

## 1.7. NATURVITENSKAP OG EKSPERTANALYSER

### *Synnøve Viken og Gaute Reitan*

#### INNLEDNING

Flere eksterne samarbeidspartnere med ulike kompetansefelt har utført analyser i forbindelse med utgravningsprosjektet E18 Tvedestrand–Arendal (tab. 1.7.1). I dette kapittelet vil det gjøres rede for de ulike analysene som er utført. For gjennomgang og diskusjon av resultatene av analysene henvises det først og fremst til lokalitetsartiklene i denne bokens del 2.

#### UTARBEIDING AV STRANDLINJEKURVE

Det eksisterte ingen lokal strandlinjekurve for området Tvedestrand–Arendal da utgravningsprosjektet begynte (se imidlertid Andersen 1960, 1976; Eskeland 2013: 53). De nærmeste kurvene som var utarbeidet, var for området rundt Larvik i Vestfold og Porsgrunn i Telemark (Sørensen mfl. 2014a, 2014b), Kragerø i Telemark (Stabell 1980) og for Lista i Vest-Agder (Prøsch-Danielsen 1997; Ryen 2007). Korrelering og ekstrapolering mellom kurver over så store avstander innebar svært usikre strandlinjedateringer av steinalderlokalitetene som ble berørt av prosjektet. Utarbeidelsen av en ny strandlinjekurve i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse (NGU) har derfor vært en sentral del av de naturvitenskapelige analysene innenfor utgravningsprosjektet, og har bidratt med viktig og ny kunnskap om regionen. Arbeidet med å utvikle

en ny strandlinjekurve for Tvedestrand–Arendal og resultatene av studien behandles følgelig i egne kapitler i denne boken (Romundset, kap 1.8 og 3.2).

#### VEDARTSBESTEMMELSER

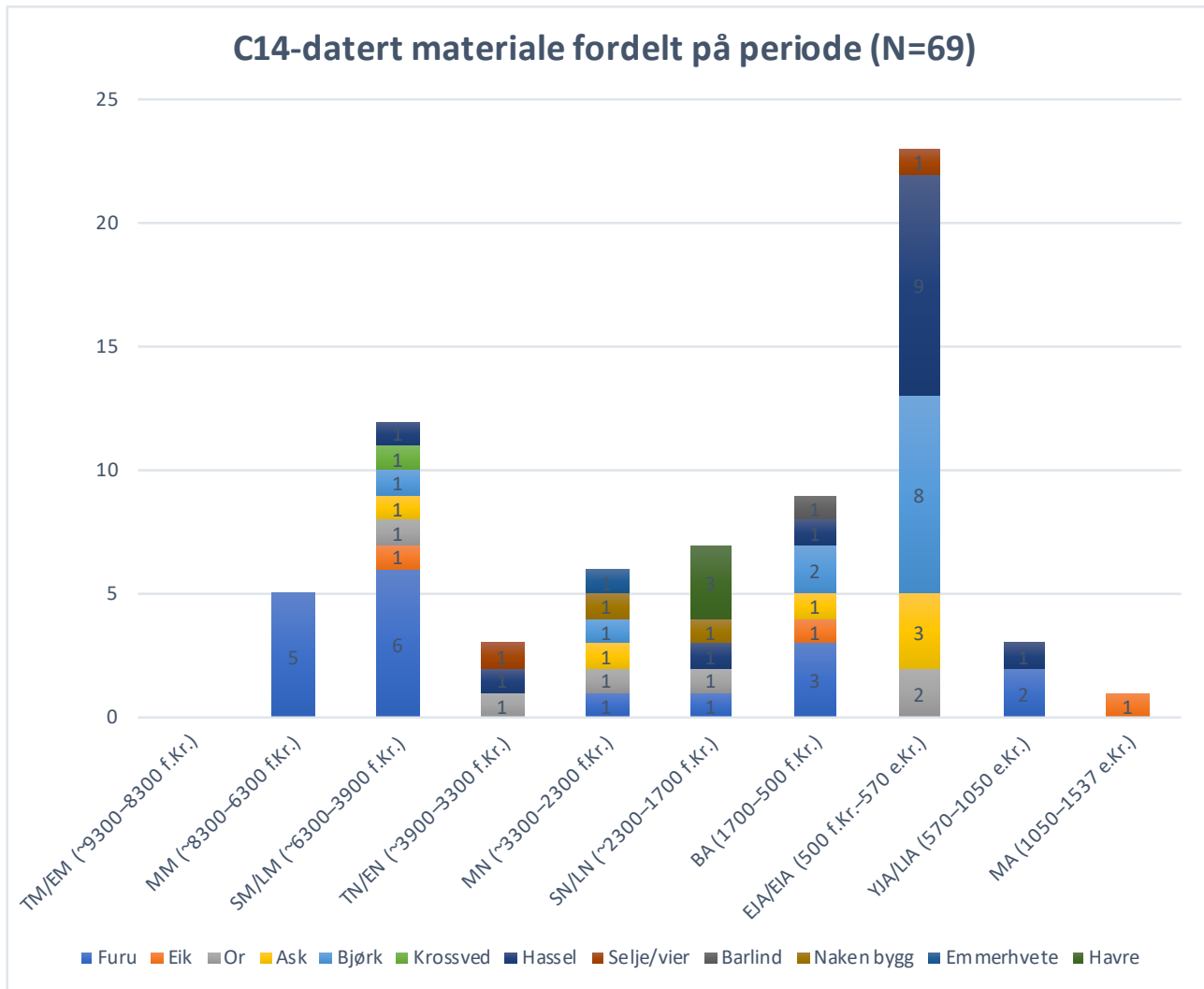
I alt 94 kullprøver ble vedartsbestemt ved Moesgaard museum. Det ble i hovedsak analysert 10 biter kull fra hver prøve, men enkelte prøver inneholdt for lite kull eller for små kullbiter til at dette var mulig. Vedartsbestemmelsene ble utført med tanke på å minimere antall feilkilder i forbindelse med C14-dateringer gjennom en utvelgelse av det best egnede prøvematerialet. Analyseresultatene kan også gi indikasjoner knyttet til vegetasjonshistoriske forhold og endringer, der de vedartsbestemte og C14-daterte bitene kan vise hvilke treslag som fantes i området, og som ble samlet inn til boplassene gjennom steinalderen (fig. 1.7.2).

