

NGU Rapport 99.006
HYDRA - delprosjektrapportering:
N5 Naturlige magasiningsområder

Rapport nr.: 99.006		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: HYDRA-delprosjektrapportering: N5 Naturlige magasineringsområder			
Forfatter: Follestad, Bjørn A.		Oppdragsgiver: NVE V/HYDRA & NGU	
Fylke: Hedmar, Akershus		Kommune: -	
Kartblad (M=1:250.000) Hamar, Røros, Akershus		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 24	Pris: kr 125,-
Feltarbeid utført: 1997-1998		Rapportdato: 10.01.1999	Prosjektnr.: 2752.00
		Ansvarlig: <i>Ave Husevold</i>	
<p>Sammendrag:</p> <p>Under delprosjektet N5 Naturlige magasineringsområder, har NGU 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 to "training areas" viser at kartmaterialet er signifikant for denne type storskalaprosjekter.</p> <p>Disse rutene er videre tilordnet en infiltrasjonverdi som beskriver den gjennomsnittlige hastigheten hvormed vann kan infiltrere i avsetningene. Tentativt tilføres ruten en verdi med basis i de årvisse målingene foretatt av Landsomfattende grunnvannsnettet for en prøvestasjon. Dette viser at skal vannbalansen vurderes kortsiktig, for eksempel på årsbasis, må dette forholdet tas med i vannbalanselikningen for områdene utenfor elveslettene. I delprosjektet er det enn videre dokumentert at infiltrasjonsmagasiner langs elvestrengen har begrenset verdi som magasineringsområder under flom. Dette ut fra det forhold at magasinfyllingen her er så pass hurtig at når flomtoppen kommer, har en antagelig alt forbrukt "ledig" magasineringsvolum. Oppsettet av to stasjoner for automatisk evaluering av miljømessige aspekter ved flom på elvesletter i relasjon til drikkevannsanlegg, viser at forholdene mht forurensning må utvikles videre og bli et element i beredskapsvarsling.</p>			
Emneord: Hydrologi	Hydrogeologi	Kvartærgeologi	
Løsmasse	Fagrapport		

FORORD / PROBLEMSTILLING

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 bla. opplysninger om høyde over havet, hellingsgrad, markslag (snau-mark, vann, breer, skog, myr og tettsteder), løsmasser (morene dyp, morene grunn, elv/breelavsetning, myr), treslag, skogbonitet og skogtilstand.

Opplysninger om grunnvanstilstanden 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 grunnvannsstand.

Miljømessige aspekter ved flom med tanke på forurensning av drikkevannsanlegg nær elvestrengen vurderes og løsninger for en beredskapsvarsling og sikringstjeneste skisseres.

INNHold

1. Bakgrunn	5
1.1 Kontraktfesting av arbeidet.....	5
1.2 Budsjett for samarbeidsprosjektet	6
2. Framskaffe digitale data om løsmassenes utbredelse	6
2.1 Evaluering av datasettets kvalitet og anvendelse.....	7
3. Fremskaffe data om løsmassenes mektighet, permeabilitet og grunnvannsvariasjoner i utvalgte områder.....	7
3.1 Løsmassenes mektighet	7
3.2 Løsmassenes permeabilitet	9
4. Tentative sammenligninger med data fra det Landsomfattende grunnvannsnettet.....	10
5. Belyse miljømessige aspekter ved flom/drikkevannsforsyning fra elvesletter..	12
5.1 Automatisk målestasjon ved Kongsvinger vannverk	12
6. Sammenstilling og konklusjoner	13
7. Litteratur.....	14

Vedlegg:

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

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

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

1. Bakgrunn

I brev av 12.02.1997 vedtok Norges vassdrags- og energiverk (NVE) og Norges geologiske undersøkelse (NGU) å gjennomføre et samarbeidsprosjekt for å framskaffe grunnlagsdata til HYDRA-programmet om løsmasser og grunnvannsstand. I de drøftinger som fulgte med ledelsen i HYDRA-programmet, ble det besluttet at NGU innsats skulle rettes mot Glomma-vassdraget 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 isavsmeltingen til nåtid (breelvavsetninger, elveavsetninger, avsetninger av kvabb, morenemasser). I sør avsluttes området med de marine avsetningene på Romerike. Med andre ord skulle området gi et godt tverrsnittet gjennom norske jordarter som et utgangspunkt for studier av "low flow" i norske jordarter. Det ble videre presisert at det:

- ikke bør foretas ny datainnsamling på grunnlag av programmets korte tidshorison
- og
- at de grunnlagsmodeller som framkommer må kunne gis en landsdekkende anvendelse

1.1 Kontraktfesting av arbeidet

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

1. 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 (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 foreliggende digitale "training set" fra Alvdal og Elverum kommuner i M 1:50 000

2. Framskaffe data om løsmassenes mektighet, permeabilitet og grunnvannsvariasjoner innen et:

- høyfjellsområde
- et område langs elvestrengen
- et marint område

(Deler av pkt.2 skulle utføres som en hovedfagsoppgave ved Geologiske institutt, UiB. Denne foreligger ikke på nåværende tidspunkt da oppsatt plan ikke er fulgt).

3. 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.

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

1.2 Budsjett for samarbeidsprosjektet

På dette grunnlaget ble følgende budsjett stil til rådighet for dette prosjektet fra henholdsvis NGU og HYDRA-programmet for NGUs del av N5: Naturlige magasineringsområder, jfr. Tabell 1. Delprosjektet forutsettes avsluttet 31.12.1998.

Tabell 1. Samarbeidsprosjektets budsjett 1997-1998

1997:		NGU (x100kr)	HYDRA (x1000kr)	Totalt (x1000kr)
	Basisdata vassdrag		300	300
	Geologiske basisdata	300	70	370
	3-D kartlegging feltarbeid		100	100
	Tolkning av infiltrasjonsforsøk/georader	200	200	400
	Automatisk grunnvannsovervåkning	100	100	200
	Adm. reiser, møter 97	100	50	150
	Totalt	700	820	1520
1998:				
	Integrasjon av LGN-data/utom.stasjoner	50	50	100
	Sammenstille testdata for hydr.modeller	70	100	170
	Tolkning av infiltrasjonsforsøk/georader	50	50	100
	Kvalitetssikring av data SOSI-stander	50	100	150
	Adm. Reiser, møter 98	100		
	Totalt	320	375	695
	Totalt 1997 + 1998	1020	1195	2065

2. 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-stander for geologi.

