

# POLLENANALYTISKE UNDERSØKELSER AV HOLTETJØNN I SILJAN, 78 M O.H.

av

Helge Irgens Høeg

20/9-12

## Feltarbeid

Feltarbeid ble utført 18/11-04. Det ble samlet en prøveserie fra Torsholtsaga, rapport avgitt i 2008, og Holtetjønn. Allerede ved ankomst til Holtetjønn så vi at torven hadde vokst ut over tjernet. Det var en såkalt hengesekk. Ved forekomst av hengesekk kan vi få en dobbeltsedimentasjon. Pollen faller ned på torven som bygger seg opp på vanlig måte, men pollen faller også ned i tjernet, synker ned i vannet og driver inn under hengesekken hvor det sedimenteres.

Vi kunne gått så langt ut på hengesekken som mulig for derved å få en så fullstendig serie som mulig fra gytjen. Det kan være vanskelig å komme så langt ut i tillegg til at det kan være svært dypt, med visse problemer med innsamling av prøvene. Vi valgte derfor å trekke oss så langt som mulig inn fra vannkanten. Prøveserien ble derfor samlet godt inni granskogen som omga tjernet. Det var gamle åkre nesten helt ned til borestedet.

Det ble samlet en prøveserie ned til 6,75 m. Prøveserien var tilsynelatende meget god ned til ca. 4,00 m og fra 6,00 m til 6,75 m. Det var imidlertid noe vann ved 4,00 m og fra 4,25 til 5,00 m. Jeg har ikke notert noe om serien fra 5,00 til 6,00 m, og det er en del år siden feltarbeidet, men jeg har en følelse av at vi heller ikke der fikk opp brukbare sedimenter siden takrenner med prøver mangler fra denne dybden. Det som er helt klart, er at det også her er snakk om en hengesekk, og kanskje flere (Se senere).

## Laboratoriearbeid

Fra prøveserien er det tatt ut  $1\text{ cm}^3$  store prøver med 5 - 10 cm vertikal avstand. Til hver prøve ble det satt to *Lycopodium* (kråkefot)-tabletter (Stockmarr 1972) som hver inneholdt  $10679 \pm 192$  sporer av myk kråkefot, dvs. tilsatt antall sporer er  $21358 \pm 136$ . Prøvene er preparert etter standardmetodene (Fægri & Iversen 1950, 1975, Høeg 1979). Dette innebærer at de er kokt i kalilut for å løse opp humussyrer, silt gjennom nylonduk med maskevidde 1/4 mm for å fjerne grove partikler, skylt med vann, skylt med iseddik, kokt i koncentrert svovelsyre og eddiksyreanhidrid for å løse opp cellulose, skylt med iseddik, skylt med vann, kokt om igjen i kalilut for å fjerne mer humussyrer, skylt med vann, overført til prøveglass med etanol, tilsatt glyserol og farvet med basisk fuchsin. Mellom hvert trinn er prøvene centrifugert. Litt av prøvene er lagt under mikroskop med vanligvis 300 ganger forstørrelse, men det er brukt opp til 1250 ganger forstørrelse for å skille pollen fra kornslagene fra hverandre.

Under analysearbeidet ble både pollen, sporer og andre mikroorganismer fra prøvene, samt *Lycopodium*-sporer fra de tilsatte tabletene identifisert og opptalt. Det er videre angitt med 1, 2 eller 3 om det var spor av, noe eller meget mineralpartikler (silt) i prøvene. Dette er subjektive opplysninger som likevel kan være nyttige.

