

**SEDIMENTOLOGISKE UNDERSØKELSER  
VED FIRE 'HULVEI'-LOKALITETER I SØNDRE  
VESTFOLD.**

Rolf Sørensen

Rapport nr 1/2000

Institutt for jord- og vannfag  
Ås, NLH 2000

ISSN 0805 - 7214



# INSTITUTT FOR JORD- OG VANNFAG

Norges Landbrukshøgskole

Postboks 5028, 1432 Ås    Telefon: (09) 94 75 00 - Agriuniv. Ås

Telefax: (09) 94 82 11    Rapportarkiv: (09) 98 82 04

ISSN 0805 - 7214

Rapportens tittel og forfatter(e):  <b>Sedimentologiske undersøkelser ved fire 'hulvei'-lokaliteter i søndre Vestfold.</b>  Av Rolf Sørensen	Rapport nr : 1/2000 (80) <hr/> Distribusjon: FRI <hr/> Dato: 15. August 2000 <hr/> Prosjektnummer: - <hr/> Faggruppe: Jordfag <hr/> Geografisk område: Vestfold, Sørøst-Norge <hr/> Antall sider (inkl. bilag) 20 <hr/> Oppdragsgivers ref.: Prosjekt 9409
--	--

**Oppdragsgiver:** Vestfold fylkeskommune – Hulvegprosjektet i Vestfold,  
v. Arkeolog Terje Gansum

## Sammendrag:

Ved fire lokaliteter i søndre Vestfold, er avsetningene omkring gamle 'hulveier' analysert og geologisk beskrevet. Det er utført kornfordelingsanalyser og glødetap på forskjellige lag fra tre av lokalitene (Aske, Ulleberg og Roligheten), og bergartsanalyser på de grove sedimentene fra Roligheten. Ved Østre Råstad er bare de geologiske forholdene beskrevet. På alle fire stedene er hulveiene utviklet i strandavsetninger, men den øvre meteren med sand ved Aske og Ulleberg er sannsynligvis erodert fra dyrkede flater eller andre vegetasjonfattige områder i nærheten av hulveiene. Erosjonen er mest sannsynlig forårsaket av rennende vann, men vinderosjon kan ikke utelukkes.

Ved Roligheten er hulveiene utviklet i kulturjord som opprinnelig har vært strandavsetninger. Det ser ut til at det er forsøkt å stabilisere hulveiene med sandig – grusige masser fra *raet*, like ovenfor lokaliteten. Sannsynligvis på grunn av det relativt bratte terrenget, hvor rennende vann lett har kunnet erodere i hulveiene. I tillegg finnes det finkornige havavsetninger like under strandavsetningene på stedet. Disse kan under fuktige forhold ha forårsaket dårlig framkomlighet i hulveiene.

## 4. Emneord, norske

1. Kornfordeling
2. Glødetap
3. Erosjon
4. Strandavsetninger

Prosjektleder:

Rolf Sørensen

## 4. Emneord, engelske

1. Grainsize analysis
2. Loss on ignition
3. Erosion
4. Beach deposits

For administrasjonen:

Trouel Børresen

<b>Innhold</b>	side:
<i>Sammendrag</i>	<i>I</i>
Introduksjon	1
Lokalitetsbeskrivelse	1
Råstad Østre	2
Aske i Brunlanes	2
Ulleberg i Brunlanes	3
Roligheten, Bommestadmoa ved Larvik	4
Metode	7
Sedimentbeskrivelse	8
Kornfordeling	8
Glødetap	9
Bergartssammensetning	10
Diskusjon	10
Konkluderende bemerkninger	11
Litteratur	12
<b>Vedlegg 1a</b>	
Tabell 1a Kornfordeling: Aske i Brunlanes	14
Tabell 1b Kornfordeling: Ulleberg i Brunlanes	14
Tabell 1c Kornfordeling: Roligheten, Bommestad i Hedrum	14
<b>Vedlegg 1b</b>	
Tabell 2 Bergartsammensetning – Roligheten	14
Tabell 3 Glødetap og vanninnhold (Roligheten & Ulleberg)	15
<b>Vedlegg 2a</b>	
Trekantdiagram med gruppering av kornfordelingsdata	15
<b>Vedlegg 2b</b>	
Kornfordelingskurver	16
<b>Vedlegg 3</b>	
Strandforyskyvningskurver	20

## . Introduksjon

### *Hulveiprojektet i Vestfold*

Spor etter gammel ferdsel i landskapet viser seg mange steder som markerte forsenkninger i terrenget. Disse kalles 'hulveier'. Arkeolog Terje Gansum arbeider med et prosjekt for å finne ut når og hvordan hulveiene er dannet (Gansum, in prep.-2000). Han ba meg om å se på sedimentene som disse sporene er dannet i, på fire forskjellige steder i søndre Vestfold.

På det første stedet vi besøkte 18. november 1999, Råstad Østre i Sandefjord kommune, ble det ikke samlet inn noen prøver. På lokalitetene Aske, Ulleberg og Roligheten ved Bommestadmoa, alle i Larvik kommune (fig. 1), ble det samlet inn prøver for analyse av kornfordeling, glødetap og noen andre analyser.

Alle lokalitetene ligger utenfor Raet, slik at områdene var isfrie før 11 000 <sup>14</sup>C-år før nåtid. Løsmassene i hele området er kartlagt av Norges geologiske undersøkelse (Olsen & Løwe 1984, Bergstrøm & Løwe 1988), men dataene fra den sørvestre del av Brunlanes er ikke publisert. Alle lokalitetene ligger langt under den lokale *marine grensen* (se vedlegg 3). Berggrunnen i hele området består av forskjellige typer 'larvikitt' (Dons & Jorde 1978, Berthelsen et al. 1996).



**Fig. 1** De undersøkte lokalitetene i søndre Vestfold. (Østre Råstad er ikke vist på kartet).

1. Aske i Brunlanes, se fig. 3
2. Ulleberg i Brunlanes, se fig. 4 og 5.
3. Roligheten i Hedrum, se fig. 6 og 7a, b og c.

### *Lokalitetsbeskrivelse*

De arkeologiske beskrivelsene med kart og profiltgninger av lokalitene 1 - 3 er fra Gansum (2000a,c,d). Kommentarene om berggrunn, avsmelting, landhevning, sedimentegenskaper og jordsmonn er mine.



### Råstad Østre

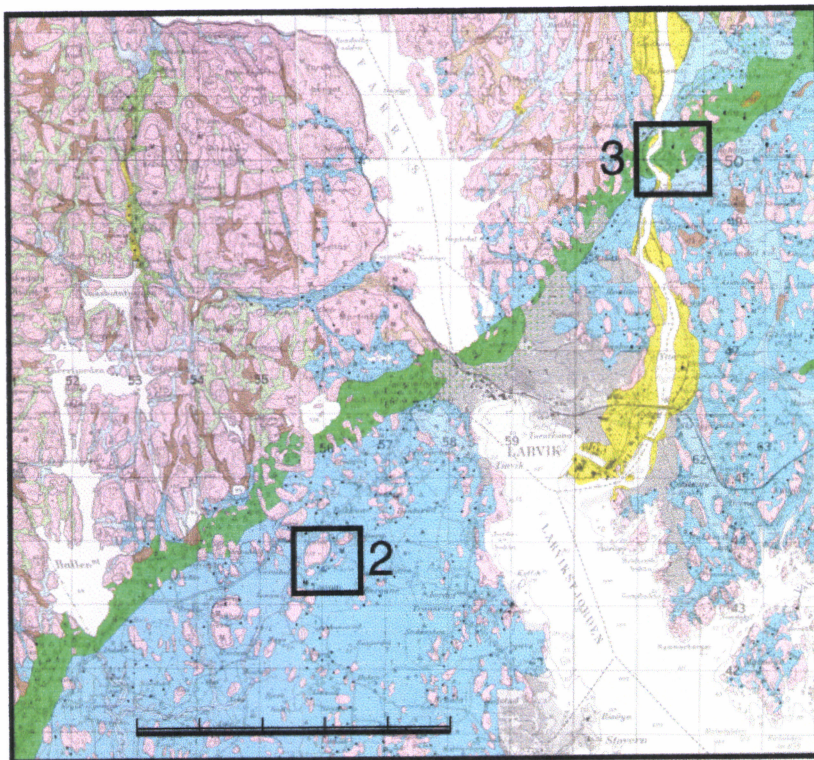
Denne lokaliteten er ikke avmerket på fig. 1. Feltet ligger i nordøstre del av Sandefjord kommune (UTM: 733 594), og mellom 55 – 60 m o.h.

Lave nord-sør orienterte åsrygger av grå 'larvikitt' preger området (Berthelsen et al. 1996). Mellom noen av disse ryggene finner en spor etter isavsmeltingen, som små områder med morenemateriale. Denne jordarten har blitt noe utvasket i overflaten (med anriking av stein og blokker) da havstranden sto i dette nivået for ca. 8 300 år siden (se vedlegg 3). Dette var i begynnelsen av 'postglasialt klimaoptimum', med varme og fuktig somrer og milde vintre. Oreskog vokste sannsynligvis nede ved stranden, mens tett edel-lauvskog vokste innenfor (Henningsmoen 1980).

