

NGU-rapport nr. 84.174

Raviner og ravinedannelse
i Uladalen



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 84.174	ISSN 0800-3416	Åpen/Forretnings	
Tittel: Raviner og ravinedannelse i Uladalen.			
Forfatter: Knut Hagen		Oppdragsgiver: NGU/UIO	
Fylke: Oppland		Kommune: Sel	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 23	Pris: 60,-
		Kartbilag:	
Feltarbeid utført: 1984	Rapportdato: 20.11.84	Prosjektnr.: 2203	Prosjektleder: Jim Bogen
Sammendrag: <p>Rapporten forsøker å belyse raviner og ravinedannelse i morene og glasi-fluvialt materiale i Uladalen, Otta, Oppland fylke. Dette gjøres ved bruk av tidligere litteratur om emnet og resultater fra første års feltsesong. Disse resultatene er få, p.g.a. liten datamengde. De presenteres kun som et eksempel på hvordan datapresentasjon vil bli i en hovedfagsrapport. Resultatene som er vist her er svake antydninger og ikke bastante konklusjoner.</p> <p>Metoder som brukes er måling av nedbør, vannføring og sedimenttransport, pluss registrering av raviner ved fotografering og nedtegning på kart. Bildematerialet er ikke bearbeidet for presentasjon i rapporten p.g.a. tidsmangel.</p> <p>Ravinene er punktkilder som under optimale forhold gjør elva helt grå av suspensjonsmateriale. Optimale forhold synes å være nedbør, snøsmelting og teletining om våren og mye nedbør om sommeren og høsten. Det ser ut som ravinenes overflate og form gjenspeiler de forskjellige prosessene som virker til de forskjellige årstidene. Det virker som overflateerosjon ved rennende vann opptrer om sommeren og høsten. Jordsig og massebevegelse p.g.a. snøsmelting og teletining antas å være dominerende prosesser om våren.</p>			
Emneord	Raviner	Ravinedannelse	

Hydrogeologiske rapporter kan lånes eller kjøpes fra Oslokontoret, mens de øvrige rapportene kan lånes eller kjøpes fra NGU, Trondheim.

Universitetet i Oslo
Geografisk institutt
Naturgeografisk seksjon

GG 212 RAPPORT

	DATO 20/11-84
TITEL Raviner og ravinedannelse i Uladalen.	SIGN Knut Hagen
UTFØRT AV Knut Hagen	GODKJENT AV
VEILEDER Jim Bogen Kjell Nordseth	SIDER 17
	VEDLEGG 6

SAMMENDRAG

Rapporten forsøker å belyse raviner og ravinedannelse i morene og glasifluvialt materiale i Uladalen, Otta, Oppland fylke. Dette gjøres ved bruk av tidligere litteratur om emne og resultater fra første års feltsesong. Resultater fra første års feltsesong er få, p.g.a. liten datamengde. De presenteres kun som et eksempel på hvordan datapresentasjon vil bli i en hovedfagsrapport. Resultatene som er vist her er svake antydninger og ikke bastante konklusjoner.

Metoder som brukes er måling av nedbør, vannføring og sedimenttransport, pluss registrering av raviner ved fotografering og nedtegning på kart. Bildematerialet er ikke bearbeidet for presentasjon i rapporten p.g.a. tidsmangel.

Ravinene er punktkilder som under optimale forhold gjør elva helt grå av suspensjonsmateriale. Optimale forhold synes å være nedbør, snøsmelting og teletining om våren og mye nedbør om sommeren og høsten. Det ser ut som ravinenes overflate og form gjenspeiler de forskjellige prosessene som virker til de forskjellige årstidene. Det virker som overflateerosjon ved rennende vann opptrer om sommeren og høsten. Jordsig og massebevegelse p.g.a. snøsmelting og teletining antas å være dominerende prosesser om våren.

INNHALDSFORTEGNELSE

Kapittel 1.	HISTORIKK OG PROBLEMSTILLING	Side 1
Kapittel 2.	BERGGRUNNSGEOMORFOLOGI, KVARTERGEOMORFOLOGI OG JORDSMONN	Side 8
Kapittel 3.	PROBLEMLØSNING	Side 9
Kapittel 4.	DATA OG DATABESKRIVELSE	Side 13
Kapittel 5.	DISKUSJON OG SAMMENDRAG	Side 15
	LITTERATURLISTE	Side 17
	FIGURER	Side 22

KAPITTEL 1. HISTORIKK OG PROBLEMSTILLING

Tidligere undersøkelser på raviner og ravinedannelse i morene og glasifluvialt materiale er det ikke mye av. Derimot må en her skille klart fra raviner i leirterreng som det finnes en god del mere om både når det gjelder undersøkelser og litteratur.

Det kommer av at en opp gjennom historisk tid har hatt store ulykker på grunn av raviner i leirterreng. Ikke bare fordi det finnes mere ravinedannelse i leire, men fordi befolkningstettheten er mye større i leiområder med fare for ravinering enn i områder med morene og glasifluvialt materiale. Raviner i leirterreng har skapt større problem for menneskenes utnytting av jorda enn de typer raviner som denne rapporten tar for seg.

Undersøkelser på raviner i morene og glasifluvialt materiale er utført av Caldenius (1926), Frenin (1931) og Wenner (1941). Nyere undersøkelser er gjort av Tuckfield (1964) og Harvey (1974).

De svenske undersøkelsene er fra samme felt, Dalelven i Gustavs sogn, Dalarna, Sverige. Caldenius (1926) gjorde undersøkelser i oppdrag for Sveriges Geologiske Undersøkelse. Han kom fram til at jordsig dominerer ved ravinedannelse. Men han utelukket ikke rennende vann, som ved erosjon danna raviner. Men rennende vann var ikke dominerende i den grad som jordsig var det. Jordsig ved hjelp av frostforvitring la grunnlag for ravinering, og frostforvitringen kunne ofte være av en slik styrke at den forårsaket ras. Caldenius sier at det er liten aktiv ravinedannelse nå, det preges mere av stagnasjon. Vegetasjon får tak i bunnen av ravinene, og det er kun i brattkanten av ravinene at det er litt aktivitet ved tilbakeskridende erosjon. Han har inntrykk av at de fleste ravinene i området har sin opprinnelse fra en flomkatastrofe i 1796. Han peker videre på slitasje av menneskelig aktivitet som årsak til ravinedannelse i nyere tid. Han kommer inn på grunnvannsraviner som dannes ved at grunnvann pipler ut i skråning p.g.a. impermeable lag som f.eks. leire. Det hindrer vannets videre perkolasjon nedover i jorda slik at det kommer ut i skråninger og begynner å erodere.

Frenin (1931) gjorde undersøkelser i samme område som Caldenius. Han prøver å belyse ravinedannelsens dynamikk. Hans resultat gir ikke noe endelig svar, men han konkluderer med at noen prosesser er

(S.1) (forts.)

mer avgjørende enn andre, og at forskjellige prosesser dominerer ved forskjellige årstider. Blant annet trekker han fram at den viktigste årsaken til ravinering og utrasing er sprekkdannelse der vann kan trekke igjennom og erodere og direkte undergrave ravinekanter. Viktige faktorer ved utforming av bekkedaler og raviner i mer eller mindre plastiske jordarter antar Friendin er tele, tørking og krymping.

