

## 5. NATURVITENSKAPELIGE ANALYSER

*Steinar Solheim*

### INNLEDNING

Det er gjennomført flere typer naturvitenskapelige analyser i forbindelse med utgravningene (figur 5.1). Det skal kort redegjøres for analysene under.

### DATERINGSMETODER

C14-dateringer anvendes i økende grad ved utgravninger når daterbart materiale er tilgjengelig (se Persson 2010a:79–81 for feilkilder ved C14-datering). E18-prosjektet har fått datert femti prøver fra arkeologiske kontekster (figur 5.2). I tillegg er to dateringer utført i forbindelse med kartlegging av strandlinjeforskyvningen. Alle dateringene er AMS-dateringer. Trekull er vedartsbestemt av Helge I. Høeg forut for datering.

Følgende laboratorier er benyttet for C14-datering:

- Nasjonallaboratoriet for C14-datering, NTNU (11 dateringer)
- Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet (37 dateringer)
- AMS 14C Dateringssenteret, Aarhus universitet (1 datering)
- Beta-analytic, London/Miami (1 datering)

Det er flere grunner til at det har vært benyttet fire forskjellige laboratorier for C14-dateringer. Nasjonallaboratoriet i Trondheim er KHM's faste samarbeidspartner for utførelse av C14-dateringer og ble i tråd med inngåtte avtaler benyttet for å utføre dateringer etter 2011-sesongen. I 2012 og 2013 har laboratoriet i Trondheim vært stengt, og KHM inngikk dermed avtale med Ångströmlaboratoriet ved Uppsala universitet. Flertallet av C14-dateringer fra 2012 er utført ved Ångströmlaboratoriet. Et unntak er en dateringsprøve som ble analysert ved Beta-analytic. Allerede tidlig under utgravningen av kulturlaget på Hovland 3 ble det valgt å sende inn en prøve for å datere laget for videre prioriteringer av undersøkelsen. Det var dermed krav om rask leveringstid, og kun Beta-analytic kunne oppfylle dette kravet. Dateringssenteret ved Aarhus universitet ble benyttet for å utføre en datering på harpiksrester på en mikroflekk fra Hovland 1. Dateringssenteret i Aarhus ble valgt for å utføre analysen ettersom laboratoriet har gode erfaringer med å datere harpiks (Olsen mfl. 2008; 2011) og i tillegg krevde mindre prøvemateriale enn Nasjonallaboratoriet i Trondheim.

Analyse	Utført av	H1	H2	H3	H4	H5	N1	N2	N3	Torstvet
Pollenanalyser	Annine Moltsen (NOK) Helge Høeg			X						
Makrofossilanalyser	Annine Moltsen (NOK)			X						
Vedartsbestemmelser	Helge I. Høeg	X		X	X	X	X	X	X	X
Mikromorfologi	Richard Macphail UCL) Johan Linderholm (MAL)			X						
C14-datering	Nasjonallaboratoriet Ångströmlaboratoriet AMS 14C Dateringssenteret Beta-analytic	X		X	X	X	X	X	X	X
Osteologi	Emma Sjöling (SAU)				X			X		
Slitesporsanalyser	Helena Knutsson (Stoneslab)						X			
Teknologiske analyser	Lotte Eigeland							X		