Morenematerialet er det mest sannsynlige opphavet til strandavsetningene. Jordartene på stedet er klassifisert som strandavsetninger over havavsetninger (Olsen & Løwe 1984).

Hulveien er utviklet i middels grov sand som er ca. 1 m tykk og ligger over leire. I den søndre delen av feltet er strandavsetningene svært tynne og de ligger på morenemateriale. Mot nord tyner de ut mot finkornige havavsetninger.

Svakt utviklede podsolfiler finnes i toppen av strandavsetningene. Hvor lang tid det tar å utvikle podsolfiler diskuteres på side 8 (jordsmonnutvikling).



**Fig. 2** Kvartærgeologisk kart omkring lokalitetene 2 og 3. Utsnitt av kartbladene **Sandefjord** (Olsen & Løwe 1984) og **Porsgrunn** (Bergstrøm & Løwe 1988).

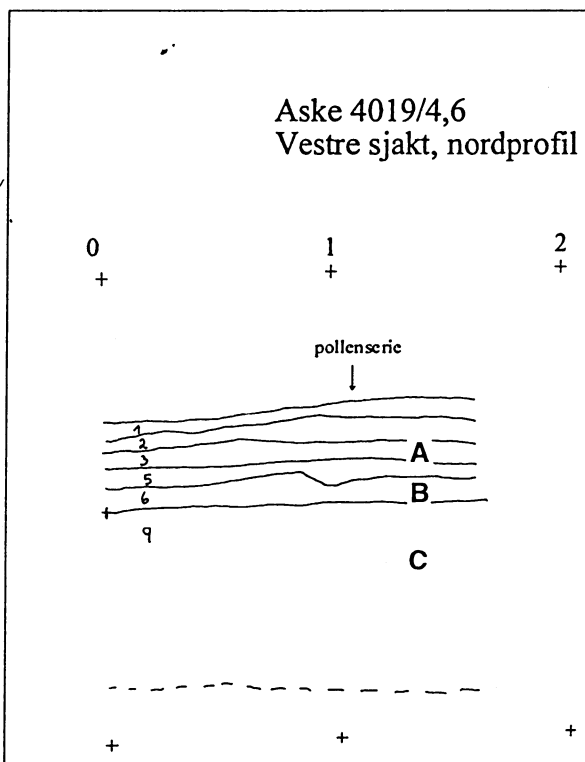
### 1. Aske i Brunlanes

Landskapet i Brunlanes er preget av larvikitt-koller (Dons & Jorde 1978). Rundt lokaliteten Aske (1 på fig. 1) finnes noen mindre fjellrygger og knauser formet av breen. Mellom knausene finnes tildels tykke strandavsetninger, vanligvis over havavsetninger. Usammenhengende soner med blokkrikt morenemateriale forekommer i hele området utenfor ræet (egen upublisert kartlegging 1970 – 72).

Også her er morenematerialet vanligvis kilden til strandavsetningene, som ble dannet for ca. 7 800 år siden når det gjelder lokaliteten ved Aske (vedlegg 3). Dette var midt i det 'postglasial klimaoptimum', og vegetasjonen i området var omtrent som ved Råstad, (beskrevet ovenfor). Lokal vegetasjonshistorie (Høeg 2000) dekker de siste 1 500 år, og det er klart at det har vært betydelig menneskelig aktivitet i området på den tiden (sannsynligvis også langt tidligere).

Flere hulveier er her utviklet i godt sortert mellomsand (tabell 1a, vedlegg 1a). Prøvene er tatt fra 'vestre sjakt, nordprofil' (fig. 3).

Det er bare antydning til jordsmonndannelse i toppen av mineraljorda på denne lokaliteten, men det er sannsynlig at rester av et begravd jordsmonn finnes på 35 til 48 cm dyp.



**Fig. 3** Lagdeling i strandavsetningene ved Aske. I 'vestre sjakt, nordprofil' er det tatt ut tre prøver: A, B & C for kornfordeling- og glødetapsanalyse. I vedlegg 1a er disse prøvene/lagene nummerert fra 1 til 3. **Lag A** er et B/C overgangsjikt. **Lag B** kan være et begravet A/B<sub>0</sub> overgangsjikt. **Lag C** er et C-sjikt.

## 2. Ulleberg i Brunlanes

Landskapet og berggrunn er den samme som ved Aske. Lokaliteten er vist på fig. 1 og 2. Detalkart er vist på fig. 4. Rundt Tanumåsen er det registrert moreneliknende avsetninger som er eldre enn raet, og de inneholder av og til mye stein og blokker. Sedimentene ved hulvei-lokaliteten er til dels tykke strandavsetninger dominert av sand (Bergstrøm & Løwe 1988). Denne lokaliteten lå i strandsonen for mellom 9 200 og 9 400 år før nåtid, og vegetasjonen innefor stranden har sannsynligvis vært en åpen eike- og furuskog (Henningsmoen 1980). Klimaet som hadde vært tørt og varmt, endret seg mot et fuktig og varmt klima hvor or innvandret, særlig i kystområdene.

Det er gravd et snitt gjennom tre hulveier. Prøvene er tatt i vestre ende av snittet, ved siden av hulveiene (fig. 5). Avsetningen er dominert av godt sortert mellomsand (tabell 1b, vedlegg 1a). I bunn av snittet finnes gruslag som til dels er sementert av jernoksider (antydning til 'grunnvanns-aurhelle'). Det er bare antydning til jordsmonndannelse i toppen av mineraljorda på denne lokaliteten. Det er sannsynlig at rester av et begravd jordsmonn finnes på 51 til 65 cm dyp på det stedet prøvene er tatt. Høeg (2000) har observert spor etter flere begravde markoverflater et annet sted i sjakten.



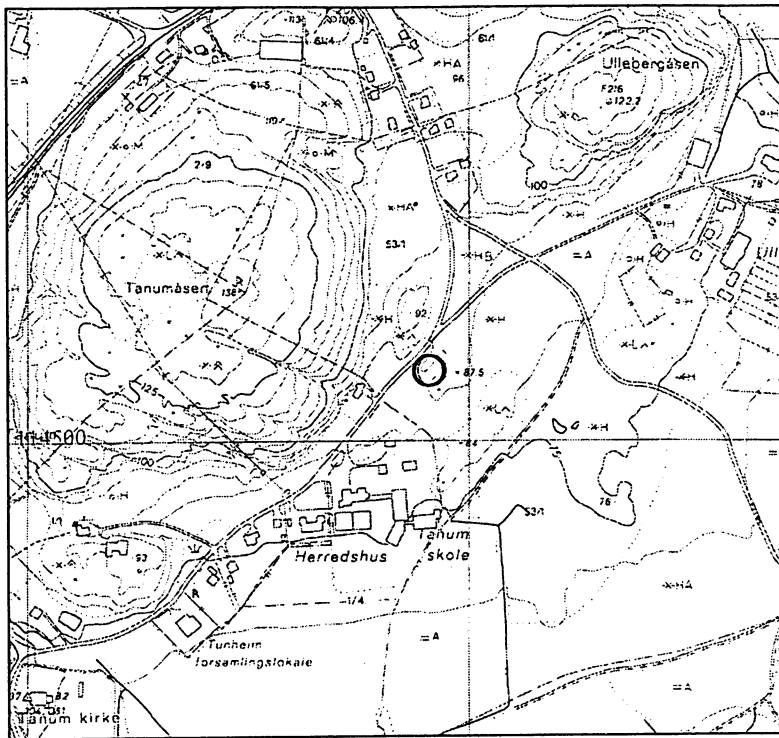


Fig. 4 Landskapet omkring Ulleberg (utsnitt av ØK: CG 024 –5- 1). Sirkelen markerer området med hulveier.

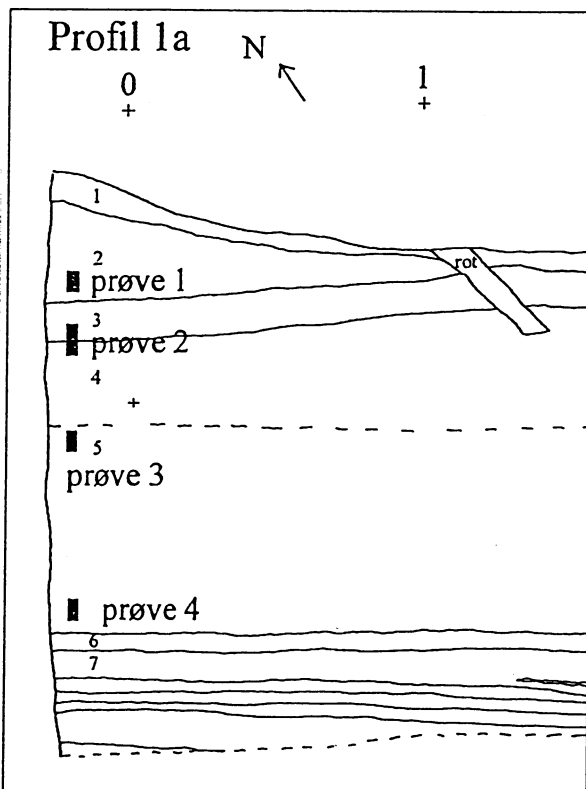


Fig. 5 Lagdeling i strandavsetningene ved Ulleberg. Lag A/B<sub>b</sub> (51 – 65 cm) er sannsynligvis et begravet overgangsjikt (del av gammel markoverflate / kulturjord ?). Det er også tatt ut en prøve fra C-sjiktet på 155 cm dyp.

