

---

# En pollenanalytisk og kvartærgeologisk undersøkelse i Lom og Vågå, Ottadalen.

Tor Fosheim



Hovedoppgave i geologi  
Institutt for geofag  
Universitetet i Oslo  
Våren 2007

---

## **FORORD**

**Denne cand. scient. oppgaven i geologi er utført ved Universitetet i Oslo, Institutt for geofag.**

**Jeg vil rette en varm takk til mine to veiledere Kari Henningsmoen og Bjørn G. Andersen for utmerket faglig veiledning underveis i hovedfagsarbeidet.**

**Siden begge nå er pensjonert fra instituttet, vil jeg takke min interne veileder Professor Bjørg Stabell for oppmuntring til å fullføre denne oppgaven.**

**En stor takk til Helge I. Høeg for assistanse i felt og for all hjelp med å ferdigstille diagrammene. Jeg vil også takke dr. scient. Helga Gunnarsdottir for all hjelp i oppstarten av arbeidet, og nå avdøde Astri Dugan og Sverre Løkken for hjelp til preparering og feltarbeid.**

**Til slutt en stor klem til mine to jenter hjemme, Rita og Oda Kristine, for enorm forståelse og oppmuntring underveis og ikke minst nå i innspurten av oppgaven.**

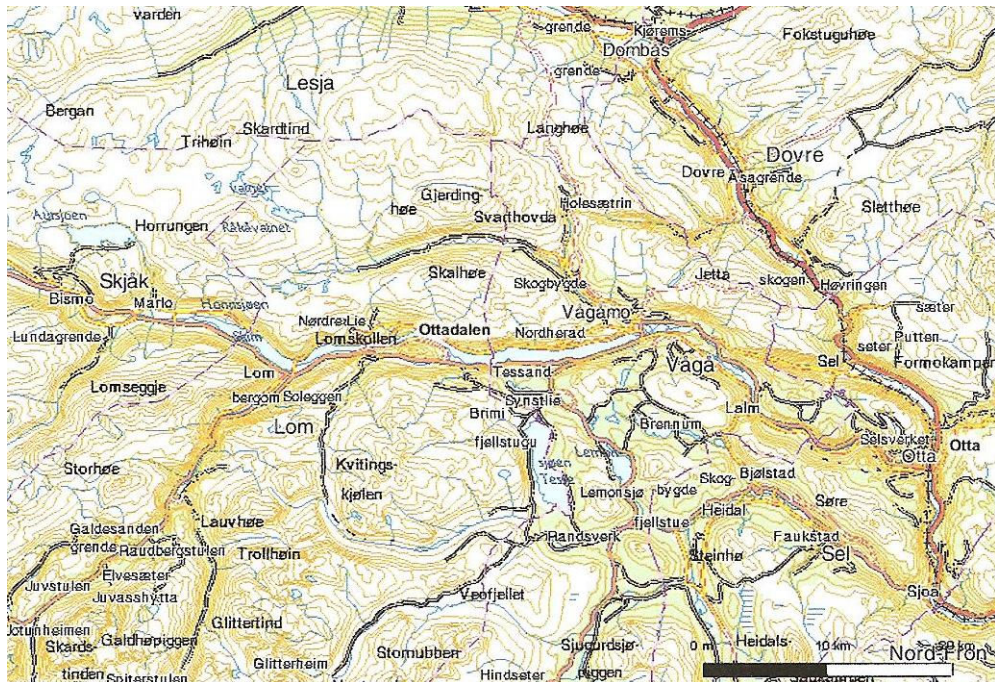
# INNHold

---

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>UNDERSØKELSESONRÅDET</b>	<b>7</b>
2.1	GEOGRAFI	7
2.2	BERGGRUNNEN I LOM OG VÅGÅ	7
2.3	KVARTÆRGEOLOGI, OTTTADALEN	9
2.4	KVARTÆRTIDEN	9
2.5	ISKULMINASJON - ISBEVEGELSE	10
2.5.1	ISKULMINASJON	10
2.5.2	ISBEVEGELSE	11
2.6	ISDIRIGERT DRENERING AV SMELTEVANNET OG AVSETNINGER I OTTADALEN	13
2.7	BLOKKHAV	16
2.7.1	DEFINISJON	16
2.7.2	UTBREDELSE I SØR NORGE	17
2.7.3	NÅR BLE BLOKKHAVENE DANNET OG HVORDAN BLE DE BEVART?	17
2.7.4	ISFRIE OMRÅDER – NUNATAKKER	18
2.7.5	BEVARING AV BLOKKHAV UNDER EN KALD IKKE EROSIV BRE	19
2.7.6	KONKLUSJON BLOKKHAV VED BLÅHØ	19
2.8	KLIMA	20
2.9	VEGETASJON	22
2.10	KULTUR	23
<b>3</b>	<b>METODE</b>	<b>25</b>
3.1	FELTARBEID	25
3.2	LABORATORIEARBEID	25
3.3	ANALYSEARBEID	26
3.3.1	POLLENANALYSE	26
3.3.2	POLLENDIAGRAM	26
3.4	<sup>14</sup> C DATERINGER	27
<b>4</b>	<b>ANALYSERESULTATER - POLLENSONE BESKRIVELSE</b>	<b>29</b>
4.1	SKJELLOM, 540 M O.H.	29
4.2	AASLII, 905 M O.H.	36
4.3	VAMTJØRNMYRI, 400 M O.H.	42
4.4	JETTMYRI, 1100 M O.H.	48
<b>5</b>	<b>TRÆRNES INNVANDRING OG VURDERING AV <sup>14</sup>C DATERINGENE</b>	<b>53</b>
5.1	BETULA OPPGANG OG -MAKSIMUM	53
5.2	OPPGANG PINUS OG INNSLAG AV CORYLUS	56
5.3	ALNUS OPPGANG	58
<b>6</b>	<b>KONKLUSJON</b>	<b>61</b>
	REFERANSER	62

# 1 INNLEDNING.

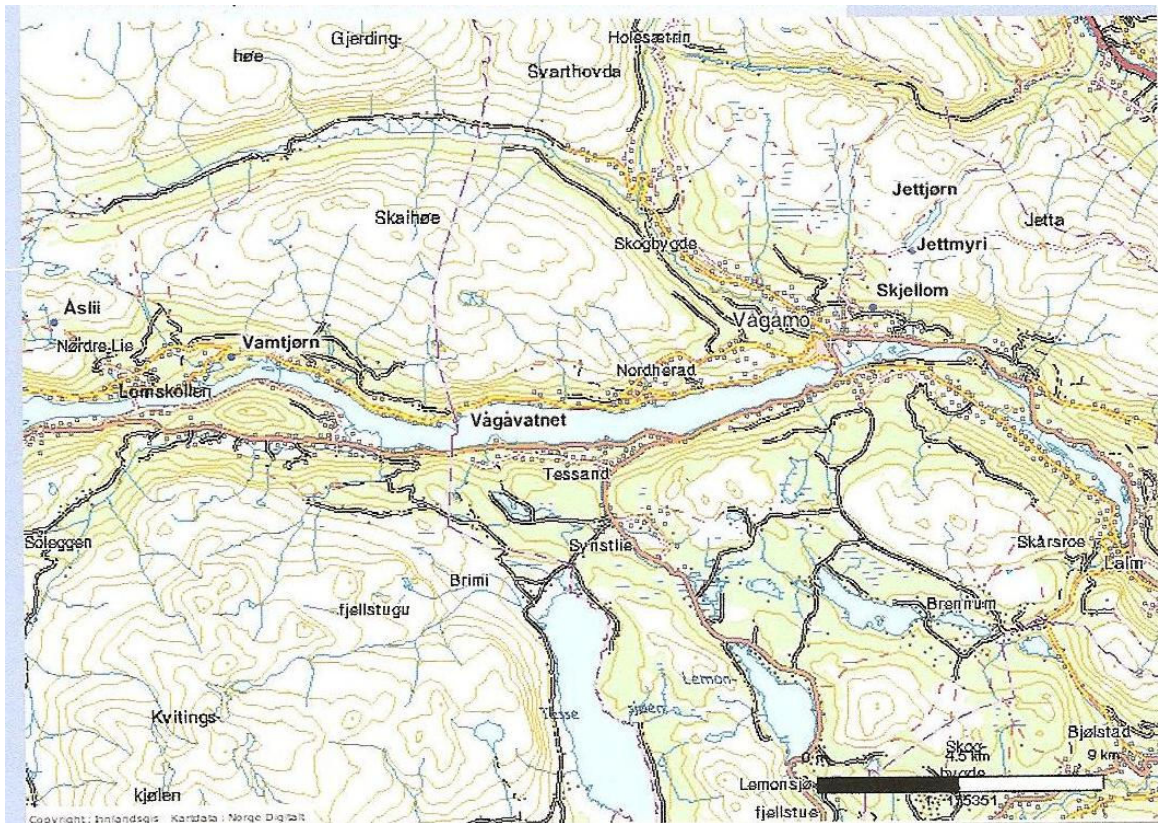
Formålet ved undersøkelsen i Ottadalen, som strekker seg fra Otta til Skjåk (Fig. 1.1), er å undersøke når området ble isfritt, og å beskrive den tidlige vegetasjonsutviklingen etter at isen forsvant. Dette gjelder både vertikalt og i retning øst - vest i dalen.



Figur. 1.1 Ottadalen er dalføret som strekker seg fra Otta i øst til Skjåk i vest.

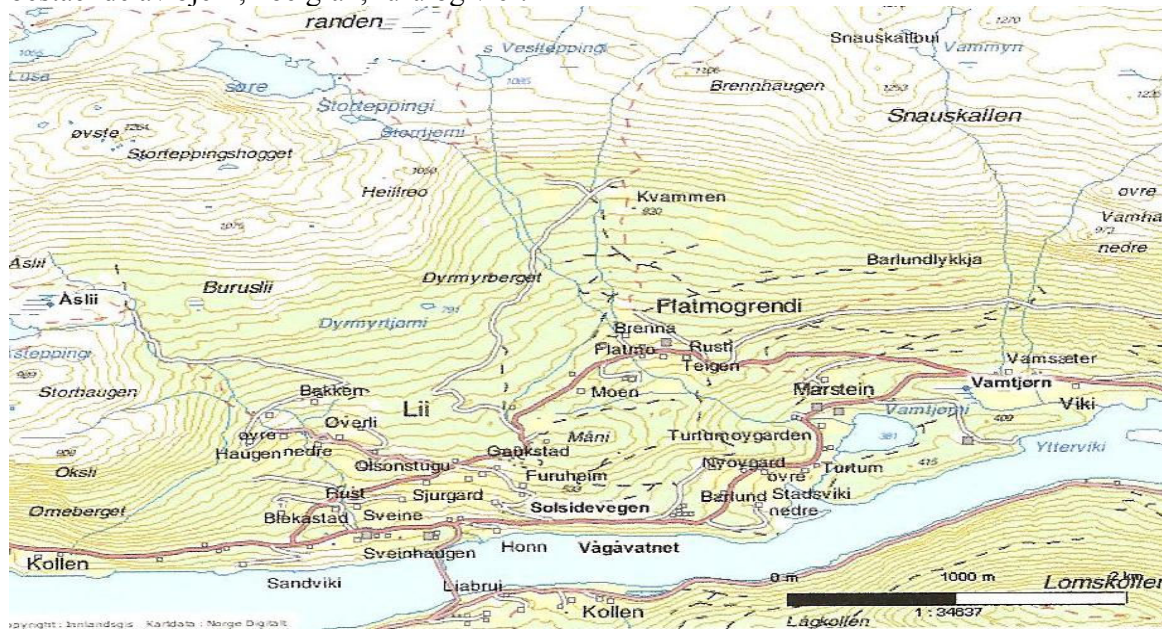
Området ble valgt ut i forbindelse med de pollenanalytiske undersøkelsene som dr. scient Helga Gunnarsdottir har utført i nordre Gudbrandsdalen.

Fire lokaliteter i Lom og Vågå (Fig.1.2) er valgt ut til pollenanalysen. Under utvelgelsen er det tatt hensyn til lokalitetenes høyde over havet og en viss spredning øst-vest i området. Vamtjørnmyri (Lom) og Skjellom (Vågå) ligger på henholdsvis 400 og 540 m o.h., mens Aaslii (Lom) og Jettmyri (Vågå) har beliggenhet på henholdsvis 905 og 1100 m o.h. Skjellom og Jettmyri ligger lengst øst av de fire lokalitetene, Vamtjørnmyri og Åslii ligger i vest.



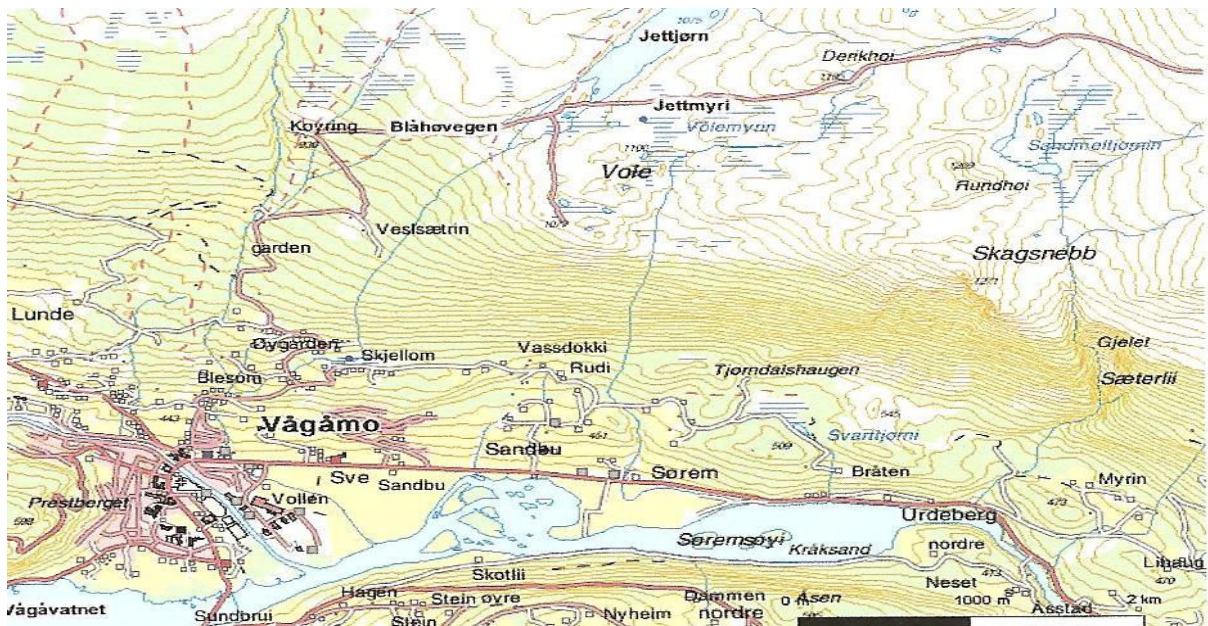
Figur. 1.2 Kart som viser de fire lokalitetenes plassering.

Vamstjørnmyri (fig. 1.3), 400 m o.h., ligger på nordsiden av Vågåvatnet på nedsiden av Solsidevegen som går mellom Lom og Vågå. Rundt lokaliteten er det tett vegetasjon bestående av bjerk, noe gran, furu og vier.



Figur. 1.3 Kart som viser lokalitetene Vamstjørn og Åslie.

Skjellom (fig. 1.4) ligger på et platå 540 m o.h. like ved tettbebyggelsen i Vågåmo og rett ved Blåhøvegen. Ved myra er det beiteområder med vegetasjon bestående av bjerk, noe furu og lyngarter. Ved lokaliteten er det spor av siste istid i form av flyttblokker med Jotunheimen bergarter. Åslii (fig. 1.3), 905 m o.h., ligger ovenfor Nordre Lia (Lom), rundt myra er det en åpen bjerkeskog med innslag av furu. Jettmyri (fig. 1.4) ligger 1100 m o.h. på nedsiden av Blåhøvegen, og ca 100 meter fra sydenden av Jettjørn. Lokaliteten ligger over skoggrensen, og vegetasjonen ved myra består bl. a. av blålyng, vier, fjellkrekling, blåbær og rypebær.



Figur 1.4: Kart over Skjellom og Jettmyri.

## 2 UNDERSØKELSESOMRÅDET.

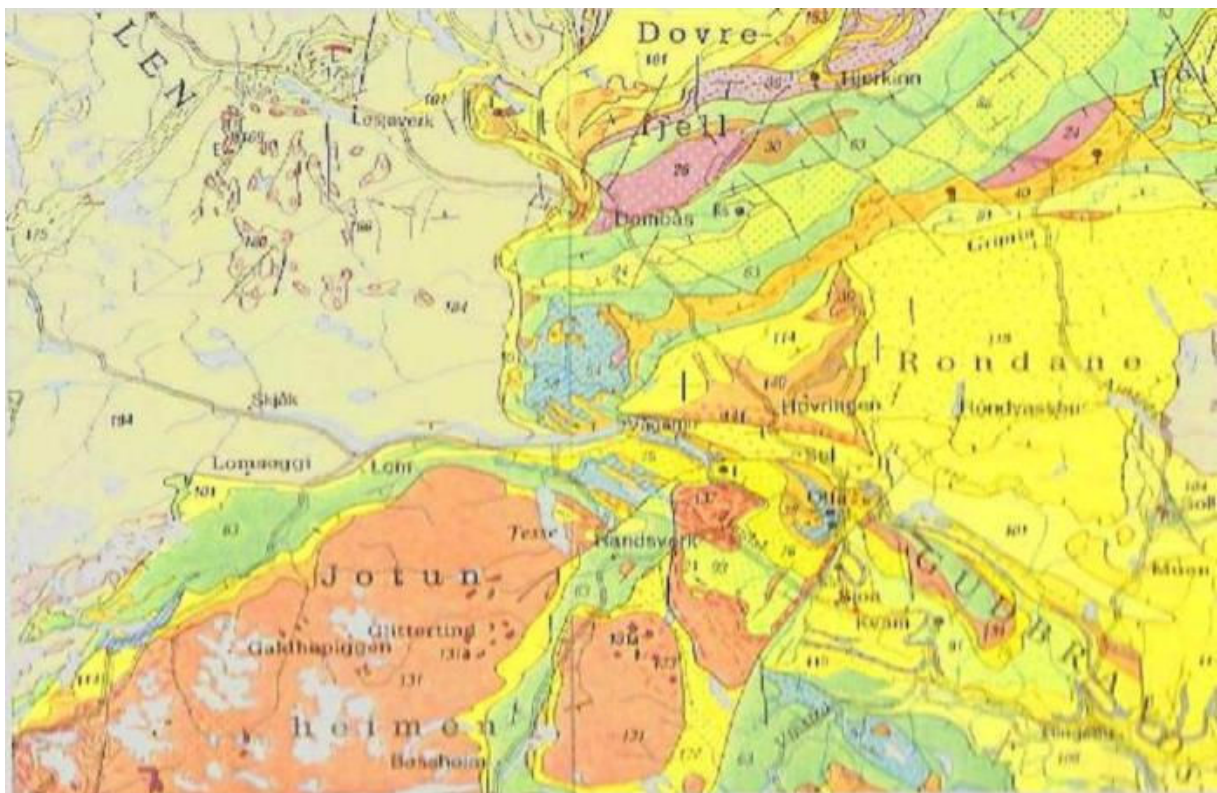
Dette kapittelet vil gi en beskrivelse av geografi, berggrunnsgeologi og kvartærgeologi.

### 2.1 GEOGRAFI.

Ottadalen (Fig.1.1) ligger i nordre Gudbrandsdalen, og undersøkelsesområdet dekkes av kartbladene Lom (1618 IV), Vågå (1618 I) og Otta (1718 IV). Dalen strekker seg ifra Otta i øst og til Skjåk i vest. Sentralt i Ottadalen ligger Vågåvatnet som omtrentlig går i øst - vestlig retning. Karakteristisk for Ottadalen er at den er åpen og vid med tildels bratte dalsider. Ottadalen er ved Vågåvatnet en typisk u-dal og er iserodert.

### 2.2 BERGGRUNNEN I LOM OG VÅGÅ.

På grunnlag av berggrunnskart over Norge (Sigmond, 1984) samt berggrunnskartene Årdal (Lutro og Tveten, 1997) og Lillehammer (Siedlecka et. al. 1987) beskrives hovedtrekkene i berggrunnsgeologien i Lom og Vågå (fig. 2.1)



Figur 2.1 Berggrunnskart for Lom og Vågå (Sigmond, 1984).

I nordvestre del av kartutsnittet, fra Skjåk i vest og nord for Vågåvatnet til vis a vis Tesse, består berggrunnen av gneis.

Syd for Vågåvatnet fra Lom og til Tessand består berggrunnen hovedsakelig av fyllitt med kvartsitt langs kantene.

Området østover fra Tesse, både på nordsiden og sydsiden av Vågåvatnet, og til Vågåmo er kjent som ”knuteområdet”. Her møtes seks av hovedenhetene i sydnorges berggrunnsgeologi.

Disse enhetene er ut ifra berggrunnskart Lillehammer: Gneisområdet, Trondheimsdekket, Sjodekket, Kvitvoladekket, Valdresgruppen og Jotundekket.

I vest grenser Gneisområdet til Trondheimsdekket som består av grønnstein, glimmerskifer og sandig fyllitt. Neste enhet er Sjodekket som inneholder granat-glimmerskifer, konglomerat og kleberstein. I øst ligger Kvitvoladekket som består av kvartsitt, arkose og konglomerat.

På sydsiden av Vågåvatnet ved Vågåmo er det hovedsakelig bergarter som hører til Sjodekket.

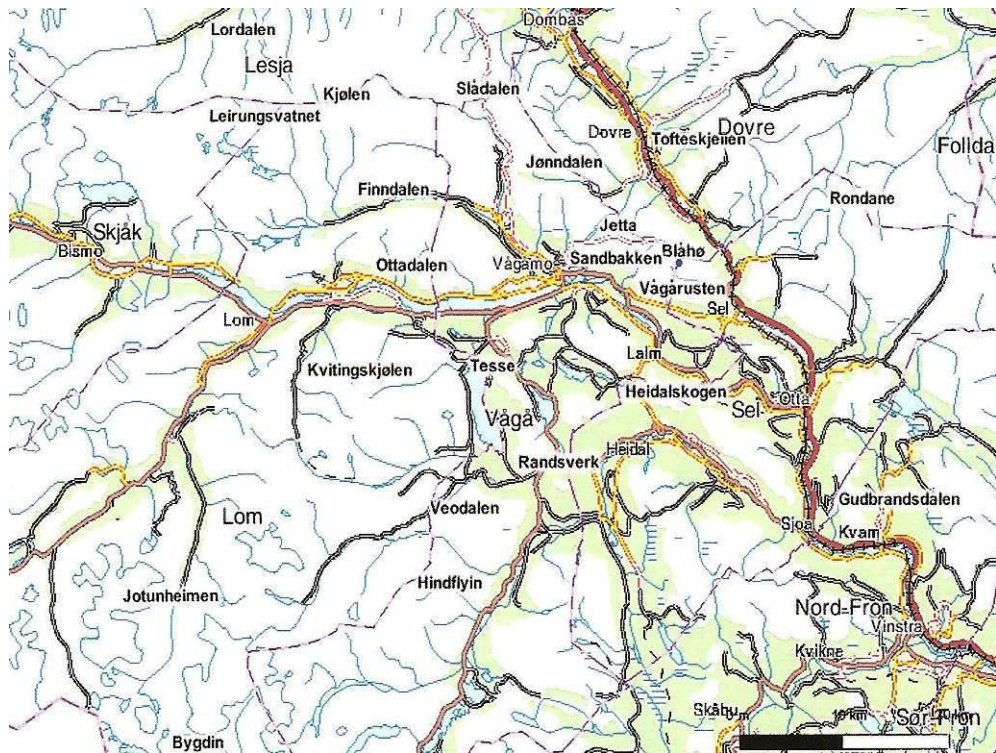
Vestover mot Tesse er Valdresgruppen som hovedsakelig består av konglomerat. I syd (Jotunheimen) ligger Jotundekket hvor gabbro er hovedbergarten.

