naturgrunnlag

og arealbruk

HYDRA

Bjørn Follestad og Noralf Rye

Naturlige magasineringsområder

HYDRA – et forskningsprogram om flom

HYDRA er et forskningsprogram om flom initiert av Norges vassdrags- og energidirektorat (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), Glommens og Laagens Brukseierforening (GLB), Jordforsk, Norges geologiske undersøkelse (NGU), Norges Landbrukshøgskole (NLH), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Norsk institutt for jord- og skogkartlegging (NIJOS), Norsk institutt for vannforskning (NIVA), SINTEF, Stiftelsen for Naturforskning og Kulturminneforskning (NINA/NIKU) 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 Directorate (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), The Glommens and Laagens Water Management Association (GLB), Centre of Soil and Environmental Research (Jordforsk), The Norwegian Geological Survey (NGU), The Agriculture University of Norway (NLH), The Norwegian University of Science and Technology (NTNU), The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE), The Norwegian Institute of Land Inventory (NIJOS), The Norwegian Institute for Water Research (NIVA), 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) and the Universities of Oslo and Bergen.

HYDRA-rapport nr. N01

Naturlige magasineringsområder

av

Bjørn Follestad
Norges geologiske undersøkelse

Noralf Rye
Geologisk institutt, UiB

Forord

En av oppgavene i HYDRA-programmet er å beregne effekten av endringer i naturlige magasineringsområder på avrenning og flomrisiko. Sammen med andre input data fra f.eks. N1, N2, etc., skal data fra N5 Naturlige magasineringsområder gi data som på sikt kan inngå i en hydrologisk modell.

Som grunnlag for modellberegningene skal det etableres en database i form av et punktdatasett med punktavstand 100x100m og med bl.a. opplysninger om høyde over havet, hellingsgrad, markslag (snaumark, vann, breer, skog, myr og tettsteder), løsmasser (dypmorene, grunnmorene, elv/breelvavsetning, myr), treslag, skogbonitet og skogtilstand. Opplysninger om grunnvannstilstanden i løsmassene skal om mulig også vurderes i forhold til variasjonstrender i grunnvannsmålinger foretatt av det Landsomfattende grunnvannsnettet (LGN). Det er ønskelig at disse trendene kvantifiseres på kortere og lengere sikt med hensyn til mulige variasjoner i grunnvannstand.

Miljømessige aspekter ved flom med tanke på forurensning av drikkevannsanlegg nær elvestrengen vurderes og løsninger for en beredskapsvarsling og sikringstjeneste skisseres. Dette samarbeidsprosjektet mellom Norges geologiske undersøkelse og Geologisk institutt ved Universitetet i Bergen har til formål å framskaffe grunnlagsdata om løsmasser og grunnvannstand innen Hedmark fylke og evaluere disse dataenes betydning for å kunne foreta modellberegninger av avrenning.

Trondheim/Bergen, januar 1999

Bjørn A. Follestad Noralf Rye

Innhold

Side

Sammendrag 4

Summary 5

1. **Introduksjon og bakgrunn** 6
   1.1. Kontraktfesting av arbeidet 6

2. **Gjennomføring av samarbeidsprosjektet** 7

I. Framskaffe digitale data om løsmassenes utbredelse 7
   I.1. Evaluering av datasettets kvalitet og anvendelse 7

II. Framskaffe data om løsmassenes mektighet, permeabilitet og grunnvannsvariasjoner i utvalgte områder 7
   II.1. Løsmassenes mektighet 7
   II.1.1. Morenemateriale 8
   II.1.2. Breelv- og elveavsetninger 9
   II.2. Løsmassenes permeabilitet 10

III. Tentative sammenligninger med data fra det Landsomfattende grunnvannsnettet (LGN) 10
   III.1. LGN-stasjonen Abrahamsvollen, Aursunden 10

IV. Belyse miljømessige aspekter ved flom/drikkevannsforsyning fra elvesletter 12
   IV.1. Automatisk målestasjon ved Kongsvinger vannverk 13

3. **Sammenstilling og konklusjoner** 15

4. **Etterord** 15

5. **Litteratur** 15

Tidligere utgitt i HYDRA-serien 16

Vedlegg:

Vedlegg I : Evaluering av digitale datasett om løsmasser generert fra kartdata i forskjellige målestokker 17
Vedlegg II : HYDRA-N5: Infiltrasjonsmålinger i Haustdalen, Alvdal og Elverum - 1997 26
Vedlegg III : CD av digitale kartdata om løsmasser distribueres etter nærmere avtale 28

Sammendrag

I delprosjektet *Naturlige magasineringsområder*, har Norges geologiske undersøkelse og Geologisk institutt, Universitetet i Bergen, gjennomført flere underprosjekter som samlet skal gi grunnlag for en bedre vurdering av naturlige magasineringsområder langs elvestrengen.

Disse arbeidene viser at en med basis i det kvartærgeologiske kartgrunnlaget kan segmentere området i et rutenett på 100 m x 100 m med basis i oversiktskartet Kvartærgeologisk kart over Hedmark (M 1:250 000). Sammenlikningsstudier med digitale data fra "training areas" viser at kartmaterialet er signifikant for denne type storskalaprosjekter.

Rutene/arealene kan om ønskes, tilordnes en infiltrasjonsverdi. Denne beskriver den gjennomsnittlige hastigheten hvormed vann kan infiltrere i avsetningene. Tentativt kan ruten/arealet også gis en verdi for variasjon i umettet sone. Data kan her hentes fra de årvisse målingene som foretas i regi av det Landsomfattende grunnvannsnettet (LGN). Disse viser at skal vannbalansen vurderes kortsiktig, for eksempel fra år til år, må mektighet av umettet sone tas med i vannbalanselikningen for områdene utenfor og langs elvestrengen.

I noen av delprosjektets underprosjekter er det antydet at infiltrasjonsmagasiner langs elvestrengen, dvs. elveslettene, har størst betydning tidlig i flomfasen. Imidlertid synes disse magasineringsområdene å fylles omtrent like fort som flommen stiger og de har derfor størst betydning i de tidligste fasene av en flom.

Oppsettet av to stasjoner for automatisk evaluering av miljømessige aspekter ved flom på elvesletter i relasjon til drikkevannsanlegg viser at forholdene mht forurensning under flom må utvikles videre og bli et element i beredskapsvarsling.

De hovedfagsoppgavene som er satt i gang av Geologisk institutt, Universitetet i Bergen, vil på sikt gi en nærmere utdypning av enkelte utvalgte forhold i relasjon til flom.

Norges geologiske undersøkelse og Geologisk institutt ved Universitetet i Bergen har bidratt med mer enn 50% av prosjektkostnadene.

Summary

In the sub-project 'Natural Reservoir Areas', the Geological Survey of Norway (NGU) and the Geological Institute of the University of Bergen, have carried out several subsidiary projects which together should provide the basis for a better evaluation of natural reservoir areas along river reaches.

This work shows that one can, with a basis of a Quaternary geological mapping, segment the Quaternary geological map of Hedmark (scale 1:250,000) into a 100 x 100 m grid. Comparative studies with digital data from 'training areas' show that such map material is of significance for this type of large-scale studies.

The grids/areas can if desired, be provided with an infiltration value. This would describe the average speed at which water will infiltrate the deposits. Tentatively, the grids/areas can also be given a value for variation in the unsaturated zone. These data can be provided from the measurements, taken over many years, contained in the nation-wide groundwater network (LGN). These measurements show that if the water balance should be evaluated in the short-term, e.g. from year to year, then the thickness of the unsaturated zone must be included in the water balance calculation both for areas outside of and along the river reaches.

In some of the subsidiary projects, of this sub-project, it is indicated that the infiltration reservoir along the river course i.e. river plains, have a maximum significance early in the flood phase. It would appear that these storage areas will be filled approximately as rapidly as the flood rises and that they have maximum significance in the earliest stages of the flood.

The establishment of two stations for the automatic evaluation of environmental factors, associated with floods on river plains in relation to drinking water plants, shows that our understanding of pollution processes operating under flood conditions should be further developed. These features should be an element in the emergency warming system.

The graduate student thesis work which has begun, at the University of Bergen, will in the longer-term give an in-depth insight into a number of selected relationships with respect to flooding.

The Geological Survey of Norway and the Geological Institute at University of Bergen have contributed more than 50 % of the project costs.

1. Introduksjon og bakgrunn

I brev av 12.02.1997 vedtok Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norges geologiske undersøkelse (NGU) å gjennomføre et samarbeidsprosjekt for å framskaffe grunnlagsdata til HYDRA-programmet om løsmasser og grunnvannstand. Dette skulle gjennomføres i samarbeid med de oppgaver som alt var satt i gang i regi av Geologisk institutt, Universitetet i Bergen. I de drøftinger som fulgte med ledelsen i HYDRA-programmet, ble det besluttet at NGUs innsats skulle rettes mot vassdraget til Glomma i Hedmark fylke.

Her finnes det bl.a. karakteristiske høyfjellsområder med topper og store viddeområder med et mer eller mindre fullstendig dekke av morenemateriale. I dalgangene er det markante elvestrenger gjennom avsetninger fra isavsmeltningen til nåtid (breelvavsetninger, elveavsetninger, avsetninger av kvabb, morenemasser). I sør avsluttes området med flomavsetninger utover de marine avsetningene på innen de østre deler av Romerike. Med andre ord skulle det valgte området gi et godt tverrsnitt gjennom norske jordarter som et utgangspunkt for studier av "low flow" i Norge. Det ble videre presisert at det:

- *ikke bør foretas ny datainnsamling på grunnlag av programmets korte tidshorisont*

og

- *at de grunnlagsmodeller som framkommer må kunne gis en landsdekkende anvendelse*

I tilknytning til delprosjektet *Naturlige magasineringsområder,* er det satt i gang fire hovedfagsoppgaver i hydrogeologi/flomproblematikk ved Universitetet i Bergen. Disse oppgavene har følgende vinklinger:

Tone M. Dale: Flom i vassdrag. Flomutsatte områder ved Øksna og Heradsbygd i Elverum, Åsta i Åmot og Lauta og Arneberg i Åsnes.

Ingrid Elisabet Fjelberg: Lausmassene sin flomdempande effekt i Haustdalen sitt dreneringsfelt, Alvdal kommune.

Stig Harald Lund: I hvor stor grad er flom en konsekvens av kvartærgeologiske forhold og menneskelig inngrep i Jostedalsvassdraget.

Gunn Merethe Nordgulen: Kartlegging av flomrisiko og verknader på geofaglege prosessar og verdiar i Flisaelvas nedbørfelt. Bruk av satellittdata og geografiske informasjonssystem (GIS).

I forbindelse med disse oppgavene har NGU på oppdrag levert følgende rapporter:

97.011 Georadarundersøkelse av flomutsatte områder nær Glåma ved Åsta i Åmot kommune.

97.012 Georadarundersøkelse av flomutsatte områder nær Glåma ved Øksna og Heradsbygd i Elverum.

97.013 Georadarundersøkelse av flomutsatte områder nær Glåma ved Lauta og Arneberg i Åsnes kommune.

I tillegg har NGU i 1998 utført tilsvarende georadarmålinger i Høstdalen i Alvdal, i Flisas nedbørfelt og i Jostedalen, samt infiltrasjonsmålinger i Alvdal og Elverum. Georadarundersøkelsene er ennå ikke rapportert, men resultatene vil inngå i hovedfagsoppgavene som er nevnt ovenfor. Disse blir levert i 1999.