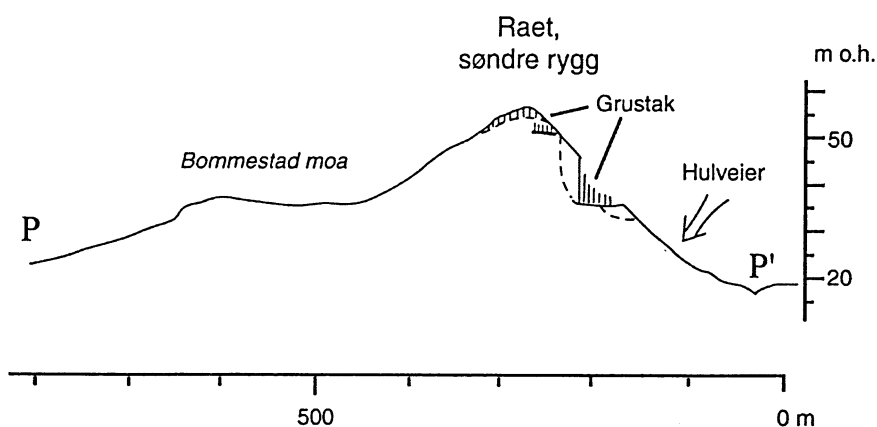
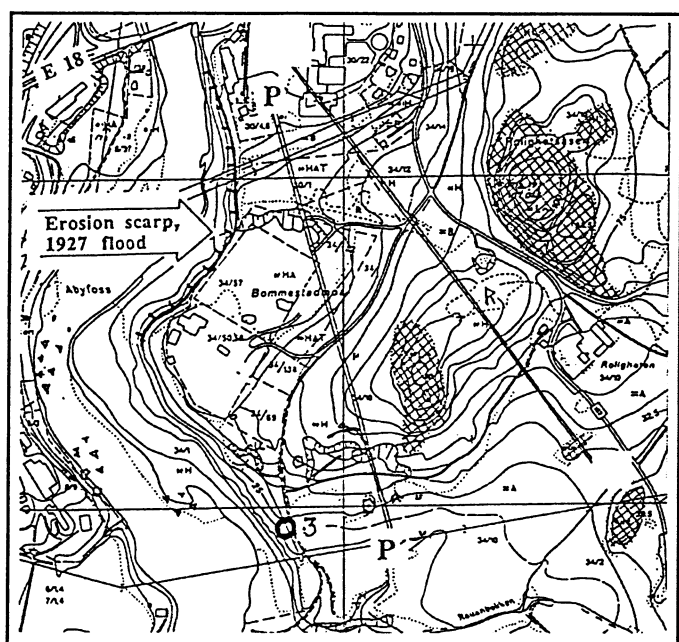
### 3. Roligheten, Bommestadmoa ved Larvik

Grå grovkrystallin larvikitt ligger under denne lokaliteten (Berthelsen et al. 1996). Også her er det utviklet et kollelandskap som 'ra-breen' har stoppet mot for 11 000 – 10 600 år-siden (Sørensen 1992a). Lokaliteten (fig. 1 og 2) ligger på sørskråningen av raet som består av strandavsetninger, selv om det kvartærgeologiske kartet (Olsen & Løwe 1984) viser havavsetninger like inn til raet (fig. 2). Detaljkart med terrengprofil er vist på fig. 6.

strandavsetninger, selv om det kvartærgeologiske kartet (Olsen & Løwe 1984) viser havavsetninger like inn til raet (fig. 2). Detalj kart med terrengprofil er vist på fig. 6. Lokalteten lå i strandsonen engang mellom 5 300 og 5 700 år før nåtid (vedlegg 3). Klima på den tiden var tørt og relativt kjølig (ca. 0,5 °C høyere middeltemperatur enn i dag (Lauritzen 1996), og raet var sannsynligvis dekket av eikeskog omtrent ned til stranda (Henningsmoen 1980).

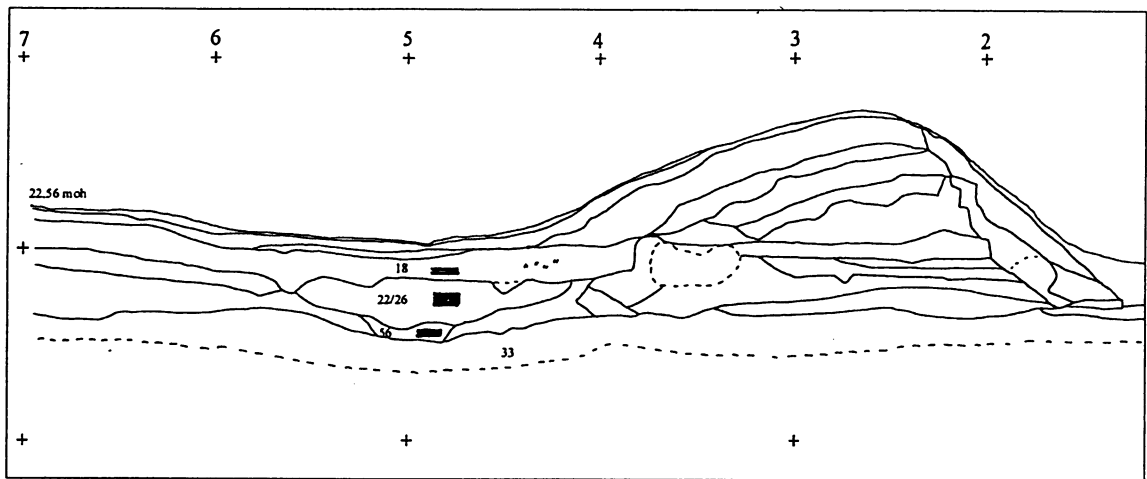
En gravhaug ligger like ved et par hulveier som går nedover skråningen i et granskogsområde. En må regne med at jordsmonnet i området rundt gravhaugen er 'forstyrret' (i forbindelse med byggingen av gravhaugen). Det ser ikke ut til at området har vært dyrket etter at gravhaugen ble bygd og hulveiene ble utformet.

Strandavsetningene tynner ut ved foten av skråningen, og de er bare 30 – 50 cm tykke ved hulvei-lokaliteten. Noen få meter mot sørvest er det en bratt skråning ned mot Lågen. Litt lenger oppe i elveløpet gikk det et stor jordskred i 1927, beskrevet av Holmsen (1931, se figur 6), men det er ikke noe som tyder på at det har vært resente utrasninger nær denne lokaliteten.

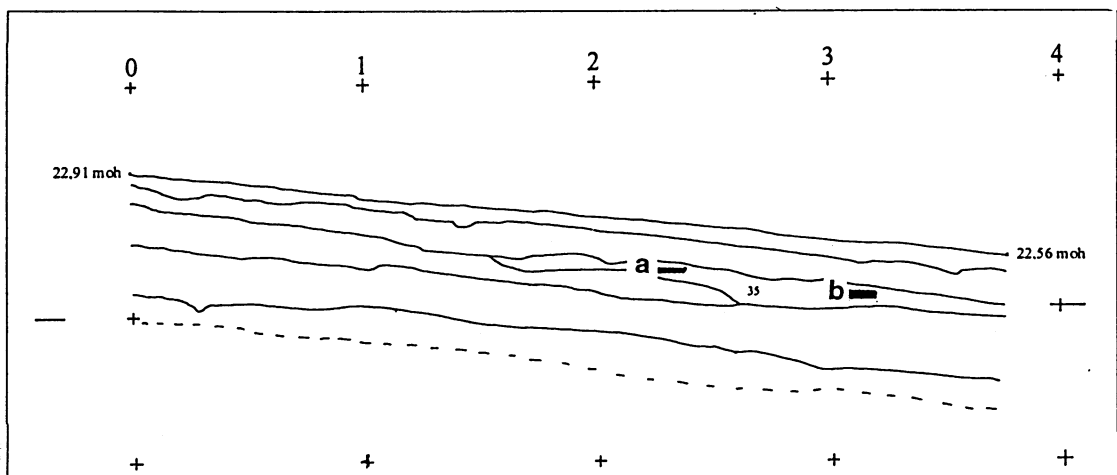


**Fig. 6** Landskapet omkring Roligheten ved Bommestadmoa (utsnitt av ØK: CH 026 -5- 3). (modifisert fra NORDQUA – IGCP 253 ekskursjons guide (Sørensen 1992b). Sirkelen (3) på terrengprofilen antyder beliggenheten av hulveier og gravhaug på sørskråningen av raet. Skraverte felter på kartet er bart fjell.

