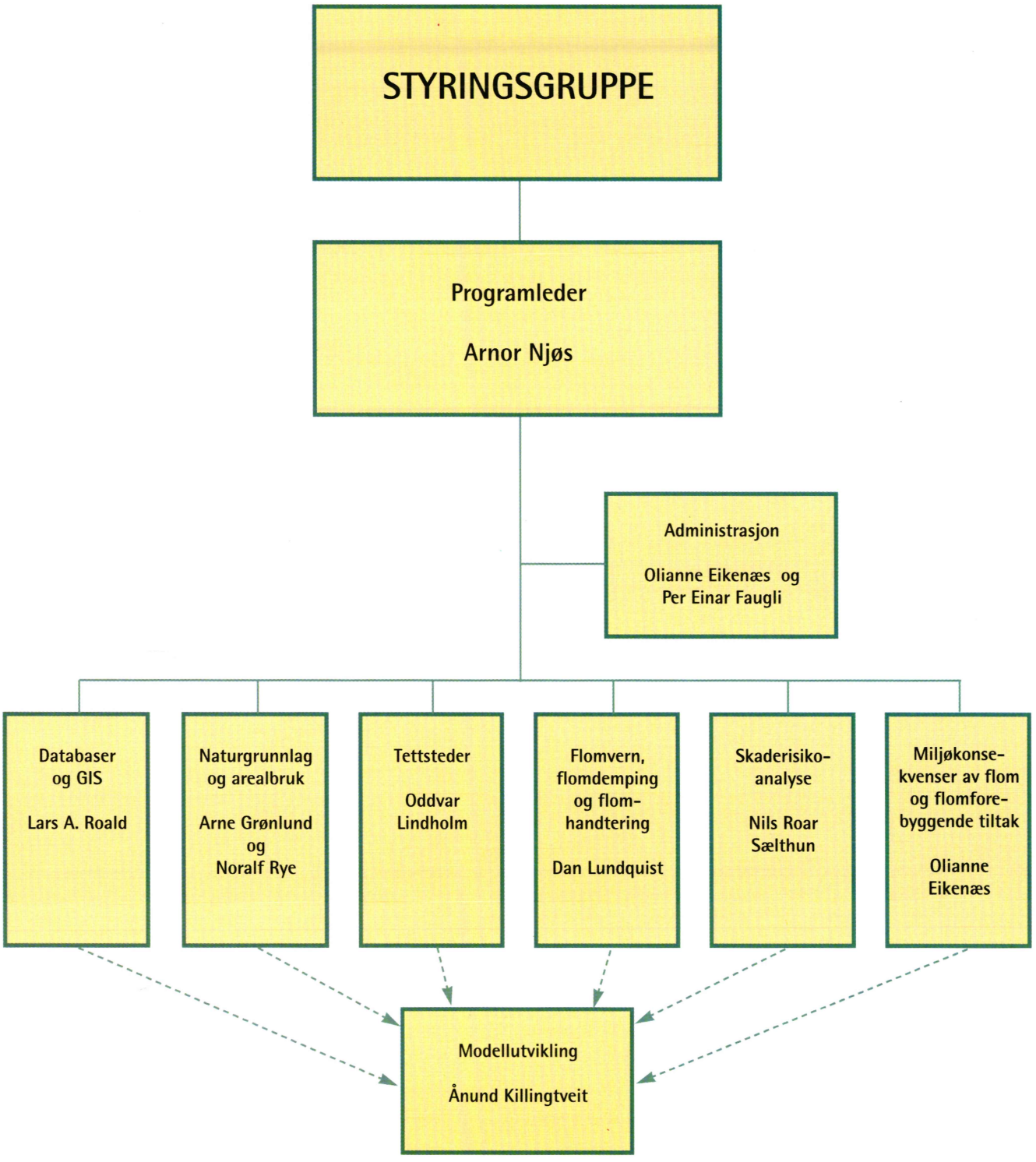
STATUS

Fremdriften i T-gruppens prosjekter er som forutsatt. De økonomiske planene ser også ut til å være i rute.
Det som gjenstår i 1998 er:

- Analysere virkningen av tettsteder i et mindre vassdrag i Sandnes.
- Skrive rapport om erfaringene med bruk av TOD.
- Utrede kommunaltekniske tiltak for å begrense skadene i tettsteder ved flommer.
- Utrede forurensningsproblemer i tettsteder som følge av flommer.