For nærmere beskrivelse av ”knuteområdet” henvises det til: Strand 1951, og Bøe et. al. 1993.

De fire pollen-lokalitetenes beliggenhet i forhold til berggrunnsgeologi er: Aaslii og Vamtjørn ligger i gneisområdet mens Skjellom og Jettmyri ligger i Kvitvoladekket. Både på sydsiden fra Lom og på nordsiden av Vågåvatnet er det bergarter som inneholder kalk.



### 2.3. KVARTÆRGEOLOGI, OTTADALEN.



Figur 2.2: Kart over området hvor steder som er nevnt i teksten er avmerket.

I dette kapittelet vil den generelle kvartærgeologien i Ottadal-området (fig 2.2) belyses. Beskrivelsen er hovedsakelig basert på andre forskeres undersøkelser av iskulminasjonen, isbevegelse og smeltevannets drenering. I noen områder har jeg kontrollert og verifisert resultatene.

På Blåhø (Jetta) finnes det et område med blokkhav, som er interessant med hensyn til om området har vært dekket av is eller ikke under siste istid. Der har jeg brukt mer tid på mine undersøkelser. Den kvartærgeologiske oversikten må sees i sammenheng med den paleobotaniske.

### 2.4 KVARTÆRTIDEN.

De siste ca 2,5 millioner år av jordas historie blir vanlig kalt kvartærtiden. I denne tidsperioden skjer det flere store klimasvingninger, bl. a. svingninger mellom kalde istider og kortvarige mellomistider. U - formede daler, dype fjorder og vann, botner og tinder er bl. a. spor etter breenes arbeid i kvartærtiden. Skuringsstriper og mindre terrengformer i fast fjell beviser at breene har slipt og plukket med seg materiale fra berggrunnen. Breis og smeltevann fraktet med seg erosjonsproduktene og avsatte dem som løse jordarter. Under avsmeltningsfasen i siste istid ble mesteparten av Norges løsmasser avsatt.

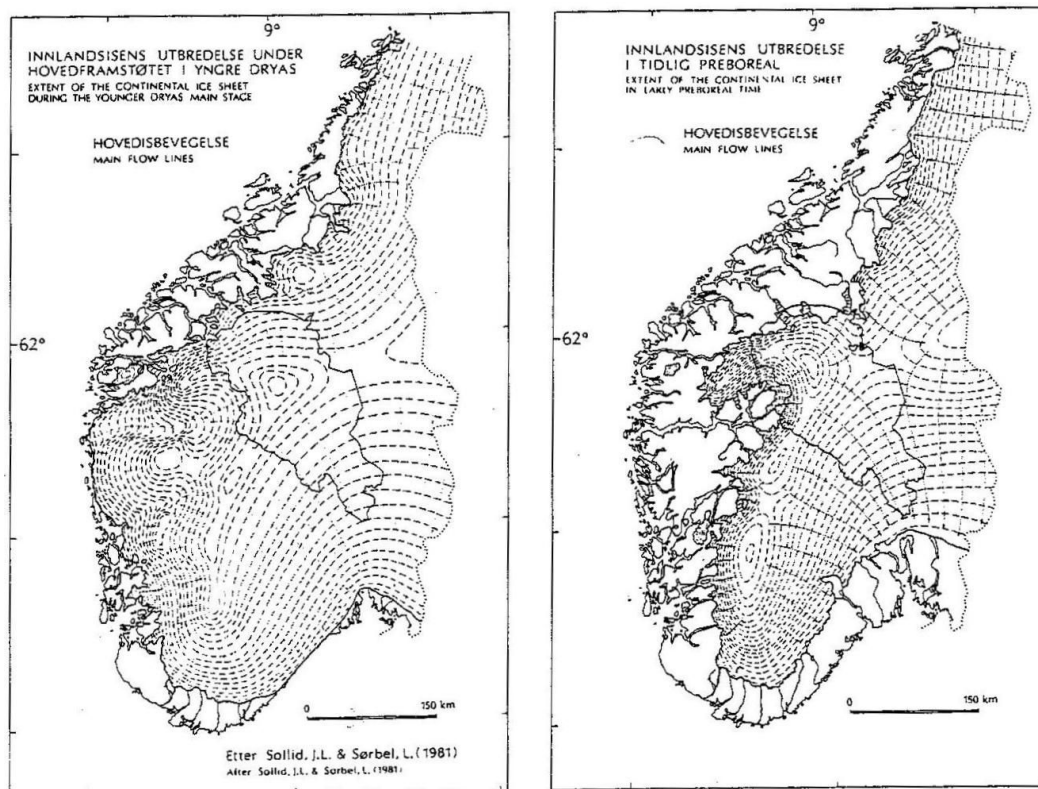
Den siste istid blir i Nord Europa kalt Weichsel og startet for omtrent 115000 år siden. Weichsel Maksimum, da breen i Nord Europa hadde størst utbredelse var perioden fra ca. 21000 til 17000  $^{14}\text{C}$  år siden. Isen trakk seg så sakte tilbake med svingninger frem og tilbake. For ca. 13000  $^{14}\text{C}$  år siden ved innledning til Bøllinginterstadialen begynte nedsmeltingen av innlandsisen i Norge å skje med høyere hastighet, men også under den følgende nedsmeltingen hadde innlandsisen fremstøt som følge av perioder med forverret klima.

I Yngre Dryas, 11000 - 10000  $^{14}\text{C}$  år BP var det flere brefremstøt, og Raet med korresponderende randavsetninger ble avsatt i et tidlig fremstøt. I Holocene, etter 10000 BP, trakk isen seg raskere tilbake, men med flere stopp i tilbaketrekingen i tidlig del.

## 2.5 ISKULMINASJON - ISBEVEGELSE.

### 2.5.1 ISKULMINASJON.

Innlandsisen i sydlige Norge hadde to kulminasjonsområder under avsmeltingen, ett over østlige fjellområder og et over Jotunheimen (fig.2.3 ). På grunn av topografien lå iskulen over Jotunheimen høyt og hadde et stort akkumulasjonsområde. De dominerende brestrømmene i Gudbrandsdalsområdet gikk fra Jotunheimen, og de markerer siste isbevegelse innen området.(Sollid & Sørbel, 1981).



Figur 2.3: Innlandsisens utbredelse etter Sollid og Sørbel 1981

Jotunheimen utgjorde et eget glasiasjonscenter under hele siste istid. Dette bygger på studiet av glisialmorfologiske former og isskuring som viser en radiær utstrømning fra fjellområdene (Skjerven, 1978). Vorren (1973) antar at det lå iskulminasjoner både over Jostedalplatået og over Jotunheimen.

### **2.5.2 ISBEVEGELSE.**

Rekonstruksjonen av isbevegelsen i Jotunheimen-Vågå-Gudbrandsdalsområdet er i hovedtrekk basert på skuringsanalyser, og skuringsstriper utgjør den kvantitativt største gruppen retningsselement. Skuringsobservasjonene innenfor dette området er vesentlig gjort på skifer og kvartsitt berggrunn. Begge bergartene gir god bevaring av striper. Observasjoner av flere skuringsretninger innenfor et område kan gjøre tolkningene vanskeligere (Skjerven, 1978).

Retningen på de eldste isbevegelsene synes å ha vært i det vesentligste topografisk betinget. Skuringsstriper og rundsva viser en bevegelse mot øst i Ottadalen. Disse retningsindikatorer representerer tidlige dalbrettløpere fra et nedslingsområde i fjelltraktene nærmere vannskillet vest for Vågåtraktene (Skjerven, 1978).

Etter denne fasen, inntreffer en ny situasjon hvor dette området blir liggende nord for isens kulminasjonsområde med et isskille vest til nordvest i forhold til Vågåområdet.

En iskulminasjonsone syd for Vågåområdet er basert på retningsselementer med stor spredning i retning mot nord -nordvest til nord (Skjerven, 1978).

Hovedbevegelsen under denne fasen synes å ha vært få grader vest for nord. Ved Tesses nordende (fig. 2.2) vises denne bevegelsen gjennom en grov og dominerende skuring.

En isbevegelse på tvers av den 500 meter dype Ottadalen, vitner om en mektig is hvor hele ismassen har vært i bevegelse.

Skuringsobservasjonene viser at isbevegelsen dreide mot øst i neste fase. Dannelsen av lokale iskulminasjoner og forflytninger av disse på grunn av relieffets økende innflytelse har også ført til endringer i bevegelsesmønsteret.

Under hele deglasiasjonsfasen har isens dominerende retningskomponent vært nordlig. Dette støttes også av retningen til laterale smelte vannspor. Isens nordlige helningskomponent medførte isdirigert drenering mot nord helt til siste stadium av avsmeltingen.

Hole & Bergersen (1988) rekonstruerer iskulminasjonen i fire faser (fig.2.4 ).

#### **Fase A: Glasiasjonsfasen.**

Glasiasjonen startet trolig i de høyereliggende vestlige deler langs hovedvannskillet og forårsaket isstrømmer som har fulgt Ottadalen. Retningen vises blant annet i Kjølénfjellene hvor skuringsstriper peker østover (Tollan,1963). Skuringsstriper og rundsvaformer i dalbunnen, som stammer fra tidlige dalbreutløpere fra et nedisningsområde vest for Vågå, viser også østlig retning (Skjerven,1978).

Mine undersøkelser i området ved Sandbakken 650 m.o.h. (Blåhøvegen, Fig. 2.2) viser at skuringsstripene der har en retning mot øst.

#### **Fase B: Regionalfasen.**

Denne fasen karakteriseres av store iskulminasjonssoner ved hovedvannskillet. På denne tiden lå det meste av Skjåk området under isskillet, og isstrømmene gikk mot øst og sørøst i lavere deler av Ottadalen. Observasjonene av den regionale brebevegelsen er mer spredt utover et stort område, og den er ikke like godt dokumentert overalt i området, slik som lenger sørøst i Gudbrandsdalen (Garnes, 1972).

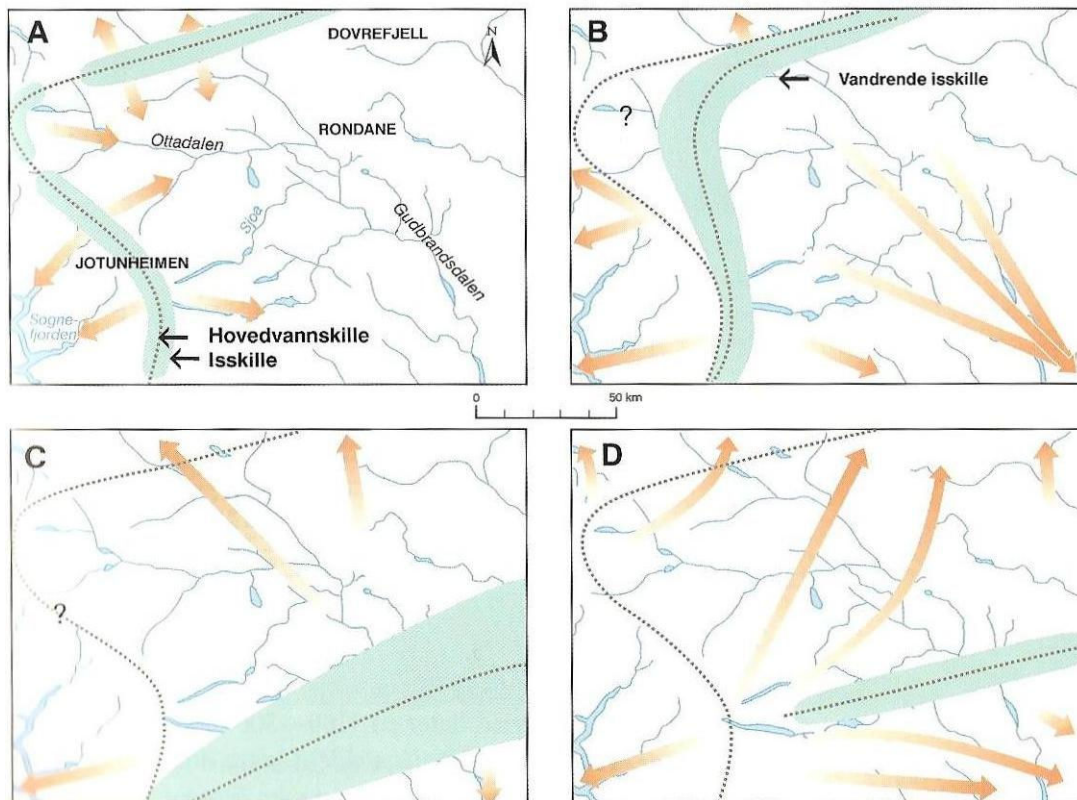
#### **Fase C: Innlandsisfasen.**

Hovedisskillet hadde beveget seg til området sydøst for Skjåk, og isbevegelsen gikk mot nordvest og mot nord tvers over Ottadalen. Iskulminasjonssonen hadde sannsynligvis en utløper over vestre Jotunheimen mot Jostedalsbreen mellom Luster og Stryn.

Den nordvestlige skuringen kan falle sammen med den sørøstlige og av den grunn gjøre tolkningen vanskelig. Den nordlige skuringen er tydeligere, og ved nordenden av Tesse er det en tydelig grov dominerende skuring. Denne skuringen settes i forbindelse med en isbevegelse på tvers av Ottadalen (Skjerven, 1978). Yngre skuringer med nordlig retning kan også observeres i dalsiden nord for Vågåmo.

#### **Fase D: Sen regional fase.**

Isbevegelsene Ottadal-området var rettet fra kulminasjonssentre i vest Jotunheimen og Bygdin området. Skuringsbildet viser at isstrømmene gikk mot nord og nordøst over Ottadalen (Skjerven, 1978). Siste del av fasen omfatter alle stadier fra aktiv til stagnerende og død is og isskillet antas å ha ligget over Skåbutraktene (fig. 2.2) (Garnes, 1972).



Figur 2.4 Iskulminasjonen i fire faser sammen med hovedretningene på isbevegelsen, etter Hole og Bergersen 1988

## 2.6 ISDIRIGERT DRENERING AV SMELTEVANNET OG AVSETNINGER I OTTADALEN ETTER SISTE ISTID.

Smeltevannets drenering var bestemt blant annet av isoverflatens hellningsretning, og lokaltopografien fikk økende betydning for dreneringen etter hvert som isen smeltet.

(De fleste navnene i det følgende finnes på figur 2.2.)

Mellom Lordalen og Ottadalen gikk de siste isbevegelsene mot nordøst, og de var en medvirkende årsak til at den eldste isdirigerte dreneringen hadde overløpass over Kjølensfjellene (Skjerven, 1978). Figur 2.5 viser fem av overløpassene, referert i teksten pkt1 – pkt 5. I tillegg beskrives overløpass som ikke er tegnet inn i figur.

Tollan (1963) har beskrevet overløp over fjellpassene mot nord til Lora mot Lesjaskog og Romsdalen.

Vannet har drenert nordover fra Jotunheimen over Kvitingskjølen og videre over til Lordalen (Lesja) gjennom et pass like nord for Leirungvatnet (Fig 2.5 pkt 1), som ligger i vestre del av

fjellkjølen mellom Vågå og Lesja. Fra dette passet sees tydelige spylerenner, både smale og brede, i dalsiden ned mot Lordalen. Høyden på dette passpunktet er ca. 1400 m o.h. (Tollan, 1963).

Etterhvert som iskapen smeltet ned ble vannet drenert mot lavereliggende passpunkt. Neste markerte passpunkt mellom Vågå og Lesja er over Slådalen, og dette ligger ca. 1200 m o.h.

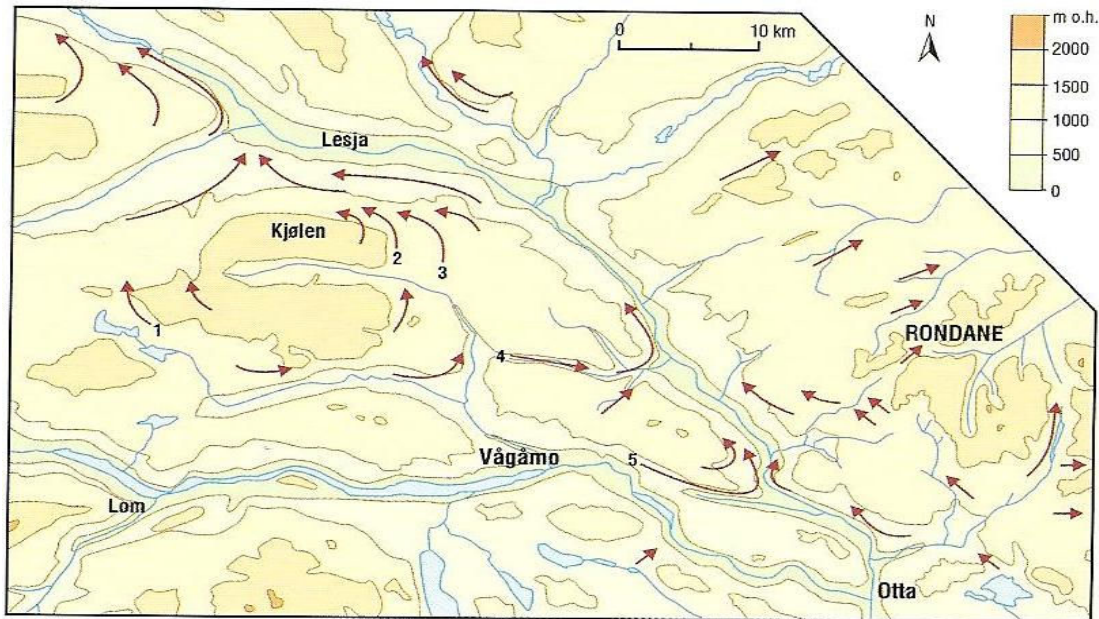
Laterale spylerenner i dalsiden nord for Finndalen viser at smeltevannet har drenert langs Finndalen og videre nordover mot Slådalspasset ( Fig 2.5 3 pkt. 2 og 3). Lenger syd har dreneringen gått nordover fra Hindflyin syd for Veodalen, hvor laterale spylerenner med nordlig retning observeres i fjellsidene. Samtidig med dreneringen gjennom Slådalspasset har det også vært en drenering gjennom et lavere passpunkt over Jettjørn (ca.1100 m o.h.) og ned Jettaldalen, med utløp i Gulbrandsdalen syd for Dovre.

Senere gikk dreneringen gjennom Jønndalen over et pass ca.1000 m o.h. Det meste av vannet fra Ottadalen rant her og i Jønndalen finnes også jettegryter. Vannet drenerte også her ut i Gudbrandsdalen syd for Dovre hvor det er store breelavsetninger i to nivåer 650 og 670 m o.h. Terrassene hvor disse avsetningene ligger, er kalt Tofteskjellen (Gjessing, 1960).

Etter dreneringen gjennom Jønndalspasset, som var den siste fasen av den nordgående dreneringen, fortsatte dreneringen ut Ottadalen i østlig retning. Breavsatte hauger og rygger er utbredt fra Finndalen og østover mot Vågåmo. Øvre grense for disse avsetningene er 850 m o.h., og nedad forekommer de til et setenivå på 650 m o.h. Avsetningene er bygget opp av grovt dårlig sortert materiale og tolkes til å være sprekkefyllinger (Skjerven, 1978).

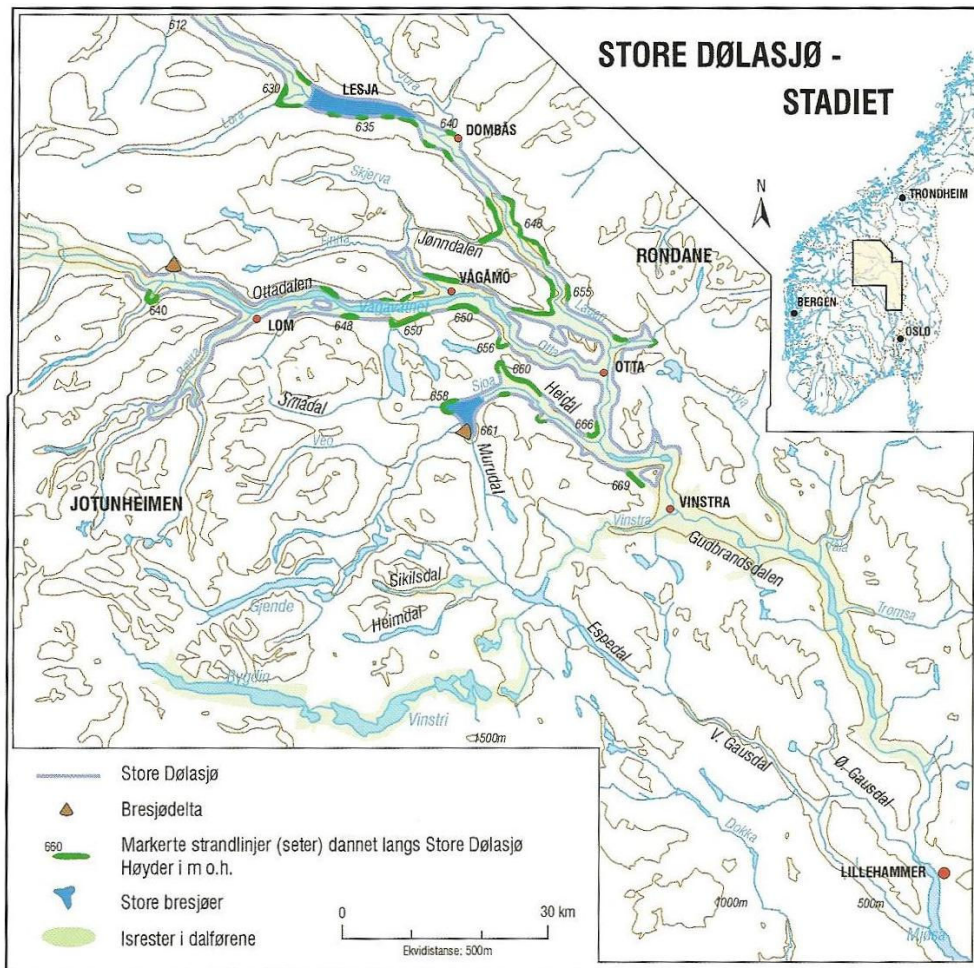
En betydelig drenering foregikk over Randsverk og nedover Heidalen med utløp i Gudbrandsdalen ved Sjoa. Fra Randsverk var det samtidig en drenering over Heidalskogen (750 m o.h.) og ut i Ottadalen ved Lalm. I denne fasen ble det dannet slukåser ved at vannet rant ned under isen som lå i Ottadalen.

Den siste dreneringen før store Dølasjøfasen gikk over passpunktet ved Vågårusten (Fig 2.5 pkt 5.) ca. 630 m o.h. og hadde utløp ved Sel i Gudbrandsdalen. Langs Tessa er det terrassedannelser som svarer til overløpet ved Vågårusten.



Figur 2.5 Smeltevannets drenering over Kjølen mellom Ottadalen og Lesja etter hvert som isen smeltet ned. Pkt 1 høyeste passpunkt nord for Leirungsvatnet, pkt. 2 og 3 dreneringen gjennom Slådalspasset, pkt. 4 dreneringen gjennom Jønnaldspasset og pkt. 5 passpunktet ved Vågårusten. Etter (Hole og Bergersen, 1988).

Den siste isresten lå sannsynligvis ved Vinstra. Isoverflaten helte mot nordvest og det ble demt opp bresjøer mellom isrester og dalsiden. Den største bresjøen -Store Dølasjø- hadde utstrekning fra Vinstra til Lesjaskog (ca. 12 mil) med en lang arm inn i Ottadalen og opp mot Skjåk (fig. 2.6). Store Dølasjø fikk avløp mot sør da is høyden ved Vinstra ble lavere enn utløpet ved Lesja. Store vannmengder strømmet sørover og Store Dølasjø ble tappet. På grunnlag av egne dateringer (se kap.5) antas det at Store Dølasjø var tappet før ca 9200  $^{14}\text{C}$  år før nåtid. Dette er noe eldre enn Ole F. Bergersen sin antagelse på 9000  $^{14}\text{C}$  år før nåtid.