2.1. Evaluering av datasettets kvalitet og anvendelse.

For å vurdere dette datasettets kvalitet med tanke på seinere modellarbeid er det oversiktlig datasettet sammenliknet med data fra to digitale "training set", henholdsvis fra Alvdal og Elverum i målestokk

1:50 000. Selve analysen er gitt i Vedlegg I: 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 stor-skala modeller. Skal mindre nedbørsfelt studeres, bør digitale datasett fortrinnsvis genereres fra mere detaljerte karter, f.eks. kan M 1:50 000 og M 1:20 000 nyttes. Disse kan eventuelt klippe mot data i M 1:250 000 hvor data i M 1:20 000/M 1:50 000 ikke finnes. Et eksempel på en slikt temalag er vist for Elverum, Fig. 1.

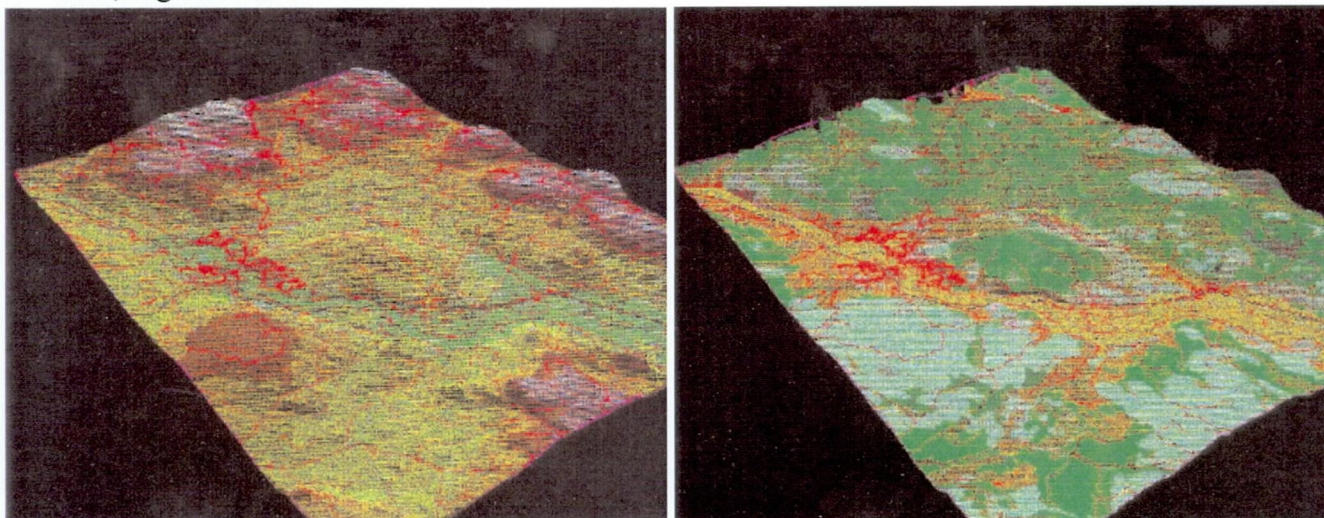


Fig. 1. Til venstre vises terrenngmodellen for området ved Elverum. Til høyre er utsnittet dekket med digital informasjon fra kvartærgeologiske datafiler. Tynt morenedekke = lys grønn, Mektig morenedekke = mørkgrønn, Orange = breelvavsetninger, Lys gul = elveavsetninger, Grå = bart fjell og Rødt = Elverums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

3. Fremskaffe 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.

3.1 Løsmassenes mektighet.

Det er ikke foretatt eksakte målinger av løsmassenes mektighet innen de områder vi her snakker om. I 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.

3.1.1 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 billedet, 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 morenetekstruielle egenskaper hvor bl.a. mangel på finstoff tilsier god permeabilitet, kan vi i vårt storskalaprojekt 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 mektigheten for umettet sone gjennomsnittlig neppe være mer enn fra $\frac{1}{2}$ - 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 sammenheng vil vi heller ikke skille ut arealer med blokkhav og forvittringsmateriale.

3.1.2 Breeelv- og elveavsetninger.

Dette er sorterte avsetninger med ofte god magasinkapasitet. For å få et noe bedre billed av disse avsetningene er 3-D kartlegging utført ved hjelp av georader innen noen utvalgte områder, henholdsvis ved Elverum og Heradsbygd. Resultatene av undersøkelsene er gitt i NGU-rapport: Georaderundersøkelser av



flomutsatte områder nær Glåma ved Elverum og Heradsbygd (Lauritsen 1998).

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

Fig. 2. Infiltrasjonsstudeier på udyrkete elveavsetninger av sand. Foto BAF

1) *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 det

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

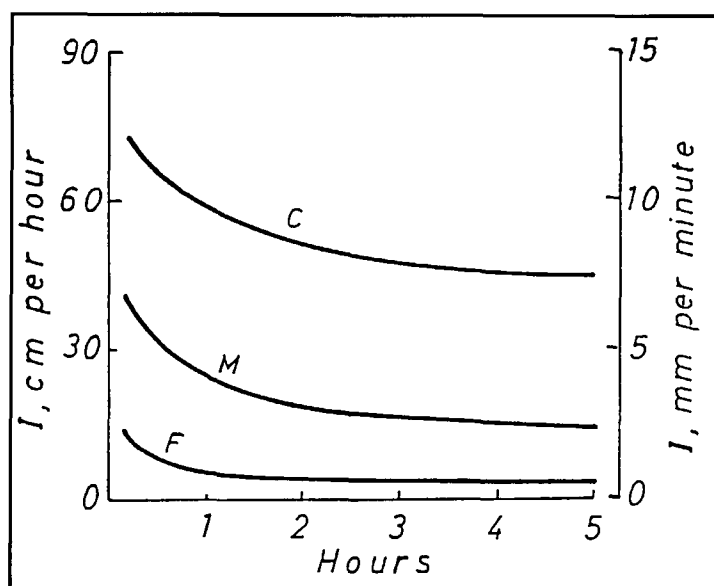
Videre viser georaderopptakene at breelvavsetningen kan ha stor variasjon i lagfølger og kornstørrelser mot dypet.

Tabell 2. Sammenstilte infiltrasjonshastighet i forskjellige jordarter med utgangspunkt i Vedlegg II.: HYDRA- N5: Infiltrasjonsmålinger i Haustdalen, Alvdaal og Elverum - 1997

Lokalisering	Avsetnings-type	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

3.2 Løsmassenes permeabilitet

Permeabilitet er målt på jordarter innen utvalgte lokaliteter (Vedlegg II). Av tabell 2 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.