1.1 Kontraktfesting av arbeidet

Med dette utgangspunktet ble følgende opplegg kontrakt festet for samarbeidsprosjektet mellom NVE v/HYDRA og NGU. NGU skal:

I. Framskaffe data om løsmassene utbredelse ved å:
- lage en kvartærgeologisk digital dekning av nedslagsfeltet med basis i det kvartærgeologiske kartet over Hedmark i M 1:250 000 (Sollid J.L & Kristiansen, K. 1982) evt. supplert med foreliggende data fra NGU innen Sør-Trøndelag og Akershus
- vurdere 1:250 000-målestokkens "oppløselighet" og detaljeringsgrad ved sammenlikningsstudier i foreliggende digitale "training set" fra Alvdal og Elverum kommuner i M 1:50 000

II. Framskaffe data om løsmassenes mektighet, permeabilitet og grunnvannsvariasjoner innen et:
- høyfjellsområde
- et område langs elvestrengen
- et marint område

(Deler av pkt.2 utføres som en hovedfagsoppgave ved Geologiske institutt, UiB. Denne foreligger ikke på nåværende tidspunkt.)

III. De data som framkommer mht. grunnvannstand skal tentativt sammenholdes med data samlet inn i det Landsomfattende grunnvannsnettet (LGN) og evalueres mot korte og lengere trender i LGN.

IV. Belyse miljømessige aspekter ved flom/drikkevannsforsyning fra elvesletter. De metoder som kommer fram skal om mulig kunne være med i en senere plan for en nasjonal beredskap/sikringstjeneste.

2. Gjennomføring av samarbeidsprosjektet

Delprosjektets mange vinklinger ble tatt opp i flere underprosjekter hvor en kunne fordype seg noe mer i de verktøysløsninger og arbeidsoppgaver som måtte tas i bruk. For at de forskjellige syn skal komme fram, er denne rapporten gitt en oppbygning som tilsvarer disse oppgavene. Flere medarbeidere har deltatt, disse er nevnt til slutt. NGUs arbeid er sluttrapportert i Follestad (1999).

I. Framskaffe digitale data om løsmassenes utbredelse

Det kvartærgeologiske kartet over Hedmark i målestokk 1:250 000 (Sollid & Kristiansen 1982) er med tillatelse fra Universitetet i Oslo digitalisert med basis i kartets trykningsfolier og lagt på en CD-rom etter norsk SOSI-standard for geologi, utarbeidet av NGU. Oppgaven har med hensyn til digitalisering fulgt vanlige prosedyrer ved NGU. Etter som filmene til kartet kunne skaffes fram av UiO er disse nyttet ved skanningen. Dernest er flatene temasatt.

I.1. Evaluering av datasettets kvalitet og anvendelse

For å vurdere dette datasettets kvalitet med tanke på seinere modellarbeid er det oversiktlige datasettet generert fra kartet i målestokk 1:250 000, sammenliknet med data fra to digitale "training set", henholdsvis fra Alvdal og Elverum. Disse datasettene er begge i målestokk 1:50 000.

Selve analysen er gitt i Vedlegg 1: *Evaluering av digitale datasett om løsmasser generert fra kartdata i forskjellige målestokker.*

Av analysen framgår det at datasett generert fra kart i målestokk 1:250 000 synes tilstrekkelige for storskala modeller. Skal mindre nedbørsfelt studeres, bør digitale datasett fortrinnsvis genereres fra mere detaljerte karter. Her kan en med fordel bruke målestokkene 1:50 000 og 1:20 000. Disse kan eventuelt klippe mot data i målestokk 1:250 000 hvor data i målestokkene 1:20 000/ 1:50 000 ikke finnes. Et eksempel på en slikt temalag er vist for Elverum, Fig. 1.

II. Framskaffe data om løsmassenes mektighet, permeabilitet og grunnvannsvariasjoner i utvalgte områder

Områdets regionale karakter med høyfjellsområde, den gjennomgående elvestrengen sammen med utbredelsen av de marine avsetningene i syd, vil sikre at et digitalt datasett vil ha nasjonal representativitet mht fordeling av jordarter i Norge.

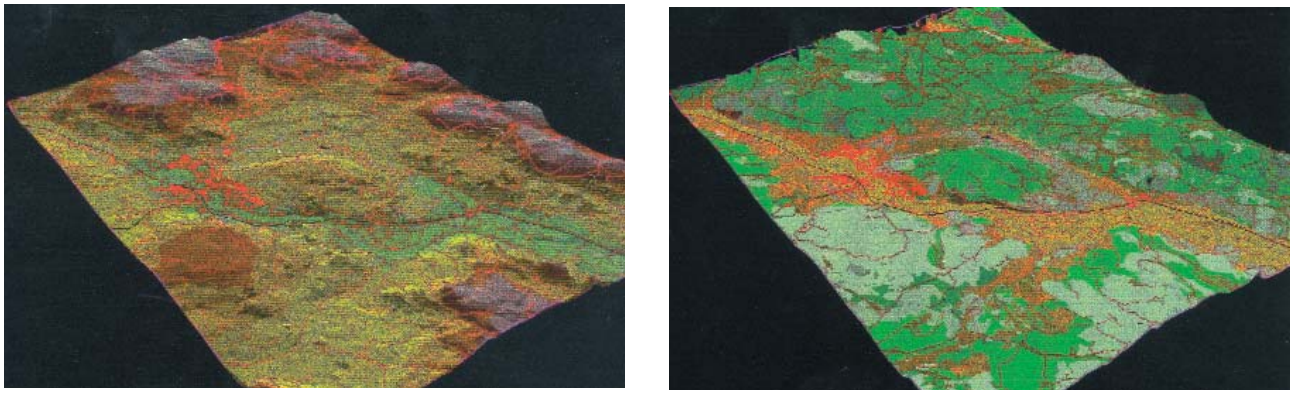


Fig. 1. Til venstre vises terrengmodellen for området ved Elverum. Til høyre er utsnittet dekket med digital informasjon fra kvartærgeologiske datafiler. Tynt morenedekke = lys grønn, Mektig morenedekke = mørkegrønn, Orange = breelvavsetninger, Lys gul = elveavsetninger, Grå = bart fjell og Rødt = Elverums bebyggelse (Vannmasken med bl.a. Glomma er ikke lagt inn)

Fig. 1. The left-hand picture shows a terrain model for the Elverum area. To the right this is draped with digital information from Quaternary geological data files. Thin morainic cover = light green. Thick morainic cover = dark green, Orange = fluvioglacial deposits, light Yellow = river deposits, Grey = bore bedrock and Red = Elverums built-up area. (The water mask including the River Glomma has not been inserted.)

Fig. 2. Infiltrasjonsstudier på udyrkete elveavsetninger av sand. (Foto BAF)

Fig. 2. Infiltration studies on river sand deposits. (Photo BAF)

II.1. Løsmassenes mektighet

Det er ikke foretatt eksakte målinger av løsmassenes mektighet innen de områder vi her snakker om. Midlertidig gir de generelle retningslinjene for kartlegging av løsmassene, jfr. for eksempel beskrivelsen av metodikk i Follestad (1973), et tilstrekkelig grunnlag etter NGUs mening for vurdering av permeabilitet og grunnvannsvariasjoner i en storskala-sammenheng innen Hydra-programmet ((N5-sammenheng).

Innen de områder som vi her skal se på, er det tre hovedtyper av løsmasser som dominerer landskapet. I nord og vest finner vi overveiende tynne og tykke moreneavsetninger mens breelv- og elveavsetninger fortrinnsvis opptrer i tilknytning til elvestrengene. Lengst i syd er det store marine avsetninger. Av disse er det breelv- og elveavsetningene som har størst evne til å magasinere nedbørsvann og flomvann. De utgjør imidlertid bare en liten andel av det totale arealet av Glommas nedslagsfelt. Dette er dominert av morenematerialet i nordre og midtre deler. Innen de søndre deler avtar morenematerialet og bart fjell sammen med marine avsetninger blir helt dominerende. Selv om de store torv- og myravsetningene i området vil holde betydelige vannmasser, er dette ikke vurdert i denne rapporten.

II.1.1. Morenemateriale

Morenemateriale er arealmessig den dominerende løsavsetningen innen nedslagsfeltet til Glomma. Under framstillingen av det foreliggende kartmaterialet er det skilt mellom et tynt og tykt dekke av morenemateriale. Denne inndelingen er foretatt visuelt basert på blottingsgrad av fjell. Er blottingsgraden mer enn ca. 50% eller de underliggende fjellformene helt dominerer bildet, vil området karakteriseres som et tynt dekke av morenemateriale. I vår sammenheng vil magasinkapasitet innen områder med "tynt løsmassedekke" uten nevneverdig feil kunne settes lik magsinkapasitet i områder med bart fjell. Gjøres dette, vil det som alt påpekt være god korrelasjon mellom de digitale datasettene generert fra et kartgrunnlag i M 1:250 000 og M 1:50 000.

Tykt dekke av morenemateriale vil kunne skilles i flere forskjellige typer av morenemateriale, se for eksempel Haldorsen (1990) hvor de hydrogeologiske egenskaper ved nordiske morener er diskutert.

Til tross for genetiske forskjeller betinget av dannelsesmåten for eksempel for supraglasiale morener kontra subglasiale morener, synes det som om tettheten i sprekker sammen med sprekkesystemene i bunnmorenen (subglasial) vil kompensere for manglende teksturiel permeabilitet. Sammenholdes dette med de supraglasiale

morenetekstur ielle egenskaper hvor bl.a. mangel på finstoff tilsier god permeabilitet, kan vi i vårt storskala-prosjekt anta tilnærmet samme permeabilitet. De målinger og seinere vurderinger som gjøres, gir heller ikke grunnlag for mer detaljerte diskusjoner. Erfaringsmessig er det vist gjennom studier innen nærliggende svenske områder, at dersom de underliggende fjellformene ikke sees, har vi gjennomgående 2-5 m med morenemateriale, ofte mere. Imidlertid viser de grunnvannsundersøkelser som er gjort at selv innen strøk med tykke morener vil mektighet for umettet sone gjennomsnittlig neppe være mer enn fra 1/2 - 2 m. Innen særdeles rygg og haugformete områder av morenemateriale, vil umettet sone kunne være betydelig større. Imidlertid er disse områdene arealmessig små i vår sammenheng. I denne sammenhengen vil vi heller ikke skille ut arealer med blokkhav og forvitringsmateriale.

II.1.2 Breelv- og elveavsetninger

Dette er sorterte avsetninger med ofte god magasinkapasitet. For å få et noe bedre bilde av disse avsetningene er 3-D kartlegging utført ved hjelp av georadar innen noen utvalgte områder, henholdsvis ved Elverum og Heradsbygd. Resultatene av undersøkelsene er gitt i NGU-rapport: Georadarundersøkelser av flomutsatte områder nær Glåma ved Elverum og Heradsbygd (Lauritsen 1998).