Figur 2.6: Utbredelsen av store Dølasjø ( Garnes, 1972).

## 2.7 BLOKKHAV.

På Blåhø 1608 m o.h. er det større områder som er dekket av blokkhav. Den nedre grensen for blokkhavet ligger 1400 m o.h.

Har dette blokkhavet vært dekket av is eller ikke under siste istid? Teorier både for og imot vil bli belyst i dette kapittelet.

### 2.7.1 DEFINISJON.

Et blokkhav består av blokker som har blitt dannet ved frostsprengning av den lokale berggrunnen. Nedre grense av blokkhavet har av noen blitt brukt til å bestemme øvre grense for isdekkede områder, men man kan ikke utelukke at blokkhav har vært dekket av is.

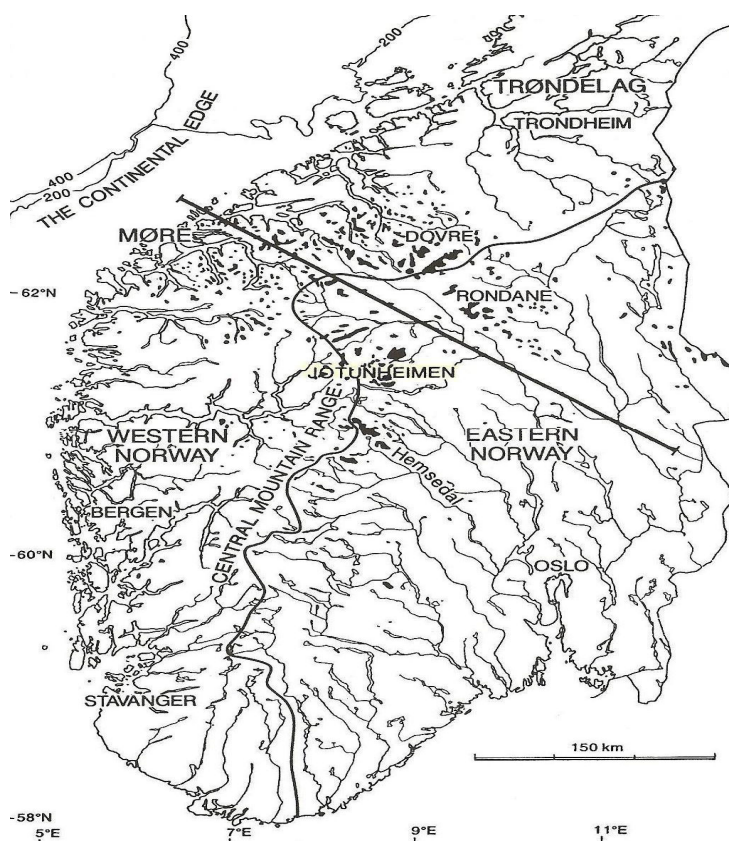
Tykkelsen på blokklaget i blokkhav kan variere fra noen få til flere meter. Tiden det tar å danne et blokkhav varierer med bergartstype og klima og med antall fryse-tine sykluser i berggrunnen.



### 2.7.2 UTBREDELSE I SØR NORGE.

Figur ( 2.7 ) viser fordelingen av blokkhav i sør Norge, den største utbredelsen av blokkhav er lokalisert til områder i Jotunheimen, Rondane, Dovre, Hemsedal/Hallingdal og indre Nordfjord - Møre regionen (Nesje et.al.1988).

Nedre grense for blokkhav synker vestover fra sentrale fjellstrøk (Jotunheimen ca. 2000 m o.h.) og ut mot kysten av Nordfjord - Møre (ca. 600 m o.h.). Østover mot svenskegrensen ligger nedre grense ca. 1000 m o.h.



Figur 2.7: Utbredelsen av blokkhav i sør Norge (Nesje et. al., 1988).

### 2.7.3 NÅR BLE BLOKKHAVENE DANNET OG HVORDAN BLE DE BEVART?

Det foreligger flere teorier for når de ble dannet og hvordan de er bevart, Nesje et. al. (1988)

- A) Fjelltoppene med blokkhav var ikke dekket av Weichsel-isen; og blokkhavene ble dannet ved frostsprengning gjennom kalde fasen av Weichsel istiden.
- B) Blokkhavene er yngre enn sen Weichsel maksimum. De er utviklet på nunatakker som ble deglasiert etter Sen Weichsel Maksimum.

C) Blokkhavene er stort sett eldre enn sen Weichsel maksimum og har vært dekket av en kald ikke erosiv bre. I noen grad kan de også være videreutviklet etterat områdene ble isfrie i sen Weichsel

En rekke vitenskapelige undersøkelser, som er beskrevet av Kleman (1994), påviser at landformer som eskere, smeltevannskanaler og blokkhav har unngått deformasjon selvom de har vært dekket av det Skandinaviske isskjoldet. Forutsetningen for dette er at isen har vært bunnkald og frosset fast til underlaget.

#### **2.7.4 ISFRIE OMRÅDER - NUNATAKKER.**

Nesje et. al. (1990) har brukt blokkhavsgrensene til å bestemme øvre grense for isdekket under sen Weichsel og antar dermed at blokkhavene ikke har vært dekket av en isbre i denne perioden. Blokkhavene ble dannet på nunatakker først og fremst under sen Weichsel maksimum. Disse nunatakkene kan ha vært nediset på et tidligere tidspunkt.

I forbindelse med nunatakkteorien må «overvintringsteorien» belyses. I Skandinavia er det funnet flere sjeldne arter i fjellfloraen. Utenfor Skandinavia er mange av disse artene lokalisert til Alpene, Grønland og Nord-Amerika (Gjærevoll, 1972). Flere forskere, først og fremst Rolf Nordhagen, har hevdet at disse plantene har overvintret på lokaliteter som ikke var dekket av is under siste istid. De isfrie planterefugiene var antatt å være enten nunatakker eller strandområder langs kysten. "Refugieplantene" i Norge er lokalisert til to hovedområder, et omkring Dovre - Jotunheimen og et nord for polarsirkelen.

E. Dahl (1987) antok at konsentrasjonen av sjeldne arter i to separate områder av de Skandinaviske høyfjell indikerer at dagens arktisk-alpine flora har overvintret siste istid på nunatakker i disse områdene. Overvintringsteorien er senere betydelig svekket, både fra geologisk og botanisk hold. For eksempel gir Brochmann et. al. (2003) en oversikt over den nåværende oppfatning av overvintringsteorien. De gjennomgår både geologiske og biologiske argumenter for og imot overvintring, og konkluderer klart med at både endemismer og disjunksjoner godt kan forklares uten at in-situ overlevelse er nødvendig.

Birks (1993) behandler problemet med fjellplanter og nunatak-hypotesen statistisk med hensyn til variabler som geografi, topografi, jordbunn, klima m.m. Han konkluderer med at overvintringsteorien er unødvendig for å forklare plantenes forekomst, en oppfatning han holder fast ved i sin publikasjon fra 2000.

### **2.7.5 BEVARING AV BLOKKHAV UNDER EN KALD IKKE EROSIV ISBRE.**

I en kald bre hvor grunnflaten er frosset fast til underlaget vil breen bevare de landformene som ligger under breen istedenfor å erodere dem (Sollid & Sørbel, 1994). Spesielt tynne breer i kalde strøk, for eksempel i Arktis og i Antarktis, ligger fastfrosset til underlaget.

Sollid & Sørbel (1994) antar at det i deler av høyfjellet i sentrale deler av sør Norge ikke har vært glasial erosjon i Sen Weichsel. Dette forutsetter bunnkalde forhold i den delen av iskappen som dekket disse høyfjellsområdene. Karakteristiske landformer i disse områdene er blokkhav eller andre forvitningsformer. Smeltevannskanaler som kutter igjennom blokkhavene vitner om at blokkhavene er eldre enn bresmeltingen i post glasial tid (Sollid & Sørbel, 1994). Tilsvarende forhold er påvist i Kløvsjøfjellene i Sverige hvor laterale renner har erodert den blokkige markoverflaten. Borgstrøm (1989) antar at blokkhavene lå ferdig dannet når de ble frilagt under deglasiasjonen. Et blokkhav beliggende på Heggingefjellet i Sverige har også vært dekket av is. Dette begrunnes med at fra blokkhavsgrensen er dratt ut i blokkhaler med samme retning som det omkringliggende drumliniserte morenedekket (Borgstrøm, 1989).

Gellatly et. al. (1988) påviser at mindre isbreer som lå høyere enn 1500 m o.h. i sydlige deler av Lyngen-alpene har vært frosset fast til underlaget og dermed har bevart det underliggende blokkhavet.

Follestad (1990) antar at blokkhavene i Eide-Tustna området på Nordmøre har vært dekket av is. Han viste at breoverflaten i avsmeltningsperioden lå på et nivå høyere enn blokkhavene.

Drumliner er vanlige i enkelte lavere nivåer i de sørnorske fjellområdene, som f. eks. Dovre, og de ble dannet av tykke iskapper som beveget seg uavhengig av topografien. Dette skjedde antageligvis i en tidlig fase av glasiasjonen, og drumlinene ble senere fossilisert under en kald is i siste del av Weichsel istiden (Sollid & Sørbel, 1994).

### **2.7.6 KONKLUSJON BLOKKHAV VED BLÅHØ**

Blokkhavsområdet rundt Blåhø er omfattende og har trolig krevd lang tid for å dannes. Derfor er det tvilsomt om tidsrommet fra dengang Blåhø massivet ble isfritt og frem til i dag er langt nok for dannelsen av blokkhavet.

Temperaturen på Blåhø under de kalde istidsperiodene har vært lav. Hvis Blåhø var dekket av et relativt tynt isdekke har kulden utvilsomt trengt gjennom isen og ned i fjellet. Dermed må bredekket ha vært frosset fast i underlaget og det var lokalt ingen brebevegelse og heller ingen erosjon. På Blåhø er det observert områder med permafrost, og ved å senke temperaturen minimum 10 grader Celsius (som under de kalde faser av istiden) kan kulden ha trengt igjennom selv et relativt tykt isdekke. Blokkhavet kan være fra før Weichsel maksimum og dannet i perioder med periglasiale forhold. Det er derfor sannsynlig at blokkhavet på Blåhø har blitt bevart

under en kald bre som dekket Blåhø, men det kan være videreutviklet gjennom kalde isfrie faser i sen Weichsel. Under sen Weichsel maksimum lå isskillet nær hovedvannskillet. Isoverflaten ved Jotunheimen hadde en minimum høyde på ca. 2000 m o.h. og alle påviste forhold tyder på at det lå tykk bremasse mellom Jotunheimen og Dovre. Det er derfor lite trolig at breoverflaten lå så lavt som 1400 m o. h. ved Blåhø under sen Weichsel Maksimum slik Nesje et.al. ( 1990) mener. På Dovre og andre fjellområder nær Blåhø er det påvist drumliner i 1400 – 1600 meter høyde over havet, og de må i følge Sollid og Sørbel (1988) være dannet under en tykk bre. Det er derfor vanskelig å tenke seg at isoverflaten ikke har ligget høyere enn 1400 m o.h. ved Blåhø. Alle forhold tyder derfor på at Blåhø var isdekket under sen Weichsel maksimum.

## 2.8. KLIMA

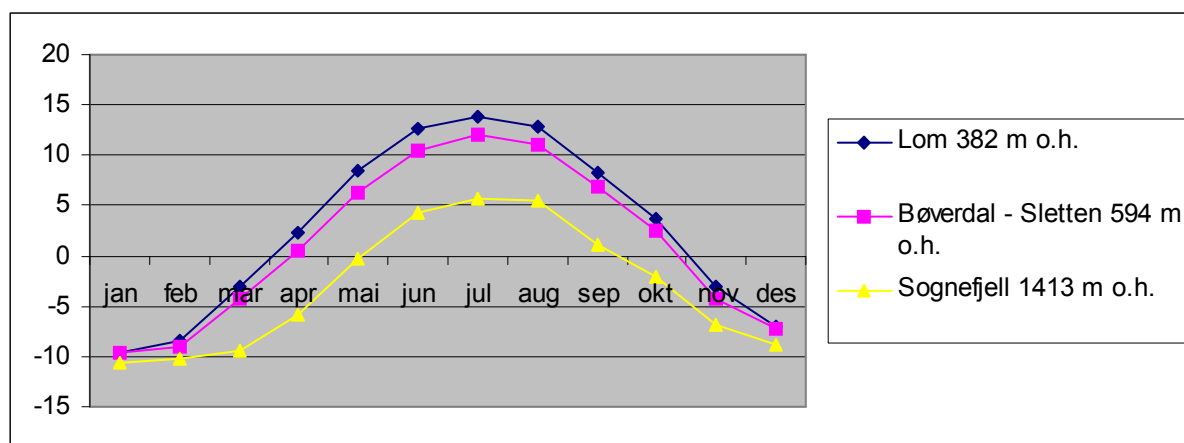
Karakteristisk for Ottadalen er varme somre og kalde vintre, det vil si et kontinentalt klima.

Fra standardnormaler (temperatur og nedbør) 1961-1990, utarbeidet av Det Norske Meteorologisk Institutt, klimaavdelingen, Blindern, viser et utvalg temperaturnormaler i undersøkelsesområdet at gjennomsnittstemperaturen i perioden 1961-1990 for Lom er 2,6°C for året, og for Vågå er årlig gjennomsnitt 2,4°C. Tabellene viser også at temperaturen avtar når man kommer opp i høyereliggende områder.

Det er her laget en figur ut i fra temperaturnormalene som viser gjennomsnittlig temperatur pr. mnd. og år (Fig. 2.8 a-d).

Temperaturnormaler for Lom i perioden 1961 - 1990															
Nummer	Sted	h.o.h.	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	år
15060	Lom	382	-9,6	-8,4	-3,0	2,4	8,4	12,6	13,9	12,8	8,3	3,7	-3,0	-7,0	2,6
15310	Bøverdal - Sletten	594	-9,7	-9,1	-4,3	0,6	6,3	10,5	12,1	11,0	6,8	2,5	-4,3	-7,3	1,3
55290	Sognefjell	1413	-10,7	-10,2	-9,4	-5,8	-0,2	4,2	5,7	5,4	1,2	-2,1	-6,9	-8,8	-3,1

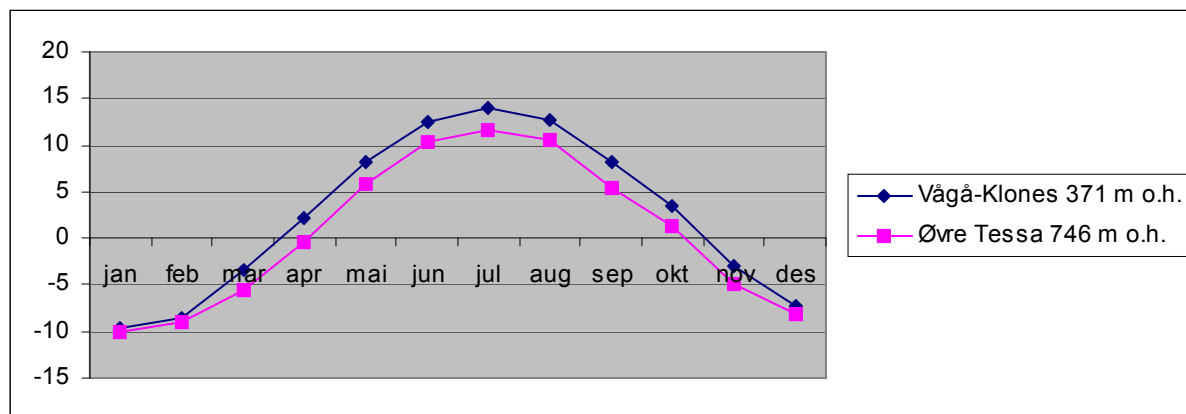
Figur. 2.8a: Temperatur i Lom utarbeidet av DNMI



Figur. 2.8b: Graf temperatur Lom

Temperaturnormaler for Vågå i perioden 1961 - 1990															
Nummer	Sted	h.o.h.	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	år
14600	Vågå-Klones	371	-9,7	-8,6	-3,3	2,1	8,2	12,5	13,9	12,8	8,2	3,5	-3,0	-7,3	2,4
14690	Øvre Tessa	746	-10,0	-8,9	-5,5	-0,5	5,8	10,3	11,6	10,5	5,5	1,3	-5,0	-8,2	0,6

Figur. 2.8c: Temperatur i Vågå utarbeidet av DNMI.

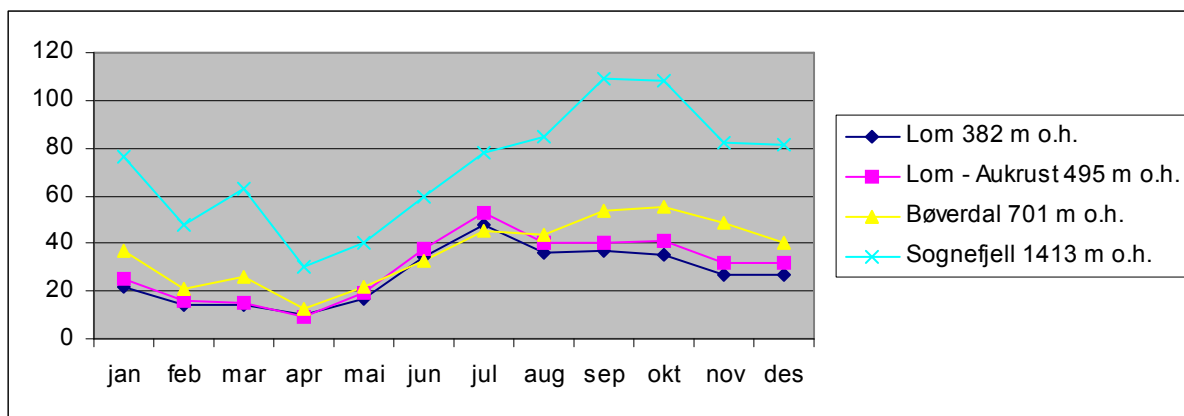


Figur. 2.8d: Graf temperatur Vågå

Den dominerende vindretningen i Ottadalen er vestavær, og dalen blir av den grunn liggende i regnskygge. Et utvalg nedbørnormaler i undersøkelsesområdet viser at gjennomsnittsnedbøren i perioden 1961-1990 er ca. 350 mm/år nede i dalen. Noe større nedbørsmengder faller høyere oppe i dalsiden. Nedbørnormalene forteller også at det faller litt mindre nedbør i vinterhalvåret enn i sommerhalvåret. På grunnlag av nedbørnormalene er det også lagd en figur som viser gjennomsnittlig nedbør pr. mnd. og år. (Fig. 2.9a-d).

Nedbørnormaler for for Lom i perioden 1961 - 1990															
Nummer	Sted	h.o.h.	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	år
15060	Lom	382	22	14	14	10	17	34	48	36	37	35	27	27	321
15090	Lom - Aukrust	495	25	16	15	9	19	38	53	40	40	41	32	32	360
15430	Bøverdalen	701	37	21	26	13	22	33	45	44	54	55	49	40	439
55290	Sognefjell	1413	76	48	63	30	40	60	78	85	109	108	82	81	860

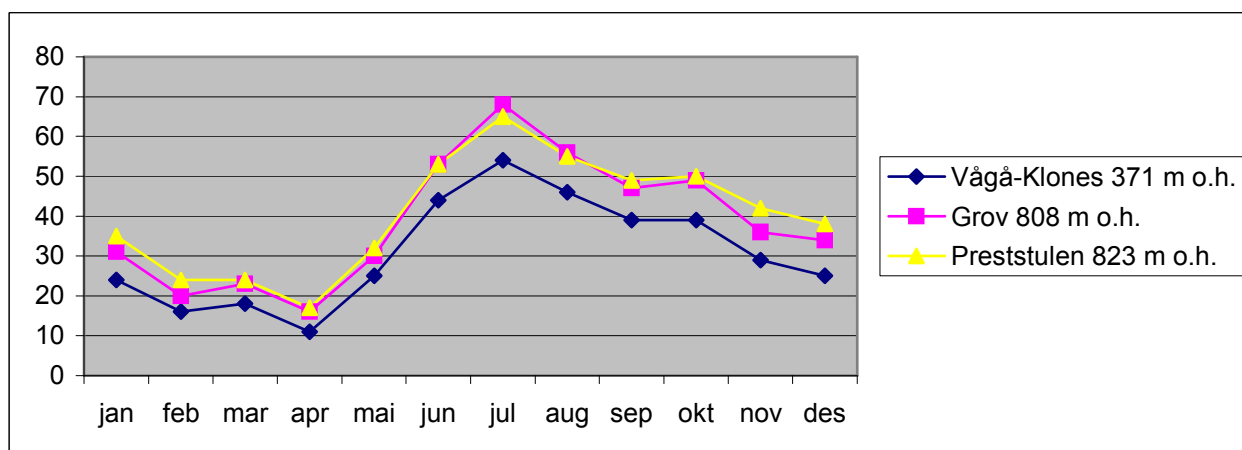
Figur .2.9a: Nedbør i Lom utarbeidet av DNMI.



Figur. 2.9b: Graf nedbør Lom

i Nedbørnormaler for Vågå i perioden 1961 - 1990															
Nummer	Sted	h.o.h.	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	år
14600	Vågå-Klones	371	24	16	18	11	25	44	54	46	39	39	29	25	370
14550	Preststulen	823	35	24	24	17	32	53	65	55	49	50	42	38	484
14710	Grov	808	31	20	23	16	30	53	68	56	47	49	36	34	463

Figur. 2.9c: Nedbør i Vågå utarbeidet av DNMI.



Figur. 2.9d: Graf nedbør Vågå

## 2.9 VEGETASJON.

Vegetasjonen i Ottadalen tilhører sør-boreal sone i dalbunnen, mellom-boreal sone, nord-boreal sone og lav-, mellom- og høyalpin sone i rekkefølge oppover (Moen, 1998).

Karakteristisk for sør-boreal sone er at barskog dominerer, men det finnes store arealer med oreskog og høymyr, samt tørreng-vegetasjon. Typisk for sonen er et sterkt innslag av arter med krav til høy sommertemperatur. Ottadalen tilhører de tørreste og mest kontinentale områdene i

Norden. Karakteristisk for Vågå er sørvendte tørre beitebakker; tørrbakkene har et rikt innslag av tørketålende og basekrevende karplanter. Plantegeografisk er det en sterk tilknytning til de tørre områdene sørøst i Norden (Moen, 1998).

I mellom-boreal sone dominerer barskog, og typisk lavurt - granskog har høydegrense i denne sonen. Det samme gjelder velutviklet gråor - heggeskog og en rekke varmekjære samfunn og arter. Myr dekker store arealer, og typiske bakkemyrer opptrer fra denne sonen og oppover til lavalpin. Bratte dalsider og tynt dekke av løsmasser gir dårlig bonitet, og derfor egner skogen seg lite til skogsdrift (Moen, 1998).

Nord-boreal sone domineres av bjørkeskog (ofte kalt subalpin bjørkeskog) og dels lavvokst, glissen barskog. Jordvannmyr dekker store arealer. Øvre grense er satt ved den klimatiske skoggrensen. Sonen har fra gammelt av vært et hovedområde for seterbruk. I Ottadalen er bjørkeskog- og sone-grensen på tur oppover, og når flere steder opp i 1100 m o.h. Dette har sammenheng med at da seterdriften tok slutt ble beiteaktiviteten mindre og dette har bidratt til gjengroing av tidligere åpent beitelandskap, men også en klimaforbedring kan være en medvirkende årsak (Aas, pers. medd.). Vanligvis er det bjørk som danner skoggrensen mot fjellet, men i Ottadalen finnes et par unntak for eksempel i dalsiden (Liafjellet) nord for Vågåvatnet der furua går høyest. Årsaken til dette er beite eller selektiv vedhogst i forbindelse med seterdrift i følge Aas (pers. medd.).