#### C14-DATERINGER

Det ble utført til sammen 82 C14-dateringer fordelt på 17 undersøkte lokaliteter inkludert prøvemateriale fra en borekjerne fra Låmyr ved lokaliteten Kvastad A2 (tab. 1.7.3). Av disse er 22 dateringer utført hos *Beta Analytic* i Florida og 60 hos *Ångströmlaboratoriet*

Analyse	Utførende fagperson, instans
Strandlinjeundersøkelse	Anders Romundset, Norges geologiske undersøkelse
Vedartsbestemmelse	Peter H. Mikkelsen, Karen V. Salvig, Jannie K. Larsen, Thomas Bartholin, Welmoed Out, Moesgaard museum
C14-datering	Beta Analytic, Ångströmlaboratoriet, Uppsala universitet
Makrofossilundersøkelse	Samuel Ericsson, Sofi Östman, Miljöarkeologiska Laboratoriet, Umeå universitet Annine Moltsen, Natur og Kultur
Jordkjemisk undersøkelse	Samuel Ericsson og Sofi Östman, Miljöarkeologiska Laboratoriet, Umeå universitet
Pollenanalyse	Jan-Erik Wallin og Johan Linderholm, Miljöarkeologiska Laboratoriet, Umeå universitet
Mikromorfologisk analyse	Richard Macphail, University College London
Geologisk undersøkelse	Per Storemyr Archaeology & Conservation Services
Flintteknologisk analyse	Lotte Eigeland, Kulturhistorisk museum, UiO

**Tabell 1.7.1:** Oversikt over eksterne samarbeidspartnere som har utført ulike analyser innenfor E18 Tvedestrand–Arendal-prosjektet. I tillegg deltok Kjel Knutsson fra *Stoneslab* og Mikkel Sørensen fra *Saxo-Instituttet* ved Københavns universitet på en workshop arrangert i tilknytning til utgravningsprosjektet høsten 2014. C14-dateringer i forbindelse med NGUs undersøkelse av landhevingsforløpet i området ble utført av *Poznan Radiocarbon Laboratory* i Polen. Kun et lite antall beinfragmenter ble funnet ved utgravningene. Ingen av fragmentene ble prioritert for nærmere analyser.



**Figur 1.7.2:** Diagram som viser fordelingen av ulike treslag fordelt på periode. Bare de vedartsbestemte prøvene som også er blitt C14-datert, er inkludert i diagrammet. Det er verdt å merke seg at furu dominerer totalt i de eldste kontekstene (mellommessolitikum) og at artsvariasjonen er stor blant prøvene som er C14-datert til neolitikum og bronsealder.

ved Uppsala universitet. I alt 62 dateringer er utført på trekull. De resterende tyve dateringene fordeler seg slik: Seks er utført på forkullet hasselnøttskall, seks på forkullet korn, tre på kongleskjell, to på uforkullet bark, to på sot fra keramikkgods, og én er utført på fastbrente, organiske rester («matskorpe») på innsiden av et keramikkskår. Samtlige trekullprøver og korn ble artsbestemt forut for datering.

I en del faglitteratur oppgis steinalderdateringer i ukalibrerte C14-år BP (*before present*, hvor nåtid er satt til 1950). I tekstene i denne publikasjonen er imidlertid alle C14-dateringer oppgitt i kalibrerte kalenderår f.Kr./e.Kr. Dateringsresultatene er kalibrert ved hjelp av programmet OxCal v4.3 (Bronk Ramsey 2009) og med 2  $\sigma$  avvik, det vil si at det er 95 % sannsynlighet for at riktig alder er innenfor det angitte dateringsintervallet. Ukalibrerte BP-resultater er i tillegg oppgitt i tabeller.

Langt fra alle C14-dateringene sammenfaller med hovedbruksfasene på steinalderlokalitetene, og så mye som en tredjedel av dateringene faller til førromersk jernalder eller romertid (se tab. 1.7.3, se også tabell i Reitan kap. 2.1, denne bok). Ulike feilkilder knyttet til C14-dateringer av trekull er diskutert i flere andre arbeider (se f.eks. Persson 1999: 20–21, 2014b: 76–77), men trolig reflekterer de mange dateringene til eldre jernalder en ekstensiv landskapsbruk i perioden.

Innenfor E18 Tvedestrand–Arendal-prosjektet oppsto det problemstillinger knyttet til C14-dateringene; problemstillinger som er kjent også fra tidligere arkeologiske undersøkelser av steinalderlokaliteter på Sør-Østlandet (se f.eks. Jakslund 2014: 30–31; Reitan 2014d: 244–245; Solheim 2017: 70). Prosjektet gjennomførte tre målrettede undersøkelser som blir presentert i det følgende, for å forsøke å bidra til å løse disse problemene.