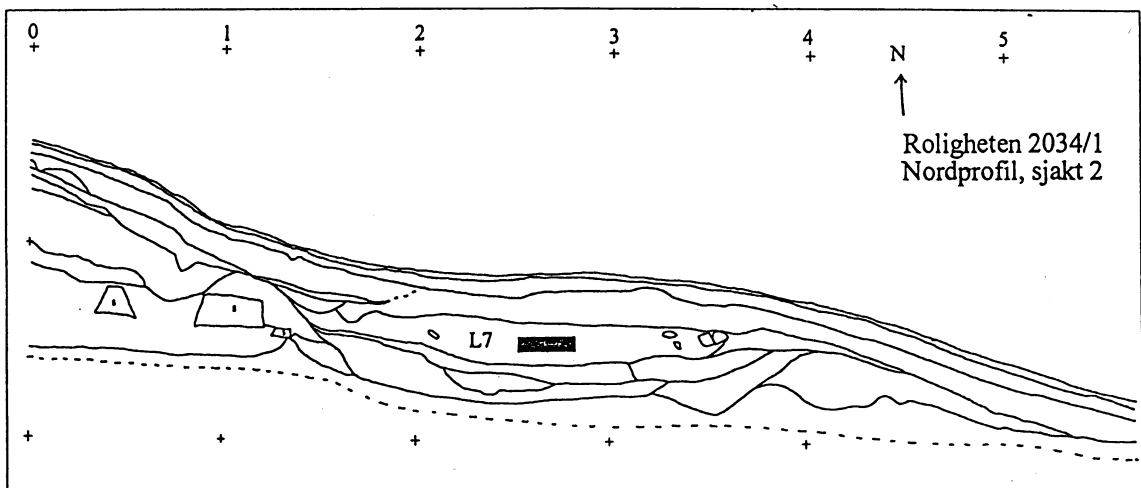




**Fig. 7a** Lagdeling i strandavsetningene og de forstyrrede lagene ved Roligheten. **Sjakt 1, sørprofil.** Lagene i profilet er definert i en arkeologisk sammenheng, og prøvene som det er gjort kornfordelings- og glødetaps-analyser på er avmerket.



**Fig. 7b** Lagdeling i strandavsetningene og de forstyrrede lagene ved Roligheten. **Sjakt 1, østprofil.** Lagene i profilet er definert i en arkeologisk sammenheng, og prøvene som det er gjort kornfordelings- og glødetaps-analyser på er avmerket.



**Fig. 7c** Lagdeling i strandavsetningene og de forstyrrede lagene ved Roligheten. **Sjakt 2, nordprofil.** Lagene i profilet er definert i en arkeologisk sammenheng, og prøven (L7) som det er gjort kornfordelings- og glødetaps-analyser på er avmerket.

## Metode

Prøveinnsamlingen ble gjort fra ferdig gravde snitt. Ved Aske og Ulleberg ble det tatt ca. 0,5 l. prøver fra forskjellige lag i den øvre delen av profilene og én prøve i C-sjiktet under jordsmonnet (se fig. 3 & 5). Ved Roligheten ble det tatt ut to store prøver (L22/26 sjakt 1, og L7 sjakt 2. Ca. 3 kg av hver) av det groveste materialet, mens de øvrige prøvene var ca. 0,5 l. Prøvene ble tatt fra forskjellige sjikt definert av T. Gansum (se fig. 7a, b & c).

Beskrivelsen av forskjellige sjikt i jordsmonnet følger Greve, Sperstad & Nyborg (1999). *A-sjiktet* finnes øverst i jordprofilet og er en blanding av organisk materiale (humus) og mineraljord, vanligvis med svart farge. I naturlig jordsmonn bruker en betegnelsen  $A_h$ , hvor liten 'h' indikere innblanding av humus. På dyrka mark (eller hvor det er tydelig at det har vært pløyd mark tidligere, f. eks. spor etter ard) brukes koden  $A_p$  -, hvor 'p' står for pløyd mark.

I vårt klima dannes det ofte et utvaskningslag ('bleikjordsjiktet') under *A-sjiktet*, og dette skal ha koden E (Eluviering). Tidligere ble dette kodet som  $A_e$ . På dyrka mark er dette laget vanligvis ødelagt under pløying. I nesten alle mineral-jordsmonn er det utviklet et *B-sjikt*, og utviklingen av dette er det sentrale konsept i moderne jordsmonnklassifikasjon, fordi *A-sjiktene* (og E) ofte blir forstyrret av pløying eller andre inngrep i overflaten.

I unge jordsmonn bruker en ofte koden  $B_w$ , hvor 'w' står for 'weak' (development). I podsoljord kan *B-sjiktet* ha forskjellig utforming etter hvordan det er dannet. På litt fuktige lokaliteter med høg produksjon av humus, vil en vanligvis få dannet et mørkebrunt - svart  $B_h$ -sjikt. På veldrenerte lokaliteter dannes det et rødbrunt  $B_s$ -sjikt, hvor 's' står for seskvioksider (jern- og aluminium-, samt noe mangan- og silisium-oksider). Mellomtyper vil kunne kodes  $B_{sh}$  eller  $B_{hs}$ , avhengig av om det er humus eller jern som er dominerende fargegiver. Hvis hele eller deler av et jordprofil er begravet under yngre sedimenter, bruket en liten 'b' etter sjiktbetegnelsen (for eksempel ved Ulleberg:  $A/B_b$ , fig. 5)

Undere *B-sjiktet* følger *C-sjiktet* som ikke er synlig påvirket av jordsmonndannende prosesser. *C-sjiktet* utgjør *opphavsmateriale* til jordsmonnet. Underliggende berggrunn kodes som R (regolitt), når berggrunnen er forvitret.

### *Kornfordeling*

Materialet større enn 2 mm er tørrsiktet (børstet gjennom siktesatsene 32, 16, 8, 4 og 2 mm). Det finere materialet er våtsiktet gjennom siktesatsene: 1, 0,5, 0,25, 0,13 og 0,06 mm. Bare på én av prøvene har det blitt utført 'hydrometeranalyse'. Metodene er de samme som brukes av Statens vegvesen (1983), og de er beskrevet av Solem i Neeb (1992). Basisdata er vist i vedlegg 2b. Median-korstorrelse og sortering (fig. 8) er beregnet utfra beskrivelse i Selmer-Olsen (1954).

### *Glødetap*

Prøvene ble veid ved naturlig fuktighet og tørket ved 105°C (vanninnhold er beregnet, med unntak av de to groveste prøvene ved Roligheten), og deretter 'glødet' i ovn ved 550°C. Glødetap er beregnet på materiale mindre enn 2 mm.

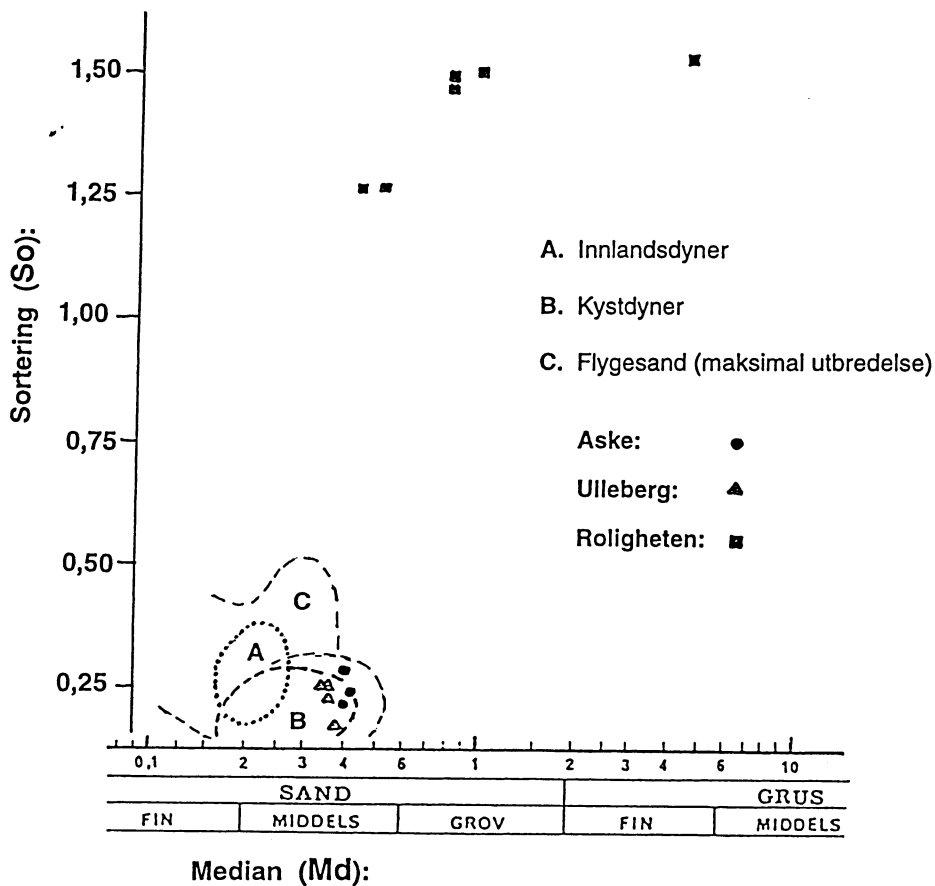
### *Bergartsanalyse*

I prøvene fra Roligheten (lok. 3, fig. 1), var det tilstrekkelig med grove partikler til at det kunne gjøres en bestemmelse av bergartstyper i fingrus-fraksjonene (se tabell 2, vedlegg 1a). Partikklenes rundhet ble vurdert i forhold til grusmaterialet i de store grustakene ovenfor.