Lav-, mellom-, og høyalpin sone; de alpine sonene dekker arealene over den klimatiske skoggrensen. Lavalpin sone er karakterisert av blåbærhei, einer og dvergbjørkkratt og viersamfunn. I mellomalpin sone domineres vegetasjonen av grasheier og snøleier. I høyalpin sone mangler sammenhengende dekke av karplanter. Mosematter dominerer i søkkene, navle- og skorpelav på værharde lokaliteter.

Lokaliteten Vamtjørnmyri ligger i fuktig område i sør-boreal sone, Skjellom ligger i et tørrere område i samme sone, Åslii ligger i nord-boreal sone og Jettmyri ligger i lav-alpin sone.

## **2.10 KULTUR.**

### **Til ca 500 f. Kr: Steinalder og bronsealder**

Funn av boplasser er den viktigste kilden til kunnskap om eldre steinalder i og omkring Ottadalen. Slike funn er gjort blant annet ved Øvre og Nedre Sjudalsvatn, ved Lemonsjøen og ved Tesse. De største konsentrasjonene finnes ved Tesse, til sammen 18 boplasser (Teigum, 2001). Steinalderfolket levde ved Tesse og livnærte seg på fiske i vannet og jakt på elg og reinsdyr i området rundt (Garmo, 1990).

Fra eldre steinalder og til bronsealder er det funnet en rekke gjenstander som har vært brukt som våpen og sporadisk også som redskap. Funnene er bl.a. steinøkser med eller uten skafthull, pilspisser, en spydodd og en dolk. De viktigste materialene i disse funnene er stein, bein og horn.

Funnene av våpen viser en utvikling fra slagvåpen og til meget effektive stikkvåpen (Øvsteng, 2000). Det at enkelte av gjenstandene tolkes som redskaper gir oss et signal om jordbruk (Teigum, 2001). Redskapsfunnene må også sees i sammenheng med pollenanalytiske undersøkelser utført av Gunnarsdottir (1996) fra Toftemo i Dovre, hun har i sine pollendiagram fra Toftemo funnet indikasjon på jordbruk fra 1200 f. Kr.

### **500 f. Kr. - 1050 e. Kr: Eldre og yngre jernalder**

Jakt på reinsdyr og elg er fremdeles en viktig næringsvei. Jakop Brekken har gjort observasjoner på jernalder-fangstanlegg i Sjudalen, Øystein Mølmen har registrert tilsvarende fangstanlegg i Murudalen, og arkeologer har rapportert dyregraver nedover Heidalen (Teigum, 2001).

Funnene av jernvinne som Jakop Brekken gjorde i Sjudalen og Heimfjellet i Vågå viser at jernvinne ble en ny næringsvei. I denne perioden er det også en vekst for jordbruket, dette vises ved at det allerede tidlig i perioden var en rekke gårder i og rundt Ottadalen. Et økende antall gårdsbruk forteller oss også at det var en befolkningsvekst i perioden (Teigum, 2001).

Oppsummerer man eldre og yngre jernalder, var dette en viktig ekspansjonsperiode med jakt som den tradisjonelle næringsveien og dessuten vekst for jernutvinning og jordbruk. På slutten av yngre jernalder ble det utviklet ny og bedre teknikk for utvinning av jern (Teigum, 2001).

### **1050 - 1537 Middelalder**

Jordbruk var fortsatt en viktig næringsvei, Teigum refererer til pollenanalyse utført i Griningsdalen av Høeg, hvor funn av rug, bygg og andre kulturindikatorer kan tyde på fast bosetning og jordbruk på 1100 - 1200 tallet.

Tallet på fangstanlegg forteller at jakt på rein var en viktig næringsvei frem til på 1300 tallet. Det samme gjelder registrerte spor etter utvinning av jern og senere kleber.

Nedgangen i folketallet var dramatisk i generasjonene etter 1350, dette skyldes Svartedauen og antagelig også en forverring av klima. Denne nedgangen fikk også konsekvenser for jern- og kleber virksomheten i Ottadalen (Teigum, 2001).

### **Fra 1537: Nyere tid**

I dag minner dyregravene oss om en tid da fangst av rein og elg var en viktig del av næringsgrunnlaget. Fangsten i dyregraver tok ikke slutt før den ble forbudt på 1800-tallet. I dag dominerer villreinen områdene vest i Jotunheimen, mens tamreinen dominerer i andre deler av Jotunheimen (opplysninger hentet fra Norsk Fjellmuseum i Lom).

Hovednæringen Ottadalen har tradisjonelt vært jordbruk, men i vår tid har antall arbeidsplasser innen turistnæringen øket (Garmo, 1990).



### **3 METODE.**

Dette kapitlet gir en generell informasjon om de metodene som er benyttet under felt-, laboratorie- og analysearbeidet.

#### **3.1 FELTARBEID.**

Feltarbeidet ble utført sommeren og høsten 1990 og sommeren 1991, totalt ca. 3 uker. Deltagere ved ett eller flere av feltarbeidene var Bjørn G. Andersen, Helga Gunnarsdottir, Kari Henningsmoen, Helge I. Høeg og Sverre Løkken. Under planleggingen og under selve feltarbeidet ble følgende kart benyttet: 1618 I (Vågå), 1618 IV (Lom) og 1718 IV (Otta).

Prøveinnsamlingen ble foretatt på høsten 1990. Under feltarbeidet ble både hillerbor og russerbor benyttet, hillerboret ble brukt til sondering for å finne dypeste sted på lokalitetene. Russerboret med 75 x 7.5 cm kanne, ble brukt under innsamling av prøveseriene. Boret består av en halvt sirkulær kanne med en sentrert dør. Etter å være skjøvet med låst dør ned til prøvetakingsnivået, ble kannen dreiet 180 grader og en halvsylindrisk sedimentdel (75 cm lang) ble skåret ut. Ved dreiningen ble kannen lukket igjen, boret ble så dratt opp til overflaten igjen uten noen ny rotering. På overflaten ble kannen åpnet, og prøvene ble straks pakket inn i tynn og tykk plast og lagt i takrenner for beskyttelse. Ved innsamlingen av myrseriene ble det foretatt en kort beskrivelse av litostratigrafien og dagens vegetasjon.

#### **3.2 LABORATORIEARBEID.**

Laboratoriearbeidet ble utført ved Palynologisk laboratorium Institutt for geologi, UiO.

Det er totalt preparert og analysert 40 nivåer: Skjellom (9), Åslii (10), Vamtjørnmyri (8) og Jettmyri (13).

Det ble tatt ut 1-2 cm<sup>3</sup> prøvemateriale avhengig av sedimenttype/polleninnhold. I første omgang ble det tatt ut materiale for hver 5. cm, senere også for hver 2.5 cm der det var nødvendig av hensyn til analysen. Hver enkelt prøve ble tilsatt to *Lycopodium* tabletter à 12077 ± 3.1% sporer for å bestemme det absolutte mikrofossilinnhold (Stockmarr 1971). Prepareringen av prøvene ble utført etter standardmetodene til Fægri og Iversen (1975), men med visse unntak avhengig av prøvematerialet. Et unntak fra standardmetoden er at behandling med flussyre (HF) som har til hensikt å fjerne minerogent materiale, foregikk i kald HF i 1-3 døgn. Etter preparering ble prøvene oppbevart i en blanding av glyserol og etanol før montering på objektglass. De ferdige preparatene ble tilsatt fargestoffet basisk fuchsin før mikroskopering.

### 3.3 ANALYSEARBEID.

#### 3.3.1 POLLENANALYSE.

Et Nikon Labophot mikroskop med et fluor 40/0.75 objektiv ble benyttet. Til bestemmelse av problematiske pollentyper ble et 100 DL/1.25 immersjonsobjektiv benyttet. Pollenkornene er bestemt etter nøklene i: Fægri og Iversen (1975), Erdtmann et.al. (1961) og Moore & Webb (1978). I tillegg ble instituttets samling av resent pollen benyttet. Mange pollentyper er bestemt bare til familie eller slekt, f.eks. Cyperaceae, Poaceae, *Salix*, Ranunculaceae.

*Betula*-analyse er ikke blitt utført, men en visuell vurdering av diameter og porehøyde er foretatt, siden *Betula nana* pollen har mindre diameter og lavere porehøyde enn andre *Betula* typer (Florin, 1969). Det ble telt ca. 500 pollen i hver prøve med unntak av noen særlig pollenfattige prøver hvor et mindre antall ble telt.

Tellerresultatene er bearbeidet og diagram tegnet ved hjelp av programvaren "Tilia versjon 1.08" som er utarbeidet av Eric C. Grimm (Illinois State Museum, 1991).

#### 3.3.2 POLLENDIAGRAM.

Tre forskjellige typer diagrammer er utarbeidet og de beskrives som følger:

##### A. Pollenprosentdiagram:

Prosentdiagrammet uttrykker mengdeforholdet mellom de opptalte taxa, uttrykt i prosent av pollensummen  $P = A + B + D + H = 100\%$ . Her er P lik pollensum, A er antall pollen av trær, B av busker, D av dvergbusker og H av urter. Resterende grupper vannplanter, sporeplanter og alger, beregnes som prosent av P.

Når verdien til et taxon er under en prosent, vises en stiplet kurve. Kurven har 10x forstørrelse.

Til venstre i diagrammet vises dybdeskala og  $^{14}\text{C}$  dateringer i avsetningene. Til høyre vises pollensum og lokale pollensoner. Totalkurver for trær, busker, dvergbusker og urter vises også til høyre i diagrammet.

##### B. Pollenkonsentrasjonsdiagram:

$$P_{\text{kons.}} = (\text{sporer tilsatt/sporer telt}) \times (\text{fossil P/volum cm}^{-3}, \text{korn cm}^{-3})$$

Diagrammet beskriver antall pollenkorner pr.  $\text{cm}^3$  sediment (absolutte verdier). Mengden er beregnet ut fra antall tilsatt *Lycopodium* sporer ved preparering og antall pollen og sporer som er telt.

Metodens styrke er at hvert enkelt taxon behandles for seg selv uavhengig av de andre, og variasjonen i mengde av et taxon får ingen innvirkning for de andre. Dette gir et riktigere bilde av artenes tilstedeværelse og mengde sammenlignet med prosentdiagram.

Feilkilder kan være unøyaktighet ved uttak av prøvevolum og det er også en usikkerhet i forholdet mellom telte pollen og tilsatt mengde *Lycopodium* sporer (Stockmarr, 1971). Det er f. eks. en viss mulighet for at *Lycopodium* sporer kan forsvinne i løpet av prepareringen.

En viktig feilkilde er variasjoner i sedimentasjonshastigheten noe som må taes med i betraktningen.

### C. Polleninflux-diagram:

$$P_{\text{influx}} = P_{\text{kons.}} \times (\text{korn/cm}^2/\text{år})$$

Influx eller pollenakkumulasjonsrate viser pollenedfall pr.  $\text{cm}^2/\text{år}$  og er beregnet ut fra pollenkonsentrasjonen og sedimentasjonshastighet.

Dette forutsetter to eller flere  $^{14}\text{C}$  dateringer av det analyserte materialet, men det kan også interpoleres ved antatt konstant sedimentasjonshastighet og med tilsvarende hendelser ved andre lokaliteter.

Ut fra diagrammet kan variasjonen i pollenedfall i et område observeres med hensyn til tid.

På grunn av mangelfulle dateringer er det ikke laget influxdiagram fra Jettmyri.

### **3.4 $^{14}\text{C}$ -DATERINGER.**

Det er i denne undersøkelsen utført 11  $^{14}\text{C}$  dateringer (se Kap.5). Samtlige dateringer er utført ved Laboratoriet for radiologisk datering i Trondheim. Dateringsresultatene er i tekst og diagrammer angitt i  $^{14}\text{C}$  år før nåtid (BP). I tillegg til den konvensjonelle  $^{14}\text{C}$  alder er resultatene oppgitt med kalibrert alder i Fig. 5.1.. For å lette sammenligningen i tabellen er alle dateringene angitt i BP.

For en beskrivelse av metodens prinsipp henvises det til f. eks. Gulliksen, 1974.

Ved  $^{14}\text{C}$  metoden er det feilkilder, enten av måleteknisk karakter eller ved prøvematerialet, som påvirker dateringsresultatene. Feilkildene bidrar enten til for ung eller til for høy alder.

For mine dateringer kan feil ved prøvematerialet ha påvirket enkelte resultater (se fig. 5.1).

En feilkilde som gir for ung alder kan være at yngre materiale føres ned i eldre lag ved at røtter vokser nedover i sedimentet eller at humussyrer vaskes nedover. Dette kan være årsaken til at dateringsresultatet i bunnen av Vamtjørnmyri har for ung alder.

En vanlig feilkilde som bidrar til for høy alder, er tilførsel av inaktivt karbon til grunnvannet.

Dette er spesielt i områder med karbonholdige bergarter.

I min undersøkelse kan tilførsel av inaktiv karbon være forklaringen til at ett dateringsresultat fra Jettmyri er vesentlig eldre enn øvrige dateringer i undersøkelsen (sml. Kap. 5)

## **4 ANALYSERESULTATER – POLLENSONE-BESKRIVELSE.**

I det følgende beskrives resultatene av pollenanalysen, sonene er beskrevet i hvert enkelt avsnitt.

### **4.1 Skjellom, 540 m o.h. (Kartblad Vågå, 1618 I).**

Litologi:

Nivåer i cm:

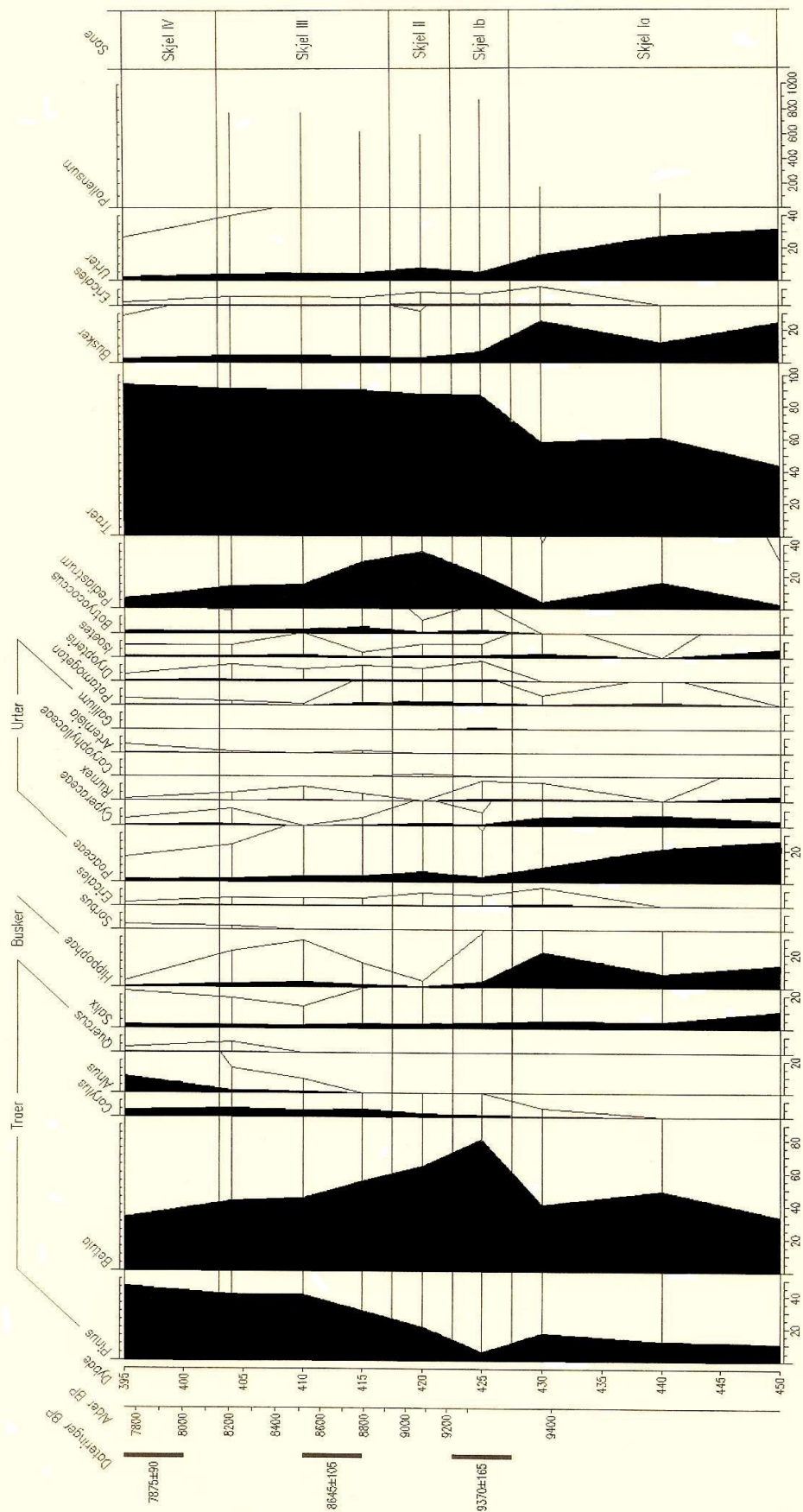
395 – 405: Gytje

405 – 425: Leirgytje

425 – 450: Leire

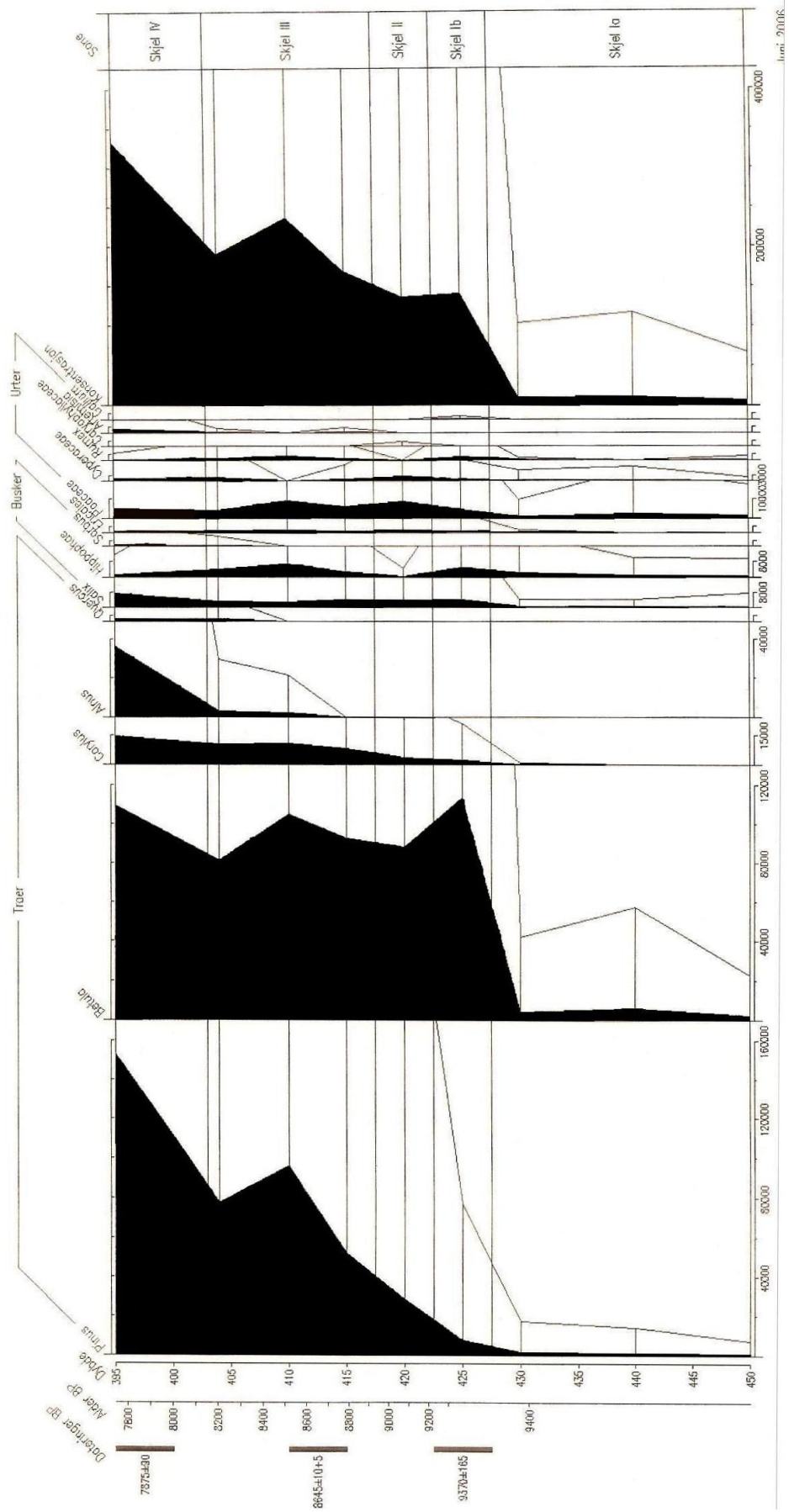
Skjellom, 540 m o.h.

Våga, Oppland  
 Prosentdiagram



Figur. 4.1 Prosentdiagram Skjellom.

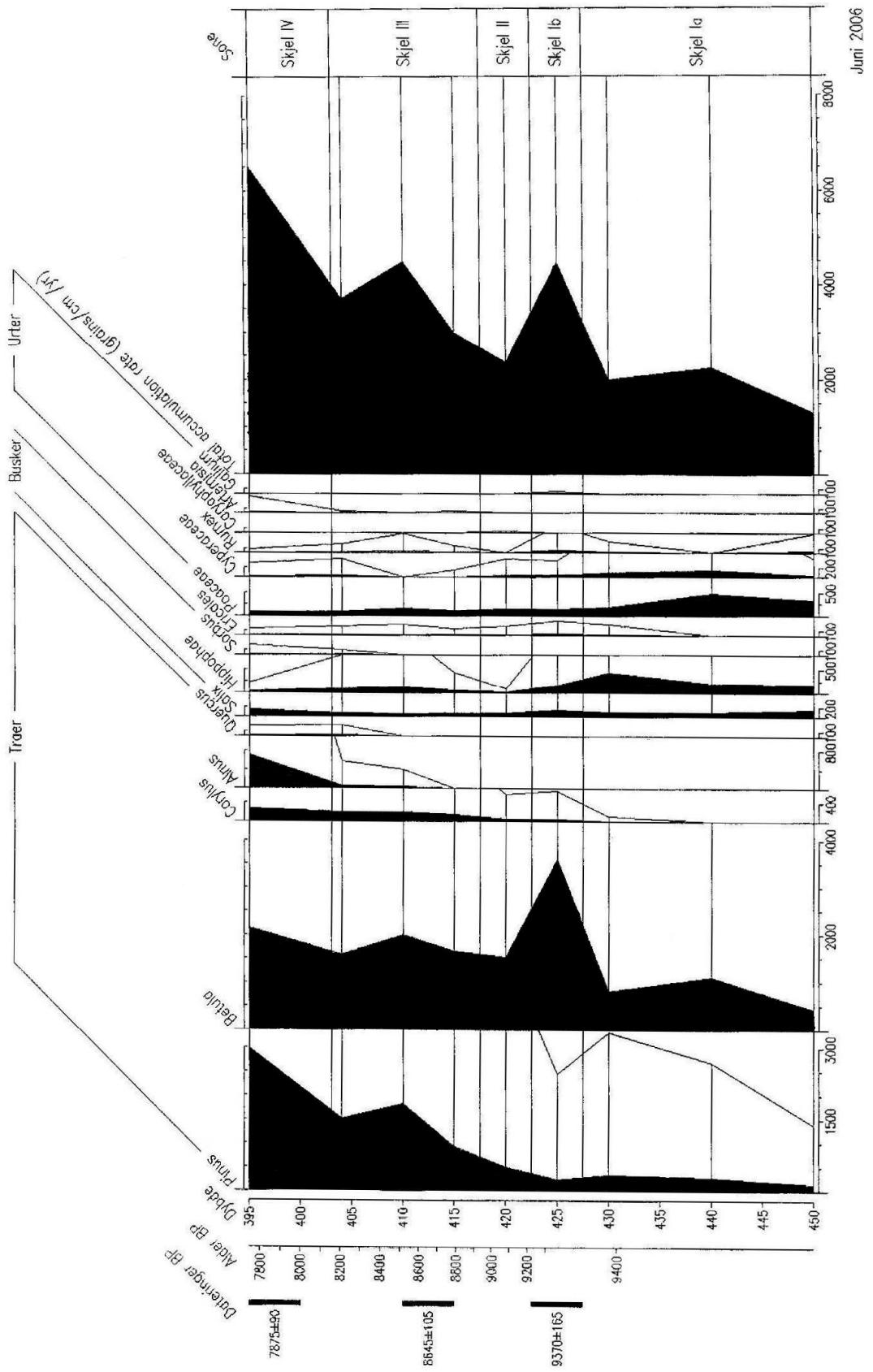
Skjellom, 540 m o.h.  
 Vega, Oppland  
 Konsentrasjon



Figur 4.2 Pollenkonsentrasjon Skjellom.