Lokalitet	Lab.ref.	C14-alder BP	±	Kal. alder (2 σ)	Kontekst	Datert materiale
Kvastad A1	Ua-53919	2164	29	360–110 f.Kr.	Ildsted A1108	Trekull ubestemt, <i>Indet.</i>
	Ua-53917	2176	29	360–160 f.Kr.	Ildsted A1108	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
	Ua-53918	2249	29	400–200 f.Kr.	Ildsted A1108	Trekull or, <i>Alnus</i>
	Ua-52872	2264	27	400–200 f.Kr.	Ildsted A1108	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
	Ua-53920	2400	30	730–390 f.Kr.	Ildsted A1108	Trekull barlind, <i>Taxus</i>
	Ua-53921	2388	29	730–390 f.Kr.	Ildsted A1108	Trekull ubestemt, <i>Indet.</i>
	Ua-52873	1159	26	770–970 e.Kr.	2001x 163y NV	Hasselnøttskall, <i>Corylus</i>
Kvastad A2	Ua-52875	3464	28	1881–1694 f.Kr.	Ildsted A54643	Korn. Naken bygg, <i>Hordeum vulgare var. nudum</i>
	Ua-52877	3470	29	1884–1695 f.Kr.	Ildsted A54643	Korn. Havre, <i>Avena sp.</i>
	Ua-52874	3431	28	1886–1646 f.Kr.	Dyrkningslag? A53485	Korn. Havre, <i>Avena sp.</i>
	Ua-52876	3477	28	1886–1697 f.Kr.	Ildsted A54643	Korn. Havre, <i>Avena sp.</i>
	Ua-52926	4351	55	3310–2880 f.Kr.	Ildsted A54643	Korn. Emmerhvet, <i>Triticum dicocum</i>
	Ua-52925	4551	56	3498–3035 f.Kr.	Ildsted A54643	Korn. Naken bygg, <i>Hordeum vulgare var. nudum</i>
	Ua-52880	8130	34	7290–7040 f.Kr.	Nedgravning A54075	Kongleskjell
	Ua-52879	8339	35	7520–7320 f.Kr.	Ildsted A57995	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-52878	8625	35	7720–7580 f.Kr.	Ildsted A57753	Trekull furu, <i>Pinus</i>
Kvastad A3	Ua-52881	3747	29	2279–2038 f.Kr.	Kullflekk A100396	Trekull furu, <i>Pinus</i>
Kvastad A4	Ua-52882	809	26	1160–1270 e.Kr.	Ildsted A150637	Trekull eik, <i>Quercus</i>
	Ua-52885	1673	27	250–430 e.Kr.	Kvartsåre	Trekull hassel, <i>Corylus</i>
	Ua-52883	1632	26	340–540 e.Kr.	Ildsted A151559	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
	Ua-52884	2285	27	410–230 f.Kr.	Ildsted A151559	Trekull or, <i>Alnus</i>
	Ua-52887	2395	27	730–390 f.Kr.	Kokegrop A153273	Trekull ask, <i>Fraxinus</i>
	Ua-52886	1100	26	880–1010 e.Kr.	Kvartsåre	Trekull furu, <i>Pinus</i>
Kvastad A7	Ua-52889	2356	28	475–385 f.Kr.	Kokegrop A300629	Trekull selje/vier, <i>Salix</i>
	Ua-52890	1510	26	540–600 e.Kr.	Ildsted A301668	Trekull furu, <i>Pinus</i>
Kvastad A9	Ua-52893	3187	28	1506–1414 f.Kr.	Ildsted A400180	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-52892	8119	34	7185–7044 f.Kr.	Steinpakning A400159	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-52891	2476	27	771–435 f.Kr.	Ildsted A400076	Trekull eik, <i>Quercus</i>
Låmyra	Beta-455052	3540	30	1945–1770 f.Kr.	Borekjerne, sedimenter i myr	Uforkullet innerbark av or, <i>Alnus</i>
	Beta-455053	4440	30	3325–2940 f.Kr.	Borekjerne, sedimenter i myr	Uforkullet bark av or, <i>Alnus</i>
	Beta-455054	5470	30	4355–4265 f.Kr.	Borekjerne, sedimenter i myr	Trekull løvtre, <i>Indet. decid.</i>
Sagene B1	Ua-52867	1766	47	130–390 e.Kr.	Gulvlag A451586	Kongleskjell
	Ua-52868	3352	27	1740–1530 f.Kr.	Stolpehull A456132	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-52866	2254	43	400–200 f.Kr.	Ildsted A454792	Trekull ask, <i>Fraxinus</i>
	Ua-52923	5150	58	4060–3780 f.Kr.	Stolpehull A456149	Trekull løvtre, <i>Indet. decid.</i>
	Ua-52869	7954	32	7040–6690 f.Kr.	Stolpehull A456141	Trekull furu, <i>Pinus</i>

Sagene B2	Ua-52870	4946	29	3780–3650 f.Kr.	Rotvelt A503080	Trekull løvtre, <i>Indet. decid.</i>
	Ua-52924	1305	51	640–870 e.Kr.	Rotvelt A503080	Kongleskjell
	Beta-411674	2460	30	750–405 f.Kr.	Kokegrop A500001	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
	Beta-411673	2640	30	840–795 f.Kr.	Kokegrop A500001	Trekull furu, <i>Pinus</i>
Sagene B5	Ua-52871	2214	27	370–200 f.Kr.	Kokegrop A551028	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
Sagene B6	Beta-442233	1810	30	130–320 e.Kr.	335x 875y SØ, Lag 1	Hasselnøttskall, <i>Corylus</i>
	Beta-442234	1590	30	400–545 e.Kr.	339x 878y NV, Lag 2	Hasselnøttskall, <i>Corylus</i>
Hesthag C1	Beta-448114	1790	30	133–330 e.Kr.	Kokegrop A20042	Trekull hassel, <i>Corylus</i>
	Beta-439962	1720	30	248–391 e.Kr.	Dyrkningslag A20538	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
	Beta-448115	1710	30	251–397 e.Kr.	Kokegrop A20189	Trekull hassel, <i>Corylus</i>
	Beta-448117	1680	30	258–422 e.Kr.	Kokegrop A20528	Trekull hassel, <i>Corylus</i>
	Beta-448118	4950	30	3786–3657 f.Kr.	Grop A20716	Hasselnøttskall, <i>Corylus</i>
	Beta-448121	1570	30	416–557 e.Kr.	Kokegrop A21068	Trekull hassel, <i>Corylus</i>
	Beta-448119	5270	30	4232–3996 f.Kr.	Grop A20895	Trekull krossved, <i>Viburnum</i>
	Beta-448116	1890	30	56–217 e.Kr.	Kokegrop A20447	Trekull ask, <i>Fraxinus</i>
	Beta-448120	2390	30	728–397 f.Kr.	Kokegrop A21021	Trekull hassel, <i>Corylus</i>
Hesthag C2	Ua-50984	2143	32	360–50 f.Kr.	Kokegrop A5366	Trekull hassel, <i>Corylus</i>
	Ua-50972	2182	30	370–160 f.Kr.	Ildsted A4049	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
	Ua-50971	5172	44	4150–3800 f.Kr.	Ildsted A2736	Trekull hassel, <i>Corylus</i>
	Ua-50973	1977	30	50 f.Kr.–80 e.Kr.	Ildsted A4063	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
	Ua-50970	6351	45	5470–5220 f.Kr.	Ildsted A2726	Trekull eik, <i>Quercus</i>
	Ua-50974	1866	31	70–230 e.Kr.	Ildsted A4224	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
Hesthag C4	Beta-448122	4100	30	2860–2505 f.Kr.	Ref.prøve 5993x/863y NV	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
	Beta-448123	8800	40	8170–7730 f.Kr.	Kokegrop A41178	Trekull furu, <i>Pinus</i>
Hesthag C6	Beta-448125	3500	30	1900–1745 f.Kr.	Randskår med list 255x/310ySØ lag2	Sot fra gods
	Beta-448124	3660	30	2135–1945 f.Kr.	Buuskår med linje 250x/317ySØ lag1	Sot fra gods
Hesthag C7	Ua-50197	368	34	1450–1620 e.Kr.	Nedgravning A1094	Hasselnøttskall, <i>Corylus</i>
	Ua-50582	3469	33	1880–1740 f.Kr.	Stolpehull/nedgravning A1445	Hasselnøttskall, <i>Corylus</i>
	Ua-50581	13	31	1890–1955 e.Kr.	Kullag A2376	Forkullet barnål av gran, <i>Picea</i>
	Ua-50198	1859	34	80–220 e.Kr.	Åkerrein A1272	Matskorpe, keramikk