## Sedimentbeskrivelse

En av de viktigste egenskapene til et sediment er kornstørrelse-sammensetning og -variasjon. Dette kan brukes til å antyde hvilke prosesser som kan ha transportert sedimentene. Andre egenskaper er lagdeling og strukturer. I dette tilfelle ser det ut til at opprinnelig lagdeling (hvis det har vært noen), har blitt maskert av jordsmonnprosesser, slik at det er fargeendringer nedover i snittet som er mest påfallende, med unntak av undergrunnsjorda (C-sjiktet) hvor primær lagdeling i strandavsetningene er tydelig.



**Fig. 8** Sortering (So) og median (Md) gruppering for hele prøvematerialet. Inndeling av forskjellige flygesand-miljø, og beregning av So og Md er fra Selmer-Olsen (1954). Grunnlaget for beregningene er presentert i vedlegg 2b.

### Kornfordeling

Avsetningene fra Aske og Ulleberg er svært like når det gjelder kornfordeling (se vedlegg 1a og 2a). Når disse prøvene plottes i et *Md/So*-diagram (fig. 8), kommer de i feltet for flygesand (maksimal utbredelse) og innenfor / i ytterkanten av feltet for 'kystdyner' (Selmer-Olsen 1954). Hvis en i første omgang vurderer løsmassene under de antatte begravde jordprofilene ved Aske og Ulleberg, er de uten tvil strandavsetninger. Ved den høyestliggende lokaliteten, Ulleberg, kan det ha vært noe flygesandaktivitet i strandsonen på den tiden (se lokalitets-beskrivelsen over), mens det er lite sannsynlig med slik aktivitet ved den lavereliggende (og yngre) lokaliteten Aske (på grunn av klimatiske – vegetasjonsmessige forhold).

De øvre prøvene fra Ulleberg og Aske (som begge er tatt fra lag *over* mulige begravde jordprofiler) plotter også i feltet for 'kystdyner', men på den tiden de begravde jordsmonn (eller mulige kulturlag) ble dannet, må de to lokalitetene ha ligget langt inne i landet i et kulturlandskap eller åpent skogslandskap.

Overflate erosjon av rennende vann -, eller vind, vil kunne produsere sedimenter med samme kornfordeling. Det er derfor ikke mulig å si med sikkerhet, hvilken av de to nevnte prosesser som har transportert sanden på de to lokalitetene.

Det dreier seg om akkumulasjon av ca. 20 cm sand ved Aske, og ca. 50 cm ved Ulleberg, og når en tar terrengets helling i betraktning (ca. 5,5 % ved Ulleberg og 1–2 % ved Aske), er ikke disse verdiene særlig høye. Lengden på skråningen og størrelsen på vegetasjonsfattig areal er også av betydning når en skal vurdere erosjon. Tidsfaktoren er ukjent, men noen få hundre år med erosjon fra nærliggende dyrka jordarealer vil sannsynligvis være tilstrekkelig.

Prøvene fra Røligheten har medianverdier fra middels sand til fingrus, og de er betydelig dårligere sortert enn avsetningene fra Aske og Ulleberg (fig. 8).

Ved foten av raet skulle en forvente finkornige og godt sorterte strandavsetninger over leire. De sedimentprøvene som er tatt fra denne lokaliteten kan ha blitt transportert dit på to måter:

1. Som en slamstrøm fra høyereliggende partier på raet da havet sto betydelig høyere enn lokalitetens nivå. Opphavsmaterialet må i så fall ha vært morene- eller strandavsetninger fra toppen av raet. På grunn av den bratte skråningen kan dette ikke utelukkes.
2. Materialet er fraktet dit av mennesker, og slikt materiale finnes også for dette alternativet fra grustak et par hundre meter ovenfor -, på raet.

Alternativ 2 er uten tvil det mest sannsynlige, fordi prøvene er tatt fra kulturlag (fig. 7, Gansum 2000d). De har preg av å være blandet med den 'lokale' finkornige jorda, og de har et høyt glødetap (tabell 3, vedlegg 1b). De eksisterende grustak like ovenfor lokaliteten har materialer med dårlig sortering, liknende median-verdier og omtrent identisk sammensetning av bergartstyper i grusfraksjonen (tabell 2, vedlegg 1a), men de er fri for organisk materiale (< 1,5 % glødetap) (data fra egne upubliserte undersøkelser).

### *Glødetap*

I disse sandige jordartene representerer glødetapet hovedsakelig organiske planterester eller humus som har blitt vasket ned i profilet. Et mindre bidrag fra jern-humuskomplekser er sannsynlig i B-sjiktene. Andre organiske rester kan bidra, som for eksempel hestegjødsel i og langs veiene, men slikt materiale brytes ned svært raskt og vil sannsynligvis være borte etter noen ti-talls år. I grovkornede og porøse jordarter vil organisk materiale brytes ned raskere enn i silt og leirholdig jord, derfor kan en ikke trekke for bastante slutninger på grunnlag av disse dataene.

Prøvene fra Aske og Ulleberg som er beskrevet som mulige begravde jordsmonn, har et noe høyere glødetap enn prøvene over og under (tabell 3, vedlegg 1b). Tallene underbygger derfor i en viss grad de jord-morfologiske indikasjonene.

Prøvene fra Røligheten har høye glødetapsverdier (6 – 8 %), og det er høyt også i forhold til vanlig kulturjord. Innhold av kull i prøvene kan være årsak til de høye verdiene. Dataene er presentert i tabell 3 (vedlegg 1b).

### *Bergarts sammensetning*

For å få et pålitelig bilde av bergartsammensetningen burde det ha vært talt mellom 100 og 200 gruspartikler. De gitte data (tabell 2, vedlegg 1a) gir derfor bare en tilnærmet riktig fordeling. 'Lokale' bergarter er i denne sammenhengen rødlig – grå larvikitter og nefelinsyenitter.

Det karakteristiske for prøvene (med unntak av L 35b) er det store innholdet av langtransporterte bergarter (ca. 50 %). Dette er typisk for raet (og andre israndavsetninger).

### **Diskusjon**

Alle de besøkte hulveiene er dannet i strandavsetninger, men forholdene ved Roligheten er noe spesielle, se nedenfor. De sandige strandavsetningene er svært utsatt for erosjon når vegetasjons-dekket fjernes / reduseres. I tillegg til avsetningstype vil også hellingsgraden og lokalitetens 'nedslagsfelt' i forhold til overflateerosjon, ha stor betydning når det gjelder vannerosjon.

### *Opphavsmateriale*

Strandavsetningene vil i de aller fleste områder være utvasket fra grovkornige 'primær'-avsetninger som f. eks. morene- og breelv materiale. Klima på den tid strandavsetningene ble dannet, vil ha en viss innflytelse på strandavsetningenes korngradering (høy frekvens av stormer vil gi grovkornige og sterkt lagdelte avsetninger). Kystens eksponering da lokaliteten lå i strandsonen vil også være viktig. I dette tilfelle er avsetningene svært godt sortert (med unntak av forholdene ved Roligheten), noe som tyder på moderat bølgeaktivitet over en lang periode, samt at lokalitetene Råstad, Aske og Ulleberg har ligget forholdsvis skjernet da de var i kystsonen.

Tolkningen av de øverste sandlagene ved Aske og Ulleberg er vanskelig. På grunnlag av de analysene som er gjort, er det ikke mulig å si med sikkerhet om sanden er fraktet med rennende vann, eller om det er vinderosjon fra vegetasjonsfrie arealer i nærheten av lokalitetene. Kyst-sanddyner som er dannet i steinalder – jernalder, på Vesterøya ved Sandefjord, på Sandøy, søndre Tjøme og på Slagenstangen ved Horten, har en annen kornfordeling (mindre median-diameter) enn prøvene fra Aske og Ulleberg. Dette er antydnet på kurvedigrammene i vedlegg 2b.

Undersøkelser av sandige avsetninger som er dannet ved 'flateerosjon' av rennende vann i Tanzania (Sørensen et al. 2000) har kornfordelingskurver som er helt sammenfallende med forholdene på Aske og Ulleberg. Jeg antar derfor at erosjon og transport med rennende vann er den mest sannsynlige prosess som dannet de øvre sandlagene ved Aske og Ulleberg.

Det er utført pollenanalyse både ved Aske og Ulleberg (Høeg 2000). På begge stedene er det funnet granpollen langt nede i sedimentene, til 71 cm dybde ved Aske, og til 142 cm ved Ulleberg. Disse lagene kan derfor være yngre enn ca. 1200 år BP (Høeg 2000), men i den porøse sanden kan en ikke se bort i fra at en del pollenkorn er nedvasket, og dette vil vanskeliggjøre tolkningen av de dypeste lagene. Hvis tolkningen av gamle markoverflater er riktig (68 cm dyp ved Aske, og 120 cm dyp ved Ulleberg), betyr dette at overliggende sedimenter er transportert dit av vann eller vind (se ovenfor). Dette fører til ytterligere tolkningsproblemer for pollenanalysen.