Det er opptalt minst 600 pollenkorn fra trær og busker i hver prøve. Resultatene av

analysene er oppstilt i et prosentpollendiagram for prøveserien. Summen av pollenkorn,  $\Sigma P$ , fra terrestriske planter utgjør 100% ved prosentberegningen. Pollen fra vannplanter, sporer, andre mikroorganismer, kullstøvparkler og tilsatte *Lycopodium*-sporer er regnet i prosent av  $\Sigma P$  + vedkommende gruppe. Enkelte taxa er senere flyttet slik at de er kommet sammen med pollentyper de naturlig hører sammen med. Det gjelder gjødselsoppen *Sordaria* og hår fra vannliljer. Dette er gjort for at det ikke skal bli mer enn 100% av f.eks. kullpartikler og tilsatte *Lycopodium*-sporer. Meget *Lycopodium*-sporer betyr pollentattig prøve, lite sporer at prøven er svært pollenrik. Mengden av silt er vist som en kurve med skala fra 0 til 3.

Diagrammene er inndelt i lokale soner som ikke stemmer overens med de tradisjonelle sonene.

Det er også laget et influxdiagram for de viktigste pollentypene. Her er det enkelte feil på grunn av dataprogrammet. Skalaen for bjerk skal være: 5000, 10000, 15000 og 20000. Skalaen for furu skal være: 5000 og 10000. Skalaen for kull skal være 20000, 40000, 60000, 80000 og 100000. Nivået med 100000 kullpartikler/cm<sup>2</sup>/år inneholdt egentlig 434000 partikler/cm<sup>2</sup>/år, men siden bare ett nivå inneholdt så meget, ble toppen redusert for ikke å ta så meget plass. De andre kurvene har riktig skala.

En forandring i influx skal egentlig gjenspeile en forandring i vegetasjonen. Hvis skog ryddes eller går naturlig tilbake, vil området bli mer lysåpent (lavere influx for trær), og urter og/eller busker øker raskt (høyere influx for urter og busker). Når trærne vokser opp igjen, blir urtene fortrengt. Influx av trepollen øker mens polleninflux av urter og busker avtar. Om ett treslag øker sin dominans (øket influx), vil naturlig nok andre bli trengt tilbake og influxen av disse avtar hvis ikke tidligere vegetasjonsløse områder kan koloniseres. Det er lite sannsynlig at alle pollentyper, både trær og urter får øket influx samtidig.

Hvis tilveksten av sedimentet har variert mellom to daterte nivåer, vil en rask tilvekst av sedimentet gjennom et tidsrom vise seg som et minimum i influxdiagrammet for alle typene som er med, en langsom tilvekst som et maksimum. Slike svingninger bør vi overse når vi snakker om vegetasjonen, men de kan være viktige når vi snakker om klimaet da torvtilveksten som oftest er klimaavhengig.

Maksimum i influx for alle pollentypene i ett eller flere nivåer viser høy pollenkonsentrasjon i prøvene. Dette viser som regel langsom tilvekst av sedimentet. Årsaken til dette kan være tørrere og/eller varmere klima. Rask tilvekst kan bety kjøligere og fuktigere klima.

## DATERINGER

Det foreligger 5 dateringer fra Nasjonallaboratoriet for <sup>14</sup>C-dateringer i Trondheim. Det ble sendt 1 cm av prøveserien til hver datering. Dateringsresultatene er oppgitt med ett standardavvik i <sup>14</sup>C-år BP (BP = Before Present = før nå, men egentlig før AD 1950). Dateringene er videre kalibrert og oppgitt i kalibrerte år BP og BC/AD. Kalibrerte aldre BP tilsvarer kalenderår før nå, og de kan avvike fra <sup>14</sup>C-år. For prøver yngre enn 2000 år er feilen liten, men for prøver eldre enn ca. 2000 BP, er 1000 <sup>14</sup>C-år mer enn 1000 kalenderår. Denne feilen øker med økende alder BP. For prøver som er ca. 9000 <sup>14</sup>C-år BP, er riktig alder mer enn 10000 år BP. Kalibrerte år er brukt både i tekst og diagram.

Forskjellen mellom 2 <sup>14</sup>C-dateringer uten standardavvik er f.eks. 9775 - 8905 = 870 år.

Forskjellen mellom de kalibrerte aldrene uten standardavvik er  $11160 - 9900 = 1260$  år eller 390 år mer. Forskjellen er på 45%. Dette ville ført til en pollinenflux i denne delen av diagrammene som også var 45% for høy hvis ikke kalibrerte år var blitt brukt i influxdiagrammet.

