

Arkeologi på molekylnivå

Lipidanalyser av 8 keramikkskår fra Logården



Oppgave i Laborativ Arkeologi
Stockholms Universitet
HT 2014
Karin Kaldhussæter Lindboe
Veileder: Sven Isaksson

Abstract

The aim of this paper is to study Neolithic culture of food and culinary art in southern Sweden. Food lipid residues extracted from eight ceramic shards from the site Logården, Karleby in Västergötland Sverige, are analysed by using GC-MS, Gas Chromatography Mass Spectrometry. The ceramics belong to the Funnel beaker culture and the material is dated to about 3000-2900 BC cal. The goal is to figure out what the pots have been used for and how the results match up with earlier results on the use of ceramic vessels in the Neolithic. The results show that the ceramic shards contain a majority of lipids from terrestrial animals mixed with lipids from vegetables.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	3
1.1 Formålet.....	3
1.2 Problemstilling	3
2. Bakgrunn	4
2.1 TRB-kultur.....	4
2.2 Lokaliteten.....	6
2.3 Tidligere utgravninger.....	7
2.4 Likheter i keramikken fra utgravningene.....	8
3. Analyseteknikk	9
3.1 Lipidanalyse.....	10
3.2 Analyse av laktose.....	11
4. Tolkning av lipidrester	12
5. Keramikk som arkeologisk materiale	15
6. Materialet	16
7. Resultater	18
7.1 Tolkning skår for skår.....	19
7.2 Tolkningssammendrag.....	20
7.3 Laktoseresultatene.....	21
8. Euklidsk avstand	22
8.1 Euklidsk avstand.....	22
8.2 Geografi og kjelebruk.....	24
9. Konklusjon	26
10. Referanser	27

1. Innledning

Denne oppgaven omhandler en undersøkelse av åtte keramikkskår fra lokaliteten Logården, Karleby i Sverige. Undersøkelsene er utført i den hensikt å finne ut hva karene, som skårene stammer fra, har blitt benyttet til. Ved å finne ut hva karene har blitt brukt til er det mulig å si noe om hvilke ressurser som har blitt utnyttet på lokaliteten. I tillegg til hva karene i denne undersøkelsen har blitt benyttet til ser oppgaven på kjelebruken i Mellomneolitikum i Sverige. Likheter og forskjeller mellom ni forskjellige lokaliteter er blitt undersøkt i oppgaven for å få en formening om hvordan kjelebruken ved Logården plasserer seg i forhold til de andre lokalitetene. Skårene fra Logården kommer fra en utgravning sommeren 2014. De ble sendt til Arkeologisk forskningslaboratoriet ved Instituttet for arkeologi og antikkens kultur ved Stockholms universitet, der alle undersøkelser og analyser beskrevet i oppgaven er blitt utført. Analysene som har blitt gjennomført er en lipidanalyse og en laktoseanalyse. I tillegg er det gjort utregninger av den euklidske avstanden til lokalitetene brukt i sammenlikningen av kjelebruken på stedet skårene stammer fra. Lipider kan defineres som en fellesbetegnelse for de egentlige fettstoffene, kalt triglyserider, og for fettlignende stoffer, kalt lipoider, der de viktigste gruppene er blant annet voks. Lipider er som hovedregel uløselige i vann, men lar seg løse i visse organiske løsemidler, blant annet alkohol, benzen og eter (<https://snl.no/lipider>).

1.1 Formålet

Formålet med denne oppgaven er å studere matkulturen og kjelebruken under Neolitikum i Sverige. For å gjennomføre den første delen vil jeg se på hva karene har blitt benyttet til og hovedsakelig hvilke fettsyrer det er rester etter. Den andre delen gjennomføres ved å se på materiale fra andre liknende lokaliteter og sette disse opp mot Logården, for å finne eventuelle likheter og forskjeller i materialet. For å gjøre dette vil jeg utføre lipidanalyser, undersøke skårene for laktose, samt se på resultatene fra tidligere undersøkelser og sette disse i sammenheng med mine egne resultater.

1.2 Problemstilling

1. Hva har keramikken skårene i undersøkelsen stammer fra blitt benyttet til?
2. Hvordan plasserer resultatene fra denne undersøkelsen seg i forhold til tidligere forskning?

2. Bakgrunn

Keramikken i denne undersøkelsen kommer fra lokaliteten Logården, Karleby i Västergötland, sørvest Sverige. Tidligere undersøkelser av lokaliteten ble gjennomført mellom 1985 og 1992 i forbindelse med prosjektet «Gånggrifterna i centrala Västergötland och deras bakgrund» (Englund & Sjögren 1994). Selve utgravningen av lokaliteten fant sted ved tre anledninger, vår og høst 1989 og våren 1992. Ett av målene til prosjektet var å prøve å finne boplasser fra eldre mellomneolitikum (jfr. MN A i Figur 1).

Per .	Abbr .	Period	Date	"Cultures"
EN		Early Neolithic	4200-3300 BC	
	EN I	Early Neolithic I	4200-3650 BC	FBC
	EN II	Early Neolithic II	3650-3300 BC	FBC + PWC
MN		Middle Neolithic	3300-2350 BC	
	MN A	Middle Neolithic A	3300-2700 BC	PWC
	MN B	Middle Neolithic B	2700-2350 BC	PWC + BAC
LN		Late Neolithic	2350-1800 BC	BAC

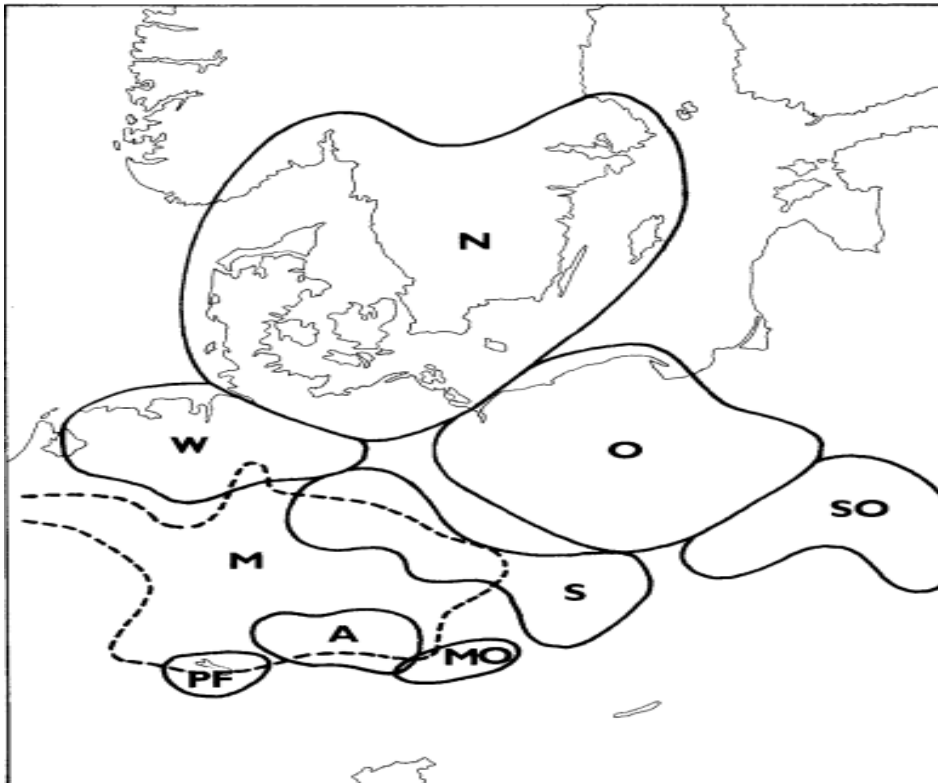
Figur 1: Oversikt over de forskjellige inndelingene innad i Neolitikum i Sverige. FBC = Funnel Beaker Culture, dvs, Traktbegerkulturen. PWC = Pitted Ware Culture, dvs, Gropkeramiskkultur. BAC = Battle Axe Culture, dvs, Stridsøkaskultur. Figuren er hentet fra Edenmo et al 1997.

Disse boplassene skulle i sin tur være et element i studiet av den romlige forbindelsen mellom boplasser og megalittgraver, samt å se nærmere på materiale knyttet til næringsomfanget. Materialet behandlet i denne undersøkelsen stammer fra utgravninger i sesongene 2012-2014. Fra de tidligere utgravningene, som står beskrevet senere i teksten, ble det i 2012-2014-sesongen lagt til et betydelig antall meterruter i kulturlageret. I tillegg til meterrutene ble det funnet stolpehull og groper som danner to runde konstruksjoner og en mulig stolpehullsråd etter midtstolper i ett langhus. Den ene runde konstruksjonen er nylig blitt datert til c. 3000-2900 BC cal. Flesteparten av de åtte skårene ble funnet i kulturlageret, mens skår 1, 2 og 3, ble funnet i stolpehull. Under følger en beskrivelse av lokaliteten fra de første utgravningene, siden det ennå ikke er publisert noe fra sesongene 2012-2014, og en kort innføring i den kulturelle konteksten til skårene.

2.1 TRB-kultur

Den keramikken det har blitt utført analyser på i denne undersøkelsen stammer fra TRB-kulturen. Traktbegerkulturen (TRB) har fått navnet fra sin karakteristiske keramikk. Denne

keramikken er kjennetegnet av en kuleformet buk med en hals og munning som sterkt likner en trakt (Scarre 2013:408). TRB var en neolitisk kultur som antas å ha eksistert fra ca. 4100- 2700 f.Kr. i nordvest-Europa (Müller 2011:12). TRB-kulturen har fem identifiserte regionale hovedgrupper (figur 2.). Den vestlige gruppen i Nederland, den sørlige gruppen i Tyskland, den sørøstlige gruppen i Tsjekia, den østlige gruppen i Polen og den nordlige gruppen i Danmark, sør-Sverige og deler av sørøst-Norge (Hallgren 2008:72). Innenfor disse gruppene forekommer det igjen lokale forskjeller (Hallgren 2008:72f).



Figur 2: De forskjellige TRB-gruppenes utbredelse.

Den nordlige gruppen er den det skal fokuseres mest på i denne oppgaven, siden keramikken behandlet og sammenlikningsgrunnlaget i denne oppgaven stammer fra dette området. Denne gruppens utbredelse strekker seg fra sør i Sverige, de danske øyene, halvøya Jylland til nordøst i Tyskland (Müller 2011:11).