Av NGU-rapporten framgår det at georadarundersøkelsene er godt egnet for å angi grunnvannsoverflatens beliggenhet i sorterte avsetninger. Bl.a. kan det slås fast at:

- grunnvannsspeilet på de lavtliggende elveslettene korresponderer ytterst mot elva med vannstanden i elva, dvs. umettet sone kan grovt settes lik høyden av elvesletta over elvenivå

og at

- umettet sone innen de høyereliggende breelvavsetningene langs elvestrengen kan være flere 10 m mektig, for eksempel ved sentrum av Elverum.

Videre viser georadaropptakene at breelvavsetningen kan ha stor variasjon i lagfølger og kornstørrelser mot dypet.

II.2. Løsmassenes permeabilitet

Permeabilitet er målt på jordarter innen utvalgte lokaliteter (Vedlegg II). Av tabell 1 som summerer resultatene i vedlegg II, framgår det at det er stor variasjon i infiltrasjonsegenskapene fra jordart til jordart og innen samme jordartstype. Videre framgår det at oppdyrking av overflaten vil redusere infiltrasjonsevnen. Alle målingene er gjort på 30 cm dyp.

Tabell 1. Sammenstilte infiltrasjonshastighet i forskjellige jordarter med utgangspunkt i Vedlegg II: HYDRA- N5: Infiltrasjonsmålinger i Haustdalen, Alvdal og Elverum - 1997

Tabell 1. Collected infiltration rates in different soils based on Appendix II: Hydra-N5: infiltration measurements in Haustdalen, Alvdal and Elverum.

Lokalisering	Avsetningstype	Arealbruk	Infiltrasjonshastighet m/døgn gitt med laveste og høyeste målte verdi	Antall målinger	Midlet av målte infiltrasjonshastighet m/døgn for respektiv jordart
Haustdalen	Morene	Utmark	0,5 - 12,3	15	4,5
Haustdalen	Morene	Dyrka	0,5 - 0,7	2	0,6
Haustdalen	Breelvmateriale	Utmark	18,8 - 80,5	7	48,9
Alvdal/Elverum /Heradsbygd	Elveavsetning	Utmark	4,6 - 14,7	8	8,6
Alvdal/Elverum /Heradsbygd	Elveavsetning	Dyrka	0,1 - 2,6	8	1,1
Heradsbygd	Vindavsetning	Utmark	-	1	13,7
Heradsbygd	Vindavsetning	Dyrka	-	1	10,2
Haustdalen	Innsjø	Utmark	-	1	0,5

Det framgår av disse målingene at breelvavsetningene i Haustdalen har størst infiltrasjonshastighet med gjennomsnittlig 48,9 m/døgn, noe som er å betrakte som meget høyt. Videre viser morenematerialet en gjennomsnittlig infiltrasjonshastighet på 4,5 m/døgn. Dersom avsetningene dyrkes opp slik som i området med sætrer, vil oppdyrkingen medføre en reduksjon i infiltrasjonshastigheten. I Haustdalen er denne for dyrkede flater av morene målt til 0,6 m/døgn. Den tilsvarende negative effekten av dyrking finner vi også for elveavsetningene. Her kan infiltrasjonshastigheten endres fra 8,6 m/døgn i utmark til 1,1 m/døgn innen dyrkede arealer. Alle infiltrasjonsmålingene er foretatt etter at stabile verdier er oppnådd. I prinsippet skal vi da være på den flate delen av kurven, Fig. 3.

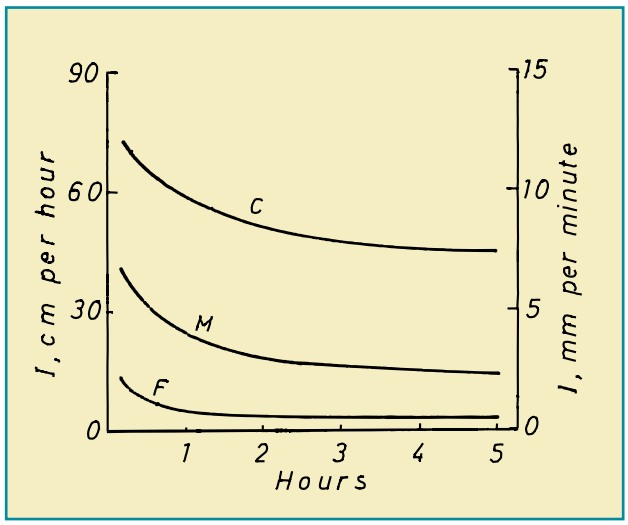


Fig. 3. Infiltrasjonskurver for infiltrasjon i jordarter med grove (C), midlere (M) og finere (F) teksturer etter Aslyng (1968).

Fig. 3. Infiltration curves for infiltration in soils with coarse (C), medium (M) and fine-grained (F) textures, following Aslyng (1968).

III. Tentative sammenligninger med data fra det Landsomfattende grunnvannsnettet (LGN)

Det landsomfattende nett for overvåking av grunnvann (LGN) ble opprettet i 1977 som følge av den satsing på våre vannressurser som både nasjonalt og internasjonalt hadde funnet sted gjennom "Den Internasjonale Hydrologisk Dekaden" (IHD) og senere "Internasjonalt Hydrologisk Program" (IHP), jfr. Kirkhusmo (1998). Formålet med prosjektet er å skaffe til veie kunnskap om regionale og tidsmessige variasjoner i grunnvannets mengde og beskaffenhet, og om hvordan disse variasjoner forårsakes av ulike geologiske, topografiske og klimatiske forhold. Overvåkingen utføres i et samarbeid mellom Norges geologiske undersøkelse og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE).
Observasjonsområdene er lagt i områder der grunnvannsforholdene er antatt å være upåvirket av menneskelige aktiviteter. Ved årsskiftet 1997/98 hadde LGN 37 observasjonsområder.

III.1. LGN-stasjonen Abrahamsvollen, Aursunden

Hydrologiske modeller har i beskjeden grad tatt vare på det vi her vil kalle grunnvannsleddet når det gjelder utviklingen av flom og den mulige buffereffekten denne delen av det hydrologiske systemet vil kunne ha på flommer.

For å peke på de muligheter som her er tilstede ved bruk av LGN-data, skal vi se noe nærmere på stasjonen Abrahamsvollen ved Aursunden. Denne stasjonen ligger i morenemateriale som er det mest dominerende innen Glommas nedbørfelt. Med utgangspunkt i et "normalt" år (1991) og et "unormalt" år (1992) mht. grunnvann skal vi se på anomalier i avrenning i lys av dette, samtidig som andre hydrologiske faktorer også skal belyses. Det er her viktig å være klar over at vi benytter oss av punktmålinger som settes opp mot en arealavhengig størrelse som avrenning.

Tar vi for oss årene 1991 og 1992 skiller disse seg ut fra hverandre både hva angår grunnvannstand før snøsmelting, vannekvivalent tilgjengelig i snø før smelting og avrenning fra feltet, se Fig. 5. For eksempel er kumulativ avrenning for perioden april - mai, mens hovedtyngden av snøsmeltingen finner sted 27% høyere i 1992 enn i 1991. Videre er vannekvivalenten ved snøputa på Vauldalen 68% høyere før snøsmeltingen tar til mens nedbør over perioden var 35% høyere i 1992 enn i 1991.

Magasinpotensialet i umettet sone under de respektive snøsmeltingene synliggjøres ved at grunnvannstanden i 1991 lå på 3,3 m under markoverflaten mens den var 2,3 m det derpå følgende år. Antar vi en porøsitet på ca. 10% (dvs. 100 mm vannekvivalent) i umettet sone for denne morenen, betyr dette at det i 1991 ville være lagringskapasitet for 100 mm mer vann i umettet sone enn i 1992. Om dette er en regional trend for hele eller deler av området kan selvsagt ikke denne stasjonen alene belyse, men det ville være merkelig om dette ikke ville ha en virkning på flommen i året 1992.

Videre ser vi at økningen i grunnvannstanden starter en til to uker etter at snøputa gir respons på smelting. Dette kan tyde på en gjennomsnittlig infiltrasjonshastighet på 0,2-0,4 m/døgn, hvilket passer rimelig bra med de laveste infiltrasjonsverdiene målt for morene i Haustdalen (jfr. Tabell 1).

Det skal her også trekkes fram at det er sider ved denne sammenlikningen som ikke gir overensstemmelser mellom de to datasettene. Dette er opplagt et tema for videre oppfølginger i et HYDRA II-program.

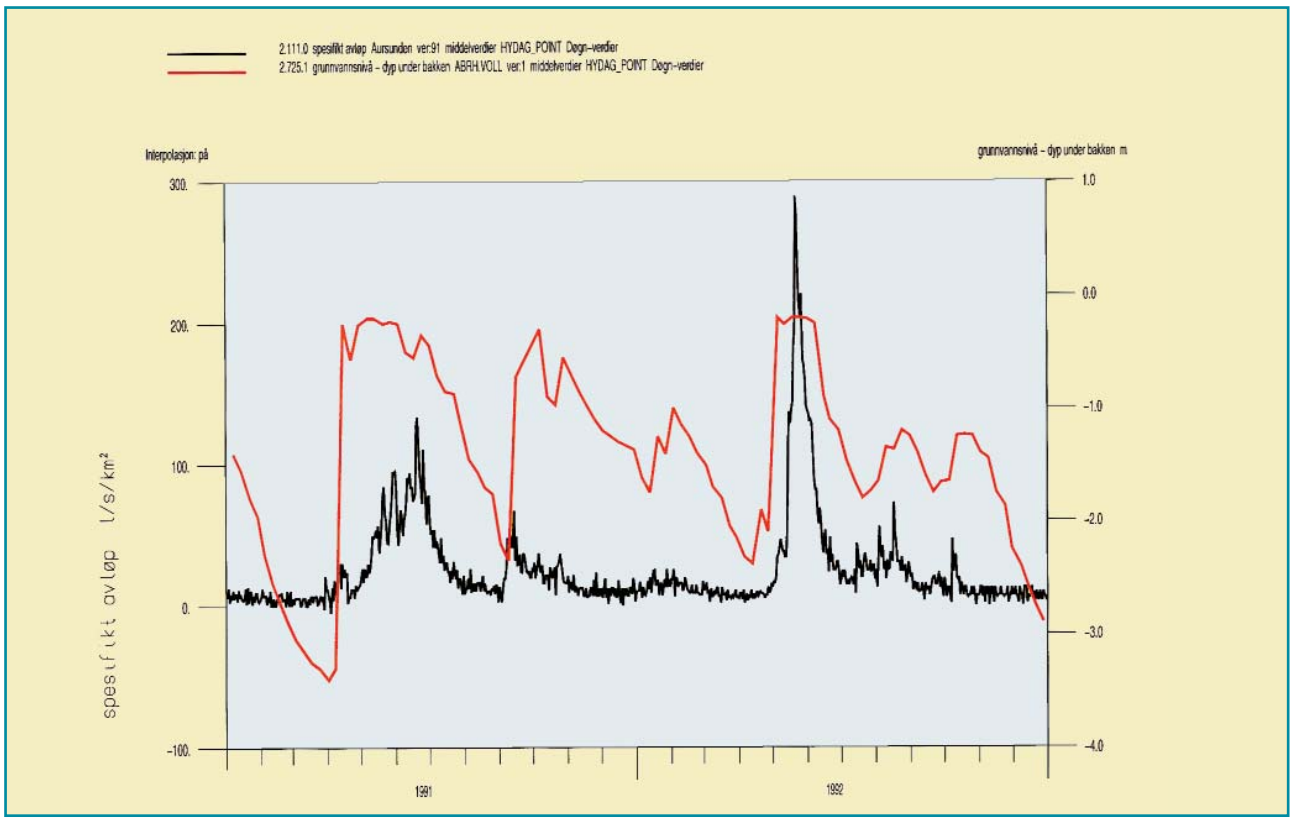


Fig. 4. Spesifikt avløp, Aursunden og grunnvannsnivå - dyp under bakken, Abrahamsvollen.