Friendin har punktvis satt opp hvordan ravinering kan begynne i utgangspunkt svak helning på jordoverflata:

- Nedbør fyller opp marka med sigevann som dreneres nedover i overflata,
- Mengden av dette vannet er om høsten stort og fyller hele porevolumet,
- Telen forverrer bildet ved at vannet fryser og utvider seg slik at jorddekket brister,
- Dette kan oppheve adhesjonskreftene mellom partiklene,
- Tyngekraften får hjelp av jordbevegelse ved teleløsning,
- Senere kommer vann til og samles ved teleoverflaten p.g.a. ødelagt porevolum og minsket kapillærhet,
- Videre utvikling bryter ned eller reduserer sammenbindingen mellom partiklene,
- Overflata er gjort lite motstandsdyktig mot erosjon av rennende vann.

Han kom fram til at snøsmelting og teleløsning ga størst erosjonshastighet. Bekker første årsak til ravinedannelse, begynner det å renne en bekk der det ikke var noen tidligere, skal en være oppmerksom. Videre konkluderte han at tilbakeskridende erosjon av raviner ikke lot seg stoppe av skog og annen vegetasjon. Erosjon ved vann er en hovedårsak til ravinedannelse, men denne faktoren er mest dominerende ved mye nedbør om sommeren enn ved snøsmelting og teletining om våren da også ravinedannelse er mest aktiv. Ravinedannelse avhenger av flere faktorer som f.eks. overflatens topografi, jordartenes beskaffenhet og mulighetene for videre transportering av nedbrutt materiale. Dette var årsaken eller prosesser som Friendin konkluderte med utfra sine undersøkelser.

Som det kommer fram av artiklene til Caldenius og Frendin så er de ikke enige om hva som er den dominerende prosessen ved ravinedannelse. Det er ikke gitt noen endelige svar på problemene om raviner og ravinedannelse.

Wenner (1941) skrev om raviner basert på feltarbeid i Gustavs. Han nevner og resultat som andre svenske forskere har kommet fram til. Både undersøkelser i Gustavs og andre områder i Sverige ved Høgbom (1905) og De Geer (1914).

I stikkords form kommer noen av påstandene til Høgbom:

- Raviner forekommer i finkornige jordarter som p.g.a. porøsitet kan suge opp vann slik at jordarten blir flytende,
- "Flytnings-egne" jordarter avgrenses til materiale med partikler som i dimensjon er mindre enn det vannførende gruslaget, men likevel så store at de ved sine fysiske egenskaper skiller seg fra de egentlige leirartene,
- Grunnvannet er av dominerende betydning for dannelse av ravinedaler.

De Geer:

- Ikke bare vann fra nedbør og snøsmelting som dannet raviner, men også vann i elveløpet som eroderte og undergrov,
- Proporsjonalitetsfaktor mellom ravineområdets bredde langs elva og relieffet,
- Menneskelig inngrep i naturen.

De Geer sier at ravinedannelse avhenger av den fine mjelens evne til å oppta vann og bli flytende. Det vannet som perkolerer ned fra dalsidene, høyner grunnvannsnivået tilstrekkelig slik at mjelelaget blir gjennombløtt.

De konklusjonene som Wenner (1941) selv kommer med, er følgende og kan kort nevnes:

- Sammenheng mellom raviner og erosjon av overflatevann som samles til visse punkter p.g.a. detaljer i overflata (topografien),

- Snøsmelting, teleløsning og nedbør er opphav til at overflatevann ved forskjellige årstider gir forskjellig type overflateerosjon,
- Erosjonsomfang varierer med meteorologiske forhold, som igjen kan være svært ulike fra år til år,
- Ravinedannelse kan opphøre når dens betingelser ikke lenger er tilstede, f.eks. visse krav til vanntilførsel, jordart og topografi,
- Raviner med tilbakeskridende erosjon kan fange opp nedbørfelt til andre raviner slik at erosjon og videre utvikling opphører,
- De mest letteroderende jordarter har partikkelstørrelse mellom 0,1-0,5 mm (grov silt, sand),
- Leire er vanskelig å erodere i uten plutselig tilgang på mye vann,
- Betingelse for ravinedannelse er helning, med bratt terreng kommer vann i bevegelse og kan erodere,
- Senking av erosjonsbasis skaper intensiv ravineerosjon.

Nyere undersøkelser av Harvey (1974) utført i Howgill Fells, Westmorland i nordvest England, kommer fram til mye av det samme som de svenske undersøkelsene. Han har ingen enkelt dominerende faktor som årsak til raviner og ravinedannelse, men går direkte på sedimentproduksjonprosesser, hvor han fastslår tre typer:

- 1) Direkte erosjon av overflata ved rennende vann og transport av materiale i suspensjon.
- 2) Massebevegelse av materialet oppbløtt av nedbør.
- 3) Fritt fall av partikler etter fuktighet og frost.

Alle tre typene har han observert uavhengig av hverandre, men det er vanligere at de opptrer i en kombinasjon av to eller tre. I en viss utstrekning kan prosess typer reflekteres til størrelsen av sedimentproduksjonen. En stor nedbørstorm kan sette igang alle tre prosessene av sedimentproduksjon, men de trenger ikke være aktive i samme tidsrom.

Han gikk videre inn på de faktorene som forårsaker de tre typene av prosesser. Interessant kan det være å nevne noe av det han skrev om de tre prosessene, og se det i forhold til de svenske undersøkelsene. Det er helt klart en sesonglig variasjon av faktorene som forårsaker de tre typer prosesser, overflateerosjon, massebevegelse og fritt fall av partikler.

Rennende vanns evne til overflateerosjon er styrt av overflate- materialets egenskaper og varighet og intensitet av nedbør. Om overflateavrenning vil oppstå slik at det muliggjør erosjon, avhenger av at nedbørintensiteten overstiger jordas infiltrasjonskapasitet. Han kom fram til at nedbørintensitet større enn 2,5 mm/h skaper normalt overflateavrenning og dermed erosjon.

Oppbløtt jord som i noen tilfeller skaper jordsig er styrt av tyngdekrafta, nedbør og overflate karakteristika. Spesielt overflatas evne til å absorbere vann peker også Høgbom (1905) på i sin artikkel. Harvey (1974) nevner tre fenomen som er viktig for jordsig; langvarig nedbør med lav intensitet, mye snøvær med påfølgende smelting og tining av nålis. Utfra observasjon i eget felt påstår han at noen av de største enkeltstående sedimentproduksjonsprosessene er jordsig som resultat av snøsmelting. Friendin (1931) kommer også inn på snøsmelting som den faktoren som ga størst erosjonshastighet.

Fall av partikler er av stor betydning når det gjelder å løsne enkeltstein i morene. Under tining etter langvarig frost kan det oppstå et sammenhengende regn av stein fra ravinenes brattkanter. Denne prosessen kan ikke forårsake noen stor sedimentproduksjon alene, og i de svenske undersøkelsene er den ikke beskrevet som en selvstendig prosess.

Prosessene Harvey (1974) beskriver som opptrer i dette området er sesongbetinga. Skråningserosjon sammen med jordsig er viktig i sommermånedene. Jordsig og fall av partikler er viktig i vintermånedene. Utseende til ravinene ved de forskjellige årstider reflekterer hvilke erosjonsprosesser som er dominerende. Friendin (1931) konkluderer med at noen prosesser er mer avgjørende enn andre, og at forskjellige prosesser dominerer ved forskjellige årstider. Dette er i samsvar med hva Harvey (1974) fant ut.

Harvey (1974) kommer fram til at mønsteret av sedimentproduksjonen reflekterer i grove trekk vær-mønsteret og da med vekt på nedbør/ ikke nedbør. Lav produksjon i forbindelse med tørt vær og høyere produksjon i forbindelse med nedbør og fuktig vær. Et annet særtrekk var at sedimentproduksjonen i vinterhalvåret bestod vesentlig av grovere fraksjoner enn sedimentproduksjonen før oktober og etter mars.