Vedlegg 2

Organisasjonskart for HYDRA



Vedlegg 3

Utgitte HYDRA-notat i 1997

1/97
Metoder for kvantifisering av hydrologiske prognosefelts representativitet.
Kai Fjelstad, NLH (diplomarbeid).

2/97
Effekter av flomsikringstiltak. En gjennomgang av litteraturen.
Magne Wathne, SINTEF.

3/97
Virkningen av lokal overvannsdisponering på tettstedsflommer.
Dag Rogstad og Bjørn Vestheim, NLH (hovedoppgave).

4/97
Forslag til kravspesifikasjon av vassdragsmodell.
Lars A. Roald, NVE.

5/97
A note on floods in high lattitude countries.
Lars A. Roald, NVE.

6/97
Climate change and floods.
Nils Roar Sælthun, NIVA.

7/97
Flomdemping i Gudbrandsdalslågen. Programstruktur og systembeskrivelse.
Magne Wathne, SINTEF.

8/97
Klima, arealbruk og flommer i perspektiv.
Arnor Njøs, Jordforsk.

9/97
Flood forecasting in practice.
Dan Lundquist, GLB.

Kontaktpersoner

formann i styringsgruppen:

Fylkesmann Erling Norvik
Tlf. 69 24 70 00
E-post: erling.norvik@fm-os.sri.telemax.no

programleder:

Arnor Njøs
Jordforsk
Tlf. 64 94 81 70 (Jordforsk)
Tlf. 22 95 90 98 (NVE)
E-post: arnor.njos@jordforsk.nlh.no
E-post: xarn@nve.no.

naturgrunnlag og arealbruk:

Arne Grønlund
Jordforsk
Tlf. 64 94 81 09
E-post: arne.gronlund@jordforsk.nlh.no

Noralf Rye
Universitetet i Bergen
Tlf. 55 58 34 98
E-post: noralf.rye@geol.uib.no

tettsteder:

Oddvar Lindholm
Norges Landbrukshøgskole
Tlf. 64 94 87 08
E-post: oddvar.lindholm@itf.nlh.no

flomdemping, flomvern og flomhandtering:

Dan Lundquist
Glommens og Laagens
Brukseierforening
Tlf. 22 54 96 00
E-post: danlund@sn.no

skaderisikoanalyse:

Nils Roar Sælthun
Norsk institutt for vannforskning
Tlf. 22 18 51 21
E-post: nils.saelthun@niva.no

miljøvirkninger av flom og flomforebyggende tiltak:

Olianne Eikenæs
Norges vassdrags- og energiverk
Tlf. 22 95 92 24
E-post: ole@nve.no

databaser og GIS:

Lars Andreas Roald
Norges vassdrags- og energiverk
Tlf. 22 95 92 40
E-post: lars.roald@nve.no

modellarbeid:

Ånund Killingtveit
Norges teknisk-naturvitenskaplige universitet
Tlf. 73 59 47 47
E-post: aanund.killingtveit@bygg.ntnu.no

programadministrasjon:

Olianne Eikenæs
Norges vassdrags- og energiverk
Tlf. 22 95 92 24
E-post: ole@nve.no
Hjemmeside: http://www.nve.no

Per Einar Faugli
Norges vassdrags- og energiverk
Tlf. 22 95 90 85
E-post: pef@nve.no

ISBN 82-410-0341-2

Norges vassdrags- og energiverk
Kontoradresse: Middelthuns gt. 29
Postadresse: Postboks 5091 Maj. 0301 Oslo

Forsidefoto: Fotonor AS / Omslag: Gazette / Layout: ABC Visuell Kommunikasjon / Trykk: Åsane Trykkeri AS