Fig. 4. Specific run-off, Aursund and groundwater level, Abrahamsvollen.

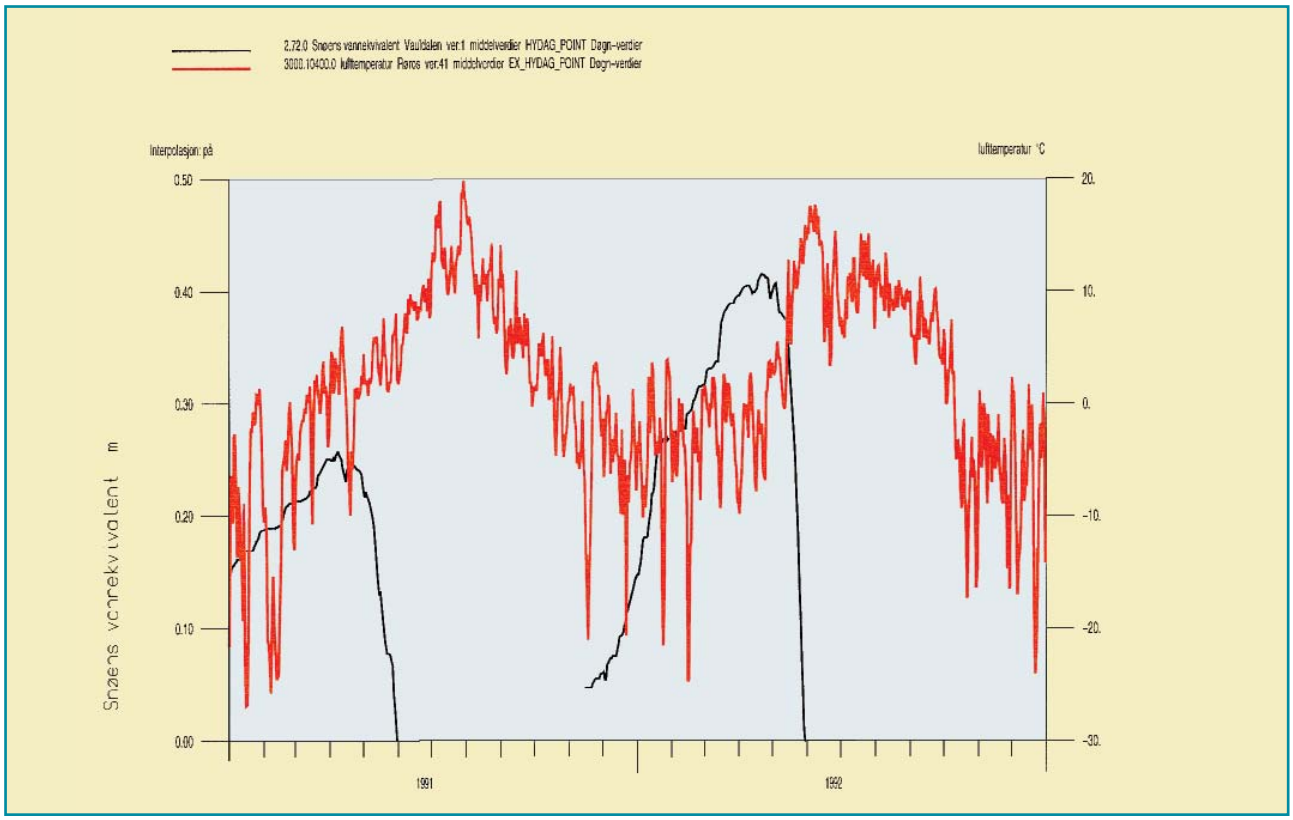


Fig.5. Snøens vannekvivalent, Gauldalen med Lufttemperatur, Røros.

Fig.5. Water equivalent of snow, Gauldalen together with air temperature.

IV. Belyse miljømessige aspekter ved flom/drikkevannsforsyning fra elvesletter

Flom vil alltid representere en fare for forurensning av drikkevannsanlegg på elvesletta. For å få dannet retningslinjer for hvorledes dette kan tenkes løst i en varslingstjeneste, har samarbeidsprojektet testet forskjellige instrumenteringer for automatisk overvåkning ved to større grunnvannsverk. Det er lagt vekt på at den automatiske parameteravlesningen skal gi grunnlag for evalueringer av vannkvalitet i nærliggende elv og i pumpebrønn. De situasjoner som finnes på en elveslette før og under en flom er illustrert med skissene "A", "B" og "C", Fig. 6.

Har vannstanden i elva vært lav over en lengere periode, vil det være "situasjon" i de fleste tilfeller beskrives av Fi. 6. A. Grunnvannet vil her mate elva og være en ressurs for å holde vannstrømmen ved like. Under flom vil vannstrømmen etter hvert reverseres og vannet fra elva vil komme inn i avsetningene (B) inntil de oversvømmes (C).

I tilknytning til HYDRA-programmet ble det opprettet to stasjoner i samarbeid med Kongsvinger og Alvdal kommuner. Da begge stasjoner viser nær sammenfallende resultater skal vi i denne sammenhengen bare omtale forholdene ved Kongsvinger vannverk våren 1998.

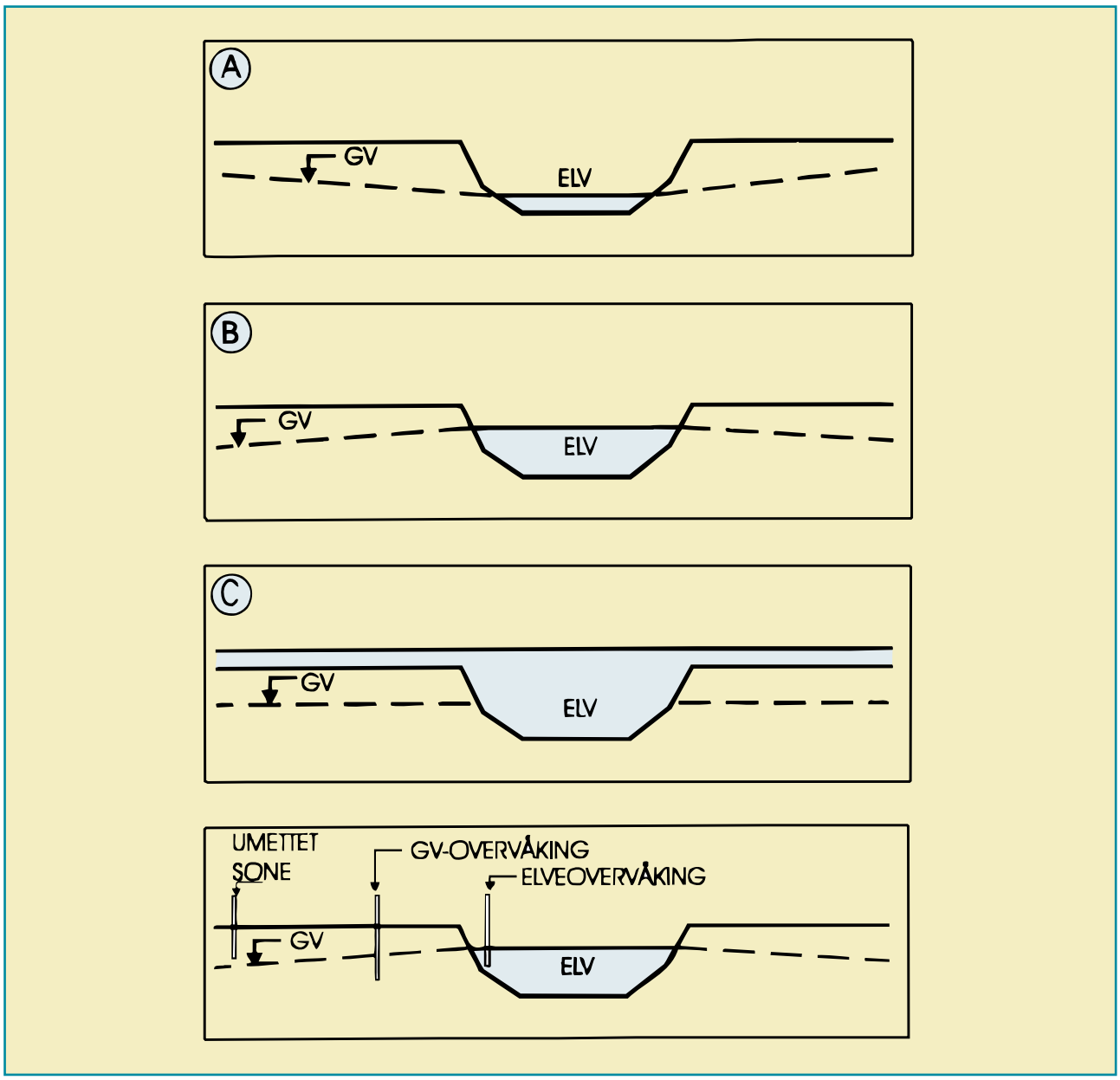


Fig. 6. De situasjonen på en elveslette før og under en flom er illustrert med skissene "A", "B" og "C". Nederst et skjematisert oppsett for overvåkning.

Fig. 6. The situation at a riverplain before and during a flood are illustrated by sketches A, B and C. The lowest gives a schematic indication for monitoring.