Krogenes D1	Ua-50978	4005	34	2620–2460 f.Kr.	Kokegrop A206352	Trekull ask, <i>Fraxinus</i>
	Ua-50975	1641	30	330–540 e.Kr.	Ildsted 203533	Trekull ask, <i>Fraxinus</i>
	Ua-53106	4559	31	3490–3100 f.Kr.	Grøft A203549	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-50977	4883	40	3770–3530 f.Kr.	Ildsted A201113	Trekull or, <i>Alnus</i>
	Ua-50979	5082	40	3970–3780 f.Kr.	Grøft A204424	Trekull selje/vier, <i>Salix</i>
	Ua-53107	5249	32	4230–3970 f.Kr.	Stolpehull A204397	Trekull bjørk, <i>Betula</i>
	Ua-53110	5334	31	4260–4040 f.Kr.	Ildsted A207811	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-50976	5339	37	4320–4040 f.Kr.	Ildsted A204327	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-53109	5351	31	4330–4050 f.Kr.	Ildsted A207098	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-53108	5694	32	4620–4450 f.Kr.	Ildsted A204387	Trekull ask, <i>Fraxinus</i>
Krogenes D2	Beta-448127	1760	30	240–330 e.Kr.	Kulturlag?	Trekull hassel, <i>Corylus</i>
	Ua-50982	6132	45	5213–4956 f.Kr.	Steinpakning A206735	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Beta-448128	6260	30	5300–5215 f.Kr.	Kulturlag	Trekull or, <i>Alnus</i>
	Ua-50980	6297	44	5375–5081 f.Kr.	Ved stor slipestein	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-50983	7059	143	6222–5675 f.Kr.	Steinpakning A206735	Trekull furu, <i>Pinus</i>
	Ua-50981	3379	34	1760–1530 f.Kr.	Brunt sandlag vest	Trekull bjørk, <i>Betula</i>

**Tabell 1.7.3:** Samtlige C14-dateringer utført innenfor E18 Tvedestrand–Arendal-prosjektet, i alt 82 stykker. De omkring 100 C14-dateringene som ble utført i forbindelse med NGUs utarbeidelse av strandlinjekurven for området, kommer i tillegg (se Romundset, kap. 3.2, denne bok).

### Manglende C14-dateringer fra tidligmesolitikum

Til tross for at det ble sendt inn til sammen 38 prøver fra ni lokaliteter som lå på tidligmesolittiske høyder, falt ingen av C14-resultatene til tidligmesolittisk tid (tab. 1.7.3). Flere av strukturene som de C14-daterte prøvene var samlet inn fra, lå sentralt i konsentrasjoner av funn som typologisk dateres til tidligmesolitikum, og hvor det ikke ble gjort andre funn fra seinere perioder. Den eldste av E18 Tvedestrand–Arendal-prosjektets C14-dateringer er fra eldste del av mellommesolitikum, omkring 8000 f.Kr., fra lokaliteten Hesthag C4 (se Viken, kap. 2.3.1, denne bok, se også avsnittet «Datering av kull på Hesthag C4, en lokalitet fra eldste del av mellommesolitikum» nedenfor).

Også ved tidligere undersøkelser av tidligmesolittiske lokaliteter på Sør-Østlandet er en rekke prøver fra tilsynelatende gode kontekster blitt samlet inn og datert. Likevel er mangelen på tidligmesolittiske

C14-dateringer fra regionen tilnærmet total<sup>1</sup>. Dette tilbakevendende problemet er påpekt og diskutert i flere arbeider de seinere årene (se f.eks. Jaksland 2014: 28–33; Solheim 2017: 63–70; Solheim og Persson 2018; se også diskusjon i Viken, kap. 2.2.3, denne bok). Det er også blitt foreslått at mangelen på tidligmesolittisk trekull kan forklares med at selspekk er blitt brukt til brensel i denne fasen (Bjerck 2017). Denne hypotesen er imidlertid blitt imøtegått på bakgrunn av manglende empirisk grunnlag og fordi det fantes trær som kunne brukes til brensel allerede i den tidligmesolittiske pionerfasen (R. Sørensen mfl. 2014a; Åstveit 2014: 93–95; Solheim og Persson 2018: 338).