I sør-Skandinavia blir traktbegerkulturen ofte knyttet til fremveksten av det eldste jordbruket. Denne tolkningen er basert på blant annet pollenfunn, husdyrknokler (fra storfe, sau, svin og hund), i tillegg til funn av makrofossiler av korn (hvete og senere bygg) (Norsk Arkeologisk Leksikon 2005:394). Innenfor TRB er det flere materielle likhetstrekk, blant annet flintøkser, økser av bergart, stridsøkser og til en viss grad også hustyper og gravformer. Hovedandelen av funn, tilhørende Traktbegerkulturen, stammer fra boplasser, graver og depoter. Boplassfunnene

omfatter ofte toskipete hus og spor etter produksjonsaktiviteter. De kan derimot bestå av mer kompliserte strukturer, som gropsystemer og palisader, men enkelte spor er også blitt tolket som rester etter omfattende rituell virksomhet (Hallgren 2008). Gravene er for det meste enten enkle jordgraver eller megalittgraver, mens depotene kan bestå av kar med organisk materiale lagt ned i våtmarker eller sjøer og flintredskaper, økser spesielt. Disse redskapene er ofte store og ubrukte. Selv om Traktbegerkulturen viser flere likhetstrekk over store deler av Nord-Europa er det viktig å ikke ta det for gitt at alle områdene hadde det samme kulturelle grunnlaget. Dette blir lagt frem av Håkan Petersson (2009). Likhetstrekkene innenfor Traktbegerkulturen omfatter, som tidligere nevnt, særlig keramikens form, dekorasjon og ornamentikk. Ved nærmere undersøkelse kan det på sosialt, rituell og boplassnivå oppdages tydelige forskjeller (Petersson 2009:183). Disse forskjellene kan det være svært interessant å undersøke videre for å få mer informasjon om Traktbegerkulturens lokale og regionale forskjeller.

2.2 Lokaliteten

Steinalderbebyggelsens beliggenhet i landskapet (Englund & Sjögren 1994) regnes å ha vært på klart avgrensede plasser i området. Et fellestrekk for bosetningenes beliggenhet er en kontinuerlig tilgang på ferskvann, og plasseringene kan klassifiseres som grensesoner mellom forskjellige økosystemer. Et eksempel på en slik bosetningsgruppe er plasseringen ved kanten av kalksteinsplatået, der vanntilgangen store deler av året ville vært bedre enn på selve platået. En annen slik gruppe ligger ved Ållebergs nordre spiss som utgjør kalksteinsplatåets øvre grensesjikt. Inne på kalksteinsplatået finnes en gruppe bosetninger lokalisert ved et våtmarksområde. Dette styrker tanken om vann som en viktig faktor i valget av plassering i området. I forhold til bosetningene ligger ganggravene ca. 300-500 meter unna og oftest på den østlige siden av kalksteinsplatået (Englund & Sjögren 1994:10).

Det undersøkte boplassområdet ligger på en 250 meter bred avsats i skråningen ned mot Åsle myr ca. 400 – 500 meter øst for ganggraven ved Karleby kirke. Dette området ble undersøkt i perioden mellom 1989 til 1992 og dekker ca. 250 x 400 meter. Lokaliteten ligger i et område som i lengre tid har blitt benyttet som dyrket mark (Englund & Sjögren 1994:3). Avsatsen antas å ha vært en ettertraktet plassering i hele neolitikum, og fra før TRB-perioden i området. Dette antas på bakgrunn av flere funn i området ved tidligere anledninger. Avsatsen består av alunskifer, som strekker seg noen hundre meter i bredden og flere kilometer i lengden, og ellers kalksteinsberggrunn. Omtrent 300 meter fra boplassene ligger en rekke kildeutspring. Vannet

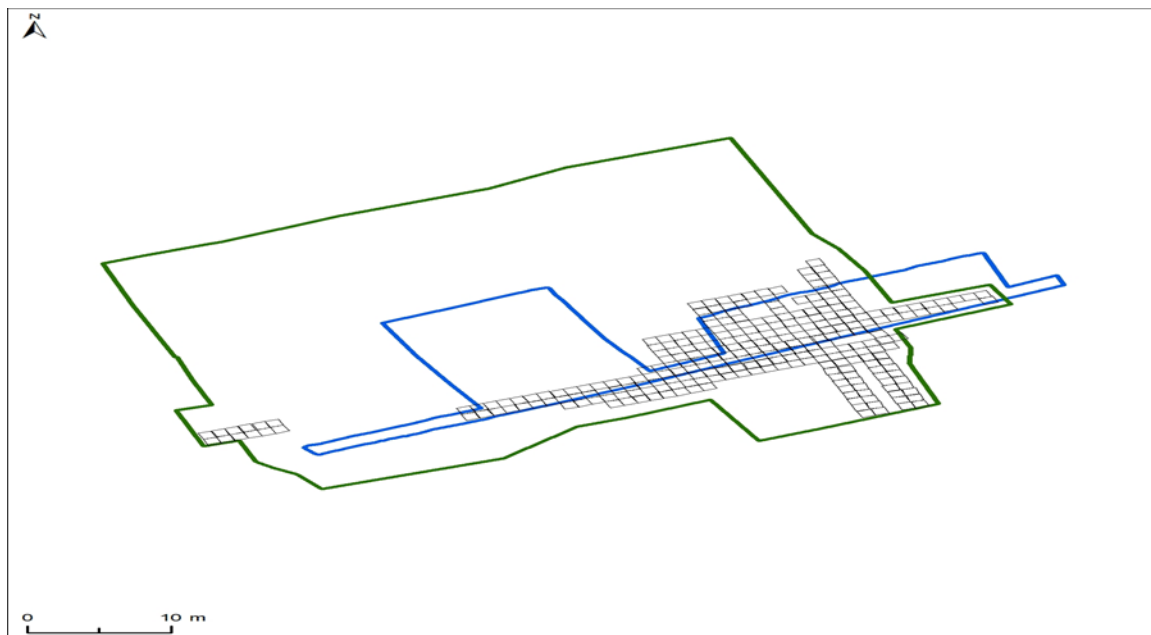
fra disse renner i umiddelbar nærhet til boplassene som ble undersøkt, og viser til at lokaliteten har hatt en stabil tilgang på vann, også i tørrere perioder.

Området rundt selve lokaliteten er svært rikt når det kommer til fornminner. Innen soknet finnes det hele 14 ganggraver og ni hellekister. Neolitikum er svært godt representert i løsfunnmaterialet, mens det fra de etterfølgende periodene ikke har blitt funnet like store mengder. Løsfunnene består for det meste av større gjenstander som økser og dolker. Dette skyldes nok hovedsakelig at løsfunn ofte blir funnet av lekfolk, uten at de nødvendigvis har kunnskapen til å kjenne igjen mindre gjenstander, som pilspisser og avslag. På tross av dette er det også samlet inn en del småflint, blant annet gjennom et forsøk utført på 1920-30 tallet av Netzen (Englund & Sjögren 1994:10).

2.3 Tidligere utgravninger

Under den tidligere utgravningen av lokaliteten, ble de forskjellige områdene tildelt navn, åker A, B, C, D og E. En fullstendig beskrivelse av de tidligere utgravningene finnes i Englund og Sjögrens publikasjon fra 1994. Overflatefunnene fra åker A bestod av i overkant av 50 avslag, hvorav et par er slepne, noen keramikkskår og noen bipolare kjerner. Det var ikke mulig med en nærmere datering av keramikkskårene fra dette feltet. Åker B er det feltet med størst antall funn på overflatestadiet. Funnene utgjør drøyt 100 avslag, ni keramikkbiter og 39 brente biter av bein. Keramikken er av neolitisk type, men udekorert, og dermed vanskelig å plassere nærmere i tid. I åker C lå funnene mer spredt enn på de to foregående. En viss samling kunne derimot anes opp mot fundområdet i åker B. Funnene i åker C er av generell neolitisk karakter, som slått flint, slipte fragmenter og bipolare kjerner. Noe brent bein ble også funnet, men ingen keramikk. Det funnet som kunne muliggjøre en datering var en tverrpil. I åker D besto funnene av både brente og ubrente bein. Det ble også funnet både flint og keramikk av neolitisk type. Det siste feltet, åker E, hadde en ganske rik funnforekomst. Funnene bestod av flint, brente bein og udekorert keramikk, som det dermed var vanskelig å datere mer spesifikt enn til neolitikum.

Undersøkelsene i 2012-2014, som materialet i denne oppgaven stammer fra, har foregått på det området som kalles åker B i rapporten fra 1994. Området som ble åpnet innlemmer sjakten fra den tidligere utgravningen og et større område rundt denne (figur 3.).



Figur 3: Blå linje representerer utgravningsfeltet fra 1989. Grønn linje representerer utgravningsfeltet fra sesongene 2012-2014. Firkantene viser gravde meterruter.

De tidligere utgravningene på åker B inkluderer en rekke prøvegroper, som ble utvidet til meterruter for videre undersøkelse. Dette ble gjennomført i to omganger. Arbeidet startet våren 1989 og utvidet til større felt i de mest funnrrike områdene på høsten samme år. Utgravningene fra 2012-14 inkluderer feltet fra 1989, der et kulturlag med keramikk og flint ble oppdaget. Dette området ble undersøkt nærmere høsten 1989 da en 1,5 meter bred og 58,5 meter lang sjakt ble åpnet. På to steder ble denne sjakten åpnet til feltene kalt østre og vestre sjakt. Området som ble åpnet rundt feltene fra 1989 kan sees på figuren ovenfor.

Topografien til åker B er i hovedsak svært lik resten av utgravningsfeltet. Åkeren har en svak helling ned mot øst for så å plane ut og gå over i en flat rygg som fortsetter inn på åker A.