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

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

av morene målt til 0,6 m/døgn. Den tilsvarende negative effekten av dyrking finner vi også for elveavsetningene. Her kan infiltrasjonshatigheten 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.

4. Tentative sammenligninger med data fra det Landsomfattende grunnvannsnettet

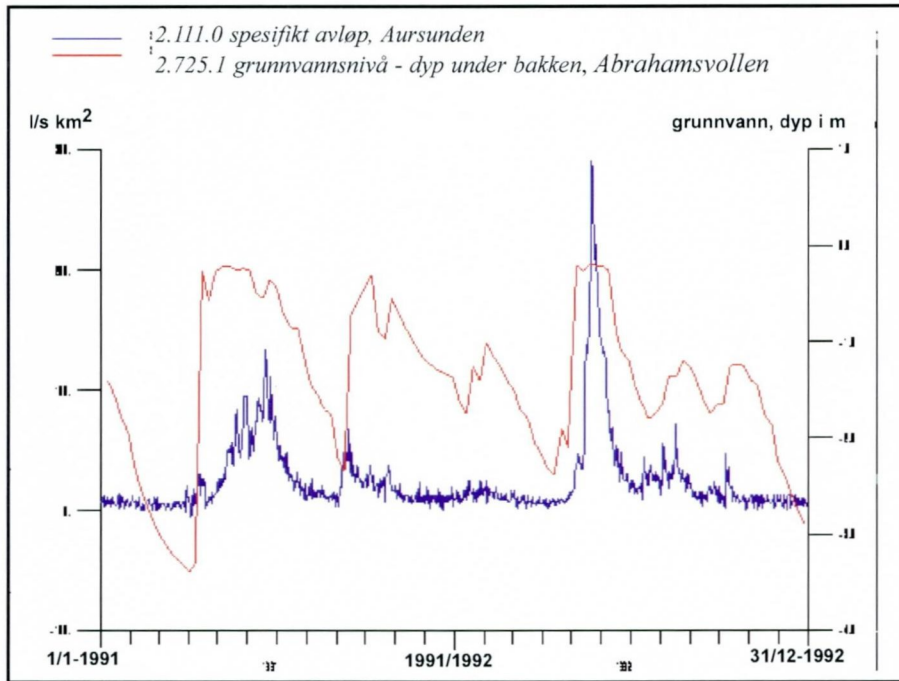
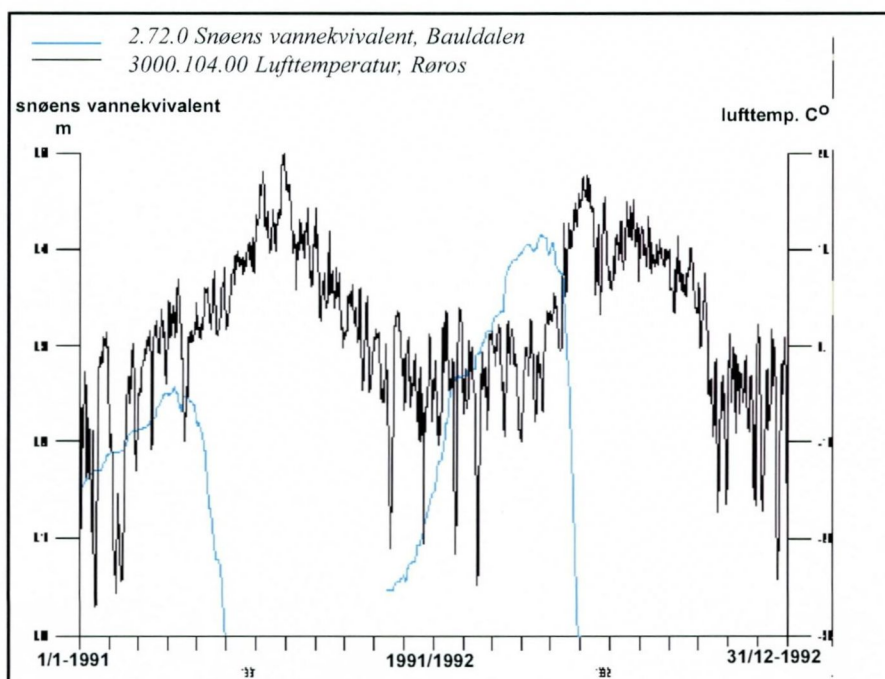


Fig. 4. Spesifikt avløp, Aursunden og grunnvannsnivå - dyp under bakken, Abrahamsvollen



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 Hydrologiske Dekade" (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.

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

4.1. 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 den hydrologiske systemet vil kunne ha på flommer.

For å peke på de muligheter som her er tilstede i 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 setter 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.

Enn 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 2).

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

5. 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 samarbeidsprosjektet testet forskjellige instrumenteringer for automatisk overvåkning ved to større grunnvannserver. Det er lagt vekt på at den automatiske parameteravlesningen skal gi grunnlag for evalueringer av vannkvalitet i nærliggende elv og i pumpebrønn. De situasjonen som finnes på en elveslette før og under en flom er illustrert med

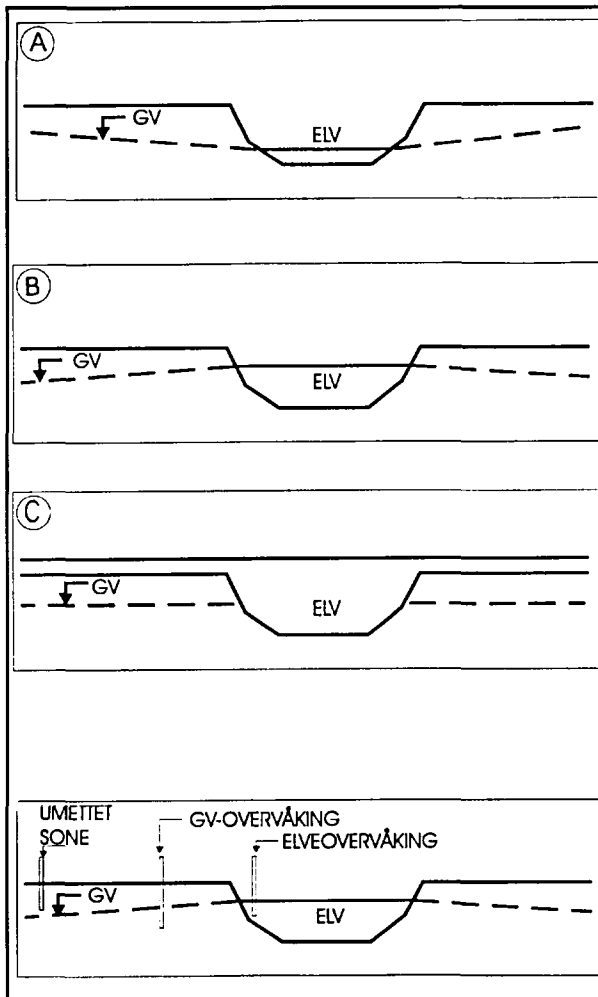


Fig. 6. De situasjonen på en elveslette før og under en flom er illustrert med skissene "A", "B" og "C". Nederst et skjematisk oppsett for overvåkning.