Lokaliteten Kvastad A1 ble vurdert som den med størst potensial for å framskaffe C14-dateringer til tidligmesolitikum. Bakgrunnen for dette var at trekull av furu, som ble funnet i et prøvestikk under Aust-Agder fylkeskommunes registrering, ble C14-datert

1 Noen av landsdelens eldste C14-dateringer stammer fra en arkeologisk utgraving på Langeid i Bygland kommune, Setesdal, hvor kulturminner fra vikingtid sto i fokus (Glørstad og Wenn 2017). Her ble trekull fra seks ulike strukturer, beskrevet som stolpehull-liggende, C14-datert innenfor ca. 8500 og 7600 f.Kr. (Wenn 2016). Det er uklart hva dateringene representerer, og det ble ikke funnet artefakter av flint eller andre steinsorter i tilknytning til strukturene.

til 8470–8280 f.Kr. (9150 ± 40 BP, Beta-366066, se Eskeland 2013: 361–362). Vår påfølgende utgravning på stedet, 48–50 moh., avdekket en funnkonsentrasjon hvor om lag 1200 gjenstandsfunn, nesten utelukkende av flint, ble samlet inn (Stokke mfl., kap. 2.2.5, denne bok). Funnmaterialet er enhetlig og gir godt grunnlag for en typologisk datering til tidligmesolitikum. Den typologiske dateringen stemmer godt med strandlinjedateringen som i sin tur sammenfaller presist med C14-dateringen fra registreringen (jf. Romundset, kap. 3.2, denne bok). Gjenstandsmaterialet i hellingen sør på Kvastad A1 syntes konsentrert omkring et ildsted (A1108) med skjorbrent stein og trekull, og flere kullprøver ble samlet inn fra ildstedet. Ildstedet lå mindre enn 2 m fra prøvestykket hvor det tidligmesolittiske trekullet ble funnet ved registreringen. Det ble derfor vurdert som overveiende sannsynlig at det var tidsmessig sammenfall mellom alderen på trekullet og gjenstandsmaterialet, ikke minst med tanke på ildstedets og funnkonsentrasjonens beliggenhet i en helling. Likevel ble trekull (av bjørk) fra ildstedet C14-datert til førromersk jernalder (Stokke mfl., kap. 2.2.5, denne bok). Denne C14-dateringen fikk oss til å stille spørsmål om våre innsamlingsmetoder eller utvelgelsen av prøvemateriale til C14 kunne forklare misforholdet mellom C14-resultatet og dateringen basert på typologi og strandlinje.

Ved E18 Brunlanesprosjektet ble det påvist trekull av omtrent samme mengde og størrelse i den naturlige undergrunnen på samme nivå som det ble påvist i/under de menneskeskapte strukturene. Dette ble tolket som spor etter gjentatte skogbranner i området over de siste 10 000 årene (Jaksland 2014: 32–33). En studie av forekomsten av kull forårsaket av naturlige skogbranner har vist at Sørlandet har vært særlig utsatt for skogbranner, og at kull i skogsmark brytes ned raskere enn tidligere antatt (Ohlsson mfl. 2009). Resultatene fra denne studien tilsier at tidligmesolittisk trekull burde være nærmest fraværende i norsk skogsmark.

Ved vedartsbestemmelser av trekull innsamlet ved arkeologiske utgravninger prioriteres ofte relativt godt bevarte biter for sikrest mulig artsbestemmelse.

I tillegg velges ofte biter av treslag med lav egenalder ut for C14-datering (se f.eks. Solheim 2017: 70). På bakgrunn av dette og den nevnte studien av trekull fra skogbranner framsatte vi derfor hypotesene om at kull bevarer kull, og at trekull etter skogbranner vil bevares bedre i ildsteder og kokegroper enn i undergrunnen utenfor strukturene: Kunne det være slik at de best bevarte kullbitene fra ildstedet A1108 på Kvastad A1 var de yngste, og kanskje fra skogbranner? Og at det eldste kullet som stammet fra aktivitetene på stedet i tidligmesolitikum, ble valgt bort fordi disse bitene gjennomgående var mindre, mer nedbrutte og dermed problematiske å artsbestemme? På bakgrunn av dette delte arkeobotanikerne ved Moesgaard museum kull fra to andre kullprøver fra ildstedet på Kvastad A1 inn i ulike kategorier basert på grad av slitasje: P262 fra det øverste av de tre kullholdige lagene og P263 fra det midtre av de kullholdige lagene (se figur i Stokke mfl., kap. 2.2.5, denne bok). Flere ulike treslag ble identifisert i prøvene, og kullbitene ble sortert på følgende tre kategorier (Salvig og Mikkelsen 2016; jf. tab. 1.7.4):

**Kategori 1)** Biter med store, hele, tydelige årringer. Lett identifiserbar vedart og -del

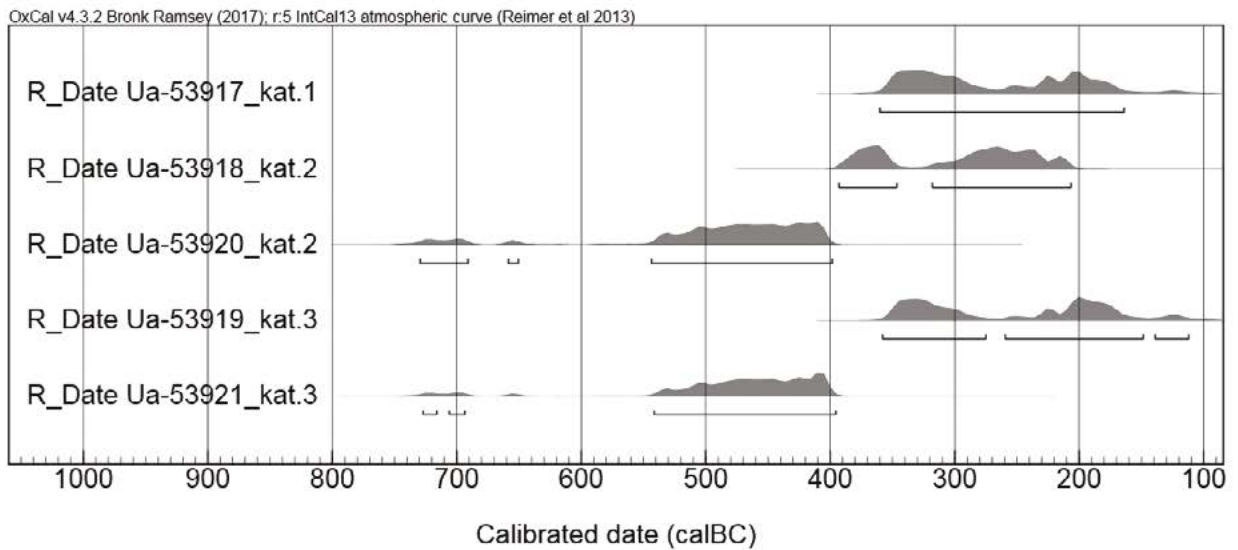
**Kategori 2)** Biter som er mindre og middels erodert. Usikker vedarts- og delidentifisering