2.4 Likheter i keramikken fra utgravningene

Funnene fra utgravningen i 1989 inkluderer blant annet keramikk, flint, funn av bearbeidet eller brukt bergart, bein og øvrige enkeltfunn. Keramikk utgjør hovedandelen av funnene fra feltet med hele 9140 gram, og består hovedsakelig av mellomneolitisk TRB-keramikk (Englund & Sjøgren 1994:50). Skårene, behandlet i denne oppgaven, har mye til felles med det materialet som ble funnet under utgravningene av åker B i 1989. Som det materialet Englund og Sjøgren (1994:50) legger frem, gir heller ikke de åtte skårene i denne undersøkelsen noe helhetlig inntrykk. Det er derimot to forskjellige typer keramikk også i denne undersøkelsens begrensede

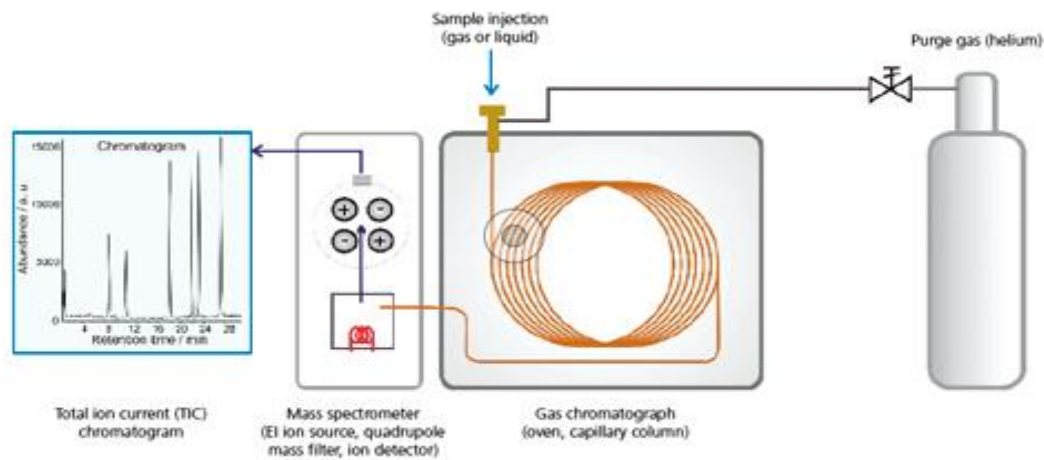
materiale. I rapporten legger forfatterne frem en godstype (heretter omtalt som godstype 1) med farge som spenner fra svart/mørk brun til lys brun. Andre kjennetegn på dette godset inkluderer fasthet og magring bestående av knust gneis. Den andre godstypen (heretter omtalt som godstype 2) presentert i rapporten kjennetegnes av en gulbrunaktig farge med en grålig kjerne, som henter til at karet ikke ble gjennombrønt under produksjonen og tykkere vegger i karet (Englund & Sjøgren 1994:50). Andre kjennetegn på godstype 2 er blant annet en viss økning i mengden magring og i dennes størrelse. I tillegg virker det som om disse skårene stammer fra større kar enn godstype 1, samt at skårene ofte er udekorerte, selv om unntak forekommer.

Skårene undersøkt i denne oppgaven kan sees i forhold til disse to godstypene. De åtte skårene fordeler seg med skår nummer 1, 4, 5, 7 og 8 i godstype 1, mens skår nummer 2, 3 og 6 passer godt til beskrivelsen av godstype 2. Skår nummer to er, som senere beskrevet, i biter og dette gjør det vanskeligere å bedømme, men de synlige overflatene har en gulbrun farge. Alt, som ikke har en overflate, har forskjellige nyanser av grått eller brunt. Som i rapporten fra 1994 ser vi et overtall av godstype 1. Her kommer spørsmålet om representativitet på nytt inn. Det er et viktig poeng at godstype 1 kun har et overtall på en og at materialet i sin helhet kun består av åtte skår. På tross av det begrensede antallet kan vi finne klare likheter med det tidligere materialet, blant annet innenfor dekor. Av de åtte undersøkte skårene er fem dekorert. Spesielt dekoren på skår nummer 1 er svært lik et av skårene fra de tidligere utgravningene, nemlig F 308 (Figur 34. Englund & Sjøgren 1994:54). Likheter i dekoren forekommer også for skår nummer 8. Dekoren minner om F 322 (Figur 35. Englund & Sjøgren 1994:55).

3. Analyseteknikk

Prøvene ble tatt fra skårets innside, der denne var mulig å identifisere, ved hjelp av et bor med lavt antall omdreininger i minuttet. I det tilfellet der bruk av bor var umulig grunnet skårets fragmenterte tilstand, skår 2, ble det benyttet morter for å skaffe den ønskede mengden keramikkpulver. Den ytterste halvmillimeteren ble fjernet for å unngå kontaminasjon fra jord og eventuelle fingeravtrykk, skårene er blitt utsatt for i jorden og under utgravning. For å løsne fettrestene fra keramikken har jeg tatt i bruk en teknikk som benytter seg av løsemiddelskylling ved hjelp av ultralydsbad.

GC-MS, gasskromatografi med massespektrometri (figur 4), er en svært viktig del av denne typen analyse.



Figur 4. Figuren viser en enkel oversikt over prosessen i GC-MS.

Gass kromatografen fungerer ved at en bæregass, helium, fører prøven med seg inn i en oppvarmet kolonne der innholdsstoffene blir skilt fra hverandre. I massespektrometerets ionkilde blir de separate stoffene fragmentert og ionisert gjennom å bli utsatt for en elektronstrøm. Basert på ionenes ladning og masse registreres dette av en detektor koplet opp mot et dataprogram som viser resultatene i form av topper i en graf. Grafen viser masse per ladning til fragmentene og gir en oversikt over hva slags stoffer prøven inneholder (Brown & Brown 2011:63ff). GC-MS er blitt nærmest en standard i undersøkelser av lipider. Metoden er effektiv, og gir svar på hvilke innholdsstoffer som finnes i komplekse organiske levninger.

3.1 Lipidanalyse

Ekstraksjonen av lipidrester ble utført ved å tilsette 1ml kloroform og 0,5ml metanol til hver prøve (tabell 1.).

Tabell 1. Mengden keramikkpulver tatt fra vert skår. Prøvens størrelse skal helst overskride 0,5 gram.

Skår	1	2	3	4	5	6	7	8
Vekt-prøve	0,744g	1,453g	1,232g	0,818g	0,726g	0,754g	0,598g	0,826g

Deretter 2x15 minutter i ultralydsbad og prøvene ble så sentrifugert i 20 minutter ved en hastighet på 3000 omdreiinger per minutt. Det gjennomskinnelige ekstraktet ble overført til preparatrør, og de tilsatte løsningsmidlene avblåst med nitrogen-gass. De nå avblåste lipidrestene ble tilsatt 100µl reagensvæske bestående av bis(trimetylsilyl)trifloracetamid med 10 % klortrimetylsilan. Prøvene ble behandlet ved 70°C i blokktermostat i 20 minutter, gjenværende reagens blåstes bort med nitrogen-gass. De derivatiserte prøvene ble så løst i 400µl n-heksan og 1µl injiseres i GCMS:n. Kvantifiseringen ble utført ved å benytte en ekstern kalibreringskurve etter integrering av det innhentede kromatogramet. Alle de løsningsmidler som ble benyttet er av *Pro Analyti*-kvalitet og alt laboratorieglass brukt er nøye rengjort før analysene ble utført. Analysen ble utført på en HP 6890 Gasskromatograf med SGE BPX5 kapilærkolonne (15m x 220µm x 0,25µm) av upolar karakter. Injeksjonen ble gjort *pulsed splitless* (pulstrykk 17,6 Psi) ved 325 °C via et *Merlin Microseal High Pressure Septum* med hjelp av en *Agilent 7683B Autoinjektor*. Ovnens var programmert med en innledende isoterm på to minutter ved 50 °C. Temperaturen ble økt med 10 °C per minutt opp til 360 °C og deretter en isoterm på 15 minutter. Helium (He) ble benyttet som bæregass med en konstant strøm på 2,0 ml per minutt. Gasskromatografen var koblet til en HP 5973 Masseselektiv detektor via et grensesnitt med en temperatur på 360 °C. Fragmenteringen ble utført ved elektronisk ionisering (EI) ved 70 eV. Temperaturen i ionekilden var på 230 °C. Massefilteret var satt til å skanne i intervallet m/z 50-700, hvilket resulterer i 2,29 skanninger per sekund, og temperaturen er på 150 °C. Den kromatografiske reproduserbarheten lå på ± 0,05 minutter retensjonstid og deteksjonsnivå av lipider i keramikkpulveret var minst 0,06µg/g, avhengig av hvert elements fraksjoneringsmønster. Innsamling og bearbeidelse av dataene ble utført med programvaren *MSD ChemStation*.

3.2 Analyse av laktose

Keramikkpulveret fra lipidanalysen ble tørket ved å la rørene fra den foregående testen stå i dragskapet med korken halvveis påskrudd. Prøvene blandet ut i 0,5 ml dimetylsulfoxid (DMSO), tilsatt 20 mg natriumhydroxid (NaOH) og 0,1 ml metyljodid. Rørene ble så kjørt i prøverørsteren i 10 sekunder per prøve, rørene fikk så stå i 6 minutter. Prøvene ble tilsatt 1 ml kloroform og 1 ml vann og kjørt i prøverørsteren. Hver prøve ble så sentrifugert ved en hastighet på 2000 omdreiinger per minutt, i 6 minutter. Kloroformen ble så pipettert opp og

vasket 3 ganger med 5-10 ml vann. Prøvene ble tørket med natriumsulfat (Na_2SO_4) og ca. 1 mikroliter av kloroformen ble injisert i GC: n.

Analysen ble utført på en HP 6890 Gasskromatograf med SGE BPX5 kapilærkolonne (15m x 220 μm x 0,25 μm) av upolar karakter. Injeksjonen ble gjort *pulsed splitless* (pulstrykk 17,6 Psi) ved 325 °C via et *Merlin Microseal High Pressure Septum* med hjelp av en *Aglient 7683B Autoinjektor*. Ovnens var programmert med en innledende isoterm på to minutter ved 50 °C. Temperaturen ble først økt med 15 °C per minutt opp til 140 °C, deretter økt med 10 °C per minutt opp til 240 °C. Temperaturen ble så økt med 20 °C per minutt opp til 360 °C og deretter en isoterm på 5 minutter. Helium (He) ble benyttet som bæregass med en konstant strøm på 2,0 ml per minutt. Gasskromatografen var koblet til en HP 5973 Masseselektiv detektor via et grensesnitt med en temperatur på 360 °C. Fragmenteringen ble utført ved elektronisk ionisering (EI) ved 70 eV. Temperaturen i ionekilden var på 230 °C. I Scan-mode var massefilteret satt til å skanne i intervallet m/z 50-700, hvilket resulterer i 2,29 skanninger per sekund, og temperaturen er på 150 °C. Laktoseprøvene ble analysert i Selected Ion Monitoring (SIM) mode; fragmentene m/z 88, 101, 111, 187, 219 og 279 ble analysert. Den kromatografiske reproduserbarheten lå på $\pm 0,05$ minutter retensjonstid og deteksjonsnivå av laktose i keramikkpulveret var på ng/g nivå. Innsamling og bearbeidelse av dataene ble utført med programvaren *MSD ChemStation*.

4. Tolkning av lipidrester

Analyser av lipidrester i keramikk kan utgjøre et viktig supplement til arkeologers kunnskap om den immaterielle kulturen til fortidige folkegrupper. Sporene etter forskjellige typer fett kan gi et innblikk i hva keramikk karrene ble benyttet til, og på bakgrunn av dette, hva som ble fortært på den gitte lokaliteten. Det er viktig å påpeke at en konklusjon trukket på bakgrunn av mangelen på fett fra en spesifikk matvare i keramikken, ikke med sikkerhet kan brukes som bevis for at den ikke er blitt benyttet på lokaliteten. Mat kan tilberedes på flere måter enn i et kar, og disse metodene trenger ikke nødvendigvis å ha etterlatt noen spor i det arkeologiske materialet. For å få et innblikk i den delen av matkulturen som ikke har etterlatt spor i keramikk er det mulig å benytte undersøkelser som tar for seg beinmaterialet til lokalitetens individer. Verdifull informasjon kan skaffes ved hjelp av osteologiske- eller beinkjemiske undersøkelser. Resultatene fra disse undersøkelsene kan jmføres med resultatene fra lipidanalyser og gi forskere et mer helhetlig bilde av hva som ble fortært på lokalitetene. Å kombinere disse

undersøkelsesmetodene gjør konklusjonen om at mennesker har utnyttet en ressurs, men ikke tilberedt den i keramikk.