TRA-nr.	Dybde i m	Alder BP	Kalibrert BP	Kalibrert BC
TRA-3690	0,525	$2265 \pm 30$	$2320 \pm 70$	390 – 250
TRA-3688	1,25	$2705 \pm 35$	$2845 \pm 20$	865 – 825
Tra-3689	1,825	$3595 \pm 35$	$3940 \pm 40$	1980 – 1900
TRA- 3687	4,20	$5080 \pm 40$	$5880 \pm 70$	3950 – 3810
TRA-3691A	6,75	$8740 \pm 50$	$9770 \pm 135$	7905 – 7635

TRA-3690 daterer sammenhengende kurve for gran, men granen er antagelig ikke innvandret, i tilfelle bare som enkelttrær. Den daterer også slutten på et bjerkemaksimum.

TRA-3688 daterer starten på et bjerkemaksimum og starten på korndyrking.

TRA-3689 daterer første sikre spor etter et beitebruk, smalkjempe.

TRA-3687 daterer bunnen av hengesekken

TRA-3691A daterer bunnen av myren.

I tillegg til disse dateringene har jeg overført dateringen av oreinnvandringen fra området. 6,52 m har fått alderen 8200 BP, 9200 BP kalibrert. Også toppen av gytjen har måttet få en alder. 6,00 m er eldre enn lindeinnvandringen, men antagelig ikke så meget eldre. Nivået har fått alderen 7800 BP kalibrert. Det er også klart at de øverste 11 cm representerer svært få år. 11 cm har fått alderen 70 år. Influxdiagrammet viser likevel at noe er galt. 20 og 25 cm viser svært høy influx for alle pollentypene + for kullstøv. Det skulle vært adskillig flere år i dette intervallet, antagelig tre ganger så mange. 11 cm skulle kanskje vært enda yngre enn 70 år, og 29 cm betydelig eldre enn 1150 BP. Den sterkt omdannede torven fra 29 til 11 cm har vokst svært langsomt. Denne feilen forplanter seg videre nedover til 52,5 cm, datert til  $2265 \pm 30$  BP, men ikke videre ned.

## TILVEKSTHASTIGHET

Ved at det i diagrammene er brukt en kronologisk skala som primærskala, er alle nivåer ved interpolasjon gitt en alder. Man må huske på at  $^{14}\text{C}$ -dateringene har et standardavvik på fra 30 til 50 år og de kalibrerte et intervall på fra 40 til 270 år. Hele intervallet er omrent like sannsynlig, og det er fortsatt ca. 35% sannsynlighet for at riktig alder ligger utenfor intervallet.

Alderen på analyserte nivåer mellom de daterte nivåene kan avvike fra de oppgitte med mer enn dette, hvilket skyldes at det mest sannsynlig ikke har vært en konstant tilvekst mellom de daterte nivåene.

## Analyseresultater

Det er analysert 58 nivåer fra denne myren. Resultatene er satt opp i pollendiagram, og diagrammene kan inndeles i 7 soner som følger.

Sone 1, 6,75 - 6,55 m, 9770 – 9230 BP

Det er analysert 5 nivåer i denne sonen. De to nederste prøvene var svært leirholdige, og alle prøvene opp til 6,00 m inneholdt meget silt. Alle prøvene inneholdt meget *Botryococcus*, en ferskvannsalge, men prøvene fra 6,70 og 6,65 m inneholdt også *Dinoflagellat-cyster*, en marin

indikator. Det er vanskeligere å få marine indikatorer opp i ferskvann enn å få ferske indikatorer ut i saltvann. Dette viser at de nederste prøvene er marine. De meget høye verdiene for furu ved 675 og 670 m, er det vi kaller marin overrepresentasjon av furu. Dette er også et indisium på at bunnen av serien er marin.