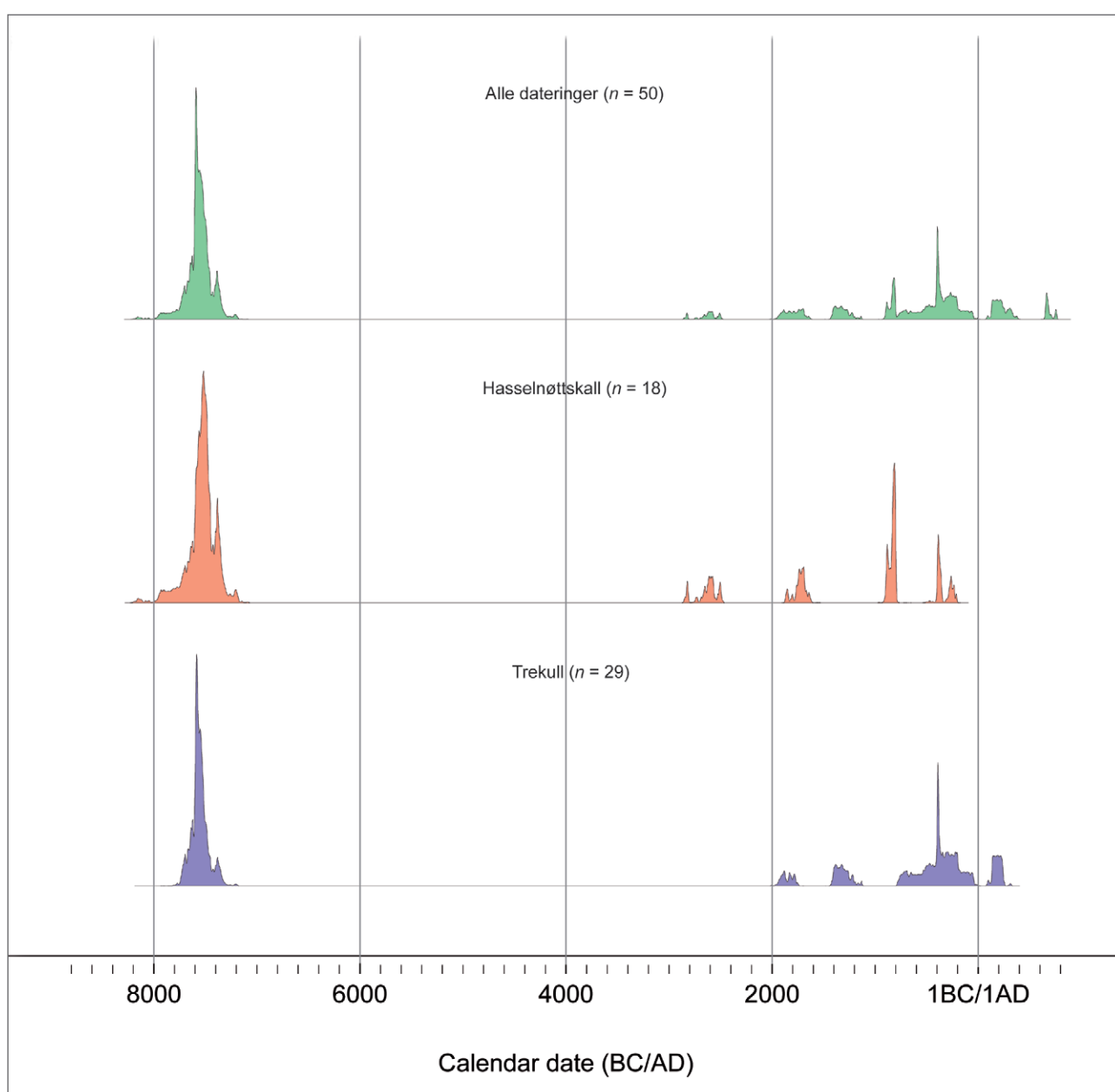
*Figur 5.1. Oversikt over utførte analyser. Alle rapporter er lagret i topografisk arkiv ved KHM.*

*Motsatt side: Figur 5.2. Oversikt over alle radiokarbondateringer fra prosjektets boplasser.*