**Kategori 3)** Biter som er små, avrundede og sterkt erodert. Uidentifiserbare

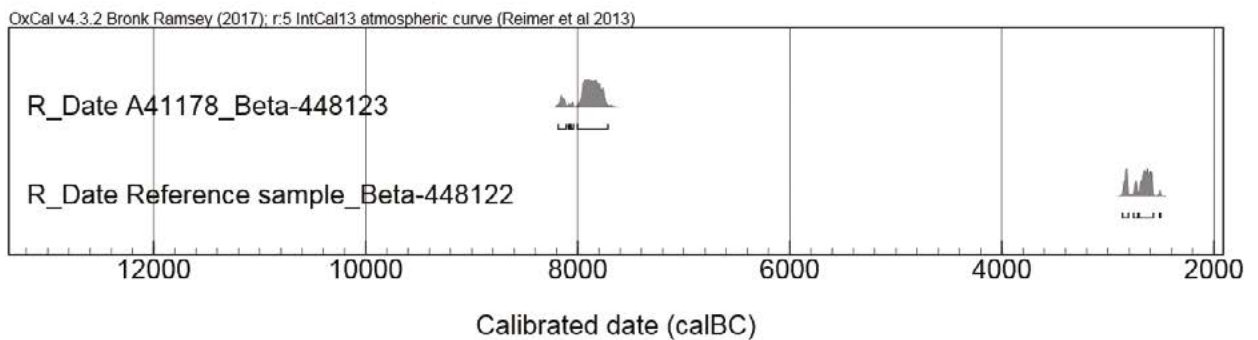
Deretter ble til sammen fem prøver fra de tre ulike kategoriene C14-datert (tab. 1.7.4, fig. 1.7.5). Undersøkelsen ga ikke entydige resultater som kunne styrke eller svekke vår hypotese, men ingen av prøvene ga tidligmesolittisk datering. C14-resultatene til tross vil vi ikke utelukke at ildstedet A1108 kan være samtidig med de tidligmesolittiske gjenstandsfunnene fra Kvastad A1. Det er fremdeles flere uløste spørsmål omkring mangelen på tidligmesolittiske dateringer, og tilsvarende undersøkelser bør gjennomføres på flere lokaliteter.

Lab.ref.	Prøvenr.	Kategori	Datert materiale	C14-alder BP	Kal. alder (2 $\sigma$ )
Ua-53917	P263	1	Kull, bjørk ( <i>Betula</i> , YG)	2 176 ± 29	360–160 f.Kr.
Ua-53918	P263	2	Kull, or ( <i>Alnus</i> , YS/EG)	2 249 ± 29	400–200 f.Kr.
Ua-53920	P262	2	Kull, barlind ( <i>Taxus</i> , S/G)	2 400 ± 30	730–390 f.Kr.
Ua-53919	P263	3	Kull, ubestemt ( <i>Indet.</i> )	2 164 ± 29	360–110 f.Kr.
Ua-53921	P262	3	Kull, ubestemt ( <i>Indet.</i> , S/G)	2 388 ± 29	730–390 f.Kr.

**Tabell 1.7.4:** Dateringer av kull med ulik grad av nedbrytning (kategori 1–3) fra ildsted A1108 på Kvastad A1



**Figur 1.7.5:** C14-dateringene i tabell 1.7.4 fra Kvastad A1 framstilt i et OxCal-diagram. Alle dateringene faller innenfor bronsealderens periode V/VI–fjorromersk jernalder.



**Figur 1.7.6:** Dateringen av trekull i prøven som ble samlet inn umiddelbart under kokegropen på Hesthag C4 (øverst) angir lokalitetens bruksfase i eldste del av mellommesolitikum. Dateringen av kull fra referanseprøven som ble samlet inn på samme nivå utenfor det funnførende området (nederst), er ca. 5000 år yngre. Kullet i sistnevnte prøve stammer trolig fra en skogbrann.

### Datering av kull på Hesthag C4, en lokalitet fra eldste del av mellommesolitikum

Ved vår utgravning av lokaliteten Hesthag C4 (34–36 moh.) ble det avdekket en grop fylt med skjørbrante steiner (A41178) i et ellers tilnærmet steinfritt område. På bakgrunn av de skjørbrante steinene ble gropen tolket som en mulig kokegrop, og den ble antatt å høre sammen med det innsamlede gjenstandsmaterialet av flint og bergart på stedet (Viken, kap. 2.3.1). Det var ikke synlig trekull i kokegropen A41178, og det ble derfor samlet inn en stor jordprøve fra nivået umiddelbart under den utgravde strukturen. Det ble også samlet inn en tilsvarende stor referanseprøve fra den naturlige undergrunnen utenfor den funnførende delen av lokaliteten, men fra samme nivå som kokegropen A41178. Bakgrunnen for dette var at lokaliteten, basert på den lokale strandlinjekurven og det innsamlede gjenstandsmaterialet, kunne være

fra overgangen tidligmesolitikum–mellommolitikum. Det ble derfor antatt at man kunne støte på samme problem ved C14-dateringen av strukturen på Hesthag C4 som på de tidligmesolittiske lokalitetene på prosjektet, deriblant Kvastad A1. På bakgrunn av de nevnte erfaringene fra E18 Brunlanesprosjektet var det forventet at det ville være omtrent like mye kull av likeartet størrelse i prøven fra kokegropen på Hesthag C4 som i referanseprøven. I eksperimentet på E18 Brunlanesprosjektet ble imidlertid ikke det naturlig forekommende trekullet C14-datert (Jaksland 2014: 32–33). For å undersøke om trekullet fra jorden under kokegropen på Hesthag C4 kunne reflektere bruken av strukturen, var det nødvendig å samtidig vedartsbestemme og datere det naturlig forekommende kullet i referanseprøven fra undergrunnen omkring.