Det er hasselpollen også i de nederste prøvene, men bare i små mengder. Bunnprøven er yngre enn hasselinnvandringen, men kanskje ikke så meget yngre. Hassel innvandret ca. 10300 år BP kalibrert. En datering på  $9770 \pm 135$  BP virker rimelig.

I den første tiden har skogen bestått av bjerk og furu med litt hassel. Det var dvergbjerk og vier, halvgress, gress, syre, burot, mjødurt, vannliljer og bregnar, og meget kullstøv. En del av kullet kan skyldes marin overrepresentasjon, men det har helt sikkert bodd mennesker ved fjordarmen/tjernet. Kort etter ble det en skog av bjerk, furu og hassel med litt alm og eik. Det var fortsatt et innslag av dvergbjerk og vier, starr og gress, kanskje takrør. Det var meget kullstøv.

#### Sone 2, 6,55 – 6,00 m, 9230 – 7800 BP

Det er analysert 6 nivåer i denne sonen. Or innvandret ved 6,55 m ca. 9200 BP kalibrert. Den ble raskt en dominerende pollenprodusent, men den store dominansen i diagrammet skyldes at den vokste rundt tjernet. Det har videre vokst både osp, alm og eik i området, men det er bjerk, furu, hassel og or som dominerer. Skogen har vært tett med omrent 90% trepollen. Dvergbjerk blir borte og vier blir sterkt redusert. I vannkanten har det vokst bred dunkjevle og i vannet tjønnaks og vannliljer.

Det er svært meget kullstøv i prøvene opp til 6,25 m. Det har fortsatt bodd mennesker i nærheten.

#### Sone 3, 4,20 – 3,55 m, 5880 – 5350 BP

Det er analysert 6 prøver i denne sonen. Det mangler prøver fra 6,00 m til 4,20 m. I denne dybden var det vann. Det skjer av og til uten at det forårsaker de helt store problemene, men her starter kurven for lind svært brått, og dateringen på 5880 BP kalibrert, tyder på at det mangler minst 1000 år. Manglende sedimenter nede i prøveserien kan blant annet være forårsaket av strøm i vannet, f.eks. fra en bekk, vannåre eller dreneringsgrøft som ikke synes på overflaten.

Fra 4,20 m består prøveserien til synelatende av torv. Fra 4,00 til 3,70 m er det nesten 2% granpollen. Dette er ikke rimelig. Ved 3,90 og 3,70 m er det smalkjempe, ved 4,20 og 3,90 m er det bygg og ved 3,90 og 3,60 m er det rug, de eneste pollen fra rug som er sett i prøveserien før ved 15 cm. Det er også svært meget kullstøv fra 4,10 til 3,60 m. Ved 4,10 m er det et maksimum for *Botryococcus* som tyder på åpent vann.

Gran, kullstøv og jordbruksindikatorer hører sammen, men ikke så langt nede i prøveserien. Disse nivåene har en alder på fra 5900 til 5400 BP. Det virker som om vi her støter på hengesekkproblematikken. Ungt materiale med en alder på ca. 1000 – 1100 år eller yngre har kommet inn under torven eller har blandet seg med gammelt materiale.

Ved 2,90 m er det også litt gran og ved 3,00 m en soppspore som normalt indikerer husdyrbeite. Også disse forekomstene virker litt tvilsomme.

Ut over disse problematiske hendelsene har skogen vesentlig bestått av bjerk, men med et brukbart innslag av furu, hassel, eik og lind. Rundt tjernet har det vokst rikelig med or. Det har

vært en og annen alm, litt hegg/rogn og trollhegg. Det er pollen av eføy. Den krever milde vintrer, ikke kaldere enn  $-1,5^{\circ}$  i gjennomsnitt for årets kaldeste måned. Det må ha vært milder enn i dag. Da det i disse prøvene opplagt er innblandet yngre materiale, kan det ikke sies noe mer om denne sonen.