Lokalitet	Prøvemateriale	Kontekst	BP	±	Kal BC/AD	Lab.ref.
Nordby 1	Trekull, bjørk	S2, kokegrop	2515	35	BC 780–540	TRa-3411
Nordby 2	Hassel nøttskall	58x/57y, lag 5	2300	40	BC 405–260	TRa-3412
Nordby 2	Trekull, hassel	S1, kokegrop	2310	35	BC 405–265	TRa-3413
Nordby 2	Trekull, bjørk	S1, kokegrop	2191	32	BC 356–199	Ua-45676
Nordby 2	Brent bein	54x/55y, SV/1	190	30	Y. enn AD 1665	TRa-4075
Nordby 3	Trekull, bjørk	S2, kokegrop	1825	25	AD 140–232	TRa-3414
Hovland 1	Hassel nøttskall	158x/164y, lag 2	4070	35	BC 2615–2500	TRa-3408
Hovland 1	Trekull, hassel	S2, kokegrop	2435	35	BC 755–405	TRa-3409
Hovland 1	Trekull, hassel	S4, kokegrop	8465	55	BC 7535–7445	TRa-3410
Hovland 1	Trekull, selje/vier/osp	S4, kokegrop	8623	50	BC 7677–7585	Ua-45675
Hovland 1	Harpiks, MFL	172x/159y, SV/2	8582	33	BC 7601–7579	AAR-16884
Torstvet	Hassel nøttskall	61x/101y, lag 2	8460	55	BC 7535–7440	TRa-3406
Torstvet	Hassel nøttskall	63x/102y, lag 2	8425	55	BC 7505–7430	TRa-3407
Torstvet	Trekull, bjørk	S1, ildsted	2218	34	BC 362–209	Ua-45677
Torstvet	Trekull, bjørk, selje, vier	S1, ildsted	3090	30	BC 1400–1310	TRa-3405
Hovland 5	Hassel nøttskall	66y/104x, SØ/2	8775	52	BC 7952–7741	Ua-45490
Hovland 5	Hassel nøttskall	67x/104y, SØ/1	2674	34	AD 890–801	Ua-45491
Hovland 4	Trekull, bjørk	S6	8568	51	BC 7606–7545	Ua-45493
Hovland 4	Trekull, bjørk	S1	8526	52	BC 7590–7541	Ua-45494
Hovland 4	Hassel nøttskall	90x/45y, SV/2	8630	49	BC 7680–7587	Ua-45499
Hovland 4	Brent bein	93x/46y, NV/2	8747	64	BC 7938–7657	Ua-45500
Hovland 4	Trekull, bjørk/hassel	S3	2090	32	BC 165–55	Ua-45492
Hovland 4	Trekull, hassel	S8	3534	34	BC 1926–1776	Ua-45495
Hovland 4	Trekull, hassel	S10	3016	32	BC 1371–1215	Ua-45496
Hovland 4	Trekull, hassel	S14	2327	32	BC 408–381	Ua-45497
Hovland 4	Hassel nøttskall	101x/59y, NØ/2	1751	31	AD 241–335	Ua-45498
Hovland 3	Trekull, hassel	S2	2188	33	BC 356–197	Ua-45501
Hovland 3	Trekull, hassel	S5	2408	34	BC 521–404	Ua-45502
Hovland 3	Trekull, bjørk	S11	1833	30	AD 135–215	Ua-45510
Hovland 3	Trekull, bjørk	101x/67y, SV/20–30	1334	30	AD 653–760	Ua-45513
Hovland 3	Hassel nøttskall	S15	2674	32	BC 889–801	Ua-45521
Hovland 3	Hassel nøttskall	S8 (nordre del)	3423	34	BC 1860–1682	Ua-45523
Hovland 3	Trekull, bjørk	S25	8376	51	BC 7524–7362	Ua-45503
Hovland 3	Trekull, bjørk	S24	8584	49	BC 7646–7551	Ua-45504
Hovland 3	Trekull, rogn	S23	8467	53	BC 7580–7514	Ua-45505
Hovland 3	Trekull, rogn	S21	8458	48	BC 7577–7512	Ua-45506
Hovland 3	Trekull, bjørk	S13	8609	54	BC 7676–7579	Ua-45507
Hovland 3	Trekull, rogn	S14	8591	50	BC 7653–7571	Ua-45508
Hovland 3	Trekull, bjørk	S17	8594	48	BC 7652–7573	Ua-45509
Hovland 3	Trekull, bjørk	S18	8465	48	BC 7577–7517	Ua-45511
Hovland 3	Trekull, bjørk	S7	8348	47	BC 7489–7355	Ua-45512
Hovland 3	Trekull, sorbus	100x/68y, NØ/0–5	8552	50	BC 7598–7549	Ua-45514
Hovland 3	Hassel nøttskall	99x/66y, NØ/2	8606	50	BC 7675–7578	Ua-45515
Hovland 3	Hassel nøttskall	99x/66y, NØ/0–5	8428	50	BC 7569–7478	Ua-45516
Hovland 3	Hassel nøttskall	100x/65y, NØ/10–15	8540	51	BC 7594–7546	Ua-45517
Hovland 3	Hassel nøttskall	100x/66y, SØ/20–25	8291	48	BC 7459–7200	Ua-45518
Hovland 3	Hassel nøttskall	100x/66y, SV/25–30	8383	47	BC 7526–7371	Ua-45519
Hovland 3	Hassel nøttskall	100x/66y, SV/30–35	8387	47	BC 7530–7371	Ua-45520
Hovland 3	Hassel nøttskall	S18	8398	49	BC 7539–7375	Ua-45522
Hovland 3	Hassel nøttskall	100x/66y, NØ/3	8450	40	BC 7560–7510	Beta-325802