Prøvene som inneholder rikelig med pollen, reflekterer likevel ganske sikkert hovedtrekkene av vegetasjon i omgivelsene da lagene ble avsatt. De 'primære' strandavsetningene på begge lokaliteter, er dannet langt tidligere enn pollenanalysen viser.



Løsmassefordelingen på sørskråningen av raet, ved Roligheten, kompliseres noe ved at det er bygd en gravhaug like ved hulveiene, og noe av overflatemassene omkring kan ha vært brukt til dette. Terrenget heller ca. 8 % ved hulvei-lokaliteten, og det kan ikke utelukkes at naturlige skråningsprosesser som utrasninger, kan ha forekommet under landhevningen. Detaljert kartlegging på skråningen kunne sannsynligvis avklart dette, men det var det ikke tid til da lokaliteten ble besøkt. Som nevnt ovenfor, er den mest sannsynlige forklaring på forekomsten av grove og dårlig sorterte masser på stedet, at grusholdig 'morene' har blitt fraktet dit av mennesker, kanskje for å redusere erosjon i hulveiene og stabilisere skråningen.

### *Jordsmonnutvikling*

Det velutviklede podsolprofilen ved Råstad kan indikere at markoverflaten ved siden av hulveien har vært stabil i lang tid (kanskje et par tusen år), og at det har vært skog eller utmark nær lokaliteten i det samme tidsrom.

Ved Aske og Ulleberg er det registrert begravde markoverflater. Med støtte i pollenanalysen (Høeg 2000) kan en anta at utviklingen av de begravde jordsmonnprofilene sannsynligvis har skjedd etter graninnvandringen (ca. 1200 BP, AD 800). Jordsmonnutviklingen er svak til moderat, og omtrent av samme karakter som det yngste jordsmonnet som er utviklet fra nåtidens markoverflate.

Under spesielle betingelser (i grove og næringsfattige jordarter) kan podsolprofiler dannes i løpet av 120 år i Nord-Sverige (Tamm 1950). Det tar ikke mer enn et par hundre år å utvikle slike svakt podsoliserte jordsmonn i godt sortert sandjord på Østlandet (Gjems 1967). Undersøkelser i flygesand fra Nord-Finland viser at det tar mer enn 350 år å utvikle et 'synlig' podsolprofil (Jauhiainen 1972). Fullt utviklede podsolprofiler dannes i løpet av 500 til 1000 år (Birkeland 1974). Grovkornede og næringsfattige jordarter utvikler raskere et podsolprofil, enn mer finkornede jordarter med høyt næringsinnhold. Hvis jordarten inneholde betydelige mengder finstoff (silt og leire), vil det ikke utvikles podsolprofiler i det hele tatt.

De aktuelle sandjordartene i søndre Vestfold er relativt næringsrike, slik at det er sannsynlig at det tar minst 500 år for å utvikle et tydelig bleikjordsjikt (E-sjikt) og et tilsvarende utfellings-sjikt (Bs-sjikt).

Ved Roligheten finnes det relativt tykke kulturlag (med høyt glødetap), som ikke viser noen klar jordsmonnutvikling. Under kulturlagene finnes finkornige havavsetninger, og grensen til de overliggende lagene er tydelig og plan.

### **Konkluderende bemerkninger**

Hulveiene ved Råstad Østre, Aske og Ulleberg er utviklet i strandavsetninger med godt sortert, middels sand, mens løsmassene ved Roligheten er av en annen type (fig. 8).

Kornfordelingsanalyser er en god metode for å vise slike forskjeller. Glødetapsanalyser kan gi viktig supplerende informasjon, men de kan ofte være vanskelig å tolke.

Vegetasjon på godt sorterte strandavsetninger blir fort skadet av tråkk fra dyr og mennesker og dette vil føre til erosjon, selv ved liten hellingsgrad.

Forholdene ved Aske og Ulleberg tyder på at flate-erosjon fra dyrkede arealer, periodevis har vært vanlig i sandige avsetninger gjennom de siste tusen år eller mer.

I studier av kulturlandskapet bør informasjon om geologiske forhold og jordsmonnutvikling, alltid kombineres med effektene av forskjellige menneskelige inngrep.

### Takkerord:

Tegnerne Åslaug Borgan og Berit Hopland har hjulpet meg med figurene og digitaliseringen av disse. Institutt for jord- og vannfag har stilt til rådighet laboratorier og utstyr. Det har vært en god meningsutveksling mellom oppdragsgiver, Terje Gansum, og meg under utformingen av rapporten. En hjertelig takk til alle.

## Litteratur

- Bergstrøm, B. & Løwe, A. 1988. PORSGRUNN 1713 II – Kvartærgeologiske kart 1 : 50 000  
*Norges geologiske undersøkelse.*
- Berthelsen, A., Olerud, S. & Sigmond, E.M.O. 1996. Geologisk kart over Norge, berggrunnskart OSLO 1 : 250 000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Birkeland, P.W. 1974. Pedology, Weathering, and Geomorphological Research. Oxford University Press, New York. 285 pp.
- Dons, J.A. & Jorde, K. 1978. Geologisk kart over Norge, berggrunnskart SKIEN 1 : 250 000. *Norges geologiske undersøkelse.*
- Gansum, T. 2000a. Arkeologisk undersøkelse av hulveg. Aske 4019/4,6  
Larvik kommune i Vestfold. Innberetning fra Hulvegprosjektet i Vestfold. Rapport 2000:2. Vestfold fylkeskommune & Statens vegvesen Vestfold.
- Gansum, T. 2000b. Arkeologisk undersøkelse av hulveg. Råstad Østre 63/2  
Sandefjord kommune i Vestfold. Innberetning fra Hulvegprosjektet i Vestfold. Rapport 2000:4. Vestfold fylkeskommune & Statens vegvesen Vestfold.
- Gansum, T. 2000c. Arkeologisk undersøkelse av hulveg. Ulleberg 4053/1,  
Larvik kommune i Vestfold. Innberetning fra Hulvegprosjektet i Vestfold. Rapport 2000:6. Vestfold fylkeskommune & Statens vegvesen Vestfold.
- Gansum, T. 2000d. Arkeologisk undersøkelse av hulveg. Roligheten 2034/1,  
Larvik kommune i Vestfold. Innberetning fra Hulvegprosjektet i Vestfold. Rapport 2000:7. Vestfold fylkeskommune & Statens vegvesen Vestfold.
- Gansum, T. (in prep.) Hulvegprosjektet i Vestfold. *Vitenskapelig rapport skal ferdigstilles innen år 2000.*
- Gjems, O. 1967. Studies on clay minerals and clay-mineral formation in soil profiles in Scandinavia. Meddelelser Det Norske Skogforsøksvesen 81, (Bd. 21), 300-415.
- Greve, M.H., Sperstad, R. & Nyborg, Å. 1999. Retningslinjer for beskrivelse av jordprofil. Versjon 1.0. NIJOS rapport 37/99, 1-121.
- Henningsmoen, K.E. 1979. En karbon-datert strandforysnyingskurve fra søndre Vestfold. *I: Nydal, R., Westin, S.; Hafsten, U. & Gulliksen, S. (red.) Fortiden I søkelyset – 14Cdatering gjennom 25 år. Trondheim, 239-247.*
- Henningsmoen, K.E. 1980. Trekk fra floraen i Vestfold. *I: Møller, V. (red.) VESTFOLD, Bygd og by i Norge, 163-175.*
- Holmsen, G. 1931. Elvebruddet ved Åbufoss i Numedalslågen. *Norsk geologisk tidsskrift* 12, 315-321.
- Høeg, H. I. 2000. Rapport over en pollenanalytisk undersøkelse av prøver fra hulvei, Aske i Brunlanes, Larvik kommune, Vestfold. 5 s. + 2 diagrammer.
- Jauhiainen, E. 1972. Rate of podzolization in a dune in Northern Finland. *Societas Scientiarum Fennica* 42, 33-44.

- Lauritzen, S.-E. 1996. Calibration of speleothem stable isotopes against historical records: a Holocene temperature curve for north Norway. *In: Lauritzen, S.-E. Climatic Change: the Karst Record, vol. 2. Karst Waters Institute Special Publication, Charles-Town, 78-80.*
- Olsen, K.S. & Løwe, A. 1984. SANDEFJORD 1813 III, kvartærgeologiske kart – M 1 : 50 000 *Norges geologiske undersøkelse*
- Selmer-Olsen, R. 1954. Om norske jordarters variasjon i korngradering og plastisitet. *Norges geologiske undersøkelse* 186, 1-102.
- Solem, K. (1992). Kornfordeling. *I: Neeb, P.-R. (red.) BYGGERÅSTOFFER – Kartlegging, undersøkelser og bruk. Norges geologiske undersøkelse - Tapir, Trondheim. 374 s.*
- Sørensen, R. 1992a. The physical environment of Late Weichselian deglaciation of the Oslofjord region, southeastern Norway. *Sveriges Geologiska Undersökning Ser Ca 81, 339–346.*
- Sørensen, R. 1992b. NORDQUA – IGCP 253 excursion on the western side of Oslofjord, 29.September 1992. Excursion Guide. Department of Soil Science, Agricultural University for Norway. 16 p.
- Sørensen, R. , Murray, A.S., Kaaya, A.K. & Kilasara, M. 2000. Stratigraphy and Formation of a Late Pleistocene Colluvial Apron in Morogoro District, Central Tanzania. *Palaeoecology of Africa*, (akseptert manuskript).
- Statens vegvesen 1983. Laboratorieundersøkelser. Håndbok 014. 2. utgave.
- Tamm, O. 1950. Northern coniferous forest soils. Scrivener, Oxford.