# Skjellom, 540 m o.h.

Vogga, Oppland  
Influx



Figur 4.3 Polleninflux Skjellom.



### **Skjell IA, 450 - 427, *Betula-Hippophaë*-sonen.**

*Betula* er det dominerende treslaget med opp til 50 % av total pollensum. *Pinus* er representert med opp til 15 %.

Av buskene og dvergbuskene er det *Hippophaë* som dominerer med 15-20 % av total sum. *Salix* utgjør opp til 10 %. I siste halvdel av sonen kommer Ericales inn med ca. 1 %.

Poaceae som er representert med rundt 25 % i første halvdel av sonen, dominerer blant urtene. Cyperaceae utgjør ca. 5 % mens *Rumex* har fra 0 - 3 % av pollensummen.

Blant vannplanter og alger er det ca. 2 % *Potamogeton*, ca 3 % *Isoetes* mens verdiene for *Pediastrum* varierer mellom 5 og 15 %.

Stort innslag av de lyskrevende artene som *Salix*, *Hippophaë*, Poaceae, Cyperaceae og *Rumex* tolkes til å representere pionervegetasjonen. Pionervegetasjonen etablerte seg raskt på åpne og lyse steder etter at isen hadde smeltet vekk. Mange av artene kan dessuten overleve på et skrint jordsmonn (Iversen, 1967). Etter hvert som det blir dannet mer moldjord, kommer mer krevende og større og kraftigere planter som skygger ut pionerartene.

Konsentrasjon- og influx- diagrammene viser at det i denne sonen var spredt vegetasjon og liten pollenproduksjon, og *Pinus* antas å være et resultat av fjerntransport. *Betula*-analyse er som tidligere nevnt ikke utført, men på bakgrunn av visuell vurdering (ref. metode kap. 3) kan en anta at *Betula nana* er tilstede i denne sonen.

Mot slutten av sonen kommer Ericales inn, noe som viser at humusdannelsen er begynt.

Innslaget av *Pediastrum* og det at sedimentene består av leire, tyder på at lokaliteten var et åpent vann hvor leire ble erodert fra omgivelsene og sedimentert i bassenget. Vegetasjonen i terrenget omkring har vært dominert av de lyselskende pionerartene.

### **Skjell IB, 427 - 423, *Betula*-maksimum-sonen.**

I denne sonen når *Betula* maksimumsverdi med ca. 80 %. *Pinus* er representert med ca 10 %, og *Corylus* er tilstede med 1 % i denne sonen.

Blant buskene bidrar *Salix* og *Hippophaë* med ca 3 % hver, og Ericales med 1 %.

Hos urtene er det registrert en nedgang fra forrige sone, Poaceae går ned til 3 %, Cyperaceae og *Rumex* til 1 % hver.

Blant vannplanter, sporeplanter og alger bidrar *Potamogeton* med 2 %, *Isoetes* med 1 %, *Dryopteris* type med 1 % og *Botryococcus* med 2 %, mens *Pediastrum* dominerer med 20 %.

Totalkurven viser at totalsummen til trærne har øket ifra sone IA og til sone IB, samtidig har totalsummen for henholdsvis busker, dvergbusker og urter minket. Dette betyr at det er en overgang fra en busk- og urte-dominert vegetasjon til en vegetasjon dominert av trær, og som diagrammet viser, er det *Betula* som dominerer. Dette vises også i influx diagrammet.

Den prosentvise økningen til *Pinus* mot slutten av sonen betyr at *Pinus* var kommet nærmere lokaliteten og at dette markerer starten på *Pinus*-innvandringen.

Innslaget av *Corylus* tolkes her som fjerntransport.

*Hippophaë* går ned i prosentdiagrammet, men influx-diagrammet viser at den i realiteten har en liten oppgang . Det har i området eksistert lokaliteter med tilstrekkelig lystilgang til at *Hippophaë* har kunnet vokse. Tilstedeværelsen av og *Potamogeton* og *Pediastrum* samt leirsedimenter viser at lokaliteten fremdeles har vært et åpent basseng. Vegetasjonsdekket var fortsatt så sparsomt at leire ble erodert og sedimentert i bassenget.

### **Skjel II, 423 - 418, *Betula-Pinus*-sonen.**

I denne sonen får *Betula* en nedgang mens *Pinus* får en oppgang. *Corylus* er representert med ca 3 %.

Av buskene og dvergbuskene får *Hippophaë* en nedgang til under 1 %. *Salix* er representert med ca. 3 % og Ericales med 1 %.

Urtene i Poaceae og Cyperaceae utgjør tilsammen ca. 8 % av pollensummen. Caryophyllaceae er representert med kun få prosent.

Foruten en økning i *Pediastrum*, opp til 35 %, er det kun et lite innslag av *Botryococcus*, *Potamogeton* og sporeplanten *Isoetes*.

Denne sonen tolkes til å representere en overgangsfase hvor *Pinus* har en prosentvis økning mens *Betula* har en prosentvis nedgang. Det betyr at det er et skifte fra bjørkeskog til en skog som får et økende innslag av furu.

*Corylus*-økningen i denne sonen kan skyldes økende langtransport; utbredelsen av *Corylus* kan ha nådd lenger nord i Gudbrandsdalen på denne tiden enn dagens utbredelse som i følge Lid (1998) stopper ved Sør-Fron.

Det har fremdeles vært et åpent basseng, økningen av *Pediastrum* viser at næringsinnholdet i vannet har øket.

### **Skjel III, 418 - 403, *Pinus-Betula-Corylus*-sonen.**

Sonen domineres av *Pinus* og *Betula*. *Corylus* er tilstede med opp til 5 %. På slutten av sonen kommer det et lite innslag av *Alnus* og *Quercus*.

Blant buskene er det mest av *Salix* og *Hippophaë* med ca. 2-3 % hver, mens Ericales er representert med 1 - 2 % og litt *Sorbus* kommer inn på slutten av sonen.

Urtene Poaceae, Cyperaceae, *Rumex* og *Artemisia* utgjør til sammen bare noen få prosent av total pollensum.

*Pediastrum* får en nedgang fra ca. 30 til ca.15 % , og algen *Botryococcus* utgjør ca. 5 %.

*Pinus* er i denne sonen rikelig tilstede og var sammen med *Betula* det skogdannende treslaget på denne tiden. Innslaget av *Corylus* øker noe, men den har neppe stått ved lokaliteten. En skal allikevel ikke se bort ifra at *Corylus* kan ha vokst på gunstige steder i Ottadalen som for eksempel i sørhellinger. På slutten av sonen kommer det et innslag av *Alnus* som tyder på at den var i ferd med å innvandre til området.

Influxdiagrammet viser et lite maksimum for *Hippophaë* i denne sonen, dette betyr at det også på denne tiden eksisterte gunstige voksesteder for *Hippophaë*, selv om summen av treslagspollen nå utgjør 80-90 %.

Både *Pediastrum*, *Botryococcus* og sedimentene indikerer et åpent basseng. *Pediastrum*-nedgangen antas å tyde på noe mindre næring i vannet på denne tiden. Leirinnholdet har blitt mindre, erosjonen har minket, og vegetasjonen har åpenbart blitt noe tettere.

### **Skjel IV, 403 - 395, *Pinus-Corylus-Alnus*-sonen.**

Trærne dominerer også i denne sonen. *Pinus*, *Betula* og *Corylus* utgjør tilsammen ca. 83 % av totalsummen. *Alnus* får en økning opp til 10 % i denne sonen og *Quercus* er representert med mindre enn 1 %.

Av buskene og dvergbuskene er det *Salix*, *Hippophaë*, *Sorbus* og Ericales som er representert, de utgjør tilsammen rundt 4 %.

Poaceae er tilstede med 1-2 %, mens det er mindre prosentverdier av de andre urtene Cyperaceae, *Rumex* og *Artemisia*.

*Pediastrum* får en nedgang fra 13 til 7 %, og *Botryococcus* utgjør ca. 2 %.

*Alnus*- oppgangen i denne sonen tolkes til å bety at *Alnus* innvandret til området rundt lokaliteten på denne tiden. For *Pinus*, *Betula* og *Corylus* er det ingen vesentlig endring, men det er fjernttransportert *Quercus* til stede. *Sorbus* er sannsynligvis en lokal forekomst. Influxdiagrammet viser at sonen domineres av trærne, skogen er tett og har bestått av *Pinus*, *Betula* og *Alnus*,

muligens også *Corylus* på gunstige lokaliteter. Enkelte lysåpne områder har fortsatt eksistert, derfor har *Hippophaë* fremdeles vært tilstede i området rundt lokaliteten.

## **4.2 Aaslii, 905 m o.h. (Kartblad Lom 1618 IV).**

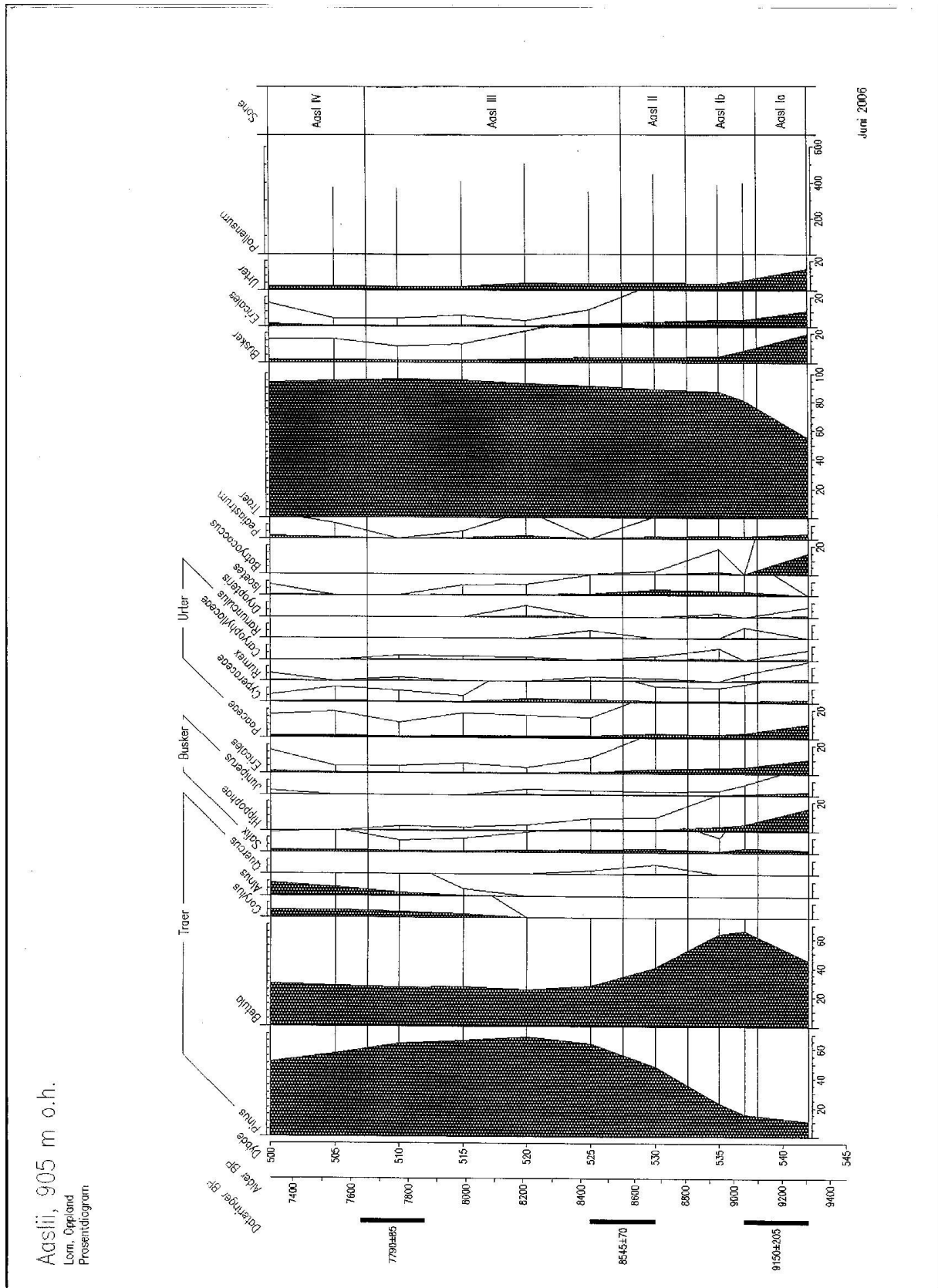
Litologi:

Nivåer i cm:

500 – 530: Gytje

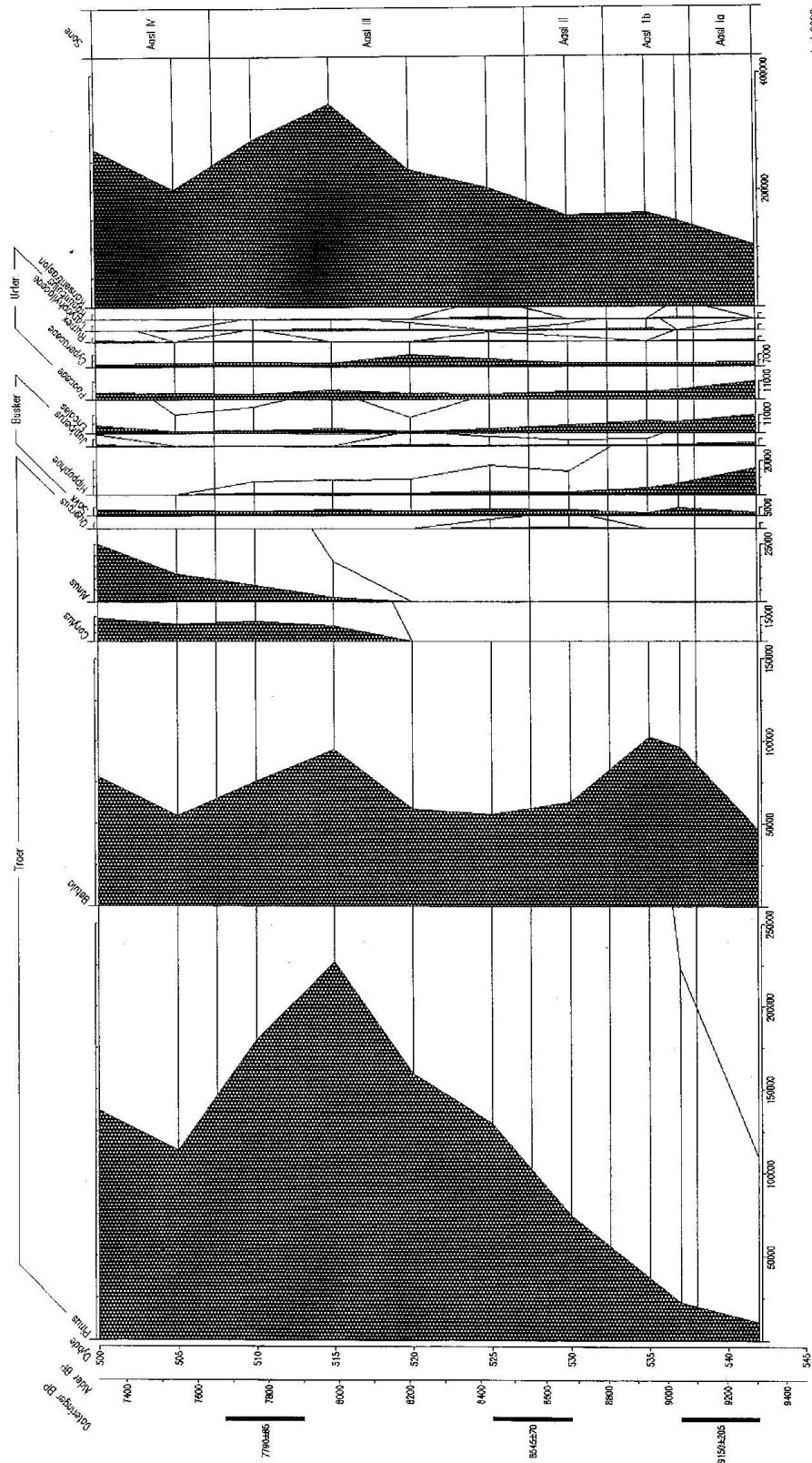
530 – 540: Leirgytje

540 – 542: Leire



Figur 4.4 Prosentdiagram Åslii.

Åslii, 905 m o.h.  
 Lom, Oppland  
 Konsentrasjon

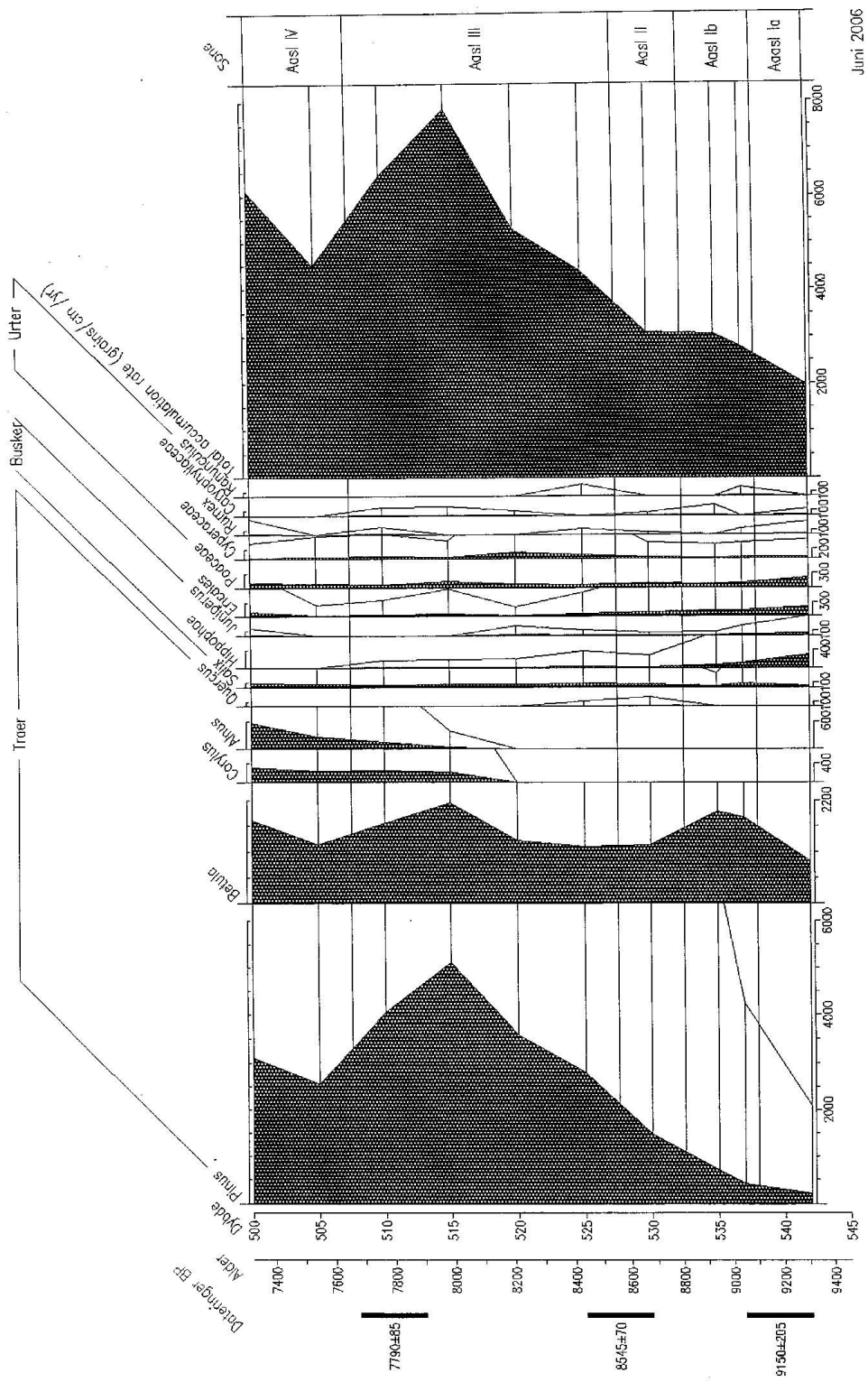


Jun 2008

Figur 4.5 Pollenkonsentrasjon Åslii

Aaslii, 905 m o.h.

Lam. Oppland  
Influx



Figur 4.6 Polleninflux Åslii.

### **Pollensone Aasl IA, 542 - 538, *Betula-Hippophaë*-sonen.**

I denne sonen er det kun analysert en prøve.

*Betula* dominerer sonen med over 40 %, og *Pinus* opptrer med 10 %.

Blant buskene er det *Hippophaë* som dominerer med 15%, *Salix* utgjør 2 %. *Juniperus* er representert med 2 % og Ericales er tilstede med 10 %.

Av urtene er det Poaceae som dominerer med 10 %, Cyperaceae, *Rumex*, Caryophyllaceae og *Ranunculus* utgjør tilsammen ca. 5 % av den totale pollensum.

Av alger er det *Botryococcus* som dominerer med 15 %.

Denne sonen har innslag av pionervegetasjon, sonen tolkes her til å representere en pionerfase. Dette begrunnes med at *Hippophaë*, *Juniperus*, Ericales, Poaceae og *Rumex* alle har en prosentvis nedgang mot sonegrensen IA/IB. Samtidig har *Betula* en prosentvis oppgang som betyr et skifte fra en vegetasjon dominert av pionerarter til en vegetasjon dominert av *Betula*. Influx- og konsentrasjonsdiagrammene viser det samme bildet.

Tilstedeværelsen av Ericales i hele sonen betyr at humusdannelsen var igang.

Innslaget av *Pinus* tolkes til å være et resultat av fjerntransport.

På grunn av innslaget av *Botryococcus* og *Pediastrum* tolkes lokaliteten til å ha vært et åpent basseng, noe som også er tilfelle for de resterende sonene. Dette bekreftes av sedimentene som består av leire, leirgytje og gytje i rekkefølge fra bunnen og oppover.

### **Pollensone Aasl IB, 538 - 534, *Betula*-maksimum-sonen.**

*Betula* når maksimumsverdi på noe over 60 % i denne sonen. *Pinus* øker fra 15% til ca 25 % i løpet av sonen.

Blant buskene er *Hippophaë* representert med ca 4%, *Salix* med ca 3% og *Juniperus* i underkant av 1 %.

Poaceae har en prosentvis nedgang til 4 %, for de andre urtene er det kun små endringer fra forrige sone.

*Isoetes* er representert med 3%, algen *Botryococcus* er tilstede med opp til 2% og *Pediastrum* med 1-2 %.

*Betula* når sitt maksimum i denne sonen og er det dominerende treslaget. Oppgangen for *Pinus* i denne sonen tolkes til å representere starten på furu-innvandringen. Nedgangen i de lyskrevende buskene og urtene skyldes at *Betula* og også *Pinus* har blitt mer dominerende og delvis har skygget lyselskere ut.



### **Pollensone Aasl II, 534 - 527, *Betula-Pinus*-sonen.**

Denne sonen karakteriseres av at *Betula* får en nedgang fra ca. 60 til ca. 30 % mens *Pinus* får en oppgang fra ca. 25 til ca. 60 %. Av andre trær er det et lite innslag av *Quercus*.