	MM	MN	SN	BA	FRJA	RT	MT	VT	Moderne	Total	Prosent MM
Hasselnøttskall	12	1		2	1	1		1		18	66,7
Trekull	14		1	4	7	2	1			29	48,3
Harpiks	1									1	100,0
Bein	1								1	2	50,0
Total	28	1	1	6	8	3	1	1	1	50	56,0
Prosent	56	2	2	12	16	6	2	2	2	100	

**Figur 5.3.** Datering til arkeologisk periode for ulikt prøvemateriale. Radiokarbondateringer til førromersk jernalder (FRJA) gjør seg gjeldende også i E18-prosjektets materiale til tross for et entydig mellommesolittisk boplassinventar.



**Figur 5.4.** Sumkalibrering av alle dateringer fra prosjektet (grønn), av dateringer på hasselnøttskall (rød) og trekull (blå). TRa-4075 ( $190 \pm 30$  BP) fra Nordby 2 er utelatt fra modellen.

Uten at det skal gjøres et stort poeng ut av det, er det interessant å se at mer enn 55 prosent av dateringsprøvene ga resultat som forventet ut fra det arkeologiske materialet, nemlig datering til mellommesolitikum. Det skal også nevnes at dateringene fra S14 på Hovland 4 og S2 på Nordby 3 ga datering til jernalder, hvilket ikke kom som en overraskelse med tanke på strukturenes form. Resten av dateringene er spredt fra mellomneolitikum til vikingtid.

Dateringene er utført på ulikt prøvemateriale (figur 5.3). Av prøvemateriale av et visst omfang har hasselnøttskall best «treffprosent». Dette skyldes nok delvis dateringsstrategien for Hovland 3, hvor det ble prioritert å sende inn mange hasselnøttskall fra kulturlaget for å kunne gjøre statistiske beregninger. Det er for øvrig sammenfall mellom de samlede dateringene på trekull og hasselnøttskall (figur 5.4).

I likhet med flere andre arkeologiske prosjekter er det en høy andel dateringer som angir «feil» alder, det vil si yngre alder enn forventet (figur 5.5, jf. Glørstad 2004b; Stene mfl. 2010; Skjelstad (red.) 2011). I enkelte sammenhenger hvor prosjektet har ment at det er konflikt mellom arkeologisk tolkning av strukturer og C14-datering, er det valgt å utføre to dateringer. Målsettingen har vært å bekrefte eller avkrefte strukturenes alder ut fra en enkel hypotese om at tydelig avvikende dateringer fra samme struktur utelukker hverandre, mens samsvarende dateringer bekrefter tidfesting av strukturen til et gitt tidsrom. Hvis dateringene avviker, vil romlig relasjon til funnmaterialet være et sterkt argument for samtidighet mellom funn og struktur (Vogel 2010:133). Dette er utført for ildstedene S1 på Nordby 2 og S1 på Torstvet. For førstnevnte struktur bekreftet to dateringer en alder på ildstedet til førromersk jernalder. Fra ildstedet på Torstvet var spennet i de to dateringene 800–900 C14-år: Én datering anga bronsealder og én førromersk jernalder. I henhold til den stilte hypotesen om at avvikende dateringer utelukker hverandre, kan ikke de utførte C14-dateringene tidfeste ildstedet på Torstvet. Den romlige relasjonen mellom strukturen og funnmaterialet er derfor blitt lagt til grunn for tolkningen av ildstedet som mellommesolittisk.