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 vannstrømmet 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.

5.1 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 sammen med målesondenes plassering og flommutvikling 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 akvifæren. Ser vi imidlertid på de korresponderende endringene i ledningsevne, oksygeninnhold og temperatur, framgår det tydelig at stigningen skyldes inntrengning 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 kulminer 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 infiltrasjonmagasiner.

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

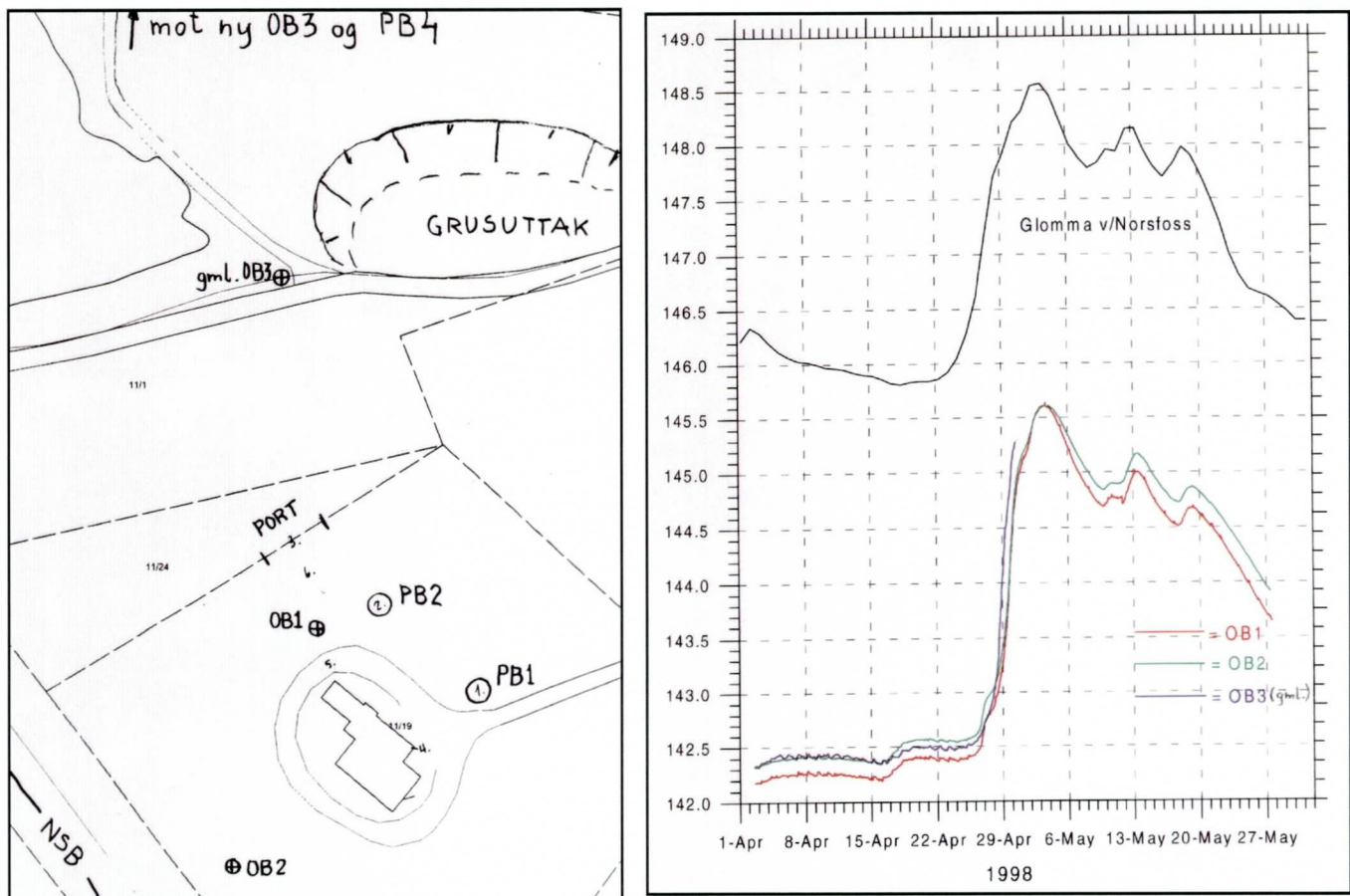


Fig. 7 Granli vannverk med vannstandsmålinger i nærliggende vannmerke i Glomma og grunnvannstigningen ved vannverket.

6. 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 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. Transmisitet, 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.