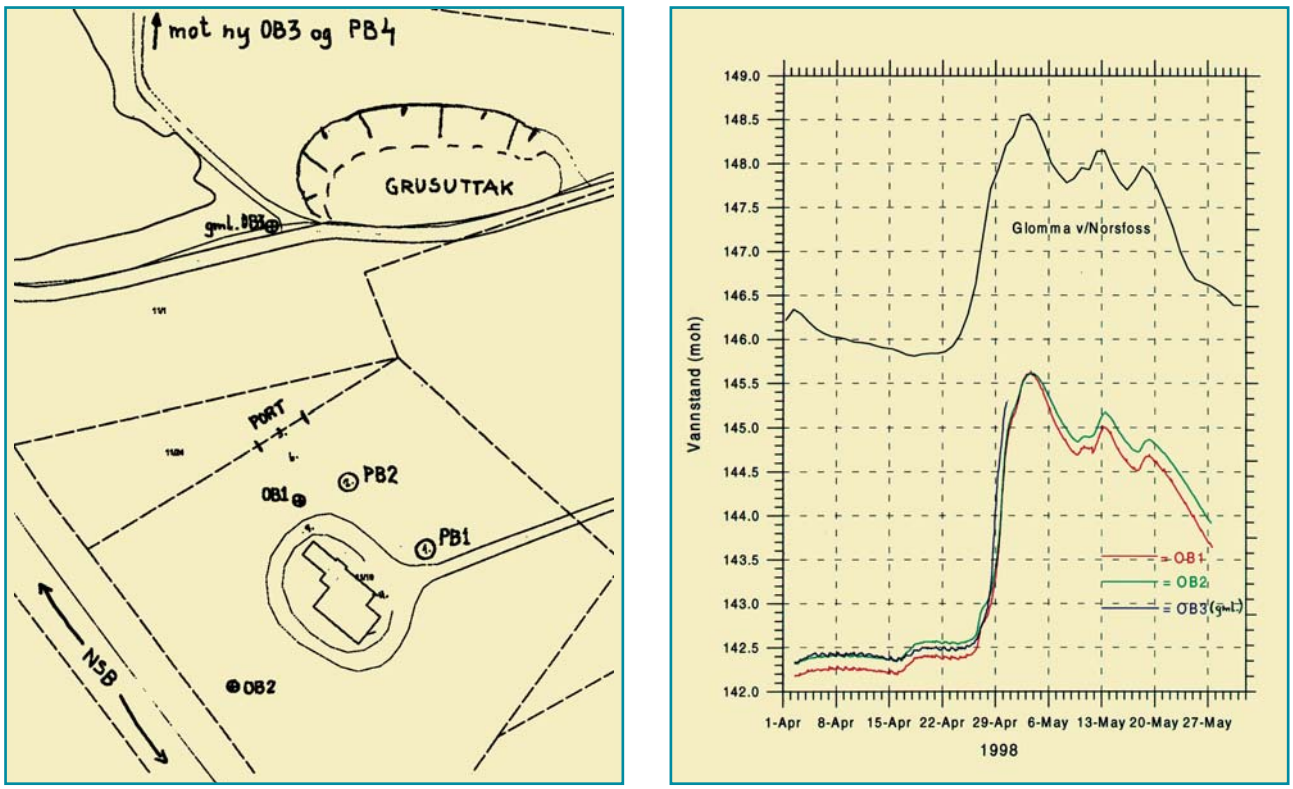


Fig. 7 Granli vannverk med vannstandsmålinger i nærliggende vannmerke i Glomma og grunnvannstigningen ved vannverket.

Fig. 7 Groundwater changes at the Granli waterworks in relation to water levels recorded at a nearly watermark in the River Glomma.

IV.1 Automatisk målestasjon ved Kongsvinger vannverk.

Granli vannbehandlingsanlegg ved Kongsvinger ble valgt fordi dette er et grunnvannsanlegg som gjentatte ganger har vært satt under vann, senest under storflommen i 1995. Hvert år er det her vannstigning i Glomma som trenger inn i Vingersjøen. Det er eskeravsetning langs bredden av Vingersjøen som er magasinområdet for vannverket. Fig. 7 viser vannverkets beliggenhet sammen med målesondenes plassering og flomutvikling april-juni i 1998.

Av vannstandsmålingene i Glomma og ved vannverket framgår det at det fra 26. april 98 fant sted en vannstandsøkning som kulminerte 6. mai 98. Registreringene i grunnvannsmålingene viser at denne er nesten samtidig med stigningen i vassdraget. Her kan det maksimalt snakkes om en tidsforsinkelse på et par dager. Imidlertid kan hurtige stigninger skyldes trykkoverføringer i akviferen. Ser vi imidlertid på de korresponderende endringene i ledningsevne, oksygeninnhold og temperatur, framgår det tydelig at stigningen skyldes inntrenging av et noe mere jonefattig og kaldere smeltevann fra vassdraget. Dette passer godt med at oksygeninnholdet øker kraftig rund 6. mai, noe etter at selve flommen har kulminert ca. 3 mai 98. Også temperaturen når sitt laveste punkt 5.-6. mai. Dette indikerer at selv om vi her ikke kan snakke om en storflom, så vil også mindre "årlige" flommer påvirke vannkvaliteten i infiltrasjonsmagasiner.

NGU foreslår at dette tema tas opp videre i et samarbeid mellom NVE og NGU med tanke på en integrert varslingstjeneste.

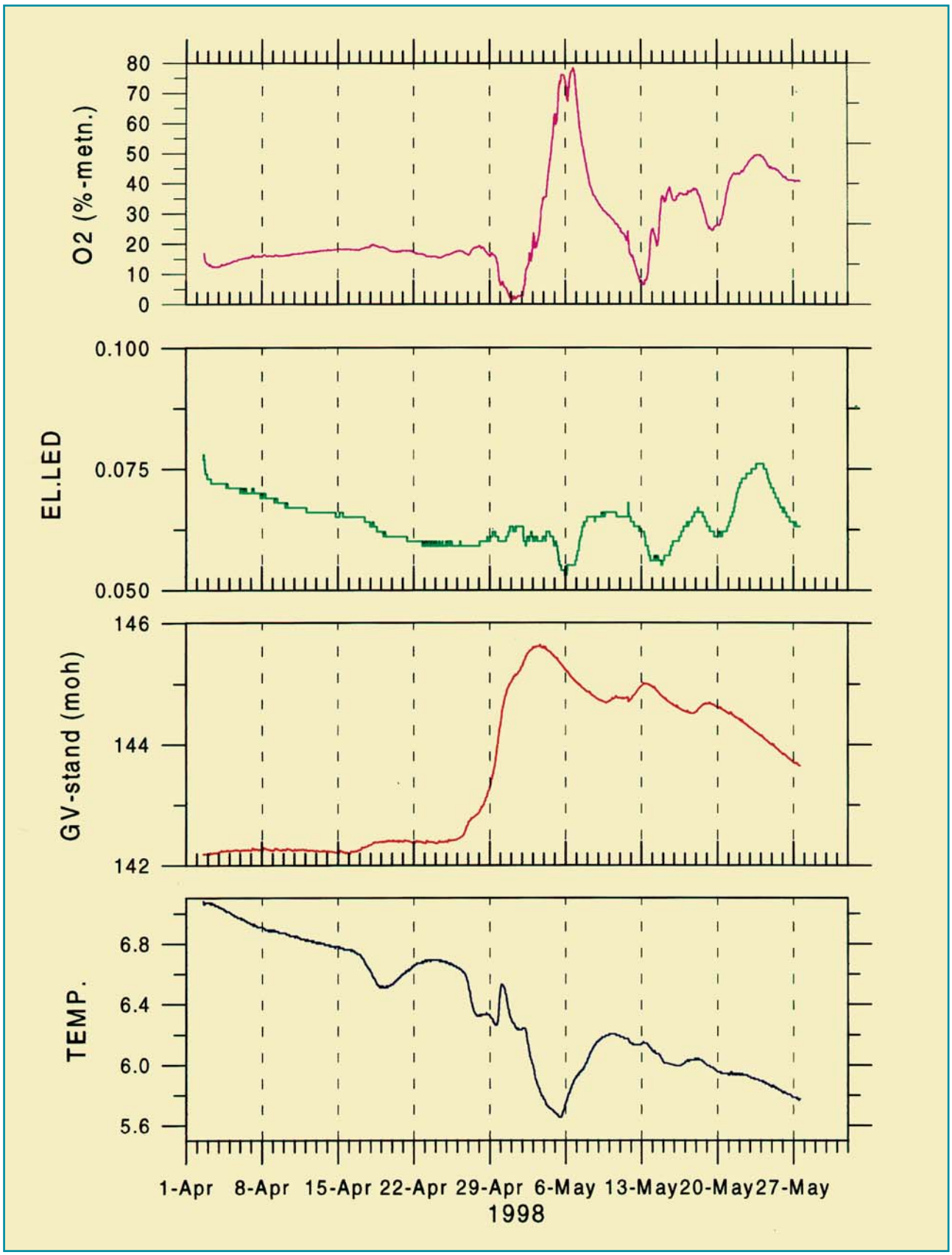


Fig. 8. Automatiske måleverdier av oksygeninnhold, elektrisk ledningsevne, grunnvannsstand og temperatur ved Granli vannverk.

Fig. 8. Automatic measurements of oxygen content, electrical conduction, groundwater level, and temperature at Granli waterworks.

3. Sammenstilling og konklusjoner

HYDRA-programmet skal vurdere effekten av ulike menneskelige inngrep på flomrisikoen. For å kunne nærme seg en løsning på disse utfordringene må en også studere sammenhengen mellom nedbør, løsmasser, terrenggradienter, vegetasjonstyper m.m. Uten kjennskap til disse forholdene vil hele modellen bli hengende på for mange sett av løse ender.

Dette studiet har bekreftet at en kan sammenstille og nyttiggjøre seg de foreliggende kvartærgeologiske data i M 1:250 000 ved storskalabetraktninger. Videre framgår det av delundersøkelsene innen områdene infiltrasjon, grunnvannsmålinger og automatiske miljøundersøkelser, at egenskaper ved løsmassene må tillegges større vekt enn hva tilfellet nå er. Studier i utlandet påpeker at en dypere forståelse av disse parametrene er nødvendige om vi skal bevege oss inn i området "multi-variate low flow" på en regional basis (Gustard, A. & Irving, K.M.1993). Transmisivitet, lagringseffekt, akvifer-tykkelse m.m. er her påvist å ha en kontrollerende rolle for basisavrenningens bidrag til elveavrenningen. I denne sammenhengen må vi imidlertid konkludere med at våre undersøkelser viser samme retning, men er enda ikke gjennomført i den utstrekning som synes nødvendig for mere detaljert dokumentasjon. Tatt i betraktning alle de usikkerhetene som finnes synes imidlertid de foreliggende resultatene tilstrekkelige til å gi en første tilnærming til problemet, som grunnlag for en koordinatfestet database for å kunne identifiserte storskalautfordringer.

4. Etterord

Bjørn Ivar Rindstad sammen med personell fra GIS-gruppa ved NGU har gjennomført digitaliseringen av alle karter som er stilt til disposisjon for Hydra av UiO og NGU. Per Ryghaug har gjennomført analysen mens Tor Simon Pedersen og Lars Kirkhusmo har vært ansvarlige for data fra NVE og NGU. Infiltrasjonsmålinger er ledet og gjennomført av Øystein Jæger ved NGU sammen med Ingrid Fjelberg fra UiB mens georaderundersøkelsene er levert fra NGUs faggruppe for geofysikk. Ansatte og studenter ved NGU og UiB takkes for godt samarbeid.

5. Litteratur

Aslyng 1968: Soil water distribution, IHD-Rapport n0 9-1975.

Follestad, B. 1973: Løten. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart 1916 I - M 1:50 000. Norges geol. unders. nr. 296, Skr. 6, pp. 41

Follestad, B. A. 1999: Hydra-delprosjektrapportering: N5 Naturlige magasineringsområder. NGU Rapport 99.006.

Gustard, A. & Irving, K.M.(1993): Classification of the low flow response of European soils. I: FRIEND Flow Regimes from International Experimental and Network Data, ed P.Seuna, A.Gustard,N.W.Arnell & G.A.Cole, IAHS Publications No. 221.

Haldorsen, S. 1990: Till Genesis and Hydrogeological properties. NHP Report No. 25. p.3-25.

Kirkhusmo, L. 1998. Landsomfattende grunnvannsnett - årsrapport 1997. NGU-rap. 98.127, pp.37.

Lauritsen, T. 1998: Georadarundersøkele av flomutsatte områder nær Glåma ved Elverum og Heradsbygd. NGU-rap. 98.045, pp. 8.