*Salix* med opp til 2-3 %, *Hippophaë* med ca. 1 %, *Juniperus* med under 1 % og Ericales med ca. 3 % er de buskene og dvergbuskene som er funnet i denne sonen.

Urtene har fått en nedgang, Poaceae og Cyperaceae er representert med maksimum 3 % hver. Det er kun små innslag av *Rumex*, Caryophyllaceae og *Ranunculus*.

*Isoetes* type er representert med opp til 5 %, *Botryococcus* er fortsatt lav i denne sonen og *Pediastrum* har en svak nedgang.

Oppgangen for *Pinus* fortsetter i denne sonen. Denne oppgangen vises i influx- og konsentrasjonsdiagrammet og sonen tolkes til å representere *Pinus*-innvandringen. *Pinus* har blitt mer og mer dominerende i vegetasjonen, dette vises også ved at *Betula* har fått en nedgang sammenlignet med forrige sone. Busker, dvergbusker og urter har stadig en svak nedgang, tydeligst i prosentdiagrammet.

Selv om totalkurven i prosentdiagrammet viser at det var trærne som dominerte i vegetasjonen, har det fremdeles eksistert områder der busker, dvergbusker og urter med krav til gode lysforhold har kunnet vokse. Dette vises også i influxdiagrammet.

### **Pollensone Aasl III, 527 - 508, *Pinus-Betula-Corylus*-sonen.**

Av trærne er det *Pinus* og *Betula* som dominerer denne sonen. Midtveis i sonen kommer *Corylus* inn med opp til 4 %, og på slutten av sonen er det også innslag av *Alnus* med ca. 2 %.

Buskene og dvergbuskene er tilstede med *Salix* 1- 2 %, *Hippophaë* under 1 % og Ericales under 1 %.

Sonen er relativt fattig på urter, Poaceae og Cyperaceae er representert med 1-2 % hver.

*Isoetes* har en nedgang, *Botryococcus* har forsvunnet og *Pediastrum* er tilstede med ca. 1 %.

Denne sonen representerer *Pinus*-maksimum. Innslaget av *Corylus* tolkes som fjernttransport, men en skal ikke utelukke at *Corylus* kan ha vokst på gunstige steder lengre ned i Ottadalen (sammenlign Skjellom II og III).

#### **Pollensone Aasl IV, 508 - 500, *Pinus-Betula-Corylus-Alnus*-sonen.**

Her er dominans av *Pinus* med i overkant av 50 % og *Betula* ca. 30 %, *Corylus* er representert med opp til 5 % og *Alnus* får en økning opp til 10 %.

*Salix* og Ericales tilstede med opp til 2 % hver, *Hippophaë* er ikke representert i sonen.

I denne sonen er det også sparsomt med urter, Poaceae opp til 2 % og Cyperaceae 1 % er representert.

*Isoetes* er tilstede i sonens øverste nivå og *Pediastrum* er representert med 2 %.

Ved overgangen til denne sonen er det en gradvis stigning i *Alnus*-kurven. Dette tolkes til å representere *Alnus*-innvandringen. Lokaliteten har en klimatisk gunstig beliggenhet, og det er sannsynlig at *Alnus* har vokst i området også på denne tiden, siden den vokser i nåtid opptil 1000 m o.h. i Vågå (Lid, 1998). Det er ingen større endringer blant de andre artene, bortsett fra at *Hippophaë* ikke lenger er representert i sonen, sannsynligvis fordi lysforholdene har blitt dårligere.

#### **4.3 Vamtjørnmyri, 400 m o.h. (Kartblad Lom 1618 IV).**

Litologi:

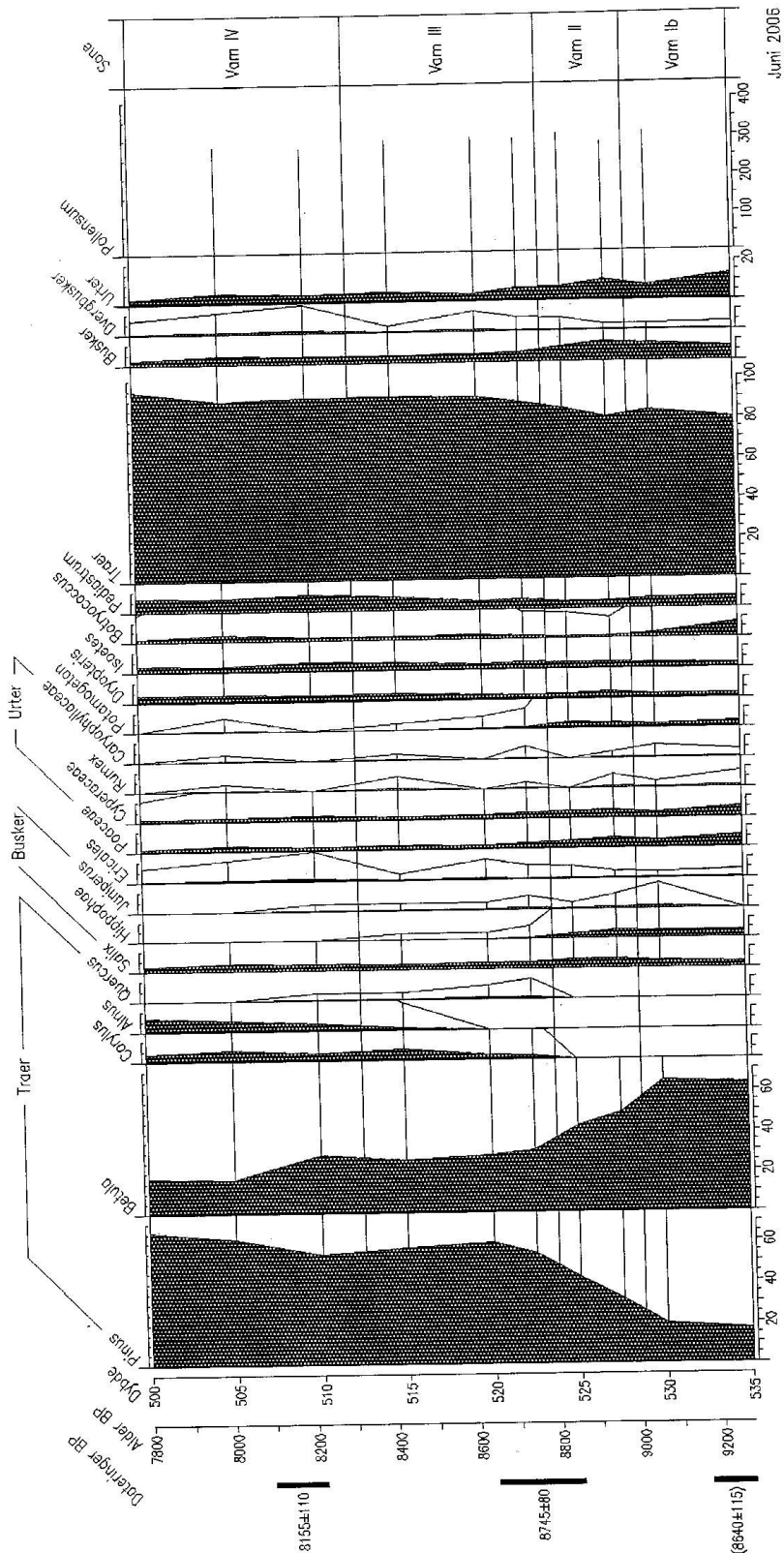
Nivåer i cm:

500 – 512: Gytje

512 – 530: Leirgytje

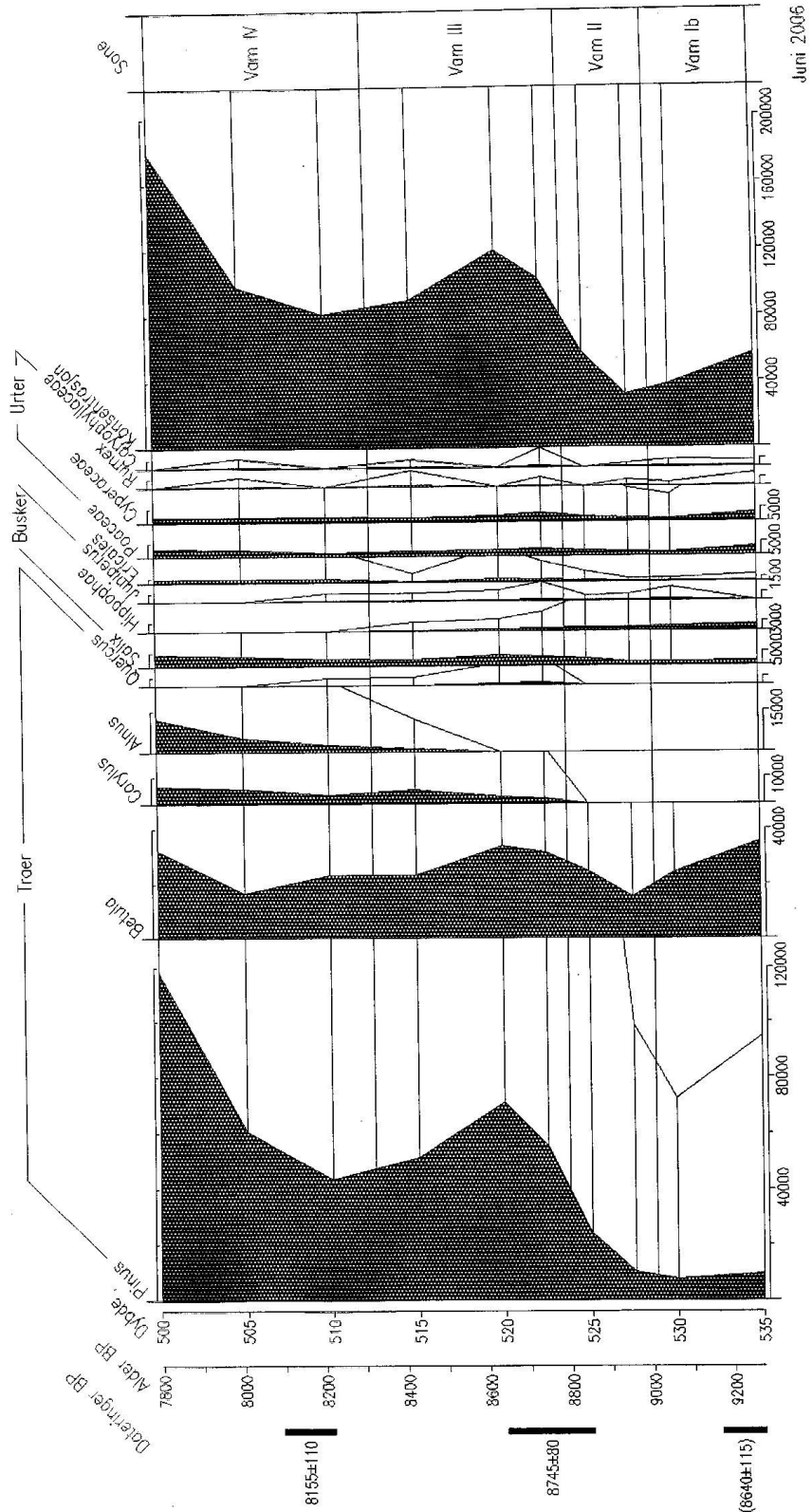
48530 – 536: Leire

Vamtjørn, 400 m o.h.  
Lam, Djupland  
Prosentdiagram

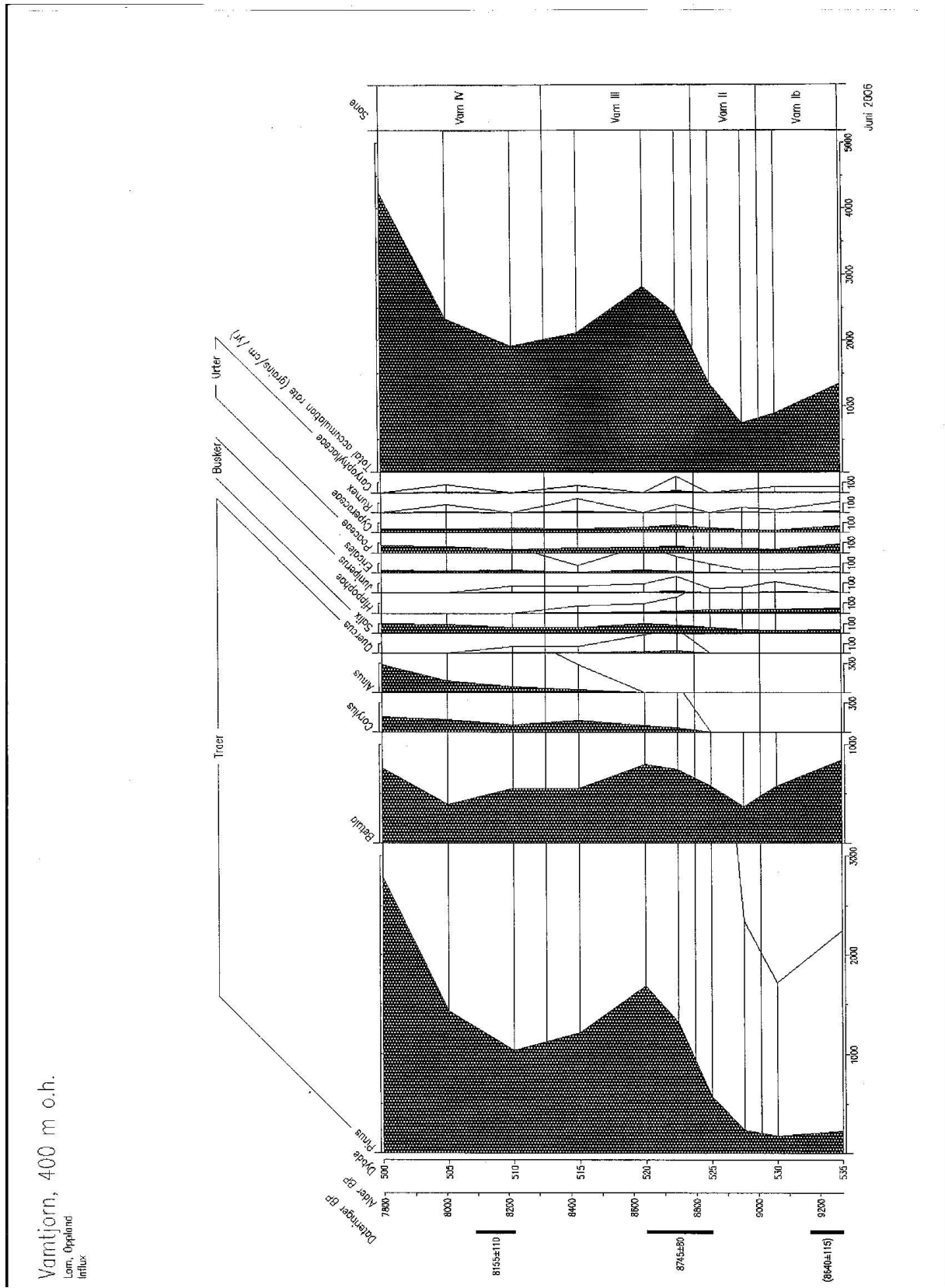


Figur 4.7 Prosentdiagram Vamtjørn.

Vamtjørn, 400 m o.h.  
Lern, Oppland  
Konsentrasjon



Figur 4.8 Pollenkonsentrasjon Vamtjørn.



Figur 4.9: Polleninflux Vamtjørn.

### **Pollensone Vam IB, 535 - 529, *Betula*-maksimum -sonen.**

Over 60 % *Betula* er funnet i denne sonen. *Pinus* utgjør ca. 15 %.

Av buskene har *Salix* ca. 3 % av total pollensum, *Hippophaë* ca 4 % og *Juniperus* ca 1 %. Ericales er representert med ca. 1 %.

Av urtene er det mest av Cyperaceae og Poaceae, hver med opp til 5-6 %. *Rumex* og Caryophyllaceae utgjør ca. 2-3 % til sammen.

Av vannplanter, bregner og alger er det opp til 8 % *Potamogeton*, 7 % *Dryopteris*, 9 % *Isoetes* og ca. 15 % hver av *Botryococcus* og *Pediastrum*.

Sonen domineres av *Betula* og tolkes til å representere *Betula* maksimum.

Vegetasjonen i området var dominert av en åpen bjørkeskog med innslag av lyselskende arter som *Hippophaë*, *Salix*, Poaceae og Cyperaceae. At Ericales er tilstede i sonen tyder på at humusdannelsen var i gang.

Innslaget av *Pinus* tolkes til å være et resultat av fjerntransport. Pollenkonsentrasjon- og polleninfluxdiagrammene styrker denne teorien.

Både i denne sonen og i de etterfølgende sonene er det et relativt høyt prosentvis innslag av *Potamogeton*, *Isoetes*-sporer og alger. Dette betyr at lokaliteten har vært et åpent basseng både i denne sonen og i de resterende sonene. Det at sedimentene består av leire, leirgytje og gytje bekrefter dette.

### **Pollensone Vam II, 529 - 522, *Betula-Pinus*-sonen.**

Denne sonen karakteriseres av en nedgang i *Betula*-kurven samtidig som kurven til *Pinus* går opp. *Betula* faller i prosentverdi fra ca. 60 % ved sonegrensen IB/II til ca. 30 % ved sonegrensen II/III. Tilsvarende får *Pinus* en økning fra 20 % til ca. 60 %.

I øvre del av sone II kommer *Corylus* inn med opp til 2 %.

Av buskene og dvergbuskene når *Salix* opp til 5 %, *Hippophaë* får en nedgang fra 4 til 1 %. *Juniperus* er representert med ca. 1 %. Ericales er tilstede med ca. 1 %.

Blant urtene dominerer Poaceae med opp til 5 %, Cyperaceae opp til 4 % mens *Rumex* og Caryophyllaceae har 1-2 % hver.

*Dryoptersi*, *Potamogeton* og *Isoetes* er representert med ca. 10 % hver. *Pediastrum* og *Botryococcus* er representert med 5-10 %.

Denne sonen tolkes til å representere *Pinus*-innvandringen til området. Prosentvis er det en nedgang for *Betula*, men sammenlignet med pollenkonsentrasjon- og polleninflux-diagrammene er det totalt en oppgang. Skogen har sannsynligvis blitt tettere p.g.a. *Pinus*-oppgangen, men det har ennå eksistert lysåpne steder hvor arter som bl.a. *Salix* og *Hippophaë* har vokst.

Innslaget av *Corylus* og *Quercus* i denne sonen tolkes som fjernttransport.

### **Pollensone Vam III, 522 - 510, Pinus-Betula-Corylus-sonen.**

Trærne domineres av *Pinus* med ca. 60 %, *Betula* er representert med opp til 30 %. *Corylus* når opp til 5 %, mens *Alnus* kommer inn i siste halvdel av sonen med 2 - 3 %.

*Salix* er tilstede med ca. 3 %, *Hippophaë* og *Juniperus* er så vidt representert med opp til 1 % hver. Ericales viser liten endring og har fortsatt ca. 1 %.

Poaceae- og Cyperaceae- kurvene viser en svak nedgang fra forrige sone, men er fortsatt dominerende blant urtene. *Rumex* og Caryophyllaceae er representert med ca. 1 % hver.

*Potamogeton* går tydelig ned i denne sonen, *Pediastrum* går noe opp, mens *Dryopteris*, *Isoetes* og *Botryococcus* viser liten endring.

*Betula* og *Pinus* har fortsatt vært de skogdannede trærne. Innslaget av *Alnus* tolkes som start på *Alnus*-innvandringen.

Det høye polleninnholdet av *Corylus* her, ca. 5 %, kan skyldes langtransport men det er ikke usannsynlig at *Corylus* også har vokst på gunstige steder lenger nede i Ottadalen (jmf. Skjellom).

Det har i denne sonen vært mindre av de åpne og gunstige steder for de lyselskende artene; *Hippophaë* forsvinner i løpet av denne sonen, og *Juniperus* går noe ned.

### **Pollensone Vam IV, 510 - 500, Pinus-Betula-Corylus-Alnus-sonen.**

*Pinus* utgjør ca. 65 % mens *Betula* har hatt en nedgang til under 20 %, *Corylus* er representert med ca 5 %. *Alnus* når opp til 7 %.

Buskene domineres av *Salix* med noe mindre enn 4 %, *Juniperus* forsvinner midt i sonen mens *Hippophaë* har forsvunnet helt. Ericales bidrar med 1 - 2 %.

Det er liten endring i kurvene for urtene, som i forrige sone er det Poaceae og Cyperaceae som dominerer foran *Rumex* og Caryophyllaceae.

Ingen større endring sees blant vannplanter, bregner og alger.

*Alnus* har innvandret til området i denne sonen. Prosentvis virker det som om skogen har hatt samme tetthet, men konsentrasjon- og influx-diagrammene viser en økning for *Pinus*.

Det er kun *Hippophaë* og *Juniperus* som har blitt utkonkurrert her i denne sonen. For dvergbusker og urter har det fremdeles eksistert lokaliteter da det er liten forskjell i lysforhold fra forrige sone.

#### **4.4 Jettmyri, 1100 m o.h. (Kartblad Vågå, 1618 D).**

Litologi:

Nivåer i cm:

275 – 287: Gytje

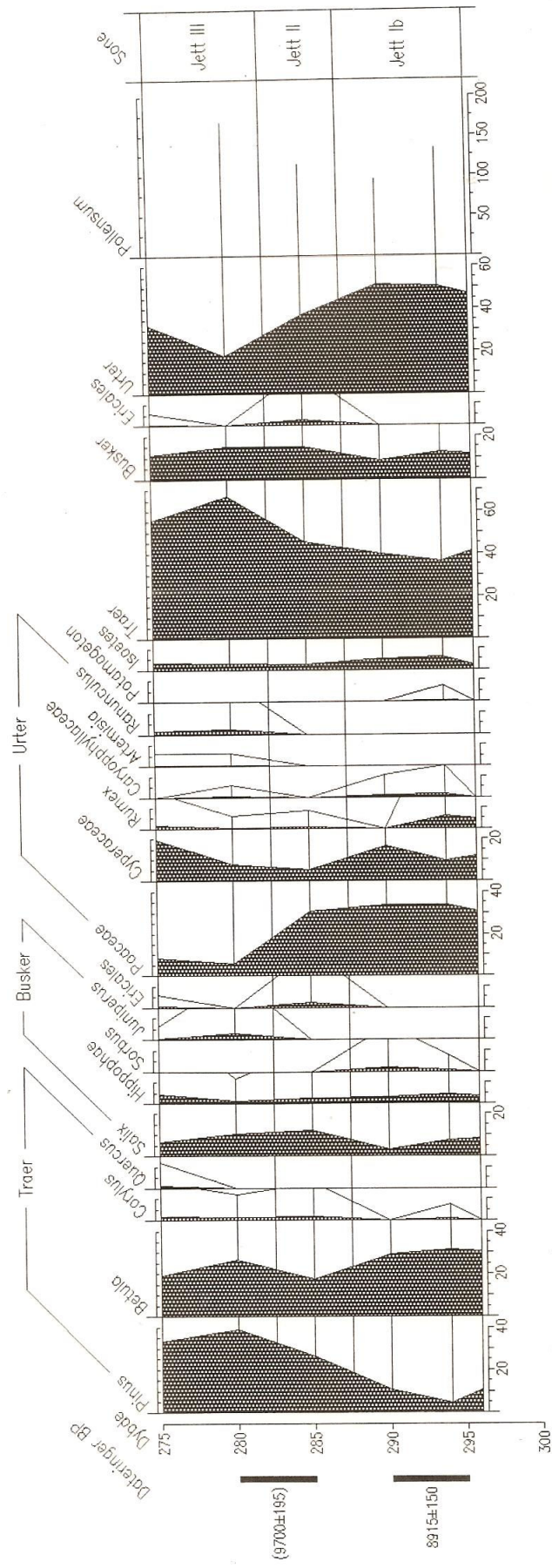
287 –295: Leirgytje

285 – 296: Leire

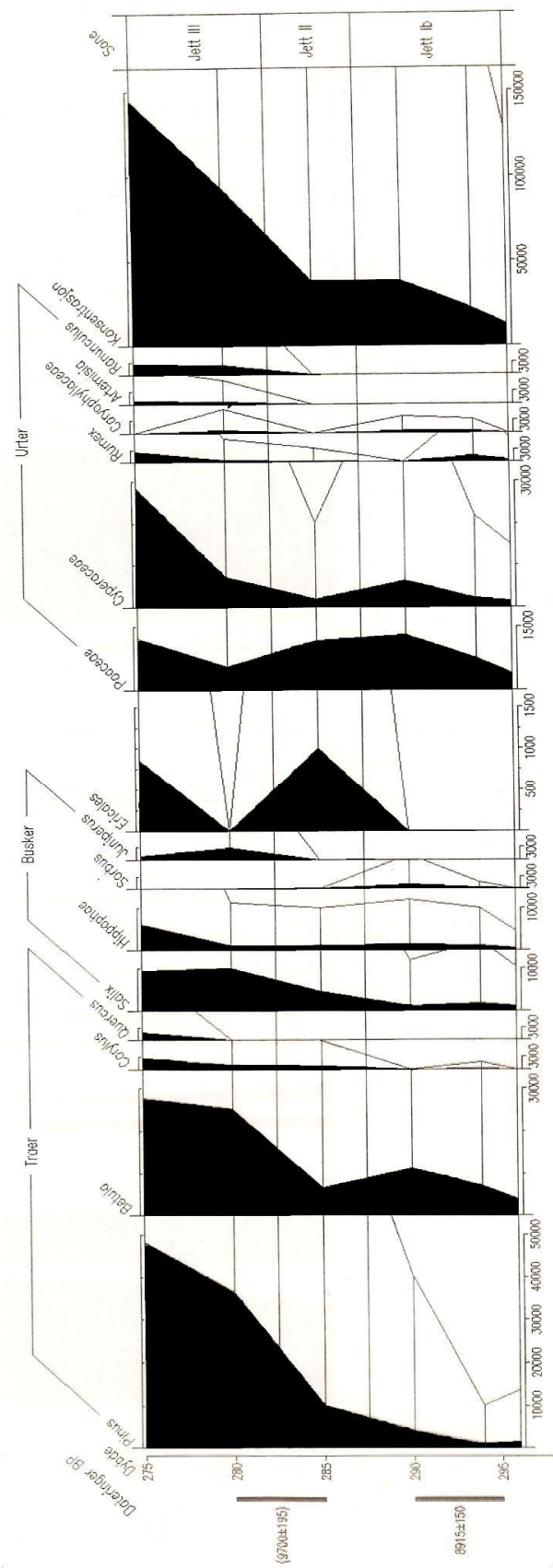


Jettmyri, 1100 m o.h.