Det er likevel en logisk brist her ettersom enkelt-dateringer med riktig alder aksepteres uten særlig skepsis. For kystlokalitetene i Øst-Norge er dette kanskje ikke veldig problematisk ettersom man kan støtte seg på strandlinjekurvene i tillegg til arkeologisk materiale. I to sammenhenger har prosjektet likevel valgt å datere enkeltstrukturer med flere dateringer for å teste (1) om første datering var «riktig», og (2) om forskjellig prøvemateriale fra

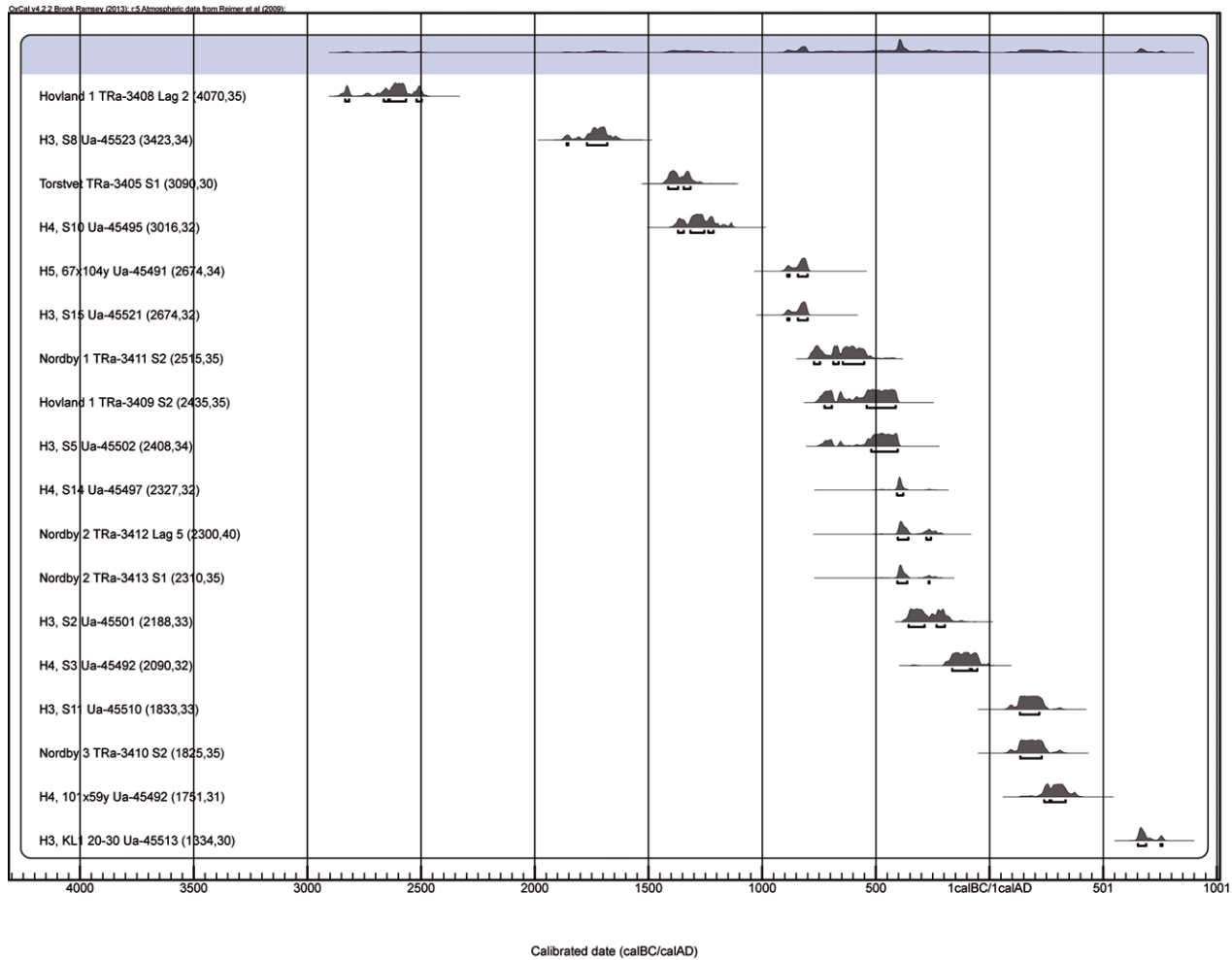
samme kontekst ville gi samme alder. Den velbevarte kokegropen S4 på Hovland 1 ble datert på trekull (hassel) til 7535–7445 f.Kr. Det ble utført en andre datering av trekull (selje/vier/osp) for å underbygge eller avkrefte dateringene til mellommesolitikum. Den siste datering angir noe eldre alder, 7677–7585 f.Kr., men bekrefter en datering av kokegropen til mellommesolitikum. Fra Hovland 3 er S18 (nedgravning/renne) datert på trekull (bjørk) og hasselnøttskall. Dateringene er overlappende mellom 7575 og 7375 f.Kr. og er sterke argument for at dateringene samlet tidfester strukturen til mellommesolitikum. Metoden med flere dateringer har i de tilfeller hvor den er prøvd på E18-prosjektet, vært vellykket i henhold til hva vi ønsket å finne ut. Skal en slik metodologi gjennomføres systematisk, vil det være en relativt kostbar affære, men det gir et bedre belegg for å vurdere strukturer og funns alder enn dersom kun én datering ligger til grunn.