Harvey (1974) fant en betydningsfull korrelasjon mellom nedbør med høy intensitet ($>2,5$ mm/h) og sedimentproduksjon. Han skriver i forbindelse med sedimentproduksjon og erosjonsintensitet at 73% av årlig sedimentproduksjon skjer i vinterhalvåret. 36% av total årlig sedimentproduksjon skjedde i løpet av snøsmelting. Dette viser at en type sedimentproduksjonsprosess gir én erosjonsintensitet, og en annen prosess kan gi en helt annen intensitet. I Harveys felt trer den sesongavhengige produksjon klart fram, blant annet med fem ganger så mye stor stein i materialet om vinteren som om sommeren.

Et interessant poeng som han kom med, var at noen direkte relasjon mellom erosjonsintensitet og tilbakeskridende erosjon ikke eksisterte. Dette fastslo han p.g.a. at tilbakeskridende erosjon fant sted sporadisk og med plutselig utrasing og ikke som en direkte respons til de forskjellige værforholdene som oppstod.

Til en viss grad er de eldre svenske undersøkelsene sett på i forhold til den nyere engelske undersøkelsen. De svenske undersøkelsene går direkte på ravinenes dannelse og form og detaljert beskrivelse av dem, men ikke noe på de metoder som ligger til grunn for undersøkelsene. Den engelske skriver detaljert om metodene som er brukt i feltarbeidet og kommer mere inn på de forskjellige prosessene som virker inn. Alle undersøkelsene gir viktig bidrag til kunnskap om raviner og ravedannelse i morene og glasi-fluvialt materiale, men nøye vurdering og kritikk bør utøves ved bruk av dem. Ingen kommer med noen fasitsvar på de problemene som belyses, det er heller ikke ventet.

Undersøkelser ved kjemisk analyse av sedimenter er tidligere utført av Bølvik, Ottesen og Sinding-Larsen (1979) i Snertingdal, Oppland fylke. Ved bruk av variasjonsanalyse ble tre variabilitetstyper ved innkommende data sammenligna.

- 1) Feil i felt og laboratorium m.h.p. prøvene.
- 2) Geografisk variasjon.
- 3) Tidsvariasjon.

Geografisk variasjon og prøvefeil er de dominerende variabilitetskildene. Mindre enn 5% av variabiliteten skyldes sesongmessige variasjoner, og det er ikke noe bestemt tidsmønster. Hver prøve-lokalitet hadde sine egne variabilitets-karakteristika.

Angående løsmassene i Uladalen skriver Gjessing (1976) at de er dannet før siste fase av siste istid, tildels mens området var isfritt eller under avsmelting eller begynnende nedising. Slikt gammelt løsmateriale må ha dannet kilde for fluviale avleiringer fra siste avsmeltingsfase og for postglasiale og resente eller subresente fluviale avleiringer.

Det jeg har gjort av feltarbeid til nå, er følgende:

Målt vannstand, vannføring og nedbør. Tatt vannprøver manuelt og ved automatisk vannprøvetaker. Tatt sedimentprøver i kildeområdene, i transport og i sedimentasjonsområdene. Fotografert og registrert raviner.

Bearbeidet data viser til nå sannsynlig sammenheng mellom nedbør, vannføring og sedimenttransport. Raviner er trolig de dominerende sedimentkildene i feltet. Erosjonsintensiteten øker trolig med nedbør, teleløsning og snøsmelting. Til våren under snøsmelting vil en antageligvis få en bekreftelse på disse vurderingene.

Feltarbeid utført i Sel kommune i Oppland fylke. Feltet er i størrelsesorden 100 km² og ligger vest for Rondane og drenerer ut i Gudbrandsdalen, ca 5 km nord for Otta sentrum (fig. 1).

Feltet er lagt til Uladalen i Sel p.g.a. at landets mest kjente raviner i morene og glasifluvialt materiale er der, og at der er undersøkt lite om dem. Pluss begynnende ravinedannelse i hogstfelt på sparsomt morenedekke. Betydelig transport av suspensjonsmateriale fortalt av lokalbefolkningen. Videre har NVE et vannmerke i dette feltet, med vannføringskurve og vannføringsdata.

Metødene som er brukt for å bestemme erosjonsintensitet og sedimentproduksjon i ravinene er måling av vannføring og sedimenttransport.

Instrumentene som er brukt er automatisk vannprøvetaker, limnigraf, pluviograf og pluviuser. Instrumentene er plassert nede ved elveløpet fordi ravinene sannsynligvis er den dominerende kilden for sedimenttransport ut av feltet. Dreneringen ut av ravinene er ikke i bestemte løp, snarere i raske løpsforflytninger. I ravinene kan stein som løsner styrte ned og skade utstyr.

Berggrunnen er karakterisert ved meget komplisert struktur. I Otta-Vågåområdet møtes flere bergartskompleks, Trondheimsfeltet, sparagmittkomplekset, og det store Sogn-Jotundekket. I Uladalen består berggrunnen hovedsaklig av eokambriske bergarter. Helt i munningen av dalen og på sørsida av elveløpet er det kambrosiluriske omvandlede sedimentbergarter (Berggrunnskart over Norge, målestokk 1:1 mill.).

Jordsmonn og løsmasser i Uladalen består blant annet av lokaliteter med mektige og komplekse avleiringer av morene og lagdelt materiale. Disse løsmassene er dannet før siste fase av siste istid, tildels mens området var isfritt eller under avsmelting eller begynnende nedising (Gjessing 1976). Hvit og tildels tettpakket bunmorene karakteriserer løsmassene innover dalen, i de ravinerte områdene trer dette klart fram

Isavsmelting og isbevegelse i Otta-området ble i begynnelsen dirigert av flere iskulminasjoner i Jotunheimen, samtidig med at hovedis skillet over midtre Gudbrandsdalen fortsatt eksisterte. Etterhvert opphørte disse iskulminasjonene, og isrestene ble mer og mer lokalisert til forsenkninger, særlig i de største dalene. Lenge ble rester etter innlandsisen liggende i Sør-Fron, og utgjorde en demning for en naturlig drenering langs dalføret sørover. Istedet ble alt smeltevann nord for demningen i denne fasen dirigert nordover dalføret. Dette smeltevannet var med og skapte de isavsmeltingsformer som blant annet finnes i Otta-området. Det mest karakteristiske for dette området så langt som til hovedvannskillene i nord og øst, var at drenering av is og vann ble dirigert mot bakke. I tillegg flatet isoverflata ut asymptotisk mot null i retning av det pass som til enhver tid virket som dreneringsterskel. Dermed oppsto et meget komplisert vekselspill mellom isoverflatas helning og terrengforhold. Tre hovedfaser i avsmeltingsperioden, nunatakfasen betegner den situasjonen da fjerntliggende pass bestemte dreneringsveiene. Ringdreneringsfasen oppsto da alle dreneringspass mot nord-øst og øst ble for høye. Heidalskogfasen viser igjen drenering oppover Gudbrandsdalen fra hele området nord for isdeler-resten (Bergersen 1971). Disse forskjellige periodene i avsmeltingsforløpet var med og skapte løsmasseavsetningene i Uladalen. Noe av løsmassene, blant annet de som jordpyramidene dannes i, antar man stammer fra avsetninger i mellom-istider.