Det er nødvendig å tolke alle resultater av denne typen analyser. Selve analysen gir forskerne opplysninger om hvilke elementer som er tilstede i prøven, men hvilken kilde de kommer fra, er ikke alltid klart (Isaksson & Erdős 2014:2). De beskrevne elementene som følger er de jeg har lett etter i prøvene mine. Selv om ikke alle finnes i materialet er de verdt å ta med slik at leseren kan få et bedre innblikk i hva slags spor forskere kan finne i keramikken med en slik analyse. De fettsyrene som normalt dominerer keramikk er frie fettsyrer som i hovedsak kommer fra triacylglyseroler (TAG) gjennom hydrolyse. Hydrolyse kan defineres som en kjemisk reaksjonstype der et molekyl spaltes i to slik at den ene delen tar opp et hydrogenatom og det andre både et hydrogen og oksygenatom (<https://sml.snl.no/hydrolyse>).

Størstedelen av fett og oljer, også kalt depotfett, består av TAG (Brown & Brown 2011:57) og i godt bevarte arkeologiske prøver kan det være mulig å finne rester av det. Ved en bred distribusjon av TAG, på ca. 40- 54 karbonatomer i acyldelen mot ca. 46-54, er det antydninger til fett fra melkeprodukter, siden disse produserer flere kortkjedede forbindelser. Selv i prøver med et smalere spekter kan de kortkjedede forbindelsene, og dermed mulige drøvtyggere, ikke helt utelukkes på bakgrunn av deres raskere nedbrytningstid. Når en fettsyre frigjøres fra TAG dannes det diacylglyserol (DAG), som igjen danner monoacylglyserol (MAG). Både DAG og MAG er vanlige emner funnet i fettrester fra forhistorisk keramikk. Majoriteten av denne prosessen foregikk allerede da karret ble benyttet til matlaging, men den kan fortsette ut i nedbrytningsprosessen.

Hovedingrediensen i en rett er ikke nødvendigvis den mest fettrike, selv om det oftest er denne som utgjør hoveddelen av fettsyrene i keramikken. Sammensetningen av fettstoffer i depotfettene varierer fra organisme til organisme og har i ferske produkter/ levende organismer klare forskjeller. Forskjellene avtar med tid, til det omtrent ikke er mulig å oppdage dem lengre, i vertfall ikke med samme grad av sikkerhet. Dette vises godt i forholdet mellom nedbrytningen av umettede fettsyrer og mettede fettsyrer, da de umettede fettsyrene brytes ned langt raskere enn de mettede fettsyrene (Kumarathasan et al 1992; Brown & Brown 2011:129). Selv om den opprinnelige sammensetningen til fettstoffene kanskje ikke lengre er mulig å skille ut, kan det allikevel være verdifull informasjon i prøvene det er mulig å hente ut. Forholdet mellom stearinsyre (C18:0) og palmitinsyre (C16:0) kan gi oss noe av denne informasjonen. En høy

C18:0/C16:0 kvote indikerer at depotfettet stammer fra terrestriske dyr, mens en lav kvote gir indikasjoner på at depotfettene enten er fra planter eller akvatiske dyr (Romanus et al 2007).

Om disse syrene blir funnet i et karr, kan de gi indikasjoner på om det kjelen ble benyttet til inneholdt en hovedvekt av terrestrisk eller animalsk fett. ω -(o-alkylfenyl) fettsyrer blir dannet under oppvarming av flerumettede fettsyrer fra akvatiske dyr, som fisk og vannlevende pattedyr. I fettrester fra en akvatisk animalsk kilde finnes det alkylfenylfettsyrer med 16, 18, 20 og 22 karbonatomer. Flere vegetabiliske oljer er dominert av Linolensyre (C18:3), det vil si, om en sammensetning av alkylfenylfettsyrer er dominert av C18 er dette en indikasjon på nærværet av vegetabiliske fettrester (Isaksson et al 2005:183f, jfr. Kumarathasan et al 1992).

For å skille mellom akvatiske animaler fra havet og fra ferskvann er det nødvendig å ta i bruk en analyse av stabile karbonisotoper. En slik analyse blir utført på de dominerende fettsyrene C16:0 og C18:0 og viser at ferskvannsorganismer har en lavere $\delta^{13}\text{C}$ -verdi mens marine har en høyere verdi i begge fettsyrene. Magre fiskeslag, som torsk, sei, abbor og gjedde inneholder ikke nok flerumettede fettsyrer til å være synlige i så gamle rester. Fettrester fra magre fiskeslag og vegetabilier kan bare skilles fra hverandre ved nærværet av kolesterol i prøvene (Olsson & Isaksson 2008:777). Kolesterol finnes også i fett fra dyr og mennesker, for eksempel i fett fra et fingeravtrykk. Selv denne lille andelen kan være nok til å gi utslag i resultatene. Det er derfor viktig at de som skal håndtere keramikken er klar over denne kontaminasjonsrisikoen og bruker hansker ved all håndtering av keramikken. De fleste andre hovedkomponentene i hudfett består av flerumettede fettsyrer, som tidligere nevnt, brytes raskt ned. Dette gjør det usannsynlig at eventuelle fettsyrer fra hud skulle ha blitt bevart fra fortiden (Dimc 2011:45f). Ett annet sterol jeg har sett etter i prøvene er ergosterol. Ergosterol blir produsert av sopp og kan benyttes som en markør for tilstedeværelsen av gjærsopp i forhistorisk keramikk (Isaksson et al. 2010). Ved funn av gjærsopp er det tilbøyelig å tenke seg en mulighet for enten produksjon av brød, eller en form for alkohol (Isaksson et al. 2010:3266). Et potensielt problem, lagt frem av Hult (2012:18f), ved å bruke ergosterol som en mulig markør for gjærsopp er at tilberedning av enkelte typer lav kan etterlate ergosteroler i et kar, og på denne måten gjøre det usikkert hvor sterolet stammer fra.

Fett fra drøvtyggere er ett annet element prøvene har blitt undersøkt for. Et viktig poeng det er lett å glemme er at betegnelsen drøvtyggere ikke bare gjelder tamdyr som storfe, geit og sau, men også gruppen hjortedyr. Craig et al (2012:2360) påpeker i sin artikkel at fett fra hjort til en viss grad overlapper med fettrester melk fra tamme drøvtyggere. Dette kan utgjøre et potensielt

problem om det har blitt jaktet hjortedyr på en lokalitet der en ønsker å gjennomføre, og tolke, tester etter fett fra melk. Der er i tillegg en risiko for at tidligere prøver kan ha blitt feiltolket med tanke på bruk av melk på en lokalitet (Craig 2012:2360). Ved å se på C17:0grenede /C18:0 rake kvoten sammen med andelen av TAG (som nevnt over) kan en skille fett fra melk og drøvtyggere fra andre dyr. Informasjon om det ble benyttet melk på lokaliteten kan være svært interessant for videre tolkningen av prøver og lokalitet.

I nesten samtlige av prøvene i denne undersøkelsen finnes det terpenoider. Ved lavt innhold i prøvene kan en anta at det skyldes røyken karrene ble utsatt for under oppvarming i eller ved et bål. Et høyere antall kan tyde på at karret enten ble forseglet med harpiks/kvae for oppbevaring, eller det kan ha blitt benyttet til å produsere nettopp disse elementene. Det er mulig å finne ut hvilken art den mistenkte tjæren/kvaen stammer fra ved å studere de forskjellige sammensetningene av syrer foreningene består av. På denne måten kan man, ifølge Brown og Browns publikasjon (2011:60), skille mellom forskjellige trearter som gran, furu og planter som for eksempel roser. Dette kan igjen gi forskere verdifull informasjon om bruken av lokale ressurser og teknologien benyttet i (Brown & Brown 2011:63).

5. Keramikk som arkeologisk materiale

Keramikk er ofte et viktig funn på en lokalitet. Keramikken vil ofte kunne gi forskere muligheten til å plassere lokaliteten i tid og en ide om den kulturelle identiteten til beboerne. Flere kulturgrupper har fått navn etter den keramikken som ble funnet på lokalitetene, både Traktbeger, Gropkeramiskkultur og Linjebåndkeramikk er eksempler på dette. Nærmere vår tid er typologiske sekvenser innenfor keramikk ofte blitt benyttet når funn eller lokaliteter/kulturlagre skal dateres (Neer 2012:20). Disse sekvensene kan være så detaljerte at vi kan tidfeste funn helt ned til tiår, eksempler på dette er blant annet folkevandringstidens spannformedeleirkar og flere av antikkens mange kartyper og dekormetoder. Så nøyaktige dateringer er ikke mulig i den tidsperioden skårene fra denne undersøkelsen tilhører. I tillegg til typologiske sekvenser er analyser av keramikk en verdifull kilde til informasjon. Analyser kan fortelle oss hva karene er blitt benyttet til, hva de er laget av og hva de er magret med. Magring av leire er et viktig element i produksjonen av keramikk. Forskjellige typer magring kan tilføre leira andre egenskaper som for eksempel større motstandsdyktighet mot varme, noe som er svært viktig hvis man skal anvende karet til matlagning på åpent bål (Henderson

2000:129f). Flere typer magring er blitt tatt i bruk, alt fra bein til asbest. Magringen skårene i denne undersøkelsen er magret med består av steinkorn i varierende størrelse.

Ved hjelp av prøver, som de tidligere omtalt, er det mulig å finne ut om karet er blitt benyttet til matlagning og herunder hva slags mat. Det er mulig å finne spor som tilsier tilstedeværelsen av blant annet planter, drøvtyggere, ikke drøvtygger, meieriprodukter, ferskvannsfisk og marinfisk/dyr, i det minste om molekyl og isotopanalyser blir tatt med i betraktningen (Isaksson 2010). Det er viktig å trekke frem at det ikke nødvendigvis var slik at karet ble brukt til bare en ting og man må være oppmerksom på mulig kontaminasjon fra senere aktiviteter på samme lokalitet i tillegg til kontaminasjonsrisikoen ved selve utgravningen. Ved å være oppmerksom på dette kan man unngå potensielt forvirrende situasjoner der hånd- eller solkrem blir analysert. Selve analysene er verdifull informasjon, men det er begrenset hvilken nytte de har hvis ikke resultatene blir tolket. Det er viktig å sette resultatene opp mot en kulturhistorisk sammenheng og få mer ut av analysene enn bare tall. Det er vesentlig å ikke glemme at det materialet som blir undersøkt i et laboratorium alltid er stikkprøver av det egentlige antallet kar benyttet på en lokalitet. Dette gjør at det nesten alltid er nødvendig og ta for seg representativiteten til det materialet som blir undersøkt. For å utføre analyser av en gjenstand burde det på forhånd være klart hvilke spørsmål man ønsker å se nærmere på. Slike undersøkelser kan være svært dyre og trenger ofte å bli satt i sammenheng med et større bilde for å kunne gi oss best mulig svar på spørsmålene vi stiller til materialet.