#### **Analysen av forhistoriske strandlinjer**

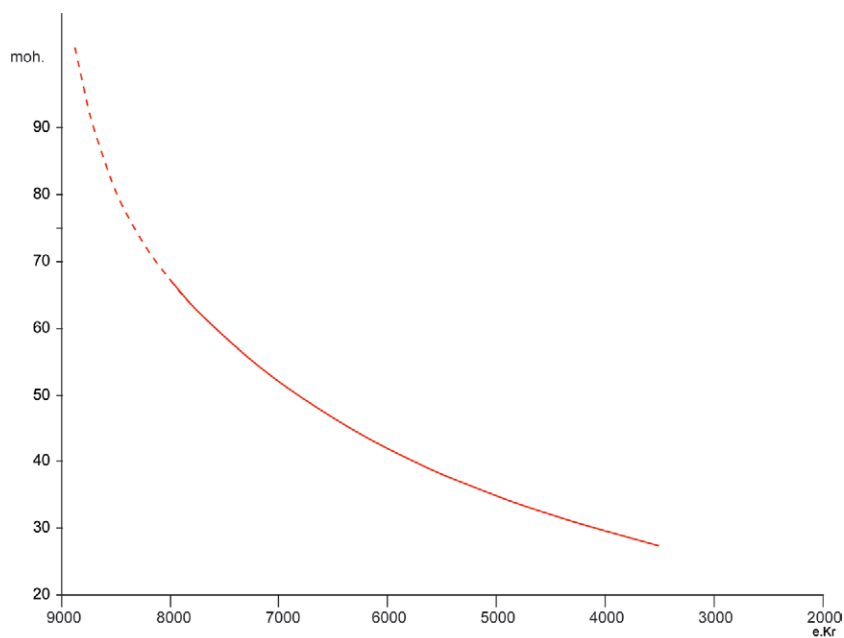
KHM har i tidsrommet 2007–2013 gjennomført tre store arkeologiske utgravningsprosjekter med fokus på steinalder i Vestfold og Telemark. Ved to av prosjektene, E18 Brunlanesprosjektet og Vestfoldbaneprojektet, har utvikling av en ny strandlinjekurve vært et viktig fokusområde. Arbeidet utføres i samarbeid med Helge I. Høeg, Rolf Sørensen og Kari Henningsmoen. Strandlinjekurven vil dekke høydenivåer fra 155 til 20 meter over dagens havnivå, tilsvarende fra preboreal til subboreal tid (figur 5.6). Strandlinjekurven er under utvikling og vil publiseres i Jakslund (red.) 2013 og Persson (red.) in prep.