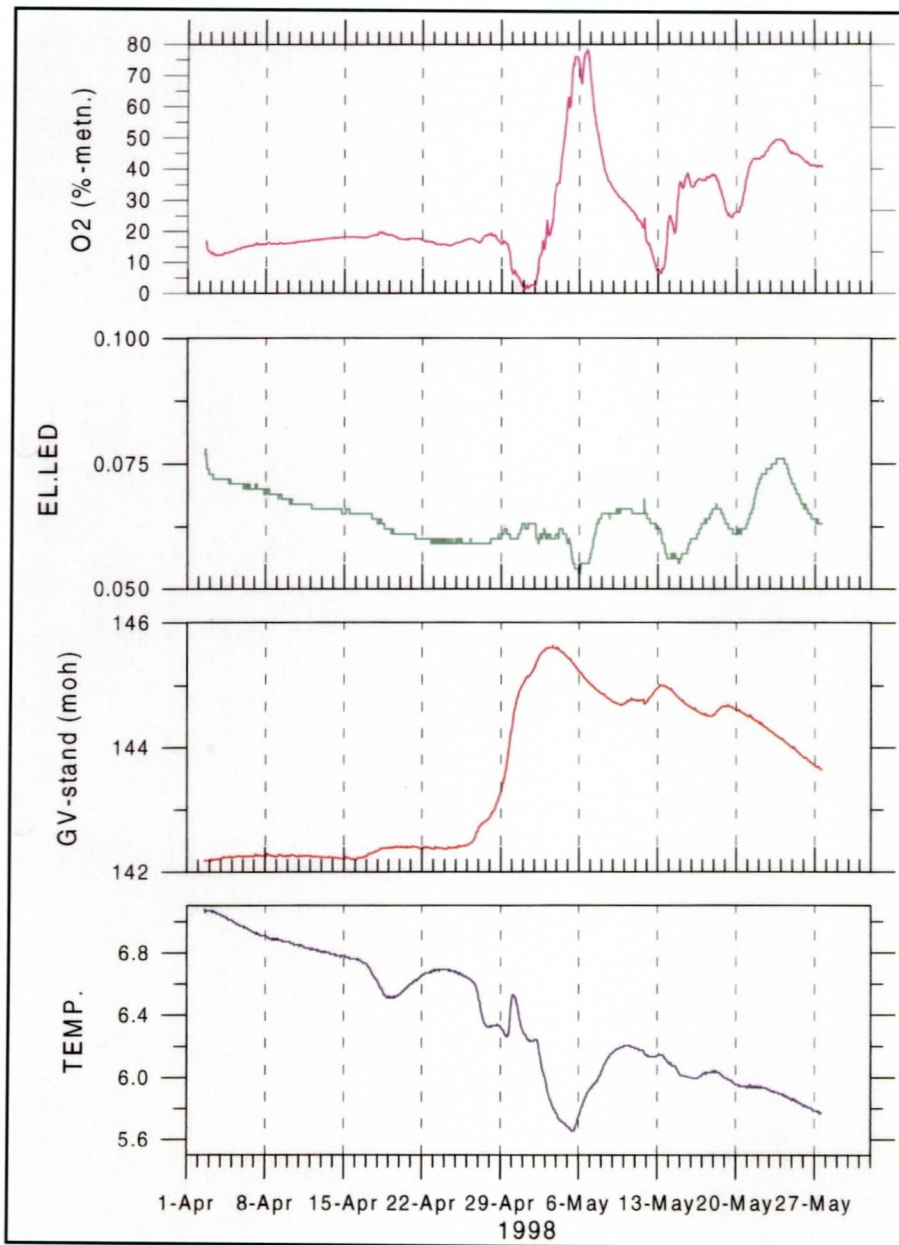


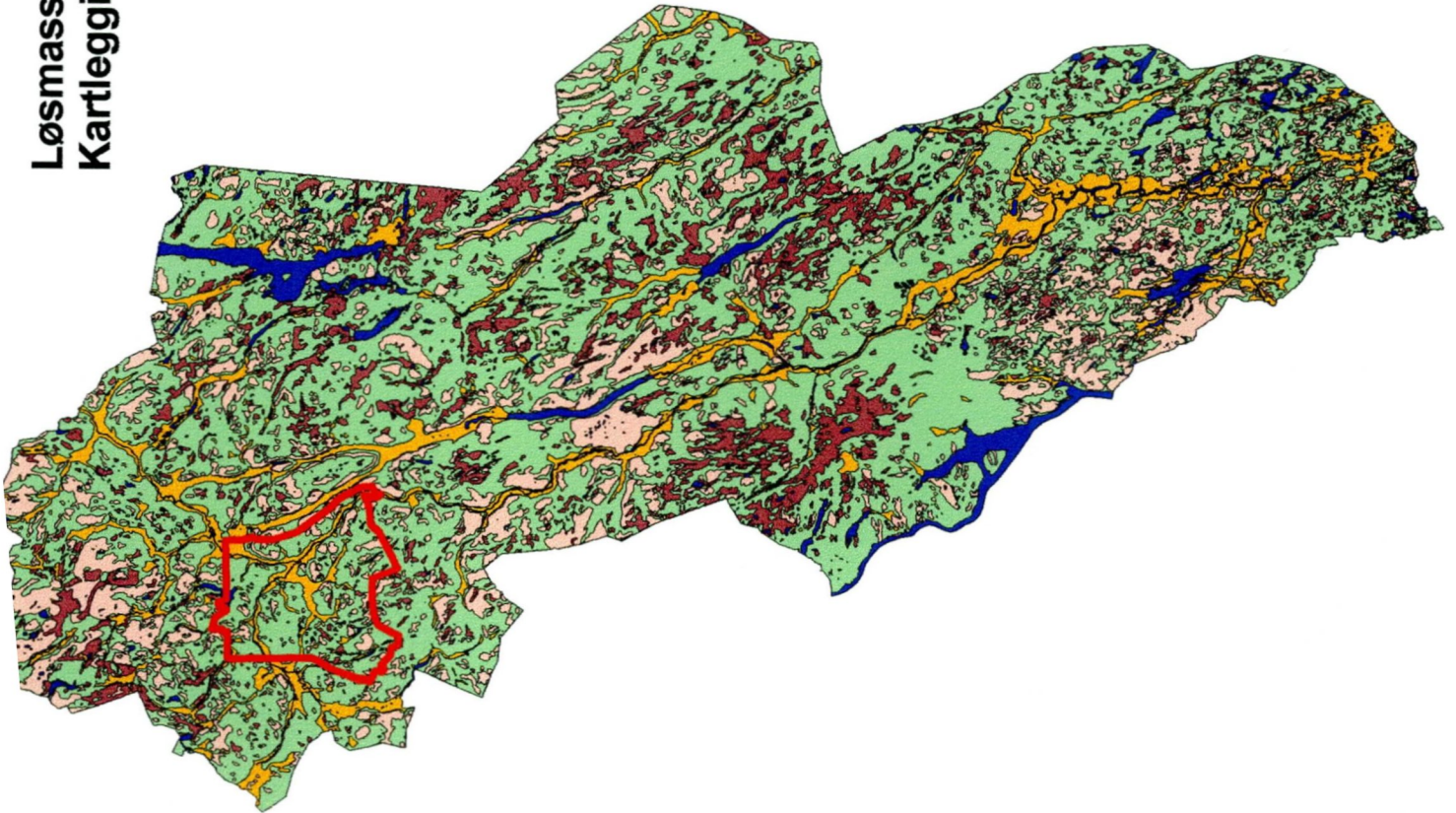
Fig. 8. Automatiske måleverdier av Oksygeninnhold, elektrisk ledningsevne, Grunnvannsstand og temperatur ved Granli vannverk.