Tabell 1a *Kornfordeling: Aske i Brunlanes, fig. 3.* (Larvik kommune)

Prøve nr:	Grus	Grovsand	Mellomsand	Finsand	Silt + leir
/ -dyp	64 – 2 mm	2–0,6 mm	0,6–0,2 mm	0,2–0,06 mm	< 0,06 mm
1 20 – 25 cm	2	18	65	5	10
2 35 – 48	3	21	65	4	7
3 ca. 70	2	15	76	5	2

Tabell 1b *Kornfordeling: Ulleberg i Brunlanes, fig. 5.* (Larvik kommune)

Prøve nr:	Grus	Grovsand	Mellomsand	Finsand	Silt + leir
/ dyp	64 – 2 mm	2–0,6 mm	0,6–0,2 mm	0,2–0,06 mm	< 0,06 mm
1. ca. 35 cm	1	11	77	8	3
2 51 – 65	0	15	67,5	8,5	9
3 ca. 90	0	13	73	10	4
4 ca. 155	2	8	82,5	6,5	1

Tabell 1c *Kornfordeling: Roligheten, Bommestad i Hedrum, fig. 7a, b og c.* (Larvik kommune)

Prøve nr:	Grus	Grovsand	Mellomsand	Finsand	Silt + leir
	64 – 2 mm	2–0,6 mm	0,6–0,2 mm	0,2–0,06 mm	< 0,06 mm
1. L 22/26 sj. 1s*	38	17	25	12	8
2. L 7 sj. 2n*	42	15,5	24,5	11	7
3. L 56 sj. 1s.	24	19	24	13	20
4. L 18 sj. 1s	29	18	26	15	12
5. L 35a sj. 1ø	39	14	16	13	18
6. L 35b sj. 1ø	60	10	11	8	11

\* 'Store prøver': 1: 2,86 kg 2: 3,44 kg

Tabell 2 *Bergartsammensetning: i fire prøver fra Roligheten, Bommestad*

Prøve lok.:	L 22/26 sj. 1, > 16	L 7 sj. 2, > 16	L 18 sj. 1, 16-4	L 35b, 16-8
<b>/ Bergart:</b>				
Rød-grå larvikitt	14,2	20,0	26,3	61,5
Nefelinsyenitt	14,2	20,0	21,1	15,5
Andre dyp ba.	19,1	20,0	15,8	-
RP – lavaer	9,5	10,0	10,5	8,0
Sedimentære ba.	14,3	5,0	10,5	-
Hornfels	4,8	-	-	7,5
Fyllitt	4,8	-	-	-
Kvartsitt	-	10,0	-	-
Gneis	-	10,0	5,3	7,5
Amfib. - diabas	4,8	-	10,5	-
Andre, ikke ident.	-	5,0	-	-
<b>Talte partikler:</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>13</b>

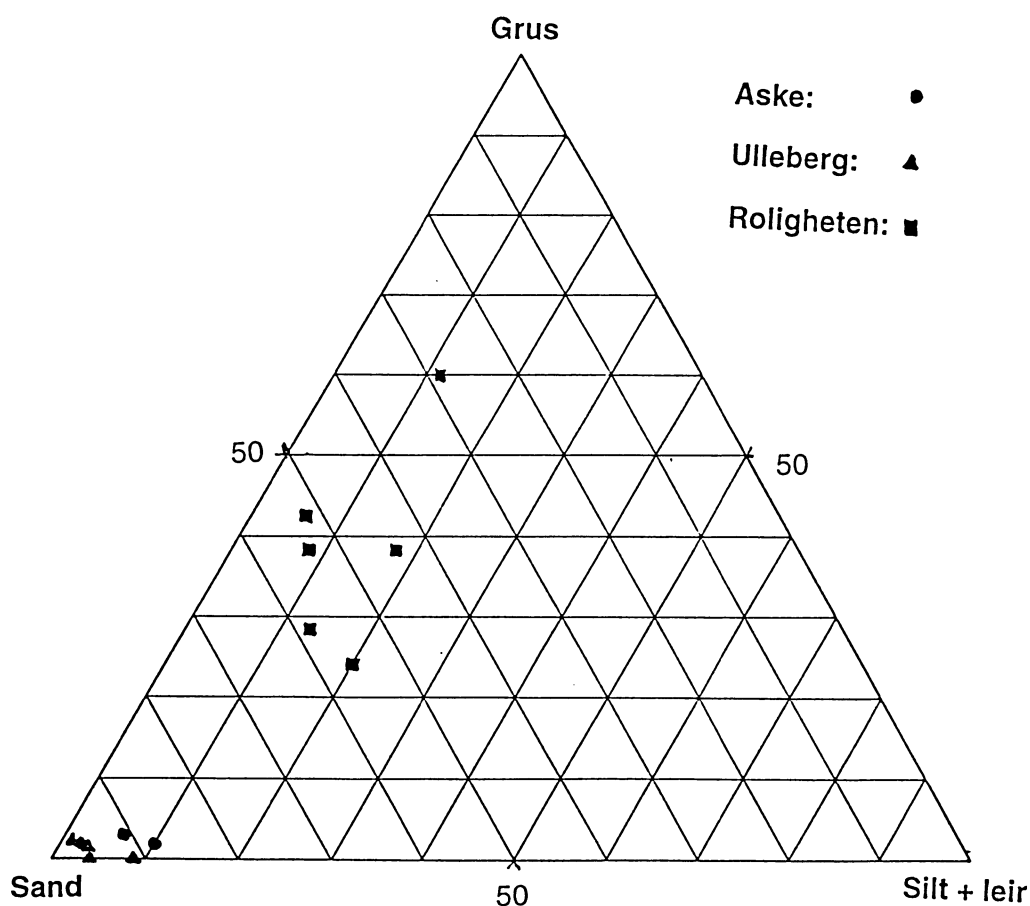
Tabell 3 Glødetap og vanninnhold

Roligheten, Bommestad							
Prøve lok:		L 18	L 35a	L 35 b	L 56	L 22/26	L 7
Vanninnh. %		16,7	16,0	13,0	14,6	-	-
Glødetap %		6,9	8,2	6,7	6,2	2,9	2,2

Vanninnhold er ikke bestemt i de grusige prøvene.

	Ulleberg:			Aske:		
Prøve dybde:	35 cm	51-65	ca.90	20-25 cm	35-48	ca. 70
Vanninnh. %	3,1	8,3	6,0	10,1	8,6	4,0
Glødetap %	1,2	1,9	1,2	3,1	3,0	1,5

Vedlegg 2a



### Trekantdiagram med gruppering av kornfordelingsdata fra Aske, Ulleberg og Roligheten.

Sorterings- og median-definisjon (Selmer-Olsen 1954).

Beregnet utfra kornfordelingskurvene i vedlegg 2b.