E18 Bommestad–Sky har utført to analyser som inngår i kartleggingen av de forhistoriske strandlinjene i regionen. I samarbeid med Høeg er isolasjonen av Breimyr og Nordbytjern, som ligger like ved de undersøkte lokalitetene, analysert og datert. Begge bassengene ligger i umiddelbar nærhet til prosjektets undersøkte lokaliteter og er således relevante for å datere brukstiden på steinalderboplassene og deres tilknytning til sjøen.

Fra Nordbytjern er isolasjonen datert til 8075 ± 60 BP (7170–6840 f.Kr., TRa-3004a). Høyden over dagens havnivå er ca. 49 meter. Fra myrbasenget Breimyr (57 moh.) ble det i samarbeid med Helge Høeg tatt ut en pollensøyle (figur 5.7). Isolasjonen er her datert til 8591 ± 44 BP (7648–7573 f.Kr., UBA-21511). Dateringene av isolasjonen av Breimyr sammenfaller med dateringene av bosetningen på Torstvet, Hovland 1 og Hovland 3, og sannsynligvis har disse lokalitetene vært beliggende i et brakkvannsområde (figur 5.8).

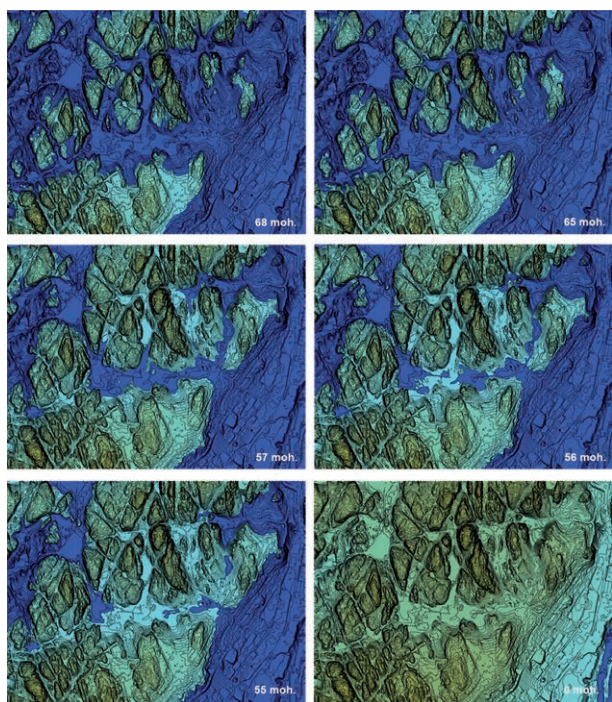


**Figur 5.5.** Radiokarbondateringer som er tolket som yngre enn hovedaktiviteten på lokalitetene. Øverst vises en sumkalibrering av de 18 dateringene.



**Figur 5.6.** Strandlinjekurven som er benyttet av prosjektet. Kurven er under utarbeiding og vil publiseres i publikasjonen fra Vestfold-baneprosjektet. Illustrasjon: Per Persson.