Vedartsbestemmelsen viste at referanseprøven som ble samlet inn fra undergrunnen utenfor det

funnførende området, inneholdt gjennomgående mindre kullbiter og hadde flere treslag representert enn kullprøven fra kokegropen (se tabell i Viken, kap. 2.3.1, denne bok). C14-dateringen av prøven fra kokegropen viste at aktiviteten på lokaliteten bør ha funnet sted omkring 8000 f.Kr., altså i den eldste delen av mellommesolitikum (fig. 1.7.6). Dette stemmer godt overens med strandlinjedateringen (jf. Romundset, kap. 3.2, denne bok), samt typologiske og teknologiske trekk i funnmaterialet. Dateringen av referanseprøven indikerte at kullet som forekom naturlig i undergrunnen, var rundt 5000 år yngre enn aktiviteten på stedet (Viken, kap. 2.3.1, denne bok).

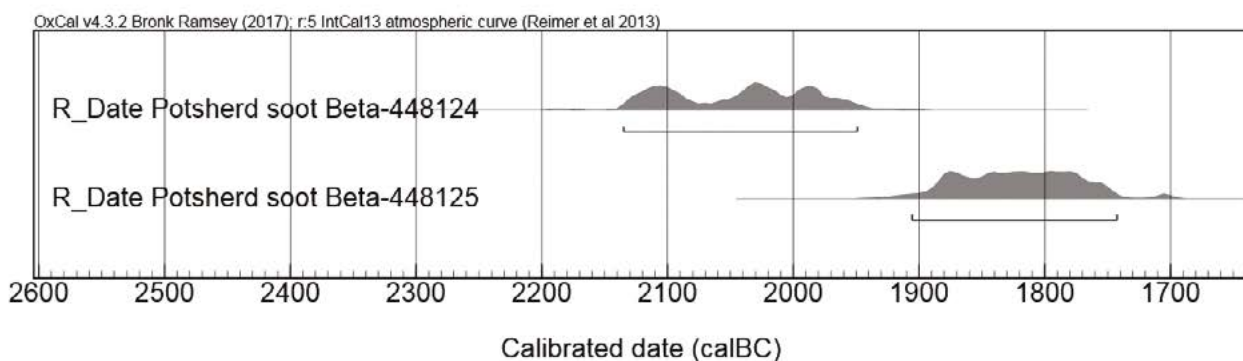
### C14-datering av sot ekstrahert fra gods i neolittisk keramikk

Lokaliteten Hesthag C6 lå 38–40 moh. og var strandbundet i slutten av tidligmesolitikum og omkring overgangen til mellommesolitikum. Gjennom resten av steinalderen har lokaliteten ligget *strandnært*, og først ved utgangen av seinneolitikum ble det over 100 meters avstand fra Hesthag C6 til sjøkanten (jf. Romundset, kap. 3.2, denne bok). Blant en hel del eldre gjenstander på Hesthag C6 ble det også funnet hjerteformede pilspisser, en stor skjeformet skraper og flateretusjeringsavfall av flint – gjenstander som er typiske for seinneolitikum og eldre bronsealder. Det ble også samlet inn omkring 330 skår av keramikk. Disse lå jevnt spredt og stammer fra flere ulike kar med variert form, størrelse, godstykkelse og magringskornstørrelse, men skårene er hovedsakelig uten dekor og til dels kraftig forvitret. Vi anså det som sannsynlig at keramikken kunne knyttes til de nevnte flintgjenstandene, men ingen strukturer med C14-daterbart, organisk materiale ble avdekket på lokaliteten. Fragmentert og udekorert keramikk er imidlertid problematisk å datere typologisk (se f.eks. Rasmussen 1993; Fischer 2002: 350; Østmo og Skogstrand 2006: 82–83). I tillegg er keramikk fra seinneolitikum og eldre bronsealder lite kjent i Norge (Reitan 2014d: 245). På skår av

forhistorisk keramikk kan det opptre organiske belegg av fastbrente matrester, såkalt matskorpe. Matskorper kan knyttes til selve bruken av karene, og er dermed egnet for C14-datering. Imidlertid har matskorper av marint opphav vist seg å være en potensiell feilkilde: C14-dateringer utført på matskorper av sjømat kan gi for gamle resultater som følge av den såkalte reservoareffekten (Philippsen 2012: 17–19). Derfor er dateringer utført på matskorpe på skår fra neolittiske kystboplasser i mange tilfeller upålitelige (se f.eks. Bruen Olsen 1992: 126–152; Østmo 1993: 47; Glørstad 1996; Østmo mfl. 1996: 32–39; Ø. Amundsen 2000: 42–48; Fischer 2002: 354–357; Østmo 2008: 160–166), og flere beregninger er blitt foreslått for systematisk å korrigere for reservoareffekten (Lindqvist og Possnert 1997; Bondevik mfl. 1999; Persson 1999: 28–36; Hallgren 2008: 82–89). Dateringer utført på matskorpe fra seinere perioder, og hvor keramikken har inngått i en annen økonomisk sammenheng enn kystfangst og fiske, anses derimot som pålitelige (se f.eks. McGraw, kap. 2.6.1, denne bok, om en slik matskorpedatering).

Det fins imidlertid flere kilder som gjør det mulig å datere keramikk direkte (Evin mfl. 1989). I de seinere årene har det blitt utviklet en metode hvor man ekstraherer og daterer sot som har trengt inn i leirgodset ved produksjonsbrenningen. Dateringer utført på slikt materiale heftes dermed ikke av reservoareffektens usikkerheter. Metoden er lite beskrevet i den arkeologiske litteraturen (se imidlertid Delqué Količ 1995), men ved ett tilfelle er neolittisk keramikk fra Sørøst-Norge blitt datert på sot ekstrahert fra kjernen i godset, og med pålitelig resultat (Reitan 2014d: 244–250).