6. 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. & Thoresen, M. 1999: *Kvartærgeologisk kart over Alvdal kommune i M 1:80 000*. NGU
- Haldorsen, S.: *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: *Georaderundersøkele av flomutsatte områder nær Glåma ved Elverum og Heradsbygd*. NGU-rap. 98.045, pp. 8.

Vedlegg I: Evaluering av digitale datsett om løsmasser generert fra kartdata i forskjellige målestokker

**Løsmassefordelingen i Hedmark fylke og Alvdal kommune
Kartleggingsmålestokk 1:250.000, (UiO).**



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

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, tynt dekke
- Avermelingsmorene
- Randmorene
- Foryttingsmateriale, tynt dekke
- Sirenmateriale, tynt dekke
- Bredlavsetning
- Bresjåvsetning
- Innsjåvsetning
- Elve- og bekkevsetning
- Vindavsetning
- Torv og myr (organisk materiale)
- Morenemateriale, tynt dekke
- Foryttingsmateriale, tynt dekke
- Blokkhav
- Skredmateriale, tynt dekke
- Humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn
- Bart fjell og tynt torvdekke, uspesifisert
- Fyllmasse (antropogent materiale)
- Bart fjell

Løsmassefordelingen i Alvdal kommune



N 250 - kartdata (UiO)

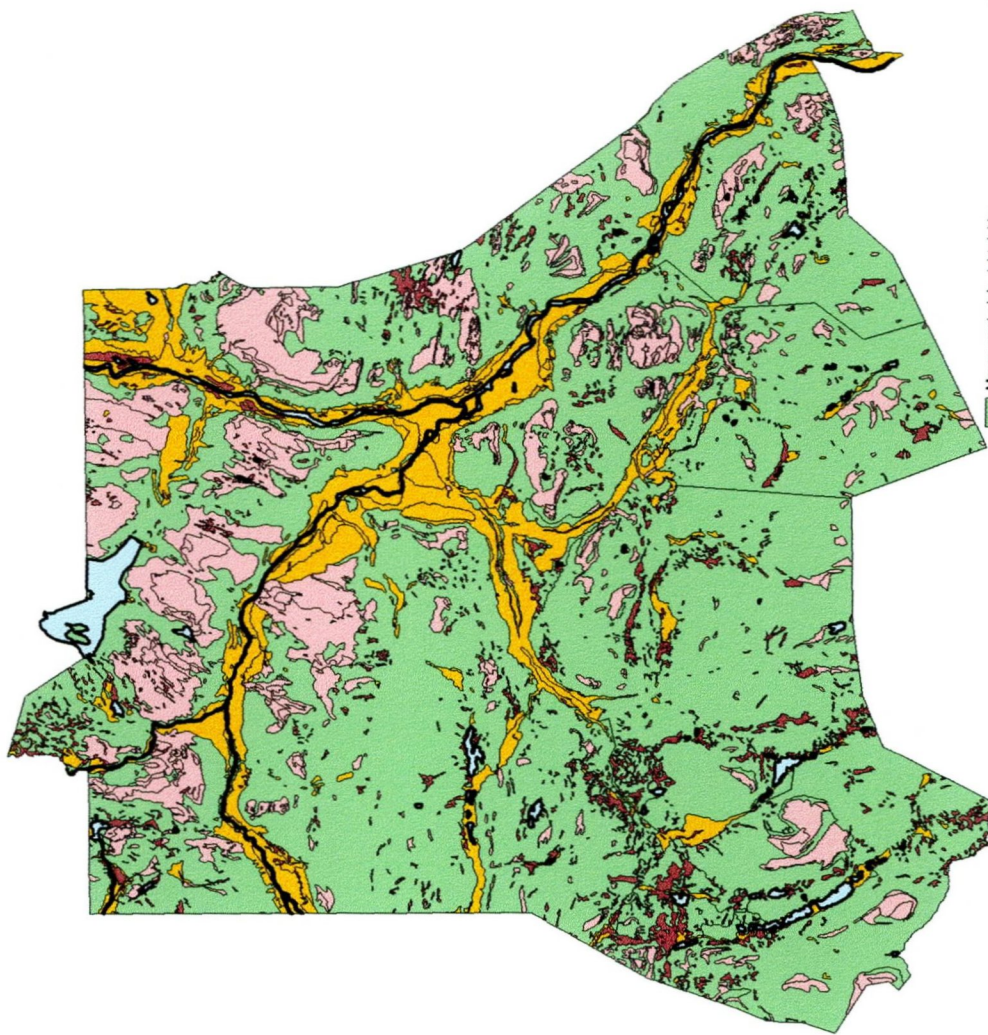
- Morene, sammenhengende dekke
- Sortert materiale
- Myr
- Bart fjell, tynt løsmassedekke