#### Sone 4, 3,55 – 1,05 m, 5350 – 2700 BP

Det er analysert 27 prøver i denne sonen. Bjerk er det dominerende treslaget, dog med litt lavere verdier fra 2,40 m, 4400 BP. Tilbakegangen begynner egentlig allerede ved 2,90 m, 4800 BP. Samtidig øker furu tilsvarende. Det er hassel, or, eik og lind, og litt alm og ask. Det er enkelte pollenkorn av busker, både vier, ener, hegg/rogn og trollhegg. Pollenkorn av dvergbjerk kan være riktig, men vanlig bjerk har ofte noen svært små pollenkorn som vil bli klassifisert som dvergbjerk. Det er også et pollenkorn av eføy ved 1,50 m, 3300 BP. Efter at bjerken gikk tilbake, kom røsslyngen inn sammen med furuen. I noen nivåer er det også meget krekling og annen lyng. Skogen er blitt mer åpen.

Når man først er blitt skeptisk til enkelte pollenkorn langt nede i prøveserien, er det vanskelig å si når man ikke lenger skal være det. Ved 1,80 m er det pollen av smalkjempe, uten andre pollenkorn som kan virke som om de ikke hører hjemme der. Jeg er derfor ganske sikker på at det er riktig. Nivået er datert til 3940 BP kalibrert. Det er nesten forbausende samtidig med ved Torsholtsaga hvor husdyrholtet er datert til  $3615 \pm 85$  BP, 3970 BP kalibrert. Det er ikke noe særlig annet som indikerer jordbruk, i grunnen bare en ubetydelig økning for burot. Gresset går tilbake. Det kan dreie seg om et kortfattet forsøk med husdyr, eller vi kan se på hele tidsrommet med meget røsslyng som en fase med husdyrholt. Røsslyng har vært brukt til for, men man kunne da forventet en noe høyere kurve for kullstøv siden lyngbeite hører sammen med regelmessig avbrenning av lyngen for å få opp ny, ung lyng. Her er kullstøvmengden bare fra 2 til 8%. Ved 1,30 og 1,20 m, 2950 og 2800 BP, er det igjen smalkjempe. Nå øker også gresset, furuen begynner på et minimum og bjerken øker til et maksimum. Det er også et maksimum for marimjelle som indikerer brann. Det er litt høyere verdier for kullstøv. På myren vokste torvmose med innhold av *Helotium*, *Assulina* og *Amphitrema*.

#### Sone 5, 1,05 – 0,525 m, 2700 – 2275 BP

Det er analysert 6 prøver i denne sonen. Det har vært bjerkeskog med litt innhold av furu, hassel, eik og lind, og en og annen alm og ask. På fuktige steder vokste det fortsatt meget or. Nå er det både groblad, smalkjempe gjødselsoppsporer og bygg. Ved Torsholtsaga begynte korndyrkingen ca. 2500 BP, igjen ganske samtidig. Det er også mer gress, syre, høymol og burot. Ett nivå er oppe i 40% kullstøv. Det har vært jordbruk i nærheten, og det begynte ved 1,30 m, 2950 BP.

#### Sone 6, 0,525 – 0,275 m, 2275 – 1200 BP

Det er bare analysert 3 nivåer i denne sonen. De to første var pollenfattige, den siste svært pollenrik. Der tyder på at torven vokste svært fort den første tiden, langsomt den siste. Dette igjen kan tyde på at den første delen av tidsrommet var kjølig og fuktig, og den siste tiden varmere og tørrere. Det øverste nivået skal helt sikkert være eldre, kanskje f.eks. 1400 BP eller 1600 BP.