To skår fra Hesthag C6, funnet om lag ti meter fra hverandre, ble datert ved hjelp av denne metoden: ett randskår av gråsvart farge og med pålagt, omløpende list (se figur i Reitan mfl., kap. 3.9, denne bok; sml. Stilborg 2002: Fig. 115) og ett rødbrunt og mer finmagret bukskår med linjedekor. Hypotesen var at dersom de to skårene var av samme alder, var



Figur 1.7.7: Sot ekstrahert fra godset i to keramikkskår fra Hesthag C6 ble datert til seinneolitikum.



det sannsynlig at alle keramikkskårene fra Hesthag C6 var av om lag samme alder. C14-resultatene fra begge de to skårene ligger innenfor seinneolittisk tid selv om dateringene ikke overlapper (fig. 1.7.7). De to daterte skårene er av noe ulik karakter, og det er variasjon også i det øvrige keramikkmaterialet. De to seinneolittiske dateringene gir god grunn til å anta at all keramikken fra Hesthag C6 er seinneolittisk.

### MAKROFOSSILANALYSER

I alt sju makrofossilprøver fra to lokaliteter ble analysert. To prøver fra jernalderlokaliteten Hesthag C7 ble analysert av Annine Moltsen ved Natur og Kultur (se McGraw, kap. 2.6.1, denne bok). I disse prøvene ble det påvist trekull, hasselnøttskall, grannåler og knopper fra løvtre.

Fem prøver fra det neolittiske dyrkningslaget og en kokegrop på lokaliteten Kvastad A2 ble analysert av Sofi Östman ved Miljöarkeologiska laboratoriet, Umeå universitet. I tre av prøvene fra dyrkningslaget ble det påvist makrofossiler i form av kjerner fra bringebær, einer og melbær, samt ulike kornsorter – naken bygg, havre og emmerhvetete (se Stokke og Reitan, kap. 2.5.5 og Reitan mfl., kap. 3.9, denne bok).

### ANALYSE AV JORDKJEMI PÅ HESTHAG C7

Fire prøver fra jernalderlokaliteten Hesthag C7 ble analysert med tanke på jordkjemisk sammensetning ved Miljöarkeologiska laboratoriet, Umeå universitet. Analysene viste at gjødsling hadde forekommet i forbindelse med dyrkning på lokaliteten (se McGraw, kap. 2.6.1, denne bok). Det var også forhøyede fosfatverdier i prøvene som ble samlet inn under gravhaugen som ble undersøkt på stedet.

### ANALYSE AV MIKROMORFOLOGI PÅ HESTHAG C7

Ni tynnslip fra Hesthag C7 ble analysert av Richard I. Macphail, Institute of Archaeology, University College London og Johan Linderholm og Samuel Eriksson ved Miljöarkeologiska laboratoriet ved Umeå universitet. Analysene påviste spor etter gjødsling med dyreavføring i dyrkningslagene på lokaliteten, i tillegg til å påvise en opphoping av masser som følge av erosjon (se McGraw, kap. 2.6.1, denne bok).

## POLLENANALYSER OG VEGETASJONSHISTORISKE ANALYSER

### Hesthag C7

Åtte prøver fra Hesthag C7 ble gjenstand for en pollenanalyse utført av Jan-Erik Wallin ved Pollenlaboratoriet, Umeå universitet. Seks av disse prøvene var fra et profil gjennom en mulig åkerrein, og inneholdt rikelige mengder pollen som viste at både beite og dyrkning hadde foregått på eller ved lokaliteten (se McGraw, kap. 2.6.1, denne bok).

### Låmyr ved Kvastad A2

I forbindelse med påvisningen av tidlig jordbruk i form av forkullede korn og et mulig dyrkningslag på lokaliteten Kvastad A2, ble til sammen 54 pollenprøver analysert. Også denne pollenanalysen ble utført av Jan-Erik Wallin ved Pollenlaboratoriet, Umeå universitet. Pollenprøvene ble tatt ut fra C14-daterte nivåer i en borekjerne fra Låmyr. Denne nå drenerte myra lå umiddelbart inntil Kvastad A2, og borekjernen ble tatt opp ca. 70 meter øst for det utgravde området nordøst på lokaliteten. Formålet med denne pollenanalysen var å undersøke menneskelig påvirkning på vegetasjonen i området. Analysene viste tydelige sammenfall mellom de C14-daterte kornene og økte mengder kull og endret vegetasjonsbilde i pollenprøvene (se Reitan mfl., kap. 3.9 denne bok).

### GEOLOGISK UNDERSØKELSE AV KVARTSÅREN PÅ KVASTAD

I utkanten den tidligmesolittiske lokaliteten Kvastad A4 (52–58 moh.) ble det undersøkt en kvartsåre (Darmark mfl., kap. 2.2.6, denne bok). Geolog Per Storemyr kom på befarings etter at sjakten i kvartsåren var tømt. Målet med befaringen var å bestemme om kvartsen i åren var naturlig utsprengt av frost og vann, eller om det kunne påvises spor etter bruddaktivitet på bergflaten, og sekundært om en eventuell utnyttelse av kvartsen kunne ses i sammenheng med den tidligmesolittiske bruken av stedet.

Det ble ikke påvist sikre spor etter bruddvirksomhet, men Storemyr kunne heller ikke utelukke at mennesker har samlet naturlig utsprengt kvarts fra kvartsåren. Det som taler imot det sistnevnte alternativet, er at kvartsen fra åren jevnt over er av dårlig kvalitet og med avrundede kanter sammenlignet med kvartsen som var bearbeidet av mennesker på lokalitetene i området, og sammenlignet med andre kjente kvartsårer langs kysten av Aust-Agder.

### **FLINTTEKNOLOGISK ANALYSE**

Lotte Eigeland utførte en teknologisk analyse av 2754 flekker og 208 kjerner fra 16 ulike lokaliteter som ble undersøkt i forbindelse med nye E18 Tvedestrand–Arendal. Lokalitetene kan dateres fra tidligmesolitikum til mellomneolitikum, og dekker dermed tilnærmet hele steinalderen. Målet med denne analysen var å få innblikk i flintteknologien på Sørlandet, et område som tidligere har vært lite undersøkt. Det er særlig den tidligmesolittiske perioden som er godt belagt i analysen, med åtte lokaliteter. Eigeland har utført tilsvarende analyser for flere store utgravningsprosjekter de seinere årene, og analysene og resultatene legger dermed til rette for storskalaanalyser knyttet til råstoffbruk og teknologi på Sør-Østlandet (se Eigeland kap. 3.6, denne bok; Eigeland 2016c).