Thoresen, M. & Follestad, B. 1999: Kvartærgeologisk kart over Alvdal kommune i M 1:80 000. NGU

Tidligere utgitt i HYDRA-serien

Flomdemping, flomvern og flomhandtering (F)

F 02 Estimating the mean areal snow water equivalent from satellite images and snow pillows.
Thomas Skaugen, NVE.

Miljøvirkninger av flom og flomforebyggende tiltak (Mi)

Mi01 Miljøkonsekvenser av flom - flom og vannkvalitet
Bjørn Faafeng, Espen Lydersen, Gøsta Kjellberg, Vilhelm Bjerknes, NIVA

Mi02 Virkning av flom på vannlevende organismer.
Åge Brabrand, John E. Brittain, Ketil Sand, Per Aass, UiO
Gunnar Halvorsen, Kjetil Hindar, Arne Jensen, Bjørn Ove Johnsen, NINA
Jo Vegar Arnekleiv, Dag Dolmen, NTNU
Bjørn Rørslett, NIVA
Jan Henning L'Abée-Lund, NVE

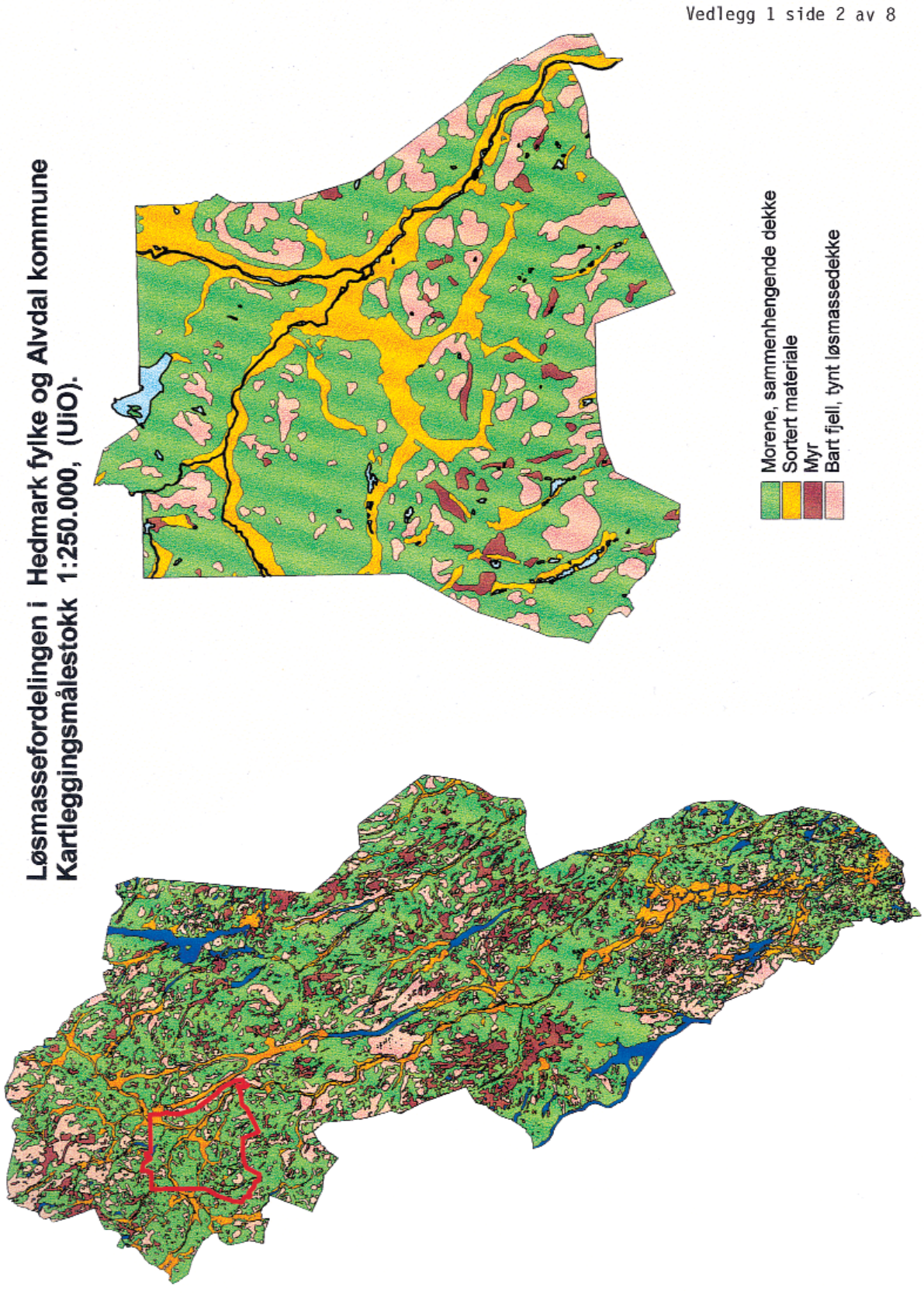
Mi 03 Miljøeffekter av flomforebyggende tiltak - en litteraturstudie.
Torbjørn Østdahl, Trond Taugbøl og Bjørn Dervo, Østlandsforskning.

Tettsteder (T)

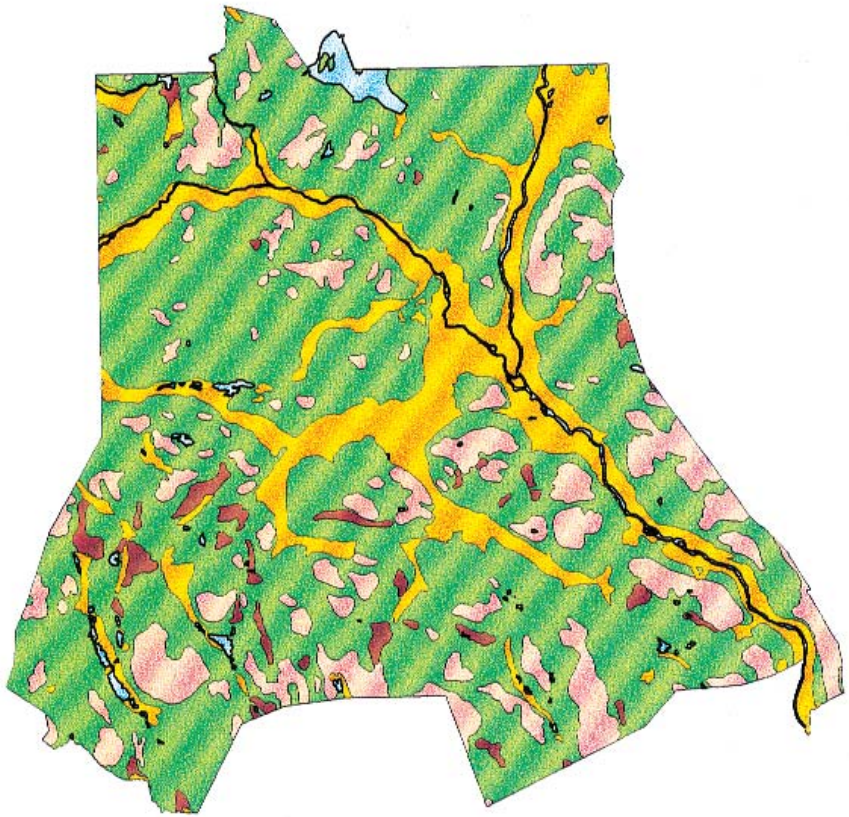
T 01 Betydningen av lokal-/total overvannsdisponering (LOD/TOD) på flommer.
Svein Endresen, Siv.ing. Svein Endresen AS.

Vedlegg

Vedlegg 1: Evaluering av digitale datasett om løsmasser generert fra kartdata i forskjellige målestokker



Løsmassefordelingen i Alvdal kommune



N 250 - kartdata (UiO)

N250hydra1
- Morene, sammenhengende dekke
- Sortert materiale
- Myr
- Bart fjell, tynt løsmassedekke

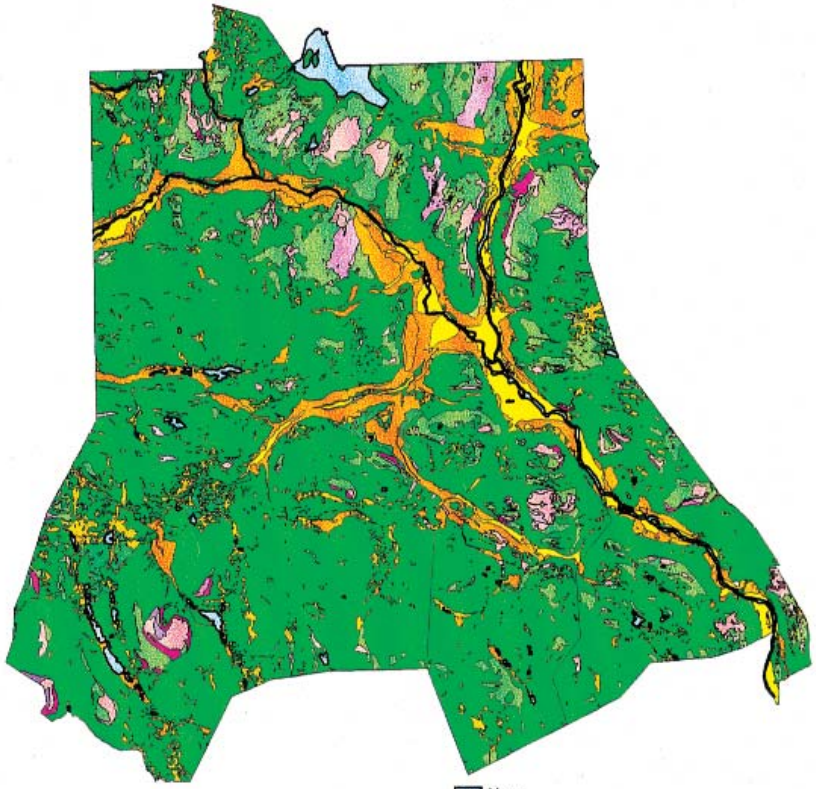
N 50 - kart data (NGU). Jordartene gruppert tilnærmet inndelingen på N250-kartet

- Morenemateriale, tykt dekke
- Morenelere
- Avsmeltingsmorene
- Randmorene
- Forvitringsmateriale, tykt dekke
- Skredmateriale, tykt dekke/ur
- Breelvavsetning
- Breajøavsetning
- Innsjøavsetning
- Elve- og bekkeavsetning
- Vindavsetning
- Torv og myr (organisk materiale)
- Morenemateriale, tynt dekke
- Forvitringsmateriale, tynt dekke
- Blokkhav
- Skredmateriale, tynt dekke
- Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn
- Bart fjell og tynt torvdekke, usammenhengende
- Fyllmasse (antropogent materiale)
- Bart fjell

Løsmassefordelingen i Alvdal kommune

N 250 - kartdata (UiO)