Skogen har som tidligere bestått av bjerk og furu med litt hassel og eik og en og annen

alm, lind og ask. Det er sammenhengende kurve for gran, noe som kan bety enkeltstående trær av gran. Ved Torsholtsaga er det nesten sammenhengende kurve for gran fra omtrent samme tidspunkt. I det øverste nivået dukket det opp et uventet pollenkorn av misteltein. Den krever både milde vinter og varme somre. Den snylter fortrinnsvis på lind. I dag vokser den bare i Horten, ytterst på Hurum-landet og på Jeløya ved Moss. Vikingtid og høymiddelalder, 1200 – 750 BP, var en varm periode, i allfall 0,5 – 1° varmere enn i dag. Prøven ville klimatisk passet bedre inn i vikingtid enn i tiden før. En fugl må ha fått med seg et frø, kanskje fra Horten, og skitt det ut på en lind her. Klimaet var tydeligvis varmt nok til at den kunne vokse. Øvre sonegrense skal fra dette være noe yngre enn interpolasjonen viser, mens influxen tilsier at prøven skal være eldre.

De to første nivåene inneholder ikke spor av jordbruk, og det er også svært lite kullstøv. I det tredje nivået begynner en oppgang for kull sammen med smalkjempe og bygg. Ved Torsholtsaga er det små spor av jordbruk, men meget kullstøv, opp til 1465 BP kalibrert. Derfra kan det se ut som om det har vært en ødefase opp til ca. 1000 BP. Denne ødefasen kan være et resultat av årene uten sommer, ca. AD 535. Disse årene var forårsaket av et kraftig vulkanutbrudd ved ekvator, øst for Kina. I Kina så man solen bare som et litt lysere felt på himmelen i to år. Ved Middelhavet så de solen omtrent som månen. I Antarktis er det funnet aske fra denne tiden. Tømmeret i Raknehaugen har to årringer som nesten ikke eksisterer fra dette tidsrommet. Det har vært uår over hele jorden. Ved Torsholtsaga kommer jordbruket igjen først ca. år 1000 BP.

#### 0,275 – 0 m, 1200 – 0 BP

Det er analysert 5 nivåer i denne sonen. Det burde vært analysert flere, og det burde vært en datering ved 29 cm. Dette nivået kan være både eldre og yngre enn 1200 BP, kanskje helst eldre. Torven fra 0 til 11 cm er ikke omdannet og har vokst svært fort. 11 cm bør antagelig ha en alder på ikke mer enn 70 år. Torven videre ned til 29 cm er sterkt omdannet. Den har vokst svært langsomt. Torven videre nedover er middels omdannet. I tidsrommet som er representert av nivåene fra 29 til 11 cm må det ha vært svært tørt på myren for så for mindre enn 100 år siden å bli svært fuktig. Den første delen av tidsrommet med langsom vekst kan forklares med det varmere klimaet i vikingtid og høymiddelalder, men da burde det vært rask vekst videre, siden det i senmiddelalderen var både kjølig og fuktig. Kan tjernet en gang for kanskje 1400 - 1000 år siden ha blitt tappet ut? For så å bli demmet opp for kanskje mindre enn 100 år siden? En uttapping ville føre til at hengesekken la seg ned på bunnen, og en oppdemming ville føre til at hengesekken fløt opp, med rot og mangler som resultat. Ungt pollen kan ha kommet inn under hengesekken og være forklaringen på det som skjedde fra 420 m til 3,60 m. Ungt pollen kan også ha kommet inn i andre nivåer ved at hengesekken midlertidig kan ha delt seg.

Dette er gransonens. Skogen har bestått av bjerk, furu og gran. Graninnvandringen ved Torsholtsaga er interpolert til ca. 1000 BP, og dette virker rimelig. Ved Kapteinstjern ved Årum i Siljan er graninnvandringen datert eller interpolert til 1000 BP. Heller ikke ved Holtetjønn er det dateringer av graninnvandringen, men den bør få alderen 1000 - 1200 BP.

Det er lite hassel, alm, eik, lind og ask, og det er mindre or på fuktige steder. Det er eføy ved 20 cm, og dermed milde somre. Vi bør finne oss i høymiddelalderen.