KAPITTEL 3 - PROBLEMLØSNING

De metodene som brukes for løsning av problemstilling er følgende. Måling av sedimenttransport ved vannprøvetaker. Går utfra NVE's vannmerke, benevnes "VM E6", hvor de har en vannføringskurve uttrykt ved $Q = 16,316 \cdot (H - 0,6)^{2,079}$. Lenger oppe i elveløpet er det en limnigraf med tilhørende vannmerke, benevnes "VM Ula", som korrelerer med det andre (fig. 2). Vannprøver blir tatt to ganger i døgnet. De blir filtrert gjennom papirfilter (0,45 μ) og senere brent for å finne konsentrasjonen C_s (mg/l) (tab. 1). Omregning gir suspensjonstransport G_s (kg/s). Dermed har en suspensjonstransport ved forskjellige vannføringer (fig. 4).

Kornfordelingsanalyser av sedimentprøver som er tatt i ravinen, elveløp, flomsedimenter og sedimentasjonsbasseng blir gjort i laboratorium på NGU i Trondheim i løpet av vinteren.

Måling av mineralsammensetning skjer av de samme prøvene som kornfordelingsanalyse ved at en del av de finere sedimentene er skilt ut. Dette skal også gjøres på NGU i Trondheim ved kjemisk analyse.

Kjemisk analyse gjennomføres fordi det er interessant å finne ut om det er samme kjemiske sammensetning av sedimentprøver i kildeområdene og i sedimentasjonsområdene, og utfra det avgjøre om ravinene er de dominerende kildene til suspensjonstransporten.

Nedbør og nedbørintensitet måles med pluviograf og pluviuser som er satt opp utover i elvas nedslagsfelt. Dette gjøres for å få en forståelse av om nedbør spiller inn i erosjonsintensitet og sedimentproduksjon. Vannføring og nedbør (fig. 3).

Kartlegging av raviner ved målinger og fotografering går direkte på ravinenes form og utvikling. Dette skal gjøres for å få ut mere eksakt begrep om raviners utviklingshastighet. Hvor rask tid tar det å utvikle en ravine som kan forårsake problemer, når de og de forholdene er tilstede. Metodene er ikke brukt mye enda, men ved neste feltsesong vil de bli brukt mere systematisk enn hittil.

Feltarbeidet hittil har gått mest på prøvetaking av sediment med avmerking av prøvelokaliteter på økonomisk kart i målestokk 1:5000.

Avmerking av prøvelokaliteter på skisser av raviner og dam, fordi det økonomiske kart har for liten målestokk. Generell registrering av raviner m.h.p. beliggenhet, helning og vegetasjon. Ukentlig ettersyn av registrerende instrumenter med blant annet skifte av papir, avlesning av vannstand og nedbør. Ettersyn av vannprøvetaker hver 14. dag med skifting av prøveflasker. Filtrering av vannprøver og derpå brenning og veiing i laboratorium. Preparering av sedimentprøver for kornfordeling- og kjemisk analyse.

Feilkilder og måleusikkerhet

Utstyr og instrumenter som brukes er delvis nevnt i foregående avsnitt. Måling av sedimenttransport ved automatisk vannprøvetaker. Usikkerheten ved den er først og fremst at prøven ikke er representativ for elva. Endestykke av oppsugingsslangen må ligge i tilstrekkelig turbulent strøm og helst i selve hovedløpet. Vannprøvetakeren har mye elektronikk som ikke tåler fuktighet. Det kan oppstå problemer som kan gi utslag i prøvetaking på feil tidspunkt, men instrumentet er veldig driftsikkert.

Limnigrafen som brukes til kontinuerlig registrering av vannstand, har et urverk som går litt sakte. Limnigrafwiren sklir på trinsene dersom det ikke er riktig vekt på loddene. Denne feilkilden ødela noen data tidligere i sesongen.

Pluviografen som brukes til kontinuerlig registrering av nedbør har et urverk som går altfor sakte. Dette er en stor feilkilde som forsøke rettet på. Andre feilkilder er plassering av instrumentet i området slik at det fanger opp en så representativ nedbørmengde som mulig.

Pluviusene som er plassert ute i feltet for oppfangning av nedbør, brukes ikke i de dataene som er presentert i denne rapporten. De skal benyttes til opplysninger om nedbørvariasjon innen feltet. Pluviusene har større feilkilder enn pluviografen.

Utstyr som er brukt ved sedimenttaking og målinger er så enkelt at feilkilder ved denne neppe finnes. Feilkildene i denne forbindelse går på hvordan arbeidet er utført. Det kan være generelt slurv under arbeid som liten nøyaktighet og forsiktighet ved prøvetaking av sediment. Liten nøyaktighet ved bruk av forskjellige instrument, f.eks. måling av helninger, oppmåling av avstander. Liten nøyaktighet ved avlesning og innsetting av papir i forskjellige instrument.

Vurdering av andre metoder

Andre metoder til bruk for å forsøke å løse samme problemstilling finnes. Om de vil vise seg å være bedre eller dårligere, er vanskelig å ta stilling til. Mye avhenger av feltvalg og hvordan forholdene i feltet er m.h.p. ravinenes beliggenhet i feltet i forhold til elveløpet og eventuelt sedimentasjonsområdet. Er ravinene de eneste hovedkildene til sedimenttransporten i feltet eller finnes det andre store sedimentleverandører? Hvilke typer sedimenttransport er dominerende, er det bunntransport eller suspensjonstransport. Dette vil også variere med årstidene. Om metodene er bedre avhenger ikke bare av om de måler f.eks. en mengde mer eksakt. Måler metoden mer eksakt enn den har grunnlag for utfra data og målemetoder som det bygges videre på.

Sedimentfeller kan brukes i dette feltet. Fellen kan lages slik at den fanger opp alt materiale som transporteres ut av en ravine. Den settes ved utløpet av ravina, og materialet i fella kan tømmes etter bestemte tidsintervaller. Denne metoden kan måle mere eksakt sedimentproduksjon ut av en ravine, i forhold til metoden som benytter seg av sedimenttransport. Metoden med sedimentfeller er blant annet brukt av Harvey (1974) ved undersøkelser av ravineerosjon og sedimentproduksjon i nordvest England.

Bruk av "erosjonsspiker" vil også gi en mer direkte forståelse av erosjonsintensitet i raviner. Ved å slå spiker eller påler ned i bakken ved et gitt tidspunkt, kan en komme igjen å avlese hvor mye overflata har senka seg. Når en har tidspunktet mellom to avlesninger kan en finne erosjonsintensiteten. Harvey (1974) har benyttet seg av denne metoden.

Fotografering og oppmålinger av raviner har vært prøvd som metode på en enkelt lokalitet. Disse metodene kan med fordel brukes i større utstrekning. Eksakt fotografering av raviner fra faste punkter med forskjellig tidsintervall kan fortelle mye om en ravines utvikling. Dette bør brukes i større omfang dersom det gjøres systematisk og nøyaktig slik at det ikke blir rom for usikkerhet og misforståelse angående de forskjellige bildene.

Oppmålinger fra fast punkt mot ravinerygger med gitte tidsintervaller kan gi eksakte verdier angående en ravines tilbakeskridende erosjon. Metodene med fotografering og oppmåling må brukes sammen med kart hvor fotograferingspunkt og oppmålingspunkt avmerkes. Bruk av metoder til slike undersøkelser som her, er det vanskelig å vurdere hvilken metode som er bedre enn en annen. Det som er viktig å være klar over, er at de forskjellige metodene brukt sammen kan gi et bedre svar på undersøkelsene enn hva en metode ville ha gjort. De forskjellige metodene har sine styrker og svakheter som det gjelder å utnytte.

KAPITTEL 4. DATA OG DATABESKRIVELSE

NVE brukte et vannmerke ved riksveien fra 9.3.1923 til 31.3.1930. Undersøkelsens data om vannføring og vannstandavlesninger bygger på dette vannmerket. Det er et usikkert grunnlag, som ikke må glemmes.