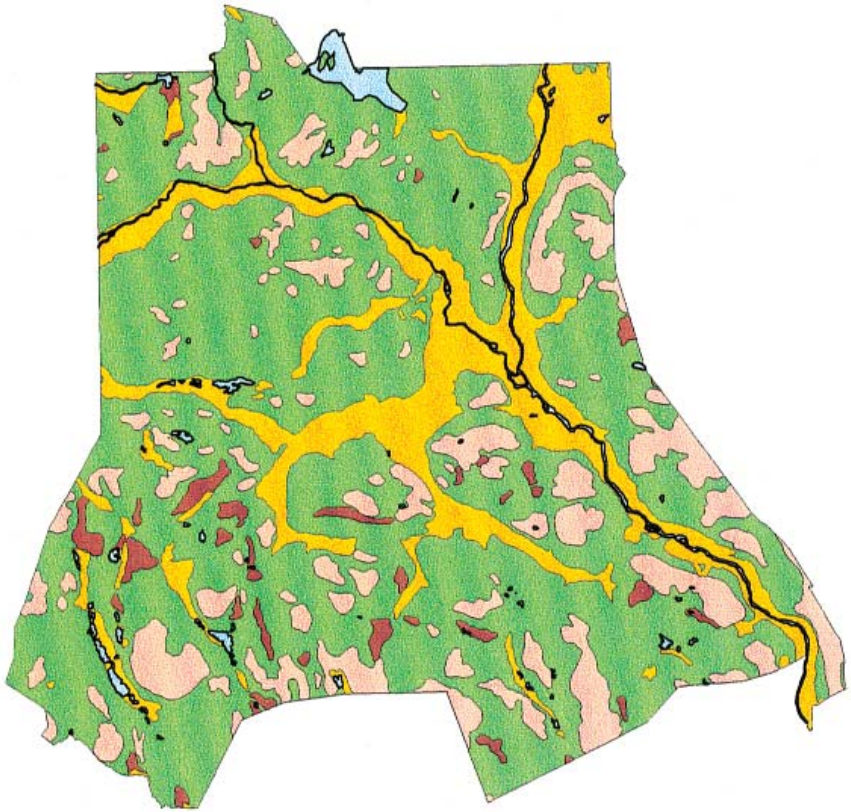
- Morene, sammenhengende dekke
- Sortert materiale
- Myr
- Bart fjell, tynt løsmassedekke



N 50 - kartdata (NGU)

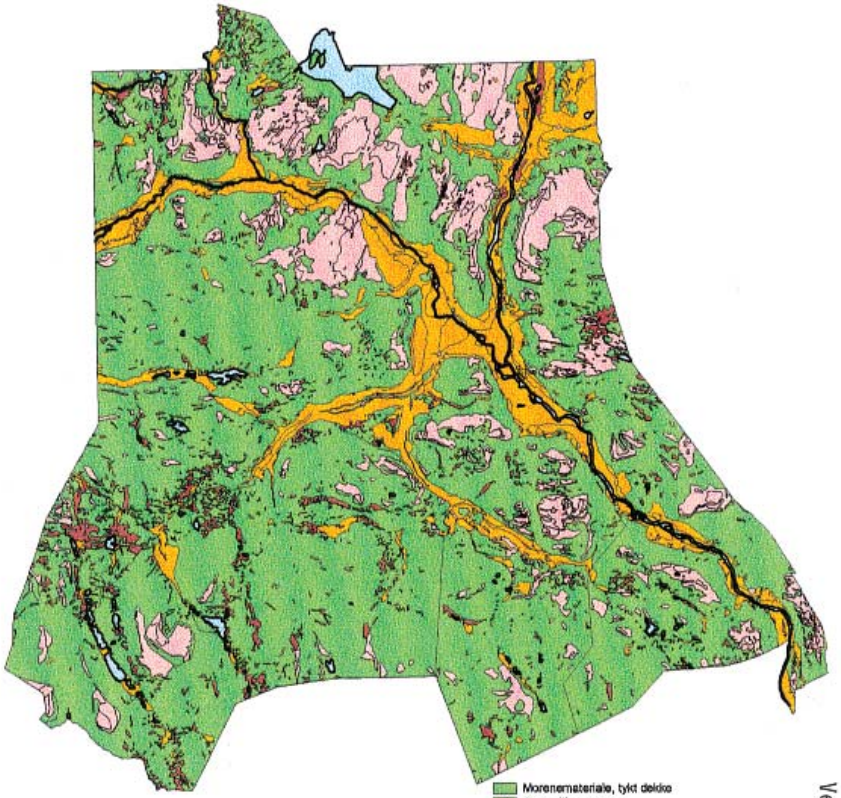
- Vann
- Morenemateriale, tykt dekke
- Morenemateriale, tynt dekke
- Avsmeltingsmorene
- Randmorene
- Breelvavsetning
- Bresjøavsetning
- Elve- og bekkeavsetning
- Vindavsetning
- Forvitringsmateriale, tykt dekke
- Forvitringsmateriale, tynt dekke
- Blokkhav
- Skredmateriale, tykt dekke/ur
- Skredmateriale, tynt dekke
- Torv og myr (organisk materiale)
- Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn
- Fyllmasse (antropogent materiale)
- Bart fjell

Løsmassefordelingen i Alvdal kommune



N 250 - kartdata (UiO)

- Morene, sammenhengende dekke
- Sortert materiale
- Myr
- Bart fjell, tynt løsmassedekke



N 50 - kart data (NGU). Jordartene gruppert tilnærmet inndelingen på N250-kartet

- Morenemateriale, tykt dekke
- Avsmeltingsmorene
- Randmorene
- Forvitringsmateriale, tykt dekke
- Skredmateriale, tykt dekke/ur
- Breelvavsetning
- Bresjøavsetning
- Elve- og bekkeavsetning
- Vindavsetning
- Torv og myr (organisk materiale)
- Morenemateriale, tynt dekke
- Forvitringsmateriale, tynt dekke
- Blokkhav
- Skredmateriale, tynt dekke
- Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn
- Bart fjell og tynt torvdekke, uspesifisert
- Fyllmasse (antropogent materiale)
- Bart fjell

Gjennomsnittlige infiltrasjonshastigheter i løsmassene i Hedmark fylke og Alvdal kommune
(ref. tabell 2, side 9.)
Kartleggingsmålestokk 1:250.000, (UiO).

Tabellene viser hvordan de ulike jordartene, kartlagt i to ulike målestokker (1:250.000 og 1:50.000) fordeler seg i sum areal (i m^2) innen Alvdal kommune.
Beregningene er utført ved vektorbasert GIS-analyse mellom de to løsmassekartene i Arc/Info.

Tabell 1. Jordartene på N250 - kart (UiO)

Jordartkode	Antall polygoner	Jordartstype	Sum areal
11	2781	Morene	693677105
21	1045	Sortert materiale	189843826
90	368	Torv	26765699
140	1053	Bart fjell og tynt løsmassedekke	169971419
	Sum ulike jordarter totalt		1080258049

Beregningen viser f.eks. at ca. 700 km^2 består av morene, ca 190 km^2 med sorterte masser og 170 km^2 har bart fjell og/eller tynt løsmassedekke.
Arealet beregningene er gjort på, er noe større enn Alvdal kommune (som har et flateinnhold på 944 km^2).

Tabell 2. Jordartene på N50 - kart (NGU)

Jordartkode	Antall polygoner	Jordartstype	Sum areal
11	909	Morenemateriale, tykt dekke	704825975
12	765	Morenemateriale, tynt dekke	113875465
14	79	Avsmeltningsmorene	10025363
15	12	Randmorene	242137
20	451	Breelvavsetning	69348575
30	200	Bresjøavsetning	29842560
50	102	Elve- og bekkeavsetning, uspesifisert	42187865
60	7	Vindavsetning	593377
71	10	Forvitringsmateriale, tykt sammenh. dekke	2222685
72	52	Forvitringsmateriale, tynt usammenh. dekke	13267762
73	5	Blokkhav	1037441
81	119	Skredmateriale, tykt dekke	5068632
82	6	Skredmateriale, tynt dekke	643015
90	1853	Torv og myr (organisk materiale)	46923240
100	29	Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn	2378947
120	9	Fyllmasse (antropogent matr.), uspesifisert	149609
130	639	Bart fjell	37625400
	Sum ulike jordarter totalt		1080258049

Beregningene viser at ulike tykke morenetyper (jordartskode 11, 14, 15, 71 og 81) dekker ca. 722 km^2 ved N50-kartleggingen, mens de sorterte massene (jordartskode 20 - 60) her utgjør ca. 142 km^2. Bart fjell og tynne løsmassedekker (kode 12, 72, 100 og 130) utgjør tilsammen 168 km^2 på N50-dataene, mot 170 km^2 på N250-dataene.
De øvrige jordarter har for liten utbredelse til å virke inn på arealfordelingen.

Tabellene 3 - 6 viser hvordan de ulike jordartene på N50-kartet fordeler seg innen hver av det 4 kartlagte enhetene på N250-kartet (tabell 1.).

Tabell 3. Innen sortert materiale på N250-kartet opptrer:

Jordartkode	Antall polygoner	Jordartstype	Sum areal
11	290	Morenemateriale, tykt dekke	58795860
12	61	Morenemateriale, tynt dekke	2009096
14	23	Avsmeltningsmorene	3190699
15	4	Randmorene	125837
20	170	Breelvavsetning	54765588
30	96	Bresjøavsetning	20391313
50	51	Elve- og bekkeavsetning, uspesifisert	40975548
60	4	Vindavsetning	487264
72	1	Forvitringsmateriale, tynt usammenh. dekke	5981
81	9	Skredmateriale, tykt dekke	390334
90	280	Torv og myr (organisk materiale)	7666987
100	6	Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn	118843
120	5	Fyllmasse (antropogent matr.), uspesifisert	114678
130	45	Bart fjell	805798
	Sum		189843826

N250-flatene med sortert materiale inneholder et 117 km^2 med N50-flater bestående av sortet materiale (jordartskode 20, 30, 50 og 60), som er 61 % av N250-arealet. Tykt morenedekke er den dominerende av de øvrige jordartene (59 km^2).

Tabell 4. Innen morene-materiale på N250-kartet opptrer:

Jordartkode	Antall polygoner	Jordartstype	Sum areal
11	212	Morenemateriale, tykt dekke	537602481
12	424	Morenemateriale, tynt dekke	69903131
14	32	Avsmeltningsmorene	5477947
15	7	Randmorene	93505
20	253	Breelvavsetning	14194721
30	96	Bresjøavsetning	9280919
50	51	Elve- og bekkeavsetning, uspesifisert	1212317
60	3	Vindavsetning	106113
71	3	Forvitringsmateriale, tykt sammenh. dekke	666181
72	25	Forvitringsmateriale, tynt usammenh. dekke	9907880
73	3	Blokkhav	386988
81	50	Skredmateriale, tykt dekke	2162259
82	3	Skredmateriale, tynt dekke	246047
90	1279	Torv og myr (organisk materiale)	27812909
100	17	Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn	1516643
120	3	Fyllmasse (antropogent matr.), uspesifisert	26164
130	320	Bart fjell	13080900
	Sum		693677105

Fordelingen viser at tykt morenemateriale dominerer (538 km^2)

Tabell 5. Innen områder med myr på N250-kartet opptrer:

Jordartkode	Antall polygoner	Jordartstype	Sum areal
11	166	Morenemateriale, tykt dekke	15077680
12	19	Morenemateriale, tynt dekke	652125
14	23	Avsmeltningsmorene	1244746
20	13	Breelvavsetning	228409
90	134	Torv og myr (organisk materiale)	9400213
130	13	Bart fjell	162527
	Sum		26765699

En dominerende del av N250-myr (56%) er kartlagt som tykt morenedekke på N50-kartdataene.