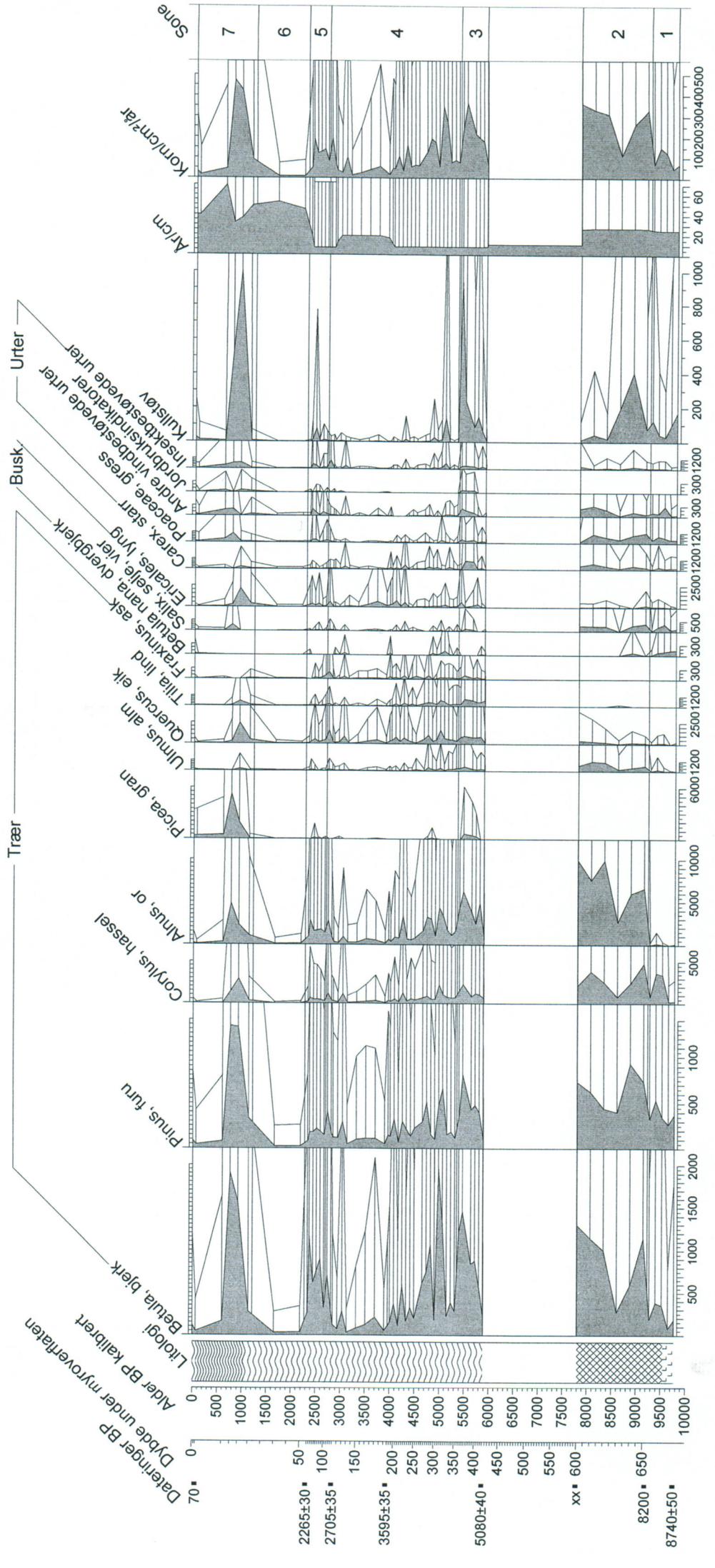
Det er meget kullstøv, gress, syre, høymol og pollenkorn av smalkjempe, bygg og havre. Ved 15 cm er det også pollenkorn av rug. Det har vært jordbruk helt i nærheten, i allfall fra 15 cm, kanskje

kort tid efter svartedauen, og korndyrking og husdyrhold har pågått frem mot i dag.