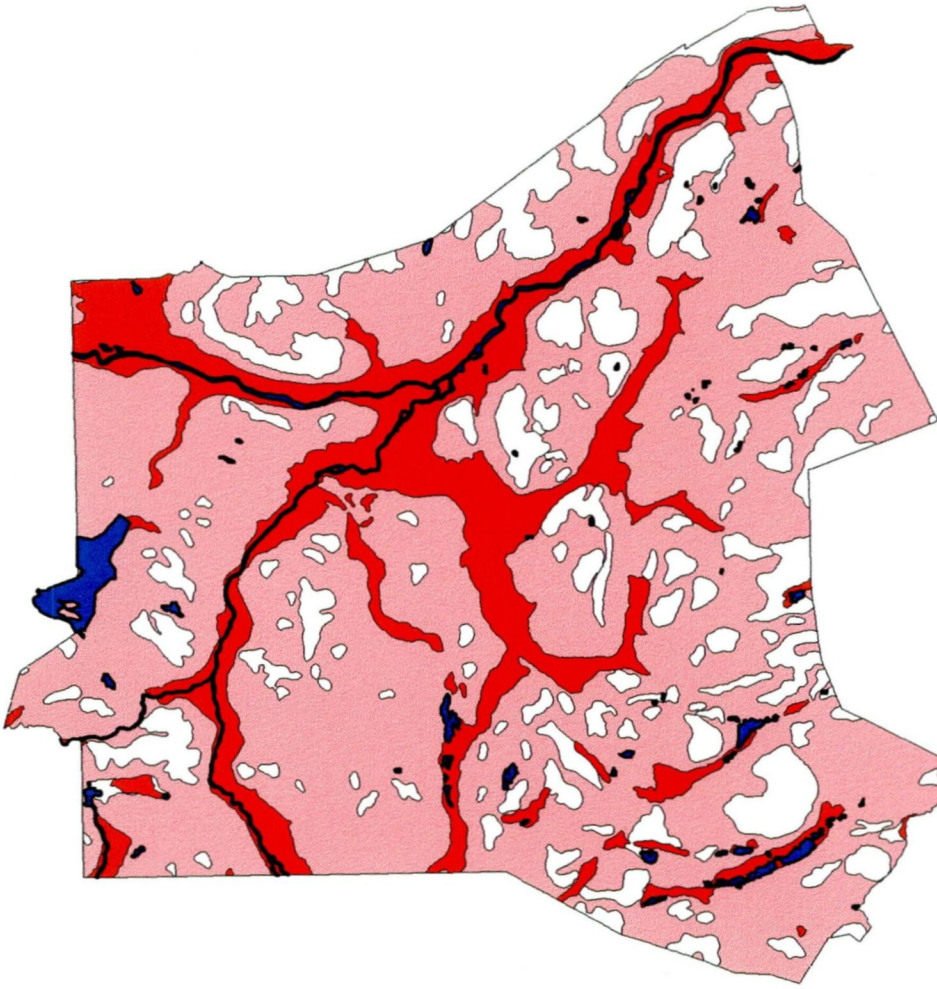
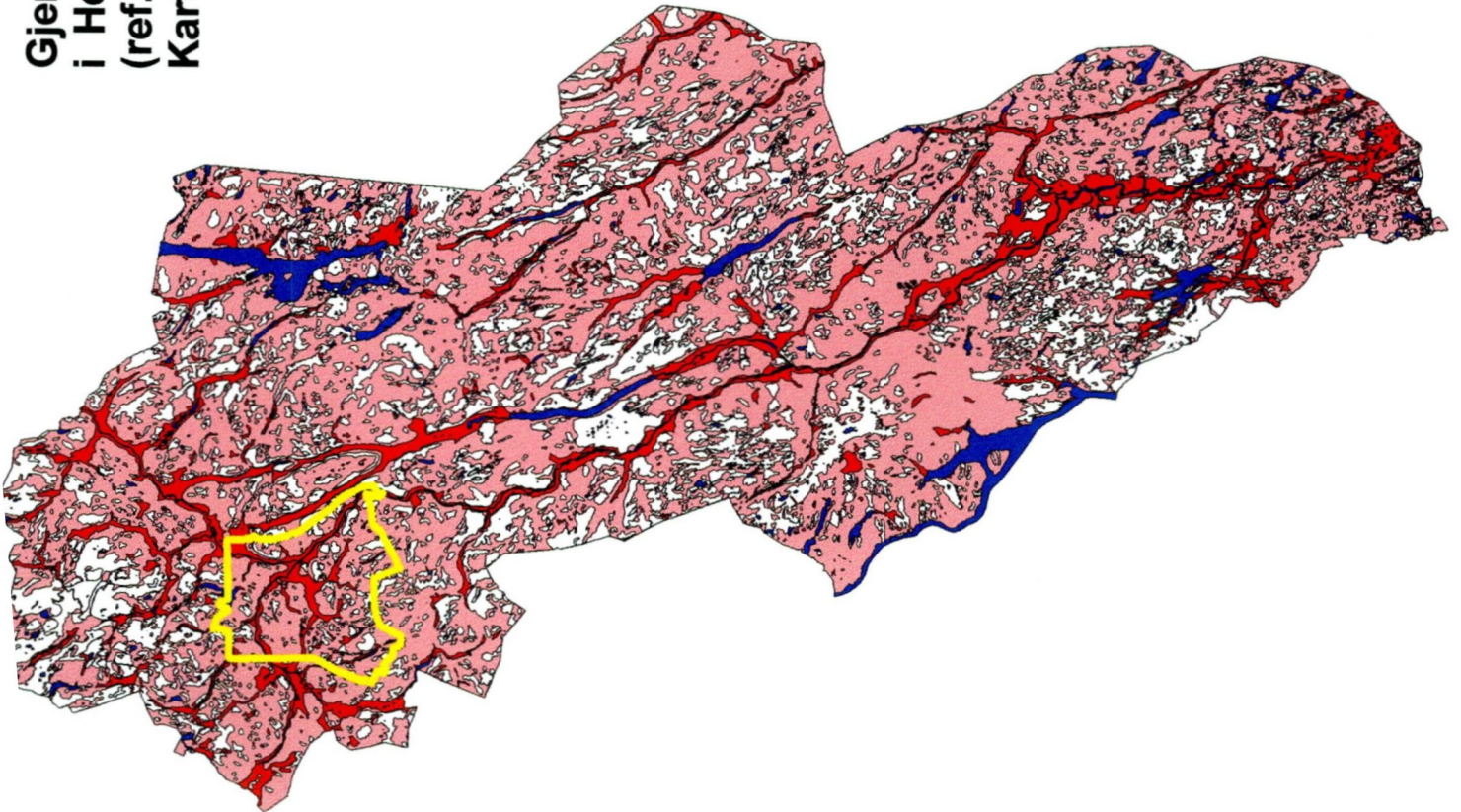
N 50 - kartdata (NGU)

- Vann
- Morenemateriale, tykt dekke
- Morenemateriale, tynt dekke
- Avsmeltingsmorene
- Randmorene
- Breekvassetning
- Breesjøvassetning
- Elve- og bekkevassetning
- Vindvassetning
- Forvitningsmateriale, tykt dekke
- Forvitningsmateriale, tynt dekke
- Blokkhav
- Skredmateriale, tykt dekke/ur
- Skredmateriale, tynt dekke
- Torv og myr (organisk materiale)
- Humusdekketynt torvdekke over berggrunn
- Fyllmasse (antropogent materiale)
- Bart fjell




Løsmassefordelingen i Alvdal kommune



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



Infiltrasjonshastighet (gj.snitt.)

-  8,6 m/døgn
-  4,5 m/døgn
-  0 m/døgn

Tabellene viser hvordan de ulike jordartene, kartlagt i to ulike målestokker (1:250.000 og 1:50.000) fordeler seg i sum areal (i m²) 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 km² består av morene, ca 190 km² med sorterte masser og 170 km² har bart fjell og/eller tynt løsmassedekke. Arealet beregningene er gjort på, er noe større enn Alvdal kommune (som har et flateinnhold på 944 km²).