6. Materialet

Materialet i denne undersøkelsen består av åtte keramikkskår fra Traktbegerkulturen. På bakgrunn av det lave antallet fragmenter er det på sin plass å ta opp representativiteten til analysene. De skårene undersøkt i denne analysen er kun en liten stikkprøve av alle de kar som nødvendigvis må ha vært i bruk under boplassens levetid. Selv ved et lite materiale kan vi hente ut informasjon som kan representere et større bilde. Dette bildet kan anes gjennom sannsynlighet. Muligheten for at de testede skårene var blant de eneste som ble benyttet til den typen mat det er funnet rester etter er svært lite sannsynlig. Selv om det skulle være tilfelle at karene har hatt et spesielt bruksområde utenfor det normale kan dette også fortelle forskere noe om kjelebruken i mellomneolitikum.

Skårene har både likheter og forskjeller, under følger en beskrivelse av hvert enkelt skår.

Skår 1: Funnnummer: A52564. Skårets vekt er 30 gram før prøvetagning. Lengden er 6 cm. Tykkelsen er 7,6 mm på det tynneste og 8,7 mm på det tykkeste. Skåret er grovt magret og magringen består av steinkorn opp til 3 mm. Karet er magret slik at steinkorene ikke er jevnt fordelt i keramikken, men heller former små samlinger i godset med mer magring. Utsiden av skåret er gråbrun, i kjernen skifter fargen mellom forskjellige nyanser av en lys rødgul. Innsiden har tre påfølgende farger, mørk gråbrun, lys gråbrun og lys rødgul. Karets form antas å ha vært konveks med en glattet overflate. Det skåret vi har av karet er dekorert med motstående skraverte linjer i triangler.

Skår 2: Funnnummer: A50350, 2F50264. Skår to består av mange små fragmenter der det ikke er mulig å bedømme verken innside eller utside på karet. Vekten er ca. 50 gram før prøvetagning, men en del jord var ikke mulig å fjerne fra bitene uten å risikere ytterligere ødeleggelse. Derimot er det mulig å si noe om karets magring. Den består av knust stein med en størrelse fra litt over 3 mm og nedover. Ut ifra de fragmentene som er kan en se at det har vært mye magring i karet, men hvordan fordelingen har vært er noe usikkert. Fargen går fra gulbrun til mørk grå. Formen er ikke mulig å bedømme grunnet den fragmenterte tilstanden. De små fragmentene som har en klar overflate gir inntrykk av å være glattet, mens ingen av disse viser noen tegn på at karet har vært dekorert.

Skår 3: Funnnummer: A50350, 2F50473. Skårets vekt er, før prøvetagning, 50,1 gram. Lengden er 6,2 cm. Tykkelsen ligger på 15,7 mm. Skåret er grovt magret med korn fra over 3 mm og nedover. Fordelingen av magringen er jevn i skåret. Fargen er den samme, gulbrun, på både innsiden og yttersiden av skåret, mens kjernen er mørk grå. Karets form har vært konveks med en glattet overflate. Dette skåret er uten dekor, men det er mulig at andre deler av karet har vært dekorert, dette spesielt på bakgrunn av karets opprinnelige størrelse, som ut ifra tykkelsen og den mulige diameteren, må ha vært svært stor.

Skår 4: 1G60462,3. Skårets vekt er, før prøvetagning, 19 gram. Lengden er 5,6 cm. Tykkelsen ligger rundt 11,8 mm. Skåret er magret med litt mindre steinkorn enn de andre, fra ca. 2 mm og nedover, og magringen er jevnere fordelt i skåret. Fargen på karets utside er mørk rødbrun, mens innsiden, som mangler en klart definert overflate, er den samme som kjernen, en nyanse av mørk gråbrun. Karets form har vært konveks og det har hatt glattede overflater. Dekoren består av skraverte streker som formodentlig har inngått i ett større mønster.

Skår 5: 1G60466,4. Skårets vekt er, før prøvetagning, 15 gram. Lengden er 3,7 cm. Tykkelsen ligger rundt 8,4 mm. Skåret er magret med steinkorn med en størrelse fra ca. 2 mm og mindre.

Magringens fordeling i skåret er jevn og mengden magring er moderat. Fargen på skårets utside er mørk gråbrun, mens innsiden har en lysere nyanse av denne fargen. Kjernen til skåret er av samme farge som utsiden. Formen på karet har vært konveks, med en glattet overflate. Skåret er dekorert med vinkellinjer, ovenfor en opphøyet rand i keramikken, og vertikale linjer i en rad under denne randen.

Skår 6: 1G61052,2. Skårets vekt er, før prøvetagning, 18 gram. Lengden er 4,4 cm. Tykkelsen ligger rundt 14,2 mm. Skåret er magret med en moderat mengde steinkorn med en størrelse fra 3 mm og mindre. Magringens fordeling i skåret er ganske jevn. Fargen på skårets utside og innside er den samme, en nyanse av lett rødbrunt. Kjernen av skåret er gråbrun. Karet har hatt en konveks form med en glattet overflate. Dette skåret har ingen dekor, men dette utelukker ikke nødvendigvis at karet kan ha vært dekorert på andre deler vi ikke lengre har tilgang til.

Skår 7: 1G61054,3. Skårets vekt, før prøvetagning, er 20 gram. Lengden er 4,6 cm. Tykkelsen ligger på 8,6 mm der det kun er vegg og 14,6 mm på det høyeste punktet til den opphøyde randen. Skåret er magret med en moderat mengde steinkorn med en størrelse fra 2 mm og mindre. Fordelingen av magring i godset er jevn. Fargen på skårets utside er gråbrun med et rødlig skjær. Karets innside har en mørk gråbrun farge. I karets kjerne møtes fargene fra inn- og utside og danner et skarpt skille. Karets form har vært konveks med en glattet overflate. Skåret har en opphøyet kant der over og undersiden av denne er blitt dekorert med motstående vinkellinjer.

Skår 8: 1G61054,3. Skårets vekt er, før prøvetagning, 18 gram. Lengden er 4,5 cm. Tykkelsen ligger på 12,9 mm der det er kun vegg, ved det ene hullet, mest sannsynlig et dekorativt element, er tykkelsen 14,1 mm. Skåret er magret med relativt mye steinkorn fra 3 mm og mindre. Fordelingen av magringen er relativt jevn. Fargen på karets utside er gulbrun, mens innsiden er en lysere variant av utsiden. I kjernen møtes de to fargene i et skille, dog ikke så skarpt som i skår syv. Karets form har vært konveks med en glattet overflate. Skåret er dekorert med to proper/hull som går fra utsiden og inn. Begge ser ut til å ha vært forseglet fra innsiden med leire.

7. Resultater

Resultatene fra lipidanalysen er vist i tabell 2.

*Tabell 2. Tabellforklaring. **Innhold** viser til mikrogram lipider pr. gram keramikkpulver. **Fa** viser fordelingen av frie (ugrenede og mettede) fettsyrer i formatet $n(k)m$, n = karbonkjedelengden til den korteste fettsyren i*

distribusjonen, *m* er den lengste og *k* viser karbonkjedelengden til den fettsyren det er mest av. En høy **C18:0/16:0-kvot**e indikerer at fettsyresammensetningen er dominert av terrestriske animalier og en lav kvote av kvatiske animalier og/eller vegetabilier. **LCAL** viser mellom hvilke karbonkjedelengder det finnes langkjedige alkanoler. **BR** viser mellom hvilke karbonkjedelengder det finnes grenede fettsyrer. En høy **C17gr/C18-kvot**e indikerer bidrag fra drøvtyggere. **DA** viser mellom hvilke karbonkjedelengder det finnes dikarboksylyse. **FA(uns.)** viser til hvilke enkeltumettede fettsyrer som er til stede. **Kolesterol** viser til tilstedeværelsen av kolesterol. **Fytosterol** viser til hvilke eller hvilken fytosterol som er tilstede. **LCK** viser mellom hvilke karbonkjedelengder det finnes langkjedige ketoner. **IPFS** viser til hvilke isoprenoide fettsyrer som er tilstede i prøven, fytansyre, pristinsyre eller TMTD. **AFFA** viser til hvilke ω -(*o*-alkylfenyl)fettsyrer som er tilstede. **Terpenoid** viser hvilke terpenoider som finnes, **DHA** står for dehydrabietisyre. En *s.* betyr at det er funnet spor.

Prøve	1	2	3	4	5	6	7	8
Innhold	Ca. 0	33	131	60	2844	77	98	Ca. 0
FA	s.16 s.18	s.16, s.18	14 (18) 18	-	12 (18) 20- 24	16 (18) 18	16 (18) 18	-
C18:0/ C16:0	-	-	1,16	-	1,20	1,909	4,46	-
LCAL	-	C24, C26	C26,C28	C24,C26 C28,C30	C26	C26 (24?28?)	C22,C24, C26	C24, C26, s.C28
BR	-	-	15,16,17, 18	-	14,15,16,17, 18	-	-	-
C17:0/ C18:0	-	.-	0,017	-	0,027	-	-	-
FA(uns)	-	s. C18:1	C16, C18	-	C18:1	C18:1	C18:1	-
DA	-	-	-	-	-	-	-	-
TAG	-	-	46,48,50, 52	48,50,52	44,46,48,50, 52	48,50,52	-	-
Kolesterol	-	s.	s.	Ja	Ja	s.	Ja	-
Fytosterol	β -sito	β -sito	β -sito	-	-	-	β -sito	-
LCK	-	-	-	-	C31	-	-	-
IPFS	-	-	-	-	TMPD? THMD	-	-	-
AFFA	-	-	-	-	-	-	-	-
Terpenoid	DHA	DHA	DHA	s. DHA	DHA	DHA	DHA	DHA (litt)

7.1 Tolkning skår for skår

Skår 1: Dette skåret inneholder lite konkret det er mulig å skille fra bakgrunnsstøyen i prøven. Det som kan skilles ut fra støyen er tilstedeværelsen av β -sitosterol. β -sitosterol indikerer at karet har inneholdt vegetabilier. I prøven ble det identifisert terpenoid, DHA. Dette representerer røyk og kan gi informasjon om hvordan karet er blitt benyttet, til eksempel ved eller på et ildsted. I prøven ble det i tillegg funnet spor som kunne tyde på myse, men disse sporene var for vage til å kunne si noe med sikkerhet. Lipidmessig ligger dette skåret rundt ca. 0 mikrogram per gram. Det er ingen fettsyrer det er verdt å nevne som er mulig å finne ved de utførte analysene.