Limnigrafen ved Uladammen har et vannmerke som korrelerer med vannmerke ved riksveien. De benevnes "VM E6" og "VM Ula". Avleste vannstandsdata er plotta i lineært koordinatsystem, der "VM E6" er avsatt langs y-aksen og "VM Ula" langs x-aksen (fig. 2). Usikkerhet med figurer er unøyaktig avlesning og avmerking. En vannstandsavlesning på et vannmerke representerte flere vannstandsavlesninger på det andre. Dette gjorde at en ikke kunne bruke lineærregresjon direkte på dataene. En tilnærming måtte gjøres for at en avlesning på et vannmerke skulle tilsvare kun en avlesning på det andre. Dermed oppstår det en ny usikkerhetskilde. God korrelasjon ble oppnådd ($r \approx 0,97$), men det kan skyldes at det er altfor få avlesninger. Få punkter gir automatisk god korrelasjon.

Hydrogram er laget på grunnlag av den rette linja som viser korrelasjon mellom vannmerkene, vannstand og vannføringsdata fra NVE. Vannføringskurven er gitt ved ligninga $Q = 16,316 \cdot (H - 0,6)^{2,079}$. To eksemplarer av hydrogrammet er laget, et hvor nedbør er lagt på (fig. 3) og et hvor sedimenttransporten er lagt på (fig. 4). Nedbøren er representert som søyler der nedbørmengde (mm) er avsatt langs y-aksen.

Sedimenttransporten er representert ved punkter som er plotta inn i koordinatsystemet, og sedimenttransporten (kg/s) er avsatt langs y-aksen.

Feilkildene med disse figurene er unøyaktig avlesning av data og avmerking på koordinatsystem, feil i grunnleggende data, tilnærminger av delsvar.

Vannføring og sedimenttransport er plotta mot hverandre i et dobbellogaritmisk papir (fig. 5). Ved potensregresjon ble korrelasjonskoeffisienten $r \approx 0,93$. Det er for få punkter til at en kan trekke noen konklusjon for vassdraget. Ligninga for sedimenttransporten er gitt ved $G_s = 3,83 \cdot Q^{1,39}$.

Tabell viser dato, klokkeslett, vannføring, konsentrasjon, sediment-transport og nedbør for hver prøve tatt med vannprøvetaker. Samme feilkilder som nevnt under tidligere beskrevne figurer.

KAPITTEL 5 - DISKUSJON OG SAMMENDRAG

Til nå har prøvetaking av sediment og måling av nedbør, vannføring og sedimenttransport vært gjort pluss kartlegging av raviner.

Harvey (1974) setter søkelyset på de forskjellige ravineprosessene som opererer til forskjellige årstider. De mest aktive ravineprosessene antas å dominere under våren. Overflateerosjon p.g.a. nedbør og/eller snøsmelting er dominerende faktorer, sier Frensdin (1931). I Ula antas overflateerosjon dominerende p.g.a. at deler av ravinene er av spesiell karakter. De delene av ravinene som kalles "prester" er jordpyramider med beskyttende stein på toppen, opptil 7-8 m høye og dannet i hvit tettpakket bunnmorene. Jordpyramidene er veldig harde. Solas påvirkning har betydning, de er mye hardere i sider som vender mot sola enn de sidene som ligger i skygge. Det tørre kontinentale klimaet antas å ha en uttørkende effekt, og skaper en hard og motstandsdyktig jordart. Bunnmorena som de dannes i, har spesielle egenskaper. Det kan være et poeng at løsmassene er eldre enn siste fase av siste istid. At eldre løsmasser ble igjen i Uladalen skjedde fordi isbevegelsen gikk nærmest vinkelrett på dalens lengderetning slik at den ikke fikk med seg løsmassene.

De jordpyramidene som er mest aktive idag kalles Kvitskriuprestene. Men de opprinnelige Kvitskriuprestene var lenger inn i dalen og er idag nesten helt borte. De freda og berømte "prestene" heter egentlig Ulaprestene ifølge lokalbefolkningen. Dette styrkes ved henvisning til gamle kart. Dette tyder på at det skjer store forandringer over lang tid. Store og avgjørende prosesser har vært aktive lenger tilbake i tida. Aktive prosesser idag, foregår stort sett i ravinenes brattkant, mens vegetasjon får komme til i ravinenes bunn. Prosess som fritt fall av partikler (Harvey 1974) ser ut til å være i litt aktivitet.

Ravinenes opprinnelse antas å være fra flomkatastrofen, Stor-Ofsen i 1789. Da ble vegetasjonsdekket i Uladalen ødelagt, og Ula hadde en stor materialtransport som "demmet" opp Selsmyrene og trengte lågen over mot den vestre dalsida. Caldenius (1926) sier at ravinene i hans felt antas å ha sin opprinnelse i en flomkatastrofe i 1796.

Det som ventes å finne ved kjemisk analyse er hvordan kjemien varierer med suspensjonstransporten. Kommer materialet fra punktkilder som det sannsynligvis gjør her, eller blir det andre vurderinger som må gjøres? Vil geografisk variasjon og tidsvariasjon ha noen betydning og i hvilket omfang? Vurdering på feil og usikkerhet må gjøres i forbindelse med resultatene av kjemisk analyse.

Videre arbeid i felt vil bygge mye på feltarbeid utført av Harvey (1974). Hyppige turer i felt når det antas at ravineprosessene er mest aktive, dvs. om våren under snøsmelting. Dersom det observeres konsentrerte løp med mye suspensjonsmateriale ut av ravinene, så tas det vannprøver, istedet for bruk av sedimentfeller som Harvey (1974) gjorde. Fotografering er også aktuelt under en slik arbeidsprosedyre.

LITTERATURLISTE

BERGERSEN, O.K. 1971:

Hovedtrekk av Gudbrandsdalens kvartærgeologi.
Geologisk institutt, avd. B, Universitetet i Bergen.

CALDENIUS, C. 1926:

Ravinbildning i Gustavs.
Sver. Geol. Undersøk. Ser. C, No. 339.

DE GEER, S. 1914:

Niplandskap vid Dalelven.
Sveriges Geologiska Undersökning, Ser. C N:O 252, Stockholm.
(referert fra Wenner 1941)

FRENDIN, H. 1931:

Bidrag til kannedomen om ravinbildningarnas dynamik.
Geol. foren. forhandling 1931 53 s. 81-97.

GJESSING, J. 1976:

Geomorfologi i ekskursionsområdet Gudbrandsdalen -
Jotunheimen.
Stensil Geog. inst., Universitetet i Oslo.

HARVEY, A.M. 1974:

Gully erosion and sediment yield in the Howgill Fells,
Westmorland.
Kap. 5 "Fluvial Processes in instrumented Watersheds".
K.J. Gregory and D.E. Walling, Institute of British
Geographers.

HØGBOM, A.G. 1905:

Om s.k. jäslera og villkoren för dess bildning.
Geol. Fören. Förhandl. N:O 232, Bd 27 H.I, Stockholm.
(referert fra Wenner 1941)

WENNER, C.-G. 1947:

Ravinundersøkninger i Gustavs.
Geogr. Ann. H. 1-2, 53-101.