Høy fra Høy

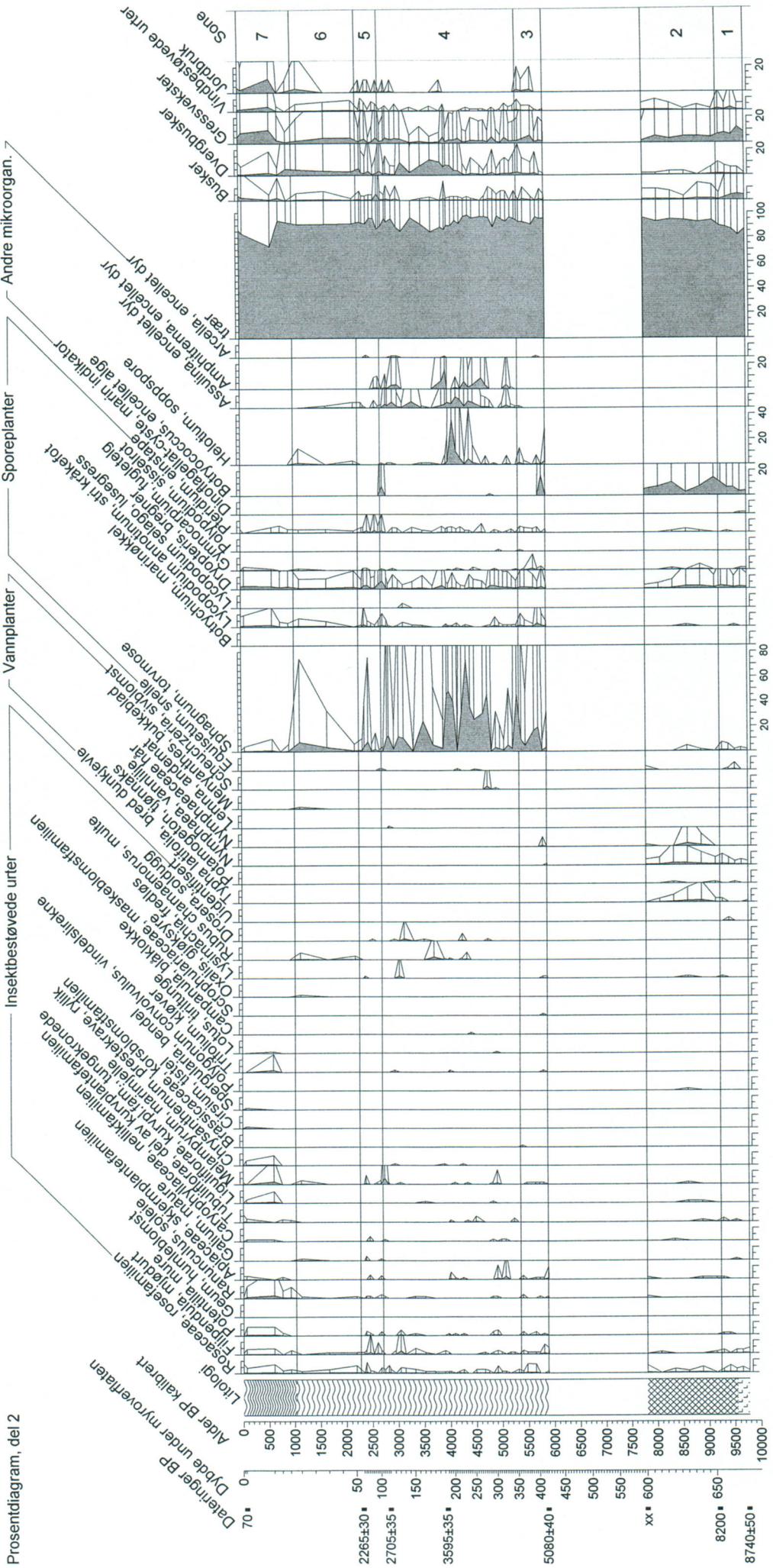
# Holtetjønn, 78 m o.h., Siljan, Telemark

Influxdiagram



Holtetjønn, 78 m o.h., Siljan, Telemark

Prosentdiagram, del 2



## Holtetjønn, 78 m o.h., Sillian, Telemark

Prosentdiagram, del 1