Skår 2: Dette skåret inneholder blant annet β -sitosterol som en indikator på vegetabilier. Prøven inneholder, som skår 1, terpenoid DHA som indikerer røyk og med dette tilknytning til for

eksempel et ildsted. Prøven har spor av kolesterol i en mengde liten nok til at det er tilbøyelig å tolke det som et mulig fingeravtrykk. Om dette mulige fingeravtrykket er nåtidig, altså enten fra utgravningen eller fra undersøkelsene i laboratoriet, eller om det kan stamme fra karets levetid som bruksgjenstand vites ikke. Andelen av lipider i skåret ligger på 33 mikrogram per gram, noe som er en liten andel.

Skår 3: Dette skåret inneholder blant annet β -sitosterol som en indikator på vegetabilier. Prøven inneholder, som de foregående, terpenoid DHA som indikerer røyk og med dette en tilknytning til for eksempel et ildsted. Prøven inneholder spor av kolesterol. I tillegg har prøven en høy C18:0/C16:0 kvote på 1,16. Ut ifra dette kan vi konkludere at terrestriske animalier har vært dominerende i løpet av den siste delen av karets levetid. Andelen av lipider i skåret ligger på 131 mikrogram per gram, denne mengden faller innenfor en middels-høy andel.

Skår 4: Dette skåret inneholder en lengre kjede med langkjedede alkanoler som indikerer vegetabilier. Prøven inneholder sikre spor av kolesterol. Prøven inneholder, som de foregående, terpenoid DHA som indikerer røyk og med dette en tilknytning til for eksempel et ildsted. Prøven har ingen C18:0/C16:0 kvote, men kolesterolet og triacylglyserolene som antagelig er terrestriske gir tegn på at karet, antageligvis, har blitt benyttet til noe terrestrisk. Andelen av lipider i skåret ligger på 60 mikrogram per gram, noe som faller innenfor en middels-lav andel.

Skår 5: Dette skåret inneholder spor av vegetabilier som kan stamme fra purreløkfamilien. Terpenoidene i denne prøven kan stamme fra enten røyk/sot eller fra vegetabilier, prøven er tvetydig på dette punktet. Prøven inneholder kolesterol og har en høy C18:0/C16:0 kvote på 1,20. Som begge tyder på en overvekt av terrestriske elementer i karet. Prøven har også en C17:0/C18:0 kvote på 0,027 som kan indikere fett fra drøvtyggere. Det er mulig at prøven inneholder litt akvatisk, men det er definitivt det terrestriske som dominerer. Andelen av lipider i skåret ligger på 2844 mikrogram per gram, dette tallet er svært høyt i forhold til de andre prøvene og tvinger frem tanken om mulig kontaminasjon.

Skår 6: Dette skåret inneholder terpenoid DHA som indikerer røyk/sot og med dette en tilknytning til for eksempel et ildsted. Prøvene inneholder litt vegetabilier, men ikke store mengder. Hovedvekten av fettstoffene stammer fra terrestriske animalier. C18:0/C16:0 kvoten er ganske høy 1,91. Dette er klare tegn på mye terrestrisk animalsk fett. I tillegg inneholder prøven spor av kolesterol. Andelen lipider i skåret ligger på 77 mikrogram per gram, en mengde som kan omtales som middels til liten.

Skår 7: Dette skåret inneholder β -sitosterol som en indikator på vegetabilier, selv om mengden vegetabilier er liten. Som de andre prøvene inneholder denne også terpenoid DHA som indikerer røyk/sot og slik en mulig tilknytning til et ildsted. C18:0/C16:0 kvoten ligger på 4,46 som er svært høyt i forhold til de andre resultatene lagt frem i denne undersøkelsen. Den høye kvoten viser at skåret er klart dominert av terrestrisk animalske fettsyrer. Prøven inneholder kolesterol. Andelen lipider i skåret ligger på 98 mikrogram per gram, en mengde som kan omtales som middels til liten.

Skår 8: Dette skåret inneholder spor av trepenoider som indikerer røyk/sot og med dette en mulig tilknytning til for eksempel et ildsted. Prøven inneholder spor av fett, men det er ikke nok av hverken C18:0 eller C16:0 til å finne en kvote det er forsvarlig å benytte seg av. Lipidmessig ligger dette skåret på en verdi rundt 0 mikrogram per gram.

7.2 Tolkningsammendrag og diskusjon

Skårene 1 og 8 regnes som tomme lipidmessig og det blir derfor ikke lagt stor vekt på disse i denne sammenlikningen. Terrestriske animalier gjør seg gjeldene i funnene fra de gjenværende skårene. Skårene 3, 5, 6, og 7 er klart dominert av fett fra terrestriske animalier og samtlige av disse inneholder enten kolesterol eller spor av kolesterol. Skår 2 og 4 inneholder begge kolesterol, men det er bare i skår 4 jeg føler det er komfortabelt å trekke konklusjonen at karene er blitt benyttet til noe terrestrisk i tillegg til vegetabilisk. Alle skårene viser spor etter vegetabilier, enkelte av skårene har høyere andel av vegetabilier enn andre, men ikke nok til å være oppsiktsvekkende. Det eneste skåret som viser tegn til noe akvatisk er nummer 5. Og selv i dette skåret er det ikke sikre spor. På bakgrunn av dette kan det sies at hovedvekten av skårene i denne undersøkelsen er dominert av terrestrisk animalske fetter, ofte med vegetabiliske innslag. På grunnlag av dette kan vi si at karene mest sannsynlig har blitt benyttet til denne typen mat, altså mat med både animalske produkter og vegetabilier. Eksempelvis kjøtt og grønnsakssuppe/gryte for å sette funnene inn i en kontekst det er enklere å sette oss inn i. Det er viktig å nevne at dette ikke gir oss et fullstendig bilde av hvilke ressurser som ble utnyttet på lokaliteten. Det er på ingen måte usannsynlig at akvatiske ressurser ble benyttet og fortært uten at vi finner spor etter dem i denne undersøkelsen. Akvatiske ressurser kan for eksempel ha blitt tilberedt på en annen måte eller i andre former for kokekar eller keramikk (jfr. Isaksson & Olsson 2008). Matkulturen på stedet kan ha gjort det nødvendig å enten tilberede fisk, eller håndtere avfall og keramikk benyttet til dette formålet på en spesiell måte det er vanskelig for dagens

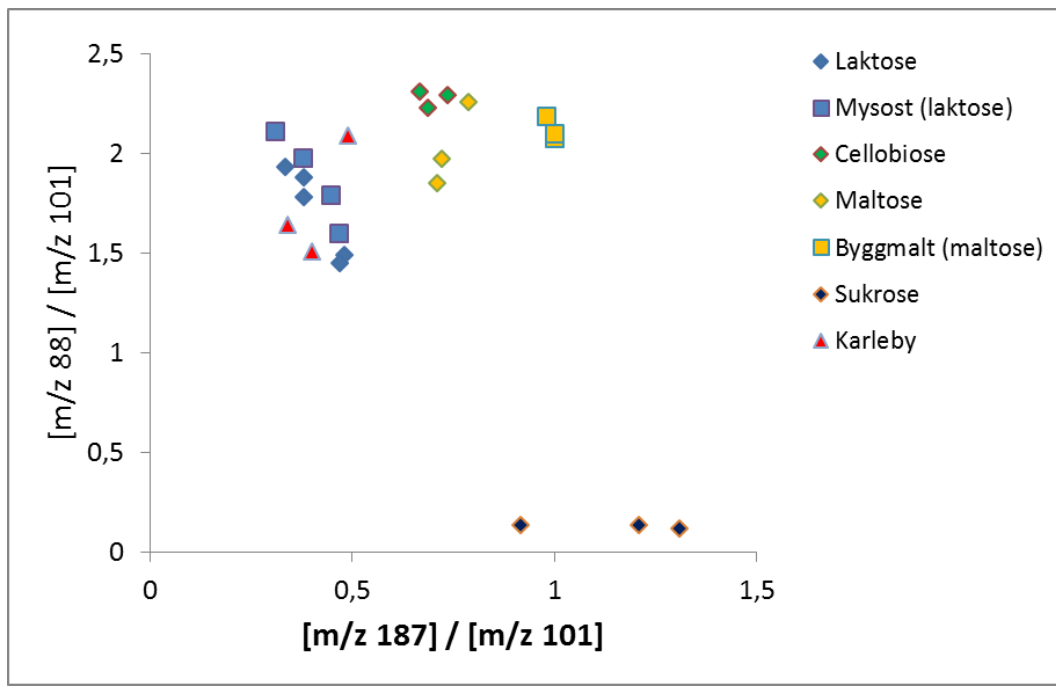
forskere å finne arkeologiske eller kjemiske spor etter. En annen mulig årsak til mangelen på akvatiske rester kan være representativiteten til materialet. Som tidligere nevnt er materialet håndtert i denne undersøkelsen svært lite og består av kun åtte skår. På tross av dette mener jeg det er forsvarlig å trekke visse slutninger om materialet som helhet. Dette så lenge det er klart for leseren at materialet er begrenset. Muligheten for at skårene i denne undersøkelsen kun representerer en enkelt del av matkulturen på lokaliteten er tilstede, men er ikke veldig sannsynlig.

7.3 Resultat av laktoseanalysen

Tabell 3. Laktoseresultatene. I motsetning til lipidanalysen blir laktosen målt ut ifra ionkvoten for ionene 187 og 88. Dette vil si at forholdet mellom kvotene avgjør tilstedeværelsen av laktose.

Skår	187/101	88/101	Tolkning
1.	0,34	1,64	Litt usikkert
2.	0,49	2,09	Litt usikkert
5.	0,40	1,51	Mulig laktose

Som vist i tabell 3. er spor av laktosefunnet i skårene 1, 2 og 5. I skår 5 er tilstedeværelsen av laktose sikrere enn i skår 1 og 2. I prøve 2 skyldes dette plasseringen i diagrammet i figur 5, og i prøve 1 er det vanskelig å skille signalet fra omliggende bakgrunnsstøy. Markøren for skår 2 ligger midt mellom markørene for mysost, laktose, cellubiose og maltose. Dette gjør det vanskelig å bedømme akkurat hvilket stoff den hovedsakelig representerer. Markørene for skårene 1 og 5 ligger mer samlet i tabellen og posisjonen viser til en større sannsynlighet for faktisk laktose, dette til tross for at de ligger en anelse under samlingen for laktose og mysost. Ut ifra disse to tabellene kan vi trekke en konklusjon om at laktose muligens har vært en bestanddel i kosten på lokaliteten.



Figur 5: Plasseringene til laktosefunnene fra Karleby.