Vaga, Oppland  
 Prosentdiagram



Figur.4.10 Prosentdiagram Jettmyri



Figur 4.11 Pollenkonsentrasjon Jettmyri.

### **Jett IB, 296 - 290, *Betula*-maksimum -sonen.**

*Betula* er det dominerende treslaget i denne sonen. Den utgjør ca 30 % av total pollensum. *Pinus* utgjør opptil 15 % av totalen, og *Corylus* opptrer såvidt i sonen.

Busker som er observert i sonen er opp til 10 % *Salix*, opp til 8 % *Hippophaë* og 1-2 % *Sorbus*.

Av urtene er det Poaceae som dominerer med 25-30 % av total pollensum. Cyperaceae utgjør ca. 12 %, *Rumex* opp til 5 % og Caryophyllaceae 1 - 2 %.

Av vannplanter er det opp til 2 % *Potamogeton*. Sporeplanten *Isoetes* opptrer med opp til 10 %.

Pollensammensetningen i denne sonen viser at *Betula* var det dominerende blant treslagene, og sonen tolkes til å representere senere del av *Betula* maksimum. *Betula*-analyse er ikke utført, men med visuell bedømmelse er det sannsynlig at *Betula nana* vokste i området (se metode kap. 3).

Jettmyri ligger i åpent og værhardt terreng. Dagens bjørkeskog-grense går i området ved ca 900 m o.h. Beveger man seg noe vekk fra Jettmyri til nordenden av Jettjørn ca. 1000 m o.h. finnes det i dag gunstige lokaliteter hvor det vokser en mindre mengde av bjørk. Det er ikke utenkelig at spredte forekomster av bjørk har vokst nærmere prøvelokaliteten i tidligere tider enn i dag.

Innslaget av *Pinus* og *Corylus* tolkes som fjernttransport. Prosent- og konsentrasjonsdiagrammene viser en viss økning i *Pinus*, men i tillegg til bjørk har vegetasjonen på denne tiden vært dominert av lyselskende busker og urter.

I prosentdiagrammet viser kurvene høye verdier av lyskrevende busker og urter, noe som tyder på en lysåpen vegetasjon rundt lokaliteten. Tilstedeværelsen av *Potamogeton* og *Isoetes* betyr at lokaliteten var et åpent basseng på denne tiden, noe som også fremgår av sedimentene.

### **Jett II, 290 - 284, *Pinus-Betula-Salix*- sonen.**

*Pinus* får her en oppgang fra ca. 15 % til opp i mot 30 % ved grensen til sone III. Samtidig får *Betula* en nedgang fra 35 % til 15 %. *Corylus* er representert med ca. 2 %.

Av buskene får *Salix* i denne sonen en økning opp til ca. 10 % av total pollensum. *Hippophaë* er representert med 3 %. *Sorbus* forsvinner helt i løpet av denne sonen.

Av dvergbusker er Ericales representert med opp til 3 %.

Poaceae er fremdeles dominerende blant urtene. Cyperaceae er representert med 5-10 %. *Rumex* og Caryophyllaceae utgjør til sammen 2-3 % av pollensummen.

*Potamogeton* er ikke tilstede i denne sonen, *Isoetes* bidrar med 3 %.

Fremdeles har *Betula* og lyselskende busker og urter vært dominerende ved lokaliteten.

*Pinus*-kurven har en oppgang i denne sonen og det tolkes som en kombinasjon av langtransport og en svakt økende lokal pollenproduksjon, noe som styrkes av konsentrasjonsdiagrammet. Innslaget av *Corylus* tolkes som fjernttransport (jfr. Skjellom).

Sedimentene viser at det er en overgang fra leirgytje til gytje, dette viser et mer stabilt vegetasjonsdekke og forbedring av klimaet.

### **Jett III, 284 - 275, *Pinus-Betula-Corylus*-sonen.**

*Pinus* dominerer blant trærne med prosentverdi opp til 35 %, *Betula* med opp til 15 % og *Corylus* med ca. 3 %. I denne sonen får vi også innslag av *Quercus* med ca. 2 %.

Av buskene og dvergbuskene dominerer *Salix* med 10 - 15 %, *Hippophaë* er representert med opp til 5 % av total pollensum og *Juniperus* med 2-5 %. Ericales er tilstede med en knapp prosent. Cyperaceae får en økning fra 10 % til 18 % og er dominerende blant urtene, Poaceae får en nedgang fra ca. 30 % til ca. 10 % mens *Rumex*, Caryophyllaceae, *Artemisia* og *Ranunculus* tilsammen oppnår ca. 10 %. *Isoetes* er representert med opp til 5 %.

Pollenkonsentrasjon-diagrammet viser en økning i totalkonsentrasjonen fra begynnelsen av sone III, dette på grunn av at lokalproduksjonen av pollen har øket. *Pinus* verdier opp mot 35 % i prosentdiagrammet tilsier at spredte forekomster av *Pinus* kan ha vokst i nærheten av eller har nærmet seg lokaliteten. Undersøkelser gjort av Aas og Faarlund (1988) viser at *Pinus* i tidligere tider har vokst høyere over havet enn nåtidens grense grunnet et varmere klima. Tilstedeværelsen av *Quercus* pluss *Corylus* tyder på langtransport.

Totalkurven i prosentdiagrammet viser at det fortsatt har vært rikelig av busker og urter ved lokaliteten.

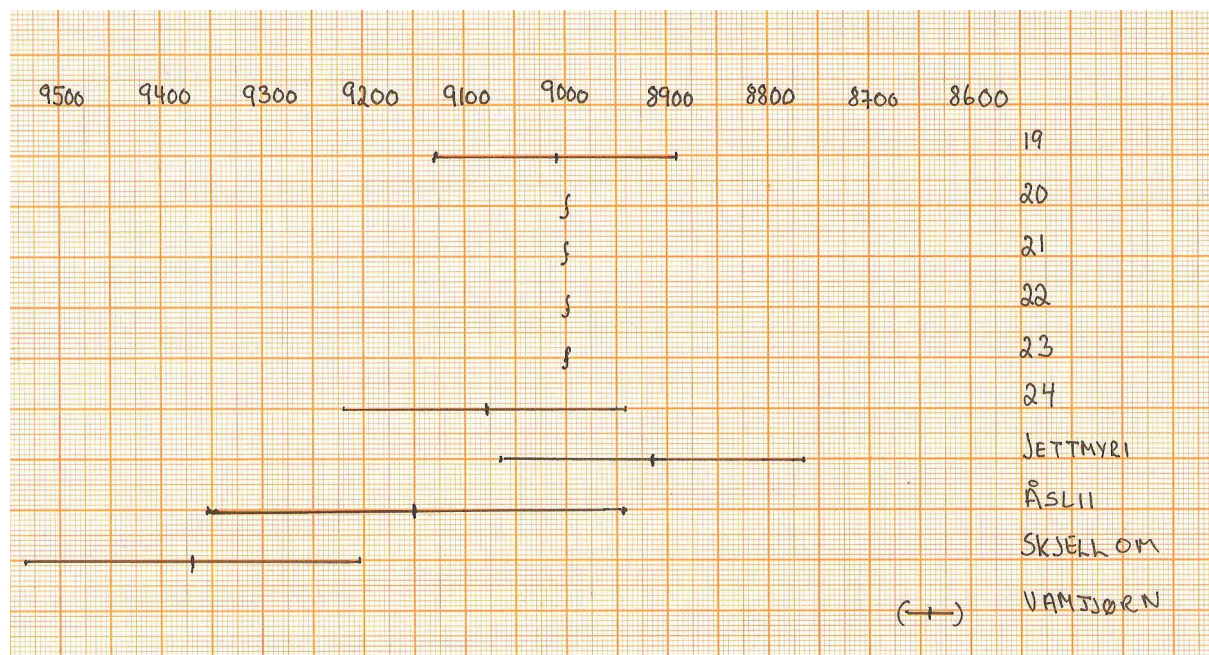
## 5 TRÆRNES INNVANDRING OG VURDERING AV <sup>14</sup>C DATERINGENE.

Det er totalt utført 11 <sup>14</sup>C dateringer.

LAB-REFERANSE	SONE	ALDER BP	KALIBRERT BP	MATERIALE	HENDELSE
T-9638A	AASL IV	7790±85	8635-8430	GYTJE	ALNUS-OPPGANG
T-9958A	SKJEL IV	7875±90	8980-8545	GYTJE	ALNUS-OPPGANG
T-9042A	VAM IV	8155±110	9395-9005	GYTJE	ALNUS-OPPGANG
T-9637A	AASL II	8545±70	9550-9490	GYTJE	PINUS-OPPGANG (SENERE DEL)
T-9639A	SKJEL III	8645±105	9710-9530	LEIRGYTJE	PINUS-OPPGANG (SENERE DEL)
T-9043A	VAM II	8745±80	9710-9555	LEIRGYTJE	PINUS-OPPGANG (SENERE DEL)
T-9340A	JETT II	9700±195?	11235-10705	GYTJE	PINUS-OPPGANG (FEILAKTIG)
T-9044A	VAM I	8640±115?	9725-9530	LEIRE	BETULA-MAKSIMUM (FEILAKTIG)
T-9640A	JETT IB	8915±150	10220-9730	LEIRGYTJE	BETULA MAKSIMUM (SENERE DEL)
T-9338A	SKJEL IB	9370±165	11040-10290	LEIRGYTJE	BETULA-MAKSIMUM
T-9636A	AASL IA	9150±205	10575-10155	LEIRGYTJE	BETULA-OPPGANG

Figur 5.1: Tabell over <sup>14</sup>C dateringer

### 5.1 BETULA-OPPGANG OG -MAKSIMUM.



Figur. 5.2 *Betula* - sammenligning egne dateringer med andre undersøkelser.

REF. NR.	LOKALITET	ALDER BP	HENDELSE
19	FOKSTUMYRA, 945 m o.h., Dovrefjell	9010±120	<i>Betula</i> maksimum
20	BÅNNTJERN, 709 m o.h., Vingelen i Tolga	9000	Antatt <i>Betula</i> maksimum
21	HIRSJØEN, 729 m o.h., Ringebufjellet Ringebu	9000	Antatt <i>Betula</i> maksimum
22	ULVEHAMMERN, 292 m o.h., Rødsmoen Åmot	9000	Antatt <i>Betula</i> maksimum
23	FOSS-SETRI, 1220 m o.h., Smådalen Lom	9000	Antatt <i>Betula</i> maksimum
24	OLSTAPPEN, 695 m o.h., Skåbu Nord - Fron	9080±140	<i>Betula</i> tilstede

Figur. 5.3 Oversikt andre undersøkelser,

I følge tidligere kvartærgeologiske undersøkelser trakk isen seg tilbake fra Ottadalen en gang i preboreal tid (sensiv Mangerud et.al, 1974). Etter at isen var forsvunnet kunne vegetasjonen etablere seg ganske raskt på de blottlagte løsmassene i og omkring Ottadalen.

Pionervegetasjonen består vanligvis av lyskrevende hardføre arter som raskt etablerer seg på humusfattig mark kort tid etter at isen har smeltet ned.

I pollen-diagrammene representerer sone IA pionervegetasjonen og *Betula* som øker over til IB. IB representerer *Betula*-maksimum. Sone IA viser *Betula*-oppgangen i diagrammet fra Aaslii, mens i diagrammet fra Skjellom vises *Betula*-oppgangen i øvre del av sone IA. Sone IB viser *Betula*-maksimum i diagrammene fra Aaslii, Skjellom og Vamtjørn, mens det er senere del av *Betula*-maksimum som vises i diagrammet fra Jettmyri.

*Betula*-oppgangen i sone IA i Aaslii er her datert til  $9150 \pm 205$  år BP. Det foreligger ingen datering av *Betula*-maksimum fra sone IB i Aaslii, men ut fra influx-diagrammet som er konstruert på grunnlag av  $^{14}\text{C}$  dateringene fra Aaslii, antas *Betula*-maksimum til ca. 9000 år BP.

I pollendiagrammet fra Skjellom vises *Betula*-oppgangen som nevnt i siste del av sone IA.

Dateringen fra IB i Skjellom, *Betula*-maksimum, ga alderen  $9370 \pm 165$  år BP. Denne dateringen er noe usikker da dateringsmaterialet er tatt på begge sider av en sedimentgrense, og mulig tilførsel av inaktivt karbon fra leir/silt kan ha medført til for høy alder. Dette gir grunn til å anta at *Betula*-oppgangen i Skjellom kan være i nærheten av den fra Åslii, rundt regnet 9200 år BP.

Influx-diagrammet fra Skjellom er konstruert på bakgrunn av de tre  $^{14}\text{C}$  dateringene uten korreksjon. Siden sedimentasjonshastigheten ikke er kjent, kan ikke alder på bunnen bestemmes.

Influx-diagrammet viser *Betula*-maksimum for 9300 år BP, men som nevnt ovenfor kan denne alderen være litt for gammel. Det antas at *Betula*-maksimum i Skjellom var for ca 9100 år siden BP.

Sone IB i diagrammet fra Jettmyri viser senere del av *Betula*-maksimum, og denne hendelsen datert til  $8915 \pm 150$  år BP. Det er ikke laget influx-diagram fra Jettmyri grunnet kun to dateringer hvorav bare den ene er pålitelig. (Jmfør diskusjon under *Pinus*).

Den yngste *Betula*-dateringen ( $8640 \pm 115$ ) som er hentet fra Vamtjørn sone IB, regnes å være feilaktig. Sammenlignet med de øvrige dateringene fra samme lokalitet er dateringen mye yngre enn dateringen over, og sammenlignet med *Pinus*- og *Alnus*-dateringene fra de andre lokalitetene er det grunn til å anta at de to øvre dateringene fra Vamtjørn er korrekte, og at alder for *Betula* maksimum i Vamtjørn sone IB også var ca. 9000 år BP. Forklaringen på den lave alderen i bunndateringen fra Vamtjørn kan være forurensing, som ved f.eks. røtter som har vokst nedover i sedimentet.

I fig. 5.2 vises dateringsresultater fra andre undersøkelser:

Owren (1984) har på Dovrefjell (Ref. 19: Fokstumyra 945 m o.h.) datert *Betula* maksimum til 9010±120 år BP.

Gunnarsdottir (1996) har i Smådalen (Ref. 23: Foss-setri 1220 m o.h.) *Betula* tilstede i diagrammet, datering av denne sonen gir en alder på ca 8600 år BP. Hun antar en alder i bunnen på ca 8800 år BP og på grunn av et høyt innslag av Ericales antar hun at isavsmeltingen var ca. 2-300 år eldre.

Høeg (1996) har ved Vingelen i Tolga (Ref. 20: Båntjern 709 m o.h.) antatt en alder på 9000 år BP for *Betula*-maksimum

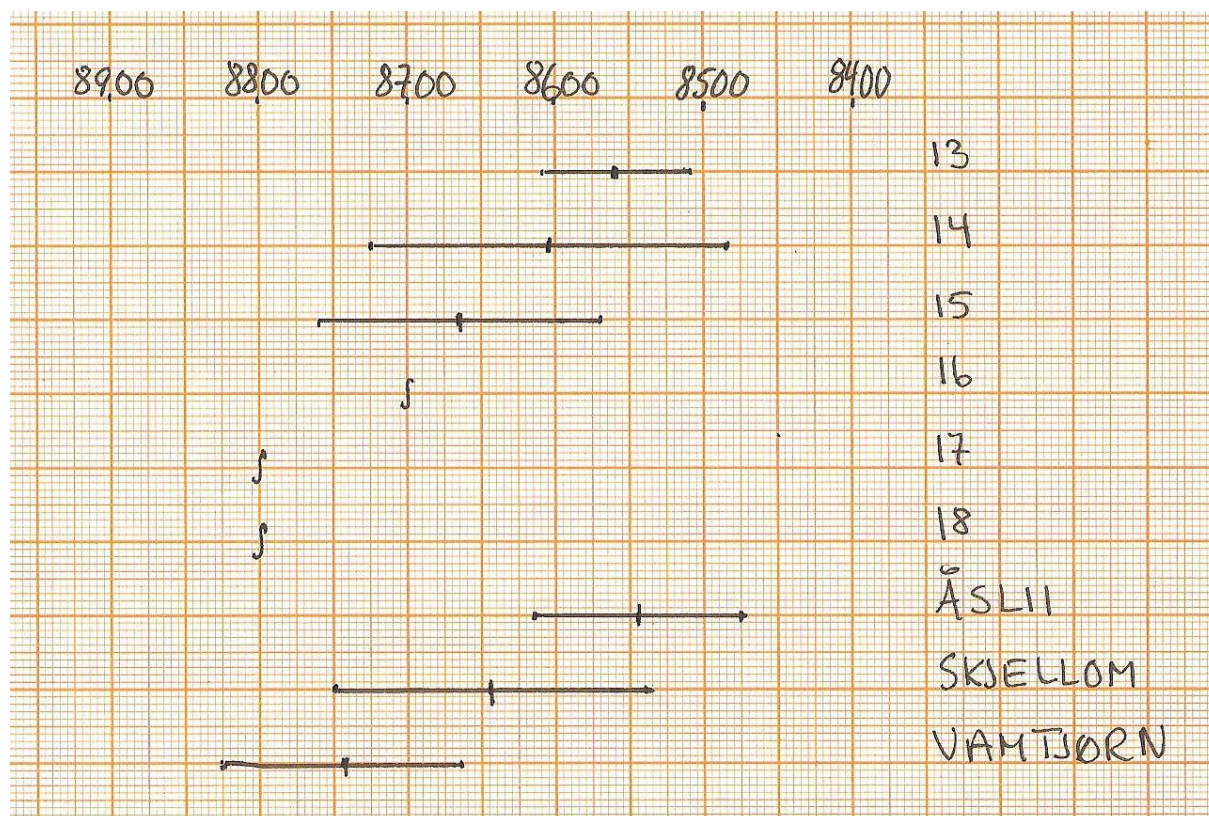
Høeg (1996) har i Ringebufjellet Øst (Ref. 21: Hirsjøen 729 m o.h.) *Betula* tilstede, antatt alder er 9000 år BP. Videre antar Høeg (1996) at *Betula*-maksimum i Rødsmoen-området (Ref. 22: Åmot 304 m o.h.) var for ca 9000 år siden BP.

Alstadseter (1982) har i Skåbu (Ref. 24:) *Betula* tilstede 9080±140.

Disse datereingene er i samsvar med egne fra Ottadalen.

O.F. Bergersen antar tappingen av Store Dølasjø til ca. 9000 år BP. Sannsynligvis startet tappingen før ca. 9200 år BP, siden Skjellom 540 m o.h. viser avsetninger med pionervegetasjon tidligere enn 9200 år BP. Store Dølasjø hadde strandlinje (sete) ca 650 m o.h. og sjøen må være tappet ned til under Skjellom nivå 540 m o.h. før det ble pionervegetasjon ved lokaliteten.

## 5.2 OPPGANG PINUS OG INNSLAG AV CORYLUS.



Figur 5.3 *Pinus* - sammenligning egne dateringer med andre undersøkelser.

REF. NR.	LOKALITET	ALDER BP	HENDELSE
13	NYSETRA, 1010 m o.h., Dovrefjell	8560±50	Etter <i>Pinus</i> -oppgang
14	TOFTEMO, 470 m o.h., Dovre	8605±120	Etter <i>Pinus</i> -oppgang
15	FOSS-SETRI, 1220 m o.h., Smådalen Lom	8665±95	<i>Pinus</i> -oppgang
16	BÅNNTJERN, 709 m o.h., Vingelen i Tolga	8700	Antatt <i>Pinus</i> oppgang
17	HIRSJØEN, 729 m o.h., Ringebu Ringebu	8800	Antatt <i>Pinus</i> oppgang
18	ULVEHAMMERN, 292 m o.h., Rødsmoen Åmot	8800	Antatt <i>Pinus</i> oppgang

Figur. 5.4 Oversikt andre undersøkelser.

Dateringene fra Vamtjørn (400 m o.h.), Skjellom (540 m o.h.) og Aaslii (905 m o.h.) representerer senere del av *Pinus*-innvandringen. Dateringene ga følgende resultater: 8745±80 år BP (Vamtjørn), 8645±105 år BP (Skjellom) og 8545±70 år BP (Aaslii).

Dateringen fra Jettmyri (1100 m o.h.) som ga alderen 9700 ± 195 år BP må være for gammel.

Dateringen er eldre enn dateringen av *Betula max.* fra samme lokalitet og den er betydelig eldre enn *Pinus*-dateringene fra de øvrige lokalitetene i undersøkelsesområdet. En mulig feilkilde er påvirkning fra kalk i løsmassene. Figur. 6.3 viser at isbevegelsen til tider har kommet fra sørvest hvor det er en god del kalkholdige bergarter som kan være avsatt i åssiden nær Jettmyri.

Dateringene viser at det innenfor usikkerhetene er en overlapping mellom Vamtjørn og Skjellom, videre er det en overlapping mellom Skjellom og Åslii. Mellom Vamtjørn og Åslii er det ingen



overlapping. Det antas at *Pinus* etablerte seg først i dalbunnen men hadde en rask utbredelse oppover dalsidene.

Figur 5.4 viser dateringsresultater fra andre undersøkelser:

I Smådalen (Ref. 15: Foss-setri 1220 m o.h.) har Gunnarsdottir (1996) datert *Pinus*-oppgangen til  $8650 \pm 160$  år BP. Diagrammet fra Illmyri viser at mengden av *Pinus*-pollen øker mellom 9500?-8200 år BP, ut i fra influx-diagrammet var *Pinus*-oppgangen for ca. 8800 år siden BP.