Tabell 6. Innen områder med bart fjell og tynt løsmassedekke på N250-kartet opptrer:

Jordartkode	Antall polygoner	Jordartstype	Sum areal
11	212	Morenemateriale, tykt dekke	537602481
11	241	Morenemateriale, tykt dekke	93349954
12	261	Morenemateriale, tynt dekke	41311113
14	1	Avsmeltningsmorene	111971
15	1	Randmorene	22795
20	15	Breelvavsetning	159857
30	8	Bresjøavsetning	170327
71	7	Forvitringsmateriale, tykt sammenh. dekke	1556505
72	26	Forvitringsmateriale, tynt usammenh. dekke	3353901
73	2	Blokkhav	650452
81	60	Skredmateriale, tykt dekke	2516039
82	3	Skredmateriale, tynt dekke	396969
90	160	Torv og myr (organisk materiale)	2043131
100	6	Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn	743462
120	1	Fyllmasse (antropogent matr.), uspesifisert	8768
130	261	Bart fjell	23576175
	Sum		169971419

Innen det ca. 170 km2 store arealet med bart fjell på N 250- kartdataene er ca. 70 km2 av disse også kartlagt som bart fjell og tynne dekker i N50- kartdataene (jordartskode 12, 72, 82, 100, 130). Ca 93 km2 er kartlagt som tykt morenedekke.

Konklusjonen er at N250- og N50 kartdata samlet sett har tilnærmet like store arealer (km2) med tykk morene, sorterte materialer og bart fjell med tynt overdekke. Man kan derfor forsvare å anvende N250-data ved modellering av store arealer, og grove gridd. Innen hver av hovedgruppene (jordartstypene) på N250 kartet, er korrelasjonen med N50-dataene dårligere (50-60%).
Per Ryghaug, NGU, upublisert materiale).

Vedlegg II: HYDRA- N5: Infiltrasjonsmålinger i Haustdalen, Alvdal og Elverum – 1997

HYDRA - pr. nr. 2752.00

Infiltrasjonsmålinger i Haustdalen, Alvdal og Elverum - 1997

ID	UTM-sone	X-koordinat	Y koordinat	Kartblad	Sted	Dato	Instrument	Inf.dyp, cm	Måleresultat m/døgn	Avsetningstype	Arealbruk	d 10, µm	d 60, µm	Sortering, d60/d10	d 50 µm	Merknad
1	32V	566850	6886650	1619-3	Haustdalen	05.08.97	Manuelt	30	19,7	gl.fluvial	utmark	257,6	1486	5,8	893,4	
2	32V	566850	6886637	1619-3	Haustdalen	05.08.97	Manuelt	29	18,8	gl.fluvial	utmark	373,4	1609	3,3	1233	
3	32V	568650	6886600	1619-3	Haustdalen	05.08.97	Manuelt	30	80,5	gl.fluvial	utmark	320,5	877,9	2,7	769,9	
4	32V	568650	6886590	1619-3	Haustdalen	05.08.97	Manuelt	30	78,6	gl.fluvial	utmark	370,4	889,1	2,4	796,8	
5	32V	569300	6886350	1619-3	Haustdalen	05.08.97	Manuelt	30	45,8	gl.fluvial	utmark	496,5	1942	3,9	1601	
6	32V	569300	6886335	1619-3	Haustdalen	05.08.97	Manuelt	30	68,1	gl.fluvial	utmark	355,3	3257	9,2	2300	
7	32V	568100	6889000	1619-3	Haustdalen	06.08.97	Manuelt	30	3,8	morene	utmark	16,14	895,3	55,5	409,4	Vissmanntjønn
8	32V	568100	6889030	1619-3	Haustdalen	08.08.97	Manuelt	29	3,4	morene	utmark	9,365	534,2	57,0	231,2	Vissmanntjønn
9	32V	569800	6887350	1619-3	Haustdalen	06.08.97	Manuelt	30	5,73	morene	utmark	40,25	2151	53,4	845,6	Vissmannbekken
10	32V	569815	6887340	1619-3	Haustdalen	06.08.97	Manuelt	30	3,0	morene	utmark	22,31	204.9	9,2	143,7	Vissmannbekken
11	32V	572750	6887750	1619-3	Haustdalen	06.08.97	Manuelt	30	0,5	morene	dyrka	16,34	688,3	42,1	262,7	Langsætra
12	32V	572740	6887740	1619-3	Haustdalen	06.08.97	Manuelt	29	0,7	morene	dyrka	20,53	464,9	22,6	235,5	Langsætra
13	32V	574975	6891300	1619-3	Haustdalen	07.08.97	Manuelt	30	8,7	morene	utmark	38,95	920	23,6	525,3	Vordsætra
14	32V	574975	6891284	1619-3	Haustdalen	07.08.97	Manuelt	29	5,9	morene	utmark	27,38	994	36,3	414,6	Vordsætra
15	32V	575150	6890150	1619-3	Haustdalen	07.08.97	Manuelt	30	1,0	morene	utmark	21,91	1239	56,5	479,9	
16	32V	575165	6890150	1619-3	Haustdalen	07.08.97	Manuelt	29	3,7	morene	utmark	49,23	1720	34,9	795,7	
17	32V	575190	6887650	1619-3	Haustdalen	07.08.97	Manuelt	30	4,3	morene	utmark	49,73	4459	89,7	2626	Skrifrig matr.
18	32V	575200	6887670	1619-3	Haustdalen	07.08.97	Manuelt	30	12,3	morene	utmark	10,55	2524	239,2	152,5	Skifrig matr.
19	32V	583900	6888250	1619-3	Alvdal	08.08.97	Manuelt	30	14,7	fluvial	utmark	59,45	949,1	16,0	535,6	Ved Alvdal vannverk
20	32V	583885	6888240	1619-3	Alvdal	08.08.97	Manuelt	30	12,4	fluvial	utmark	150	4436	29,6	2692	Ved Alvdal vannverk
21	32V	584450	6887150	1619-3	Alvdal	08.08.97	Manuelt	30	2,6	fluvial	dyrka	14,49	84,53	5,8	70,12	Flomsediment
22	32V	584430	6887150	1619-3	Alvdal	08.08.97	Manuelt	30	2,4	fluvial	dyrka	12,44	79,33	6,4	65,43	Flomsediment
23	32V	578750	6891200	1619-3	Haustdalen	29.09.97	Digitalt	30	6,0	fluvial	skog	12,81	263,5	20,6	162,2	Liten fluvial terrasse
24	32V	578745	6891210	1619-3	Haustdalen	29.09.97	Digitalt	35	5,9	fluvial	skog	10,01	126,4	12,6	87,3	Liten fluvial terrasse
25	32V	578740	6891195	1619-3	Haustdalen	29.09.97	Manuelt	30	4,6	fluvial	skog	31,93	746	23,4	562,5	Liten fluvial terrasse

ID	UTM-sone	X-koordinat	Y koordinat	Kartblad	Sted	Dato	Instrument	Inf.dyp, cm	Måleresultat m/døgn	Avsetningstype	Arealbruk	d 10, µm	d 60, µm	Sortering, d60/d10	d 50 µm	Merknad
26	32V	579250	6891550	1619-3	Haustdalen	29.09.97	Digitalt	30	0,5	Lakustrin	skog	2,798	12,2	4,4	9,836	
27	32V	571300	6887050	1619-3	Haustdalen	30.09.97	Digitalt	30	0,4	morene	utmark	4,052	21,55	5,3	17,64	
28	32V	568085	6887934	1619-3	Haustdalen	30.09.97	Manuelt	30	3,1	morene	utmark	21,48	2764	128,7	1742	
29	32V	573300	6888400	1619-3	Haustdalen	30.09.97	Digitalt	30	1,6	morene	utmark	5,34	28,06	5,3	21,99	Tangen
30	32V	575250	6889988	1619-3	Haustdalen	30.09.97	Manuelt	30	31,3	gl.fluvial	utmark	48,15	5682	118,0	3348	Gjota
31	32V	577046	6891195	1619-3	Haustdalen	30.09.97	Digitalt	30	10,4	morene/ gl.fluvial	skog	31,85	3958	124,3	2561	grense-gl.fluvial/ morene
32	32V	571250	6885900	1619-3	Haustdalen	30.09.97	Digitalt	30	0,8	morene	utmark	4,237	21,58	5,1	17,46	
33	32V	644250	6745800	2016-4	Heradsbygd	01.10.97	Digitalt	30	0,1	fluvial	dyrka	3,005	13,81	4,6	11,31	oversvømt -95
34	32V	643900	6746600	2016-4	Heradsbygd	01.10.97	Digitalt	30	0,5	eolisk	dyrka	10,02	103,8	10,4	80,1	
35	32V	643475	6746430	2016-4	Heradsbygd	01.10.97	Digitalt	30	5,5	eolisk	skog	13,69	250,1	18,3	203,4	
36	32V	642350	6745580	2016-4	Heradsbygd	02.10.97	Digitalt	50	1,0	fluvial	dyrka	2,836	13,09	4,6	10,87	
37	32V	642660	6746273	2016-4	Heradsbygd	02.10.97	Digitalt	30	1,7	fluvial	dyrka	2,769	13,3	4,8	10,9	
38	32V	638050	6755125	2016-4	Strandbygda	02.10.97	Digitalt	30	10,6	fluvial	skog	16,37	589,9	36,0	487,9	
39	32V	636350	6754280	2016-4	Elverum	02.10.97	Digitalt	30	8,5	gl.fluvial	skog	34,66	291,1	8,4	258	
40	32V	637650	6754100	2016-4	Elverum	02.10.97	Digitalt	30	6,2	fluvial	skog	10,6	232,8	22,0	184,9	ved Elverum vannverk
41	32V	638255	6753301	2016-4	Elverum	02.10.97	Digitalt	30	0,1	fluvial	dyrka	3,195	15,54	4,9	12,89	oversvømt -95
42	32V	635840	6758930	2016-4	Grundset	03.10.97	Digitalt	30	0,7	fluvial	dyrka	2,781	12,55	4,5	10,83	
43	32V	633830	6762650	2016-4	Sæteren	03.10.97	Digitalt	30	0,3	fluvial	dyrka	2,534	12,48	4,9	10,09	oversvømt -95

Vedlegg III: CD av digitale kartdata om løsmasser distribueres etter nærmere avtale

Kontaktpersoner

formann i styringsgruppen:

Ola Skauge
Tlf. 73 58 05 00
E-post: ola.skauge@dirnat.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: post@glb.no
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 energidirektorat
Tlf. 22 95 92 24
E-post: oli@nve.no

databaser og GIS:

Lars Andreas Roald
Norges vassdrags- og energidirektorat
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 energidirektorat
Tlf. 22 95 92 24
E-post: oli@nve.no
Hjemmeside: http://www.nve.no

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

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Kontoradresse: Middelthuns gt. 29

Postadresse: Postboks 5091 Maj. 0301 Oslo

Forsideillustrasjon: Gazette.
Layout: ABC Visuell Kommunikasjon. Trykk: Worums Trykkeri. ISBN 82-410-0368-4