8.1 Euklidsk avstand

Euklidsk avstand kan defineres som avstanden mellom punkter i et m-dimensjonalt rom, der m er antallet variabler i en undersøkelse. I denne undersøkelsen utgjør kjelebruken dimensjonene og avstanden blir et mål på forskjellen i fordelingen av kjelebruksklasser mellom lokalitetene. Desto likere fordelingen av disse klassene mellom to lokaliteter jo kortere vil den euklidske avstanden være. Jeg har valgt å se på den euklidske avstanden mellom Karleby/Logården og andre, mer eller mindre samtidige, lokaliteter for å få et bedre bilde av hvordan materialet fra denne undersøkelsen faller inn med tidligere undersøkelser av kjelebruken i mellomneolitikum. Ved hjelp av den euklidske avstanden er det mulig å avgjøre hvilke lokaliteter som er mest like og hvilke som har størst forskjeller. I tabell 5. er kjelebruken i Sverige i tidsperiodene Tidligneolitikum I (EN / EN I), Tidligneolitikum II (EN II), Mellomneolitikum A (Mn A), Mellomneolitikum B (Mn B) og Bronsealder/Tidlig jernalder (BA/EIA) sett på og satt opp mot hverandre for å finne hvilken periode som samsvarer mest med Karleby (*se figur 1.*). Prøvene fra Karleby er plassert i tid til Mellomneolitikum A. Som vist i tabell 5, har kjelebruken i Karleby mest tilfelles med den etterfølgende perioden, Mellomneolitikum B. Materialet i tabell 5 som representerer periodene EN II, MN A og MN B er hovedsakelig dominert av gropteramikk. Det bør påpekes at TRB og PWC er svært forskjellige på flere plan. Blant annet ved det faktum at PWC blir ansett som kystbunnede jeger og sankere, mens TRB ofte blir

beskrevet som tidlige jordbrukere. Den materielle kulturen skiller seg klart fra hverandre, med forskjellige kartyper og en svært forskjellig økonomi (Lidén & Eriksson 2007).

Tabell 4. Tabellen viser hvilken tidsperiode Karleby er likest i forhold til kjelebruken. Rødt indikerer den perioden prøvene er mest ulike og grønt indikerer perioden som er likest.

Case No.	Euclidean distances					
	Karleby	EN / EN I	EN II	Mn A	Mn B	BA/EIA
Karleby	0,0	55,8	72,8	65,6	49,6	60,8
EN / EN I	55,8	0,0	61,7	41,0	24,2	32,8
EN II	72,8	61,7	0,0	27,0	45,5	59,1
Mn A	65,6	41,0	27,0	0,0	23,5	34,8
Mn B	49,6	24,2	45,5	23,5	0,0	22,0
BA/EIA	60,8	32,8	59,1	34,8	22,0	0,0

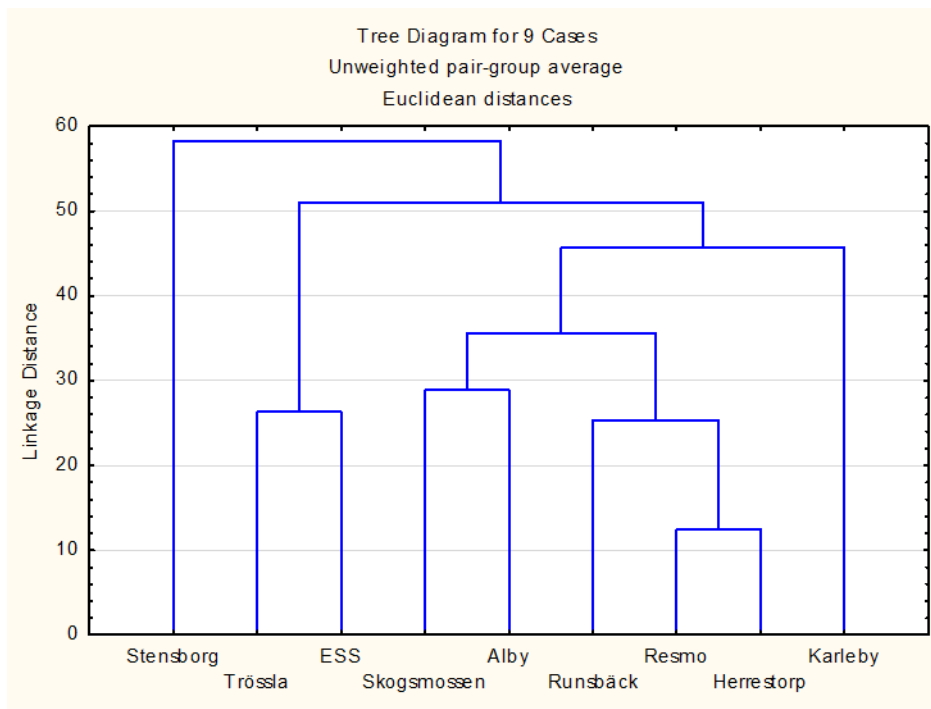
Tabell 5 Tabellen viser Karleby og åtte andre lokaliteter innenfor omtrentlig samme tidsperiode. Rødt indikerer hvilken lokalitet som har størst forskjeller fra kjelebruken i Karleby, og grønt hvilken lokalitet som har flest likheter med kjelebruken i Karleby. (Tallmaterialet er hentet fra Papmehl et al 2013; Ohlberger 2009; Palomäki 2006; Isaksson & Papakosta 2013; Isaksson & Hallgren 2012; Dimc 2011; Isaksson & Erdős 2014)

Case No.	Euclidean distances (TRB)								
	Karleby	Herrestorp	ESS	Stensborg	Runsback	Resmo	Alby	Trössla	Skogsmossen
Karleby	0,0	48,0	78,0	68,7	46,5	35,5	48,5	64,9	50,0
Herrestorp	48,0	0,0	44,2	62,0	26,2	12,5	35,3	35,8	35,5
ESS	78,0	44,2	0,0	61,3	42,9	50,3	68,7	26,3	58,9
Stensborg	68,7	62,0	61,3	0,0	44,8	59,7	61,5	52,8	54,7
Runsback	46,5	26,2	42,9	44,8	0,0	24,5	36,8	37,4	39,2
Resmo	35,5	12,5	50,3	59,7	24,5	0,0	33,1	39,6	33,7
Alby	48,5	35,3	68,7	61,5	36,8	33,1	0,0	53,5	28,9
Trössla	64,9	35,8	26,3	52,8	37,4	39,6	53,5	0,0	38,0
Skogsmossen	50,0	35,5	58,9	54,7	39,2	33,7	28,9	38,0	0,0

I tabell 6 har jeg satt ni lokaliteter, der samtlige er TRB og derfor har samme kartyper, opp mot hverandre for å få et innblikk i hvilke av lokalitetene som har hatt en kjelebruk med likheter til materialet fra Karleby. Som tabellen viser er kjelebruken i Karleby mest lik bruken på lokaliteten Resmo på øya Öland. Noe av det interessante med denne likheten er at de to lokalitetene har beliggenhet langt fra hverandre, godt over 230 km i luftlinje. Det at Karleby er en innlandslokalitet mens Resmo ligger på en øy er interessant blant annet fordi disse landskapene har tilgjengelig forskjellige ressurser, og til tross for dette har relative likheter i kjelebruken. En annen interessant observasjon ved disse to lokalitetene er deres avstand i tid. Skår 2 og 3 fra Kareby inngikk i en sirkel med stolpehull som er blitt datert til rundt 3000-2900 BC kal. Resmo er datert til c. 3900-3600 BC (Papmehl et al 2013). Dette gir oss en avstand i tid som på sitt største er godt over tusen år. Nok en gang er det på sin plass å se på materialets representativitet. Resmo (Papmehl et al 2013) har et betydelig større keramikkmateriale enn det som er blitt undersøkt fra Karleby i denne undersøkelsen. Det lave antallet skår fra Karleby åpner muligheten for at deler av kjelebruken på lokaliteten ikke er blitt representert i det undersøkte materialet. Det er i tillegg viktig å ikke bli for fokusert på likhetene i dette tilfellet, og huske på at selv om Resmo er den mest like er den ikke helt lik funnene fra Karleby.

8.2 Geografi og kjelebruk

Muligheten for en sammenheng mellom kjelebruk og geografisk beliggenhet ble sett på i denne undersøkelsen. Figur 6. viser de forskjellige lokalitetene i forhold til hverandre, der de lokalitetene med flest likheter i kjelebruken, basert på den euklidske avstanden, er samlet.



Figur 6. Figuren viser til lokaliteter med likheter i den euklidske avstanden.

Som figuren viser er sannsynligheten for at geografisk avstand har en vesentlig betydning for likheter i kjelebruken svært liten. Det er ikke mulig og her se noen klare samlinger av geografisk nære lokaliteter og dermed heller ikke noe klart mønster i kjelebruken geografisk.

Hvis forskjellene i kjelebruken ikke først og fremst er avhengig av den geografiske avstanden må de skyldes noe annet. En mulig årsak er de regionale og lokale forskjellene innad i Traktbegerkulturen som nevnes i kapittel 2.1. Det er ikke å undres over at det har forekommet lokale forskjeller innad i et kulturkompleks. Slike forskjeller er ikke unormale i et historisk perspektiv og heller ikke i dagens samfunn. At et kulturkompleks som omfattet store områder skulle være utelukkende homogent er usannsynlig. Det er viktig å forhindre at våre tidsoppfatninger og tanker blir påført fortidens mennesker, da vi ikke kan si hva deres oppfatninger bestod av. Forskjellene i kjelebruken mellom lokalitetene kan forklares på flere måter. En forklaring kan bygge på den enkelte lokalitetens eller gruppens måte å uttrykke seg på kulturelt for å skille seg fra naboene (jfr. Pappmhel et al. 2013:144). Det er en god sannsynlighet for at bruken av keramikkkarene er et eksempel på kulturelle uttrykk som viser til et klart skille mellom TRB både regionalt og mer lokalt. Andre eksempler på disse uttrykkene er blant annet elementer i keramikkkdekoren og forskjeller i redskapene.

Konklusjon

Denne oppgaven har tatt for seg lipidanalyser av åtte keramikkskår fra lokaliteten Logården, Karleby i Västergötland, sør-vest Sverige. Problemstillingen har vært todelt, og hovedsakelig fokusert på hva lipidanalyser kan fortelle oss om hvordan materialet ble benyttet da det var i daglig bruk. Oppgavens andre problemstilling har fokusert på hvordan kjelebruken i Karleby har sett ut i forhold til andre svenske lokaliteters kjelebruk, og kjelebruken i nærliggende tidsperioder.