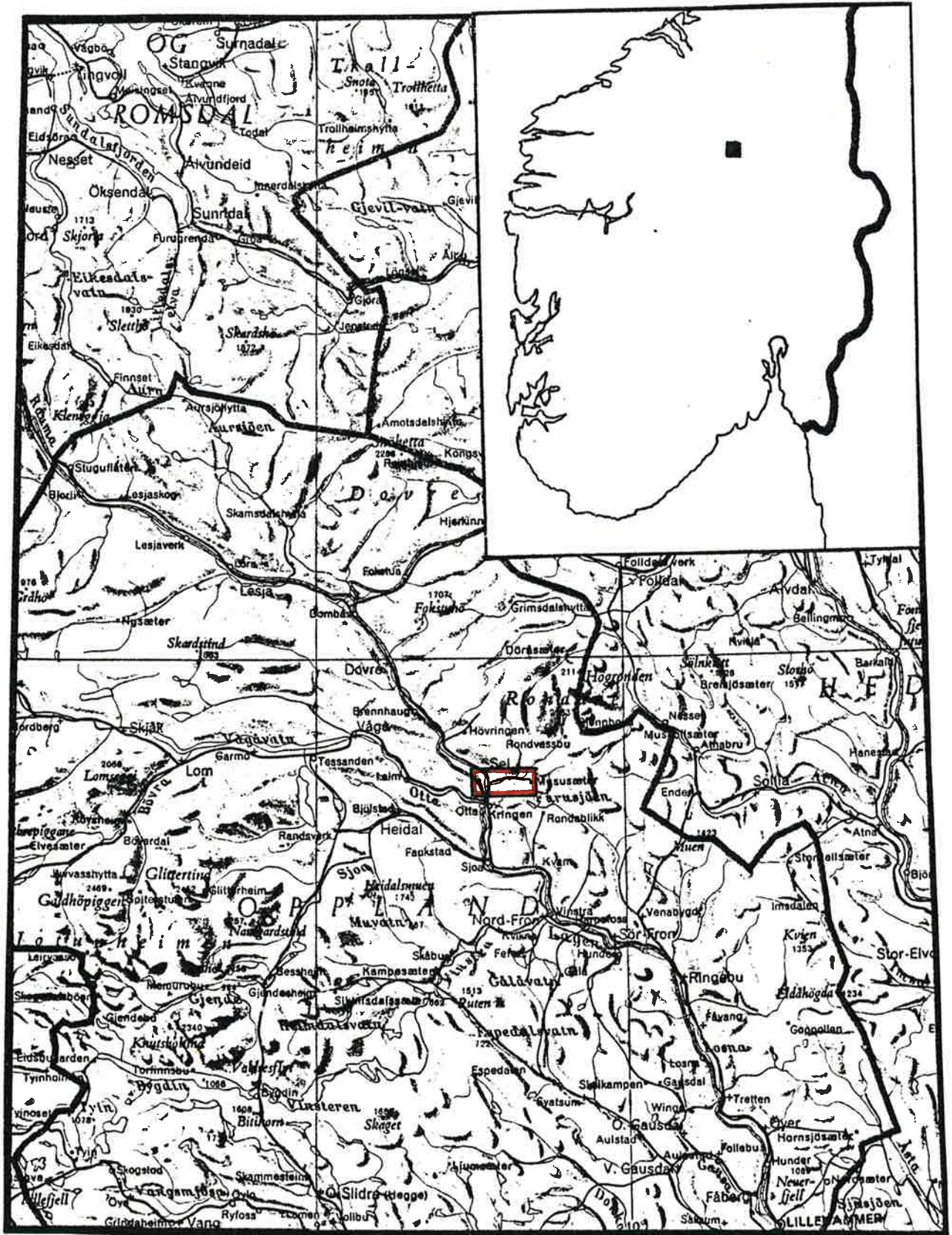


FIG.1

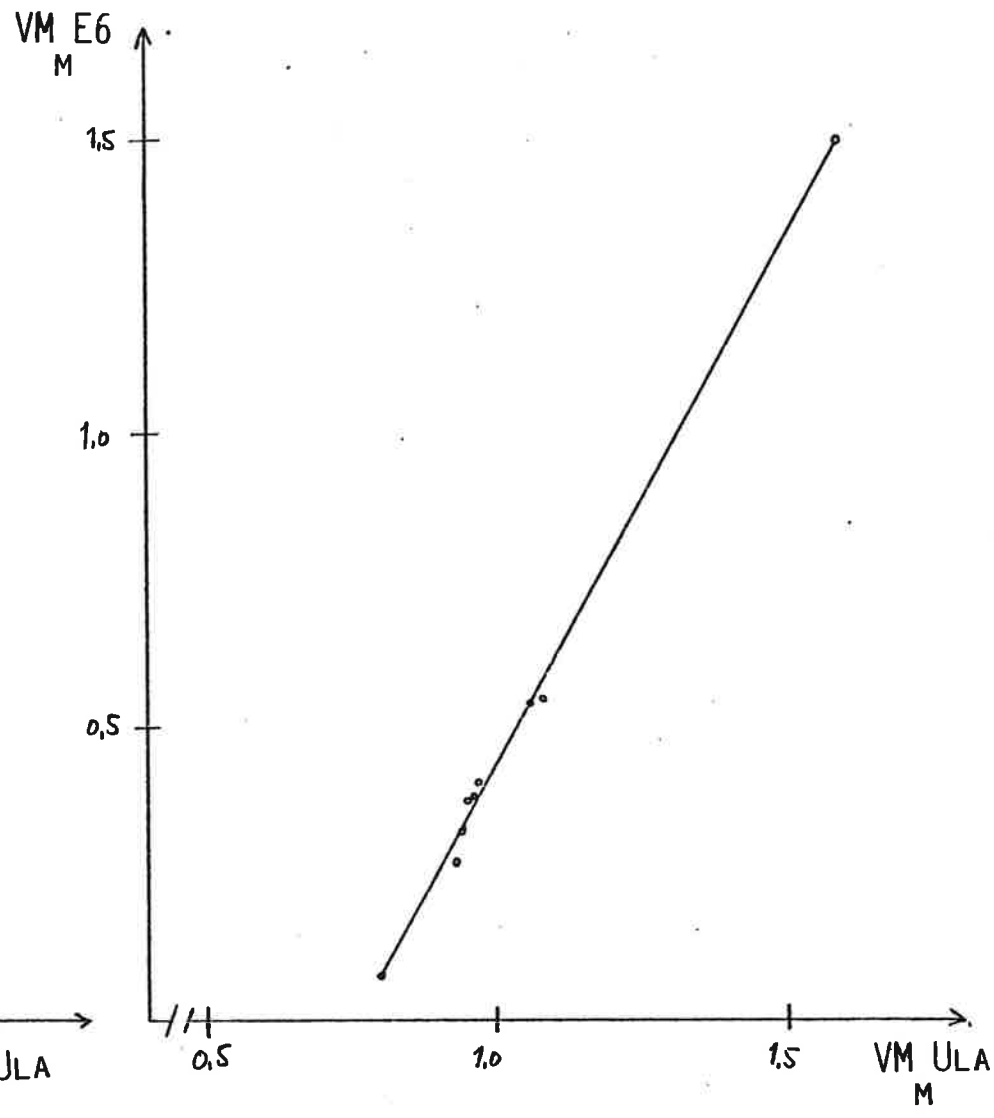
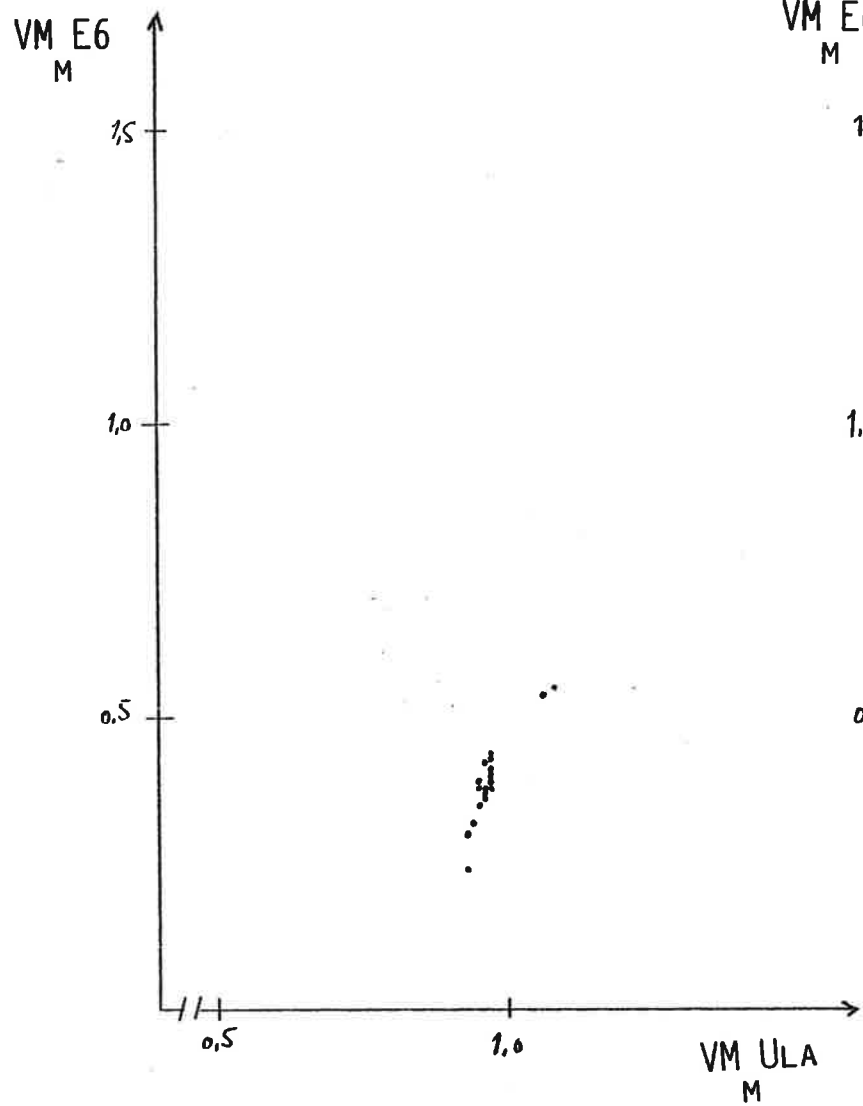