**Figur 5.8.** Landskapet i undersøkelsesområdet med endret havnivå. Dagens Breimyr ligger midt i bildet. Bildene viser havnivå på 68 moh., 65 moh., 57 moh., 56 moh., 55 moh. Dette tilsvarer tidsrommet fra ca. 8000 til 7000 f.Kr. Siste bilde viser dagens landskap. Hav er markert mørkt blått. Ved et havnivå på ca. 56–57 m over dagens begynner området ved Breimyr å isolere seg fra havet. Datagrunnlaget er utarbeidet av Per Persson.

### MIKROMORFOLOGISKE ANALYSER

Det er utført mikromorfologiske analyser av profillet i kulturlaget på Hovland 3. Analysene er utført av Richard Macphail (UCL) og Johan Linderholm (MAL, Umeå). Et sammendrag av analysen presenteres under.

Sju tynnsnip og fem bulkprøver ble analysert. De viste at den mesolittiske bosetning fant sted på svakt utviklet brunjord (*cambisol*), utviklet på godt sortert fin- og middels kornet marint avsatt sand. Til tross for postdeposisjonell påvirkning av podsolering og anrikning (*Bhs horizon formation*) samt bioturbasjon av sopp (*fungale hyphae*) og små virvelløse dyr (*acidophyle mesofauna*) kan et mørkt bosetningslag (lag 2–4) identifiseres som et mulig gulvfyll i en boligkonstruksjon. Det er ingen tegn på at dette er et naturlig lag, for eksempel restene av en rotvelt. Laget består av veldig fint og kompakt, forkullet organisk materiale og inneholdt også trekull og brente hasselnøtt-skall som var svært fragmentert, trolig på grunn av nedtrækking. Laget inneholdt også brente steinfragmenter og mulige flintartefakter. Bosetningsaktiviteten har medført påføring av grovere sand og grus i gulvfyllet. Dette kan også delvis være et resultat av

redeponering av masser fra høyere oppe i terrenget. Bosetningen er også påvist gjennom forhøyet magnetisk susceptibilitet og konsentrasjon av organisk materiale. Den humusholdige massens fruktbarhet har ført til soppvekst, synlig gjennom konsentrasjoner av *sclerotia* (Macphail og Linderholm 2013:1, min oversettelse).

### MAKROFOSSILANALYSER

Det ble utført makrofossilanalyser fra kulturlaget på Hovland 3. Prøvene inneholdt ubrente røtter og stengler, som trolig er resente. I tillegg ble det påvist fruktlegemer fra jordsopp (*Cenococcum*). Prøvene inneholdt også trekull som var avrundet og utsatt for slitasje (Moltsen 2012).

### POLLENANALYSER

Det er analysert fem pollenprøver fra kulturlaget på Hovland 3. Kulturlaget er datert til mellommesolitikum av sju C14-dateringer. Flere av pollenprøvene inneholdt velbevarte kornpollen (rug, hvete, bygg), også prøver tatt fra de dypeste deler av laget (Moltsen 2013). Dette harmonerer dårlig med lagets datering, men for den helhetlige tolkningen av kulturlaget som mesolittisk er observasjonene likevel relativt uproblematisk. Innslaget av kornpollen skal sees i sammenheng med de postdeposisjonelle forstyrrelsene som er påvist i de mikromorfologiske analysene (Macphail og Linderholm 2013). Observasjonene av kornpollen i et mesolittisk kulturlag identifisert ca. 30 cm under torven reiser enkelte viktige prinsipielle spørsmål omkring in situ-pollenanalysers pålitelighet (f.eks. Prescott 1996; Bergsvik 2001). Dette kan derfor ha relevans for andre undersøkelser, og spesielt for diskusjoner av det eldste jordbruket, og viser at Christopher Prescotts advarsel mot å la arkeologiske lagtolkninger danne basis for slutninger basert på pollenbevis stadig er aktuell (Prescott 1996:82). Risikoen for forurensning og innslag av pollenkorn er tydelig. Innslagene av pollenkorn i kulturlaget på Hovland 3 viser at mikromorfologiske analyser også bør utføres for å studere hvorvidt det er forstyrrelser i lagene som ikke er arkeologisk observerbare (se også Gjerpe 2013:42; Dincauze 2000:4).