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	Breelavsetning	69348575
30	200	Bresj*avsetning	29842560
50	102	Elve- og bekkeavsetning, uspesifisert	42187865
60	7	Vindavsetning	593377
71	10	Forvittringsmateriale, tykt sammenh. dekke	2222685
72	52	Forvittringsmateriale, 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 km² ved N50-kartleggingen, mens de sorterte massene (jordartskode 20 - 60) her utgjør ca. 142 km². Bart fjell og tynne løsmassedekker (kode 12, 72, 100 og 130) utgjør tilsammen 168 km² på N50-dataene, mot 170 km² 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	Breelavsetning	54765588
30	96	Bresj*avsetning	20391313
50	51	Elve- og bekkeavsetning, uspesifisert	40975548
60	4	Vindavsetning	487264
72	1	Forvittringsmateriale, 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 km² med N50-flater bestående av sortert materiale (jordartskode 20, 30, 50 og 60), som er 61 % av N250-arealet. Tykt morenedekke er den dominerende av de øvrige jordartene (59 km²).

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	Breelavsetning	14194721
30	96	Bresj*avsetning	9280919
50	51	Elve- og bekkeavsetning, uspesifisert	1212317
60	3	Vindavsetning	106113
71	3	Forvittringsmateriale, tykt sammenh. dekke	666181
72	25	Forvittringsmateriale, 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 morenematerial dominerer (538 km²).

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	Breelavsetning	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	241	Morenemateriale, tykt dekke	93349954
12	261	Morenemateriale, tynt dekke	41311113
14	1	Avsmeltningsmorene	111971
15	1	Randmorene	22795
20	15	Breelavsetning	159857
30	8	Bresj*avsetning	170327
71	7	Forvittringsmateriale, tykt sammenh. dekke	1556505
72	26	Forvittringsmateriale, 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 tynte 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. Dette kommer også tydelig frem på kartfigurene.

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

Ark1

"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	Avsetnings- type	Areal- bruk	d 10, µm	d 60, µm	Sortering , d60/d10	d 50 µm	Merknad
1	32V	566850	6886650	1619 - 3	Haukdalen	05.08.97	Manuelt	30	19,7	gl.fluvial	utmark	257,6	1486	5,8	893,4	
2	32V	566850	6886637	1619 - 3	Haukdalen	05.08.97	Manuelt	29	18,8	gl.fluvial	utmark	373,4	1609	4,3	1233	
3	32V	568650	6886600	1619 - 3	Haukdalen	05.08.97	Manuelt	30	80,5	gl.fluvial	utmark	320,5	877,9	2,7	769,9	
4	32V	568650	6886590	1619 - 3	Haukdalen	05.08.97	Manuelt	30	78,6	gl.fluvial	utmark	370,4	889,1	2,4	796,8	
5	32V	569300	6886350	1619 - 3	Haukdalen	05.08.97	Manuelt	30	45,8	gl.fluvial	utmark	496,5	1942	3,9	1601	
6	32V	569300	6886335	1619 - 3	Haukdalen	05.08.97	Manuelt	30	68,1	gl.fluvial	utmark	355,3	3257	9,2	2300	
7	32V	568100	6889000	1619 - 3	Haukdalen	06.08.97	Manuelt	30	3,8	morene	utmark	16,14	895,3	55,5	409,4	Vissmanntjønn
8	32V	568100	6889030	1619 - 3	Haukdalen	06.08.97	Manuelt	29	3,4	morene	utmark	9,365	534,2	57,0	231,2	Vissmanntjønn
9	32V	569800	6887350	1619 - 3	Haukdalen	06.08.97	Manuelt	30	5,3	morene	utmark	40,25	2151	53,4	845,6	Vissmannbekken
10	32V	569815	6887340	1619 - 3	Haukdalen	06.08.97	Manuelt	30	3,0	morene	utmark	22,31	204,9	9,2	143,7	Vissmannbekken
11	32V	572750	6887750	1619 - 3	Haukdalen	06.08.97	Manuelt	30	0,5	morene	dyrka	16,34	688,3	42,1	262,7	Langsætra
12	32V	572740	6887740	1619 - 3	Haukdalen	06.08.97	Manuelt	29	0,7	morene	dyrka	20,59	464,9	22,6	235,5	Langsætra
13	32V	574975	6891300	1619 - 3	Haukdalen	07.08.97	Manuelt	30	8,7	morene	utmark	38,95	920	23,6	525,3	Vordsætra
14	32V	574975	6891284	1619 - 3	Haukdalen	07.08.97	Manuelt	29	5,9	morene	utmark	27,38	994	36,3	414,6	Vordsætra
15	32V	575150	6890150	1619 - 3	Haukdalen	07.08.97	Manuelt	30	1,0	morene	utmark	21,91	1239	56,5	479,9	
16	32V	575165	6890150	1619 - 3	Haukdalen	07.08.97	Manuelt	29	3,7	morene	utmark	49,23	1720	34,9	795,7	
17	32V	575190	6887650	1619 - 3	Haukdalen	07.08.97	Manuelt	30	4,3	morene	utmark	49,73	4459	89,7	2626	skrifrig matr.
18	32V	575200	6887670	1619 - 3	Haukdalen	07.08.97	Manuelt	30	12,3	morene	utmark	10,55	2524	239,2	152,5	skrifrig 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	Haukdalen	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	Haukdalen	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	Haukdalen	29.09.97	Manuelt	30	4,6	fluvial	skog	31,93	746	23,4	562,5	liten fluvial terrasse
26	32V	579250	6891550	1619 - 3	Haukdalen	29.09.97	Digitalt	30	0,5	lakustrin	skog	2,798	12,2	4,4	9,836	
27	32V	571300	6887050	1619 - 3	Haukdalen	30.09.97	Digitalt	30	0,4	morene	utmark	4,052	21,55	5,3	17,64	
28	32V	568085	6887934	1619 - 3	Haukdalen	30.09.97	Manuelt	30	3,1	morene	utmark	21,48	2764	128,7	1742	
29	32V	573300	6888400	1619 - 3	Haukdalen	30.09.97	Digitalt	30	1,6	morene	utmark	5,344	28,06	5,3	21,99	Tangen
30	32V	575250	6889988	1619 - 3	Haukdalen	30.09.97	Manuelt	30	31,3	gl.fluvial	utmark	48,15	5682	118,0	3348	Gjota
31	32V	577046	6891195	1619 - 3	Haukdalen	30.09.97	Digitalt	30	10,4	morene/gl.flu	skog	31,85	3958	124,3	2561	grense - gl.fluvial/morene

Ark1

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	13,23	4,8	10,91	
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	292,1	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	10,38	
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 kartdataom løsmasser distribueres etter nærmere avtale