FIG.2

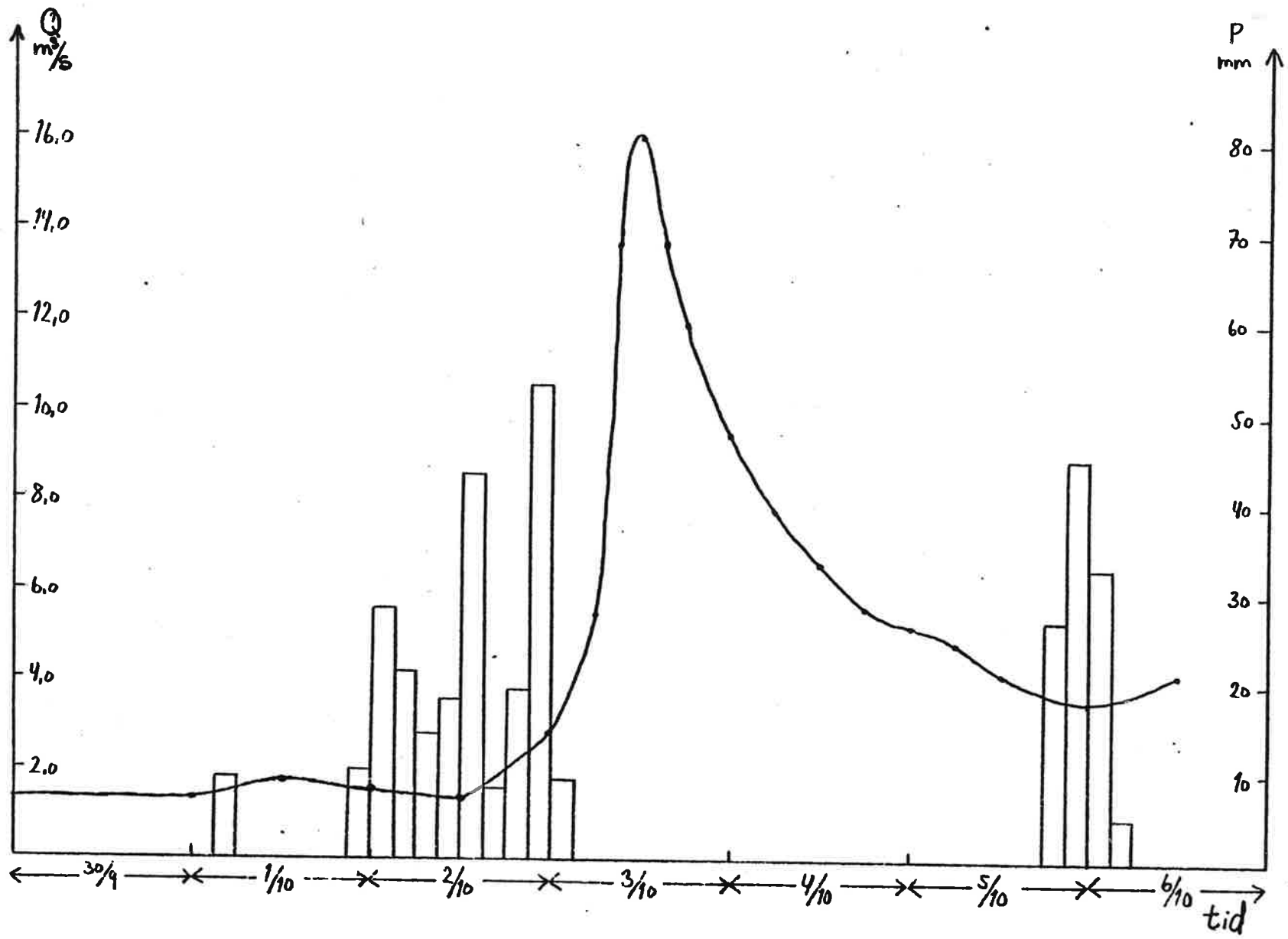


FIG.3

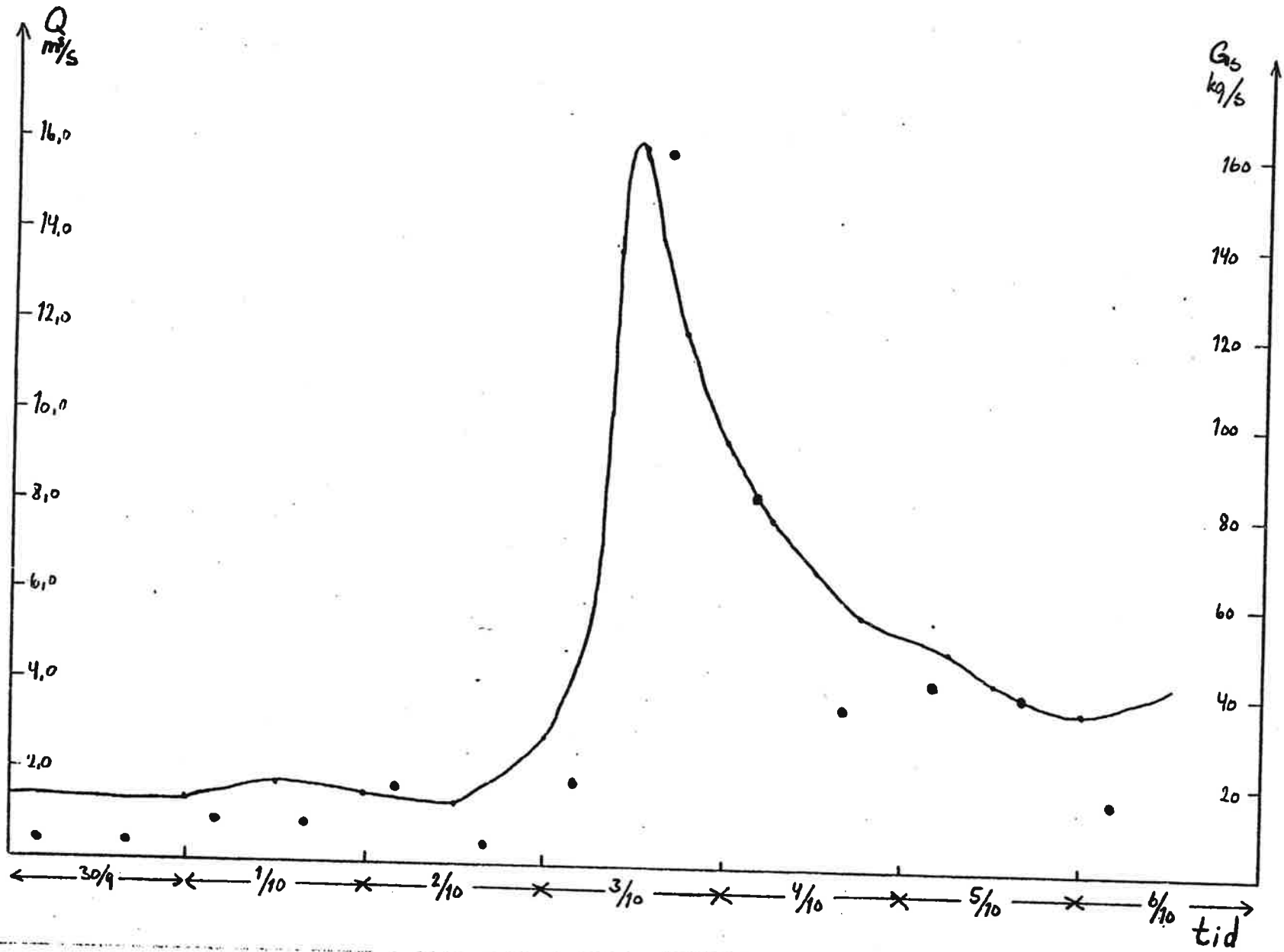


FIG.4

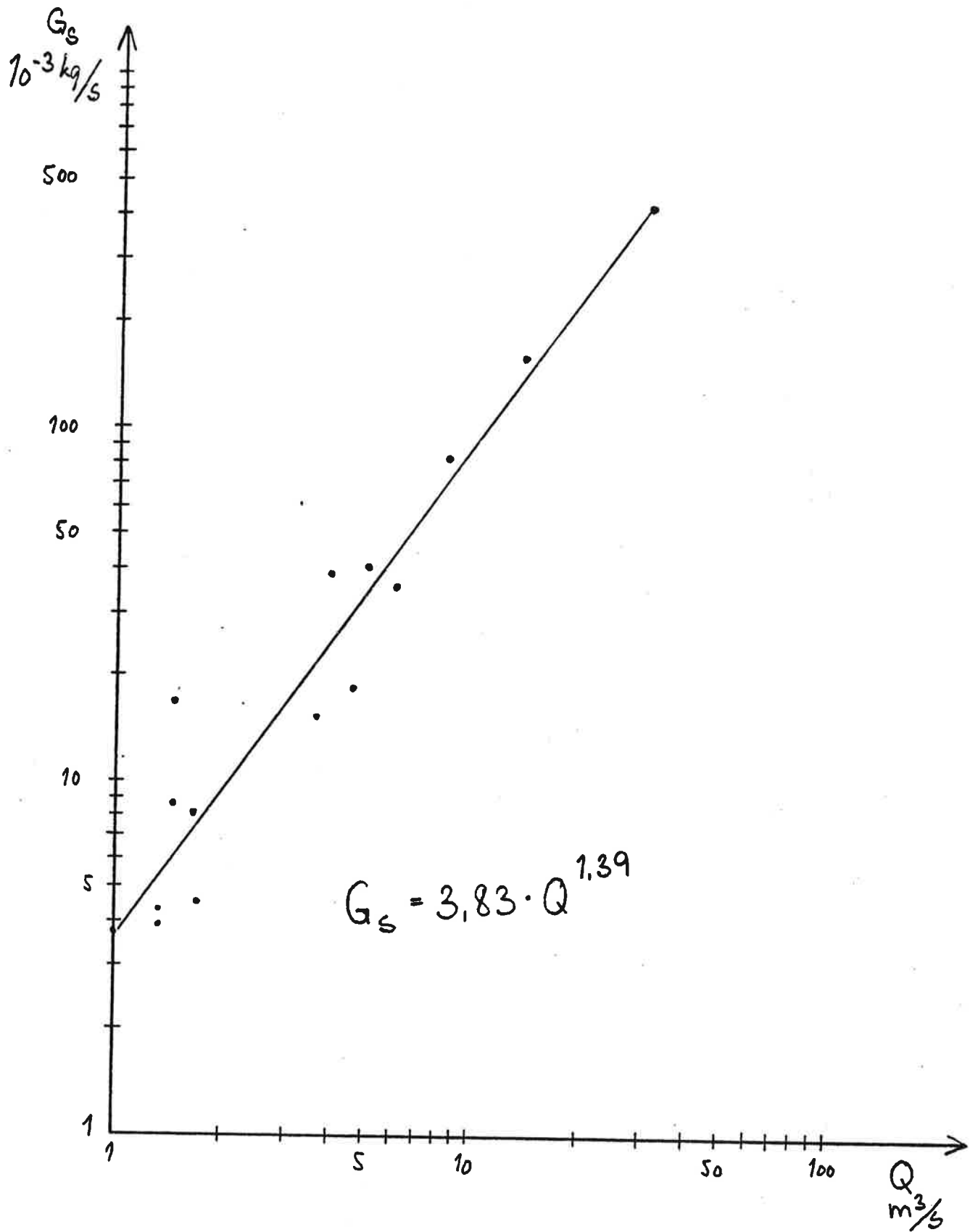


FIG.5

dato	kl.	Q m ³ /s	C _S mg/l	G _S kg/s	P mm/3h
30.9.	4.00	1,33	3,3	4,39·10 ⁻³	0
"	16.00	1,33	3,0	3,99·10 ⁻³	0
1.10.	4.00	1,45	6,0	8,70·10 ⁻³	9
"	16.00	1,65	5,0	8,25·10 ⁻³	0
2.10.	4.00	1,45	11,7	16,97·10 ⁻³	21
"	16.00	1,70	2,7	4,59·10 ⁻³	8
3.10.	4.00	4,30	4,3	18,49·10 ⁻³	0
"	16.00	13,20	12,0	158,40·10 ⁻³	0
4.10.	4.00	8,30	10,0	83,00·10 ⁻³	0
"	16.00	6,00	6,0	36,00·10 ⁻³	0
5.10.	4.00	5,00	8,3	41,50·10 ⁻³	0
"	16.00	3,90	10,0	39,00·10 ⁻³	0
6.10.	4.00	3,60	4,3	15,48·10 ⁻³	5

TAB.1