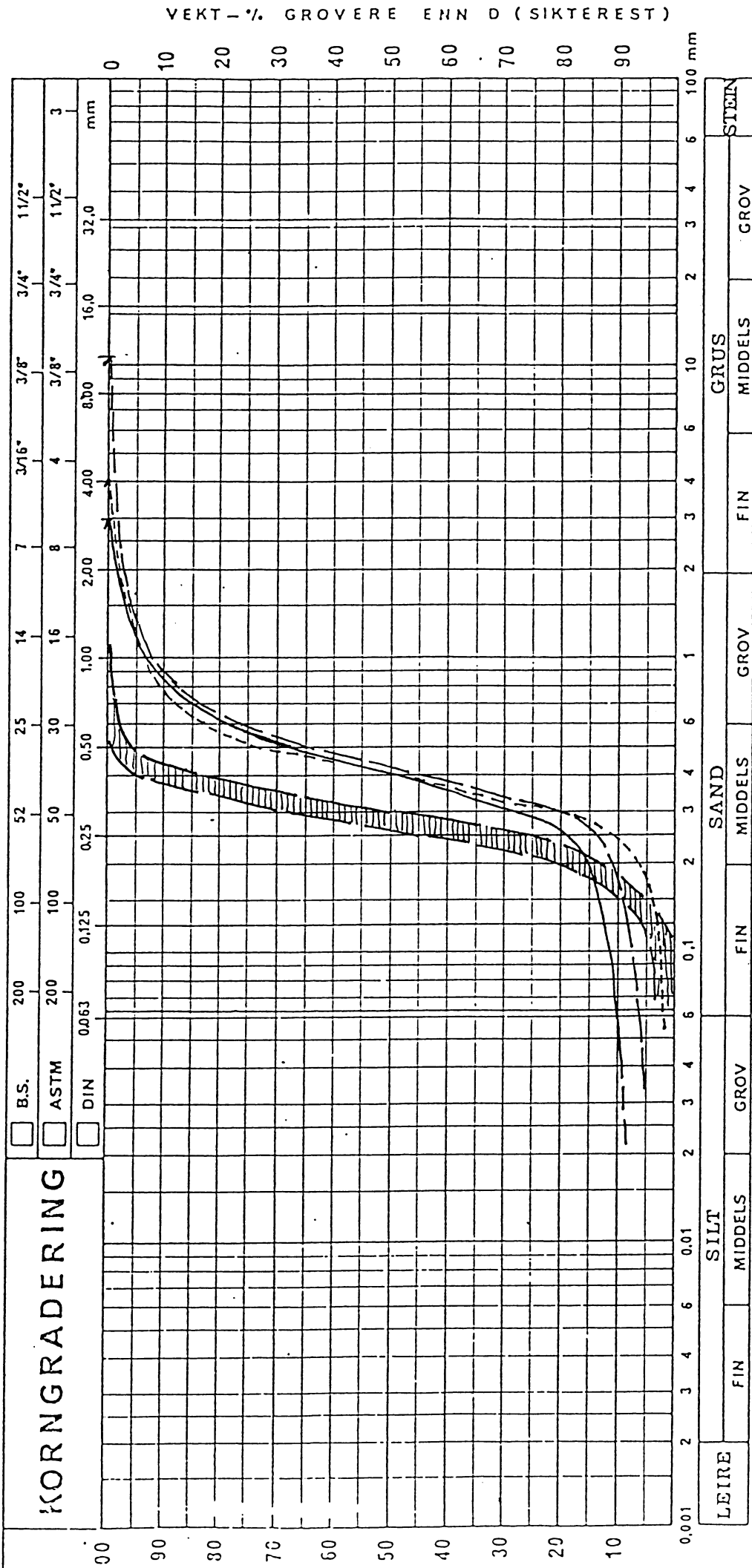




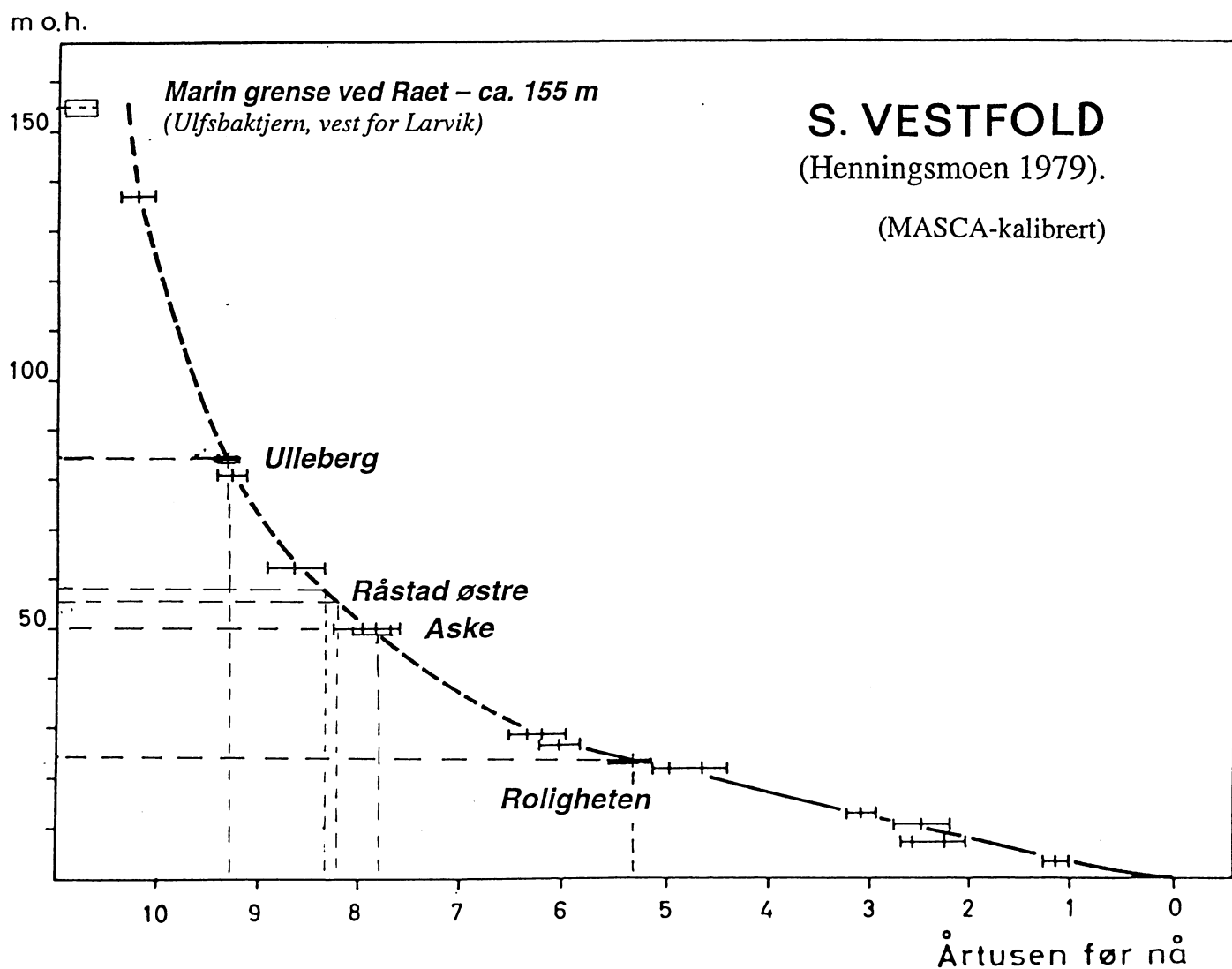




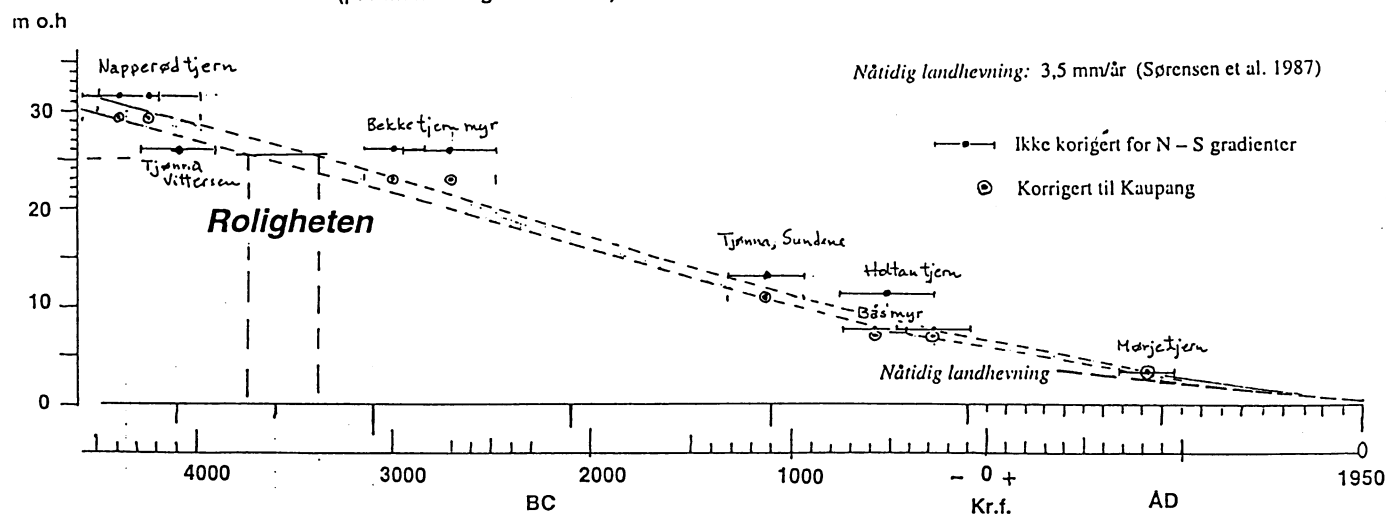
Vedlegg 2b



PROVE-SERIE NR.	DYBDE Cm	MATERIALBESKRIVELSE	SAND			SILT			ANMERKNING	METODE	
			Fin	Middels	Grov	Fin	Middels	Grov		Torr sikt	vål torr sikt
—	20-25	Aske-Berg i Bunnanes	11d.	50.	0,28	2	38	10.			
---	35-48	—	0,42	0,24	3	90	7.				
-----	70	—	0,40	0,24	2	96	2.				



Kalibrert strandforskyvningskurve for Kaupangområdet  
(preliminær utgave – RS 99)



Dendrokronologisk korreksjon utført av Steinar Gulliksen, Trondheim <sup>14</sup>C-laboratoriet, høsten 99.

Revidert utgave av deler av kurven over (Henningsmoen 1979).