Ved hjelp av lipidanalysene viser det seg at kjelebruken ved Karlebylokaliteten har vært klart dominert av terrestriskanimalske fettsyrer med innslag av vegetabiliske fettsyrer. Dette kan tolkes dertil at den maten som ble produsert i de undersøkte karene hovedsakelig bestod av kjøtt og fett fra landlevende dyr og vegetabilier i form av forskjellige typer vekster. Prøvene viser kun flyktige spor etter akvatisk fett i ett av skårene. Det er mulig at akvatiske ressurser ble behandlet på en annen måte enn i keramikk, eventuelt på et annet sted. Som tidligere nevnt i oppgaven er materialet i denne undersøkelsen svært lite og resultatene må forsvares med hensyn til representativiteten. Selv om skårene kun er en stikkprøve av alle de kar som nødvendigvis må ha vært i bruk på lokaliteten kan forskere allikevel trekke enkelte slutninger fra resultatene. Enkel sannsynlighetsregning kan trekkes inn som forsvar for de fremlagte konklusjonene. Muligheten for at de analyserte skårene skulle tilhøre kun en spesifikk del av det totale materialet, eller at de ressursene benyttet til denne matlagningen ikke normalt var en del av kostholdet ved lokaliteten, er svært lite sannsynlig. På bakgrunn av dette føler jeg meg komfortabel med å trekke den konklusjon at terrestriskanimalske og vegetabiliske ressurser var en dominerende del av kostholdet på lokaliteten. Det er viktig å nevne at kjelebruken ikke nødvendigvis speiler dietten, men kun den delen som ble tilberedt i keramikkar. Bredden i dietten kan ha vært større enn vi kan finne ut gjennom keramikkanalyser. Som tidligere nevnt, kan sosiale normer ha krevd at enkelte matvarer ble behandlet på en spesiell måte forskere i dag ikke finner tydelige spor etter. De manglene sporene etter fisk i denne undersøkelsen kan være ett eksempel på dette. Undersøkelsene av keramikkar gir oss ikke innblikk i alle ressurser som ble utnyttet på lokaliteten, men denne typen undersøkelser gir verdifull informasjon om matkulturen som ble praktisert.

Resultatene av undersøkelsen av kjelebruken ved Logården, i forhold til tidligere forskning på andre lokaliteter, tabell 5, 6 og figur 4., viser til at Karleby ikke er utpreget lik noen av de tidligere undersøkelsene. Lokaliteten med størst likheter til Karleby er Resmo, med en

beliggenhet på andre siden av Sverige og på en øy. Likheten er interessant både på bakgrunn av den geografiske avstanden og avstanden i tid mellom de to lokalitetene. Spørsmålet om det kunne være en sammenheng mellom kjelebruken og den geografiske avstanden ble også studert kort i denne oppgaven ved hjelp av forskningsdata fra tidligere undersøkelser. Ut ifra figur 3. kan det se ut som Runsbäck, Resmo og Herrestorp utgjør en mulig samling. Det er derimot ikke anbefalt å stole ukritisk på denne da programmet brukt for å skape figuren kan finne sammenhenger og samlinger der det ikke nødvendigvis er noen fra før. Eksempelvis er Karleby materialet likt Resmo som ligger på andre siden av Sverige og i tillegg i et svært forskjellig geografisk område. På bakgrunn av dataene velger jeg å si at det ikke er noen nevneverdig sammenheng mellom geografi og kjelebruken i det behandlede materialet. Avslutningsvis vil jeg oppsummere at kjelebruken i Karleby er mest lik Mellomneolitikum B periodemessig selv om lokaliteten er datert til Mellomneolitikum A. Karene har hovedsakelig blitt benyttet til tillagning eller lagring av terrestrisk animalske produkter med innslag av vegetabilier. Jeg ser frem til å kunne følge videre forskning på kjelebruken i Neolitikum i fremtiden.

Referanser:

- Brown, T. & Brown, K.** 2011. *Biomolecular archaeology: an introduction*. Wiley-Blackwell. Chichester.
- Craig, O. E., Allen, R. B., Thompson, A., Stevens, R. E., Steele, V. J. & Heron, C.** 2012. Distinguishing wild ruminant lipids by gas chromatography/ combustion/isotope ratio mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 26: 2359-2364.
- Dimc, Nathalie.** 2011. *Pits, Pots and Prehistoric Fats: A Lipid Food Residue Analysis of Pottery from the Funnel Beaker Culture at Stensborg, and the Pitted Ware Culture from Korsnäs*. The Archaeological Research Laboratory Stockholm University. Stockholm.
- Englund, Eva & Karl-Göran Sjögren.** 1994. Karleby Logården Undersökning av neolitiska boplatser i Västergötland. Rapport från projektet «Gånggrifternas i centrala Västergötland och deras bakgrund». Gotarc serie D. *Arkeologiska rapporter no. 26*. Institutionen för arkeologi, Göteborgs Universitet, Göteborg.
- Hallgren, Fredrik.** 2008. *Identitet i praktik, Lokala, regionala och överregionala sociala sammanhang inom nordlig trattbäckerkultur*. Coast to coast project, Department of Archaeology and Ancient History, Uppsala University.
- Henderson, Julian.** 2000. *The Science and Archaeology of Materials, An investigation of inorganic materials*. Routledge, London, New York.
- Hult, Louise.** 2012. *Fäst vid keramik- En experimentell undersökning av lipidrester i keramik, med GC-MS-metod, efter nedbrytningsförsök*. Kandidatuppsats i laborativ arkeologi. Arkeologiska forskningslaboratoriet, Stockholms universitet, Stockholm.
- Isaksson, S., Olsson, M. & Hjulström, B.** 2005. De smorde sina krås. Spår av vegetabilisk olja i keramik från yngre järnålder. *Fornvännen* 100.
- Isaksson, S., Karlsson, C. & Eriksson, T.** 2010. Ergosterol (5, 7, 22-ergostatrien-3 β -ol) as a potential biomarker for alcohol fermentation in lipid residues from prehistoric pottery. *Journal of*

Archaeological Science 37.

Isaksson, Sven. 2010. Food for thought. On the culture of food and the interpretation of ancient subsistence data. *Journal of Nordic Archaeological Science* 17. Arkeologiska forskningslaboratoriet, Stockholms universitet, Stockholm.

Isaksson, Sven & Fredrik Hallgren. 2012. Lipid residue analyses of Early Neolithic funnelbeaker pottery from Skogsmossen, eastern Central Sweden, and the earliest evidence of dairying in Sweden. *Journal of Archaeological Science*. s. 3600-3609.

Isaksson, Sven. & Vasiliki Papakosta. 2013. Analys av organiska lämningar i keramik från Herrestorp. *Uppdragsrapport nr 223*. Arkeologiska forskningslaboratoriet, Stockholms universitet, Stockholm.

Isaksson, Sven. & Alma Erdős. 2014. Analys av organiska lämningar i keramik från ESS-undersökningarna. *Uppdragsrapport nr 243*. Arkeologiska forskningslaboratoriet, Stockholms universitet, Stockholm.

Kumarathasan, R., Rajkumar, A. B., Hunter, N. R. & Gesser, H. D. 1992. Autoxidation and Yellowing of Methyl Linolenate. *Progress in Lipid Research* 31. Oxford.

Lidén, K. & Eriksson, G. 2007. Walking on the wild side: on cultural diversity and the Pitted Ware Culture along the Swedish east coast during the Middle Neolithic. In Larsson, M. & Parker Pearson, M. (Red.) *From Stonehenge to the Baltic. Living in cultural diversity in the third millenium BC*. BAR International Series 1692. Oxford.

Müller, Johannes. 2011. *Megaliths and Funnel Beakers: Societies in Change 4100-2700 BC*. Drieëndertigste Kroon-Voordracht gehouden voor de Stichting Nederlands Museum voor Anthropologie En Praehistorie. Te Amsterdam op 8 April 2011.

Neer, Richard T. 2012. *Art & Archaeology of the Greek World c. 2500 – c. 150 BCE*. Thames & Hudson Ltd, 181a High Holborn, London WC1V 7QX.

Ohlberger, Annesophie. 2009. *Master thesis*. Distinguished by Culture: A study of lipid residue content in Neolithic potsherds from Trössla and Överåda in the parish of Trosa-Vagnhärad, Södermanland, Sweden. Archaeological Research Laboratory, Stockholm University, Stockholm.

Olssen, Monika. & Sven Isaksson. 2008. Molecular and isotopic traces of cooking and consumption of fish at an Early Medieval manor site in eastern middle Sweden. *Journal of Archaeological Science* 35. Archaeological Research Laboratory, Stockholm University, Stockholm.

Palomäki, Elina. 2006. Albys skärvor : Lipid- och morfologisk analys av tidigneolitisk keramik från Öland. *Masteroppgave*. Humanistiska fakulteten, Institutionen för arkeologi och antikens kultur. Stockholms universitet. Stockholm

Papmehl, Dufay, Ludvig; Ole, Stålborg; Lindahl, Anders & Sven, Isaksson

(2013) *In Naturwissenschaftliche Analysen vor- und frühgeschichtlicher Keramik III: Methoden, Anwendungsbereiche, Auswertungsmöglichkeiten* 238. p.123-152 Verlag Dr. Rudolf Habelt GMBH, Bonn.

Petersson, Håkan. 2009. The processual legacy and new directions in Scandinavian Neolithic research. *Neolithisation as if history mattered, Processes of Neolithisation in North-Western Europe*. Redaktør: Glørstad & Prescott. Bricoleur Press. Sverige.

Romanus, K., Poblome, J., Verbeke, K., Luypaerts, A., Jacobs, P., De Vos, D. & Waelkens, M. 2007. An evaluation of analytical and interpretative methodologies for the extraction and identification of lipids associated with pottery sherds from the site of Sagalassos, Turkey. *Archaeometry* 49.

Scarre, Chris (red). 2013. Holocene Europe. *The Human Past, World Prehistory & the development of Human Societies*. Tredje utgåve. Thames & Hudson Ltd London.

Bilder:

Forsidebilde. Skår 4. Foto Karin Kaldhussæter Lindboe.

Figur 1. Edenmo, R., Larsson, M., Nordquist, B., Olsson, E. 1997. Gropkeramikerna – Fanns de? Materiell kultur och ideologisk förändring. *Regionalt och interregionalt. Stenåldersundersökningar i Syd- och Mellansverige*. Eds. M. Larsson, & E. Olsson. Stockholm.

Figur 2. Privat korrespondanse Karl-Göran Sjögren 08.12.2014

Figur 3. http://holding.netzschcdn.com/uploads/pics/TG-GC-MS_2_neu.jpg?1352125663
23.12. 2014

Internettartikler:

Lipider. (2009, 14. februar). I Store norske leksikon. Hentet 28. desember 2014 fra <https://snl.no/lipider>.

Kierulf, Peter. (2009, 13. februar). Hydrolyse. I Store medisinske leksikon. Hentet 29. desember 2014 fra <https://sml.snl.no/hydrolyse>.



Stockholms
universitet