Gunnarsdottir (1996) har i en lokalitet ved Dovre (Ref. 14 Toftemo 470 m o.h.) datert bunnen til  $8605 \pm 120$  år BP og diagrammet viser at *Pinus* er tilstede.

Owren (1984) viser i et pollen-diagram fra Dovrefjell (Ref. 13: Nysetra 1010 m o.h.) at *Pinus* var vel etablert der for  $8560 \pm 50$  år siden BP.

Høeg (1996) har i sin undersøkelse fra Østerdalen antatt følgende aldre for *Pinus*-oppgangen:

Vingelen i Tolga (Ref. 16: Båntjern 709 m o.h.) 8700 år BP. Lengst Øst på Ringebu-fjellet (Ref. 17: Hirsjøen 729 m o.h.) 8800 år BP og i Rødsmoen-området (Ref. 18: Åmot 225-304 m o.h.) 8800 år BP.

Andre undersøkelser som ikke er med i tabellen:

Funn av en furustamme i en grunn, soligen gras- og torvmyr i Grønlidalen (Vågå) 1040 m o.h. ble gjort av Bjørn-Tore Faarlund i 1982. Denne stammen er  $^{14}\text{C}$  datert til  $8240 \pm 110$  år BP (T-4461) (Aas og Faarlund, 1988).

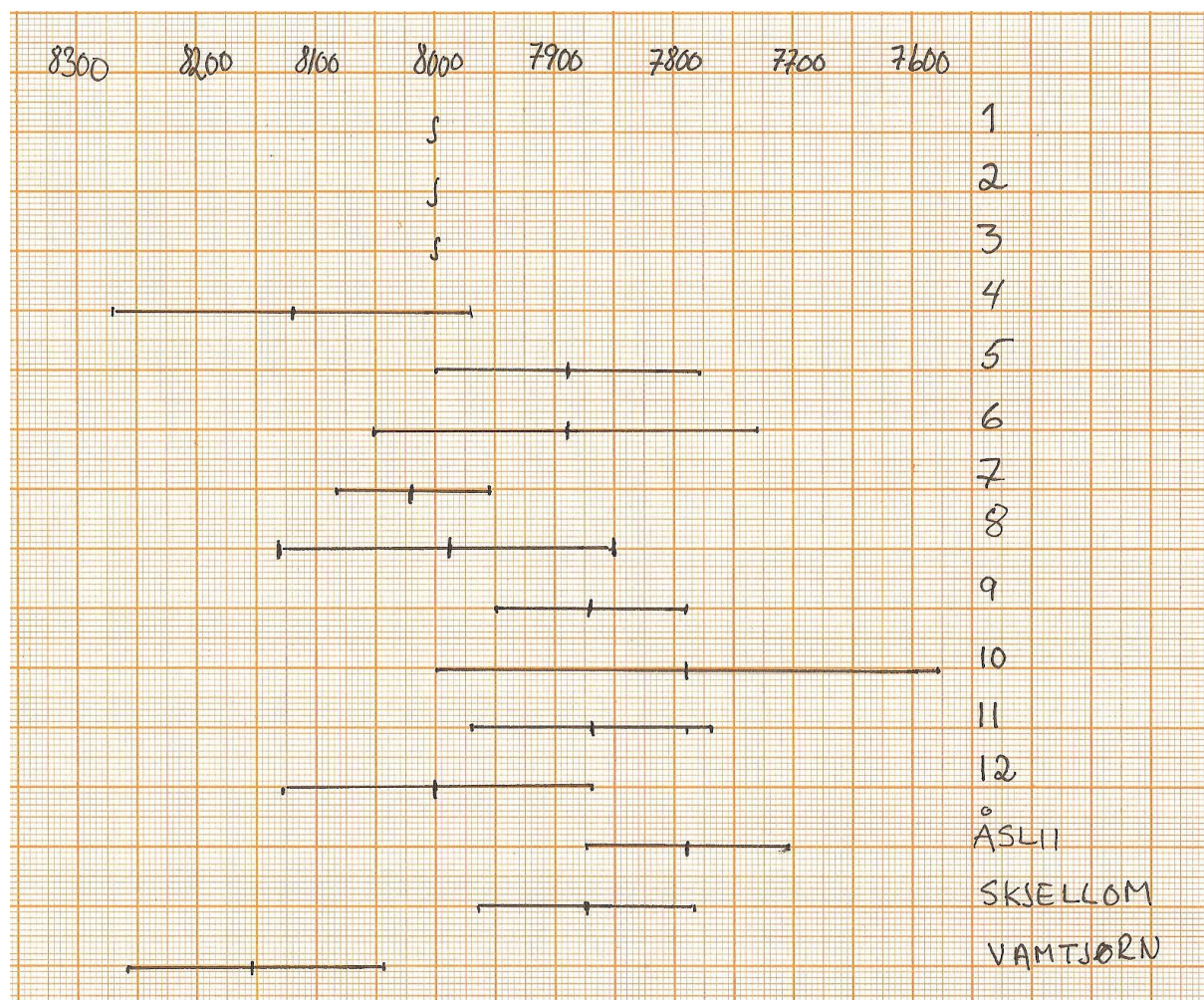
Funnet av en furustamme ved Nysetra (Dovrefjell) 1010 m o.h. er  $^{14}\text{C}$  datert til  $8240 \pm 100$  år BP (Hafsten, 1981). Diagrammene til Aukrust (1982) fra Bøverdalen har  $8120 \pm 150$  år BP som eldste bunndatering, og diagrammene viser at *Pinus* allerede var vel etablert i området på denne tiden med prosentverdi over 50.

Shakesby et. al. 1990 har i undersøkelsen fra Krossbu (1200 m o.h.) en pollensone som representerer en lokal snøleivevegetasjon, innslaget av *Pinus* i denne sonen tolkes som fjernttransport. Sonen er eldre enn  $8350 \pm 190$  år BP. I pollendiagrammet fra Fokstumyra Dovrefjell (1000 m o.h.) (Owren, 1984) vises det at et markert skifte mellom *Betula* og *Pinus* fant sted noe senere enn 9000 år BP. Dette viser at det er god overensstemmelse mellom *Pinus*-dateringene fra Ottadalen og de fra omkringliggende områder. Dateringene/antagelsene til Høeg (1996) tyder på at *Pinus* innvandret noe tidligere til Østerdalen enn til Ottadalen.

Samtidig med *Pinus* er det i pollenprosentdiagrammene innslag av *Corylus*. Selv om *Corylus* ikke vokser i Ottadalen i nåtid har den antagelig vokst i eller nær Ottadalen tidligere. Gunnarsdottir (1996) har fra Toftemo i Dovre (470 m o.h.) et pollendiagram med innslag av *Corylus* rundt 8200 år BP, innslaget tolkes til å representere en lokal bestand. Høeg (1996) antar i sin undersøkelse fra

Østerdalen at *Corylus* tidligere har vokst opp mot 700 m o.h. på lune steder. I Trøndelag nådde *Corylus* både lenger nord og høyere opp enn i dag (Gjærevoll, 1992).

### 5.3 ALNUS-OPPGANG.



Figur 5.5 *Alnus* - sammenligning egne dateringer med andre undersøkelser.

REF. NR.	LOKALITET	ALDER BP	HENDELSE
1	BÄNNTJERN, 709 m o.h., Vingelen i Tolga	8200	Antatt <i>Alnus</i> -oppgang
2	HIRSJØEN, 729 m o.h., Ringebu	8000	Antatt <i>Alnus</i> -oppgang
3	ULVEHAMMERN, 292 m o.h., Rødsmoen Åmot	8000	Antatt <i>Alnus</i> -oppgang
4	BØVERKINNTJERN, 1000 m o.h., Bøverdalen Lom	8120±150	Litt etter <i>Alnus</i> -oppgang
5	BLÄHØMYR, 1200 m o.h., Bøverdalen Lom	7890±110	<i>Alnus</i> -oppgang
6	RAUBERGSTULTJERN, 999 m o.h., Bøverdalen Lom	7890±160	Litt etter <i>Alnus</i> -oppgang
7	FOSS-SETRI, 1220 m o.h., Smådalen Lom	8020±65	Litt etter <i>Alnus</i> -oppgang
8	ILLMYRI, 1250 m o.h., Smådalen Lom	7990±140	<i>Alnus</i> -oppgang
9	OLSTAPPEN, 695 m o.h., Skåbu Nord - Fron	7870±80	Litt etter <i>Alnus</i> -oppgang
10	HOL, 1135 m o.h., Buskerud	7790±210	<i>Alnus</i> tilstede
11	BLOMESTØLEN, 1270 m o.h., Reineskarvet Ål	7870±100	Begynnelse <i>Alnus</i> -oppgang
12	VÄTENGA, 1310 m o.h., Eidfjord	8000±130	Begynnelse <i>Alnus</i> -oppgang

Figur. 5.6 Oversikt andre undersøkelser.

Pollendiagrammene viser at *Alnus* er til stede i tre av de fire undersøkte lokalitetene.

<sup>14</sup>C dateringene av *Alnus*-oppgangen ga følgende resultater: 8155±110 år BP (Vamtjørn), 7875±90 år BP (Skjellom) og 7790±85 år BP (Aaslii). Pollendiagrammene viser et mindre innslag av *Alnus* noe før egentlig oppgang, dette tolkes som fjernttransportert pollen.

Den eldste datering (8155±110 år BP) er fra Vamtjørn, denne lokaliteten ligger i dalbunnen av Ottadalen (400 m o.h.) og det er naturlig at *Alnus* etablerte seg først i de lavereliggende og klimatisk mest gunstige områdene.

Datering (7875±90) er hentet fra Skjellom, denne lokaliteten ligger litt høyere opp i dalsiden i Ottadalen (540 m o.h.) og viser at *Alnus* hadde begynt å spre seg oppover i høyden. Diagrammet viser at datert nivå (400-395 cm) ligger litt over begynnelsen av *Alnus*-oppgangen (nivå 405) derfor kan nok *Alnus*-oppgangen ved Skjellom ha startet noe tidligere enn det <sup>14</sup>C dateringene angir, anslagsvis omkring 8000 år BP.

Den siste datering (7790±85) er hentet fra Aaslii, denne lokaliteten ligger 900 m o.h. og viser at *Alnus* innvandret raskt oppover i høyden.

Figur 5.6 viser dateringsresultater fra andre undersøkelser.

I en undersøkelse fra Bøverdalen (Aukrust 1982) er *Alnus* datert til henholdsvis 8120±150 år BP (Ref. 4: Bøverkinn-tjern, 1000 m o.h.), 7890±110 år BP (Ref. 5: Blåhø-myr, 1226 m o.h.) og 7890±160 år BP (Ref. 6: Raubergstul-tjern, 999 m o.h.). Diagrammet fra Blåhø-myr viser start på *Alnus*-oppgangen mens diagrammene fra Bøverkinn-tjern og Raubergstul-tjern viser *Alnus* litt etter begynnelsen.

Pollenanalytiske undersøkelser gjort i Smådalen (Gunnarsdottir 1996) ga en alder 7990±140 år BP for *Alnus*-oppgangen (Ref. 8: Illmyri (1250 m o.h.)). Datering 8020±85 år BP (Ref 7: Foss-setri 1220 m o.h.) er litt etter *Alnus*-oppgangen.

Lenger øst for Ottadalen, i Østerdalen i Rødsmoen-området i Åmot (225-304 m.o.h) (Ref. 3), antar Høeg (1996) på grunnlag av materiale fra flere lokaliteter en alder på ca 7900-8000 år BP for innvandringen av *Alnus*. Ved Vingelen i Tolga (Ref. 1: Båntjern 709 m o.h.) har Høeg (1996) antatt alderen 8200 år BP for *Alnus*-innvandringen. Han antar videre at *Alnus* innvandret for ca. 8000 år siden lengst øst på Ringebufjellet (Ref. 2: Hirsjøen 729 m o.h.).

I Skåbu (Ref. 9: Olstappen 695 m o.h.) har (Alstadseter, 1982) en datering, 7870±80 år BP, som er litt etter *Alnus*-oppgangen.

Ved Reineskarvet (Ref. 11: Blomestølen 1270 m o.h.) har Nitter (1989) datert en begynnende *Alnus*-oppgang til 7870±100 år BP. Moe (1978) har i et diagram (Ref. 10: Hol i Buskerud 1135 m o.h.) datert bunnelaget, hvor *Alnus* er representert, til 7790±210 år BP. Videre har Moe (op.cit) i et

diagram fra Eidfjord (Ref. 12: Våtenga 1310 m o.h.) datert en begynnende *Alnus*-oppgang til 8000±130 år BP.

Følgende undersøkelser er ikke tatt med i tabell xx: Shakesby et. al. 1990 antar at *Alnus* innvandret til Krossbu (Breiseterdalen 1200 m o.h.) for ca 8000 år siden BP.

Nord for Ottadalen, i Lesja-området, er *Alnus*-oppgangen ved Ølstadsetri (820 m o.h.) noe yngre enn 8000 år BP (Gunnarsdottir, 1996). Fra en lokalitet ved Dovrehytta (950 m o.h), sydøst for Dovreskogen, er *Alnus* oppgangen noe eldre enn 8000 år BP (Gunnarsdottir, 1996). Litt nordøst for Ottadalen har Gunnarsdottir (1996) rikelig med *Alnus* pollen for ca. 8000 år siden BP i et diagram fra Toftemo (470 m o.h.) ved Dovre.

Dette viser at *Alnus* innvandret over store områder i tiden omkring 8000 før nå. Videre viser dateringene som er foretatt i de refererte undersøkelsene at det er god overensstemmelse med egne dateringer fra Ottadalen.

## 6 KONKLUSJON.

Etter hvert som isen smeltet ned ble isresten liggende i bunnen av Ottadalen, og spørsmålet blir da – når var siste isrest smeltet i området? Vamtjørn er den lokaliteten som kan gi svar på dette men i pollendiagrammet fra Vamtjørn mangler pionervegetasjonen ( sone IA) og skogvegetasjonen kom direkte inn. At pionervegetasjon mangler her kan være på grunn av en hiatus, eller at siste rest av Store Dølasjø, eventuelt is, forsinket vegetasjonens innvandring.

Sone IB i Vamtjørn antas å representere *Betula* maksimum, at <sup>14</sup>C dateringen i denne sonen er for ung gjør det ikke enklere å tidfeste når siste isrest var smeltet i dalbunnen.

Skjellom, 540 m o.h., viser organiske avsetninger så tidlig som før ca 9200 år BP.

*Betuladateringer* fra området tyder på en innvandring ca 9200 år BP, og her har det vært pionervegetasjon ved lokaliteten noe tidligere enn det. Det tyder på at tapningen av Store Dølasjø må ha foregått noe tidligere enn ca. 9000 år BP som før antatt.

Tiden for trærnes innvandring til undersøkelsesområdet viser ingen store avvik fra tidligere undersøkelser (jmfr. kap. 5).

Materialet tillater ingen sikre slutninger angående tidsforskjeller for innvandringen øst-vest i området. Høydemessig er tidsforskjellen for *Betula* innvandringen usikker, *Pinus* og *Alnus* dateringene viser derimot en tidligere innvandring i lavere nivåer. Innvandringen oppover i høyden er noe forsinket – dette er i overensstemmelse med normale temperaturforhold.

Referanser:

Alstadseter, I. (1982): The deglaciation and vegetational history of a former ice-dammed lake area at Skåbu, Nord-Fron, Norges geologiske undersøkelse 373, 39 – 43.

Aukrust, M. (1982): Vegetasjonshistorie, klima- og jordbruksutvikling i Bøverdalen, Lom, Oppland. Upublisert hovedoppgave, Universitetet i Trondheim. 115pp.

Birks, H. J. B. (1993): Is hypothesis of survival on glacial nunataks necessary to explain the present day distributions of Norwegian mountain plants? – *Phytocoenologia*, 23. 399 – 426.

Birks, H. J. B. (2000): Floristic and vegetational history of Fennoscandia, *Journal of Biogeography*, 31 – 35.

Borgström, I. (1989): Terrengformerna och den glaciala utveclingen I de södra fjällen. Department of Physical Geography, Stockholm University, *Meddelande* 234, 133 pp.

Brochmann, C., Gabrielsen, T. H., Nordal, I., Landvik, J. Y., Elven, R. (2003): Glacial survival or *tabula rasa*? The history of North Atlantic biota revisited. *Taxon* 52, 417 – 450.

Bøe, R., Sturt, B. A. & Ramsay, D. M. (1993): The Conglomerates at the Base of the Sel Group, Otta – Vågå Area, Central Norway: an Example of a Terrain-linking Succession. *Norges geologiske undersøkelse Bulletin* 425, 1 – 24.

Dahl, E. (1987): The nunatak theory reconsidered. *Ecological Bulletins* 38, 77 – 94.

Erdtman, G., Berglund, B. & Praglowski, J. (1961): An introduction to a Scandinavian pollen flora. Uppsala. 92 pp. + 74 pl.

Florin, M-B. (1969): Late-Glacial and Preboreal vegetation in Central Sweden. *Svensk botanisk tidskrift*, bind 63 hefte 1, 143 – 189.

Follestad, B. A. (1990): Block fields, ice-flow directions and the Pleistocene ice sheet in Nordmøre and Romsdal, West Norway. *Norsk geologisk Tidsskrift*, 70, 27 – 33.

Fægri, K. & Iversen, J. (1975): Textbook of pollen analysis. 3. ed. Munksgaard, Copenhagen, 295pp.

Garmo, T.T. & Henriksen, O.G. (1990): Lomsfører for natur og kultur. Lom. 96pp.

Garnes, K. (1972): Siste istid i Gudbrandsdalen. Isbevegelser, submorene sedimenter, morenestratigrafi og isavsmelting, med jordartskart i målestokk 1:20000 over området Kvam-Heidal. Hovedoppgave i kvartærgeologi og geomorfologi ved Universitetet i Bergen.

Garnes, K. & Bergersen, O. F. (1980): Wastage features of the inland ice sheet in central south Norway. *Boreas* 9, 251 – 269.

Gellatly, A. F., Gordon, J. E., Whalley, B. W., Hansom, J. D. (1988): Thermal regime and geomorphology of plateau ice caps in northern Norway: Observations and implications, *Geology* November, 983 -986.

Gjessing, J. (1960): Isavsmeltingstidens drenering, dens forløp og formdannende virkning i Nordre Atnedalen: med sammenlignende studier fra Nordre Gudbrandsdalen og Nordre Østerdalen. Universitetsforlaget, Oslo. Ad Novas 3, 492 pp.

Gjærevoll, O. (1972): Plantegeografi. Universitetsforlaget, Trondheim 185pp.

Gjærevoll, O. (1992): Plantegeografi. Tapir forlag, Trondheim. 200 pp.

Gulliksen, S. (1974): En orientering om <sup>14</sup>C datering og feilkilder forbundet med metoden. Laboratoriet for Rad. Dat. Upublisert. Universitetet i Trondheim 26 pp.

Gunnarsdóttir, H. (1996): Holocene vegetation history in the northern parts of the Gudbrandsdalen valley, south central Norway. Dr. scient. Thesis, University of Oslo.

Hafsten, U. (1981): A 8000 years old pine trunk from Dovre, South Norway. *Norsk geografisk Tidsskrift* 35, 161 – 165.

Hole, J. & Bergersen, O. F. (1988): Weichselian till stratigraphy and ice movements in Ottadalen, central south Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 101, 25 – 33.

Høeg, H. I. (1996): Pollenanalytiske undersøkelser i “Østerdalsområdet” med hovedvekt på Rødsmoen, Åmot i Hedmark. Universitetets Oldsaksamling, Oslo, *Varia* 39, 163pp.

Iversen, J. (1967): Naturens utvikling siden siste istid. *Danmarks natur* bd. I. København. 345 – 448.

Kleman, J. (1994): Preservation of landforms under icesheets and ice caps. *Geomorphology*, 9, 19 – 32.

Lid, J. & Lid, D. T. (1998): *Norsk Flora*. Det norske samlaget, 1014pp.

Lutro, O. & Tveten, E. (1997): Geologisk kart over Norge – berggrunnskart Årdal, M 1:250000. Norges geologiske undersøkelse.

Mangerud, J., Andersen, S. T., Berglund, B. E. & Donner, J. J. (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. *Boreas* 3, 109 – 128.

Moe, D. (1978): Studier over vegetasjonsutviklingen gjennom Holocen på Hardangervidda, Sør – Norge. II. Generell utvikling og tregrensevariasjoner. Unpublished Dr. thesis, University of Bergen, 1 – 97.

Moen, A. (1998): *Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon*. Statens kartverk, Hønefoss. 199 pp.

Moore, P. D. & Webb, J. A. (1978): *An illustrated guide to pollenanalysis*. Hodder and Stoughton, London, 133 pp.

Nesje, A., Dahl, S. O., Anda, E. & Rye, N. (1988): Block fields in southern Norway: Significance for the Late Weichselian ice sheet. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 68, 149 – 169.

Nesje, A., & Dahl, S. O. (1990): Autochthonous block fields in southern Norway: implications for the geometry, thickness, and isostatic loading of the Late Weichselian Scandinavian ice sheet. *Journal of Quaternary Science*, vol. 5, 225 – 234.

Nitter, J. (1989): *Vegetasjon- og kulturhistorie ved Reineskarvet, Ål*. Upublisert cand. scient oppgave i naturgeografi, Universitetet i Oslo. 117 pp.

Owren, G. B. (1984): *Vegetasjonshistorie på Dovrefjell : utviklingen gjennom de siste 9000 år*. Upublisert hovedoppgave, Universitetet i Trondheim. 75pp.

Shakesby, R. A., McCarroll, D. & Caseldine, C. J. (1990): New evidence for Preboreal deglaciation of south – central – Norway. *Norsk geografisk Tidsskrift* 44, 121 – 130.

Siedlecka, A., Nystuen, J. P., Englund, J. O. & Hossack, J. (1987): Geologisk kart over Norge – berggrunnskart Lillehammer, M 1: 250000. Norges geologiske undersøkelse.



- Sigmond, E. M. O., Gustavson, M. & Roberts, D. (1984): Berggrunnskart over Norge. M 1:1000000. Norges geologiske undersøkelse. 1 map.in
- Skjerven, J. (1978): Kvartærgeologiske undersøkelser I Vågå-området. Hovedoppgave i kvartærgeologi og geomorfologi ved Universitetet i Bergen,
- Sollid, J. L. & Sørbel, L.(1981): Kvartærgeologiske verneverdige områder i midt-Norge, Miljøverndepartementet, Avdeling for naturvem og friluftsliv. Rapport T-524. 207 pp.
- Sollid, J. L. & Sørbel, L.(1988): Influence of temperature conditions in formation of end moraines in Fennoscandia and Svalbard. *Boreas* 17, 553 – 558.
- Sollid, J. L. & Sørbel, L.(1994):Distribution of glacial landforms in southern Norway in relation to the thermal regime of the last continental ice sheet. *Geogr. Ann.* 76A (1-2), 25 – 35.
- Stockmarr, J. (1971): Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13, 612 – 621.
- Strand, T. (1951): The Sel and Vågå Map Areas. *Norges geologiske undersøkelse* 178, 116 pp.
- Teigum, I. (2001): Bygdebok for Vågå og Sel, Bind 1, 363 pp.
- Tollan, A. (1963): Trekk av isbevegelsen og isavsmeltingen i Nordre Gudbrandsdalens fjelltrakter. *Norges geologiske undersøkelse* 233, 328 – 345.
- Vorren, T. O. (1973): Glacial geology of the area between Jostedalsbreen and Jotunheimen, south Norway. *Norges geologiske undersøkelse* 291, 1 – 46.
- Aas, B. & Faarlund, T. (1988): Postglasiale skoggrensener i sentrale sørnorske fjelltrakter.  $^{14}\text{C}$  datering av subfossile furu- og bjørkerester. *Norsk geografisk Tidsskrift* 42, 25 – 61.